

Mechanismus und Metapher – Zum Verhältnis von teleologischem und biologischem Denken

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Doktorgrades

der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät

der Universität zu Köln

vorgelegt von

Sebastian Schumacher

aus Engelskirchen

Köln, 2021

Berichterstatter: Prof. Dr. Siegfried Roth
(Gutachter)

Prof. Dr. Andreas Hüttemann

Tag der Abschlussprüfung: 06.12.2021

Inhalt

Zusammenfassung.....	7
Vorwort: Naturwissenschaft und Philosophie.....	8
1. Einleitung: Das Problem der Zweckmäßigkeit von biologischen Merkmalen	15
1.1 Zweckmäßigkeit in der Natur: Zwei Fallbeispiele.....	15
1.2 Teleologische Erklärungen als Forschungsgegenstand der Psychologie.....	18
1.3 Moralische und gesellschaftliche Implikationen	22
1.4 Die Illegitimität einer teleologischen Beschreibung der Natur	24
1.5 Die Hauptfrage meiner Arbeit	29
1.6 Die drei Thesen der Arbeit	31
2. Teleologie in der Biologie als Metapher	32
2.1 Teleologische Redeweisen in der Biologie als kognitive Metaphern	33
2.1.1 Die Artefaktmetapher	43
2.1.1 Die Handlungsmetapher.....	52
2.2 Die Stellung von Metaphern in den Naturwissenschaften	54
2.2.1 Metaphern als Fremdkörper in der Wissenschaft?.....	55
2.2.2 Transportprozesse von Konzepten.....	56
2.2.3 Schicksal von in die Wissenschaften aufgenommenen Konzepten	58
2.2.4 Teleologie als symbiotisch angepasstes Konzept.....	62
3. Vom Mythos über die Metaphysik zur Metapher – Geschichte der Naturteleologie	63
3.1 Die Götter und ihre Werke – Teleologische Spuren in den Mythen der Völker	65
3.2 Demiurg oder Entelechie – Naturteleologie in der klassischen Antike	68
3.3 Teleologie der Natur im Denken der Scholastik.....	76
3.4 Vom <i>eidos</i> zur Funktion – Teleologie in der frühen Neuzeit	80
3.5 Skepsis bezüglich der Teleologie in der Aufklärung	88
3.6 Teleologie als Prinzip des Lebens im 19. Jahrhundert.....	91
3.7 Das beginnende Evolutionsdenken	100
3.8 Von der Artefaktmetaphysik zur Artefaktmetapher	106
3.9 Die Entstehung der objektivistischen Verhaltens- und Entwicklungsforschung.....	110
3.10 Die Entstehung der Kybernetik als Handlungsmetapher im 20. Jahrhundert.....	113
3.11 Teleonomie als uneigentliche Teleologie	117
3.12 Der Siegeszug der Artefaktmetapher	123
3.13 Die Widerständigkeit der Handlungsmetapher und die Metaphern-Drehtür	125
3.14 „Das Gute“ in der Teleologie – Anmerkungen zu einem nicht-metaphorischen Funktionsbegriff	127

3.15 Zwischenfazit	135
4. Menschliche Absichten und Funktionen von Artefakten.....	138
4.1 Drei Eigenschaften des absichtsvollen Denkens	138
4.1.1 Abgrenzung zum Denken über die physische Welt.....	139
4.1.2 Kennzeichen von absichtsvollem Denken	140
4.1.3 Normsetzung als Kennzeichen von absichtsvollem Denken	144
4.1.4 Multiple Realisierbarkeit der Absichten als Kennzeichen für teleologisches Denken	146
4.1.5 Zweckmäßige Durchführung von Handlungen.....	149
4.1.6 Physikalisches Denken und teleologisches Denken in direkter Gegenüberstellung	152
4.2 Physikalische und teleologische Erklärungen.....	154
4.2.1 Was sind teleologische Erklärungen?.....	154
4.2.2 Die empirische Operationalisierung des teleologischen Denkens	158
4.3 Der Begriff der Funktion.....	166
4.3.1 Anwendungsgebiete des Funktionsbegriffs	168
4.3.2 Der nicht teleologische Funktionsbegriff	172
4.3.3 Drei Probleme des teleologischen Funktionsbegriffs nach Woodfield	175
4.3.4 Woodfields dritte Anfrage: Wrights Problem	177
4.3.5 Der teleologische Funktionsbegriff	183
4.3.6 Interne und externe Normsetzung bei Artefakten.....	192
4.3.7 Interne und externe multiple Realisierbarkeit bei Artefakten.....	194
4.3.8 Interne und externe zweckmäßige Genese bei Artefakten.....	195
4.3.9 Interner und externer Funktionsbegriff bei Artefakten	199
4.3.10 Funktionen von Kunstwerken und Naturobjekten.....	200
4.3.11 Unterschiedliche Perspektiven auf Artefakte	202
4.4 Zwischenfazit zu menschlichen Absichten und Funktionen.....	205
5. Mechanismus und Artefaktmetapher in der Biologie	207
5.1 Einige Anmerkungen über biologische Forschung	208
5.1.1 Drei Ziele biologischer Forschung	209
5.1.2 Erklärungen in der Biologie – Mechanistische Antworten auf proximate und ultimate Fragestellungen	210
5.1.3 Teleologie versus Mechanismus – Die These der autonomen Biologie.....	217
5.2 Naturalisierung von Teleologie in der Wissenschaftstheorie der Biologie	225
5.2.1 Naturalisierung der Teleologie Mitte des 20. Jahrhunderts	230
5.2.2 Einführung in die drei etablierten Theorien des biologischen Funktionsbegriffs	237
5.2.3 Drei Funktionskonzepte aus der biologischen Praxis.....	241

5.3 Funktionen als kausale Rollen in hierarchischen Systemen (F_C)	244
5.3.1 Der Fall des Auxins.....	245
5.3.2 Der Funktionsbegriff anhand kausaler Rollen F_C	247
5.3.3 Hierarchische Ordnung von kausalen Rollen.....	253
5.3.4 Sind Funktionen F_C objektiv?	255
5.4 Hinreichende Bedingungen für die Bestimmung der kausalen Rollen.....	259
5.4.1 Der Zusammenhang zwischen der <i>causal role theory</i> und Normsetzungen.....	259
5.4.2 Fünf einschränkende Bedingungen für die funktionale Analyse.....	262
5.4.3 <i>Intelligent Design</i> als Einschränkung der funktionalen Analyse.....	263
5.4.4 Toepfers Organismuskonzept als Einschränkung der funktionalen Analyse.....	264
5.4.5 Zielgerichtetheit als Einschränkung der funktionalen Analyse	269
5.4.6 Designkonzepte zur Einschränkung der funktionalen Analyse	274
5.4.7 Krohs Designbegriff und externe Normsetzung	279
5.4.8 Kitchers Designbegriff und externe Normsetzung	284
5.4.9 Befreiung von Nagels Frage.....	287
5.4.10 Fazit zum Funktionsbegriff der kausalen Rollen (F_C)	292
5.5 Funktionen als Fitness-Beiträge (F_F).....	294
5.5.1 Der Fall des Birkenspanners	294
5.5.2 Ein Überblick über Fitnessbeiträge als Funktionen	297
5.5.3 Kausale Rollen und Fitnessbeiträge im Vergleich.....	298
5.5.4 Funktionen als Dispositionen im Anschluss an Bigelow und Pargetter.....	300
5.5.5 Zwei Konzepte von Fitness	305
5.5.6 Die metaphorische Herkunft des Funktionsbegriffs F_F	311
5.5.7 Die Funktionen F_F in Relation zur Umwelt.....	315
5.5.8 Die Funktionen F_F in Relation zu anderen Merkmalsvarianten.....	319
5.5.9 Die modale Funktionstheorie	322
5.5.10 Fazit zum Funktionsbegriff der Fitness-Beiträge (F_F).....	328
5.6 Funktionen als naturgeschichtliche Erklärung (F_H).....	329
5.6.1 Der Fall des Axolotls	329
5.6.2 Aufgaben des Funktionsbegriffs F_H ?	332
5.6.3 Gegenüberstellung von Designprozess und Adaptionsprozess	334
5.6.4 Die nicht durchhaltbare Analogie zwischen Absicht und Adaptationsprozess	337
5.6.5 Die Ausweitung der Metapher: Die Rolle der Normativität.....	347
5.6.6 <i>Modern History</i> und <i>Continued Usefulness</i>	352
5.6.7 Die <i>Generalized Selected-Effects-Theory</i>	356

5.6.8 <i>Proper Functions</i>	358
5.6.9 Fazit zum Funktionsbegriff der Selektionsgeschichte F_H	362
5.7 Zur Angemessenheit der biologischen Metaphern.....	363
5.7.1 Zusammenfassung zu den drei Funktionsbegriffen der biologischen Praxis.....	363
5.7.2 Angemessenheit der Artefaktmetapher in der Biologie.....	365
5.7.3 Die Herstellungshandlung im Rahmen der Artefaktmetapher.....	368
6. Ergebnisse.....	372
7. Diskussion.....	374
8. Danksagungen.....	377
9. Abbildungsverzeichnis.....	378
10. Literaturverzeichnis und benutzte Hilfsmittel.....	379
10.1 Hinweise und benutzte Hilfsmittel.....	379
10.2 Literaturverzeichnis.....	380
11. Erklärung zur Dissertation.....	397

Zusammenfassung

Diese Arbeit ist der Frage gewidmet, welche Rolle teleologische Ausdrucksweisen, insbesondere Funktionsaussagen, für Merkmale von Lebewesen in der Biologie besitzen. Sie scheinen innerhalb des methodischen Naturalismus der Biologie eine Ausnahmestellung zu besitzen, die erklärungsbedürftig ist. Kann dieser Sprachgebrauch verlustfrei eliminiert oder durch eine klar naturalistische Definition naturalisiert werden? Anstelle einer Eliminierung oder Naturalisierung des teleologischen Sprachgebrauchs plädiert diese Arbeit dafür, derartige Sprachformen als Folge einer kognitiven Metapher im Sinne von Lakoff und Johnson aufzufassen, genauer gesagt als Metapher Lebewesen und ihre Teile als Artefakte zu sehen (Artefaktmetapher). Die Arbeit unterteilt sich in drei Segmente, um die Hypothese von der kognitiven Artefaktmetapher plausibel zu machen:

Zuerst wird die kulturgeschichtliche Herkunft der Artefaktmetapher und der konkurrierenden Metapher von Lebewesen als intrinsisch bewegten Akteuren nachgezeichnet. Dabei zeigt sich, dass die gegenwärtige Artefaktmetapher aus traditionellen metaphysischen Vorstellungen herrührt. Erst durch die Etablierung des Darwinismus im späten 19. Jahrhundert entstand die gegenwärtige, metaphorische Bedeutung von Teleologie in der Biologie und damit die moderne Fragestellung nach der Stellung von Teleologie in der Biologie.

Als zweites analysiert diese Arbeit unser Alltagsverständnis von Teleologie bezogen auf Artefakte, das laut der Hypothese der Arbeit in metaphorischer Form im Bereich der Biologie wiederzufinden ist. Es ergeben sich für Artefakte zwei Begriffe von Funktion: eine interne Funktion als plangemäße Tätigkeit des Artefaktes und eine externe Funktion als Erreichen der mit Hilfe des Artefakts beabsichtigten Ziele.

Als drittes entwickelt diese Arbeit drei distinkte Verwendungsweisen teleologischer Funktionsausdrücke innerhalb der Biologie: (1) als kausale Rolle, (2) als positiver Beitrag zur evolutionären Fitness, sowie (3) als Verweis die Naturgeschichte. In allen drei Fällen bestehen formale Ähnlichkeiten zu den beiden vorher eingeführten Funktionsbegriffen aus dem Bereich der Artefakte. Diese Beschränkungen lassen sich jedoch nicht durch die biologischen Forschungsinteressen rechtfertigen, sondern durch die Tendenz, den Sprachgebrauch entlang der kognitiven Metapher auszuweiten, wie es von Lakoff und Johnson schon für andere Bereiche beobachtet wurde.

Diese Arbeit bildet die Grundlage für ein zweites, getrenntes Werk mit dem Titel „Biologische Funktionen zwischen Mechanismus und Metapher“ im Transkript-Verlag Bielefeld. Weitere Details unter www.transcript-verlag.de.

Vorwort: Naturwissenschaft und Philosophie

In dieser Inaugural-Dissertation an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität zu Köln geht es um ein wissenschaftliches Thema von großer Vieldeutigkeit: um Teleologie, also die Lehre von Zwecken, Absichten, Zielen und Funktionen.

Im menschlichen Leben erscheint es uns natürlich, die Wirklichkeit dieser Dinge anzuerkennen, denn Menschen fassen zweifellos Absichten, verfolgen Ziele, suchen Sinn und bauen kraft ihres Verstandes funktionale Geräte. Wenn es um Teleologie bei der Betrachtung der Natur geht, begeben wir uns hingegen in eine Kampfzone. Von der Mehrheit der Naturwissenschaftler und Philosophen der Gegenwart wird die teleologische Betrachtung der Natur als Aberglaube und Pseudowissenschaft belächelt: In einem naturwissenschaftlich bestimmten Weltbild taucht sie nur als Metapher und im Modus des „als ob“ auf. Nur im Bereich des menschlichen Geistes ergibt es Sinn, von Sinn zu sprechen. In der belebten oder unbelebten Natur gelten hingegen Naturgesetze, Kausalbeziehungen oder die physiko-chemischen Eigenschaften der toten Materie. War das nicht gerade eine unschätzbare Leistung der neuzeitlichen Naturwissenschaft und insbesondere von Darwins Theorie der natürlichen Auslese: die Notwendigkeit zu beseitigen, Absichten und Zwecke in die Natur hineinzupinterpretieren? Hat die willkürliche Aufladung der Natur mit Zwecken und Absichten nicht sogar zu den amoralischen Ideologien des 20. Jahrhunderts beigetragen?¹

Von anderen wird Teleologie hingegen sogar als Herz und Seele der Biologie verstanden, die bei allen genuin biologischen Fragestellungen im Spiel ist. So scheint es, nicht einfach Ausdruck einer naiven Vermenschlichung zu sein, nach Sinn und Zweck biologischer Merkmale zu fragen: „Welchen Nutzen hat es für die Zugvögel, in den Süden zu fliegen? Welchen Zweck erfüllen die Streifen des Zebras? Welche Funktion besitzt dieses oder jenes neu entdeckte Protein? Welchen Sinn hat der Ruf der Nachtigall?“ In allen Bereichen der Biologie und Medizin begegnen uns derartige teleologische Fragestellungen. Sie erscheinen uns dort auch nicht als Fremdlinge oder Kuriositäten, sondern als wesentlich. Hat nicht gerade Darwins Theorie der natürlichen Auslese diese teleologische Sichtweise auf die Natur noch einmal bekräftigt? Und hat nicht die Verleugnung der Zwecke der Natur zu Umweltzerstörung und Krankheit beigetragen?

Meine Arbeit ist eben dieser widersprüchlichen Bewertung von Teleologie in der Natur gewidmet. Dabei möchte ich mich auf die Art von Teleologie beschränken, die uns in der gegenwärtigen Biologie in erster Linie begegnet, nämlich die Teleologie im Hinblick auf die körperlichen und ethologischen Merkmale von Lebewesen. In Anknüpfung an diese Implikationen ist die Arbeit wie folgt gegliedert: In der Einleitung werde ich mich der Teleologie der Naturbetrachtung phänomenologisch nähern und herausarbeiten, warum dieses Thema ein Gebiet für die Wissenschaftstheorie ist. Dabei möchte ich mich in meiner Arbeit auf den Aspekt der Zweckmäßigkeit der biologischen Merkmale konzentrieren und von anderen Arten der Naturteleologie abgrenzen. Im ersten Kapitel möchte ich meine These von der Teleologie der Natur als Satz kognitiver Metaphern darlegen, indem ich auf die ideengeschichtliche Genese dieser Metaphern eingehen werde und auf die Rolle von

¹ Diese Ansicht vertreten etwa populäre Sachbuchautoren wie Dawkins (1986/1987) und Wuketits (2009).

Metaphern in den Wissenschaften überhaupt. Für die Analyse über das Auftreten kognitiver Metaphern in der Biologie werde ich im zweiten Kapitel die absichtsvollen Handlungen von Menschen betrachten, nach deren Vorbild die teleologischen Metaphern geformt sind. Im dritten Kapitel geht es darum, die zuvor herausgestellten Prinzipien des absichtsvollen Handelns mit konkreten Beispielen der Biologie abzugleichen, um die jeweils metaphorischen Sprechweisen zu analysieren. Den Ausgangspunkt für die einschlägigen Explikationen der biologischen Teleologie bilden, die seit den 1970er Jahren in der Literatur entwickelten, Ansätze. Im vierten Kapitel steht der naturphilosophische Aspekt im Mittelpunkt, der sich aus der Anerkennung der Metaphernhaftigkeit der Naturteleologie ergibt: Das Verhältnis des menschlichen Geistes und seiner Befähigung zum Erfassen von Absichten und zum Ersinnen von Mitteln zu einer Natur, der diese Fähigkeiten scheinbar abgehen.

Im Folgenden möchte ich zunächst auf die Prämissen eingehen, auf denen sich die vorliegende Arbeit stützt. Dabei geht es um die Frage, was unter einem großzügig ausgelegten Naturalismus verstanden werden kann und welchen Bezug verschiedene Auslegungen des Naturalismus zu meiner Arbeit haben. Warum existiert die ambivalente Bewertung hinsichtlich des Begriffs der Teleologie?

Zwei Gründe liegen nahe, um die unterschiedlichen Deutungen zu verstehen: Einerseits können Menschen einfach unterschiedliche Dinge meinen, wenn sie den Begriff „Teleologie“ verwenden. Bei einem derartig abstrakten und schillernden Ausdruck ist das zu erwarten. Andererseits können auch fundamentale Meinungsverschiedenheiten zwischen den Menschen bestehen, welche methodische Herangehensweise an die Natur uns etwas Sinnvolles und Tragfähiges über sie verrät. Welche Rolle spielt naturwissenschaftliche Empirie und welche spielt gedankliche Reflexion über Konzepte und Begriffe? Wie steht es mit Intuition, ästhetischem Erleben, der Konsultierung religiöser Schriften oder der Meinung geistlicher Autoritäten? Es liegt auf der Hand, dass derartige Unterschiede in der Herangehensweise an die Natur in unterschiedlichen Vorstellungen begründet liegen, was Natur überhaupt ist, was die Wirklichkeit selbst ausmacht. Bisweilen sind die Gründe für die dramatisch unterschiedliche Bewertung von Teleologie in der Natur das Resultat gravierender weltanschaulicher Unterschiede.

Dementsprechend kann eine Abhandlung über die Rolle von Teleologie in der Biologie zwei sehr unterschiedliche Zielsetzungen verfolgen: Sie könnte sich an Menschen wenden, die eine andere Weltanschauung besitzen, und versuchen, sie in Bezug auf Teleologie von der eigenen Weltanschauung zu überzeugen. Sie könnte sich aber auch an Menschen richten, die eine gemeinsame Weltanschauung mit den Autoren haben und versuchen, die Bedeutung von Teleologie im Rahmen dieser geteilten Weltanschauung zu klären. Der erste Weg wird von unzähligen atheistischen, theistischen, kreationistischen und esoterischen Apologeten mit unterschiedlicher Ernsthaftigkeit beschritten und an geistreicher, wie einfältiger Literatur in diesem Genre herrscht daher kein Mangel. Ich möchte den zweiten Weg einschlagen und mich an Menschen wenden, die im Großen und Ganzen meine Weltanschauung teilen.

Doch welche Weltanschauung ist das? Ich möchte in dieser Arbeit keine religiöse oder weltanschauliche Position verteidigen. Ich möchte lediglich einen Minimalkonsens an Naturalismus voraussetzen, damit der Leser die folgende Arbeit mit Gewinn lesen kann. Bevor

ich also beginne, werde ich zunächst einige Dinge zum Naturalismus erläutern, um die in dieser Arbeit vorausgesetzten Prämissen zu klären.

Die Literatur zum Begriff des Naturalismus ist umfangreich und viele unterschiedliche Denker nehmen für sich in Anspruch, Naturalisten zu sein. Allerdings vertreten sie oft untereinander inkompatible Ansichten darüber, worin Naturalismus letztendlich besteht.² Weiterhin wird dieser Begriff zum Zielobjekt einer Fundamentalkritik an bestimmten philosophischen Schulen, die sich aber jeweils nur auf bestimmte Spielarten des Naturalismus bezieht.³ Wie man die Varianten des Naturalismus auch aufschlüsselt, stets weist dieser Begriff darauf hin, dass Naturalisten den Erkenntnissen und Methoden der Naturwissenschaft eine wichtige Stellung in ihrer Philosophie einräumen, wenn es darum geht, die Wirklichkeit zu verstehen. So schreibt etwa Papineau in der *Stanford Encyclopedia of Philosophy*:

The term “naturalism” has no very precise meaning in contemporary philosophy. [...] These philosophers [welche sich Mitte des 20. Jahrhunderts als Naturalisten bezeichneten] aimed to ally philosophy more closely with science. They urged that reality is exhausted by nature, containing nothing “supernatural”, and that the scientific method should be used to investigate all areas of reality, including the “human spirit” [...]

So understood, “naturalism” is not a particularly informative term as applied to contemporary philosophers. The great majority of contemporary philosophers would happily accept naturalism as just characterized—that is, they would both reject “supernatural” entities, and allow that science is a possible route (if not necessarily the only one) to important truths about the “human spirit”. Papineau (2016)

Ich gehe davon aus, dass es aufgrund der Vagheit des Begriffs mindestens vier Möglichkeiten gibt, wie sich ein Autor als Naturalist verstehen könnte: In Reihenfolge ihrer Strenge unterscheide ich schwachen, mittelstarken, starken und radikalen Naturalismus.

Der schwache Naturalismus räumt zumindest ein, dass die Aussagen der Naturwissenschaften uns wertvolle und im weitesten Sinne des Wortes „wahre“ Erkenntnisse über die Welt mitteilen, die uns ohne sie nicht zur Verfügung ständen. Bereits ein schwacher Naturalist sieht davon ab, aus rein philosophischen oder religiösen Gründen die Relevanz der Erkenntnisse der Naturwissenschaft anzuzweifeln. Zumindest wird der schwache Naturalist anerkennen müssen, dass die Naturwissenschaft erfolgreich bestimmte Projekte meistert, etwa die Erfindung technischer Geräte für praktische Zwecke, wodurch sie eine zumindest

² So verstehen sich etwa zwei so gegensätzliche Denker wie Daniel Dennett (1991) und Robert Chalmers (1996, 2002) als Naturalisten.

³ Kritik an bestimmten Positionen, die unter dem Begriff „Naturalismus“ firmieren, ist vor allem in der Theologie allgegenwärtig, stellt aber etwa auch für den Atheisten Thomas T. Nagel (2012/2014) ein philosophisches Anliegen dar. Im deutschen Sprachraum sind Holm Tetens (2015) oder Hans-Dieter Mutschler (2014) prominente Kritiker von dem, was sie selbst unter Naturalismus verstehen.

pragmatische Rechtfertigung erfährt. Das Vorrecht der Kritik an den Erkenntnissen der Naturwissenschaften gewährt bereits der schwache Naturalist nur den Naturwissenschaften selbst, indem diese die eigenen Ergebnisse fortwährend mit den ihnen eigenen Methoden revidieren und ergänzen. Ein schwacher Naturalist wird aber trotz allem darauf bestehen, dass es Dinge in der Welt gibt, die einer naturwissenschaftlichen Betrachtung nicht zugänglich sind und die in den Naturwissenschaften aus Prinzip nicht vorkommen können. Das Phänomen der Liebe ist ein beliebtes Beispiel, aber auch Glaubensdinge könnten dazugehören, wie das Wirken des Heiligen Geistes und die Auferstehung Christi. Wird Naturalismus so breit formuliert, kann wohl die Mehrheit der gegenwärtigen Akademikerzunft (und überhaupt die meisten Menschen der Gegenwart) zu den Naturalisten gezählt werden, insbesondere auch die allermeisten akademischen Theologen und Philosophen. Es verwundert darum auch nicht, dass auch die oben genannten Gegner des „Naturalismus“ in diesem einfachen Sinne selbst Naturalisten sind. Außerhalb dieses breiten Konsenses stünden lediglich Randgruppen wie Kreationisten, Esoteriker und einzelne radikale Kulturrelativisten und Postmodernisten. Beide Extrempositionen greifen, aus ihrer je eigenen Agenda heraus die Erklärungsmacht der Naturwissenschaften an.

Der mittelstarke Naturalismus will mehr. Er geht davon aus, dass die Philosophie angehalten ist, nur über diejenigen Arten von Dingen zu sprechen, die die Naturwissenschaft identifiziert, etwa physische Gegenstände, Naturgesetze, wissenschaftlich beschreibbare Prozesse, Kräfte und Energien. Die Aufgabe der Philosophie ist es im Rahmen des mittelstarken Naturalismus, Erkenntnisse und Deutungen über diese Sachverhalte zu gewinnen, zu denen die Naturwissenschaften selbst nicht in der Lage sind, die aber den Naturwissenschaften auch in keiner Weise widersprechen. Ein passendes Beispiel ist wiederum die Liebe: Eine mittelstarke Naturalistin kann sagen, dass Liebe zunächst ein bestimmter Zustand des Gehirns ist, der eine vollständige Beschreibung durch die Neurobiologie prinzipiell ermöglicht, wenn auch vielleicht noch nicht in der Gegenwart. Dennoch kann beispielsweise Philosophie, Poesie oder Musik für eine mittelstarke Naturalistin etwas über die Liebe zum Ausdruck bringen, was die Neurobiologie nicht sagen kann, wie die Beschreibung von subjektiven Empfindungen. Philosophen des mittelstarken Naturalismus teilen sich also mit den Naturwissenschaften ein ontologisches Inventar, unterscheiden sich aber in den bearbeiteten Aspekten und in der methodischen Herangehensweise an die gemeinsame Wirklichkeit. Die Urteile der Philosophen über die Natur sind wohlgernekt falsifizierbar durch die Naturwissenschaften und stehen in bewusster Kontinuität zu deren empirisch gewonnenen Erkenntnissen. Die Tradition der Phänomenologie und andere Vertreter des Konzepts der Qualia in der Philosophie des Geistes schlage ich dieser Gruppe zu, ebenso die Vertreter der philosophischen Anthropologie des frühen 20. Jahrhunderts. Überhaupt ist es denkbar, dass der größte Teil der neuzeitlichen Philosophie seit einschließlich Hume von einem (zumindest) mittelstarken Naturalismus ausgeht. Eine vergleichbare Vorstellung vom Ziel einer naturalistischen Philosophie vertreten auch Gegenwartsphilosophen wie Brandom (2001), T. Nagel (1974/2016) und Chalmers (2002), wohl wissend, dass sie damit die Orthodoxie des starken Naturalismus verlassen. Auch der Anomale Monismus von Davidson (1990) ist in meinen Augen ein Beispiel für einen mittelstarken Naturalismus.

Der starke Naturalismus möchte hingegen auf alle Fragen verzichten, die nicht zu den naturwissenschaftlichen Fragen zählen. Ein Philosoph des starken Naturalismus sieht sich damit als *Magd der Naturwissenschaften*⁴, die die Erkenntnisse der Naturwissenschaften im Sinne einer Konzeptanalyse zwar logisch-begrifflich deutet, dabei implizite Annahmen der Forscher aufdeckt und gedankliche Strukturen nachzeichnet, aber nicht den Anspruch erhebt, etwas grundlegendes Anderes zum Verständnis des Inventars der Welt beizutragen, das nicht bereits in irgendeiner Weise in den Naturwissenschaften enthalten war. Diese Art von Naturalismus ist es zweifellos, auf die die vehementen Kritiker „des Naturalismus“ abheben. Der starke Naturalist analysiert die Legitimität aller philosophischen und alltäglichen Konzepte, die nicht in offensichtlicher Weise in die Naturwissenschaften einzuordnen sind. Dabei kann sich für ihn erweisen, dass es eine Deutungsweise dieser Konzepte gibt, die die Konzepte in die Wissenschaft integriert, etwa als Kurzformen ausführlicher naturwissenschaftlicher Beschreibungen. Dieses Projekt wird auch als Naturalisierung von vorwissenschaftlichen Konzepten des Alltagsdenkens und des *common sense* bezeichnet.⁵ Falls diese Deutung sich als unmöglich erweisen sollte, wird der starke Naturalist die entsprechenden Konzepte als falsch und irreführend ablehnen. Höchstens als poetische Ausdrücke persönlicher Gefühle und eines bestimmten subjektiven Lebensgefühls können sie noch einen rein ästhetischen oder lebensweltlichen Wert besitzen. In Bezug auf das Beispiel der Liebe könnte ein starker Naturalist zugeben, dass Liebe ein Äquivalent mit einem neurobiologisch zu beschreibenden Hirnzustand sei oder eine, funktional zu bestimmende, Disposition zu dieser oder jener empirisch zugänglichen Verhaltensweise umreißt, etwa die Disposition zum Erwerb von Rosen am Valentinstag. Darüber hinaus gäbe es aber nicht über die Liebe zu sagen, was der Rede wert wäre. Prominente Vertreter des starken Naturalismus sehe ich in Dennett (1989), Jacob (1997), Jackson (1998) und Lewis (1970), die den Zwischenschritt von Konzeptanalyse und anschließender naturalisierender Deutung vertreten (den sogenannten *Canberra plan*). Die funktionalistische Deutung von mentalen Zuständen und die Computeranalogie des Gehirns des jungen Putnam (1960) gehören ebenfalls zu dieser Kategorie. In neuerer Zeit steht das Metaphysikprogramm von Ladyman and Ross (2007) in dieser Tradition, was schon im Untertitel ihrer Buches „*Every Thing Must Go*“ sichtbar wird: „*Metaphysics Naturalized*“.

Ein populärer **radikaler Naturalismus** soll nicht unerwähnt bleiben. Er brandmarkt jede Art von philosophischer Reflexion über Naturwissenschaft und erst recht über Natur als fruchtlos und überflüssig: Weder bedarf Naturwissenschaft der Philosophie noch könnte Philosophie den Bedarf nach Klärung überhaupt befriedigen, wenn es einen solchen Bedarf denn einmal gäbe. Diese Ansicht findet sich erwartungsgemäß nicht so sehr unter Philosophen. Sie wird

4 Dieser Ausdruck lautet bekanntermaßen ursprünglich „Philosophie als Magd der Theologie“ und geht auf mittelalterliche Konzeptionen über die Hierarchie der Wissenschaften zurück. Einflussreich für die Verwendung dieser Metapher und mancherlei Abwandlungen war Kants Spätschrift „Streit der Fakultäten“ (1798), in der er für die Forschungsfreiheit der Philosophie u. a. gegenüber der Theologie stritt.

5 In dieser Arbeit wird mich die Praxis der Naturalisierung noch mehr beschäftigen. Mein Urteil ist dabei negativ, nicht so sehr hinsichtlich der Vorgehensweise, sondern bereits hinsichtlich der Prämissen dieser Methode.

aber bisweilen von prominenten Naturwissenschaftlern im Rahmen von populärwissenschaftlichen Büchern und Vorträgen ausgesprochen, besonders pointiert etwa von einer Reihe einflussreicher englischsprachiger Physiker wie Steven Weinberg, Stephan Hawking, Lawrence Krauss und Richard Feynman.⁶ Insbesondere Weinberg (1993) setzt sich zumindest mit klassischen philosophischen Konzepten auseinander und scheint dabei die Erwartung zu haben, dass die Philosophie den Wissenschaften bei der Lösung ihrer eigenen Fragestellungen helfen sollte, etwa durch das Aufstellen von später empirisch überprüfbaren Hypothesen.

Inwiefern sind die verschiedenen Spielarten des Naturalismus für das Selbstverständnis von Wissenschaftsphilosophie von Bedeutung? Ich verstehe Wissenschaftsphilosophie sehr breit als eine Reflexion über die Praktiken und Gegenstände der Wissenschaften. Die Gegenstände kommen nur insoweit zur Sprache, wie sie auch in den Bezugswissenschaften zu finden sind. Diese Zurückhaltung unterscheidet Wissenschaftsphilosophie vom breiteren Begriff der Naturphilosophie, die auch spekulative Momente haben kann. Unter die Wissenschaftsphilosophie fällt zum einen ein Teilbereich der Epistemologie, indem Wissenschaftsphilosophie danach fragt, wie in den Wissenschaften welche Art von Wissen generiert wird und welche Arten von Projekt nach welchen Kriterien als wissenschaftlich zu gelten haben. Wissenschaftsphilosophie ist aber auch eng verwandt mit der Metaphysik, also der Frage nach der Natur der Wirklichkeit selbst, wie sie in den Naturwissenschaften beschrieben wird.

Je nach der Art des Naturalismus, die ein Denker vertritt, wird das Gewicht innerhalb der Wissenschaftsphilosophie mehr auf der einen oder der anderen Seite liegen, d. h. mehr bei der Epistemologie oder mehr bei der Metaphysik: Ein schwacher Naturalist wird als Wissenschaftstheoretiker die Wissenschaft als einen legitimen Weg der Erkenntnis und Erfahrung unter anderem charakterisieren, während er zögert, aus den Erkenntnissen der Naturwissenschaften eine verlässliche Quelle geschweige denn die einzige Quelle metaphysischer Wahrheiten zu machen. Ein starker Naturalist hingegen wird davon ausgehen, dass, wenn gesichertes Erkenntnis überhaupt möglich ist, dann einzig durch die Methodik der Naturwissenschaften. Für ihn wird Wissenschaftsphilosophie den einzigen Steinbruch der Metaphysik und Naturphilosophie bilden.

Der mittelstarke Naturalist wird gemeinsam mit dem schwachen Naturalisten anerkennen, dass es noch andere Arten der Erkenntnis als die naturwissenschaftliche geben kann und daher wird er der Metaphysik einen Sicherheitsabstand zur Naturwissenschaft gönnen. Im Gegensatz zum schwachen Naturalisten, der mit unverbunden nebeneinanderstehenden Teilen der Welt zufrieden ist, besteht der mittelstarke Naturalist darauf, dass sich die jeweiligen Erkenntnisweisen und Zugänge zur Welt auf einen gemeinsamen Gegenstand beziehen müssen, für den die Naturwissenschaften zumindest nicht völlig blind sind. Nur so

⁶ Diese Einstellung ist alles andere als universell. Gerade Physiker der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts waren eher an philosophischen Fragen interessiert. Die Neugierde auf Erkenntnistheorie und Metaphysik war insbesondere durch die verwunderlichen Phänomene der neuen Quantenphysik motiviert. Davon zeugt etwa das bekannte Buch „Physik und Philosophie“ von Heisenberg (1965).

können Naturwissenschaft und Philosophie weiterhin an dem gemeinsamen Projekt arbeiten, die Wirklichkeit zu begreifen. Insofern kann also die Naturwissenschaft Metaphysik als Frage nach der Natur der Welt eben doch anleiten, wenn schon nicht bestimmen.

Welche Position beziehe ich nun in dieser Arbeit in Bezug zu den vier vorgestellten Graden des Naturalismus? Ich verfolge zunächst eine Wissenschaftsphilosophie, die versucht, sich metaphysischer Aussagen zu enthalten, und stattdessen einen Beitrag zur erkenntnistheoretischen Analyse der Biologie leistet. Unberücksichtigt bleibt diesbezüglich zunächst die Frage, inwieweit die Erkenntnisse der Naturwissenschaften auch etwas über Aspekte der Wirklichkeit selbst sagen.

Daher soll die vorliegende Arbeit für schwache und für starke Naturalisten gleichermaßen anschlussfähig sein, weil sie naturwissenschaftsimmanent bleibt. Kaiser, Kronfeldner, and Meunier (2016) haben für Anliegen meiner Art vor kurzem den treffenden Ausdruck *embedded philosophy of science* geprägt:

Embedded philosophy of science is interdisciplinary in the sense that it addresses methodological or conceptual scientific problems that are rather specific to a discipline, such as the method of genetic analysis or the concepts of function or species in biology, or the concepts of space and time in physics. Philosophers share that respective problem as a common scientific problem and help scientists in solving it. (Kaiser et al., 2016, S. 2)

Davon unbenommen ist jedoch, dass meine Arbeit für schwache und starke Naturalisten andere Schlussfolgerungen nahelegen wird: Die schwache Naturalistin wird mein Plädoyer, dass teleologische Sprache in der Biologie metaphorisch ist, mit Genugtuung zur Kenntnis nehmen. Sie hat schon immer geahnt, dass es Bereiche der Wirklichkeit (etwa religiöser Natur) gibt, die nie in naturwissenschaftlichen Begriffen fassbar sein werden, sondern prinzipiell nur metaphorisch auszudrücken sind. Der starke Naturalist wird hingegen die Aufdeckung der teleologischen als metaphorischer Sprache zum Todesurteil für die teleologische Denkweise erklären: „Wenn etwas nicht Teil der naturwissenschaftlichen Erkenntnisse ist, sondern nur (!) eine Metapher, was sollte es dann anderes sein, als eine obsoletere Art, auf die Natur zu blicken?“

Erst im abschließenden Kapitel meiner Arbeit erkunde ich metaphysische Fragen, insbesondere, was Lebewesen als solche ontologisch von unbelebten Gegenständen unterscheidet und beide wiederum von Menschen als intentionalen Wesen. Dort wage ich einen mittelstarken Naturalismus, der zumindest die Hoffnung hegt, Aussagen über Lebewesen zu treffen, die über naturwissenschaftliche Feststellungen im engeren Sinne hinausgehen. Diese Hoffnung muss sich allerdings gegen die Skepsis der starken Naturalisten rechtfertigen. Sie fragen: „Mit welchem Recht willst du etwas über die Natur behaupten, das nicht in den Ergebnissen der Naturwissenschaften vorkommt, aber dennoch mehr ist als eine poetische Expression der eigenen Empfindungen und eines subjektiven Lebensgefühls?“ Bei Klärung der konzeptuellen Probleme bleibt die zuletzt aufgeführte Frage bestehen.

1. Einleitung: Das Problem der Zweckmäßigkeit von biologischen Merkmalen

In dieser Einleitung werde ich das Problem der Teleologie der Natur entfalten. Dabei geht es zunächst um die Frage, was eine teleologische Betrachtung der belebten Natur bedeutet und welche weiteren Fragestellungen daraus erwachsen. Außerdem stellt sich die Frage, aus welchem Grund diese Art der Betrachtung und des Fragens ein theoretisches Problem ist. Ich beginne mit zwei Fallbeispielen, an denen ich Naturteleologie vorstellen möchte. Im zweiten Abschnitt werde dann ich einen Blick auf die moralischen und gesellschaftlichen Implikationen werfen, die mit einer teleologischen Naturbetrachtung verbunden sind, bevor ich im dritten Abschnitt die einschlägige wissenschaftstheoretische Problematisierung der Naturteleologie beschreibe, wie sie im Laufe der Neuzeit auf insgesamt drei gedanklichen Ebenen formuliert wurde. Angesichts dieses Problems werde ich schließlich die Hauptfrage der Arbeit formulieren und die Thesen formulieren, die ich im Folgenden in Bezug auf diese Frage belegen möchte.

1.1 Zweckmäßigkeit in der Natur: Zwei Fallbeispiele

Ich möchte mich der Naturteleologie zunächst phänomenologisch nähern. Betrachten wir zwei Beispiele, in denen wir zu einem teleologischen Denken neigen, und fragen wir uns, was damit impliziert wird.

Am Strand tropischer Regionen können Beobachter auf eine kurios aussehende Gattung von Krabben treffen. Sie gleicht in fast allen Belangen anderen Krabben, einschließlich der typischen Scheren. Doch die Männchen dieser besonderen Gattung mit der lateinischen Bezeichnung *Uca* fallen schon beim flüchtigen Betrachten auf, weil eine ihrer beiden Scheren im Vergleich zur anderen und im Vergleich zu den Scheren der übrigen Krabbengattungen enorm vergrößert ist. Tatsächlich ist die Schere in etwa so lang wie die Krabbe selbst. Während der Nahrungsaufnahme greift die Krabbe mit ihrer kleinen Schere an der großen Schere vorbei nach Nahrung, was an das Streichen eines Bogens über einen Geigenkörper erinnert. Dieses Verhalten brachte den Tieren im Englischen den Trivialnamen *fiddler crab* ein. Im Deutschen werden diese Tiere hingegen als Winkerkrabben bezeichnet, weil sie mit ihrer vergrößerten Schere auffällige Winkbewegungen ausführen. Die fehlende Symmetrie und die ungewöhnlichen Proportionen der Winkerkrabbe wecken unsere Neugierde und führen zu der Frage, warum die männlichen Mitglieder dieser Krabbengattung denn eigentlich eine einzelne, merkwürdig große Schere besitzen und warum sie mit dieser Schere so auffällig winken.

Die Suche nach Erklärungen ist gewiss eine Triebfeder jeder wissenschaftlichen Disziplin, aber die Frage, die uns in der Biologie, etwa beim Anblick der merkwürdigen Schere, begegnet, ist von einer besonderen Art. Sie lässt sich möglicherweise in den Naturwissenschaften nicht noch einmal finden. Welche Frage ist das?

Die Frage nach Erklärungen, das heißt die „Warum?“-Frage, ist in der Biologie mehrdeutig (Mayr, 1961/1988/1991; Tinbergen, 1963). Sie kann sich zum Beispiel auf die Ursachen beziehen, die in der Individualentwicklung dieser Tiere zur Ausbildung der Riesenschere geführt haben, etwa eine asymmetrische Ausschüttung von Wachstumshormonen und/oder eine ungleiche Aktivierung von bestimmten Entwicklungsgenen im Embryonalstadium auf beiden Körperseiten. Eine solche ursächliche (kausale) Erklärung kann man auch als die Frage

nach dem „Woher“ beschreiben. Auch eine evolutionäre Entstehungsgeschichte der Gattung wäre in diesem Sinne kausal gemeint, auch wenn sie sich nicht auf das Individuum, sondern das Taxon bezieht. Beide Fälle beziehen sich auf Erklärungen aufgrund eines vorhergehenden Ereignisses oder Prozesses. Solche eine kausale Erklärung interessiert uns hier jedoch in der Regel nicht. Vielmehr suchen wir für auffällige Merkmale wie die überdimensionale Schere nach einem Sinn oder Zweck oder, wenn uns dieses Wort angemessener erscheint, nach der Funktion, die diese Schere erfüllt. Diese zweite Frage nach dem „Warum“ ist genauer als die Frage nach dem „Wozu“-Frage. Sie scheint sich nicht unmittelbar auf ein bestimmtes vergangenes Ereignis zu beziehen, Dient die Schere dem Anlocken von Weibchen oder der Revierverteidigung? Schreckt sie möglicherweise Feinde ab? Wir sind es gewohnt, diese Sinnfragen in Bezug auf die Merkmale von Lebewesen zu stellen. Entsprechende Antworten auf diese Fragen empfinden wir als intuitiv einleuchtend, auch wenn wir uns darüber im Alltag keine Rechenschaft ablegen. In der philosophischen Tradition seit dem deutschen Aufklärer Christian Wolff wird diese Art der Erklärung durch einen zugrunde liegenden Zweck als teleologisch (nach griech. τέλος, Ziel) (1728), hier also als naturteleologisch bezeichnet.

Im Allgemeinen empfinden wir es als natürlich, beim Handeln von Menschen nach den Gründen, dem Zweck oder Sinn dieser Handlungsweisen zu fragen: „Was hat er sich dabei gedacht?“ „Welche Absicht verfolgt sie damit?“ Im erweiterten Sinne übertragen wir diese Art, über menschliches Handeln zu denken, auch auf menschliche Erzeugnisse, die im philosophischen Sprachgebrauch als Artefakte bezeichnet werden: „Welche Aufgabe hat dieser Regler am Gerät?“ „Welches Bauteil soll die Bewegung steuern?“

Zu dieser unverfänglich scheinenden Teleologie im menschlichen Bereich steht die teleologische Rede über die Natur in einem spannungsvollen Verhältnis. Naturteleologie steht je nach Autor oder Quelle im Gegensatz oder in Kontinuität zur Zweckhaftigkeit von menschlichen Handlungen und von Menschen erschaffenen Werkzeugen. Teleologische Erklärungen befriedigen auf besondere Weise unseren Wissensdrang, und zwar nicht nur in Bezug auf menschliche Handlungen und Artefakte, sondern auch, wenn von Lebewesen die Rede ist. Diese Befriedigung ist von einer Unmittelbarkeit und Intuitivität, wie sie kausale Erklärungen nicht vorweisen können. Eine negative Antwort, die einen besonderen Zweck hinter den Merkmalen verneint, ist hingegen intuitiv enttäuschend und lässt uns zweifelnd zurück: „Vielleicht haben wir den Zweck bloß noch nicht erkannt!“ Hartmann (1951/1966, S. 32ff) sprach von einer Metaphysik des „Verstehens“, die im Vergleich zum kausalen Erklären mit einem Überlegenheitsgefühl einhergeht. Dieses Überlegenheitsgefühl stellt sich ein, weil man meint, „*ein Erfassen des Wesens der Sache direkt aus ihrem Zentrum heraus*“ (Hartmann, 1951/1966, S. 33) geleistet zu haben. Gerade auch das Verhalten von Lebewesen, in diesem Fall etwa das Winken der Krabbe, können wir als ein Bündel von Merkmalen verstehen, nach deren Sinn und Zweck wir fragen.

Ähnlich wie bei körperlichen Merkmalen von Lebewesen fragen wir auch bei Verhaltensmerkmalen nach Zwecken. Larry Wright, dessen Buch „*Teleological explanations*“ die moderne Debatte in der Philosophie entscheidend mitgeprägt hat, fasst die schlichte Eleganz, die empfundene Natürlichkeit und Intuitivität teleologischer Erklärungen für das Beispiel offenkundig zielgerichteten Verhaltens von Tieren zusammen:

Occasionally there simply is no question about it: the rabbit is fleeing, the cat stalking, the squirrel building a nest. Certain complex behavior patterns seem to demand teleological characterization.

L. Wright (1976, S. 23)

Ein besonders eindringliches Beispiel für die augenscheinliche Zweckmäßigkeit tierischen Verhaltens ist der Schwänzeltanz der Bienen, der zwar schon in der Antike bekannt war, aber erst im 20. Jahrhundert vom Münchener Zoologen v. Frisch (1923) entschlüsselt wurde.

Bienen, die von Erkundungsflügen in den Stock zurückkehren, vollführen vor den Augen ihrer Artgenossen wiederkehrende tänzelnde Bewegungen. Diese gliedern sich in zwei Abschnitte, die beiden sogenannten Läufe. Beim Schwänzellauf geht die Biene einige Schritte nach vorne, wobei ihr Hinterleib intensiv seitlich vibriert. Im anschließenden Rundlauf kehrt sie zur Ausgangsposition zurück und beginnt erneut. Beim nächsten Durchgang vollzieht sie dann den Rundlauf auf der entgegengesetzten Seite. Insgesamt führen diese Bewegungen dazu, so konnte von Frisch zeigen, dass die beobachtenden Bienen den Ort anfliegen, den die tanzende Biene vorher aufgesucht hatte: Anhand langwieriger Studien ist es ihm gelungen, aufzuzeigen, dass der Schwänzeltanz „Informationen“ (in einem gewissen Wortsinn) über die Entfernung einer Futterquelle und über die Richtung enthält, wo diese Futterquelle zu finden ist. Dabei wird die Entfernung durch die Dauer des Schwänzellaufs angegeben. Je schneller dieser abläuft, desto näher liegt die Futterquelle. Eine Laufzeit von einer Sekunde entspricht zum Beispiel einer Entfernung von etwa einem Kilometer. Die Richtung der Futterquelle wird wiederum durch die Ausrichtung des Schwänzellaufs angegeben, wobei die tanzende Biene sich am Sonnenstand orientiert (Abbildung 1).

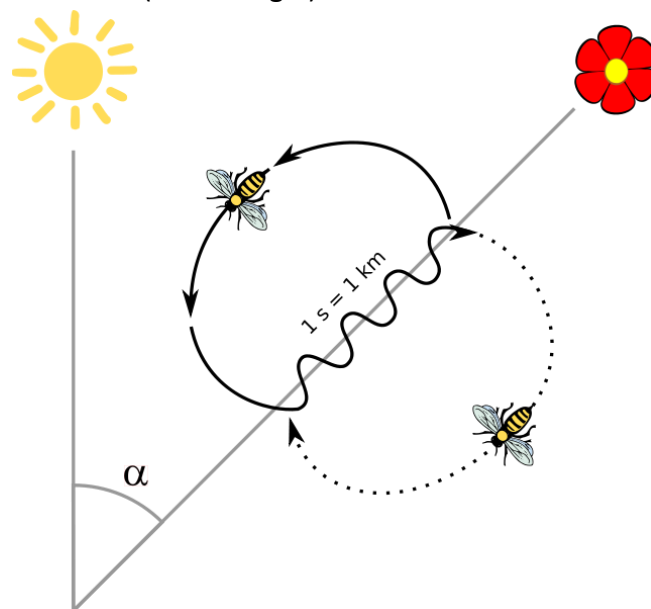


Abbildung 1: Informationsgehalt des Schwänzeltanzes.

Zweckmäßigkeit begegnet uns hier sogar in zwei Ebenen: Einerseits können wir vom Zweck reden, einen Informationsgehalt anhand eines gewissen Ausdrucksmittels zu transportieren, hier die Position der Futterquelle. Andererseits können wir auch vom Zweck sprechen, mithilfe

der Informationsübertragung den Flug der anderen Bienen zum Futter zu veranlassen.⁷ In dieser Arbeit beschränke ich mich auf die zweite Ebene der Teleologie, die uns bereits in Bezug auf die Winkerkrabbe begegnet ist. Auch dort konnten wir den Zweck als eine Wirkung beschreiben, welche durch die Schere bzw. das Winken mit der Schere erzielt werden sollte. Dort war es das Anlocken der Weibchen, hier die Lenkung der Bienen für die Nahrungssuche. Mit diesen beiden Beispielen – der Winkschere und dem Schwänzeltanz – möchte ich plausibel machen, dass die Rede von Zwecken in biologischen Zusammenhängen allgegenwärtig ist. Sie ist mindestens so präsent wie die Frage nach den kausalen Ursachen während der Individualentwicklung oder der Stammesgeschichte. Ich bin sicher, dem Leser fällt es leicht, unzählige weitere Beispiele für teleologische Fragen zu finden, etwa den langen Schnabel des Kolibris, der den Zweck hat, den Nektar aus den Blüten aufzunehmen; die Tarnung von Gespensterschrecken erfüllt den Zweck, sich vor Fressfeinden zu schützen. Kurzum, die Betrachtung der Merkmale von Lebewesen scheint untrennbar mit teleologischen Überlegungen verknüpft zu sein. Diese Aussage gilt sowohl für den naiven Blick eines Kindes als auch für die Funktionsaussagen eines Biologen oder Mediziners. In dieser Arbeit wird es vordringlich darum gehen, diese allgegenwärtigen intuitiven Redeweisen zu analysieren und auf ihre gedanklichen Implikationen zu hinterfragen.

1.2 Teleologische Erklärungen als Forschungsgegenstand der Psychologie

Ich habe im vorherigen Abschnitt illustriert wie üblich und scheinbar natürlich das Denken über die Natur in teleologischen Kategorien ist. Die Psychologie hat Hinweise gesammelt, dass teleologisches Denken sogar eine Konstante des menschlichen Erklärens überhaupt darstellt, also nicht bloß ein erlerntes Vorurteil ist. Unterschieden werden müssen dabei zwei Gewohnheiten: (a) die Gewohnheit, das Verhalten anderer Menschen und eventuell auch anderer Wesen oder Gegenständen zu erklären, indem ihnen Absichten und rationale Wahl der Mittel zugeschrieben werden, und (b) die Gewohnheit, die Eigenschaften von Gegenständen anhand bestimmter, zugeschriebener Funktionen zu erklären.

Zu (a): Der Begriff, mit dem die Fähigkeit beschrieben wird, Verhaltensweisen anhand von mentalen Zuständen zu erklären und sich in andere Personen empathisch hineinzuversetzen, wird häufig als *theory of mind* bezeichnet. Die erste Definition dieser Fähigkeit stammt aus der Erforschung von Menschenaffen, bei der es um die Frage ging, ob auch sie eine solche *theory of mind* besitzen. Premack und Woodruff führen den von ihnen geprägten Begriff folgendermaßen ein:

An individual has a theory of mind if he imputes mental states to himself and others. A system of inferences of this kind is properly

⁷ In der menschlichen Sprache könnten wir die Semantik der Sprache (ihren Bedeutungsinhalt) von der Pragmatik (den Nutzungszusammenhängen von Sprache) unterscheiden. Beide sind in gewisser Weise teleologisch, also mit einem bestimmten Zweck verbunden. Es ist bezeichnend, dass auch von Frisch der teleologischen Deutung nicht widersteht, da sie einfach zu griffig ist: Er nennt seine Arbeit *Über die „Sprache“ der Bienen*. Er wählt bewusst die dem Menschen zugeschriebene Fähigkeit der Sprache, scheint sich aber durch Führungszeichen für diesen Verwendung entschuldigen zu wollen.

viewed as a theory because such states are not directly observable, and the system can be used to make predictions about the behaviour of others. (Premack & Woodruff, 1978, S. 1)

Viele Psychologen sind der Meinung, diese Art der Zuschreibung von zweckmäßigen Handlungen würde auch auf Fälle übertragen, wo sie keine Berechtigung haben sollten. So stellt etwa Guthrie (1993) eine Verbindung her zwischen dem psychologischen Phänomen der *agency detection* (der menschlichen Neigung, natürliche Geschehnisse als absichtliche Handlungen eines Akteurs zu deuten) und dem Glauben, Götter würden absichtsvoll in die Welt einwirken.⁸ Diese Annahme wird insbesondere in der evolutionären Psychologie vertreten, wo solche überschießenden Deutungen Nebeneffekte von grundsätzlich adaptiven Denkweisen sind:

The embarrassment you feel hopping out of the water after mistaking a wave for a shark is nothing compared to the pain of having your leg eaten after mistaking a shark for a wave. The high cost of failing to detect agents and the low cost of wrongly detecting them has led researchers to suggest that people possess a Hyperactive Agent Detection Device, a cognitive module that readily ascribes events in the environment to the behavior of agents. (Grey & Wegner, 2010, S. 9)

Zu (b): Bereits der Pädagoge Piaget (1978) schrieb Kleinkindern einen sogenannten „Artefizialismus“ zu, worunter er die Neigung verstand, den Dingen der natürlichen Welt teleologische Erklärungen beizulegen, wie es Erwachsene etwa noch bei Artefakten tun. Nach diesem Artefizialismus sei es der Zweck der Sonne, Licht zu spenden, der Zweck des Regens, den Boden zu bewässern usw. Dieser kindliche Irrtum entsteht laut Piaget unvermeidlich, weil das physikalisch-kausale Denken erst einer späteren Phase der kognitiven Entwicklung angehört. Es handelt sich also beim Phänomen des kindlichen Artefizialismus nicht um ein Resultat bloßer Irrtümer aufgrund von fehlendem Faktenwissen über die Welt oder religiösen Belehrungen. Stattdessen sieht Piaget im Sinne seines Stufenmodells der psychologischen Entwicklung die Unmöglichkeit, die Welt überhaupt in der kausal-physikalischen Denkkategorie zu repräsentieren:

Es handelt sich im Gegenteil um eine eigenständige Tendenz, die für die kindliche Denkart spezifisch ist und die tief, wie wir zu zeigen versuchen wollen, im affektiven und intellektuellen Leben des Kindes wurzelt. (Piaget, 1978 S. 280)

Die Kognitionspsychologie hat diese Vorstellung Piagets vom naiv-teleologischen Kinderurteil in den letzten Jahren zumindest teilweise bestätigt. Frank Keil gibt zu bedenken, dass Kinder

⁸ In der Auseinandersetzung über die theologischen und philosophischen Implikationen dieser Annahme hat sich eine eigene Forschungsdisziplin etabliert, die oft unter der umstrittenen Bezeichnung „Neurotheologie“ firmiert. Vgl. Anderson and Aukofer (2013); Schnabel (2009).

auch im Kindergartenalter bereits zwischen Wesen unterschieden, die Intentionen haben und aus diesem Grund teleologisch zu beschreiben sind und solchen Organismen, die auch teleologisch zu beurteilen sind, denen allerdings von den Kindern kein Bewusstsein zugesprochen wird (F. C. Keil, 1992). Leblose Objekte werden wiederum anders beurteilt. Demnach haben, so schließt Keil, bereits Kleinkinder eine spezielle, womöglich als angeborenes Denkmodul zu sehende, biologisch-teleologische Denkweise, wenden diese aber bereits selektiv an. Keleman schränkt diese Schlussfolgerungen ein: Sie will in mehreren Studien nachgewiesen haben, wie sehr Kleinkinder dazu neigen, interessante Eigenschaften von Objekten teleologisch zu erklären, wenn man sie dazu ermuntert, Vermutungen anzustellen. Dabei machen die Kinder zwischen Objekten, denen Erwachsene ebenfalls Zwecke beilegen, etwa technischen Artefakten und unbelebten Naturobjekten wie Steinen gerade keinen Unterschied. Keleman (1999) spricht bei dieser Denkweise von der teleologischen Beliebigkeit (*teleological promiscuity*) bzw. vom teleologischen Vorurteil (*teleological bias*) des Kleinkindes. Diese Beobachtung ähnelt dem Artefizialismus Piagets. Wenngleich diese Tendenz im Laufe der geistigen Entwicklung hin abnimmt, sodass Erwachsene teleologische Erklärungen auf gewisse Arten von Objekten beschränken, deuten neuere Studien darauf hin, dass das teleologische Vorurteil nicht verschwindet, sondern bloß von anderen Erklärungsmustern überdeckt wird. Es gibt also ein Nebeneinander der teleologischen Beliebigkeit des Kindes und der teleologischen Selektivität (*teleological selectivity*) des Erwachsenen. So haben laut einer Studie Erwachsene in Stresssituationen vermehrt teleologische Vorstellungen zur Erklärung von Situationen verwendet (Keleman & Rosset, 2009). Auch Menschen, die an der Alzheimerschen Krankheit leiden, verwenden wieder vermehrt teleologische Erklärungsmuster (Lombrozo, Keleman, & Zaitchik, 2007). Gesunde Erwachsene, so haben Lombrozo und Carey gezeigt, wenden in entspannten Situationen teleologische Erklärungen hingegen sehr überlegt an (2006). In einer Testreihe untersuchten die Autoren, ob teleologische Urteile aufgrund der Zugehörigkeit eines Objekts zu bestimmten Kategorien von Gegenständen getroffen werden, ob also z. B. biologische Systeme immer teleologisch beurteilt werden, auch wenn ein bestimmtes Merkmal nur zufällig zustande kam. Zu diesem Zweck wurden den einzelnen Probanden hintereinander mehrere Versionen einer sehr ähnlichen Geschichte präsentiert, die die Entstehung eines bestimmten Gegenstands beschreibt. Einmal war das Objekt durch das intentionale Design eines Akteurs entstanden, einmal durch einen Zufall (*accident*) und einmal schließlich durch eine nicht-intentionale Konsequenzätiologie (*non-intentional consequence etiology, NICE*). Darunter verstehen die Autoren eine bestimmte Eigenschaft des Objekts, die dazu führt, dass dieses Objekt sich vermehrt, entsteht bzw. hergestellt wird, und zwar explizit, ohne dass ein eventueller Hersteller die entscheidende Eigenschaft kennt. Beispielsweise handelt eine solche NICE-Geschichte von einem Hutmacher, der eine bestimmte Sorte leuchtender Hüte herstellt, weil sie sich offenbar gut verkaufen, ohne dass ihm klar ist, warum diese Hüte eigentlich so beliebt sind. Die entsprechende intentionale Geschichte erzählt, dass der Hutmacher die Ursache für die Verkaufszahlen erkannt hat (nämlich die gute Sichtbarkeit der leuchtenden Hüte im Dunkeln), während die Zufallsgeschichte von einem Herstellungsfehler berichtet. Verschiedene solcher Sets von Geschichten wurden für biologische Gegenstände,

Artefakte und unbelebte, aber teils vom Menschen bearbeitete Naturobjekte vorgelegt. Die Probanden unterschieden allerdings nicht anhand von bestimmten Gegenstandskategorien, sondern ausgehend von der Entstehungsgeschichte des Gegenstands. Im Weiteren präzisieren die Autoren ihre Beobachtungen und erkennen ein Muster für die Anwendung teleologischer Erklärungen, für das sie den Ausdruck „exportfähige Erklärung“ (*explanation to export*) prägten. Damit wird die Bereitschaft der Testpersonen genannt, teleologische Erklärungen für bestimmte Objekte dann anzuwenden, wenn eine NICE-Hintergrundgeschichte für die Entstehung des Objekts vorliegt, die zudem mit Regelmäßigkeit abläuft. In diesem Sinne waren die Befragten tatsächlich bereit, der Farbe der Hüte die Funktion zuzusprechen, den Träger besser sichtbar zu machen, obwohl dem Hutmacher dieser Zusammenhang nicht klar war. Es reicht, dass die Farbigekeit regelmäßig eine gute Sichtbarkeit im Dunkeln bewirkt, was wiederum zum regelmäßigen guten Absatz der Hüte und letzten Endes zur regelmäßigen Herstellung von noch mehr Hüten durch den ahnungslosen Hutmacher führt. Exportfähig sind Erklärungen dieser Art insofern, als sie eine Übertragung auf neuartige Fälle erlauben und damit zur Prognose der Umwelt und für einen manipulierenden Eingriff (*intervention*) geeignet sind. Lombrozo and Carey (2006) spekulieren, dass es sich offenbar um eine evolutionär erfolgreiche Denkweise handelt. Vor dem Hintergrund einer evolutionären Psychologie erscheint die Fähigkeit zum teleologischen Denken damit selbst teleologisch erklärbar. Die Autoren ziehen eine weitere Schlussfolgerung aus der Notwendigkeit von kausalen Hintergrundannahmen für teleologische Beurteilungen: Abweichende Hintergrundannahmen über die Natur des zu erklärenden Objekts können als Ursache verstanden werden, warum teleologische Urteile zwischen verschiedenen Menschen, etwa aus unterschiedlichen Kulturen, abweichen:

This possibility makes the strong prediction that cross-cultural differences in teleological intuitions necessarily entail differing assumptions about the causal structure of the world. In particular, only those processes believed to operate in a function-driven manner should warrant teleological explanations. (Lombrozo & Carey, 2006 S. 195)

Die Eingangsfrage konnte also geklärt werden: Tatsächlich urteilen Menschen nicht per se bei bestimmten Kategorien von Objekten teleologisch, sondern aufgrund bestimmter Hintergrundannahmen über die Entstehung des Objekts. Später konnte Lombrozo sogar zeigen, dass es im Gegenteil gerade die teleologische Beurteilung bestimmter Merkmale eines Gegenstands ist, die dazu beiträgt, ihn in eine bestimmte Kategorie von Objekten einzuordnen. So wurde eine fiktive Blume dann einer bestimmten Art zugerechnet, wenn sie funktionale Merkmale dieser Art teilt im Vergleich zu solchen, deren Funktion nicht erwähnt wurde. Dies galt sogar, wenn keine konkrete Funktion des beschriebenen Merkmals genannt wurde, sondern die Probanden durch Fragen lediglich dazu gebracht wurden, über die Funktionalität des Merkmals nachzudenken. Die Vorliebe für Kategorisierungen aufgrund von gemeinsamen Funktionen entsteht also weniger durch das Wissen um eine bestimmte Funktion, sondern durch das Aktivieren von funktionalen Denkkategorien als solchen (Lombrozo, 2009).

1.3 Moralische und gesellschaftliche Implikationen

Eine teleologische Brille auf die Natur formt nicht nur die Art und Weise, wie wir Natur betrachten, sondern häufig auch die moralischen Urteile, die wir über sie fällen. Mehr noch, durch die teleologische Brille erscheint selbst eine Unterscheidung zwischen den Zwecken und Zielen menschlichen Handelns, also der Psychologie und Moral auf der einen Seite und den Abläufen der Natur auf der anderen Seite unscharf.

Gerade dieser Effekt des teleologischen Denkens ist hoch umstritten: Neuzeitliche Metaethik verbietet z. B. als Hume'sches Gesetz (Hume, 1739/2003, S. 324) und als naturalistischen Irrtum (*naturalistic fallacy*) nach Moore (1903), den Schluss von Tatsachen der Welt auf moralische Aussagen zu vollziehen. Dieses Verbot scheint sich durch eine ernst genommene Naturteleologie zu relativieren, falls Natürliches und Menschliches gleichermaßen im Hinblick auf Zwecke organisiert sind und teleologische Sprache für das Agieren von Personen und Lebewesen gleichermaßen passend ist. Wir kennen diese Gleichsetzung von menschlichem Streben und menschlichen Werten mit der Natur aus mythologischen und mystischen Texten, etwa im chinesischen Daoismus:

Der Weise folgt dem Weg, weil das Dao die letzte Realität ist, die allen Dingen Form gibt und damit auch der Tugend zur Wirklichkeit verhilft.
(Wildish, 2002, S. 23)

Obwohl uns viele solcher mythologischen Umschreibungen der Einheit von Moral und Welt exotisch, schwer verständlich und vielleicht auch naiv erscheinen mögen, so existiert dennoch die Intuition, nach denen das „Natürliche“ stets auch das „Gute“ oder zumindest das „Erstrebenswerte“ sei, weil es den Zwecken oder dem Willen der Natur entspricht; „*as nature intended*“ wie es in einer englischen Redensart heißt.

Eine von der Agentur Leo Burnett gestaltete Werbeanzeige des schweizerischen Milchproduzenten SMP illustriert die Intuition des Natürlichen als das Gesunde, wenn auch nicht ohne Ironie (Abbildung 2). Die dargestellte Gesundheit, Attraktivität und Lebensfreude der Frau auf der linken Seite wird erklärt mit der Natürlichkeit der Butter, die sie konsumiert. Hintergrund ist, so berichtet die Branchenzeitschrift *Werbewoche*, dass Butter durch traditionelle Verfahren entsteht, während das Konkurrenzprodukt Margarine durch chemisch-technische Verfahren hergestellt wird.⁹ Im hinzugefügten Text wird darauf allerdings nicht eingegangen. Anscheinend genügt es, stattdessen an die menschliche Intuition zu appellieren, nach der Natur und menschliche Zwecke wie Gesundheit und Schönheit einander bedingen. Dieser Schluss wird uns als gedanklich offensichtlich und optisch offen sichtbar präsentiert.

⁹ Hintergrund ist vermutlich die chemische Methode der Fetthärtung.



Abbildung 2: Werbeflat des schweizerischen Verbandes der Milchproduzenten SMP aus dem Jahre 2009, gestaltet vom Werbeunternehmen *Leo Burnett Schweiz*; in meinen Augen ein Negativbeispiel für die Gleichsetzung des Natürlichen mit dem Gesunden und dem Guten.

Eine teleologisch verstandene Natur lädt uns ein, Gleichsetzungen dieser Art zu betreiben: „Die Zwecke meiner biologischen Natur (meines Körpers, meiner natürlichen Umwelt, meiner biologischen Art) sollen auch meine Ziele als Person sein, vielleicht sogar die Ziele der Gesellschaft als Ganzes.“ Ein Beispiel für diese Weltsicht bieten die erfolgreichen Lebenshilfe-Bücher von Lise Bourbeau. Nach Aussage des Klappentextes ist Bourbeau „eine der erfolgreichsten spirituellen Lehrerinnen unserer Zeit“. Ihre Titel sprechen in blumigen Metaphern von der „Weisheit des Körpers“ oder ermuntern uns: „Höre auf deinen Körper“. Diese Sichtweise diene dem Ziel, „den natürlichen Zustand des Körpers, das heißt Gesundheit, Glück, Liebe und Harmonie“ zu erlangen. Auf die psychologischen Mechanismen, die solche Gedankengänge begünstigen, etwa das Gefühl an etwas Ehrfurchtgebietendem, Großem teilzuhaben, kann ich hier nicht eingehen. Ich möchte nur herausstellen, dass die Annahme von Naturteleologie einen Einfluss auf die Art und Weise haben kann, wie Menschen sich selbst sehen und ihr Leben gestalten.

Einen Schritt weiter geht dann, wer aus der Naturteleologie nicht nur einen *Lifestyle*, sondern sogar eine Ethik entwickelt. Das, was den Zwecken der Natur entspricht, ist nun nicht nur das Gesunde, sondern auch das moralisch Gute. Alle, was den postulierten „Gesetzen der Natur“ nicht entspricht, ist widernatürlich und damit verwerflich. Die Geschichte hat viele Ideologien hervorgebracht, die solche Gleichsetzungen für sich in Anspruch nahmen und im Namen der Natur zu handeln behaupteten. Diese Ideologien nehmen Formen an, die von religiösem Fundamentalismus, der konservative Gesellschaftswerte anhand von Natur fundieren möchte¹⁰, bis hin zum Sozialdarwinismus und Nationalsozialismus reichen (Conrad-Martius, 1955).

¹⁰ Gerade für Kreationisten, aber nicht allein für sie, erscheint die Kongruenz zwischen der teleologischen Ordnung der Natur und der moralischen Ordnung häufig alternativlos: Weil die Natur Gottes Schöpfung ist und Gott der Inbegriff des moralisch Guten ist, verkörpert auch die Einrichtung der Natur das moralisch Gute. Vor diesem religiösen Hintergrund gelten etwa homosexuelle Neigungen, weil sie nicht den Fortpflanzungszwecken der Natur dienen, als widernatürlich. Widernatürlichkeit ist in dieser Logik schlicht ein Synonym für Verwerflichkeit geworden. Der Journalist Jeffrey Goldberg zitiert in einem Artikel über das sogenannte *Creation Museum* in Kentucky den kreationistischen Theologen Terry Mortenson folgendermaßen: „*The homosexual issue*

In der akademischen Welt findet die Kongruenz zwischen den Zwecken der Natur und dem Guten ebenfalls ihre Protagonisten: Im Mittelpunkt steht hierbei der traditionelle Begriff des Naturrechts, der ein Motiv theologischer Denker ist, wie etwa bei den deutschen Philosophen Spaemann und Löw (Löw, 1994a; Spaemann & Löw, 1981/2005). Berühmt wurde in dieser theologischen Traditionslinie etwa Albert Schweitzers Satz: „*Ich bin Leben, das leben will, inmitten von Leben, das leben will.*“ (1963/2013).

Die britische Ethikerin Foot (2001) sieht eine enge Verwandtschaft zwischen teleologischen Urteilen über die Natur und ethischen Urteilen über Menschen. Ein guter Mensch zu sein steht damit in Kontinuität zu anderen nicht ethischen Kategorien von Güte, etwa dem guten (= planungsgemäß funktionierenden) Auto oder dem guten (= gesunden, arttypischen) Löwen. Siehe für eine kritische Analyse zu diesem Thema auch FitzPatrick (2000). Bemerkenswert ist bei derartigen naturethischen Konzeptionen, dass Natur als zweckhafte Sphäre dem Menschen zwar ethische Maßstäbe vorgeben soll, die aber auch zum direkten Zweck des menschlichen und moralischen Handelns werden, d. h. eine Haltung hervorbringen, mit der wir unmittelbar moralische Verpflichtungen verinnerlichen. Zu der ersten Kategorie von Naturethik gehört Foots biologistische Definition des Guten. Zur zweiten Kategorie gehört Schweitzers Appell an universelle Empathie gegenüber allem Leben. Beide zehren von der Grundannahme, menschenähnliche Kategorien von Zwecken und Absichten kommen im Bereich der Natur zum Tragen, wie auch immer diese Ähnlichkeit metaphysisch gedacht werden mag.

Ich konnte in diesem Abschnitt die Anknüpfungspunkte für Lebensstil-Entscheidungen und für ethischen Implikationen einer Naturteleologie nur streifen. Mein Ziel war es lediglich auf die Existenz solcher Implikationen hinzuweisen.

Insgesamt hoffe ich, vor Augen geführt zu haben, dass das Nachdenken über Naturteleologie zunächst wissenschaftstheoretische Fragen aufwirft, aber mittelbar auch ein mögliches Verständnis des Menschen und seines Platzes in der Natur sowie Maßstäbe des viel beschworenen guten Lebens und schließlich auch über die Fundamente der Moral schafft. Voraussetzung für diese weitreichenden Schlüsse ist natürlich, dass Naturteleologie überhaupt eine haltbare Kategorie des Denkens darstellt. Nun deutet jedoch alles darauf hin, dass dies nicht der Fall ist, wie ich im folgenden Kapitel erläutern möchte.

1.4 Die Illegitimität einer teleologischen Beschreibung der Natur

Warum sind diese teleologischen Redeweisen der Biologie mit all ihren gesellschaftlichen, ethischen und lebenspraktischen Konsequenzen in den Augen der Wissenschaftstheorie umstritten? In traditionellen Religionen und vorneuzeitlichen philosophischen Systemen war die Annahme von Zwecken in der Natur noch unproblematisch. Bei Plato war die Natur selbst Ausdruck von immateriellen, ewigen Urbildern bis hin zur transzendenten Idee des „Guten“

flows from this. Genesis says that God created marriage between one man and one woman. [...] If there were no Adam and Eve and we're all evolved from apelike ancestors and there's homosexuality in the animal world and if Genesis is mythology, then you can justify any behavior you want.“ (Goldberg, 2014).

im Sonnengleichnis des Dialogs *Politeia*. Bei Aristoteles entfaltete sich die Natur ausgehend von einer, den Dingen innewohnenden Ordnung. Bei Heraklit ausgehend war die Natur Resultat einer kosmischen Vernunft. Weiterhin ist die christliche Philosophie von der Prämisse ausgegangen, die Natur wäre von einem allwissenden und allgütigen Gott aus dem Nichts erschaffen worden. Ungeachtet dieser Unterschiede zwischen heidnischer und christlicher Philosophie geben die meisten europäischen Weltbilder vor der Neuzeit also doch Anlass, von Absichten und Zwecken in der Ordnung der Natur auszugehen.

Selbstverständlich waren kausale Überlegungen auch ohne den Verweis auf Naturzwecke ebenfalls Teil des menschlichen Denkens, etwa beim Planen von alltäglichen Verrichtungen oder bei der Nutzung der Natur als Rohstoff für die Handwerkskunst. Dennoch wurde den teleologischen Erklärungen ein Vorrang eingeräumt, was ihre Relevanz für das Verstehen des So-Seins der Natur angeht. Besonders klar formuliert dies Aristoteles in seiner bis heute einflussreichen Lehre von den – je nach Übersetzung formulierten „Vier Ursachen“ oder „Vier Erklärungsweisen“ (Aristoteles, 1995b; Johnson, 2005). Für Aristoteles sind alle anderen Aspekte eines Naturgegenstands nur dann erschließbar, wenn zuerst der Zweck dieses Gegenstands erfasst wird.

Die traditionelle Philosophie bis einschließlich der mittelalterlichen Scholastik nutzte Teleologie anhand von drei Perspektiven, die sich allerdings gegenseitig in ihrer Überzeugungskraft bestärken:

(1) Zweckmäßigkeit als Intuition über die Natur: Die Zweckmäßigkeit der Natur ist für den Beobachter der Natur augenfällig. Diese Aussage gilt für den antiken Philosophen und den mittelalterlichen Scholastiker ebenso wie für die Philosophen der Neuzeit. Daher erschien es lange selbstverständlich, Natur unter diesem Blickwinkel zu denken, auch ohne eine eindeutig ausformulierte naturphilosophische oder theologische Legitimation. Damit verbunden war bisweilen auch eine moralische Intuition, das Gute in der Verwirklichung und im Erhalt des natürlicherweise Gegebenen zu erkennen. Diese Art der Ethik kann sich in der Formulierung von natürlichen Rechten oder natürlichen Pflichten manifestieren. Die Zweckmäßigkeit der Natur war – modern gesprochen – *common sense*.

(2) Teleologie als Instrument der Naturerklärung: Einen Zweck zu nennen galt als besonders relevant für die Beschreibung der essenziellen Natur eines natürlichen Gegenstandes. Diese ungeheuer einflussreiche Sichtweise ist mit dem Namen Aristoteles verbunden, gilt aber auch für andere antike und mittelalterliche Autoren. Wenn der Zweck eines Gegenstands begriffen wird, wird zugleich dessen Kern begriffen. Anhand von Annahmen über den Schöpfergott, die Weltvernunft usw. war diese Sichtweise kein Bruch mit der sonstigen Betrachtung über die Natur.

(3) Zweckmäßigkeit als Position über die Natur der Welt: Ausgehend von allgegenwärtigen teleologischen Intuitionen und der Nutzung dieser Intuitionen der Teleologie in der Charakterisierung der Natur war ihre Zweckmäßigkeit metaphysisch¹¹ leicht anzuerkennen.

¹¹ Metaphysik ist ein Begriff, der viele unterschiedliche Assoziationen weckt. Ich möchte deshalb kurz klarstellen, was ich in dieser Arbeit unter Metaphysik verstehen möchte: Metaphysik nenne ich eine philosophische Disziplin, die Aussagen über die Natur der Welt insgesamt trifft. Sie unterscheidet sich jedoch durch vier Ansprüche von alternativen Wegen, etwas über die Welt als solches auszusagen. Dazu gehört die Poesie im weitesten Sinne,

Die traditionelle und vorneuzeitliche Metaphysik konstruierte oft ein Bild des Weltganzen als einen wohlgeordneten Kosmos, an dem auch unbelebte Objekte und soziale Ordnungen einen Anteil hatten. Obwohl es unterschiedliche Ansichten in den Philosophenschulen und Glaubensgemeinschaften gab, wie diese Ordnung im Einzelnen zu begreifen sei, etwa als Emanation eines persönlichen Schöpfergottes oder als Manifestation einer unpersönlichen Weltvernunft blieb die Vorstellung des Universums als einem grundsätzlich rational geordneten System bis weit in das 19. Jahrhundert erhalten. Sie umfasste so unterschiedliche Traditionen wie Heraklits *logos*-Lehre, den antiken Stoizismus, den Neo-Aristotelismus der Scholastik, den Deismus der Aufklärung usw. bis hin zu Hegels monumentalem Systementwurf.

Ich möchte in diesem Zusammenhang darauf hinweisen, dass Naturzwecke in einer epistemischen Doppelfunktion auftauchten: Als Instrumente der Naturerklärung sind sie eine Art von Explanans (ein Bestandteil von Erklärungen), das unsere Neugierde über das So-Sein der Natur befriedigt. Dies konnte aber nur insofern gelingen, wie die Menschen immer schon bereit waren, das Universum als eine vorausschauende Ordnung zu deuten, also den Verweis auf Zwecke überhaupt als legitime Erklärung anzuerkennen.

Zwecke selbst wurden im Rahmen unterschiedlicher naturphilosophischer und metaphysischer Sichtweisen auch durch ein allwaltendes Weltgesetz oder eine Gottheit erklärt und waren innerhalb der philosophischen Reflexion ein Explanandum (ein erklärungsbedürftiger Sachverhalt). Besonders deutlich zeigt sich diese Doppelfunktion als eine „erklärungsbedürftige Erklärung“ im teleologischen Gottesbeweis des Thomas von Aquin:

Wir beobachten nämlich, daß einiges, das nicht über Erkenntnis verfügt, und zwar die natürlichen Körper, wegen eines Zieles tätig sind; das zeigt sich daran, daß sie immer oder für gewöhnlich in dieser Weise tätig sind, um dasjenige zu erlangen, was das Beste ist, woraus deutlich wird, daß sie nicht aus Zufall, sondern vielmehr aus Absicht an ein Ziel gelangen. Was jedoch nicht über Erkenntnis verfügt, strebt nur dann

Religion/Mythos, Mystik und Naturwissenschaft. Im Gegensatz zu diesen vier Wegen versucht Metaphysik, Aussagen von höchster Allgemeinheit treffen, die folgenden vier Kriterien genügen: (1) Eine gelungene metaphysische Arbeit ist zunächst einmal in sich konsistent und systematisch. (2) Ihre Inhalte sind begrifflich abstrakt, (3) intersubjektiv mitteilbar und (4) diskursiv plausibilisierbar. Durch den Anspruch der Konsistenz und Systematik unterscheidet sich Metaphysik von Poesie, zu der ich jeden Ausdruck eines intuitiven Lebensgefühls und konkreter Lebenserfahrung zähle, also auch apodiktische Redensarten, Spruchweisheiten und Prosa-Aphorismen über „die Welt“. Mit dem Anspruch der Abstraktheit grenzt sich Metaphysik wiederum von mythologischen und anderen religiösen Erzählungen ab, die die Natur der Welt anhand handelnder Wesen und personaler Mächte darstellen. Der Anspruch der Kommunizierbarkeit hebt Metaphysik schließlich von den persönlichen Berichten über mystische Erfahrungen ab. Diese Erzählungen werden regelmäßig als nur symbolhafte Verweise auf eine Erfahrung beschrieben, deren qualitativer Gehalt sich der sprachlichen Mitteilung entzieht. Der vierte Punkt der Diskursivität markiert schließlich den Unterschied zu den Naturwissenschaften, insofern diese ebenfalls den Anspruch verfolgen, allgemeine Aussagen über die Welt zu treffen. Die Aussagen der Naturwissenschaften benötigen jedoch keine diskursive Rechtfertigung, sondern erhalten ihre Legitimation durch empirische Befunde mit geringem Interpretationsspielraum.

zu einem Ziel, wenn es von einem Erkennenden und Vernünftigen daraufhin ausgerichtet wurde, so wie der Pfeil vom Bogenschützen. Also gibt es etwas Vernünftiges, von dem alle natürlichen Sachen auf ein Ziel hin geordnet werden und das nennen wir „Gott“. (Thomas, 2011, S. 97)

Für Thomas von Aquin ist die Zweckmäßigkeit der Natur so offensichtlich, dass sie als Prämisse für ein Argument dienen kann. Die Regularitäten der Natur werden von ihm unbefangen als Ausdruck von Zielen erklärt. Diese für ihn naheliegende teleologische Erklärung erklärt er wiederum durch Gott. Teleologie ist also Explanans (der augenfälligen Regularitäten) und Explanandum (mit Hilfe des Verweises auf Gott) gleichzeitig.

Im Laufe der Neuzeit geriet diese doppelte Funktion der Teleologie in drei Schritten ins Wanken: Mit Beginn der mechanistischen Philosophie verlor sie als Werkzeug der Wissenschaft ihre Bedeutung und in der Aufklärung wurden die teleologischen Intuitionen hinterfragt. Mit dem Materialismus und Darwinismus des 19. Jahrhunderts hatten schließlich auch die metaphysischen Lehrsätze ausgedient:

(1) Die Teleologie verschwand zuerst aus der Methodik der Wissenschaft, behielt aber als ontologische Hintergrundannahme lange Zeit ihre Bedeutung. Der Beginn dieser Entwicklung kann bei den Naturphilosophen der frühen Neuzeit verortet werden, insbesondere bei Francis Bacon, René Descartes, Robert Boyle und schließlich in der „mathematischen Naturphilosophie“ Isaac Newtons. Zunächst erschien den Denkern der frühen Neuzeit die Nennung eines innewohnenden oder übernatürlichen Zwecks als Erklärung für ein Phänomen in der Natur als allzu bequem und als Ausflucht in verbrämte Paraphrasen der beobachteten Phänomene. Diesen methodischen Fehler sahen sie vor allem bei der kirchlich adaptierten Philosophie des Aristoteles, wo etwa die Erklärung für die Entwicklung einer Blume aus dem Samen schlicht die Verwirklichung einer dem Samen innewohnenden Blumen-Natur sein sollte. In solchen Umschreibungen war jedoch für die neuzeitlichen Denker keine nennenswerte Erkenntnis über den Gegenstand enthalten, sondern bestenfalls eine prägnante Neuformulierung der bereits bekannten Sachverhalte, die es eigentlich zu erklären galt. Schlimmstenfalls war diese Art der Teleologie sogar eine unnötige Einführung spekulativer Kräfte und unsichtbarer Wesen. Die Denker der frühen Neuzeit suchten im Gegensatz zur überkommenen Teleologie nach kausalen Erklärungen und verstanden Lebewesen bereits als im modernen Sinne physikalisch organisierte Systeme, also als Organismen. Deren Merkmale sind durch die Beschreibung der Wechselwirkungen der Organe verstandesmäßig zugänglich. Die Nennung eines Zwecks kann diese Analyse nicht ersetzen, sondern unterdrückt nur die Neugierde. Dennoch waren diese, oft als Mechanisten bezeichneten Philosophen gläubige Christen, für die es offenkundig war, dass der Uhrmacher Gott diese auf geniale Weise funktionierenden Maschinen gebaut hatte. Die vollkommene Zweckmäßigkeit der Organismen erschien den Mechanisten schließlich immer noch als *common sense*. Dieser Eindruck der vollendeten Zweckmäßigkeit wurde den Zeitgenossen durch die mechanistischen Kausalanalysen sogar noch deutlicher vor Augen geführt.

(2) Im zweiten Schritt wurden Zweifel an der Erkennbarkeit der Zweckmäßigkeit in der Natur laut. Diese Entwicklung setzte ein, als einzelne Autoren der Aufklärung erkenntnistheoretische begründete Argumente äußerten, nach denen wir die Zweckhaftigkeit in der Natur nicht als Faktum annehmen sollten. Die Gesetze der Mechanik nach Newton legten es nahe, dass sich die Natur durch das Walten zwar gerichteter, aber nicht auf ein Ziel ausgerichteter, Kräfte entwickelte. Vor dem Eindruck dieser neuen Physik stellten sich diese Denker die Frage, ob Zweckmäßigkeit nicht vielmehr nur eine menschliche Projektion in die Natur sei. Als Mahnungen zu einer solchen epistemischen Vorsicht sind hier insbesondere Maupertuis „*Venus Physique*“ (Maupertuis, 1745), Diderots „*Pensées sur l'interprétation de la nature*“ (Diderot, 1754), Humes „*Dialogues Concerning Natural Religion*“ (Hume, 1779/2012) und schließlich Kants „*Kritik der Urteilskraft*“ (Kant, 1790/1974) zu nennen. Am kulturell einflussreichsten war aber möglicherweise Voltaires „*Candide*“ (Voltaire, 1759/1844). Dennoch fehlte den genannten Autoren eine plausible Alternativvorstellung zum Schöpfungshandeln einer Gottheit, um die Zweckmäßigkeit der Natur anhand von Kausalkräften zu erklären. Die verstreuten Evolutionsvorstellungen der oben genannten Autoren jedenfalls orientierten sich vor allem an den antiken Spekulationen von Empedokles und erreichten nicht die Überzeugungskraft der späteren Evolutionsbiologie. Daher wird etwa bei Kant weiterhin von der Teleologie als unvermeidlichem regulativem Prinzip in den Urteilen über die Natur gesprochen, wenn auch nicht als gleichberechtigt neben der objektiven Beschreibung der Natur anhand von Naturgesetzen. In der Nachfolge Kants versuchten Vertreter der jungen Wissenschaft der Biologie dennoch, die komplexen Prozesse innerhalb von Organismen zu verstehen, indem sie quasi-newtonsche und dennoch teleologische Naturgesetze der Biologie postulierten, die sie als Bildungstrieb, Lebenskraft usw. bezeichneten. In dieser Tradition standen die deutschen Biologen in der Nachfolge von Friedrich Blumenbach, ebenso wie die französische Schule von Montpellier (Lenoir, 1989). Alle diese Versuche erwiesen sich schließlich jedoch als fruchtlos und degenerierten spätestens im 20. Jahrhundert zum Nischenthema pseudo-wissenschaftlicher Esoterik. In der naturwissenschaftlichen Forschung hingegen wurden nicht mechanische, teleologische Lebenskräfte als unnötige Hypothesen abgelegt und die Vorsicht von Hume und Kant erwies sich als berechtigt.

(3) Schließlich wurde die Teleologie auch aus der Metaphysik verdrängt. Bis weit ins 19. Jahrhundert hinein war die große Mehrheit der Naturwissenschaftler und Philosophen davon überzeugt, dass ein metaphysisches, mithin übernatürliches, Prinzip der Vernunft die Zweckmäßigkeit der Natur erklären muss, auch wenn sie in ihren Vorstellungen mitunter weit von der orthodoxen Meinung der christlichen Kirchen entfernt waren. Als große Ausnahme bildete Spinoza, der in seiner Ethik (Spinoza) eine krasse Außenseiterposition vertrat, weil er Metaphysik ohne eine menschenähnlich gedachte Vernunft hinter der Welt vorstellte. Erst mit dem Aufkommen der biologischen Transformationstheorien fand die Ablehnung der Teleologie in der Metaphysik eine breite Zustimmung. Entscheidend dafür war die zunehmende Erkenntnis der naturgeschichtlichen Bedingtheit und der innerweltlich-naturwissenschaftlichen Erklärbarkeit über die Zweckmäßigkeit der Natur. Die spekulativen Transformationsgedanken der Aufklärung, angefangen von Gedankenspielen bei Philosophen

wie Maupertuis (1745), Diderot (1754) und Herder (1772/2011) bis zu den ausgearbeiteten Transformationstheorien von Naturkundlern wie de Monet de Lamarck (1809) oder Saint-Hilaire (1830) machten es überhaupt erst plausibel, dass die Natur selbst eine Geschichte besaß, in deren Verlauf bestehende Arten sich in neue Arten umwandeln oder sogar aussterben konnten (Mayr, 1982/2002; Müller, 2015, S. 240ff). Ein solcher Gedanke, heute selbstverständlicher Teil unseres Weltbildes, war zu jener Zeit eine gewagte Hypothese und keinesfalls naheliegend, denn die Alltagserfahrung zeigte weniger die Veränderlichkeit als vielmehr die Regelhaftigkeit und Konstanz der Natur. Dies galt umso mehr in einer noch weitgehend agrarisch geprägten Gesellschaft, die es gewohnt war, von der Berechenbarkeit und Konstanz der Natur zu leben. Dennoch verbreitete insbesondere die aufkommende Wissenschaft der Geologie den Gedanken, dass die Erde zu verschiedenen Zeitaltern von andersartigen Lebewesen bewohnt war und eine über viele Generationen verlaufende Entwicklung des Lebens stattgefunden hat. Uneinigkeit herrschte in Bezug auf die Frage, inwieweit fixe Gesetzmäßigkeiten oder zufällige Ereignisse die neu entdeckte Naturgeschichte steuern.

In der Regel war bei dieser Debatte weiterhin die Meinung vorherrschend, dass die Zweckmäßigkeit der Natur in irgendeiner Weise am Anfang der Naturgeschichte bereits angelegt war, etwa durch Gott im Moment der Schöpfung oder durch das Wirken überzeitlicher Bildungskräfte. Die Naturgeschichte brachte diese Anlage der Zweckmäßigkeit dann zum Keimen. Erst seit Darwin (1859/1872) sorgfältig belegter Version der Evolutionstheorie erschien es vielen Naturforschern statthaft, Zweckmäßigkeit der Natur allein durch kausale Prinzipien der natürlichen Auslese in Kombination mit kausal analysierbaren, wenn auch im Detail noch unbekanntem Vererbungsmechanismen zu erklären. Spätestens in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts machte die überwältigende Fülle an Erkenntnissen aus der Molekulargenetik, Populationsstatistik, Archäologie und vergleichender Anatomie den Darwinismus äußerst wahrscheinlich. Inzwischen ist der Darwinismus selbstverständlicher Teil der Biologie geworden, sodass etwa Dobzhansky (1973) bekanntermaßen sagen konnte: „*Nothing in Biology makes sense except in the light of Evolution.*“ Damit war die Teleologie endgültig auch aus den metaphysischen Hintergrundannahmen der Wissenschaft verbannt. Die Zweckhaftigkeit der Natur kann seither nicht mehr ohne weiteres als eine metaphysische Komponente der Welt selbst gelten. Stattdessen ist Naturteleologie als ein irreführender *ex post*-Eindruck entlarvt, den wir von in Wirklichkeit rein kausalen Naturprozessen haben.

1.5 Die Hauptfrage meiner Arbeit

Die Darwin'sche Evolutionstheorie ist eine kausale Theorie, die ohne den Bezug auf Zwecke der Natur auskommt. Sie hat teleologische Erwägungen in der Naturphilosophie nach dem Verständnis des biologischen Konsenses diskreditiert und steht damit am Schlusspunkt einer geistesgeschichtlichen Entwicklung der Neuzeit, die den Gedanken der Zweckhaftigkeit des Weltganzen aus unserem wissenschaftlichen Weltbild schrittweise verdrängt hat. So schreibt etwa der Biologe Wuketits über sein evolutionär geprägtes Weltbild:

In unserem Leben sind wir gewohnt, bestimmte Zwecke zu verfolgen und Absichten zu haben, so dass wir uns schwer vorstellen können, dass es in der Natur, im Kosmos keine Zwecke und Absichten gibt. Dieser Anthropomorphismus ist allerdings dazu angetan, uns nicht nur über die Natur, sondern auch über uns selbst zu täuschen. (Wuketits, 2009, S. 42)

Ähnlich äußert sich der Wissenschaftshistoriker Ruse:

But the point is that the whole question of design or design-likeness, is ours, rather than that of the world. At a basic level, therefore, this means that there is neither reason nor cause to think that the organic world is in some sense different with respect to its ultimate stuff than, as it were. (Ruse, 2002, S. 40)

Nichtsdestotrotz scheinen teleologische Ausdrucksweisen weiterhin unseren Intuitionen über die belebte Natur zu entsprechen, wenn wir behaupten, die Winkerkrabbe nutzt ihre Schere, um Weibchen anzulocken, oder die Biene vollführt ihren Tanz, um die Position des Nektars mitzuteilen. Teleologische Ausdrucksweisen begegnen uns nicht nur in nicht wissenschaftlichen Alltagskontexten, sondern auch Biologen greifen auf teleologische Ausdrucksweisen in ihren jeweiligen Teildisziplinen zurück. Sind diese Intuitionen also schlicht irreführend, wie es Wuketits wohl vermutet?

Möglicherweise haben wir es mit einem Problem zu tun, wie es Searle (1991) als Merkmal von philosophischen Problemen im Allgemeinen annimmt:

Einerseits neigen wir aufgrund sehr massiver sprachlicher Intuitionen zu einer gewissen Auffassung des gesunden Menschenverstandes [...]; andererseits scheinen massive Argumente gegen den gesunden Menschenverstand zu sprechen. (Searle, 1991, S. 229)

Sind Biologen einem Anthropomorphismus aufgesessen, der überraschenderweise dem Fortschritt der Biologie keinen Abbruch tut? Der britische Wissenschaftler Haldane bringt diese vermeintliche Diskrepanz zwischen allgegenwärtiger Anwendung und mangelnder theoretischer Absicherung in den 1930er Jahren spitzzüngig auf den Punkt:

Teleology is like a mistress to a biologist: he cannot live without her but he's unwilling to be seen with her in public. (Hull, 1982)¹²

Wie sollten wir also mit den sich aufdrängenden teleologischen Denkformen der Biologie umgehen? Was können Fragen nach dem Sinn und der Funktion von Merkmalen und

¹² Eine Originalquelle für diese Aussage scheint nicht zu existieren. Allerdings erwähnen mindestens Hull (1982) und Pittendrigh in einem privaten Brief von 1970, der wiederum von Mayr (1988/1991a, S. 85) zitiert wird, unabhängig voneinander diese Aussage.

Verhaltensweisen in einer rein kausalen Biologie noch bedeuten? Diese Frage bringt in neuerer Zeit etwa Lewens zum Ausdruck:

Is it simply a question of bringing clarity to biology? Should we also ask what biologists in fact mean by their terms? Is there any more substantive issue at stake about the nature of design in the organic world? (Lewens, 2004, S. 6)

Dieses Zitat beschreibt die doppelte Agenda meiner Arbeit: Erstens geht es um die Frage, bei welchen legitimen Anlässen in der Biologie immer noch teleologisches Vokabular verwendet wird und welche guten Gründe Biologen haben, solche Sprechweisen in bestimmten Zusammenhängen zu nutzen. Um die Bedeutung teleologischer Fragen in diesen Zusammenhängen zu verstehen, mache ich mir die berühmte Aussage von Wittgenstein zu Eigen:

Man kann für eine große Klasse von Benützigungen des Wortes „Bedeutung“ – wenn auch nicht für alle Fälle seiner Benützigung – dieses Wort so erklären: Die Bedeutung eines Wortes ist sein Gebrauch in der Sprache. (Wittgenstein, 1953/2003, S. 40)

In diesem Sinne möchte ich die unterschiedlichen Gebrauchsweisen in biologischen Kontexten herausarbeiten, ohne zu versprechen, damit „die eine Bedeutung“ zu entdecken, die allen Verwendungen implizit zugrunde liegt.

Zweitens möchte ich aber auch fragen, ob die teleologische Sichtweise auf Lebewesen eine tiefere Relevanz haben könnte, nachdem die Verwendungsweisen innerhalb der Biologie als reiner Naturwissenschaft geklärt sind. Dabei soll es um die historisch und psychologisch gewachsenen Intuitionen gehen, die bestimmte Wortwahlen bestimmen, auch wenn diese nicht mehr im eigentlichen Sinne von den Biologen wortwörtlich „gemeint“ und in ihrer Bedeutung verblasst sind. Als Leittheorie dient mir die Konzeption der kognitiven Metaphern von Lakoff and Johnson (1980/1997). Dieser Ansatz geht davon aus, dass sogenannte kognitive Metaphern unser Denken auf subtile Weise prägen. Hinter den teleologischen Wendungen der Biologie verbergen sich meiner Hypothese nach Metaphern dieser Art. Sie treten aufgrund ihrer spezifischen Struktur an gewissen Stellen der Biologie in Erscheinung. Einige Anwendungen der Metaphern, so will ich gegen Ende argumentieren, erweisen sich dabei als treffend, andere aber auch als irreführend.

1.6 Die drei Thesen der Arbeit

Bis hierhin habe ich dargestellt, was teleologisches Denken in der Biologie ausmacht. Die Beispiele der Winkschere und des Schwänzeltanzes der Bienen dienten mir zur Illustration. Ich möchte in dieser Arbeit insgesamt drei Aussagen untersuchen, anhand derer sich diese Hypothese des teleologischen Denkens als kognitive Metaphern bewähren muss:

- (1) Teleologische Aussagen in der Biologie sind stets als naturwissenschaftliche Aussagen von mindestens dreierlei Art analysierbar: als Aussagen über kausale Rollen, über

naturhistorische Selektionsprozesse und über Fitnessvorteile. Alle diese Arten von Aussagen sind somit nicht als irreduzibel teleologisch, aber auch nicht als bloß poetisch oder gar naiv anthropomorph zu verstehen.

- (2) Der Grund für die Verwendung teleologischer Sprachformen in den drei zu nennenden biologischen Fragestellungen ist jedoch nicht selbst in der Pragmatik der Naturwissenschaften zu finden. Der Grund kann stattdessen im Einfluss zweier kulturgeschichtlich herleitbarer, aber im Alltag häufig unbewusster Metaphern gefunden werden: Artefaktmetapher und Handlungsmetapher.
- (3) Bei allen drei Fällen von teleologischer Sprache der Biologie ist jeweils die Artefaktmetapher vorherrschend. Jede Verwendungsform dieser Metapher nutzt bestimmte Aspekte unseres Alltagsverständnisses von Artefakten und suspendiert dabei andere.

Um diese drei Fragen anzugehen, möchte ich zunächst untersuchen, wie sich die gegenwärtigen Denkweisen über die Natur kulturgeschichtlich herausgebildet haben. Dabei wird der Unterschied von historischen Denkweisen deutlich, die entweder belebte Natur nach dem Modell des Artefakts oder nach dem Vorbild des Akteurs konstruieren. Die schlussendliche Dominanz der Artefaktmetapher in der Moderne wird herausgestellt. Im Anschluss an diesen historischen Teil werde ich aufzeigen, welche Eigenschaften das teleologische Denken über Personen und Artefakte besitzt. Wenn wir verstehen, wie diese Denkungsarten strukturiert sind, sollten wir in der Lage sein, diese kognitiven Muster in bestimmten biologischen Fragestellungen zu erkennen. Dies soll im folgenden Abschnitt geschehen, der den Hauptteil meiner Arbeit ausmacht. Dort werde ich anhand von drei Beispielen aus verschiedenen Bereichen der Biologie analysieren, welche Facetten des teleologischen Denkens jeweils anzutreffen sind und wie wir diese als Metaphern verstehen können.

2. Teleologie in der Biologie als Metapher

In diesem Kapitel geht es um die Frage, welchen Funktion die teleologischen Ausdrücke wie Funktion, Aufgabe oder Zweck in der Biologie übernehmen. Dabei stelle ich die Hypothese auf, dass teleologische Ausdrücke in der gegenwärtigen Biologie kognitive Metaphern im Sinne der Metaphertheorie nach Lakoff and Johnson (1980/1997) sind. Im Mittelpunkt stehen die zwei Metaphern, die die Konzeptualisierung von Lebewesen und deren Teile bestimmen: Artefaktmetapher und Handlungsmetapher.

In Abschnitt 2.2 möchte ich ein Modell vorstellen, wie sich diese (oder sonstige) Metaphern in der Biologie etabliert haben. Diesem Modell liegt bereits eine Metapher zugrunde, indem kognitive Metaphern eine „symbiotische Beziehung“ mit der „Diskurs-Zelle“ eingehen, in die sie eintreten: Weder werden sie zu einem gleichartigen Teil der Wissenschaft assimiliert noch bleiben sie den Tätigkeiten dieser Wissenschaften völlig äußerlich. Vielmehr entsteht eine gegenseitige Abhängigkeit, bei der aus der zunächst eigenständigen metaphysischen Vorstellung eine Metapher zurückbleibt.

Abschnitt 2.3 zeigt die Entwicklung der „Symbiose“ für die beiden teleologischen Metaphern der Biologie auf. Im Mittelpunkt steht dabei die Frage, wie aus traditionellen metaphysischen Vorstellungen über die Natur (natürliche Dinge als handelnde Wesen und natürliche Dinge als zweckmäßig gestaltete Objekte) im Laufe der Neuzeit Metaphern geworden sind. Dabei gehe ich von teleologischen Intuitionen aus, die sich in Mythologie und Religion zeigen und verfolge die Entwicklung dieser Vorstellungen über die klassisch-antike Philosophie ins Mittelalter bis in die Neuzeit. Dort werden die beiden Metaphysik-Stücke schrittweise ausgehöhlt, aber nicht eliminiert. Sie finden sich schließlich als Metaphern in der Biologie wieder.

2.1 Teleologische Redeweisen in der Biologie als kognitive Metaphern

Nach Hempel (1959/1965) vorgezeichnet sind teleologische Redeweisen Ausdruck für eine psychologisch empfundene Verwandtschaft mit menschlichen Absichten und Artefakten. Ursache dieser Übertragung ist die Vorstellung von Lebewesen als selbstgesteuerte *self regulating*-Systeme.

There are, then, no systematic grounds for attributing to functional analysis a character sui generis not found in the hypotheses and theories of the natural sciences and in the explanations and predictions based on them. Yet, psychologically, the idea of functions often remains closely associated with that of purpose, and some functionalist writing has no doubt encouraged this association, by using a phraseology which attributes to the self-regulatory behavior of a given system practically the character of a purposeful action.
(Hempel, 1959/1965, S. 326)

Die Übertragung der Teleologie auf die Domäne der Biologie ist wortwörtlich für Hempel schlicht falsch, kann jedoch nach Ansicht Hempels durchaus einen heuristischen Wert entfalten, etwa als er Wegweiser zur Aufstellung von fruchtbaren Fragestellungen (*directive of inquiry*) (Hempel, 1959/1965, S. 329).

Das Beharrungsvermögen teleologischer Ausdrucksweisen als fachlich sinnvolle, aber nicht selbst fachsprachliche Wendungen mag zwei Ursachen haben: die psychologische Urtümlichkeit der Teleologie oder ihre historische Bedingtheit. Möglicherweise handelt es sich bei teleologischen Intuitionen über die Natur um derart fundamentale kognitive Phänomene, dass sie nicht mehr weiter analysierbar sind und als Grundphänomene des menschlichen Denkens und Empfindens angesehen werden müssen. In diese Kategorie mögen etwa Wahrnehmung des Raumes fallen, ebenso Vorstellungen der Zeit und bestimmter Qualitäten wie Farbe oder Klang. Die Teleologie gehört in Bezug auf die Natur allerdings nicht zu dieser Kategorie, weil teleologische Vorstellungen zwar naheliegend sein mögen, aber keineswegs alternativlos. Jeder teleologischen Beschreibung eines menschlichen Handelns oder auch eines biologischen Merkmals steht eine alternative nicht teleologische Beschreibung derselben Wahrnehmung gegenüber, auch wenn diese vielleicht weniger plausibel oder weniger erhellend scheint. Wir können teleologisch behaupten, dass die Winkerkrabbe mit ihrer Schere winkt, um Weibchen anzulocken. Wir können aber auch nicht teleologisch

darlegen, dass die Winkerkrabbe zunächst ihre Schere bewegt und dieses Winken dazu führt, dass sich Weibchen nähern.¹³ Teleologie ist also eine Deutungsoption für Beobachtungen von körperlichen Merkmalen oder Verhaltensweisen. Oftmals ist sie sogar eine Deutungsoption, die sich uns aufdrängt. Teleologie ist aber kein direkter Gegenstand unserer Beobachtung. Ich möchte eine These aufstellen, die plausibel machen soll, dass es aus historischen Gründen zu teleologischen Deutungen auf die Natur kommen kann. Im Zentrum dieser Hypothese steht die Vorstellung der kognitiven Konzept-Metapher, wie sie von Lakoff and Johnson (1980/1997) in die Kognitionswissenschaft eingeführt wurde. Metaphern sind uns im Allgemeinen aus dem künstlerisch-literarischen Bereich geläufig. So lesen wir in einem bekannten Literaturlexikon:

Metapher (von griech. Metaphora = Übertragung) bezeichnet einen bildhaften, im übertragenen Sinn gebrauchten Ausdruck. Dabei werden bekannte Wortbedeutungen in einer Weise verwendet, die ihnen ursprünglich nicht zu Eigen ist; z. B. in der M. "Flut der Eindrücke" ist mit Flut nicht mehr das physische Element, sondern die Vielzahl der Sinnesdaten, die auf einen „einstürmen“, gemeint. Die M. ist das wichtigste Mittel nicht nur der dichterischen, sondern der Sprache überhaupt, neue Bedeutungen mittelbar zu machen oder überraschende Beziehungen zwischen schon bekannten aufzudecken. In der Nachfolge Quintilians hatte man die M. als abgekürzten Vergleich verstanden, wie es tatsächlich bei vielen M. der Fall ist. Doch wird man dem eigentlichen Wesen der M. nicht gerecht, das weniger in dem rational vergleichenden Beziehen zweier Gegenstandsbereiche liegt als in dem Zusammenbringen des Auseinanderliegenden und in der Aktivierung bild- und gefühlshafter Bereiche der Sprache. Daher spielt sie eine große Rolle in pathetischer, subjektiver, emotionaler Dichtung. [...]

Unsere Alltagssprache ist voll von Metaphern („ins Gras beißen“), aber auch schon „er hat ein kaltes Herz“ oder „heiteres Wetter“ sind metaphorisch. Im Gebrauch erlischt allmählich das Bewußtsein, einen übertragenen Ausdruck zu verwenden (z. B. „Stuhlbein“). (Bantel & Schaefer, 1963/1983, S. 85-86)

Diese Überlegungen beschreiben das traditionelle Verständnis von Metaphern innerhalb der Kunst. Im Folgenden soll es jedoch um mehr gehen als um Metaphern in diesem engeren Sinne: Kognitive Metaphern (*cognitive metaphors*) sind entgegen der traditionellen

13 Seit Hume (1739/2003) könnten wir sogar eine dritte Formulierung aufstellen, die auch noch die Kausalbeziehung zwischen beiden Ereignissen leugnet und nur die zeitliche Abfolge beider Ereignisse übrig lässt. Kausalität und Teleologie ähneln sich insoweit, als beide Deutungen von Geschehnissen sind, die zwar eine subjektive Plausibilität besitzen mögen, aber dennoch niemals zwingend sein können. Über eine entwicklungspsychologische Beziehung zwischen kausalem und teleologischem Denken hat etwa Searle (1991) Hypothesen aufgestellt.

Interpretation nicht bloße dichterische Stilmittel, die auf einer gewissen, von Sprechern wahrgenommenen und genutzten, emotional gefärbten Ähnlichkeiten zwischen wirklicher und metaphorischer Verwendung eines Wortes beruhen. Stattdessen sind kognitive Metaphern selbstverständliche Teile unseres Denkens, und zwar, ohne dass wir ihre metaphorische Natur im Alltag problematisieren oder auch nur zur Kenntnis nehmen. Sinngemäß hat bereits Wittgenstein das Phänomen der Kontaminierung unseres Denkens durch unhinterfragte Sprachbilder gesehen. In Paragraf 112 seiner „Philosophischen Untersuchungen“ heißt es:

Ein Gleichnis, das in die Formen unserer Sprache aufgenommen ist, bewirkt einen falschen Schein; der beunruhigt uns: „Es ist doch nicht so!“ – sagen wir. „Aber es muss doch so sein!“ (Wittgenstein, 1953/2003, S. 82)

Prägend für die Beschreibung dieses Phänomens ist die kognitionswissenschaftliche Abhandlung „Leben in Metaphern“ von Lakoff and Johnson (1980/1997). Beispielsweise ist bereits die Aussage „Die Temperatur steigt“ eine Metapher, denn ein Wert wie die Temperatur kann nicht in einem wortwörtlichen Sinne steigen, wie etwa ein Dachdecker eine Leiter hinaufsteigt.

Lakoff und Johnson unterteilen kognitive Metaphern in Orientierungsmetaphern, ontologische Metaphern und Strukturmetaphern. Orientierungsmetaphern geben uns Ausdrucksweisen in Bezug auf die räumliche Lage und Bewegung an die Hand, um mit konkreten Begriffen abstrakte Sachverhalte zu beschreiben. „Die Temperatur steigt“ entspricht einer solchen Orientierungsmetapher, weil sie uns die körperlich erfahrbare Unten-Oben-Einteilung an die Hand gibt, um etwas über die abstrakte Größe namens Temperatur auszusagen. Ontologische Metaphern weisen abstrakten Begriffen den ontologischen Status von konkreten Gegenständen zu. „Die Konjunktur kommt in Schwung.“ Dies ist ein Beispiel für eine ontologische Metapher, denn hier wird ein abstraktes Konzept, die Konjunktur, als ein materieller Gegenstand behandelt, der körperliche Bewegungen ausführen kann und physischen Kräften unterworfen ist, wie eben einem Schwung. Der Satz „Die Kriminalität bleibt innerhalb der Grenzen der letzten Jahre.“ enthält sogar zwei Metaphern: Die Orientierungsmetapher redet über die „Grenzen der Vorjahre“ obwohl es selbstverständlich keine materiellen Grenzen gibt, die mit einem Lattenzaun oder einer Kreidelinie umrissen wären. Ebenso wenig ist die Kriminalitätsrate ein konkreter Gegenstand, der sich innerhalb eines räumlichen Gebiets aufhalten könnte. Alle diese Beispiele mögen banal erscheinen und wenig gemein haben mit den poetischen Metaphern, die wir aus den Künsten kennen. Aber das ist gerade der Punkt der kognitiven Metaphern: Sie sind allzu offensichtlich und alltäglich, gerade daher fast unsichtbar und trotzdem (oder sogar gerade deshalb) wirkmächtig. Auch im oben zitierten Lexikonartikel von Bantel und Schaefer wird deutlich, dass gerade Metaphern der Alltagssprache oft nicht als solche erkannt werden. Das Konzept der kognitiven Metapher denkt dies konsequent zu ende.

Für die vorliegende Arbeit ist der dritte Typ von kognitiven Metaphern entscheidend: die Konzeptmetapher. Bei dieser Variante wird ein bestimmtes Phänomen mithilfe der Konzepte

eines anderen Phänomens dargestellt. Die Autoren nennen als Beispiel die Konzeptmetapher „Informationen sind Nahrung“. Obwohl diese Gleichsetzung nirgends in unserer Kultur ausdrücklich getroffen wird, sei es im metaphorischen oder gar wortwörtlichen Sinne, ist ihr Einfluss erkennbar: Aus der Konzeptmetapher „Informationen sind Nahrung“ folgen etwa Redensarten wie „Sie hat die Nachricht noch nicht verdaut.“, „Diese Antwort liegt mir schwer im Magen.“, „An der Kritik hatte ich lange zu knabbern.“ oder „Dieses Buch ist schwere Kost.“ Auch der englischsprachige Ausdruck „*food for thought*“ („Stoff zum Nachdenken“) beruht offensichtlich auf der Konzeptmetapher „Informationen sind Nahrung“.

Die Autoren behaupten nicht, dass solche Gleichsetzungen wie „Informationen sind Nahrung“ von Menschen bewusst erschaffen wurden oder sich die Verwender solcher Gleichsetzungen im Klaren darüber sind, dass sie gerade metaphorisch reden. Das Gegenteil ist der Fall: Meist werden solche Ausdrücke im Alltag ohne weiteres Nachdenken verwendet. Kognitive Metaphern sind historisch bedingt, kontingent und einem kulturgeschichtlichen Wandel unterworfen. Diese Einsicht schließt jedoch nicht aus, dass psychologische Prädispositionen die Herausbildung von bestimmten kognitiven Metaphern wahrscheinlich machen.

Ich möchte dafür argumentieren, dass teleologische Ausdrucksweisen in der Biologie ebenfalls mithilfe historisch verstehbarer Konzeptmetaphern zustande kommen. Es gibt zwei unterschiedliche Konzeptmetaphern, die unsere Vorstellungen und unseren praktischen Umgang mit Lebewesen bestimmen: „Lebewesen (und ihre Teile) sind wie Artefakte“ (Artefaktmetapher) und „Lebewesen (und ihre Teile) sind wie absichtsvoll handelnde Wesen, d. h. wie Akteure“ (Handlungsmetapher). In beiden Fällen handelt es sich um Metaphern und nicht um wortwörtliche Feststellungen. Lebewesen sind nicht schlichtweg Artefakte, also gebaute Maschinen, und zumindest wirbellose Tiere und Pflanzen sind keine absichtsvoll handelnden Akteure im gleichen Sinne wie der Mensch. Dennoch verwenden wir die Artefaktmetapher, wenn wir im Sinne eines Vergleichs behaupten, das Auge sei (wie) ein Kameraobjektiv, das Herz (wie) eine Pumpe usw. Ebenso verwenden wir die Handlungsmetapher, wenn wir sagen, eine Spermienzelle suche die Eizelle, um sie zu befruchten, und ein Augentierchen nähere sich zielstrebig einer Lichtquelle (Phototaxis), um effektiver Photosynthese zu betreiben.

Die Feststellung, dass es diese beiden Herangehensweisen an das Phänomen des Lebens gibt, findet sich an vielen Stellen der naturphilosophischen Literatur, wenn auch nicht immer mit der Deutung als Metapher. Hartmann (1951/1966, S. 90ff) spricht etwa von zwei Aspekten bzw. Analogien, in denen uns das Lebendige „gegeben ist“. Mit „Gegebensein“ meint Hartmann eine intuitive Deutung unabhängig von naturwissenschaftlicher Beschreibung und Analyse.

Wie eigentlich ist uns das Lebendige als solches gegeben? Offenbar in zwei gänzlich verschiedenen und geradezu entgegengesetzten Aspekten, die zwar letzten Endes dieselbe Sache betreffen, und doch gerade inhaltlich weit auseinanderklaffen. Einerseits ist uns im organischen Selbstgefühl der Innenaspekt des Lebens gegeben; direkt freilich nur der des eigenen, aber dafür in umso größerer

Unmittelbarkeit. [...] Andererseits nämlich ist uns der gegenständliche Außenaspekt des Lebendigen durch Vermittlung der äußeren Wahrnehmung gegeben. Organismen sind raum-zeitliche Gebilde, erscheinen als Dinge unter Dingen, lassen sich wissenschaftlich erforschen und analysieren. Die innere Gegebenheit drängt zur Auffassung des Organischen nach Analogie des Seelischen, die äußere zur Auffassung nach Analogie des Physisch-Materiellen. (Hartmann, 1951/1966, S. 90-91)

Hartmann nennt Artefaktartigkeit nicht, sondern spricht nur vom „Physisch-Materiellen“. Wir müssen also wiederum unterscheiden zwischen zwei Spielarten des „Physisch-Materiellen“. Einerseits kann es sich um eine ausschließlich kausale Sichtweise handeln, in der ein Organismus nicht grundsätzlich anders behandelt wird als ein Stein, ein Fluss oder irgendein anderes unbelebtes natürliches Objekt. Diese Ansicht kommt der von Hartmann am nächsten. Andererseits kann es sich beim Physisch-Materiellen auch um die Analogie zu einem physisch-materiellen Artefakt handeln. Nur diesen zweiten Fall möchte ich Artefaktmetapher nennen. Hartmann selbst hält eine solche Artefaktmetapher für erledigt und der weiteren Aufmerksamkeit nicht wert (ibid, S. 25-26). Wie noch im nächsten Abschnitt zu zeigen sein wird, ist diese Annahme jedoch ein Trugschluss. Die Artefaktmetapher ist im heutigen Zeitalter der synthetischen Biologie und der Bionik sogar präsenter als noch zu Hartmanns Lebenszeit. Beide von Hartmann beschriebene Seiten, die Analogie des Seelischen und auch des physisch-materiellen Artefakts, können teleologisch sein.

Die Erkenntnis, dass wir es in der Biologie mit zwei kognitiven Metaphern zu tun haben, führt zu bestimmten Prognosen darüber, welche Denkweisen sich in Zukunft weiter herausbilden werden: Laut Lakoff und Johnson sind wir psychologisch disponiert, einmal angenommene Metaphern auch in neuen Situationen heranzuziehen, etwa indem wir Werte und Einstellungen aus dem Herkunftsbereich der Metapher auf den metaphorischen Bereich übertragen. So könnte sich beispielsweise unsere ethischen Entscheidungen in Bezug auf Lebewesen unterscheiden, je nachdem, welche Metapher unser Denken strukturiert. Die Verwendung alternativer Metaphern, die sich historisch nicht für die Beschreibung eines Gegenstandsbereichs durchgesetzt haben, hätten zu anderen Ergebnissen geführt. Die Kenntnis von kulturell vorherrschenden Konzeptmetaphern kann zu berechtigten Prognosen führen, welche Werte und Einstellungen Menschen auch in Zukunft entwickeln werden und welche nicht. Nach Lakoff und Johnson beleuchten Metaphern bestimmte Aspekte eines Konzepts, während sie andere notwendigerweise verdecken. Im oben eingeführten Beispiel „Information ist Nahrung“ erscheint uns Information als etwas, das wir in uns aufnehmen, gewisse körperliche und seelische Reaktionen hervorruft, vor dem „Verzehr“ aufbereitet werden muss, verpackt, versüßt und verdünnt werden kann, auf einer Art Markt als Ware gehandelt werden kann, etwas, das uns eventuell gut bekommt oder auch nicht und das nach erfolgreicher Verdauung schließlich einen gewissen Nutzen (Nährwert) zeitigt.

Eine andere Metapher wäre beispielsweise „Information ist eine Lichtquelle“. In diesem Sinne könnten wir sagen uns gehe ein Licht auf, wir haben aufgrund der Information den Durchblick,

eine Information sei erhellend, werfe ein völlig neues Licht auf einen Sachverhalt oder entfalte sogar eine Strahlkraft auf andere. Während in der ersten Metapher die Information einen passiven und materiellen Kern enthält, der dem Menschen zur Verfügung steht, klar vermessen und gehandhabt werden kann, scheint Information im zweiten Beispiel flüchtig, wenig greifbar, allerdings auch aktiv und wir rücken scheinbar in die passive Rolle des Betrachters. Unabhängig von der Frage, welcher Metapher wir uns auch bedienen, unsere Einstellungen und Assoziationen zu einem Gegenstand werden durch sie auf subtile Weise gelenkt, solange wir keine Rechenschaft über eine Metapher ablegen.

Die metaphorisch verwendeten Gegenstandsbereiche besitzen darüber hinaus eine gewisse charakteristische Gestalt, bestehend aus einer Reihe zusammenhängender Aspekte, die teilweise genutzt werden, um den belegten Gegenstand zu beschreiben, teilweise aber auch bis auf Weiteres brachliegen. So ist es üblich, eine Information erst über die Metapher der Nahrung zu verstehen. Während aber bestimmte Aspekte des Sinnzusammenhangs „Nahrung“ in den oben aufgeführten Beispielen metaphorisch genutzt werden, bleiben andere Aspekte der Gestalt von „Nahrung“ ungenutzt. So sagen wir etwa nicht, Information müsse geerntet werden oder wachse auf einem (ebenfalls metaphorischen) Acker oder führe zu einer metaphorischen Fettleibigkeit. Es bedarf jedoch nur ein wenig Fantasie, um die Metaphern entsprechend zu erweitern, nachdem die grundsätzliche Gleichsetzung „Information ist Nahrung“ einmal im Denken und damit in der Sprache etabliert ist. Oft sind es dann tatsächlich Dichter oder Philosophen, die eine etablierte und damit verständliche Metapher in diesem Sinne zum ersten Mal weitertreiben und originelle Anwendungen finden. Es spricht aber nichts dagegen, dass auch Wissenschaftler in dieser Hinsicht Pioniere sein könnten.

Eine einmal übernommene Metapher entfaltet in beiden Fällen Macht über unser Denken und Handeln, indem sie einerseits bestimmte Aspekte eines Phänomens verbirgt, während sie andere hervorhebt, und sie andererseits durch ihre bloße Anwesenheit dem Weiterdenken eine Richtung hin zur Ausweitung der etablierten Metapher ebnet. Die Metapher ist in der Regel dabei nicht Gegenstand der Reflexion, sondern bietet ein Koordinatensystem, in dem sich Denken abspielt. Sie eröffnet einen zu erkundenden Denkraum. Lakoff und Johnson beschreiben diese Macht der Metaphern folgendermaßen:¹⁴

Neue Metaphern haben die Kraft, neue Realitäten zu schaffen. Dieser Prozess kann an einem Punkt beginnen, an dem wir anfangen, unsere Erfahrungen von einer Metapher her zu begreifen, und er greift tiefer in unsere Realität ein, sobald wir von einer Metapher her zu handeln beginnen. Wenn wir eine neue Metapher in das Konzeptsystem aufnehmen, das unsere Handlungen strukturiert, dann verändern sich dadurch das Konzeptsystem wie auch die Wahrnehmungen und Handlungen, die dieses System hervorbringt. Kultureller Wandel entsteht häufig dadurch, dass neue metaphorische Konzepte

14 Empirische Belege für diesen psychologischen Effekt beschreiben Thibodeau and Boroditsky (2011).

eingeführt werden und alte verschwinden. (Lakoff & Johnson, 1980/1997, S. 167)

Lakoff und Johnson behandeln insbesondere Metaphern, die sich auf unsere Alltagserfahrungen und deren Deutung beziehen, auch wenn es sich bisweilen um naturwissenschaftlich beschreibbare Sachverhalte handelt, wie „Die Temperatur steigt“. Zum Verhältnis dieser Metaphern zu den Tätigkeiten der Biologie muss daher noch hinzugefügt werden: Wird der Erfolg der Biologie durch die Verwendung oder Nichtverwendung bestimmter Metaphern beeinflusst? Können bestimmte Metaphern die Wissenschaft behindern, wenn sie „schief“ sind, oder vielleicht sogar befördern, wenn sie sich als treffend erweisen?

Metaphern spielen zumindest für die Bearbeitung biologischer Fragestellungen keine Rolle, wohl aber bei ihrer Konstruktion. Bestimmte Metaphern, etwa die Artefaktmetapher oder die Handlungsmetapher in der Biologie, legen bestimmte Ziele von wissenschaftlicher Forschung nahe und marginalisieren andere Ziele. Die Artefaktmetapher beispielsweise motiviert einen Großteil der neuzeitlichen Biologie, sei es die Aufklärung molekularer Mechanismen, die Bewertung biologischer Merkmale hinsichtlich ihrer Fitness oder das Nachvollziehen von naturgeschichtlichen Selektionsprozessen. Nicht alle biologischen Fragestellungen sind durch die Artefaktmetapher motiviert: Teile der Verhaltensforschung mögen von der Handlungsmetapher getragen sein und hier noch einmal verstärkt in der Erforschung höherer Tiere. Das Tier sucht innerhalb der Handlungsmetapher nach Futter, um seinen Hunger zu stillen oder wirbt um einen Paarungspartner. Es bewegt sich innerhalb dieses metaphorischen Rahmens nicht einfach „mechanisch“ von bestimmten Nervensignalen angetrieben. Die Aufklärung eines solchen Mechanismus wäre keine befriedigende Antwort auf wissenschaftliche Fragen, die aus der Handlungsmetapher erwachsen.¹⁵

Vor diesem Hintergrund erscheint der Verdacht unbegründet, wonach eine metaphernhaltige Sprache Wissenschaft subjektiv mache, sodass sie nur relativ zu einem bestimmten kulturellen Narrativ eine Gültigkeit beanspruchen kann. Die Praxis, bestimmte Fragestellungen zu formulieren (und andere nicht) und mit bestimmten Interessen an die Natur heranzutreten, ist kulturell geformt. Diese Erkenntnis halte ich nicht für kontrovers. Sie spricht auch nicht gegen den Erfolg und die Berechtigung von Naturwissenschaft. Sobald jedoch eine Fragestellung formuliert ist, ist die Antwort objektiv. Objektiv ist hier so zu verstehen, wie es jüngst M. Weber (2017) in Bezug auf Funktionen in der Biologie beschrieben hat: Objektiv ist eine Aussage, wenn sie einen Wahrheitswert (*truth value*) besitzt, also eindeutig wahr oder falsch sein kann.¹⁶ Nach Weber trifft dies auf biologische Funktionsaussagen und die

¹⁵ Ich behaupte nicht, damit die Bereiche der Biologie erschöpfend zu charakterisieren. Es ist anzunehmen, dass es noch völlig anders motivierte Forschungsvorhaben innerhalb der Biologie gibt. Dazu zählen möglicherweise ökologische oder auch rein klassifikatorische Fragen.

¹⁶ Dies ist eine rein sprachlogische Bedingung: Es ist nicht gefordert, dass wir auch in der Lage sein müssen, die Wahrheit oder Falschheit der Aussage zweifelsfrei zu erkennen. Aber der Satz muss so beschaffen sein, dass die Kategorien „wahr“ oder „falsch“ zumindest logisch anwendbar sind.

vorliegende Arbeit bei vergleichbarem teleologischem Vokabular zu. Diese Aussage gilt jedoch nur unter der Einschränkung, dass ein für den Forscher interessanter Zielzustand (*goal state*) ausgewählt wurde. Bestimmten organischen Merkmalen können nun mit empirischen Kriterien Funktionen zugeschrieben werden, insofern diese Merkmale zum Erreichen des interessanten Zielzustandes beitragen. Weber wehrt sich damit gegen eine Behauptung von Searle (1995), wonach Funktionsaussagen grundsätzlich keine Aussagen über die Natur seien, sondern lediglich Aussagen über menschliche Bewertungen der Natur.

Diese Einschätzung ist zwar in gewisser Weise zutreffend, weil Forschungsfragen nicht bereits in der Natur vorzufinden sind wie materielle Gegenstände. Sie werden vielmehr stets von Menschen formuliert. Demnach sind auch die Funktionen, nach denen in diesen Zusammenhängen gefragt wird, keine bloße Gegebenheit in der Natur. Dennoch konnte Weber zeigen, dass die Art von Dingen, die mit Funktionen bezeichnet werden, naturwissenschaftliche Erkenntnisse zum Ausdruck bringen, nämlich über gewisse Beziehungen in der Natur. Ein Rest an Subjektivität bleibt jedoch auch bei Weber: Funktionen, so schließt er, bilden keine einheitliche Klasse von „natürlichen“ Beziehungen. Möglicherweise gibt es keine bestimmten Eigenschaften, die alle Funktionen gemeinsam haben. Hier kann die Betrachtung der Metaphern ansetzen: Es gibt zwar keine naturwissenschaftlich fassbaren Eigenschaften, die alle teleologischen Sprachmittel in der Biologie gemeinsam haben, aber sie alle sind Resultate der gleichen teleologischen Metaphern, insbesondere der Artefaktmetapher.

„Schiefe“ Metaphern können zwar für den Erfolg eines einmal angegangenen und nach den Prinzipien der Naturwissenschaft durchgeführten Forschungsprozesses nicht schädlich sein, wohl aber können Metaphern dazu verleiten, fruchtlosen Forschungszielen zu folgen. Dazu zählt in der Biologie insbesondere der Adaptionismus wie er im klassischen Artikel von Gould and Lowentin (1978) eingeführt wurde. Die Autoren verstehen unter Adaptionismus die überspannte Hoffnung, zu jedem noch so trivialen Merkmal von Lebewesen eine Selektionsgeschichte und eine Funktion zu vermuten. Dabei werden andere Ursachen von bestimmten Formen übersehen, etwa ontogenetische Beschränkungen oder der Effekt von Gendrift.

Wenn aber der Informationsgehalt teleologischer Aussagen derart undurchsichtig ist, vielleicht geheimnisvoll teleologisch oder doch nur kausal, welchen Anlass besteht dann für die Arbeitshypothese, dass ein solcher Informationsgehalt überhaupt existiert? Könnte es sich nicht bloß um eine psychologische Marotte der Spezies *Homo sapiens* handeln, nach Funktionen und Zweck zu fragen und sie in die Natur zu projizieren? Der informative Charakter zeigt sich jedoch nicht nur in dem Interesse, mit dem teleologische Aussagen begegnet wird, sondern auch an ihrer Hartnäckigkeit und Verbreitung selbst. Wenn es sich bei teleologischen Aussagen um sinnlose Floskeln, irreführenden Aberglauben oder bloße Trägheit der Sprache handeln würde, wäre nicht verständlich, wieso im Alltag und in der biologischen Fachliteratur teleologische Ausdrücke weiterhin typisch sind. Noch weniger wäre verständlich, wie die Biologie derartige Erfolge und Fortschritte feiern kann, wenn immer noch eine zweifelhafte Metaphysik durch ihre Labore geistert.

Ich möchte die Hypothese von der Sinnhaftigkeit der teleologischen Sprache in der Biologie anhand von zwei unterschiedlichen Sichtweisen plausibel machen: der Maximen des Kooperationsprinzips nach Grice (1989) und der Vorstellung R. G. Millikan (1984), wonach verbreitete Sprachelemente als erfolgreich in einer Art kultureller Evolution gedeutet werden. Zunächst zu Grice: Ich gehe von der Prämisse aus, dass Biologen in ihrer Wortwahl untereinander und mit Außenstehenden verstanden werden wollen und kooperieren möchten. Daher verwenden sie ihre eigenen Begriffe unter anderem gerade deshalb, weil sie die von Grice aufgestellten Kommunikationsmaximen erfüllen. Diese Maximen besagen, ihre Aussagen sind informativ, ausreichend präzise und relevant für die Absichten der kommunizierenden Forschergemeinde. Damit ist noch nicht gesagt, dass die Art der Information, die Art der Relevanz usw. in allen Fällen identisch ist oder es nicht auch alternative und möglicherweise sogar bessere Begriffe geben könnte, um diese Information zu vermitteln. Dem Kontext des Gesagten wird möglicherweise eine Rolle zukommen, bestimmte Bedeutungen zu individualisieren. Dennoch ist das Vertrauen in die Kommunikationsmaximen ermutigend, um sich der Frage anzunähern, welchen Beitrag der Begriff der Funktion für die biologisch relevanten Aussagen leistet.

Nun zu Millikan: Die Sprachtheorie von Grice wird von R. G. Millikan (2012) teilweise als naiv rationalistisch kritisiert: Wir sollten nicht davon ausgehen, dass Menschen Sprache in erster Linie zweckmäßig zur Verwirklichung klar umrissener Absichten verwenden. Wenn jedoch nach R. G. Millikan (1984) die Annahme gilt, sprachliche Ausdrücke erhalten sich durch ihren Nutzen für die Benutzer und nicht aufgrund rationaler Kommunikationsstrategien, ist die Persistenz teleologischer Ausdrücke immer noch bemerkenswert. Offensichtlich haben sie einen Nutzen, weshalb sie von Sprechern weiterhin geäußert werden und Hörer sie immer noch zur Kenntnis nehmen. Sie scheinen also selbst einen Zweck zu erfüllen, der sich nicht mitsamt der vormodernen Metaphysik erledigt hat.

Ich möchte hervorheben, dass die kognitiven Metaphern nach Johnson und Lakoff von einer anderen Form des uneigentlichen Sprechens unterschieden werden müssen: dem wissenschaftlichen Modell. Das Wort „Modell“ nimmt hier eine doppelte Bedeutung ein: einerseits als mathematisches oder sprachliches Gedankenmodell und andererseits als gegenständliches Anschauungs- oder Funktionsmodell. Tatsächlich bestehen auf den ersten Blick auffällige Ähnlichkeiten zwischen kognitiven Metaphern und Modellen, die nicht mit einem vollkommenen Abbild der Wirklichkeit identisch sind. Sowohl Metaphern als auch Modelle sind mit Eigenschaften ausgestattet, die keine Entsprechung mit dem Gegenstand haben, den sie beschreiben sollen. Ebenso besteht dieser Gegenstand aus Aspekten, die sich nicht in Modellen und Metaphern finden. Was also unterscheidet ein wissenschaftliches Modell von einer kognitiven Metapher? Modelle sind mit klarer Absicht konzipiert und im Rahmen bestimmten wissenschaftlichen Theorien bewusst hergestellt worden. Es ist daher, zumindest für den kompetenten Benutzer, eindeutig umrissen, welche der Eigenschaften des Modells Eigenschaften des modellierten Gegenstands repräsentieren und welche nicht. Ebenso wird ein kompetenter Benutzer erkennen, welche Eigenschaften der Wirklichkeit im vorliegenden Modell unberücksichtigt bleiben. Bei der kognitiven Metapher verhält es sich anders: Ihre Reichweite besitzt keine eindeutige Grenze, denn sie ist kein Produkt einer

expliziten wissenschaftlichen Theorie. Es ist nicht von vornherein gesagt, welche Aspekte der Metapher für den metaphorisch beschriebenen Gegenstand angemessen und welche irreführend sind. Ebenso bleibt unklar, welche Aspekte des Ursprungskonzepts in der Metapher unberücksichtigt bleiben. Aus beiden Aussagen folgt, dass kognitive Metaphern dazu tendieren, ihren Geltungsbereich über die Grenzen der eigenen Angemessenheit hinaus auszuweiten, während sie gleichzeitig bestimmte Bereiche des metaphorisch beschriebenen Konzepts verdecken.

Bedeutet diese Aussage nun, dass sich Biologen unsicher sind, was sie eigentlich sagen wollen oder was sie im Grunde erforschen, sobald sie teleologisches Vokabular anstelle präziser Modelle verwenden? Wie der Erfolg der biologischen Forschung belegt, kann diese Frage verneint werden. Es ist spätestens seit der Mitte des 20. Jahrhunderts nur noch eine semantische Frage, ob teleologisches Vokabular in der Biologie angemessen ist, weil zwischen den Diskutanten keine maßgeblichen Differenzen in Bezug auf die biologische Sachlage mehr bestehen, sondern nur zu der Frage, wie die, von allen akzeptierte, Sachlage am besten beschrieben werden sollte. Wie so oft, wenn abstrakte Begriffe mit gewundener Geschichte auf einen neuen Sachverhalt angewandt werden, entstehen unweigerlich Missverständnisse und Irritationen durch die unterschiedlichen, teilweise widersprüchlichen Bedeutungssplitter, die dieser abstrakte Traditionsbegriff im Laufe der Zeit akkumuliert hat. Ebenso ergeht es dem Wort Teleologie. Menschen verfügen unweigerlich über jeweils unterschiedliche Intuitionen, wenn es um die Frage geht, ob teleologisches Vokabular in der Darwin'schen Evolutionstheorie weiterhin eine Berechtigung haben sollte.

Die Mehrzahl der Autoren hält eine teleologische Sprache immer noch für im Grundsatz angemessen. In seinem Übersichtartikel stellt Wouters (2005) eine Liste von 15 Intuitionen zusammen, die im Laufe der Jahre von den Autoren für angemessene Funktionszuschreibungen in der Biologie eingefordert werden. Im weiteren Verlauf der Arbeit werde ich **drei Merkmale des teleologischen Denkens** vorstellen, die metaphorisch auf den Bereich der belebten Natur übertragen werden: **Normsetzung, multiple Realisierbarkeit und zweckmäßige Genese**. Diese drei Merkmale stammen aus dem Bereich unseres Nachdenkens über absichtsvolles menschliches Handeln.

Durch die Metaphernhaftigkeit der Teleologie in der Biologie stellt sich die Frage, in welchen Zusammenhängen welche biologische Aussage im Einzelnen in metaphorisch-teleologisches Vokabular gekleidet wird und welche Ähnlichkeiten zwischen dem menschlichen und dem biologischen Bereich diese Übertragung nahelegen. Es lassen sich drei Anlässe identifizieren, an denen uns teleologische Redeweisen begegnen. Ihnen entspricht jeweils ein bestimmter Ausschnitt des teleologischen Denkens. Dieser Ausschnitt korrespondiert strukturell mit bestimmten biologischen Sachverhalten. Jener Ausschnitt ist es daher, der metaphorisch übertragen wird, unabhängig von der Frage, ob ich oder meine Leser diese Ausdrucksformen nun persönlich als stilistisch gelungen, didaktisch hilfreich oder semantisch passend empfinden. Ich möchte diesen Ansatz, Anlässe für die Metaphernbildung zu kennzeichnen, Rekonstruktion nennen, weil ein bereits im Umlauf befindliches teleologisches Begriffssystem der Alltagssprache in drei neue Konzepte aufgespalten wird.

Gleichzeitig möchte ich darlegen, dass das Konzept wie es bisher verwendet wurde, in sich widersprüchlich ist, weil es auf einer metaphorischen Übertragung aus dem Bereich der Artefakte beruht, die nicht reibungslos auf die Aussagen der Biologie zu übertragen sind. Der Versuch, eine solche passgenaue Übertragung zu leisten, hat die Debatte über den Funktionsbegriff allzu lange in den Bann gehalten. Dieser Versuch findet sich unter der Überschrift der Naturalisierung (Schark, 2016).

In den folgenden beiden Abschnitten möchte ich die beiden gerade skizzierten Metaphern der Biologie, Artefaktmetapher und Handlungsmetapher, in ihrer heutigen Gestalt genauer untersuchen.

2.1.1 Die Artefaktmetapher

Es gehört zu den Grundbeobachtungen, dass zwischen den Funktionszuschreibungen der Biologie und denen der menschlichen Erzeugnisse einige Ähnlichkeiten gibt. So wird das Auge gewohnheitsmäßig mit einer Kameralinse verglichen, die Hand mit einem Greifwerkzeug und das Herz mit einer Pumpe. Diese Art von Vergleichen ist uns bereits seit der Antike wie z. B. bei Aristoteles (1970) bekannt und wurde schließlich in der mechanistischen Philosophie der Neuzeit zum dominierenden

Lewens (2004) nennt diese Sichtweise auf Lebewesen nicht Artefaktmetapher, sondern Artefakt-Modell. Ich möchte jedoch lieber von der Artefaktmetapher sprechen, weil es sich nicht um ein einschlägiges Modell der Naturwissenschaft handelt. Modelle, sowohl konkrete Anschauungsmodelle als auch Denk-Modelle, sind aus der empirischen Forschung entstandene Schöpfungen von Wissenschaftlern, um bestimmte Ziele zu erreichen, etwa eine didaktische Illustration oder Prognose. Stets sind Modelle mit deutlichen Gültigkeitsgrenzen ausgestattet, die der einzelne Wissenschaftler aus den Augen verlieren mag, die aber doch im Design des Modells explizit waren. Modelle sind also kognitiv transparent. Aus diesem Grund möchte ich nicht von einer Analogie sprechen. Analogien sind in ihrem Geltungsbereich stets begrenzt und nennen diese Aspekthaftigkeit offen. Metaphern hingegen, zumindest die kognitiven Metaphern im Sinne von Lakoff and Johnson (1980/1997), verhalten sich völlig anders: Sie beruhen auf einer nur intuitiv ausgedrückten Wahrnehmung von Ähnlichkeit zwischen einem unanschaulichen und einem anschaulichen Bereich der Wirklichkeit. Eine einmal gegebene Gleichsetzung ermutigt dazu, neue metaphorische Schlüsse zu ziehen und auf kreative Weise neue Aspekte des metaphorisch verstandenen Konzepts unter dem Bezugssystem der Metapher zu deuten. Sie besitzt also gerade keine eindeutige Grenze und transparente Struktur. Metaphern sind anders als Modelle nicht das Ergebnis von wissenschaftlicher Forschung, sondern werden über unseren lebensweltlichen Umgang mit der Realität und dem alltäglichen Gespräch unbewusst geformt und bewähren sich dort. Daher können Ausdrücke, die sich aus Metaphern resultieren, wissenschaftliche Umwälzungen unangetastet überstehen und andererseits auch an Bedeutung einbüßen, ohne dass es dafür eine zwingende wissenschaftliche Begründung gäbe.

Zunächst möchte ich drei Merkmale für Artefakte nennen, die in metaphorischer Weise auf Organismen übertragen werden. Die interne teleologische Betrachtung bezieht sich stets auf

einen Designplan und die externe teleologische Betrachtung setzt das Artefakt in Beziehung zu den Absichten von Designern.¹⁷

(1) Normsetzung: Artefakte dienen dem Erreichen bestimmter externer Zwecke. Ein Artefakt kann beim Erreichen dieses Zwecks erfolgreich sein, aber auch scheitern. Der externe Zweck erlegt dem Artefakt bestimmte Normen im Sinne von Kriterien für Erfolg und Misserfolg auf. Außerdem orientiert sich die Gestaltung eines Artefakts an einem bestehenden Designplan. Auch dieser Plan legt dem Artefakt interne Normen auf, mit denen es als intakt oder defekt beurteilt werden kann.

(2) Funktionale Äquivalente: Ein Zweck kann mit unterschiedlichen Artefakten angestrebt werden, die eine äquivalente Funktion ausführen. Diese Aussage gilt für Artefakte als Ganzes, also auch für ihre Einzelteile, die bestimmte Rollen für komplexere Artefakte spielen. Neben der materiellen und strukturellen Möglichkeit der Klassifikation existiert noch eine weitere Dimension der Einteilung, nämlich hinsichtlich der gleichen beabsichtigten Funktionen und den dadurch beabsichtigten Zwecken. Außerdem kann der oben genannte Designplan mit unterschiedlichen Einzelteilen umgesetzt werden. Im Hinblick auf den Plan existiert also die Möglichkeit für interne funktionale Äquivalente.

(3) Zweckmäßige Genese: Artefakte entstehen nicht durch Zufall, sondern der angestrebte Zweck ist zumindest eine Ursache ihres Entstehens, auch wenn die Art und Weise, wie diese Entstehung vonstattengeht, höchst vielfältig sein mag. Daher taucht die Absicht auch als ein Faktor auf, häufig sogar als ein aufschlussreicher Faktor, wenn es um Erklärungen der Existenz des Artefakts geht.¹⁸ Es kann von der internen und der externen zweckgerichteten Genese gesprochen werden. Die externe zweckgerichtete Genese besteht in der Genese des Designplanes selbst aufgrund von bestimmten mit dem zukünftigen Artefakt verbundenen Absichten. Aus der ausschließlich internen Perspektive ist es der Designplan, der den Herstellungsprozess des konkreten Artefakts informiert, etwa als Instruktion für Arbeiter oder als Programm für Industrieroboter.

Übertragen auf biologische Merkmale, seien es Organe, Zelltypen, Verhaltensweisen usw., bedeutet dies, dass auch in der Natur erstens eine Normsetzung, zweitens die Möglichkeit zu funktionalen Äquivalenten und drittens sogar eine zweckmäßige Genese angenommen wird: Es fällt uns leicht, von einem Herzversagen zu sprechen, ebenso wie wir sagen, dass eine technische Pumpe versagt hat. Außerdem können wir in der Biologie funktionale Kategorien

17 Mit drei Kennzeichen von Artefakten ist nicht gemeint, eine metaphysische Wahrheit über die Ontologie von Artefakten auszudrücken, geschweige denn, es gäbe keine alternativen Aufschlüsselungen für die Kennzeichen von Artefakten. In neuerer Zeit wird bisweilen philosophische Kritik an den Kriterien dieser Art laut, insbesondere an der starken Betonung eines zugrundeliegenden Zwecks für das Verständnis von Artefakten. Perlman (2009) mahnt etwa dazu, mehr ins Auge zu fassen als die Absichten von Designern. Diese Versuche dienen insbesondere dazu, einen univoken Begriff von „Funktion“ zu formulieren, der auf Artefakte und biologische Merkmale gleichermaßen anwendbar sein soll. Da die (ohnehin metaphorischen) Verweise auf „Zwecke“ und „Absichten“ gelten in der Biologie als illegitim und müssen daher in Bezug auf Artefakte eliminiert oder zumindest relativiert werden.

18 Ich trenne nicht scharf zwischen der Annahme einer Erklärbarkeit (epistemische Behauptung) und der Verursachung (metaphysische Behauptung) des Artefaktes durch Zwecke.

nutzen, um völlig unterschiedliche biologische Phänomene und Objekte hinsichtlich einer gleichartigen Funktion nebeneinander zu stellen. Das Konzept der biologischen Analogie drängt sich auf, aber auch weitläufigere funktionale Kategorien wie „Sinnesorgan“ oder „Paarungsverhalten“ bilden solche funktionalen Kategorien ab.

Es ist leicht zu erkennen, dass sowohl im Bereich der Artefakte als auch im Bereich der Biologie die Nennung von und die Suche nach Funktionen im Mittelpunkt stehen. Wenn es im Folgenden also darum geht, dass biologische Merkmale nach dem metaphorischen Bild von Artefakten konzeptualisiert werden, bildet der gemeinsame Ausdruck „Funktion“ den Schwerpunkt dieser Gleichsetzung.

Es ist verführerisch, einen univoken Begriff von Funktion zu suchen, der auf notwendigerweise abstrakter Ebene eine fundamentale Gemeinsamkeit des biologischen und des technischen Gebrauchs unterstellt. Im weiteren Verlauf der Arbeit werde ich darstellen, dass diese metaphysisch motivierte Agenda die Geistesgeschichte durchzieht, in der Vormoderne häufig in der Form, dass die biologischen Phänomene sich einer Artefaktkategorisierung unterordnen mussten, sei es, weil sie auf die Absichten einer personalen Gottheit zurückgehen oder der Ausdruck eines unpersönlichen Weltgesetzes sind.

In dieser Arbeit möchte ich plausibel machen, dass es sich beim Funktionsbegriff in der Biologie und mit der gesamten Ähnlichkeit des Artefakt Denkens um eine metaphorische Übertragung handelt. Für die metaphorische Natur des biologischen Funktionsbegriffs sehe ich drei Anhaltspunkte, die sich auf die Eigenschaften von kognitiven Konzeptmetaphern nach Lakoff and Johnson (1980/1997) beziehen: (1) Artefakt Denken besitzt Theorieunabhängigkeit, (2) Artefakt Denken dient als Handlungsanleitung, und (3) Artefakt Denken verdeckt bestimmte Aspekte des Themas.

(1) Zur Theorieunabhängigkeit: Die Frage, welche Funktionen in der Biologie zugeschrieben werden, variiert offensichtlich mit dem Wissen über den einzelnen betrachteten Sachverhalt, ist aber bemerkenswert unabhängig von wechselnden Hintergrundtheorien in der Biologie, insbesondere von der Evolutionstheorie. Diese Aussage deutet darauf hin, dass es sich beim Funktionsbegriff nicht um einen biologischen Fachausdruck handelt oder um ein bewusst konstruiertes naturwissenschaftliches Modell, sondern um ein nicht biologisches Konzept, das auf die Biologie übertragen wird. Eine Metapher entspricht einem solchen nicht wissenschaftlichen, übertragenen Konzept.

Als Beleg, dass die Verwendung des Begriffs der „Funktion“ erfolgreich sein kann, also relevante Aussagen enthält, obwohl die jeweiligen naturwissenschaftlichen Annahmen zwischen Sprecher und Rezipient völlig anders sind, möchte ich an die Entdeckung des Blutkreislaufs durch Harvey erinnern:

In de Motu Cordis, ch. 8, Harvey asserts that the function of the heart and blood is the nourishing, activating, and warming of the body as a whole but puts off a full explanation until a discussion of final causes. However, the promise of this discussion is not fulfilled in de Motu Cordis. (Gorham, 1994, S. 212)

R. G. Millikan (1989/1998) nennt in ihrer Abhandlung des Funktionsbegriffs L. Wright (1976), Boorse (1976), E. Nagel (1977/1998) sowie Bigelow and Pargetter (1987/1998), die sich alle

dieses Beispiels bedienen. Die Argumentation dieser Autoren verläuft sinngemäß wie folgt: Harvey entdeckte, dass es die Funktion des Herzens ist, Blut zu pumpen. Moderne Ärzte und Biologen sehen bis heute keinen Grund, diese Aussage anzuzweifeln. Dies ist insofern bemerkenswert, als Harvey im 17. Jahrhundert lebte, also lange bevor die modernen Evolutionstheorien entstanden oder auch nur die Vorstellung über eine irgendwie geartete Naturgeschichte vorlag. Nun stimmen zahlreiche, wenn nicht sogar die überwiegende Mehrheit der Biologen Dobzhanskys berühmter Aussage zu: „*Nothing in Biology Makes Sense except in the Light of Evolution*“ (Dobzhansky, 1973). Offensichtlich ist Harveys Unkenntnis über die moderne Evolutionstheorie seinerzeit nicht hinderlich für die allgemeine Anerkennung seiner Entdeckung, die durch die moderne (evolutionär informierte) Anatomie auch nicht etwa zu einem glücklichen Zufallstreffer herabgewürdigt wird, sondern – so wie sie gemeint war – weiterhin ihre Gültigkeit behält. Die wesentliche Erkenntnis aus dieser Geschichte, so sehen es die von Millikan zitierten Autoren, sei nun, dass Funktionsaussagen völlig unabhängig seien von Aussagen über die Naturgeschichte oder von vielen sonstigen Annahmen über die Welt. Es sei demnach unmöglich, eine Definition von Funktion zu fordern, die sich notwendigerweise auf Evolution oder irgendeine andere naturhistorische Hintergrundannahme bezieht. Neander (1991/1998) setzt sich ausführlich mit diesem Beispiel auseinander und gelangt zu der abweichenden Erkenntnis, dass Begriffe in den jeweiligen Epochen koextensiv sein können, auch wenn sie auf jeweils anderen Hintergrundannahmen beruhen.

Harvey obviously did not have natural selection in mind when he proclaimed the function of the heart, but that does not show, that modern biologists do not have it in mind. [...] Harvey will have supposed that biological parts and processes were the result of some sort of selection process (such as design by God). (Neander, 1991/1998, S. 322)

Neander vermutet im Anschluss an Larry Wright, dass es mehrere Hintergrundannahmen gibt, die, wie es sich nun einmal ergeben hat, gleichartige Funktionszuschreibungen legitimieren. Diese Hintergrundannahmen können sich also wandeln, während sich die Zuschreibungen dadurch nicht verändern. Harvey und seine modernen Nachfolger vertreten aus ihren jeweiligen geistesgeschichtlichen Kontexten heraus bloß kontingenterweise eine ähnliche Hintergrundannahme über biologische Organismen. Sie heben die wechselseitige Notwendigkeit des Herzens für das Überleben oder die Ausrichtung des Blutkreislaufs auf den Erhalt des Gesamtsystems für die Funktion des Herzens hervor. Diese Erkenntnis gilt jedoch nicht für die Geräusche des Herzens, um ein klassisches Gegenbeispiel zu nennen. Tatsächlich würden wir erwarten, dass ein neues wissenschaftliches Paradigma neue Begriffe und Konzepte einführt und auch im Fall konvergenter Betrachtungsweisen zu seinem Vorgänger zumindest neue Begriffe einführt. So ist es im Falle der Evolutionsbiologie geschehen: Konzepte wie „Selektion“, „Drift“, „Fitness“ usw. haben sich aus dem evolutionären Blick auf biologische Merkmale herausgebildet und ergeben nur in diesen Zusammenhängen Sinn. Der Begriff „Funktion“ passt jedoch nicht in diese Reihe. Die Debatte

unter Philosophen, die sich als Naturalisten verstehen, zeigt bereits, dass es sich nicht um ein weiteres evolutionsbiologisches Fachkonzept handelt, das koextensiv ist zu einem anderen kreationistischen und das auch den gleichen Namen trägt. Für plausibler halte ich die Deutung der von Millikan erwähnten Autoren, wonach der Funktionsbegriff erst einmal eine Sicht auf Lebewesen ausdrückt, die von wechselnden wissenschaftlichen Paradigmen unabhängig ist und sich im Laufe der Geistesgeschichte erhalten kann. Konzeptmetaphern besitzen genau diese Unabhängigkeit.¹⁹

(2) Zur Handlungsanleitung: Wie bei Metaphern üblich kann der Funktionsbegriff im Laufe der Verwendungsgeschichte unser Handeln leiten und sogar zu immer wieder neuen Vorhaben motivieren, wenn er weitergedacht wird. Die Artefaktmetapher erlaubt uns, bestimmte Fragen in Bezug auf Lebewesen zu stellen, die als mechanistisch zu verstehen sind. Wie bei Artefakten wird durch die Artefaktmetapher rationale Erklärbarkeit in Aussicht gestellt, und zwar sowohl im Sinne einer Aufklärung der kausalen Prozesse als auch im Hinblick auf die rationale Gestaltung zur Erreichung eines Zwecks. Dieser Zweck wird in Bezug auf Lebewesen als Überleben, Gedeihen, Fortpflanzung u. ä. begriffen. Daniel Dennett benennt die Analogie zwischen technischem Artefakt und biologischem Merkmal mit dem Schlagwort „*Biology is Engineering*“:

The idea that a study of living forms is at least a close kin to engineering has been available since Aristotle's own pioneering investigation of organisms, and his analysis of teleology, the fourth of his causes, but only since Darwin has the idea begun to come into focus. It is quite explicit, of course, in the Argument from Design, which invites the observer to marvel at the cunning interplay of parts, the elegant planning and exquisite workmanship of the Artificer. (Dennett, 1995, S. 187-188)

Außerdem gewährleistet die Artefaktmetapher die Möglichkeit der Intervention und Umgestaltung bis hin zur vollkommenen Neuerschaffung, wie wir auch bei Artefakten handwerklich eingreifen können und sie nach Belieben nachbauen können. Wir unterstellen mit der Artefaktmetapher ein Geschehen, bei dem Artefakte als Lösungen für Probleme (*design problems*) verstanden werden. Bei der Artefaktmetapher verfahren wir ähnlich, indem wir Designprobleme beschreiben, die „die Natur“ im Evolutionsprozess mithilfe von Adaptationen löst. Ein solches Designproblem ist etwa die Fortbewegung von Säugetieren nach der Annahme einer aquatischen Lebensweise. Die Lösung dieses Problems ist die evolutionäre Entwicklung einer fischähnlichen Anatomie. Im Rahmen der Artefaktmetapher und der damit verbundenen Denkweise in Designproblemen können Forscher die gleichen

¹⁹ Damit ist nicht die Möglichkeit ausgeschlossen, dass Konzeptmetaphern in einer Gesellschaft zurückgedrängt oder nicht mehr verwendet werden. Diese Entwicklungen könnten zumindest mittelbar auch durch Veränderungen in den Naturwissenschaften entstehen. Dafür sind jedoch zunächst unabhängige gesellschaftliche Veränderungen entscheidend, die die naturwissenschaftlichen Umwälzungen aufgreifen. Beim Funktionsbegriff sind diese Prozesse jedenfalls nicht eingetreten. Er blieb von den Umwälzungen der Biologie im 19. und 20. Jahrhundert unbeeindruckt.

Methoden anwenden, die mit dem ingenieurstechnischen Erforschen von unbekanntem Artefakten verbunden sind: *reverse engineering* und *adaptive thinking*. Lewens (2004) formuliert beide Herangehensweisen im Anschluss an Griffith (1996):

Reverse-engineering seeks to infer both the problems posed by an organism's environment and the constraints on what solutions could be adopted to those problems from data regarding observed organismic traits. Adaptive thinking reverses the direction of inference and seeks to use knowledge of adaptive problems faced by an organism to predict likely solutions that will have emerged to meet those problems. (Lewens, 2004, S. 40)

Reverse engineering beschreibt die Suche nach plausiblen Problemen für die vorgefundenen, von vornherein als Lösungen aufgefassten Merkmale. Adaptives Denken ist demgegenüber die Suche nach plausiblen Lösungen für vorgefundene, als Probleme verstandene Umweltfaktoren. Im ersten Fall ist die empirische Untersuchung von biologischen Merkmalen der Ausgangspunkt der Überlegung. Im zweiten Fall ist hingegen die Annahme von Herausforderungen im Sinne von Zwecken der Ausgangspunkt und die Richtung für die anschließende Untersuchung von Merkmalen. Dementsprechend werden wir der Methode des adaptiven Denkens im Fall der externen Diskriminierbarkeit begegnen.

In unzähligen heutigen Forschungsvorhaben und insbesondere in deren populärer Aufarbeitung wird die Praxis vom metaphorischen *reverse engineering* spürbar. Seitdem Otto Lilienthal (1889) sich durch den Flug des Storchen zu seinen eigenen Flugexperimenten inspirieren ließ, ist die quasitechnische Analyse von biologischen Merkmalen auf technische Probleme zu einem eigenen Wissenschaftszweig geworden. Diese Strategie bietet unter dem Stichwort der Bionik Anknüpfungspunkte für Materialwissenschaften, Fahrzeugbau und sogar Logistik. Populäre Beschreibungen der Bionik sparen daher auch nicht mit der Verwendung der Artefaktmetapher: „Die genialsten Erfindungen Der Natur: Bionik für Kinder“ (Belzer, 2010), „Bionik: High-Tech aus der Natur“ (Benett & Tanaka, 2016) und „Bionik Revolution: Die besten Ideen der Natur“ (Capener, 2012), um nur einige der aktuellen Publikationen für ein breites Publikum zu nennen.

Die synthetische Biologie hingegen versteht sich vollends als eine Ingenieurskunst des Lebens. Ein prominentes Exponat dieser Denkrichtung ist sicherlich Craig Venter, dessen Arbeitsgruppe 2010 den Mikroorganismus *Mycoplasma mycoides JCVI-syn1.0* entwickelte, indem sie ein zuvor künstlich synthetisiertes Genom von *mycoides* in die Zelle des nahe verwandten Organismus *Mycoplasma capricolum* einbauten (Gibson et al., 2010). Auch in dieser Disziplin zeugen populärwissenschaftliche Bücher von der Faszination für die Bio-Ingenieure, dem Spiel mit der Artefaktmetapher und sogar der implizierten Krypto-Teleologie²⁰ des Wortes „Schöpfung“. So finden wir Titel wie „Die neue Schöpfung: Wie Gen-

²⁰ Krypto-Teleologie ist ein Begriff von Engels (1982), mit dem eine unbewusste, nur implizit wirksame teleologische Denkungsart bezeichnet wird.

Ingenieure unser Leben revolutionieren“ (Fritsche, 2013) oder „Synthetische Biologie. Der Mensch als Schöpfer?“ (Schrauwens & Kamphuis, 2013).

Ein prägnantes Selbstzeugnis über die Nutzung der Artefaktmetapher als Handlungsanleitung für wissenschaftliche Forschung ist die Forschergruppe *Artico*, die es sich zur Aufgabe gemacht hat, standardisierte Methoden (*compartment toolboxes*) zur Modifikation von Hefezellen zu liefern. *Artico* stellt ihre Agenda mit folgenden Worten der Öffentlichkeit vor:

Have you ever looked at an airplane and thought about how intricately each part has to be designed to fit into the overall machine? Engineers have long used the technique of designing, testing and redesigning components of larger machines in order to improve them. Because they understand every detail of the machine, they are able to accurately predict the behavior of each part. This has led to the development of ever-more useful tools.

Every Biologist dreams of being able to utilize this process with the same efficiency. They spend a whole lot of time planning the part and its function in the respective organism. Then they integrate the part and find out that it either doesn't work, kills the cell, or causes unexpected reactions. This is because most of the time the organism is not completely understood and there is interference with some part of the natural metabolism. Our aim is to solve this problem! Our team, "artico", which stands for artificial compartments, has created a fully customizable cell compartment toolbox which can be used to create a reaction room inside a cell tailored exactly to the user's needs. (Artico, 2017)

Dieser Text wurde im Rahmen der *International Genetically Engineered Machine Competition* (iGEM) verfasst. In einem solchen Wettbewerb spielt auch die eindrückliche graphische Präsentation mit der Artefaktmetapher eine Rolle: Das Logo von iGEM zeigt beispielsweise eine stilisierte Zelle, die innen und außen von Zahnrädern durchsetzt ist (Abbildung 3). *Articos* Logo wiederum zeigt Membranrezeptoren, deren Formen an Schraubenschlüssel oder Zangen erinnern.

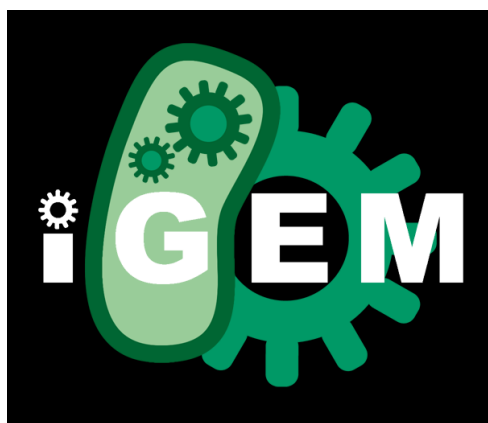


Abbildung 3: Logo des Biotechnik-Wettbewerbs iGEM

Ganze Organismen werden in der Bio-Ingenieurwissenschaft als Werkzeuge des Menschen umdefiniert, so etwa in Projekten, die entweder Roboterdrohnen auf Basis eines Insektenbauplans entwickeln oder wirkliche Insekten manipulieren, die sich durch eine chirurgische Implantation von elektronischen Bauteilen ins Nervensystem direkt über Funk steuern, also als lebende Drohnen zum Einsatz kommen. *Hybrid Insect Micro Electromechanical Systems* (HI-MEMS) oder Cybugs werden solche Mischungen aus Artefakt und Lebewesen etwa bei der US-Militärforschungsbehörde DARPA genannt (McMichael, 2006).²¹ Die abstrakte Bezeichnung „System“ für solcherart modifizierte Wesen deutet bereits die Unsicherheit hinsichtlich des ontologischen Status an: Handelt es sich noch um ein Lebewesen oder bereits um ein Artefakt? Der Designtheoretiker Schäffler (2010) prägte für diesen neuen Blick auf die Natur den Ausdruck *Design Turn*.

(3) Zur Verdeckung bestimmter Aspekte: Durch ihr gemeinsames metaphorisches Verständnis von biologischen Merkmalen als Artefakte ergibt sich, dass ein kreationistischer und ein evolutionistischer Arzt über die Funktionen des menschlichen Körpers in der Regel nicht in einen Streit geraten würden. In Einzelfällen mag ein solcher Streit dennoch entbrennen, wenn es etwa um die Funktion oder Nichtfunktion von Rudimenten geht, wie beispielsweise den menschlichen Weisheitszähnen oder des Steißbeins. Diese Aussage gilt auch für die merkwürdigen Unvollkommenheiten des Designs, die aus rein funktionalen Gründen nicht notwendig zu sein scheinen. Immer wieder zitiert wird als Argument für ein „unvollkommenes Design“ der blinde Fleck im menschlichen Auge, der durch den unzweckmäßig wirkenden Verlauf des Sehnervs zwischen Linse und Netzhaut verschuldet wird (Dawkins, 1986/1987). In diesen Fällen wird der Kreationist eine teleologische Begründung suchen, die diesem Design einen Nutzen für das menschliche Leben beimisst. An Versuchen hat es zumindest nicht gemangelt, wovon die Existenz kreationistischer „Wissenschaftszeitschriften“ wie dem US-amerikanischen „*Journal of Creation*“ zeugt. Dort wird auch das Beispiel des Sehnervs eingegangen, freilich stets unter der Vorannahme einer fundamentalistischen Artefaktmetaphysik (Gurney, 1999).

Der Evolutionist kennt nicht die Notwendigkeit, in jedem Merkmal eine Anpassung zu sehen: Er kann die Artefaktmetapher, als Metapher wohlbemerkt, anwenden, wenn es ihm plausibel erscheint, muss sie aber beiseitelegen, wenn sich eine andere Erklärung aufdrängt, beispielsweise genetische Drift. Doch was geschieht, wenn diese Enthaltensamkeit bezüglich der Teleologie nicht gelingt? Es liegt nach Lakoff and Johnson (1980/1997) in der Natur einer kognitiven Metapher, dass wir sie nicht erschaffen, um einen eindeutig umrissenen Gegenstand zum Ausdruck bringen, wie es im poetischen Vergleich oder dem naturwissenschaftlichen Modell der Fall ist. Stattdessen bewirkt die Unsichtbarkeit der Metapher im Alltag, dass wir sie überstrapazieren, wo sie fruchtbarere alternative Denkanstöße verdeckt.

²¹ Die Modalitäten dieser Forschung werden naturgemäß nicht in öffentlich zugänglichen Fachzeitschriften kommuniziert. Einen Einblick gewährte DARPA jedoch auf Antrag der US-Politikwissenschaftlerin Meret (2016), als sie von ihrem Recht auf Akteneinsicht nach dem *Freedom of Information Act* Gebrauch machte.

Besonders einprägsam haben die übermäßige Strapazierung einer Metapher Gould und Lowentin in ihrer berühmten Vergleich mit den *sprandels of San Marco* zum Ausdruck gebracht (1978). Die beiden Autoren zogen in ihrem einflussreichen Artikel den Vergleich zwischen den Merkmalen von Organismen und der Architektur der *Basilica de San Marco* in Venedig. In Kathedralen gibt es ein Bauelement namens Bogenzwille (*sprandel*). Es handelt es sich um ein kunstvoll ausgeschmücktes Element in den Winkeln der Kirchendecke, deren Notwendigkeit sich aus der Architektur des Gesamtbaus ergibt. Die Bogenzwille, so argumentieren die Autoren, habe keine Funktion, wie etwa das Tragen kunstvoller Reliefs, sondern sei lediglich ein Nebeneffekt der Art und Weise, wie diese Gebäude gebaut sind. Aufgrund ihrer Existenz können sie von Künstlern auch genutzt werden.

Ähnlich wie bei den Bogenzwillen sei es auch in der Evolutionsbiologie eine Chimäre, nach einer Funktion für alle Einzelheiten eines Lebewesens zu fragen. Diese Gewohnheit, alles unter dem Auge der Funktionalität zu en, nennen die Autoren geringschätzig Adaptionismus. Sie vergleichen diese Überspanntheit mit der Figur des Dr. Pangloss aus Voltaires *Candide* (1759/1844). Dr. Pangloss sucht in allen noch so spezifischen Teilen der Welt eine verborgene Nützlichkeit und versteigt sich dabei in absurde Behauptungen. So sagt er etwa, die spezielle Form der menschlichen Nase habe die Aufgabe, eine Brille zu halten. Gould und Lowentin betonen entgegen des Adaptionismus, dass Forscher Beschränkungen und Notwendigkeiten der Entwicklung (Phylogenese und Ontogenese) stärker in den Blick nehmen sollten.

Lewens (2004) behandelt ausführlich die Schwierigkeiten, die eine unvorsichtige Anwendung der Artefaktmetapher für die Praxis der Biologie haben kann, vor allem im Hinblick auf die Unterschätzung eventueller ontogenetisch bedingter Beschränktheit der Anpassungsfähigkeit. Für die Methode des adaptiven Denkens etwa gilt, dass nicht jede denkbare Lösung auch innerhalb der evolutionären Beschränktheit dieser Art tatsächlich möglich ist. Andernfalls müssten wir uns fragen, warum Zebras keine natürlichen Maschinengewehre besitzen, denn diese wären sicher eine hoch effektive Lösung des „Löwenproblems“, dem sich Zebras gegenübersehen (Lewens, 2004, S. 39).

Wenn es uns also nicht gelingt, die Metapher der artefaktartigen Organisation beiseitezulegen, werden wir zu fruchtlosen Fragestellungen gelangen. Drei Beispiele sollen diese Annahme bestätigen: (1) Das Phänomen der Gendrift, (2) das Vorhandensein von Rudimenten und (3) die Information der DNA.

(1) Das Phänomen der Gendrift zum Standardfall nicht adaptiver Evolution avanciert. Darunter ist zu verstehen, dass sich eine zufällige Auswahl von Individuen einer sehr viel größeren Ursprungspopulation in einem neuen Lebensraum wiederfindet. Die am Standort neu entstehende Population wird wahrscheinlich eine andere Merkmalsverteilung als die Ausgangspopulation besitzen, weil sie nur aus einer kleinen und zufälligen Auswahl hervorgegangen ist. Es wäre aber ein Missverständnis, die Unterschiede beider Populationen adaptionistisch als Folge unterschiedlicher Umweltbedingungen zu deuten. Die Artefaktmetapher kann nicht helfen, diesen Unterschied zu erklären. Ähnlich verhält es sich auf der molekulargenetischen Ebene. Durch zufällige Mutationen verändert sich die Nukleotidabfolge im Genom jedes Lebewesens mit einer bestimmten Rate. Bei nur wenig konservierten Bereichen der DNA bleiben diese Unterschiede erhalten und akkumulieren über

naturgeschichtliche Zeiträume hinweg. Auch hier wäre es irreführend, die adaptionsistische Frage nach der unterschiedlichen Funktion einer ganz speziellen Sequenz gegenüber einer anderen zu fragen. Mehr noch: Statistisch entstehende Sequenzunterschiede dieser Art können dabei helfen, evolutionäre Stammbäume zwischen den Arten zu erstellen. Je unterschiedlicher die Sequenzen homologer Bereiche der DNA sind, desto weiter entfernt in der Evolution stehen beide Arten. Dieser Erkenntnisgewinn bliebe uns verschlossen, wenn wir nicht in der Lage wären, die mit der Artefaktmetapher verbundenen Intuitionen über Funktionalität und Zwecke für bestimmte Fragestellungen abzulegen.

(2) Ein zweites Beispiel ist das Vorhandensein von Rudimenten, bei denen es sich um evolutionäre Überbleibsel handelt, die keine Rolle im Leben der Arten mehr einnehmen, die sie tragen. Ihr Vorhandensein ist im Rahmen der Artefaktmetapher unerklärlich bzw. führt in den Irrgarten panglossischer *ad hoc*-Funktionen (Griffiths, 2007).

(3) Drittens scheint die Hoffnung auf die Erschaffung völlig neuer Merkmale durch Eingriff ins Erbgut voreilig. Schließlich ist das Erbgut nicht ein gradliniges Buch der Natur, das den Bauplan eines Artefakts beschreibt, sondern ein verworrenes Netzwerk von Genen, die durch hochkomplexe regulatorische Beziehungen zwischen Proteinen einen Phänotyp hervorbringen. Dieses *mismatch* zwischen Maschinen und Organismen wurde von Boudry and Pigliucci (2013) beschrieben. Ein Teil dieses *mismatch* ist auch die allzu bekannte Gleichsetzung zwischen einem informationstragenden Schriftstück und dem Genom (Kay, 2001; Levy, 2011).

Diese drei Aspekte von kognitiven Metaphern finden wir im Topos der Artefaktartigkeit von Lebewesen verwirklicht. Es scheint sich bei der Artefaktartigkeit tatsächlich um eine kognitive Metapher von der Art zu handeln, wie sie Lakoff und Johnson beschreiben. Eine analoge Analyse ist bei der Handlungsmetapher möglich.

2.1.1 Die Handlungsmetapher

Die Handlungsmetapher als zweite teleologische Metapher der Biologie ist im Vergleich zur Artefaktmetapher in der Gegenwart wenig präsent. Dennoch steht sie für eine einflussreiche historische Strömung für einen Blick auf Lebewesen und sie bestimmt auch heute noch in vielen Alltagszusammenhängen unseren Umgang mit Lebewesen, insbesondere in Bezug auf das Verhalten von Tieren. Laut der Handlungsmetapher können wir uns das Verhalten des Gesamtorganismus und sogar die körperlichen Prozesse von Lebewesen wie Individualentwicklung, Phylogenese oder Stoffwechsel nach dem Bild einer handelnden Person vorstellen. Die genannten Prozesse von Lebewesen und insbesondere die Lebewesen als Ganzes verfolgen mit ihren Verhaltensweisen bestimmte Absichten. Sie lassen sich durch rationale Wahl nachvollziehen und es wird von einer nicht zufälligen Übereinstimmung zwischen den unterstellten Absichten und den beobachtbaren Prozessen ausgegangen. Dazu gehört, dass es zumindest eine Handvoll tierischer Handlungsabsichten gibt, die von den eigenen menschlichen Absichten nicht grundsätzlich verschieden sind. Außerdem gibt es Handlungsstrategien bei Tieren, um diese Absichten zu erreichen, die wie menschlichen Strategien auch einen gewissen Grad an Rationalität aufweisen.

Wie ähnlich sich Prozesse und menschliche Handlungen tatsächlich sein sollen, wenn die Handlungsmetapher verwendet wird, ist den Anwendern keineswegs bewusst. Es gehört zum

Wesen der Metapher, dass die Verwandtschaft nicht Punkt für Punkt ausbuchstabiert werden kann.

Auch in der Handlungsmetapher gehen die Verwender implizit von den drei Elementen des teleologischen Denkens aus: Normsetzung im Sinne der Bewertbarkeit gegenüber einer Absicht sowie Bedingungen für Gelingen und Misslingen); funktionale Äquivalente, indem unterschiedliche Prozesse zur Verwirklichung einer Absicht führen können; die Genese des beobachtbaren Prozesses durch Absichten.

Als eine Konzeptmetapher verfügt die Handlungsmetapher über folgende drei Eigenschaften: (1) Sie ist weitgehend unabhängig von den jeweils aktuellen wissenschaftlichen Konzepten und Theorien, (2) Sie informiert das Handeln, (3) Sie verdeckt unweigerlich bestimmte Aspekte des beschriebenen Bereichs, die innerhalb der Metapher nicht eingefangen werden können.

(1) Die metaphysische Vorstellung über Lebewesen und ihre Teile als Akteure ist in den traditionellen Erzählungen unterschiedlicher Kulturen präsent: Die überlieferten Geschichten der Ureinwohner Nordamerikas handeln etwa oft von Tieren mit menschlichen Eigenschaften. Die Bibel kennt die listige Schlange im Garten Eden und die sprechenden Tiere der Fabeln gehören zum traditionellen Repertoire der abendländischen Literatur. Zweifellos wurden diese Erzählungen stets unterschieden von der Begegnung mit Tieren in der Alltagswelt, wo sie als Jagd- und Nutztiere dienten oder auch als Bedrohung des Menschen galten. Nichtsdestotrotz zeugen diese Geschichten von der Bereitschaft, Tiere als handelnde Wesen verstehen zu können. Nicht zuletzt diente diese *theory of mind* dem Jagderfolg und dem Umgang mit dem Vieh. In der Antike entwarf Aristoteles eine differenzierte Metaphysik der Seele, in der den Pflanzen, Tieren und Menschen gemeinsame Seelenteile zugesprochen wurden, die zumindest einen begrenzten Vergleich zwischen den Verhaltensweisen von verschiedenen Lebewesen erlaubten (Aristoteles, 1995c). Während die frühe Neuzeit durch die Dominanz der Artefaktmetaphysik geprägt war (Sutter, 1988), kehrte die Vorstellung von handelnden Lebewesen in den vitalistischen Vorstellungen des späten 18. und frühen 19. Jahrhunderts zurück (Lenoir, 1989).

Ähnlich wie der Darwinismus die Artefaktmetaphysik in eine Artefaktmetapher transformierte, so verwandelte die mechanistische Physiologie und die naturwissenschaftliche Verhaltensbiologie die Handlungsmetaphysik zu einer Handlungsmetapher. Doch die radikale Verschiebung des Theoriehintergrunds hat die teleologischen Redeweisen der Handlung nicht beseitigt. Im Gegenteil, gerade im modernen Bereich der Zell- und Molekularbiologie wird die Tätigkeit von mikroskopischen Einheiten teleologisch beschrieben: Lymphozyten sammeln Informationen über Krankheitserreger, Makrophagen jagen Eindringlinge, Hormone geben Befehle an Gewebszellen usw. Stets sind diese Ausdrucksweisen uneigentlich, weil Biologen keineswegs sagen wollen, dass Zellen und Moleküle schlichtweg handelnde Wesen sind. Ebenso wenig sind diese Formulierungen aber auch das Ergebnis einer bewusst gewählten Modellvorstellung. Sie sind vielmehr Ausdruck einer kognitiven Metapher einer unbewussten, intuitiven Gleichsetzung, die uns jedoch keine ontologischen Verpflichtungen auferlegt und unabhängig von unserem Weltbild angewendet werden kann.

(2) Die Artefaktmetapher legt uns nahe, ein Lebewesen in der Art eines Artefakts zu behandeln und zu bewerten. Die Handlungsmetapher hingegen legt uns andere Handlungsintuitionen nahe: Die Akteursartigkeit von Lebewesen schreibt uns moralische Verpflichtungen vor, weil wir es gewohnt sind, über die Interessen und Motive von Akteuren Rechenschaft abzulegen. So fühlen wir uns zu einer Rechtfertigung genötigt, sobald wir in Form von Gefangenschaft oder Nutzung die freien Handlungsmöglichkeiten von Lebewesen beschränken, insbesondere, wenn es sich um Wirbeltiere handelt, die wir zu den hochentwickeltesten Geschöpfen zählen. Die Verpflichtung ist nun wohlbemerkt nicht derart, dass alle diese Handlungsweisen grundsätzlich verwerflich wären, nur weil wir Lebewesen als Akteure betrachten. Aber bereits die empfundene Notwendigkeit einer Rechtfertigung spricht für eine Akzeptanz der Akteursartigkeit von Lebewesen. Bei der Lenkung von Tieren gehen wir ebenfalls von akteursartigen Annahmen aus. So locken wir Tiere mit Nahrung, weil wir davon ausgehen, dass Tiere „die Nahrung haben wollen“ und „sich die Nahrung holen“. Vom Umgang mit Haustieren über die Dressur bis zum Design von ethologischen Experimenten gehen wir davon aus, dass tierisches Verhalten weitgehend genauso behandelt werden kann wie menschliches Handeln.

(3) Die Handlungsmetaphysik, die noch in der thomistischen Naturphilosophie des Mittelalters vorherrschte, hat sich in der naturwissenschaftlichen Biologie der Neuzeit nicht halten können, sondern wurde von der Artefaktmetaphysik verdrängt. Der Grund, den mechanistische Autoren wie Descartes (1664/1699) und Bacon (1623/1829) nennen, ist die mangelnde Erklärungskraft dieser Sicht auf Lebewesen. Das Verhalten rückwirkend durch eine Absicht zu erklären, eben dieses Verhalten zu zeigen, ist zwar eine hochtrabende Paraphrase des Verhaltens, leistet aber keine Erklärung. Die Ziele der mechanistischen Philosophie, das Geschehen der Natur zu erklären, zu prognostizieren und schließlich einzugreifen, werden erst durch die konsequente Anwendung der Artefaktmetaphysik ermöglicht. Eine analoge Kritik äußerten im späten 19. Jahrhundert die Materialisten unter den Biologen an den vitalistischen Vorstellungen, die zu Beginn des Jahrhunderts vorherrschend geworden waren (Bayertz, Gerhard, & Jaeschke, 2012b). Diese Kritik der Mechanisten und Materialisten an der Handlungsmetaphysik werde ich im folgenden Abschnitt weiter ausführen.

2.2 Die Stellung von Metaphern in den Naturwissenschaften

Bis hierhin habe ich das Konzept der kognitiven Metaphern nach Lakoff und Johnson beschrieben und vorgeschlagen, teleologische Ausdrucksweisen in der gegenwärtigen Biologie als solche Metaphern zu begreifen. Es wäre jedoch vermessen, diese Ausdrucksweisen aufgrund ihrer Metaphernnatur als bloße Sprachornamente oder gar als irreführende Relikte einer vergangenen Metaphysik zu diskreditieren. Stattdessen habe ich dafür geworben, sie als nützlich für die biologische Praxis anzuerkennen, auch wenn ich ihren Nutzen bisher noch nicht ausführlich darlegen konnte. Ein Indiz war bereits ihre Gegenwart in einer Wissenschaft. Der Wissenschaft sollten wir zutrauen, Sinnloses von Sinnvollem und Überflüssiges vom Notwendigen zu unterscheiden.

Ich habe umrissen, dass es nützliche kognitive Metaphern innerhalb der Wissenschaften gibt. Bevor es nun um die beiden teleologischen Metaphern geht, steht zunächst eine allgemeinere

Frage im Mittelpunkt: Wie gelangen kognitive Metaphern in eine Wissenschaft hinein und welche Voraussetzungen müssen hierfür gegeben sein? Für die Beantwortung dieser Frage werde ich zwar keine Metapher oder ein Modellvorstellung, aber zumindest einen Vergleich aus dem Bereich der Biologie heranziehen: die Endosymbiose von Zellorganellen. Die primäre Zielrichtung der Metapherntheorie von Lakoff und Johnson ist nicht wissenschaftstheoretisch oder epistemologisch. Vielmehr liegt ihr Augenmerk auf Metaphern als einem kognitionswissenschaftlichen Phänomen sowie auf den psychologischen und gesellschaftlichen Wirkungen, die kognitive Metaphern hervorbringen. Die folgende Darstellung ist kein Teil ihrer Metapherntheorie oder eine zwingende Schlussfolgerung aus dieser Theorie. Ich verstehe sie als eigenständige Vorstellung, die die Gegenwart und Nützlichkeit von kognitiven Metaphern in der Wissenschaft plausibel machen soll.

2.2.1 Metaphern als Fremdkörper in der Wissenschaft?

Die angelsächsische analytische wissenschaftstheoretische Tradition ist in Bezug auf Unabhängigkeit der Naturwissenschaft in der Frage häufig „optimistischer“ als die kontinentaleuropäische, was die Determiniertheit durch kulturelle Prägungen angeht. Erinnern wir uns etwa an Hempels Zitat über Teleologie. Hempel zog eine klare Trennung zwischen den Theorien und Ergebnissen der Naturwissenschaften einerseits und der „*phraseology*“ andererseits. Für ihn behält Naturwissenschaft also Autonomie gegenüber der, mit ihr verbundenen, Sprache. Können wir uns Hempels Optimismus anschließen?

Diese Frage wird unterschiedlich zu beantworten sein, je nachdem, wie weit man die Reichweite einer Wissenschaft wie der Biologie fassen möchte. Je mehr Fragen wir als naturwissenschaftliche Fragen reformulieren möchten, umso größer wird die Gefahr, auf Metaphern zurückgreifen zu müssen. Die Entscheidung über die angemessene Reichweite von Wissenschaften läuft auf die Entscheidung für einen bestimmten Stärkegrad des Naturalismus hinaus. Ich orientiere mich an einem mittelstarken Naturalismus, dem die Annahme zugrunde liegt, dass alle Dinge, die Wirklichkeit beanspruchen, zumindest unter bestimmten Gesichtspunkten von den Naturwissenschaften beschreibbar sein müssen. Damit ist aber nicht die Behauptung verbunden, alles was es über die wirklichen Dinge zu sagen gebe, sei auch im Begriffsrahmen der Naturwissenschaften aussagbar. Vielmehr könnte es Aspekte der wissenschaftlich fassbaren Dinge geben, die nicht selbst naturwissenschaftlich zu erfassen sind. Diese Aspekte sind dann möglicherweise nur noch in Metaphern zu erklären.

Es gibt für eine Trennung zwischen dem Binnenbereich der Wissenschaft, in dem ein streng reglementierter Diskurs über einen Gegenstand stattfindet, und einem Außenbereich, in dem sich politische, religiöse, künstlerische und sonstige Diskurse über den gleichen Gegenstand finden lassen. Zwischen beiden Bereichen liegt eine Übergangszone, in der Begriffe in den Binnenbereich eingeführt werden und aus ihm heraustreten.

Innerhalb der wissenschaftlichen Sphäre kann eine Freiheit von Metaphern erreicht werden, insoweit anstelle von Alltagsausdrücken Fachbegriffe zur Anwendung kommen oder aufgegriffene Alltagsbegriffe zu Fachausdrücken transformiert werden. Die Fachausdrücke zeichnen sich dadurch aus, dass sie überhaupt nur innerhalb des wissenschaftlichen Diskurses Sinn ergeben, weil sie stets durch andere Fachausdrücke des gleichen Diskurses definiert sind. Metaphorisch können wir dieses Bild mit einer lebenden Zelle ausdrücken: Der

wissenschaftliche Diskurs nimmt Worte der Alltagssprache in sein Inneres auf und metabolisiert sie mit unterschiedlichem Ergebnis: erfolgreiche Stoffumwandlung, Verharren im Zellkörper oder Ausscheidung. Die erfolgreiche Verstoffwechslung verleiht der Diskurszelle die Fähigkeit, Leistungen zu vollbringen, die für das eigene Überleben und die Proliferation in ihrer Diskursumwelt erforderlich sind. Wir können verschiedene Leistungen als charakteristisch für den wissenschaftlichen Diskurs anführen. Als Kandidaten sehe ich vor allem die Ermöglichung von Erklärungen, Prognosen und Interventionen.

Dieses Bild geht ohne Frage einher mit einem epistemologischen Pragmatismus und Bedeutungsholismus im Sinne von Quine (1951). Quine wandte sich gegen Ansichten des logischen Empirismus und des Wiener Kreises²², wonach es eine eindeutige Beziehung zwischen Beobachtungen und daraus abgeleiteten Beobachtungssätzen oder Protokollsätzen gebe. Aufgrund dieser Linearität konnten für die logischen Empiristen einzelne Sätze einer Wissenschaft für sich gesehen verifiziert werden. Quine hingegen hält die Wissenschaften für Systeme im Sinne von „Diskursen“, die sich nur als Ganzes bewähren oder scheitern. Dieser Anspruch entscheidet sich für Quine pragmatisch am Erfolg, den die Wissenschaft beim Erreichen ihrer Ziele verfolgt.

2.2.2 Transportprozesse von Konzepten

Das Bild der Zelle legt uns nahe, dass die Konzepte der Naturwissenschaften einen gewissen Grad der Abtrennung von anderen Diskursen haben, sodass es möglich ist, Wissenschaft von Nichtwissenschaft zu unterscheiden. Gleichzeitig geht aber aus dem Bild der Zelle auch hervor, dass Transportprozesse in beide Richtungen gegeben sein müssen, damit die Wissenschaften ihre Existenz erhalten können. In der wortwörtlichen Zelle können wir den aktiven vom passiven Stofftransport unterscheiden: Beim Transport nimmt die Zelle unter Zuhilfenahme zelleigener Mechanismen neue Stoffe auf, während beim zweiten Transport der Stoff lediglich hineindiffundiert. Diese Feststellung gilt ebenfalls für den Transport aus der Zelle hinaus. Auch dort können wir aktive Sekretion und passives Ausströmen unterscheiden.

Beim wissenschaftlichen Diskurs können wir unterschiedliche Formen von Transportprozessen unterscheiden: durch den Diskurs selbst gesteuerte, sich passiv ereignende und aktiv angestrebte Vorgänge. Einerseits tauchen innerhalb des Diskurses anhand bereits gewonnener Erkenntnisse neue Fragestellungen auf, die durch Erzeugung neuer Daten aus Experiment, Simulation oder logisch-mathematischer Überlegung in Angriff genommen werden. Die Produkte dieser wissenschaftlichen Vorgänge, die Fachartikel, Vorträge und Lehrbücher bleiben teils im System, teils verlassen sie den wissenschaftlichen Bereich und werden in Wirtschaft, Kultur und Gesellschaft aufgegriffen.

Daneben gibt es aber auch das Einströmen von Konzepten in die Wissenschaft, bei dem sie selbst passiv bleibt. Solche eintretenden Konzepte können unbewusst wirkende Intuitionen

²² Der Wiener Kreis war eine Gruppe von Philosophen im frühen 20. Jahrhundert, die sich unter anderem einer Objektivierung der Sprache der Wissenschaft verschrieben hatten. Ein zentrales Konzept war der sogenannte Protokollsatz im Anschluss an Moritz Schlick. Hierunter wurden Sätze von rein empirischem Inhalt verstanden, die mit keinerlei theoretische Vorannahmen und erst recht mit keinen metaphysischen Prämissen behaftet sein sollten (Uebel, 2006).

der Alltagssprache und der alltäglichen Lebenswelt sein. Sie können aber auch einer dominanten Metaphysik angehören, die mit dem selbstbewussten Anspruch auftritt, dass ihr Einlass gewährt wird. Dem Bild der Zelle folgend könnten wir uns die Foucault'sche Episteme als Umwelt des Diskurses vorstellen, die mit bestimmten Vorstellungen, Werten und Konzepten – den Intuitionen und Metaphysiken – gesättigt ist, sodass sie ohne ein aktives Zutun des Systems in den Diskurs hineindiffundieren und bisweilen sogar mit Macht hineindrängen. Durch die Aufnahme der Episteme-Teilchen verändert sich Wissenschaft zunächst auf eine Art und Weise, die sich nicht aus der Eigenlogik ihres Fortschreitens entlang selbst gesetzter Fragestellungen ergibt. Diese Einsicht legt aber nicht den Verdacht nahe, diese Art der Aufnahme von Konzepten sei schädlich. Der Diskurs ist in der Lage, konstruktiv auf den Einstrom zu reagieren. Wir können uns vorstellen, dass einige dieser Episteme-Partikel schließlich zu Bestandteilen der Wissenschaft transformiert werden, also ihre alte Identität als Fremdkörper verlieren. Andere mögen tatsächlich schädlich sein und werden abgestoßen, wieder andere verbleiben als Fremdkörper im Innern des Diskurses und werden symbiotischer Partner des Diskurses. Eben dieser dritte Fall ist eingetreten, wenn eine kognitive Metapher in einer Wissenschaft Einzug hält. Erst wer Metaphysik betreibt, wird jedoch in der Lage sein, die Fremdkörper auch als solche zu identifizieren. So ist es im späten 19. Jahrhundert geschehen, als eine naturalistische Metaphysik der Natur im Zuge der Evolutionstheorie die teleologische Rede problematisiert.

Wir können Foucaults Diagnose verstehen, wonach der Diskurs und die Episteme bereits von den Wissenschaftlern vorgefunden werden, wenn wir uns klar machen, dass ein Lernender die eingesteten Metaphern bereits als Bestandteil der Wissenschaft kennenlernt. Die Unterscheidung zwischen eigentlicher Wissenschaft und Metapher ist dann möglicherweise nur noch mit der Diskursanalyse oder der „Archäologie des Wissens“ zu treffen.²³

Dieser dritte Fall, also die Einnistung einer Metapher, ist nicht zwangsläufig destruktiv. Vielmehr sollten wir – wiederum metaphorisch gesprochen – parasitäre von symbiotischen Metaphern unterscheiden. Parasitäre Metaphern können wir als illegitime Vorstellungen verstehen, die wissenschaftlichen Fortschritt behindern. Anstatt zum parasitären Verhältnis kann es allerdings auch zu einer geistigen Symbiose als metaphorisches Gegenstück zur Endosymbiose von Mitochondrien und Chloroplasten in Zellen kommen. Ein derartig dauerhaft eingekapseltes Episteme-Teilchen wird, wenn wir der Metapher der Zelle weiter folgen, im Laufe der wissenschaftlichen Entwicklung an Eigenständigkeit einbüßen, wird zunehmend rudimentär werden und auf gewisse Funktionen beschränkt sein, die es im Gesamtsystem leistet. Die Annahme erscheint plausibel, dass auch der wissenschaftliche Diskurs selbst nach der Einverleibung seine Funktionalität ändern und in gewissen Leistungen in Zukunft von den Tätigkeiten des Symbionten abhängig wird. In der Biologie beruhen Symbiosebeziehungen auf gegenseitiger Erhöhung der Fitness. Auch in der Metapher der

23 Eine solche Deutung ist wohl eine Entschärfung von Foucaults Anspruchs, der schließlich zum Ausdruck gebracht hatte, dass die Episteme nicht nur dieses oder jenes Element innerhalb der ansonsten autarken Wissenschaft abbilden, sondern bereits vorgeben, was Wissenschaft jeweils als Wissenschaft zu leisten vermag. Für ihn gäbe es in letzter Konsequenz keine Wissenschaft neben oder abseits der Metaphern.

Diskurszelle erhöht das aufgenommene Episteme-Teilchen die Chance auf den eigenen Fortbestand in der Evolution der Ideen. Durch seine Nützlichkeit erscheint die Anwesenheit des fremdartigen Episteme-Teilchens legitimiert.

So sehe ich auch die Teleologie in der Biologie als einen derartigen geistesgeschichtlichen Symbionten: In bestimmten Situationen erfüllen teleologische Denkmuster nützliche Aufgaben in der Biologie. Wir sollten aber nicht annehmen, dieser Symbiont sei immer noch in der Lage, selbstständig zu funktionieren, und biete auch heute ein für sich stehendes, möglicherweise sogar der Naturwissenschaft entgegengesetztes gedankliches System.

2.2.3 Schicksal von in die Wissenschaften aufgenommenen Konzepten

Keine naturalistische Metaphysik hat bisher bewirkt, dass die funktionierende Praxis der Biologie aufgegeben wurde, teleologisch zu sprechen und zu fragen. Weder hat die revisionistische Metaphysik der Antike teleologische Intuitionen vertreiben können, noch hat die neuzeitliche metaphysische Teleologiekritik diesen Wandel bewirkt. Im Folgenden soll die These diskutiert werden, dass alle diese teleologischen Episteme unabhängig von der Frage, ob sie als unbewusste Intuition oder als reflektierte Metaphysik auftraten, sich nicht aufgrund metaphysischer Überlegungen dort halten oder verschwinden. Vielmehr ist es die Dynamik der jeweiligen Diskurse selbst und ihre Pragmatik, in der sich diese Episteme sich bewähren müssen. Ich sehe dabei drei mögliche historische Schicksale: (1) Akt der Definition, (2) Verdrängung durch angemessenere Begriffe oder (3) symbiotische Anpassung. Selbstverständlich können auch wissenschaftliche Fachbegriffe, sobald sie einmal etabliert sind, einem Bedeutungswandel unterliegen und insbesondere später möglicherweise aufgegeben werden. So geschah es etwa mit inzwischen obsoleten Konzepten wie Äther oder Phlogiston.

(1) Im Akt der **Definierung** können Alltagsausdrücke und Alltagsvorstellungen zu Fachausdrücken und fachlichen Vorstellungen werden. Dabei einigt sich die betreffende Wissenschaft auf eine genau bestimmte Verwendungsweise, auch wenn sie dadurch zumindest einige intuitiv angemessene Verwendungsweisen zurückweist, wie an den Alltagsbegriffen „Kraft“ oder „Arbeit“ in der Physik gezeigt werden kann. Schülerinnen und Schüler müssen bei ihrem ersten Kontakt mit der Physik lernen, dass nicht alles, was im Alltag Kraft oder Arbeit heißt, auch als Kraft oder Arbeit im Diskurs der Physik beschrieben werden kann.

Es können auch mehrere voneinander abweichende Definitionen vorliegen. Solange jede dieser unterschiedlichen Definitionen allerdings jeweils eindeutig genug in ihrem jeweiligen Subdiskurs ist und es üblich wird, die Art der verwendeten Definition explizit zu machen, sind auch wissenschaftliche Homonyme erfolgreich. Ein Beispiel für diese Vielfalt an Definitionen ist das Nebeneinander von mehreren Säurebegriffen: Arrhenius, Bronstedt und Lewis lieferten jeweils voneinander abweichende Definitionen von Säuren und Basen, die aber aufgrund der jeweils klaren Definition in der Kommunikation unter Fachleuten zu keinen nennenswerten Verständigungsprobleme geführt haben. Noch vielfältiger sind die historischen Definitionen für das Konzept des Gens, seien sie nun auf einen codierenden Abschnitt der DNA zwischen Start- und Stopp-Codon oder auf eine funktionale Einheit bezogen. Auch hier werden durch den Kontext Missverständnisse vermieden.

Nicht alle Fachausdrücke scheinen direkt aus der Alltagssprache entstanden zu sein. Der Ausdruck Quark in der Teilchenphysik und die unterschiedlichen *flavours* und *colours* der Quarks sind sogar willkürliche Bezeichnungen. Viele Fachbegriffe sind inzwischen so weit von ihrer Etymologie entfernt, dass eine inhaltliche Verbindung nicht mehr besteht. So leitet sich der Ausdruck Elektron vom griechischen Wort für Bernstein ab, weil die elektrische Aufladung zunächst zufällig am Bernstein beobachtet wurde und diese Bezeichnung seither für das Elementarteilchen gilt. Diese Aussage gilt auch für die Bezeichnungen vieler chemischer Naturstoffe, die nach den kontingenten historischen Umständen ihrer Entdeckung benannt wurden, wie Apfelsäure und Zitronensäure.

Der Begriff der Funktion und andere teleologische Ausdrücke gehören offensichtlich zu keiner dieser Gruppen von definierten Fachausdrücken, seien sie nun direkt aus der Alltagssprache entnommen, Neologismen oder historisch-kontingente Setzungen. Davon legt die Menge der wissenschaftstheoretischen Ansätze zu diesem Begriffsfeld ebenso Zeugnis ab wie der Mangel an substantiellen fachwissenschaftlichen Definitionen.

(2) Das zweite Schicksal eines Alltagsbegriffs in der Wissenschaft ist die **Verdrängung**. Ein Begriff kann eine gewisse Zeit im Diskurs zirkulieren und einstweilen definiert sein, aber dann doch im Laufe der wissenschaftlichen Forschung zunehmend an Bedeutung verlieren. Fachleute lehnen es ab, sich dieses Begriffs zu bedienen. Eine Ursache dafür könnte im Vorhandensein von alternativen Begriffen liegen, die denselben Sachverhalt eleganter beschreiben, oder die Erkenntnis, dass der betreffende Begriff selbst keine Relevanz mehr hat. In der Naturphilosophie des Aristoteles (1970), wie sie bis in die Neuzeit maßgeblich war, war Natur (*physis*, φύσις) von einem Ausdruck der griechischen Alltagssprache zu einem definierten Fachausdruck geworden, der etwa bestimmte Arten von Bewegungen als natürlich charakterisierte und von den erzwungenen Bewegungen abgrenzte. Diese Definition ist jedoch in der Physik der Neuzeit wieder verloren gegangen, sodass „Natur“ in den Naturwissenschaften erneut ein passiv einströmendes Episteme ist.²⁴ Obwohl auch heutige Physiker das Begriffspaar „natürlich versus unnatürlich“ in nicht physikalischen Zusammenhängen kennen, etwa beim Vergleich des früheren, noch unbegradigten, Verlauf eines Flusses zum heutigen begradigten, so ist der Gegensatz „natürlich – unnatürlich“ doch aus dem wissenschaftlichen Sprachgebrauch der Physik verschwunden, weil er keine physikalische Relevanz mehr beinhaltet.

Das Phänomen der zwischenzeitlichen Aufnahme und späteren Verdrängung eines Alltagsbegriffs aus einer Fachsprache ist nicht zu verwechseln mit dem Verschwinden von Begriffen, die ihr Leben bereits als Fachausdrücke verinnerlicht haben. Obsolete *termini technici* wie „Phlogiston“ (Chang, 2002), „Äther“ (Descartes, 1637/1863) oder „Entelechie“ (Driesch, 1909/2016) hörten als relevante Begriffe auf zu existieren, nachdem die damit

²⁴ Vielleicht erscheint dieser Vergleich zu modernen physikalischen Fachausdrücken weit hergeholt, weil die aristotelische Naturlehre im Gegensatz zur Newtonschen Physik keine mathematisierten Ausdrücke kannte. Dieser Unterschied ist in der Art und Weise tatsächlich gravierend, wie mit Fachausdrücken und den sie bezeichnenden Größen jeweils umgegangen wird. Es ändert aber nichts daran, dass beide Lehren ihre jeweiligen Fachausdrücke besaßen, um die Welt zu beschreiben.

verbundenen Theorien verschwunden waren. Die Begriffe, um die es mir geht, wurden jedoch zunächst „vorthoretisch“ verwendet. Sie wurden lediglich zwischenzeitlich klar definiert und erhielten eine zweite Bedeutung neben ihrer alltagssprachlichen. Als sie schließlich aus der Fachsprache wieder verdrängt wurden, betraf das nicht ihren Platz in der allgemeinen Sprache, die ihre angestammte Heimat gewesen war.²⁵ Ein Beispiel für solche Verdrängungen aus der Wissenschaft selbst heraus in jüngerer Zeit ist die Aufgabe der Wirbeltierklasse der Fische als phylogenetisch relevanter Begriff.

*Alle primär aquatischen Craniota (ohne **Tetrapoda**) wurden **früher** als **Fische** („**Pisces**“) bezeichnet und mit Amphibien als „**Anamnia**“ zusammengefasst. Es handelt sich jedoch um paraphyletische Gruppierungen. (Burda, Hilken, & Zrzavy, 2008, S.254, Fettdruck im Original)*

Unter einer paraphyletischen Gruppe ist ein Taxon zu verstehen, die nicht von einem gemeinsamen Vorfahren abstammen. Selbstverständlich bedeutet diese Aussage nicht, dass es ein Irrtum ist, einen Karpfen weiterhin als Fisch zu bezeichnen, im gleichen Sinne zumindest, wie es falsch wäre, einen Karpfen als Säugetier zu bezeichnen. Das Wort „Fisch“ in der deutschen Alltagssprache behält seine Ausdehnung, aber im konventionellen Sprachgebrauch der phylogenetisch ausgerichteten systematischen Zoologie ist die Bezeichnung „Fisch“ als Fachbegriff überflüssig, d. h. leer geworden.

Ein anderes Feld sind eher metaphysische Konzepte, insofern sie in der Physik angewendet werden. Auch hier wurde die Überflüssigkeit oder gar die Schädlichkeit bestimmter Konzepte angemahnt, auch wenn diese Konzepte aufgrund ihrer fehlenden Fixierung als Fachausdrücke keine eindeutige Angriffsfläche boten wie fachwissenschaftliche Begriffe: Es wird von einigen Autoren für eine Verdrängung des Alltagsbegriffs der „Ursache“ aus der Physik argumentiert, wie etwa von Russell (1912). Damit ist nicht notwendigerweise eine Eliminierung aus dem allgemeinsprachlichen Vokabular gemeint, das in der alltäglichen Lebenswelt Verwendung findet. Stattdessen gilt: *“physics has ceased to look for causes”* (Russell, 1912, S. 1). Diese Ansicht ist bis heute auch unter Physikern verbreitet, wie es etwa Scheibe (2006/2007, S. 207ff) beschreibt. Weitere Beispiele sind alltägliche Konzepte von Raum und Zeit: Einsteins Relativitätstheorie hat diese für unser Denken konstitutiven Begriffe umgedeutet. Insbesondere erklärte sie die intuitiv erlebte Trennung zwischen beidem als physikalisch gegenstandslos und als Resultat der eigenen menschlichen Beschränktheit der Erfahrung. Die moderne Physik spricht im Rahmen der Relativitätstheorie von Raum-Zeit, ein Verlegenheitsbegriff, der selbst bereits die Unzulänglichkeit menschlicher Alltagssprache andeutet.²⁶ Diese Abhängigkeiten zwischen dem Fortbestand oder dem Absterben von

25 Auch eine Verdrängung aus der Alltagssprache kann offensichtlich geschehen und geschieht fortwährend.

26 Die philosophische Reflexion über die Eliminierung von Zeit- und Kausalitätskonzepten hat offensichtlich einen großen Überlappungsbereich. Schließlich ist ein klarer zeitlicher Ablauf kennzeichnend für die Arbeitsdefinition von Kausalität, wie sie z. B. Hüttemann (2013) darstellt.

Konzepten von den zugrunde liegenden Werten und Zielsetzungen derjenigen Wissenschaft, welche sich dieser Begriffe bedient, wird etwa von Brigandt (2012a) diskutiert.

(3) Die symbiotische Anpassung ist ein Begriff, der zwar in der Wissenschaft genutzt wird, aber nicht zu einem Fachausdruck erhoben wurde. In diese Kategorie fallen Ausdrücke wie „Neigung“, „Verhalten“, „Reaktion“ oder „Anstieg (einer Messgröße)“. Ich gehe davon aus, dass „Funktion“ und verwandte teleologische Ausdrucksweisen, die in der Biologie genutzt werden, zu eben dieser dritten Gruppe von Begriffen gehören. Unter einem kontinuierlich bewährten Alltagsbegriff ist zu verstehen, dass er in der Gemeinschaft der Wissenschaftler immer wieder erfolgreich angewendet wird. Die Sprecher können ihre Anliegen mithilfe dieses Begriffs vermitteln oder, wenn wir eine skeptische Brille aufsetzen möchten, die Sprecher sehen zumindest keinen Anlass, am Erfolg ihrer Kommunikation zu zweifeln. Ob sich die Konzepte, die einzelne Wissenschaftler mit diesen Begriffen verbinden, im Laufe der Entwicklung der jeweiligen Wissenschaft verändern, ist damit nicht gesagt: Die Bewährung eines Begriffs hängt nicht unmittelbar mit seiner Schärfe und Eindeutigkeit zusammen. Indem etwa ein Ausdruck mit subtil unterschiedlichen kommunikativen Zielsetzungen genutzt wird, kann sich seine Bedeutung unwillkürlich verschieben, ohne dass der Begriff zu einem bestimmten Zeitpunkt beliebig erscheint. Sofern sich die Extension des Sprechers und die Extension des Zuhörers zumindest in jeder praktisch relevanten Situation überlappen, ist der Begriff trotz der Bedeutungsunterschieden für die Benutzer erfolgreich. Daran ändert sich auch nichts, wenn in fiktiven Gedankenexperimenten oder exotischen Grenzfällen die Beschränktheit der extensionalen Übereinstimmung erkennbar werden sollte. Die Bedeutung der Kommunikationspartner verschiebt sich unmerklich und zumindest einigermaßen synchron, sodass sie nicht durch eine missglückte Kommunikation aufgedeckt wird. Wenn die Sprachakteure die Bedeutung eines Begriffs verschieben, sich aber in eine gemeinsame Richtung bewegen, mag eine Bedeutungsverschiebung für den praktischen Gebrauch unentdeckt bleiben.

Ich möchte diese Vorstellung einer unbewussten Bedeutungsverschiebung als Ouija-Brett-Hypothese bezeichnen. Mit einem Ouija-Brett bzw. Hexenbrett versuchen Spiritisten, mit Geistern in Kontakt zu treten. Dabei berühren die Teilnehmer dieser Seance einen Zeiger, der scheinbar aus eigenem Antrieb zu bestimmten Zeichen wandert, die zusammen die Botschaften des vermeintlichen Geistes bilden. Tatsächlich bewegen allerdings die Teilnehmer selbst durch gemeinsame, winzige und unwillkürliche Bewegungen den Zeiger und formen so Botschaften, ohne dass ein Einzelner von ihnen das Gefühl hat, den Zeiger zu steuern und eine Botschaft selbst zu formulieren. Dieses Phänomen wird auch nach ihrem Entdecker, dem Biologen William Carpenter, als Carpenter-Effekt bezeichnet. Ähnlich wie beim Carpenter-Effekt bilden sich, so meine Arbeitshypothese, auch Bedeutungen von Alltagsbegriffen durch eine gemeinsame, wechselseitig beeinflusste Verwendung heraus. Die Bedeutung eines Begriffs, wie sie nach meiner Ouija-Brett-Hypothese entsteht, liegt mit Putnam (1988, S. 32) gesprochen in einem stillschweigenden Wissen (*tacit knowledge*) darüber, wie dieser Begriff in der Sprechergemeinschaft angemessen verwendet wird. Dabei hat niemand das Gefühl, eine Definition zu formulieren oder auch nur über eine solche zu verfügen, auch wenn jeder Sprecher subjektive Intuitionen besitzt, in welchen Situationen und bei welcher Referenz ein

Begriff angemessen ist. Diese persönlichen Intuitionen formen bei genügender Überlappungsfläche der Referenz innerhalb der Sprechergemeinschaft die stillschweigende, gemeinschaftliche Bedeutung unbewusst, so wie die winzigen Bewegungen der Teilnehmer an der Seance den Zeiger des Ouija-Bretts unbewusst steuern. Insbesondere bedeutet diese Annahme nicht, es gäbe ein klares, wenn auch unausgesprochenes Konzept, das alle Fachleute oder gar alle Verwender des Begriffes *de facto* teilen oder das sie aufgrund der Sachlage teilen müssten. Es gibt nur eine Reihe unscharfer Regeln der Verwendung und wir müssen uns darauf gefasst machen, dass diese Regeln möglicherweise widersprüchlich oder disjunkt sind.

Die Forschungsinteressen der Wissenschaft stellen Anforderungen an die alltagssprachlichen Begriffe, wenn sie wissenschaftlich verwendet werden sollen. Ein Konzept, das sich zur Kommunikation der Ergebnisse dieser Forschungsinteressen nutzen lässt, wird sich wahrscheinlich erhalten. Darin unterscheidet es sich nicht von einem präzise bestimmten Fachausdruck. Eine gewisse Vagheit nützt den Alltagsausdrücken im Gegensatz zu den Fachausdrücken sogar, denn sie gestattet Anpassbarkeit an wechselnde Nutzungen. Die Nutzung eines Konzepts in einer konkreten Forschungsumwelt ist stets enger, als es das Konzept in seiner Alltagsbedeutung erlauben würde. Beispielsweise heißt es im Sprachgebrauch der Chemie, dass bestimmte Stoffe gewisse Neigungen aufweisen. Beispielsweise besitzen Peroxide eine Neigung zur Disproportionierung. Es gibt jedoch keinen Anlass für die Vermutung, dass in Chemielehrbüchern ein Anthropomorphismus verwendet wird. Ohne hier philosophisch analysieren zu können, was der Begriff „Neigung“ als solcher meinen mag, können wir jedoch vermuten, dass mit Neigung z. B. eine bestimmte Wahrscheinlichkeit beschrieben wird, mit der ein Ereignis eintritt oder eine implizite Aufforderung zur Vorsicht im Umgang mit Peroxiden ausgesprochen wird.

2.2.4 Teleologie als symbiotisch angepasstes Konzept

Es ergibt sich, dass teleologische Begriffe zur dritten Gruppe gehören, denn sie sind weder klar definierte Fachausdrücke innerhalb der Biologie noch aufgrund naturwissenschaftlicher Forschung obsoletere Überbleibsel. Sie haben also eine Bedeutung in dem Sinne, dass sie dazu dienen, biologische Sachverhalte zu bezeichnen. Wenn die Ouija-Brett-Hypothese Sinn ergibt, dann können wir aber nicht darauf vertrauen, durch eine Analyse der Alltagssprache eine klare Definition der teleologischen Begriffe anhand notwendiger und hinreichender Bedingungen zu leisten, die wir den Biologen im Sinne begrifflicher Dienstleister anschließend zurückgeben könnten. In den Teildisziplinen der Biologie, etwa in der Molekularbiologie, der Anatomie, der Evolutionsbiologie oder der Ökologie, müssen wir mit unterschiedlichen Extensionen der gleichlautenden teleologischen Begriffe rechnen, die nur über begrenzte Überlappung verfügen. Die Ärztin möchte möglicherweise etwas völlig anderes aussagen, wenn sie über die Herzfunktion bespricht, als der Ethologe, wenn er über die Funktion des Balzverhaltens des Pfaus spricht. Zumindest sollten wir nicht präjudizieren, dass in diesen Gebieten ein gemeinsames und sei es auch nur implizites Konzept zugrunde liegt. Diese Teilbereiche nehmen jeweils eigene Forschungsfragen in den Blick, Aus diesem Grund können solche voneinander abweichenden Extensionen koexistieren, ohne für Verwirrung zu sorgen, ja ohne überhaupt zur Sprache kommen zu müssen. Erst aus der Gesamtschau auf die Biologie, wie

sie das Anliegen der Wissenschaftstheorie ist und wie sie auch Grundlage dieser Arbeit ist, treffen solche Binnenbedeutungen der Disziplinen aufeinander.

3. Vom Mythos über die Metaphysik zur Metapher – Geschichte der Naturteleologie

Die Geschichte des teleologischen Denkens über die Natur ist bereits mehrfach erzählt worden, so etwa in „Natürliche Ziele“ von Spaemann and Löw (1981/2005), in „*Darwin and Design*“ von Ruse (2003), in „*Not by Design*“ von Reiss (2009) und jüngst in „*The Restless Clock*“ von Riskin (2016). In Mayrs Monumentalwerk „Die Geschichte der biologischen Gedankenwelt“ (Mayr, 1982/2002) wird das teleologische Denken im Zusammenhang mit der Gesamtgeschichte der Biologie analysiert. Diese Werke waren für mich wertvolle Quellen. Im Folgenden gebe ich eine Übersicht, die die drei relevanten Wendepunkte aufzeigt:

- (1) Teleologisches Denken über die Natur gehört zu den wiederkehrenden Motiven menschlicher Kulturen. Davon zeugen aktuelle psychologisch-kognitionswissenschaftliche Untersuchungen ebenso wie der Vergleich mythischer Erzählungen. Ich möchte damit ein **teleologisches Vorstellungsschema** plausibel machen, das den Erzählern der Mythen als Koordinatensystem ihrer Weltbetrachtung diene. Der Begriff des Vorstellungsschemas (*imaginary*) verstehe ich hier im Sinne von Taylor (2007/2010), d.h. nicht als durch Reflexion gewonnene Theorie der Welt, sondern vielmehr als einen Satz von selbstverständlich im Alltagsleben akzeptierten Hintergrundannahmen, aus denen sich explizite Theorien überhaupt erst herausbilden und nach denen sie diskutiert werden können. Als Zeugnisse dieses Zustands dienen uns Mythen. Ich verstehe dabei das mythische Denken im Sinne von Cassirer (1925/1997): Der Mythos liefert eine emotional aufgeladene, lebensweltlich relevante Erzählung. Menschen, die sich in mythischem Denken bewegen, stellen sich nicht die Frage nach dem objektiven Wahrheitsgehalt der Mythen. Der Mythos wird nicht als objektive Wahrheit vor das Gericht des Denkens gezogen, wo man ihn entweder glaubend bekräftigt oder ihn anzweifelt. Der Mythos wird vielmehr in Liedern und Praktiken praktisch gelebt. Er ist eine Art von symbolischer Form, in der sich, wie Taylor sagt, ein Vorstellungsschema zeigt.
- (2) Die Vorstellungsschemata des mythischen Denkens sind in ihrem Ursprung unabhängig von gelehrter Metaphysik. Insbesondere können wir nicht davon ausgehen, dass sich ein bestimmtes Vorstellungsschema *de novo* durch die Verbreitung bestimmter metaphysischer Schriften etabliert. Im Falle der Teleologie gehe ich vom umgekehrten Weg aus: Teleologie als Metaphysik entstand aus einem vorher bereits gelebten, aber bislang nicht ausgesprochenen Vorstellungsschema, das sich lediglich in Mythen einen Ausdruck verliehen hatte.²⁷ In Bezug auf Lebewesen existieren im westlichen Denken seit der Antike mindestens **zwei**

²⁷ Cassirer entwickelt mit der „Dialektik der Objektivierung“ ein Modell für dieses kulturgeschichtlichen Prozesses.

Vorstellungsschemata in Bezug auf Lebewesen, die zu Metaphysiken verfestigt wurden: Einerseits war die Vorstellung von Lebewesen als den geschaffenen Objekten in Ähnlichkeit zu den menschlichen Erzeugnissen verbreitet. Ich möchte dies „Artefaktmetaphysik“ nennen. Sie wird mit einigem Recht auch als platonische Position bezeichnet, weil Plato diesem Vorstellungsschema in seiner Metaphysik Ausdruck verlieh. Andererseits zeigte sich immer wieder die Vorstellung von Lebewesen und organischer Materie überhaupt als aktiven Wesen, die vergleichbar den Menschen aus einem im weitesten Sinne seelischen inneren Antrieb heraus bestimmte Ziele anstreben. Diese Vorstellungen bezeichne ich „Handlungsmetaphysik“ und werden bisweilen mit Aristoteles in Verbindung gebracht. Hier ist der Ursprung der heutigen biologischen Metaphern zu suchen, freilich noch nicht als Metaphern, sondern eben als Formen von Metaphysik. Der Unterschied zwischen Mythos und Metaphysik ist im *ontological commitment* zu suchen, um einen Ausdruck von Quine (1948) aufzugreifen: Worauf legen wir uns fest, wenn wir mythisch oder metaphysisch reden? Der entscheidende Unterschied besteht darin, dass der Mythos sich nicht festlegt, welche der von ihm beschriebenen Wesen, Orte und Geschehnisse wortwörtlich wahr sind.

- (3) Beide Vorstellungen waren bis weit ins 19. Jahrhundert hinein jedoch keine Metaphern, sondern wurden als metaphysische Aussagen verstanden. Damit ist gemeint, dass zwischen den zwei Bereichen des Vergleichs eine **tiefe metaphysische Gleichheit** gesehen wurde, die ontologisch schwerer wog als alle augenscheinlichen Unterschiede zwischen den beiden Bereichen. In vormoderner Philosophie und Biologie stritten Vertreter beider Analogien immer wieder um die Deutungshoheit des Lebendigen. Nach der Dominanz der Handlungsmetaphysik in der mittelalterlichen Scholastik war die Naturphilosophie der frühen Neuzeit vor allem von der Artefaktmetaphysik geprägt.
- (4) Mit der **Krise der Metaphysik** in der Philosophie der Aufklärung wurde auch die Berechtigung der beiden überlieferten Metaphysiken aus epistemologischer Sicht problematisiert. Hume und Kant sind dafür zwei wichtige Autoren. Trotz dieser philosophischen Zweifel wurden beide Metaphysiken zu Beginn des 19. Jahrhunderts in mechanistischen und vitalistischen Biologiekonzepten weiterverfolgt.
- (5) Zwei naturwissenschaftliche Entwicklungen des 19. Jahrhunderts haben die philosophische Reflexion auf Teleologie der Natur dauerhaft verändert: die Entwicklung einer objektivistischen **Physiologie des Verhaltens** und die **Darwin'sche Evolutionstheorie**. Ab jetzt wurden teleologische Vorstellungen über Lebewesen in der Philosophie bestenfalls als uneigentlich angesehen, schlimmstenfalls als ärgerlicher Aberglaube aus einer weniger fortschrittlichen Epoche. Dennoch blieben die entsprechenden Redeweisen in der Biologie erhalten. Sie waren zu Metaphern geworden.

Möglicherweise entsteht der Eindruck, die kulturelle Entwicklung habe nun eine Kreisbewegung vollendet: Wurde im mythischen Denken der objektive Wahrheitsanspruch der Metaphysik noch nicht erhoben, so wird er nun nicht mehr erhoben. Trotzdem sollten wir

den Unterschied beider kultureller Situationen nicht übersehen. Metaphysik, verstanden als Reflexion über die Natur der Welt, besteht ja weiterhin. Auch andere Formen, die Welt als Ganzes zu begreifen, werden immer noch betrieben. Der nunmehr metaphorische Status beider tradierten Konzepte wurde aber nicht immer deutlich gesehen, insbesondere in der englischsprachigen, sprachanalytisch geprägten Wissenschaftstheorie.

Für eine tiefgehende Analyse dieser fünf Punkte möchte ich nachzeichnen, dass in der Geschichte des Nachdenkens über die belebte Natur in der Philosophie der Antike und des Mittelalters in der Regel von einer zweckmäßigen und allgemein vernunftgemäßen Beschaffenheit des Kosmos ausgegangen wurde. Insofern wurden Begriffe, die heute als Metaphern erscheinen, für den weitaus längsten Teil der europäischen Kulturgeschichte als metaphysische Analoga zu teleologischen Konzepten im Denken über den Menschen verstanden. Beide Sichtweisen erschienen als unterschiedliche Ausdrücke eines umfassenden teleologisch verfassten Weltverständnisses, das von Zielgerichtetheit und Vernunfthaftigkeit des Naturgeschehens ausgeht.

3.1 Die Götter und ihre Werke – Teleologische Spuren in den Mythen der Völker

Die Betrachtung der Natur unter dem Gesichtspunkt von Zwecken, die ihr als Ganzes oder ihren Teilen eingeprägt sind, ist ein sehr altes Moment der Geistesgeschichte. Nichtsdestotrotz dürfen wir nicht vergessen, dass gerade die Natur für archaische Kulturen ein Ort des Chaos und der Ungeschaffenheit war, der dem urbar gemachten Land und der Zivilisation der Menschen entgegenstand. Dieser Kampf der rohen, ungeschaffenen Natur gegen die ordnende Kraft des Menschen spiegelt sich in mythischen Erzählungen wider, etwa im babylonischen Mythos vom Sieg des Kulturheros Marduk über den Drachen Tiamat. Die alltäglichen Tätigkeiten der Menschen erschienen als Abglanz und Erneuerung der Taten der Heroen in der mythischen Vorzeit und erhielten erst durch diesen Rückbezug ihre metaphysische Wirklichkeit. Diese Deutung der altertümlichen Mythen stammt etwa vom Religionshistoriker Mircea Eliade (1949/2007).

Wenn uns also Vorstellungen von göttlichen Ordnungen begegnen, dann sind sie häufig mit den Ursprungssagen der Völker verbunden. Scherer beispielsweise macht deutlich, dass diese Sagen nicht einfach die Frage nach der Ursache stellen, sondern solche Geschichten in vielen Fällen teleologisch aufgeladen sind. So wird

keine Ursachenforschung im Sinne eines Kausalprinzips vordergründiger Logik betreiben. Ätiologien schlagen eine sinnstiftende Brücke zwischen dem Einst und dem Jetzt. Sie zeigen die Gegenwart durch das Transparent der Vergangenheit. Sie geben der Gegenwart Würde, Sinn und Ziel, wollen die aktuelle Wirklichkeit auslegen, indem sie sie in der von ihnen beleuchteten Vergangenheit verankern. Dabei können sowohl mythische als auch geschichtliche Szenarien eine Rolle spielen. (Scherer, 2008)

Im Laufe der religiösen Entwicklung, so Eliade, wurde zunehmend die Gesamtheit des Universums, wofür dem archaischen Menschen möglicherweise sogar der Begriff fehlte, als

ein geordneter Kosmos begriffen. Die Kultur des antiken Judentums kennt mit dem hebräischen Ausdruck *tohu wa-bohu* des Buches Genesis (1. Mose, 1-2) einen Urzustand der Ungeordnetheit der Welt, der nach historischen Verheerungen auch wieder auftreten kann, so steht es etwa in Jeremia 4,23. Der stets entschiedene Monotheismus des antiken Judentums konnte später jedoch keine „ungeschaffenen“ Bereiche der Welt dulden. *Tohu wa-bohu* war nur am Uranfang denkbar. Jahwes Allwissenheit war nach der Schöpfung der gesamten Natur zu Diensten. Die gesamte Welt war ein Kosmos geworden.²⁸ Das Alte Testament zeugt in seiner Dichtung die Sichtbarkeit einer Zweckordnung in der Natur, wenn z. B. in Psalm 104 Gott als Erschaffer des Regens in Erscheinung tritt, um dadurch die Felder zu bewässern:

*Du lässest Gras wachsen für das Vieh und Saat zu Nutz den Menschen,
daß du Brot aus der Erde bringest, und daß der Wein erfreue des
Menschen Herz [...] HERR, wie sind deine Werke so groß und viel! Du
hast sie alle weislich geordnet. ("Psalm 104," 1912)*

Auch im antiken Griechenland wandelte sich das urtümliche Bild eines urtümlich-chaotischen Naturzustands hin zur allumfassenden Ordnung. Der griechische Begriff „Kosmos“ (κόσμος, die Ordnung) verweist bereits auf eine Vorstellung vom Universum als einem nach Vernunftregeln gestalteten System. Als Gegenvorstellung diente das Chaos (χάος, die Leere), wie es beim Mythendichter Hesiod (1999) das Merkmal der urzeitlichen, nicht jedoch der gegenwärtigen Welt war. Platon lässt in seinem frühen Dialog Protagoras den namensgebenden Sophisten einen Mythos erzählen, nach dem der Titan Epimetheus (ansonsten berüchtigt als Öffner der Büchse der Pandora) die Tiere jeweils mit Eigenschaften ausstattete, die ihnen beim Kampf ums Dasein behilflich sein sollten:

*Bei der Vertheilung nun verlieh er [Epimetheus] einigen [Tieren] Stärke
ohne Schnelligkeit, die Schwächeren aber begabte er mit Schnelligkeit;
einige bewaffnete er, anderen, denen er eine wehrlose Natur gegeben,
ersann er eine andere Kraft zur Rettung. (Platon, 1855)²⁹*

Bemerkenswert für die Verteilung der Eigenschaften durch Epimetheus ist neben ihrer Zweckhaftigkeit für die jeweilige Art, dass es in der von ihm ausgestatteten Natur ausgesprochen fair und ausgeglichen zugeht: Kein Wesen vereint alle nützlichen

28 Bekanntermaßen ist diese Ansicht der durchgängigen Geschaffenheit des Kosmos im Christentum durch die Vorstellung der *creatio ex nihilo* radikalisiert worden. Hier existiert nicht einmal mehr am Ur-Anfang etwas, das nicht schon von Gott her ein Geordnetes wäre. Diese Lehre wurde im bewussten Gegensatz zur paganen Vorstellung von der Ewigkeit des Universums ausformuliert (May, 1978).

29 Es mag dahingestellt sein, ob sich Platons Protagoras an dieser Stelle einen authentisch wiedergegebenen Mythos zu eigen macht und ob Plato selbst diese Erzählung auch als plausibel ansieht. Immerhin legt er den Mythos Sokrates Kontrahenten in den Mund. Zumindest scheint es sich aber um eine Erzählung gehandelt zu haben, die bei den Zeitgenossen auf Zustimmung rechnen konnte, sonst hätte sie der versierte Redner Protagoras nicht zum Besten gegeben.

Eigenschaften auf sich und daher kann keine Art die anderen dominieren. Auf diese Weise hat nicht nur das Vorhandensein der Fähigkeiten für die Wesen selbst, sondern auch ihr maßvolles Fehlen für das Gleichgewicht der Natur als Ganzes einen Zweck. Es bleibt jedoch unklar, inwiefern Plato hier bereits eine literarische Konstruktion vorstellt oder authentische mythische Vorstellungen seines Volkes verarbeitet.

Auch in völlig anderen kulturellen Kontexten, beispielsweise bei südamerikanischen Indios vom Stamm der Chané, findet sich laut dem Mythographen Koch-Grünberg eine Erzählung über Zwecke in der Natur. Ein Tunpa, d. h. ein heiliges Wesen, pflanzt in dieser Geschichte auf die kahle Erde essbare Früchte mit dem Zweck, andere Wesen zu sättigen:

Es wird erzählt, daß im Anfang ein Tunpa war. Er machte die Erde mit dem Himmel und alle Sterne, die Sonne und den Mond. Es wird erzählt, daß diese Erde nichts trug, daß sie ganz kahl war. Tunpa setzte da allerlei Früchte hinein, um die Armen zu speisen, wie die Caraguata und die Mangara. (Koch-Grünberg, 1909/1920, S. 286)

Der deutsch-amerikanische Autor Karl Knortz berichtet, nordamerikanische Indianer vom Stamm der Algonkins legten auch dem Menschen ein nach westlichem Verständnis wenig schmeichelhaften Naturzweck bei:

Ja sie [die Tiere] vermehrten sich in kurzer Zeit so sehr, daß sich zuletzt beinahe keins mehr satt essen konnte; Bäume und Pflanzen waren bereits kahl, und die größten Flüsse so weit ausgetrunken, daß ein Rabe durchwaten konnte, ohne seine Flügel zu benässen. Da sah denn der Große Geist ein, daß es anders werden müsse, und verwandelte kraft seiner Schwarzkunst mehrere große Säugetiere in Menschen, die, sobald sie sich auf ihren zwei Beinen sicher fühlten, gleich auf alle anderen lebenden Geschöpfe Jagd machten. (Knortz, 1871/1979, S. 106)

Auch im volkstümlichen Märchen begegnen uns *en passant* teleologische Gedanken. So schaffte es etwa der große, böse Wolf, Rotkäppchen mit der teleologischen Erklärung zufriedenzustellen, er habe so große Ohren, damit er sie besser hören könne. Es spricht wiederum für die Kraft des teleologischen Denkens, dass der Wolf die Erklärung für eine gute Lüge hielt.

Besonders deutlich wird das Prinzip der kosmischen Ordnung in den vedischen Schriften des alten Indien: *Rita* bezeichnet dort ein nicht als Person gedachtes Weltgesetz, das gleichermaßen die physikalischen Regelmäßigkeiten der Natur wie auch die moralische Ordnung umfasst. Das *Rita* ist zwar ewig, muss aber von den vedischen Gottheiten, wie etwa Varuna, auch aktiv vollstreckt werden (Schumann, 1996, S. 42).³⁰ Ein ähnliches, wenn auch

³⁰ Im modernen Hinduismus spielt dieses Konzept hingegen keine Rolle mehr. Seit den Upanishaden wird zwischen den mechanisch ablaufenden physikalischen Regelmäßigkeiten und dem moralischen Gesetz unterschieden (Schumann, 1996, S. 131).

bereits sehr abstraktes und philosophisch durchdrungenes Prinzip kennt die chinesische Tradition unter dem Namen des „Dao“:

So handelt das Dao nicht bewußt: Es verfolgt keine Absicht, strebt nicht nach Belohnung oder Lob für den Weg, dennoch bringt es alle Dinge zur Vollendung [...] So wie der Regen zur Erde fällt und als Fluss zum Meer fließt oder ein Tier geht und ein Vogel fliegt – so ist auch der Weg, den die Dinge einfach nehmen. (Wildish, 2002, S. 25)

Diese Beispiele deuten in meinen Augen darauf hin, dass teleologische Erklärungen zumindest in einigen Kulturen des Altertums der Bestandteil der Weltbetrachtung waren. Die Annahme liegt nahe, dass teleologische Vorstellungen zu den grundlegenden psychologischen Phänomenen des Menschen gehören, weil diese Kulturen wahrscheinlich nicht in Kontakt miteinander standen. Hierunter fallen allerdings zwei unabhängige Vorstellungen: Einerseits kann von der Zweckmäßigkeit der Merkmale einer Art zu ihrem Überleben gesprochen werden; andererseits kann auch eine zweckmäßige Ordnung der Wesen untereinander zum Funktionieren des Naturganzen gemeint sein wie in den mythologischen Texten der Indianer. Beide Arten von Teleologie – organismische und kosmische Teleologie – sind aber in den vorwissenschaftlichen Erzählungen nicht trennscharf dargestellt, denn die allgemeine Annahme einer Zweckmäßigkeit der Natur macht auch die Zweckmäßigkeit des einzelnen Wesens unmittelbar plausibel. Eine solche Differenzierung ist im vor-neuzeitlichen Denken daher noch nicht notwendig.

3.2 Demiurg oder Entelechie – Naturteleologie in der klassischen Antike

Die oben gezeigten Beispiele aus den Mythologien der Völker illustrieren, dass vor-neuzeitliche Konzepte von dem, was Teleologie in der Natur ausmacht, häufig von einem, mal mehr oder mal weniger, menschenähnlichen Verstand ausgingen, der die Gestalt der einzelnen Arten von Wesen und das Universum selbst nach Vernunftregeln geordnet hatte. Das Vorstellungsschema der traditionellen Gesellschaften bedeutet, sehr abstrakt ausgedrückt, die unwillkürliche Annahme der Welt als von Vernunft gestaltet und gehalten. Diese Formulierung wurde von jeder Kultur und von jedem Denker dieser Zeit mit je eigenen Begriffsbildungen und erzählerischen Traditionen gefüllt.

Auch die antiken Philosophen Griechenlands dachten in der Regel noch vor dem gedanklichen Hintergrund dieses Vorstellungsschema eines durch Vernunft wohl geordneten Universums. Dementsprechend war für sie die Zweckmäßigkeit der biologischen Merkmale nicht weiter erklärungsbedürftig. Die moderne Frage der Naturgeschichte „Durch welche vergangenen Prozesse kam es zu der verblüffenden Geeignetheit der Merkmale für bestimmte Aktivitäten?“ stellte sich ihnen nicht, sondern die Zweckmäßigkeit der Lebewesen sei bloß ein weiteres sichtbares Indiz für die bereits vorausgesetzte Vernunftgemäßheit der gesamten und auch der anorganischen Weltordnung. Der Wissenschaftstheoretiker Ernest Nagel erinnert darum in seiner Wissenschaftstheorie daran: „*Greek science did not assume a fundamental cleavage between biology and the physical sciences.*“ (E. Nagel, 1961, S. 401).

Im Folgenden möchte ich auf eine bemerkenswerte Ausnahme von der allgemeinen Vorstellung des vernunftgemäßen Kosmos eingehen, nämlich die Naturphilosophen aus Ionien und die davon beeinflussten Tradition der Epikureer: Sie belegen, dass Teleologie bereits in der antiken Philosophie angreifbar war, wenn auch nur aus der Außenseiterposition eines Apologeten heraus und in bewusster Abgrenzung von der nunmehr als naiv geltenden Volksmeinung. Offenbar fühlten sich einige Denker, die wir aus heutiger Sicht als materialistisch oder naturalistisch bezeichnen könnten, genötigt, die antike Intuition zu bekämpfen, das Naturgeschehen verlaufe nach Zielen und verfolge Zwecke. Die ionische Naturphilosophie propagierte die Vorstellung von kleinsten Teilchen der Materie, genannt Atome, und erklärte das Weltgeschehen als mechanistisch durch Stöße und Bewegungen dieser Atome. Sie lehnte den Begriff der Zielgerichtetheit für die Beschreibung der Natur ab. Stattdessen war die Welt ihrer Ansicht nach durch Zufall und Notwendigkeit bestimmt, ähnlich wie es Monod (1971) in der Gegenwart für die Natur formulierte. Leukipp und sein Schüler Demokrit sind die ersten von weiteren Denkern, die jedoch nur aus Sekundärquellen überliefert sind:

Demokritos unterläßt es, den Zweck anzugeben, und führt alles, dessen die Natur sich bedient, auf Notwendigkeit zurück. (Aristoteles, 1959, Buch V, Kapitel 8, S. 245)

Ähnliche Ansichten berichtet Aristoteles auch von Anaxagoras und Empedokles aus der eleatischen Schule: Über Empedokles lesen wir, er habe die Vorstellung vertreten, nach der die gegenwärtigen Lebewesen neben vielen anderen ausgestorbenen Geschöpfen zufällig entstanden sei, sich dann aber gegenüber anderen Wesen, die zufällig weniger gut für das Überleben geeignet gewesen seien, durchgesetzt hätten.

Es steckt eine Schwierigkeit in der Frage, was denn die Annahme hindern soll, die Natur gehe nicht wegen etwas [teleologisch; Anmerkung des Autors] zu Werke und nicht, wie es besser (so ist), sondern so, wie „Zeus regnet“, nicht auf dass er das Getreide wachsen lasse, sondern aus Notwendigkeit [...] dass das Getreide infolge dieses Ereignisses wachse sei nur eine beiläufige Folge; [...] Überall, wo sich nun alles so ergab, als ob es wegen etwas geschehen wäre, da erhielten sich diese (Gebilde), die eben rein zufällig in geeigneter Weise zusammengetreten seien. Wo es sich nicht so ergab, da gingen sie unter und tun es noch, so wie ja Empedokles spricht „Rindsgattungen mit Mannsbug“. (Aristoteles, 1995b, Buch II, Kapitel 8, S. 43-44)

Diese frühe Spekulation ähnelt entfernt modernen Vorstellungen der biologischen Evolution, allerdings mit einem bemerkenswerten Unterschied auf den Mayr (1982/2002) hingewiesen hat: Während die moderne Evolutionstheorie auch die Entstehung neuer Anpassungen durch Kumulation von Veränderungen ermöglicht, scheint Empedokles' Spekulation nur Eliminierung der Ungeeigneten zu erlauben. Nach dem initialen Akt schöpferischer Pluralität entsteht nichts Neuartiges mehr.

In späteren Generationen war es Epikur, der die Auffassung eines Universums ohne Zwecke vertrat. Vor allem von Lukrez, einem römischen Anhänger des Epikur, liegt mit dem Lehrgedicht „*De Rerum Naturae*“ ein wortgewaltiges Vermächtnis dieser materialistischen, nicht teleologischen Tradition vor. Bereits Epikur selber hat sich – zumindest in den überlieferten Originalfragmenten – nicht explizit zum Thema der Teleologie geäußert, aber er macht deutlich, dass alles Naturgeschehen ausschließlich durch die Bewegung der Atome erklärbar ist und auch die Umläufe der Gestirne nicht durch Götter bewirkt würden (Diogenes Laertes, 2014 10, 077). Sein Anhänger Lukrez wurde expliziter, wenn er vom schwerwiegendsten Denkfehler spricht, der sorgfältig zu umschiffen sei:

Einen Fehler, daran liegt mir sehr, solltest du in diesem Zusammenhang unbedingt und umsichtig meiden, die irrige Annahme nämlich, es sei uns das klare Licht der Augen darum gegeben, dass wir etwas genau betrachten können. Oder: Es seien Wade und Schenkel nur darum durch Gelenke verbunden und fänden im Fuß ihre Basis, damit wir weit ausschreitend zu gehen vermögen. [...] Diese und andere Erklärungen, wie sie manche äußern, stellen alles auf den Kopf, indem sie Ursache und Wirkung verwechseln. Denn nichts an unserem Körper ist zu unserem Gebrauch erschaffen, sondern das, was zunächst entstanden ist, schuf sich seinen Gebrauch dann auch. (Lukrez, 2014, Buch IV, Kapitel 3, S. 157)

Lukrez geht davon aus, dass sich erst nach seiner Entstehung ein Merkmal im Überlebenskampf bewährt oder eben nicht. Er setzt damit scheinbare Naturzwecke als Gegensatz zu den tatsächlichen Zwecken, wie wir sie bei Artefakten vorfinden, und warnt davor, eine teleologische Erklärung nach Art der Artefaktanalogie in die Natur hineinzutragen (Lukrez, 2014, Buch IV, Kapitel 3, S. 158).

Im Gegensatz zur eben beschriebenen Traditionslinie der Atomisten und Epikureer ging die Mehrzahl der antiken Denker aber immer noch davon aus, dass die Welt zweckmäßig eingerichtet wurde. So sprach Heraklit vom *logos* als dem Grundprinzip der Welt.³¹ Der Mensch als mikrokosmische Entsprechung des Weltganzen kann durch sein Denken ebenfalls den *logos* verwirklichen. So stellte sich für ihn nicht das gegenwärtige Problem der biologischen Teleologie. In einer vom *logos* geordneten Welt war Zweckmäßigkeit nicht mehr erklärungsbedürftig. Einen weiteren Beleg für die verbreitete Sichtweise der zweckmäßigen Welt liefert uns etwa Xenophon in seinen Erinnerungen an Sokrates. Er lässt Sokrates gegenüber dem Gotteszweifler Aristodemos folgendermaßen argumentieren:

Scheint dir zudem nicht auch das ein Werk der Vorsorge zu sein, daß er, da die Augen zart sind, sie mit Augenlidern wie mit einer Thüre versehen hat, welche, wenn man sie gebrauchen muß, sich öffnen, beim Schlafe aber sich schließen? Und daß er, damit ihnen auch die Winde nicht schädlich sind, als Sieb die Wimpern eingesetzt und die

³¹ Eine längere Referenz dazu finden wir beim Skeptiker (Sextus, 1970)

Gegend über den Augen mit Augenbrauen wie mit einem Wetterdach versehen hat, damit ihnen auch der von der Stirn herabrinne Schweiß nicht zusetze? Und daß die Ohren alle Töne aufnehmen und doch nie davon voll werden? Daß die Vorderzähne bei allen lebenden Wesen zum Schneiden eingerichtet sind, die Backenzähne dagegen da sind, das, was sie von jenen empfangen, zu zermahlen? Daß er endlich den Mund, durch welchen das, wonach die lebendigen Wesen verlangen, eingenommen wird, in die Nähe der Augen und der Nase gesetzt, hingegen die Abzugsgänge, weil sie uns widerlich sind, abseits angebracht und so weit als möglich von den Sinneswerkzeugen weggekehrt und entfernt hat: von diesen so fürsorglich getroffenen Einrichtungen zweifelst du noch, ob sie Werke des Zufalls oder der vernünftigen Ueberlegung sind? (Xenophon, 2008)

Xenophons Sokrates geht an anderer Stelle sogar noch weiter: Nicht nur sind die Organe des Menschen augenscheinlich intelligent geformt und zu einem bestimmten Zweck erschaffen worden, nämlich um die Bedürfnisse des Menschen zu befriedigen. Auch alle anderen Wesen sind zum Nutzen des Menschen erschaffen worden. Die Überlegung des Zweiflers Euthydemus, wonach auch die anderen Lebewesen den Göttern am Herzen liegen könnten, weist Sokrates zurück:

Ist es denn nicht klar, erwiderte Sokrates, daß auch diese [anderen Lebewesen] der Menschen wegen geschaffen und großgezogen werden? Denn welches andere Geschöpf hat von den Ziegen, Schafen, Rindern, Eseln und den übrigen Thieren so viele Vortheile zu genießen, als der Mensch? (Xenophon, 2008)

Auch die beiden wirkungsmächtigsten Denker der Antike, Platon und Aristoteles, lehnten – wie offenbar auch ihr Lehrer Sokrates – eine Welt ohne ordnende Ziele als widersinnig ab.³² Allerdings vertraten sie jeweils komplementäre Ansätze zu der Frage, was unter dieser

32 Eine Stellung zwischen den antiken Materialisten und den (platonischen oder aristotelischen) Teleologen nehmen die römischen Stoiker ein: Einerseits stellte der Stoiker Seneca der Jüngere in seiner Naturbeschreibung die kausale Erklärung von Naturphänomenen, wie sie philosophisch gebildete Römer vertraten, den kindisch-teleologischen Erklärungen gegenüber, die nach seiner Aussage die abergläubigen Etrusker vertraten: *Wir (die Römer) glauben, dass die Blitze durch den Zusammenstoß von Wolken entstehen; sie glauben, dass die Wolken zusammenstoßen, damit Blitze entstehen; und da sie alles auf Gott zurückführen, sind sie der Meinung, dass die Dinge nicht etwas bedeuten, weil sie geschehen, sondern dass sie geschehen, weil sie etwas bedeuten sollen...* (Seneca, 2006) zitiert nach Löw (1994b, S. 85).

Andererseits waren auch die Stoiker überzeugt, dass die Geschehnisse der Welt nach einem Vernunftplan ablaufen und eine ehrene Harmonie des Kosmos durch den unwandelbaren Ablauf des Weltgeschehens verwirklichen. Dieser Zustand ist beispielsweise auch für den Stoiker Balbus in Ciceros Buch über die Götter fraglos gegeben (1896) Seneca geht es möglicherweise um einen differenzierten Gebrauch der Teleologie: Während für ihn die Etrusker die Teleologie als *causa efficiens* missbrauchen, also als direktes Eingreifen der Götter konzipieren, sehen die Stoiker im diesseitigen Weltenlauf Kausalerklärung als ausreichend an, auch wenn die Vernunft der Gottheit diese Harmonie des Kosmos bestimmt. In diesem Sinne steht die Stoa der Vorstellung des späten Plato nahe, nach der die Nennung des Zwecks kein Ersatz für die Analyse der Kausalursachen sein kann.

Ordnung zu verstehen sei. Wir erleben in dieser Zeit das erste Mal in der europäischen Geistesgeschichte die beiden Grundmodelle des teleologischen Denkens über die Natur ausdifferenziert, nämlich einerseits nach dem Bild eines Artefakts und andererseits nach dem Bild von etwas eigenständig Handelndem. Für Platon war, möglicherweise in der Nachfolge von Sokrates, die Teleologie der Natur extern, also auf die Widerspiegelung jenseitiger, ewiger Urbilder gerichtet, die er überwiegend als *eidos/εἶδος* oder *idea/ιδέα* bezeichnet.³³ Dies bedeutete wörtlich etwa Anschauung oder Gestalt, meinte aber gerade den Blick hinter die Sinneseindrücke. Diese Art von Zweckhaftigkeit wird oft, sofern von Natur die Rede ist, mit Platons Vorstellung eines Weltenbaumeisters bzw. des Demiurgen aus dem *Timaeus* in Verbindung gebracht. Ein Mensch handelt und baut anhand von immateriellen Vorstellungen wie ein Demiurg nach den jenseitigen Ideen. Platon sieht in der Welt neben der Wirkung des Zufalls stets auch den Geist dieses Demiurgen am Werk. Die vernünftige, zweckmäßig erscheinende Ordnung der Welt wird mit dem Wirken von tatsächlicher göttlicher Vernunft erklärt (Horn, Müller, & Söder, 2009, S. 200ff). Plato liefert ebenso wie zuvor Sokrates eine Erklärung für die beobachtete Zweckmäßigkeit.

Für Aristoteles hingegen tragen die Dinge der Natur ihr Ziel in sich und streben „naturgemäß“ danach, ihre arttypische Eigenheit und ihre charakteristische Tätigkeit (*ergon/ἔργον*) zu verwirklichen bzw. zu erhalten. Sein selbstbewegter Kosmos kennt die Trägheit der Materie noch nicht, die das neuzeitliche Naturbild später prägen sollte. Für ihn ist Materie inhärent aktiv. Auch Aristoteles nutzt für die Bezeichnung dieser nunmehr inneren Eigenheit eines Gegenstands den Ausdruck *eidos*. Diese inneren Antriebe zur Vervollkommnung ihrer Eigenart werden von Aristoteles mit dem Begriff der *entelechie* (ἐντελέχεια) umschrieben, einer Neuschöpfung aus den beiden Begriffen *enteles* (ἐντελής, vollendet) und *echein* (ἔχειν, erhalten). Entelechien sind Realitäten der Welt, ohne dass Gott als Verkörperung eines allumfassenden *eidos* selbst in die Welt eingreifen müsste, um eine metaphysische „Anziehungskraft“ auf die ansonsten träge Welt auszuüben.³⁴ Stattdessen können wir die Rolle, die diese Begriffe spielen, verstehen, wenn wir uns Aristoteles großes Interesse an der Beobachtung und Detailbeschreibung der Welt verdeutlichen. Sein Projekt besteht in erster Linie darin, die vielfältigen Dinge der Welt zu verstehen, sei es die Anatomie der Fische oder der athenischen Verfassung. Darin unterscheidet er sich nicht im Grundsatz von modernen Naturwissenschaftlern. Er stellt sich ebenfalls die beiden in der Einleitung beschriebenen Warum-Fragen, die kausale Woher-Frage und die teleologische Wozu-Frage. Diese Perspektive wird in Aristoteles berühmter Lehre von den vier *aitia* (αἰτία, Schuld, Ursache) ausgearbeitet (Johnson, 2005, S. 42-49): die Materialursache („Das, woraus etwas besteht“; *causa materialis*), die Formalursache („Das, was es ausmacht, es zu sein“; *causa formalis*), die

³³ Die Schreibweisen dieser und der folgenden altgriechischen Begriffe sind aus dem Lehrbuch von Dunshirn (2008/2013) entnommen.

Kausalursache („Das, woraus etwas hervorgeht“; *causa efficiens*) und schließlich die Zweckursache („das, dessentwegen etwas ist“, *causa finalis*).

Jede dieser vier Perspektiven ist eine andersartige Antwort auf die Frage, warum ein Gegenstand über bestimmte Eigenschaften verfügt. So kann ein Haus durch Bezug auf Material und Gebäudeteile erklärt werden (Materialursache) oder durch die Bauarbeiter und ihre Tätigkeit (Kausalursache), durch den zugrunde liegenden Bauplan (Formalursache) und eben durch den Wunsch nach Schutz vor der Witterung (Finalursache). Jede dieser vier Typen von Ursachen – außer der Zweckursache – enthält dabei stets zwei notwendige und zufällige Gesichtspunkte, von denen die ersten vorhanden sein müssen, um als Ursache gelten zu können, während die zweiten zwar hinzutreten, aber ohne Relevanz für die Erklärung des jeweiligen Gegenstands sind (Johnson, 2005, S. 59-63). Die Unterscheidung ist möglich, weil Aristoteles der Zweckursache einen gedanklichen Vorrang einräumt: Was also einem Gegenstand direkt ermöglicht, seinen Zweck zu erfüllen, das erklärt auch in einem teleologischen Sinne das So-Sein dieses Gegenstands. Eine Säge muss beispielsweise aus Metall sein, um ihren Zweck zu verwirklichen. Sie muss aber nicht unbedingt von einem spartanischen Schmied hergestellt sein. Der Herstellungsort und die Person des Herstellers sind zwar Tatsachen, aber für eine Erklärung der Säge im Sinne ihres Zwecks irrelevant. Diese Aussage gilt auch noch, wenn wir entgegenhalten, dass es doch (irgend-)einen Herstellungsort und (irgend-)einen Hersteller geben muss. Johnson beschreibt diesen Zusammenhang in seiner Abhandlung über die Teleologie des Aristoteles, indem er zwischen Ursachen, die uns laut Aristoteles etwas über den Gegenstand erklären, von solchen Ursachen unterscheidet, die uns bei der Erklärung nicht weiterhelfen (*explanatory and non-explanatory causes*) (Johnson, 2005).

Aristoteles hat nicht beabsichtigt, die Zweckmäßigkeit der Natur durch etwas anderes zu erklären, sondern er wollte lediglich anhand dieser augenfälligen Zweckmäßigkeit die Details der Lebewesen und ihre Merkmale zu erklären versuchen. Worte wie *entelechie* und *eidōs* sind keinesfalls so zu verstehen, als wolle Aristoteles spekulative, geisterhafte Ursachen hinter den Dingen postulieren. Er nutzt diese Begriffe lediglich, um zu beschreiben, was er in der belebten Natur als Regelmäßigkeit beobachtet. Der Sprache der modernen Wissenschaften folgend diente ihm die Vorstellung, die belebte Natur entfalte sich zweckmäßig, als Modellvorstellung mit hoher Erklärungskraft für die materielle Zusammensetzung, die Gestalt und das Verhalten von Lebewesen. (Johnson, 2005, S. 180) verweist auf den Beginn von Aristoteles Schrift „Über die Glieder der Tiere“.

Da wir mehrere Ursachen des natürlichen Entstehens bemerken, wie die des Zwecks und die bewegende Ursache, so ist hierbei zu prüfen, welche die erste und welche die zweite Stelle einnimmt. Es scheint aber diejenige die erste, welche wir die des Zwecks nennen, den diese ist Begriff; der Begriff ist aber der Hebel gleichmäßig in den Kunst- wie Naturgebilden. (Aristoteles, 1855)³⁵

Leunissen (2010, S. 209) fasst die Aristoteles' Haltung wie folgt zusammen:

Aristotle considers it the foremost task of natural philosophers to state teleological explanation [...] because he is convinced that these explanations are the most effective at serving the function of providing scientific knowledge.

Aus diesem Zitat folgt, dass wir nicht dem Missverständnis erliegen sollten, Aristoteles habe Ursachen im Sinne von mechanistischen Erklärungen ignoriert. Gerade die Kenntnis des Zweckes erlaubte es für ihn, umso klarer die *Causa efficiens* zu erkennen. Entscheidend ist, dass Platon und Aristoteles eine entgegengesetzte Richtung in ihrer Metaphysik einschlagen. Ausgangspunkt bei Platon ist Welt der Ideen, bei Aristoteles sind es die Zwecke in der Natur. In Raphaels berühmten Gemälde der „Schule von Athen“ wird dieser Gegensatz symbolisch durch die Gesten der beiden Philosophen zum Ausdruck gebracht: Dort ist es Platon, der in den Himmel zeigt, während Aristoteles zum Erdboden weist. Bei Platon ist Gottes Vernunft im Reich der Ideen die Ursache für die Eigenschaften der Gegenstände in der materiellen Welt. Es ist nicht weiter erklärungsbedürftig, dass diese Gegenstände an der Zweckmäßigkeit der gesamten Natur teilhaben, weil sie alle aus der Quelle der Ideen stammen. Bei Aristoteles hingegen, insbesondere in der Physik, kann die Gestalt der Gegenstände der Natur durch die Erfordernisse einer vorausgesetzten Zweckmäßigkeit begriffen werden. Ein sich auf diese Weise entfaltender Naturgegenstand verwirklicht eine je eigene Art der Vollkommenheit. So hat der Naturgegenstand Anteil an Gottes absoluter Vollkommenheit. Beispielsweise eifert eine Tierart der Unsterblichkeit Gottes nach, indem sie durch die Fortpflanzung eine Art von abgeleiteter Unsterblichkeit verwirklicht. Bei Aristoteles nimmt die Angabe der Finalursache die wichtigste erkenntnisleitende Stellung ein, weil er von der Hypothese ausgeht, dass die Natur immer bereits tätig auf ihr *eidos* ausgerichtet ist. Teleologie ist für Aristoteles nicht etwas zu Erklärendes (etwa durch einen Demiurgen), sondern selbst eine Art der Erklärung der Natur. Ihr untergeordnet ist der Begriff der Notwendigkeit, womit alle gegebenen Eigenschaften gemeint sind, um den jeweiligen Zweck zu erreichen (Johnson, 2005, S. 178-181). Wenn wir uns über den Zweck klargeworden sind, so erklärt dieser Gedanke die jeweiligen Eigenschaften der Gegenstände der Natur nach dem gegenwärtigen Verständnis im Sinne der Angepasstheit. Aristoteles unterscheidet nicht zwischen menschlichen Absichten und Naturzwecken. So kann er folgendes Beispiel für das Nachdenken über die Ordnung der Natur verwenden:

Denn diese [Zweckbestimmung] ist die Ursache des Stoffs, nicht er für das Ziel. [...] Wenn man z.B. die Arbeit „sägen“ bestimmt hat als so und so geartete Durchtrennung, dann wird diese nicht stattfinden können, wenn sie (die Säge) nicht so und so geartete Zähne hat. (Aristoteles, 1970 II.9)

Auch in diesem Zitat zeigt sich wie schon bei Plato der Vergleich zwischen Artefakten und Gegenständen der Natur. An dieser Stelle hat die gezogene Parallele zwischen Artefakten und Lebewesen allerdings einen anderen Sinn als bei Plato. Die Ähnlichkeit soll nicht erklärt

werden, sondern diese Annahme hilft uns dabei, die Eigenschaften der Lebewesen als aktive Objekte zu erklären. Unabhängig davon, ist es berechtigt zu fragen, warum Aristoteles davon ausgeht, dass das Artefaktmodell für die Erklärung der Eigenschaften von Lebewesen überhaupt geeignet ist. Glaubte er an die reale Existenz von Zwecken in der Natur oder waren sie nur erkenntnisleitende Prinzipien? Wenn wir diese Frage mithilfe von Aristoteles' eigenem Vokabular stellen, stellt sich zugleich die Frage nach den vier *aitaia* des Zwecks selbst: „Was ist wiederum die Formursache, was Wirkursache und was Material dieses Gegenstandes namens ‚Zweck‘?“

In der Rezeption zu Aristoteles' Werken findet sich zu dieser Frage keine allgemeingültige Antwort. Klassischerweise wurde ihm zugeschrieben (und seit der frühen Neuzeit vor allem vorgeworfen), er nehme eine ontologische Wirklichkeit von Zwecken an.³⁶ Wieland (1975) hingegen nimmt Aristoteles in Schutz, indem er erklärt, Teleologie habe für ihn nur eine erkenntnisleitende Funktion und werde in einem Modus des *Als-Ob* verwendet. Zu Recht hält die neuere Literatur diese Frage für müßig und anachronistisch (Leunissen, 2010; Sauve Meyer, 1992): Aristoteles macht über den ontologischen Status der Naturzwecke keine eindeutigen Aussagen und alles, was er hätte sagen könnte, wäre ohne das naturwissenschaftliche Wissen der Moderne nur eine neue Paraphrase seiner Beobachtungen oder fruchtlose Spekulation. Aristoteles sah wahrscheinlich auch gar nicht die Notwendigkeit zu dieser Fragestellung: Die antike Philosophie kannte den neuzeitlichen Begriff des physikalischen Gesetzes nicht, wonach es Aufgabe der Wissenschaft ist, sämtliche Phänomene oder induktiv gewonnene Regeln auf ein möglichst kleines Set von Prinzipien, etwa die vier Grundkräfte der modernen Physik, zurückzuführen. Für Aristoteles ist es ausreichend, die offensichtliche Zweckmäßigkeit zu konstatieren und mit Begriffen zu benennen.

Für Aristoteles scheint die Berufung auf die Zweckmäßigkeit in der Natur eine epistemische, aber nicht notwendigerweise eine ontologische Priorität zu haben. Er sieht die Zweckmäßigkeit der Natur als Schlüssel an, Naturbeobachtungen gedanklich zu ordnen. Indem wir auf den Zweck eines Gegenstands verweisen, können wir uns einen Reim auf seine materielle Zusammensetzung, seine Form und sogar den Prozess seiner Entstehung machen. Ontologisch war es für Aristoteles wichtig, dass die Zweckmäßigkeit ernst genommen wurde und nicht wie es Empedokles tat, durch Zufall und Notwendigkeit eines Eliminierungsprozesses ersetzt wurde. Empedokles' Fantasievorstellung wirkt auf uns beinahe wie eine vorweggenommene Evolutionshypothese, erscheint Aristoteles jedoch weit hergeholt: Angesichts der vielfältigen Angepasstheiten, die er in seinen Zoologie-Büchern beschreibt, kann er nicht glauben, dass diese Vielfalt durch Zufall zustande kam. Eine alternative Erzählung liefert er auch nicht. Gerade dieser Agnostizismus macht ihn auch in der Moderne zu einem lohnenden Gesprächspartner.

In jüngerer Zeit hat Ariew die Unterschiede zwischen von der platonischen und der aristotelischen Teleologie herausgearbeitet (Ariew, 2002). Für Oldemeyer (1994) vertreten Plato und Aristoteles zwei unterschiedliche Traditionen des philosophischen Teleologiebegriffs. Das platonische Konzept sieht auch er mit einem von Topitsch (1958)

36 Gotthelf (1987) etwa ist ein moderner Vertreter dieser Interpretation.

entliehenen Ausdruck als technomorph, d. h. nach der Analogie eines bewusst hergestellten und verwendeten Werkzeugs verfahren. Die aristotelische Teleologie beschreibt Oldemeyer – wiederum im Anschluss an Topitsch – als biomorph, also am sich entwickelnden aktiven Lebewesen orientiert. Ähnlich kontrastiert auch Lennox Platos „unnatürliche“ Teleologie des Demiurgen mit Aristoteles „natürlichen“ Teleologie der inneren Antriebe (Lennox, 2001):

The Idea of the natural world as ‚unnatural‘, as the product of a technē, is a stable feature of Plato’s later thought and had momentous consequences for the history of natural philosophy. (Lennox, 2001, S. 281)

Oldemeyer argumentiert, dass die auf Plato zurückzuführende technomorphe Teleologie und die biomorphe Teleologie nach Aristoteles spätestens in der christlichen Philosophie nicht präzise unterschieden, sondern „verschliffen“ wurden. Die fehlende Differenzierung hatte selbstverständlich weitreichende Folgen für die Geschichte der Philosophie:

In zwei Jahrtausenden europäischer Ideengeschichte wurden immer wieder die Phänomene zyklisch-gesetzlicher Selbstorganisation des Lebendigen mit Kategorien einer bewußt-intentionalen, linear ausgerichteten Zweckmäßigkeit zu begreifen versucht. (Oldemeyer, 1994, S. 141)

Insgesamt, so schließt Oldemeyer, habe die technomorphe Teleologie bereits in der klassischen Antike die Oberhand gewonnen und sei mit der Vorstellung der Welt als Produkt des christlichen Schöpfergottes im wahrsten Sinne des Wortes kanonisiert worden.

Für meine Zwecke möchte ich die Unterscheidungen von Oldemeyer und Lennox um eine weitere Dimension ergänzen: Platos Teleologie ist technomorph, weil Plato die Zweckmäßigkeit erklären möchte, genau wie ein technisches Gerät einfach durch die Tätigkeit des Erbauers erklärt werden kann. Aristoteles Teleologie ist hingegen biomorph, weil Gegenstände der Natur als etwas Gegebenes akzeptiert werden (vom Menschen der Antike noch mehr als vom modernen Menschen). Der grundsätzliche Gegensatz liegt also nicht im Unterschied zwischen Technik und Lebewesen, sondern in der Richtung der Erklärung: Zweckmäßigkeit als Explanandum bei Plato oder Zweckmäßigkeit als Explanans bei Aristoteles.

3.3 Teleologie der Natur im Denken der Scholastik

Die platonisch-technomorphe und die aristotelisch-biomorphe Teleologie bestanden in der monotheistischen (christlichen und muslimischen) Philosophie des Mittelalters fort, wenn auch das intellektuelle Interesse an der Naturforschung insgesamt bereits seit der Spätantike erheblich zurückgegangen war. Obwohl grundsätzliche Unterschiede zwischen dem Naturverständnis der monotheistischen Religionen und dem antiken Heidentum bestanden, lag der Schwerpunkt der Philosophie in dieser Zeit im Weiterdenken platonischer und aristotelischer Konzepte im Kontext der offenbarten Religion (Heinzmann, 1998). In der Scholastik verbindet sich schließlich das aristotelische Denken einer autonom selbst sich entfaltenden Natur mit dem christlichen Bild eines Schöpfergottes. Für die Vorstellungen von

Naturzwecken bestehen dadurch zunächst einmal keine grundsätzlichen Veränderungen: Weiterhin besitzt jede Art ein ihr eigentümliches Wesen, das es aktiv zu verwirklichen sucht. Die Verwirklichung dieses Zwecks gibt dem Naturgeschehen ihre Ausrichtung. Die einzelnen Arten unterscheiden sich im Grad ihrer Vornehmheit, sodass sich eine Rangordnung, eine *scala naturae*, ergibt (Lovejoy, 1936/1985; Roth, 2011).³⁷

Es ist charakteristisch für das mittelalterliche Denken, dass die menschliche Gesellschaft mit ihren Ständen ebenfalls in Kategorien unverrückbarer Rangordnungen wahrgenommen wurde. Diesem vertikalen sozialen und kosmischen Vorstellungsschema (Taylor, 2007/2010) macht es weiterhin keine Mühe, Erfahrungen von Zweckmäßigkeit in der Natur zu deuten. Sie sind Ausdruck der jedem Wesen innewohnenden Tendenz (und für den Menschen die moralische Verpflichtung), sein eigentliches Wesen zu verwirklichen. Beispielhaft sei Thomas von Aquin genannt, der in seiner „Summe gegen die Heiden“ die aristotelische Teleologie bekräftigte. Die „Summe gegen die Heiden“ war zunächst eine Argumentationshilfe gegenüber einem mutmaßlich aristotelisch gebildeten, jüdischen und muslimischen Publikum gedacht. Daher soll mit Aristoteles immer wieder eine gemeinsame intellektuelle Grundlage bekräftigt werden.

Nun besitzt ein Naturding aufgrund seiner Form, durch die es in seiner Art vollendet ist, eine Tendenz [inclinatio im Original] zu spezifischen Tätigkeiten [operatio] und ein ihm eigentümliches Ziel [finis], das es in den Tätigkeiten zu erreichen versucht. Ein jegliches Ding nämlich ist nach der Weise seines Beschaffenseins tätig und tendiert zu dem, was ihm entspricht. (Thomas, 1974-1996, Buch IV, Kapitel 19)

An zwei Stellen jedoch geht Thomas aus seiner christlichen Perspektive über Aristoteles hinaus: Erstens führt die christliche Prämisse der *creatio ex nihilo* ihn zu einer Unterscheidung zwischen Existenz und Essenz (*ente et essentia*) (Thomas, 1979/2008). Zweitens kann er sich eine zweckmäßige Tätigkeit in der Natur nur mithilfe eines ordnenden Verstands erklären. Für eine Unterscheidung von Existenz und Essenz sei erwähnt: In Thomas Augen ist die Welt im Sinne von Aristoteles' aktivem Kosmos geschaffen worden und damit voller Wesenheiten, die ihre jeweiligen Essenzen aufweisen. Die Essenzen führen zu den natürlichen Prozessen des Entstehens, Umwandelns und Vergehens in der Art, wie es Aristoteles beschrieben hatte. Diese Prozesse bezeichnet Thomas mit dem Begriff der *generatio*. Außerdem verdankt sich die Existenz dieser Natur als Ganzes allein Gott, was Thomas als im Sinne des Neuplatonismus

37 Ohne Zweifel besteht ein erheblicher Unterschied zwischen der antiken Vorstellung von der Formung der Welt aus einer bereits gegebenen rohen Materie und der *creatio ex nihilo* der christlichen Theologie. Während die Gottheiten der Antike vollendete Handwerker oder Künstler waren, die eines Materials bedurften, ruft der christliche Gott die Dinge ohne eine Vorbedingung in Existenz. In Erwartung eines zweckmäßig geordneten Kosmos sind diese Unterschiede jedoch graduell. Dies gilt umso mehr, als in beiden Fällen Einschränkungen anwendbar waren, die Unordnung in der alltäglichen Lebenswirklichkeit zu verstehen. Die heidnischen Philosophen waren bereit, der sublunaren Sphäre ein gewisses Maß an Unordnung zuzugestehen, während Christen Unvollkommenheiten entweder als Folge der Gefallenheit der Schöpfung anerkennen konnten oder als unergründlichen Ratschluss Gottes leugneten.

als *emanatio* oder mit dem biblischen Begriff der *creatio* bezeichnet. Die Existenz oder das Dasein der Welt ist also nicht einfach etwas Selbstverständliches für Thomas, sondern verlangt einen Schöpfer. Hier treffen also beide Analogien in Bezug auf die Natur aufeinander: Die Dinge der Welt werden gleichzeitig als Handelnde anhand innerer Essenzen begriffen, verdanken aber ihre Existenz dennoch einem Schöpfer. Aertsen (1988) hat diesen Unterschied in einer umfangreichen Studie herausgearbeitet.

In den Augen von Robert Spaemann und Reinhard Löw bildet Thomas' Behandlung der Naturteleologie abseits des Schöpfungsgedankens auch an einer weiteren Stelle eine entscheidende Weichenstellung hin zur Neuzeit (Spaemann & Löw, 1981/2005 S. 68-78). In seinem Kommentar zur Physik des Aristoteles (Thomas, 1954) beschreibt Thomas, dass jede zielgerichtete Bewegung von einem antizipierenden Geist ausgehen muss, was nach Spaemann und Löw ein erster Schritt für die Eliminierung der aristotelischen Teleologie der Entelechie in der Neuzeit gelten muss.

Denn Dinge, die von keinem Ziel wissen, richten sich auch nicht auf ein Ziel aus, es sei denn, sie werden von jemandem ausgerichtet, der es kennt, so wie ein Pfeil von einem Bogenschützen ausgerichtet wird. Wenn also das Naturgeschehen um eines Zieles willen abläuft [operetur propter finem im Original], dann weil es von einem anderen Verstand ausgerichtet wird; dies ist das Werk der Vorsehung (Thomas, 1954, Lektion 12 Kapitel 198)³⁸

Beide spezifisch Thomas'schen Elemente – Kreatürlichkeit und externe Teleologie – hinter der internen Teleologie finden sich wiederum in der „Summe gegen die Heiden“. Dort tritt Gott in der Gestalt des Heiligen Geistes als Lenker und Herrscher der Natur und als ihr Schöpfer auf.

Mithin ist der Heilige Geist das Prinzip der Schöpfung der Dinge. [...] Aufgrund dessen, daß der Heilige Geist nach Art der Liebe hervorgeht, die Liebe aber eine antreibende und motivierende Kraft besitzt, scheint man recht daran zu tun, die von Gott in den Dingen verursachten Bewegungen dem Heiligen Geist zuzuschreiben. Die erste, auf Gott zurückgehend, reale Veränderung versteht man so, daß er aus der geschaffenen, ungeformten Materie verschiedene Arten hervorbrachte. Daher schreibt die Heilige Schrift dieses Werk dem Heiligen Geist zu. (Thomas, 1974-1996, Buch IV, Kapitel 21)

38 Eigene Übersetzung aus dem Lateinischen. Im Original lautet das Zitat: *Ea enim quae non cognoscunt finem, non tendunt in finem nisi ut directa ab aliquo cognoscente, sicut sagitta a sagittante: unde si natura operetur propter finem, necesse est quod ab aliquo intelligente ordinetur; quod est providentiae opus.*



Abbildung 4: Gott als Geometer in einer mittelalterlichen Handschrift

Die Nominalisten des Spätmittelalters gingen noch einen Schritt weiter als Thomas. Buridan etwa vertrat eine Ansicht, die vor ihm bereits der arabische Gelehrte Avicenna aufgestellt hatte: Ein Ziel könne nur ein denkendes Wesen haben und das sei neben dem Menschen nur Gott selbst. Die Dinge der Natur haben also nur Zwecke, wenn sie von Gott in ihnen angelegt wurden. Sich anzumaßen, den göttlichen Plan hinter den Geschehnissen der Natur zu verstehen und zu erforschen, halten beide Denker allerdings für frevelhaft. Diese neue Bescheidenheit des Denkens bezieht sich auch auf andere Bereiche der Erkenntnis, wie etwa die Erkenntnis von ewigen Urtypen, den Universalien. Diese Erkenntnisse werden nur noch als menschliche Begriffe und nicht mehr als Bestandteil der göttlichen Schöpfung aufgefasst und bereiteten den Boden für das philosophische Denken der Neuzeit (Spaemann & Löw, 1981/2005).

Obwohl die Reformation der scholastischen Theologie insgesamt kritisch gegenüberstand, finden sich auch bei Martin Luther die Möglichkeit, Gott zumindest in vagen Umrissen durch die Vernunft zu erkennen, da auch für Luther die zweckmäßig geordnete Natur nur Ausdruck eines übernatürlichen Wesens sein kann: „*trefflich geschepf [...] so wunderbar, ordentlich und gewis in seinem Regiment gefasset und gehend*“ (Luther, 1544/1928). Die Gewissheit über die Liebe Gottes bleibt dem Menschen allerdings durch die Vernunft verwehrt (Mattes, 2014).

Offen bleibt in dieser Arbeit die Frage, welche Rolle die Reformation im Detail bei der geistesgeschichtlichen Wende zum mechanistischen Weltbild gespielt hat. Nur ein bezeichnendes Ereignis möchte ich beispielhaft herausgreifen, das uns eine Vorstellung über die religiöse Bedeutung dieser naturphilosophischen Wende vermittelt: Riskin (2016) sieht zumindest für England in der protestantischen Trennung zwischen der geschaffenen materiellen Welt und der geistigen Wirklichkeit Gottes einen Nährboden für die frühneuzeitliche Artefaktmetaphysik. Sie schildert den Einfluss der Reformation exemplarisch anhand des Schicksals des sogenannten *Rood of Grace* (Gnadenkreuz) der Boxley-Abtei in der Grafschaft Kent. Beim *Rood of Grace* handelte es sich um eine lebensgroße Kruzifix-Darstellung Christi, die mithilfe allerhand mechanischer Technik qualvoll wirkende Bewegungen am Kreuz vollführen konnte. Auf diese Weise sollten die Leiden Christi am Kreuz umso eindrücklicher vor Augen geführt werden. Während der englischen Reformation wurde dieses Kunstwerk jedoch als Betrug diffamiert und im Zuge des Bildersturms zerstört. Riskin gibt zu bedenken, dass wohl niemand der katholischen Eigentümer dieses Kultgegenstands je

behauptet habe, die Bewegungen des *Rood of Grace* seien ein unerklärliches Wunder Gottes. Jedermann wusste, dass es ein mechanisches Werk der Handwerkskunst war, wenn auch ein ganz besonders hilfreiches für den geistlichen Weg der Seele zu Gott. Ich deute den Umgang mit der Puppe so, dass für die katholischen Geistlichen die mechanisch bewegte Puppe auf Gott verweist und der Mensch Gottes Gnade durch die bewegende Konfrontation mit dem *Rood* entgegengehen kann. Noch für Thomas vervollkommen schließlich göttliche Gnade die geschaffene und gefallene Natur, die dieser aber trotz ihres Gefallenseins nicht diametral entgegensteht. Die Dinge der diesseitigen Welt können also auf Gott verweisen, weil sie eine zumindest begrenzte Ähnlichkeit zur Geistigkeit Gottes besitzen. Sie sind also nicht rein materiell und radikal von fern von Gott. Thomas nennt diesen Gedanken *analogia entis* (Ähnlichkeit im Sein) (Aertsen, 1988). Die Reformatoren lehnten hingegen die *analogia entis* ab. Ihre Welt enthielt keinen Weg zu Gott außerhalb der Heiligen Schrift. Die reformatorische Entgöttlichung der Welt *ad maiorem dei gloriam* war damit bereits auf dem Weg zur rein physischen Welt der mechanistischen Philosophie.

3.4 Vom *eidos* zur Funktion – Teleologie in der frühen Neuzeit

Im Verlauf des 17. Jahrhunderts begann sich das von Avicennas und Buridan angedeutete Weltbild in radikaler Form zu etablieren. Die Welt wurde für eine neue Generation von Philosophen³⁹ wie Francis Bacon oder Rene Descartes nicht mehr als bestimmt von erkennbaren immanenten Zwecken im aristotelischen Sinne verstanden, sondern als Mittel zur Erreichung menschlicher Absichten, die zumindest beim gläubigen Menschen mit Gottes Willen und seinen Absichten bei der Erschaffung der Natur im Einklang stehen. Ausdruck fand dieses Weltbild in der erstmaligen Einordnung der Mechanik in die Naturlehre, d. h. in die Physik. Bisher war die Mechanik lediglich die Lehre von der unnatürlichen Manipulation durch Menschenhand, während die Physik die Natur als Natur beschrieb. Doch im mechanistischen Weltbild war diese Unterscheidung fortan unnötig: Das von Gott Geschaffene war sein Artefakt und auch den gläubigen Menschen als Werkzeug gegeben. Die fundamentale Gegensätzlichkeit zwischen natürlichen und künstlichen Geschehnissen in der Welt, wie sie charakteristisch gewesen war für die aristotelische und auch noch für die scholastische Tradition, war damit hinfällig geworden. Descartes bringt diese neuzeitliche Ansicht auf den Punkt:

Auch gibt es in der Mechanik keine Gesetze, die nicht auch in der Physik gälten, von der sie nur ein Theil oder eine Art ist, und es ist der aus diesen und jenen Rädern zusammengesetzten Uhr ebenso natürlich, die Stunden anzuzeigen, als dem aus diesem oder jenem Samen aufgewachsenen Baum es ist, diese Früchte zu tragen.

(Descartes, 1644/1870, IV, 203)

39 Einige wichtige Denker dieser Zeit kann ich aus Platzgründen nicht besprechen, etwa den Franzosen Pierre Gassendi, einen Zeitgenossen von Rene Descartes, den Deutschen Christian Wolff sowie den beiden Engländern Thomas Hobbes und John Locke. Sie alle haben sich auf die eine oder andere Weise zu Fragen über den Mechanismus und die Artefaktmetaphysik geäußert. Siehe Reiss (2009, S. 31ff).

Wir haben uns längst daran gewöhnt, Mechanik als Teilgebiet der Physik und die Physik wiederum als anwendbar auf materielle Prozesse jeder Art zu verstehen, unabhängig von der Frage, ob in einer technischen oder natürlichen Form. Daher fällt es in der Gegenwart schwer, sich zu vergegenwärtigen, dass seit Aristoteles die Natur der Ort innewohnender Formen gewesen war, die zur Verwirklichung streben, während die Mechanik bloß den Bereich des gewaltsamen menschlichen Eingriffs in die Natur beschrieb. Es war nun nicht mehr die Verwirklichung einer angelegten Eigentümlichkeit, eines aristotelischen *eidōs* oder einer thomistischen *essentia*, die erklärte, warum Lebewesen so existieren, wie sie es tun. Stattdessen war es abermals in Analogie zum menschlichen Handwerker die Tätigkeit, zu deren Ausführung Gott sie ersonnen hatte. Die Gegenstände der Welt, ob nun Steine, Uhrwerke oder Tiere besaßen nun kein inneres Prinzip mehr, sondern nur noch Gottes externe, gewissermaßen „ingenieurmäßige“ Überlegungen. Aus dem *eidōs* wurde eine bloße Funktion, von deren inneren Zweck, d. h. von deren biomorpher Teleologie oder Handlungsanalogie, völlig abgesehen wird. Descartes drückt diese konsequente Gleichsetzung von Lebewesen und Maschine und die Ablehnung innerlicher Teleologie in seiner Abhandlung über den Menschen wie folgt aus:

...ich wünsche, sage ich, dass man bedenke, dass die Funktionen in dieser [Körper-]Maschine allein aus den Dispositionen ihrer Organe hervorgehen, nicht mehr und nicht weniger als die Bewegungen einer Uhr oder eines anderen Automaten von der Anordnung ihrer Gewichte oder ihrer Räder abhängen. Daher ist es in keiner Weise erforderlich, hier für diese (die Maschine) eine vegetative oder sensitive Seele oder ein anderes Bewegungs- und Lebensprinzip anzunehmen als ihr Blut und ihren Spiritus, die durch die Hitze ihres Feuers bewegt werden...
(Descartes, 1664/1969) zitiert nach Sutter (1988, S. 53-54)

Schmid (2010, S. 180-181) unterlegt Descartes' Kritik am aristotelischen *eidōs* mit zwei Vorwürfen: dem des Animismus und dem der Überflüssigkeit. Descartes kann sich einen *eidōs* nur als bewussten Geist denken. Eine unbewusst sich selbst entfaltende Form erscheint ihm wie bereits Thomas von Aquin und Johannes Buridan widersprüchlich. Gleichzeitig ist diese unhaltbare Annahme aber auch gar nicht notwendig, denn Descartes behauptet, die gesamte Fülle von beobachtbaren Formen der Natur sei durch Gesetze der Mechanik erklärbar, wenn schon nicht durch die unausgereifte Naturwissenschaft seiner Zeitgenossen, so doch zumindest perspektivisch und prinzipiell. Die Mehrzahl heutiger Aristoteles-Forscher ist inzwischen der Ansicht, dass diese Kritik am Aristotelismus möglicherweise die Scholastik, aber nicht Aristoteles selbst trifft. Dessen Agenda war schließlich nicht, Erklärungen im Sinne von Kausalbeziehungen zu liefern, die in irgendeiner Form in Konkurrenz zu den mechanischen Kräften der neuzeitlichen Physik stehen könnten. Erst recht wollte er als nüchterner Beobachter der Natur nicht geisterhafte Entitäten unterstellen, die gar bewusste Absichten verfolgen.

Ausgenommen von Descartes Mechanismus ist bekanntermaßen die *res cogitans*, d. h. der denkende Geist des Menschen. Er ist bei Descartes ontologisch der mechanistisch gedachten Natur radikal entgegengesetzt und nur in ihm kann die Rede von Zwecken noch sinnvoll sein.⁴⁰ Eine häufige Verkürzung im Zusammenhang mit der Ablehnung des Aristotelismus ist die Behauptung, die Mechanisten der frühen Neuzeit hätten den Ballast der Teleologie gänzlich über Bord geworfen. Die verachtete Teleologie meinte für diese Autoren aber stets lediglich *eidos* im aristotelischen Sinne. Engels (1982) hat jedoch klargestellt, dass Teleologie anhand der Artefaktmetaphysik gerade bei den Mechanisten unübersehbar war. Sie selbst wählt den Ausdruck der Krypto-Teleologie, um die unvermeidlichen teleologischen Implikationen des Maschinenbegriffs zu beschreiben, dessen Tragweite nicht oft genug, vielleicht nicht einmal von ihren Vertretern wahrgenommen wurden: Eine Maschine ist durch ihre Funktionalität nun einmal nicht nur der paradigmatische Fall von fehlender Innerlichkeit, sondern eben auch von (freilich rein externer) Zweckbestimmtheit. Die Anwendung der Artefaktanalogie auf die Natur bedeutet zwar, die biomorphe Art von Teleologie aufzugeben, aber der Natur so unweigerlich eine technomorphe Form von Teleologie zu unterstellen. Die externe Teleologie, wie Oldemeyer sie in Bezug auf Plato beschreibt, gewinnt bei Denkern, die wir ansonsten keinesfalls als Anhänger Platos annehmen würden, erneut und in diesem Fall scheinbar endgültig die Oberhand.⁴¹

Die frühneuzeitliche Krypto-Teleologie führt dazu, dass einige Autoren dieser Zeit Aristoteles sogar zustimmen. Dieser Applaus aus der falschen Richtung ergibt sich auch aus der Verwischung von platonischer und aristotelischer Teleologie in der Scholastik, wie ich sie im vorherigen Abschnitt angedeutet hatte. Der Begründer der neuzeitlichen Chemie (Johnson, 2005, S. 25) Robert Boyle setzt sich für die Legitimität von Finalursachen ein und beruft sich dabei auf Aristoteles:

All consideration of final causes is not to be banish'd from Natural Philosophy: but that 'tis rather Allowable and in some cases

40 Die Kritik am cartesischen Dualismus zwischen *res extensa* (dem physischen Körper) und *res cogitans* (dem menschlichen Geist) hat die Rezeption von Descartes von Beginn an begleitet. Klassisch ist der Einwand, wie denn der völlig unkörperliche Geist auf die körperliche Welt überhaupt Einfluss nehmen kann, so wie wir es bei den willentlichen Handlungen des Menschen im Alltag erleben. Besonders konsequent hat möglicherweise Leibniz (1714/1954/1966) den cartesische Dualismus weitergedacht und eine der kühnsten Konzeptionen der Philosophiegeschichte entworfen. Die Monaden sind nach Leibniz unteilbare Entitäten von infinitesimaler Winzigkeit und Abgeschlossenheit. Die nach dem Alltagswissen zwischen Geist und Körper wahrgenommenen Wechselwirkungen sind nach der Monadologie letztlich von Gott orchestriert. Dennoch musste Leibniz der Freiheit des menschlichen Geistes Rechnung tragen, was zum Konzept der prästabilierten Harmonie führt. Darunter versteht er die Annahme, unsere Gedanken und Intentionen seien bereits im Schöpfungsakt von Gott antizipiert worden und unsere Körper agierten in perfekter Synchronizität mit unseren Intentionen. So muss ein naiver Beobachter den Eindruck gewinnen, unser Geist sei die Ursache der Bewegungen unseres Körpers, während der Leib doch tatsächlich nur den von Gott eingesetzten mechanischen Gesetzen folgt. Ein Einwirken des Geistes auf die Materie wird von Leibniz abgelehnt.

41 Über das Verhältnis von Platos Ideenlehre zum Weltbild der frühneuzeitlichen Mechanisten siehe Hampe (2007, S. 64-70).

*Commendable, to Observe and Argue from the Manifest Use of Things,
that the Author of Nature Pre-ordain'd those Ends and Uses.*
(Boyle, 1688, S. 235)

Tatsächlich argumentiert Boyle jedoch nicht im aristotelischen, sondern im platonischen Sinne. Für Boyle ist die Zweckmäßigkeit keine Regel der Natur bereits gegeben wie bei Aristoteles, sondern eine Idee Gottes und in einem *reverse engineering* rekonstruiert wird und letztlich auf den *Author of Nature* zurückgeführt werden kann.

Die Frage nach mechanischen Ursachen für die Naturphänomene und damit Einblick in die Vorsehung Gottes sollte das müßige Spekulieren über die Zwecke in den Dingen ablösen. Laut Taylor (2007/2010) ist der Schritt in das mechanistische Weltbild der frühen Neuzeit keine Abkehr von der Vorstellung einer vernunftgemäßen Gestaltung der Welt, sondern nur von eigenständigen Zwecken in der Natur. In diesem Sinne konnte etwa Francis Bacon der (aristotelischen) Teleologie Nutzlosigkeit attestieren:

*Die Betrachtung natürlicher Prozesse unter dem Aspekt ihrer
Zielgerichtetheit ist steril, und wie eine gottgeweihte Jungfrau gebiert
sie nichts.* zitiert nach Spaemann and Löw (1981/2005, S. 11)⁴²

Diese Aussage bedeutet allerdings keineswegs, dass Bacon die zweckmäßige Einrichtung der Welt gelegnet hätte, wie ein Blick in sein persönliches Glaubensbekenntnis verrät. Dort schreibt er über Gott:

*He [Gott] doth accomplish and fulfil his divine will in all things, great
and small, singular and general, as fully and exactly by providence, as
he could by miracle and new creation, though his working be not
immediate and direct, but by compass; not violating nature, which is
his own law, upon the creature.* (Bacon, 1641/1884, S. 408)

Ähnlich argumentiert er auch in seinem früheren Aufsatz über den Atheismus:

*For while the mind of man looketh upon second causes scattered, it
may sometimes rest in them, and go no further; but when it beholdeth
the chain of them, confederate and linked together, it must needs fly
to Providence and Deity.* (Bacon, 1625/1884, S. 24)

Im Gegenteil präsentiert sich hier, am Beginn des naturwissenschaftlichen Zeitalters, das Vertrauen auf göttliche Vernunftprinzipien und dem Wirken der Vorsehung im Räderwerk des Kosmos fester denn je. Laut Taylor ist

*es nicht zu verkennen, daß das Gefühl der unbegrenzten Macht Gottes
dazu beigetragen hat, der älteren Vorstellung vom Kosmos als einer
Verwirklichung der Form den Garaus zu machen. [...] Und dieser*

⁴² *Nam causarum finalium inquisitio sterilis est, et, tamquam virgo Deo consecrata, nihil parit.* (Bacon, 1623/1829, III, 5) Eine deutsche Übersetzung des gesamten Textes ist mir nicht bekannt.

Forderung [das absolute Ausgeliefertsein des Kosmos unter die Willkür Gottes ernst zu nehmen] kann man am ehesten nachkommen, wenn man von einer mechanistischen Naturanschauung ausgeht, aus der jede Andeutung einer inneren Teleologie verstoßen worden ist. (Taylor, 2007/2010, S.199)

Der berühmteste Ausdruck des Schöpfungsoptimismus der Mechanisten ist jedoch sicherlich Leibniz (1710/1879) das Diktum von unserer Erde als die beste aller möglichen Welten (*le meilleur des mondes possibles*). In seiner Schrift „Theodizee“ erklärt er, dass auch natürliche Katastrophen für die Ordnung der Welt notwendig sind. Schärfer als Bacon, Boyle und später Leibniz, die alle an der Erkennbarkeit von Gottes zweckmäßiger Weltgestaltung festhalten, bemüht sich Descartes, auch die platonische Teleologie aus dem Weltbild seiner Zeit zu vertreiben, ohne dabei jedoch Gott als Schöpfer zu eliminieren. Für ihn ist auch die Krypto-Teleologie nach Engels (1982) bereits eine Anmaßung des menschlichen Verstands. Stattdessen spielt Gott in seiner Wissenschaftstheorie gerade aufgrund seiner Allmacht keine erklärende Rolle mehr: Die göttliche Vorsehung, von der Bacon emphatisch sprach, ist für Descartes nicht zu erforschen, weil einerseits der menschliche Verstand Gottes Wege grundsätzlich nicht begreifen kann und andererseits ist es ohnehin absurd, weil sich Gott als absoluter Souverän bei der Erschaffung der Welt nicht an innerweltlichen Maßstäben orientieren musste, seien es nun Grundsätze der Moral oder der Logik, ganz zu schweigen von physikalischen Zweckmäßigkeit im Design der Einzeldinge. Schmid (2010, S. 187-198) nennt diese Einstellung Descartes' einen theologischen Voluntarismus, weil Gott aus freiem Willen schaffe und dadurch das Gute, Logische und auch das Zweckmäßige in der Natur erst durch den im wahrsten Sinne willkürlichen Schöpfungsakt definiert werde. Daher ist es auch müßig für Descartes, die organische Zweckmäßigkeit, etwa des menschlichen Körpers, als göttliche Ingenieursleistung zu bewundern. Ich möchte diesen Gegensatz so beschreiben, dass Gott als intelligenter Designer in Descartes' Augen sinnbildlich zu einem (sicherlich vollendeten) Spieler herabgewürdigt würde, wo er doch der Erfinder des Spiels ist. Die Welt, von einem absolut freien Gott erschaffen und von – zumindest in geistiger Hinsicht – freien Menschen bewohnt, ist nur noch passive Kulisse und Ressource für die Verwirklichung des souveränen, menschlichen und göttlichen Handelns (Spaemann & Löw, 1981/2005, S. 84).

Das 17. und frühe 18. Jahrhundert kannte also den Glauben sowohl an die göttliche Allmacht als auch an eine vernunftgemäße Naturordnung, die nun jedoch nach den mechanischen Prinzipien Galileis und Newtons ihren geplanten Gang nahm. Gottes Allwissenheit und Allmacht zeigt sich gerade darin, dass er eine Welt erschaffen hat, die anhand von ehernen mechanischen Gesetzen voranschreitet.⁴³ Isaac Newton spricht ebenfalls von der Souveränität

⁴³Nicht immer war diese Trennung vom anfänglichen Schöpfungsakt Gottes und späterer blind-mechanischer Tätigkeit konsequent. Dies zeigt sich in den philosophischen Zwitterkonzepten von gewisser Raffiniertheit: Die sogenannten Okkasionalismen (S. Lee, 2016) etwa von Malebranche (Perler, 2001) und Berkeley (Saporiti, 2001) halte ich für zwei Beispiele dieser Art. Beide lassen den Wunsch erkennen, dem direkten göttlichen Handeln und der neuzeitlichen Mechanik gleichermaßen zu ihrem Recht zu verhelfen. Der Okkasionalismus nach Malebranche leugnet entgegen der alltäglichen Intuition jede natürliche Einwirkung einer Ursache auf ihre Wirkung anhand von Naturgesetzen. Stattdessen wird jedes Ereignis durch Gott in jedem Moment selbst beeinflusst. Ihm beliebt

Gottes, Naturgesetze nach Belieben erlassen zu können, und zeigt hier einen ähnlichen Voluntarismus wie Descartes. Hampe (2007, S. 73) liefert eine Stelle aus Newtons Optik als Beleg:

Now by the help of these principles [der Bewegungsgesetze] all material Things seem to have been composed of the hard and solid Particles above-mention'd, variously associated in the first Creation by the Counsel of an intelligent agent. For it became him who created them to set them in order. And if he did so, it's unphilosophical to seek for any other Origin of the World. (Newton, 1704/1730, Book Three, Part One, 378)

Zentral für das Denken der frühen Neuzeit, vor allem bei Leibniz, aber auch schon bei Descartes ist der Begriff der Maschine (Nunziante, 2008): Anders als in seiner modernen Verwendungsweise bezeichnete Maschine zur Zeit Leibniz allerdings jede Art von geordnetem System, sei es ein Tier, ein Webstuhl, ein Baum oder eine Kutsche. Diese Gleichsetzung war möglich, weil die Mechanisten den Gegensatz von Natur und Technik verwarfen. Den Gegensatz zu einer Maschine bildete also nicht etwa ein lebender Organismus wie bei Aristoteles, sondern eine ungeordnete Ansammlung im Sinne eines Aggregats wie etwa ein Geröllhaufen. Dieser Gegensatz wurde vor allem anhand von zwei Eigenschaften konstruiert, die Maschinen von bloßen Aggregaten unterscheiden: Zunächst haben Maschinen eine Form, die nicht bloß zufällig ist, sondern einem Ordnungsprinzip gehorcht. Diese Formgebung, die im gegenwartsbezogenen Sinne dem Design entspricht, lässt sich bei Anhäufungen nicht finden.

Dabei sollte nicht vergessen werden, dass Leibniz – ganz im Gegenteil zu Descartes und Newton – im Bild der Monaden eine Eigentätigkeit der fundamentalsten Bausteine der Realität annahm. Weder künstliche und erst recht nicht natürliche Maschinen sind also leblos, sondern verfügen über intrinsische Antriebe, aus denen die mechanischen Abläufe der Welt zusammengesetzt sind. Es braucht also anders als die passive Materie bei Descartes und Newton kein zusätzliches aktives Element und erst recht kein fortwährendes Eingreifen Gottes. Somit nahm er eine Zwischenposition ein zwischen den modernen Mechanisten und den thomistischen Vorstellungen innerer Antriebe (Riskin, 2016, S. 77ff).

es, ein bestimmtes Ereignis zum Anlass zu nehmen, ein anderes Ereignis in der Welt regelhaft folgen zu lassen. Naturgesetze sind also der Eindruck, der entsteht, weil Gott fortwährend regelhaft die Welt bewegt. Für Berkeley hingegen ist die Wirklichkeit unserer Sinneswahrnehmungen, einschließlich der beobachtbaren mechanistischen Regelmäßigkeiten, schlichtweg nur eine Vorstellung, die Gott in uns hervorruft. In gewisser Weise existiert also für Berkeley keine selbstständige Wirklichkeit, die nicht entweder eine Idee im Geiste des Menschen oder im Geiste Gottes wäre. Weil Gott aber gütig ist, lässt er wie schon der Gott der Okkasionalisten die Ereignisse vorhersehbar aufeinanderfolgen, sodass der Mensch sich in seiner Welt orientieren kann. Die Entwicklung des Anti-Aristotelismus ist damit erst einmal an einem Extrempunkt angelangt. Einen größeren Unterschied gibt es nicht als zwischen dem abwesenden Gott der sich nach inneren Prinzipien entwickelnden Welt des Aristoteles und dem atemlos agierenden Mikromanagement-Gott des Okkasionalismus bzw. dem, fortwährend Eindrücke hervorruhenden, Gott Berkeleys. Bei Aristoteles handelt die Natur durch Zwecke zu Gott hin, bei den Okkasionalisten und Berkeley handelt nur noch Gott selbst, während die Welt bei Malebranche völlig passiv ist oder bei Berkeley nicht einmal mehr unabhängig existiert.

Greifbar wird die Gleichsetzung von Lebewesen und Artefakt nach dem Konzept der Maschine in der Faszination der frühen Neuzeit für mechanische Puppen und lebensechte Apparate, die zur Freude des Publikums bestimmte Funktionen von Körper und Geist ausführten: vom Flötenspiel über die scheinbar kluge Bewegung von Schachfiguren bis zur Verdauung von Nahrung waren alle körperlichen und auch manche geistigen Tätigkeiten Gegenstand der mechanisch korrekten Reproduktion oder zumindest der geschickten Täuschung: Die beweglichen Musikanten, Enten, Faune und Türken von Vaucanson, von Kempelen und anderen Erfindern wurden teils durch ehrliche Handwerkskunst, teils aber auch durch versteckte Helfershelfer angetrieben. Es spielte keine Rolle, ob reale oder vorgetäuschte Mechanik, diese Androiden, wie sie schon damals genannt wurden, erhielten ihre Faszination von einem Weltbild, in dem die Grenze zwischen natürlicher und künstlicher Bewegung bedeutungslos geworden war, aber die Grenze zwischen der passiven Natur und dem planenden Verstand eindeutig war. Während nämlich eine Maschine in den Augen der Zeitgenossen nur die Funktionen ausführen kann, die in ihrer Mechanik angelegt sind, vermag der menschliche Verstand jede beliebige Tätigkeit planvoll in Angriff zu nehmen (Riskin, 2016, S. 113). Darin unterscheiden sich die neuzeitlichen Androiden auch von den beseelten Statuen, die die Legenden der Antike und des Mittelalters bevölkern: Die von Aphrodite beseelte Statue Pygmalions, der durch Jahwes Wort belebte Golem des Rabbi Löw und auch noch der alchemistisch belebte Bronzekopf des Albertus Magnus hatten eines gemeinsam: Sie alle besaßen durch göttlichen Willen oder Magie eine wirkliche Seele, die ihnen die Gabe der Bewegung und Sprache verlieh. Die neuzeitlichen Androiden, die im späten 17. Jahrhundert, teilweise real und teilweise als Fälschung, auf jeden Fall als Objekte der Vorstellungskraft auftauchten, vermittelten eine genau umgekehrte Botschaft: Sie waren bewegt und konnten augenscheinlich Lebensfunktionen ausführen und waren trotz dieses Anscheins nicht wahrhaftig lebendig. Sie waren nicht dazu geschaffen, das Wunder der Beseelung zu zeigen, sondern die Seele als Prinzip des Lebens gerade überflüssig zu machen und als einzige Seele den Verstand zu schonen.

Uns begegnet mit Beginn des naturwissenschaftlichen Denkens also ein neues Paradigma, über die offensichtliche Zweckmäßigkeit von Lebewesen zu sprechen: nicht mehr die innere Zielgerichtetheit, sondern die mechanische Ausführung charakteristischer Tätigkeiten der Funktionen. In seiner ursprünglichen Bedeutung im Lateinischen meint Funktion lediglich die Verrichtung einer bestimmten Tätigkeit und war keineswegs ein Fachbegriff der Mathematik, Mechanik oder irgendeiner anderen Wissenschaft. So finden wir etwa bei Cicero folgende Verwendungsweise: *Labor est functio quaedam vel animi vel corporis gravioris operis et muneris*⁴⁴ (Cicero, 1918 2, 15, 35 Unterstreichung von mir).

Hier ist die Funktion des Geistes oder des Körpers lediglich ein aktiver Vorgang, wenn auch im vorliegenden Zitat die Zielgerichtetheit und Absichtsvollheit, die heutzutage mit Funktion konnotiert ist, bereits herauszulesen sein mag. Friedrich Wilhelm Leibniz bezieht als einer der

44 Übersetzung: Anstrengung ist eine Tätigkeit des Geistes oder des Körpers in einem Beruf oder Aufgabe von ernster Schwierigkeit und Bedeutung

ersten das Lehnwort Funktion (von lat. *functio* Tätigkeit) in seine Naturphilosophie ein, um über die zweckmäßige Organisiertheit von Lebewesen zu sprechen. Für ihn bestand die Teleologie des Lebens in der Ausführung von gewissen Funktionen, auch hier wiederum ohne Unterscheidung zwischen natürlichen und menschengemachten Maschinen. Nunziante konkretisiert diese Denkweise:

For example, according to Leibniz, [...] the spider is a 'weaving-machine', in the sense that the weaving function is considered to identify the particular mechanical device that subtends to it in the same way that a bee is a 'honey-making machine' and a squirrel is a 'jumping-machine'. (Nunziante, 2008, S. 9)

Mit dem Sieg der Mechanik über die aristotelische „Physik“ mit Beginn der Neuzeit setzte das Ende von Naturzwecken als wissenschaftliche Erklärungsoption ein, während der funktionalen Analyse, also das Betrachten von Organen als Mittel, erst jetzt eine neue Legitimation als Beweis für die göttliche Weisheit zugewiesen werden konnte. Die Mechanisten waren also keineswegs Naturalisten und Atheisten. Im Laufe der frühen Neuzeit entwickelte sich aus diesem Gedanken und der dazugehörigen Krypto-Teleologie eine eigene Gattung der theologischen Literatur, die oft unter dem Begriff Physiko-Theologie oder schlicht Naturtheologie (insbesondere als *natural theology* in England) gefasst wird. Trotz ihrer religiös-apologetischen Motivation waren die Vertreter dieser Texte von einem ernsthaften Willen zur Naturforschung beseelt. Besonders bekannt ist heute – nicht zuletzt aufgrund seiner Rezeption durch Darwin – ist sicherlich der englische Philosoph und Theologe William Paley, ein eher später Vertreter dieser Richtung, mit seinem apologetischen Werk „*Natural Theology*“ (Paley, 1802/1811). Allerdings lässt sich die Mischung aus „zuverlässiger Naturgeschichte“ von „ausgezeichneter Qualität“ (Mayr, 1982/2002, S. 86) und fromm-ehrfürchtiger Geisteshaltung bis ins 17. Jahrhundert zurückverfolgen, etwa zu John Rays einflussreichem Buch „*Wisdom of God Manifested in the Works of Creation*“ (Berry, 2001). Während Paley in Abhandlungen über die Teleologie als Ahnherr der heutigen Kreationisten und Anhänger des *intelligent design* gilt und daher heute im Lichte der Evolutionstheorie häufig belächelt wird, wäre es ungerecht, die früheren Vertreter der Physiko-Theologie als reaktionär und Gegner des Zeitgeistes aufzufassen: Ihre Argumentation ist durch die zeitgenössische Vorherrschaft des mechanistischen Weltbildes und der neuzeitlichen Maschinen-Metapher überhaupt erst plausibel geworden, befand sich also, zumindest bis ins 19. Jahrhundert, an der Front des wissenschaftlichen Denkens. Aus diesem Grund attestiert Mayr dieser Literaturgattung eine Schlüsselrolle für die Entwicklung der Biologie insgesamt:

Die Naturtheologie war eine notwendige Entwicklung, da in einer statischen, „erschaffenen“ Welt Zweckmäßigkeit [im Sinne eines intendierten Designs] die einzige mögliche Erklärung für die Anpassung [der Organismen] war. (Mayr, 1982/2002, S. 86)

Sogar eine Rolle als unfreiwilligen Erfüllungsgehilfen der Darwin'schen Evolutionslehre sieht Mayr für die Physiko-Theologie.

Niemand kann bestreiten, daß die Naturtheologie ein beachtenswert reiches und solides Fundament für die Evolutionstheorie legte und daß erst zu Darwins Zeit wieder mit ebenso viel Eifer Studien über Anpassungen betrieben wurden, wie es die Naturtheologen getan haben. (ebenda)

Es ist gewiss kein Zufall, dass die bekanntesten Vertreter dieses Genres Briten waren, denn – wie Ruse (2003, S. 33ff) hervorhebt – waren die führenden Bildungsinstitutionen Oxford und Cambridge anders als etwa in Frankreich bis tief ins 19. Jahrhundert hinein bei aller fachlichen Exzellenz religiös dominiert. Die Rektoren waren gleichzeitig auch Pfarrer der anglikanischen Kirche und sehr um die Vereinbarkeit von Christentum und Naturwissenschaft mithilfe einer Art natürlicher Religion bemüht. Insbesondere im England des 19. Jahrhunderts behielt diese Art des teleologischen Gottesbeweises eine entscheidende Bedeutung. Der *parson naturalist*, zugleich Geistlicher und Naturkundler, blieb über lange Zeit eine typisch englische Gestalt des akademischen Lebens (P. Armstrong, 2000). Der Historiker Keith Thomas schreibt etwa:

[...] it was the English who went furthest towards what has been called 'the divinisation of nature', whereby a walk in the woods or a climb up a mountainside became a pilgrimage (which may account for the British promotion of Alpine mountaineering). (K. Thomas, 1983, S. 261)
zitiert nach Berry (2001, S. 30)

Es würde sicher zu weit führen, die gesellschaftspolitischen Ursachen dieser englischen Vorliebe für die Physiko-Theologie zu diskutieren, aber möglicherweise spielt nach Berry (2001) die Erfüllung politischer Forderungen der Aufklärung in der *Glorious Revolution* eine Rolle, die eine vernunftgemäße Ordnung auch in der Natur plausibel machten und ein Vertrauen in die Erklärungskraft von göttlichem und menschlicher *reason* stärkten. In dieser Zeit bahnte sich auf dem Kontinent, vor allem in Frankreich und Deutschland, eine andere Entwicklung an, nämlich eine erneute Abkehr der Naturforscher von der externen Demiurgen-Teleologie.

3.5 Skepsis bezüglich der Teleologie in der Aufklärung

Während im 17. und 18. Jahrhundert die englische Wissenschaft von Physiko-Theologen dominiert wurde, gab es insbesondere in Frankreich eine Skepsis gegenüber Teleologie in der Natur.⁴⁵

Die epistemologischen Anfragen der Aufklärungszeit reichten vom geistreichen Spott, mit dem Voltaire 1759 in der Novelle „*Candide*“ die teleologische Beurteilung der Welt abtat, bis hin zu

⁴⁵ Bereits Spinoza geißelte in seiner „Ethik“ Finalursachen als Zuflucht der Unwissenden (*asylum ignorantiae*). Ihm, dem unverständenen Außenseiter und jüdischen Paria, ging jedoch nicht bloß um Skepsis. Er betrieb im Gegenteil die selbstbewusste Errichtung eines gänzlich neuen Gebäudes der Metaphysik. Entgegen den Intuitionen seiner Zeit stand ein radikal revisionistisches, weil nicht personales und nicht anthropozentrisches, Gottesbild im Zentrum seines Denkens. Obwohl er also chronologisch vor dieses Kapitel gehört, möchte ich erst später auf den zu Lebzeiten unzeitgemäßen Spinoza zurückkommen.

den atheistischen Kampfschriften der Radikalaufklärung im Sinne von Israel (2001). Im *Candide* lesen wir etwa von der komische Figur Prof. Pangloss, einem philosophischen Besserwisser der Allvernunft. Pangloss doziert darin über seine Weltsicht:⁴⁶

»Es ist erwiesen,« sagte er, »daß die Dinge nicht anders sein können: denn da Alles zu einem Zweck geschaffen worden, ist Alles nothwendigerweise zum denkbar besten Zweck in der Welt. Bemerken Sie wohl, daß die Nasen geschaffen wurden, um den Brillen als Unterlage zu dienen, und so tragen wir denn auch Brillen. Die Beine sind augenscheinlich so eingerichtet, daß man Strümpfe darüber ziehen kann, und richtig tragen wir Strümpfe. Die Steine wurden gebildet, um behauen zu werden und Schlösser daraus zu bauen, und so hat denn auch der gnädige Herr ein prachtvolles Schloß; der größte Freiherr im ganzen westfälischen Kreise mußte natürlich am besten wohnen, und da die Schweine geschaffen wurden, um gegessen zu werden, essen wir Schweinefleisch Jahr aus, Jahr ein. Folglich sagen die, welche bloß zugeben, daß Alles gut sei, eine Dummheit: sie mußten sagen, daß nichts in der Welt besser sein kann, als es dermalen ist.«
(Voltaire, 1759/1844, S. 39)

Zeitgenossen von Voltaire wie Diderot (1754) und Maupertuis (1745) spekulierten bereits in Anlehnung an Lukrez (2014), dass die Angepasstheit der Lebewesen durch die zufällige Kombination von Eigenschaften und dem Überleben der Geeigneten entstehen könne. Allerdings blieben solche proto-evolutionären Gedankenexperimente bis zur Untermauerung durch Darwins sorgfältige empirische Forschungen im 19. Jahrhundert hypothetisch. Vielleicht so eindringlich wie keiner seiner Zeitgenossen vertrat zu seiner Zeit der ausgewiesene Atheist Julien Ofray de La Mettrie eine solche proto-evolutionäre Weltsicht. In seinem Werk *„L’homme machine“* beschreibt er, wie schon die Mechanisten des 17. Jahrhunderts den Menschen als eine Maschine. Doch anders als etwa Descartes oder gar Boyle macht de La Mettrie auch nicht vor der Mechanisierung des Geistes halt. Sein Argument für den materialistischen Monismus ist, dass er die menschliche Maschine konsequent als Produkt der Selbstorganisation der Natur denkt. Der Mensch ist nicht Produkt eines göttlichen Geistes und so muss auch der menschliche Geist nur eine weitere Funktion des Körpers sein und keine eigenständige cartesische Substanz neben der Materie. Die Natur folgt für de La Mettrie den eigenen Gesetzen bei der naturgeschichtlichen und individuellen Entstehung der Wesen. Diese Naturgesetze sind zwar keine göttliche Vorsehung, aber ebenso wenig ausschließlich blinder Zufall. Er gibt zwar das fehlende Wissen seiner Epoche zu, dennoch besteht er auf einem Grundsatz: Wie auch immer die Natur beschaffen sein mag, einem äußeren Zweck folgt

46 Prof. Panglosses „Nasenteleologie“ wurde durch den viel beachteten Aufsatz von Stephan J. Gould und Richard Lowentin *„The sprandels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of the adaptionist program“* (1978) in die zeitgenössische Diskussion um evolutionäre Adaptationen eingeführt. *„Candide“* ist seitdem in der Wissenschaftstheorie der Biologie immer wieder zitiert worden.

sie bei ihrem Treiben jedenfalls nicht (Riskin, 2016, S. 151f; Sutter, 1988). Von der Überzeugungskraft des teleologischen Gottesbeweises hält er dann auch nichts:

Das [der teleologische Gottesbeweis] ist gewiß Alles, was man zu Gunsten des Vorhandenseins eines Gottes sagen kann, obgleich dieser letzte Beweisgrund insofern hinfällig erscheint, als solche Bekehrungen nur kurz sind und der Geist fast immer seine alten Meinungen wieder aufnimmt und sich diesen Meinungen gemäß verhält, sobald er in den Körperkräften seine frühere Kraft wiedererlangt oder vielmehr wiedergefunden hat. [...] Warum sollte denn die Ansicht so abgeschmackt sein, daß es physische Ursachen für alles Erschaffene giebt, woran die ganze Kette des weiten Weltalls so nothwendig gebunden und denen sie so unterworfen ist, daß nichts von dem, was geschieht, nicht auch nicht geschehen könnte; Ursachen, deren durchaus unüberwindliche Unkenntniß uns zu einem Gotte die Zuflucht nehmen ließ, welcher – nach der Meinung Einiger – nicht einmal ein vernünftiges Wesen ist. Auf solche Art den Zufall vernichten, heißt nicht das Vorhandensein eines höchsten Wesens beweisen, weil es ja möglich ist, daß etwas dazwischen liegt, was weder Zufall noch Gott ist; ich will einmal sagen die Natur, deren Studium folglich nur Ungläubige erzeugen kann, wie die Art zu denken bei ihren glücklichsten Erforschern beweist. (de La Mettrie, 1748/2001, S. 107)

Weniger kunstvoll als de La Mettrie, aber nicht weniger deutlich, äußerten auch andere Religions skeptiker jener Zeit ähnliche Gedanken. Besonders kämpferisch schreibt d'Holbach (1772/2016). Für ihn ist Atheismus eine natürliche Folge des Gebrauchs des gesunden Menschenverstandes (*le bon sens*) wie er im gleichnamigen Buch ausführt. Dort gibt er auch zu erkennen, dass es keiner externen Teleologie bedarf.

Ich weigere mich gar nicht, die wunderbare Struktur der „menschlichen Maschine“ anzuerkennen; doch da der Mensch in der Natur existiert, bin ich nicht berechtigt seine Entstehung jenseits der Kräfte der Natur anzunehmen; (d'Holbach, 1772/2016, S. 42)

In England kritisierte schließlich Hume die Annahme, die offensichtliche Zweckmäßigkeit in der Natur erlaube nur den einen Schluss, dass Gott die Lebewesen so geschaffen habe. In seinen „*Dialogues concerning Natural Religion*“ lässt er Cleanthes, einen von zwei fiktiven Gesprächspartnern, behaupten:

The same matter, a like form; what more is requisite to show an analogy between their [natürlicher sowie künstlicher Gegenstände] causes, and to ascertain the origin of all things from a divine purpose and intention? (Hume, 1779/2012, Ch III)

Sein Gesprächspartner Philo, der Humes Position vertritt, mahnt aber im Laufe der Diskussion zur Zurückhaltung im Urteil. Vollendung könne auch durch Versuch und Scheitern und ein allmähliches Vorwärtstaumeln erreicht werden:

But were this world ever so perfect a production, it must still remain uncertain, whether all the excellences of the work can justly be ascribed to the workman. If we survey a ship, what an exalted idea must we form of the ingenuity of the carpenter who framed so complicated, useful, and beautiful a machine? And what surprise must we feel, when we find him a stupid mechanic, who imitated others, and copied an art, which, through a long succession of ages, after multiplied trials, mistakes, corrections, deliberations, and controversies, had been gradually improving? Many worlds might have been botched and bungled, throughout an eternity, ere this system was struck out; much labour lost, many fruitless trials made; and a slow, but continued improvement carried on during infinite ages in the art of world-making. In such subjects, who can determine, where the truth; nay, who can conjecture where the probability lies, amidst a great number of hypotheses which may be proposed, and a still greater which may be imagined? (Hume, 1779/2012, Ch. V)

Es gab also philosophische Beispiele, an der Glaubhaftigkeit der Naturteleologie zu zweifeln. In Ermangelung einer alternativen Erklärung für die Angepasstheit der Natur, ließ sich diese Skepsis jedoch kaum durchhalten. Nichtsdestotrotz entwickelte sich gleichzeitig auf dem europäischen Kontinent eine andere Art der biologischen Forschung, die weniger auf die Artefaktartigkeit der Organismen abhebt, sondern die Lebendigkeit und Autonomie von Lebewesen in den Mittelpunkt stellte.

3.6 Teleologie als Prinzip des Lebens im 19. Jahrhundert

Anstelle des Durchschauens der göttlichen Absichten beim Bau der lebenden Maschinen wuchs im frühen 19. Jahrhundert das Interesse, die Zweckmäßigkeit der belebten Natur aus sich heraus zu verstehen. Die Motivation für die Erklärung der Natur durch Natur mag einerseits in der naturalistischen Religionskritik der Radikalaufklärung zu suchen sein, andererseits auch in der Beobachtung von Lebensphänomenen, die vor allem im Bereich der Ontogenese mit der etablierten mechanistischen Sichtweise nicht ohne Weiteres vereinbar zu sein schienen.

Dies führte zunächst zu einer Rückbesinnung auf innere Teleologie, also zur Analogie zwischen Lebewesen und handelnden Personen: Die Betrachtung der belebten Natur im späteren 18. und frühen 19. Jahrhundert war ab dieser Zeit von der Frage geprägt, inwieweit Lebewesen in Analogie zum – aber nicht identisch mit – intrinsisch motivierten Handlungen von Menschen durch etwas intrinsisch zielgerichtetes verstehbar sind. Oft wird diese Tendenz der Naturkunde als Ausdruck der Kulturepoche der Romantik verstanden. Romantik gilt nicht als eine Tugend, derer sich Naturwissenschaft rühmen sollte. Tatsächlich war diese Epoche der

Biologie jedoch keineswegs schwärmerische Spekulation, sondern zeichnete sich durch außerordentlich genaue Beobachtungen und bedeutende anatomische Entdeckungen aus (Lenoir, 1989; Richards, 2002).

Als Vorväter der neuzeitlichen Handlungsmetaphysik gelten bereits Spinoza und Leibniz. Spinozas komplexer pantheistischer Monismus hatte bereits im 17. Jahrhundert die Grenze zwischen Mechanik und innerer Teleologie verwischt. Für ihn war der Kosmos nicht einfach *natura naturata*, d. h. eine vom jenseitigen Gott einmalig erschaffene passive Natur. Sie war als *natura naturans* ewig aktiv und unendlich schöpferisch, sodass die Unterscheidung zwischen Schöpfung und Schöpfer aufgehoben war. So sprach Spinoza in seiner „*Ethica*“ von „*deus sive natura*“. Die externe Artefaktteleologie wurde damit hinfällig, denn jedes Ding steht innerhalb des Kosmos für sich selbst und ist nicht im Hinblick auf die Absichten eines getrennten Schöpfers zu verstehen. Spinozas Metaphysik hatte auf einige Denker mit Beginn des 19. Jahrhunderts einen erheblichen Einfluss, vor allem auf Friedrich Wilhelm Schelling und Johann Wolfgang von Goethe (Richards, 2002).⁴⁷

Wir sollten allerdings nicht dem Eindruck erliegen, diese Denkrichtung sei ein Rückschritt hinter das Zeitalter der Physik Newtons gewesen. Die Naturkundler und Philosophen der Romantik mussten sich stets vor dem Hintergrund mechanischer Erklärungen rechtfertigen und haben die grundsätzliche Berechtigung der Newtonschen Physik nicht angezweifelt (Lenoir, 1989). Dieser Gedanke gelangte in der Aufklärung zu Prominenz, vor allem durch Georges-Louis Leclerc de Buffons „*Histoire naturelle*“. Das Resultat changiert notwendigerweise zwischen einer materialistischen Deutung des Geistes und einer Vergeistigung der selbsttätigen Materie. Während de La Mettrie beispielsweise betonte, wie blind die Grundbausteine der Natur in Phylogenese und Ontogenese agierten und dennoch offenkundig Komplexität erzeugen konnten, so konnte sich Buffon Organisationsprozesse nur gelenkt durch eine vorgegebene innere Gerichtetheit im Sinne einer intrinsischen Teleologie denken (Riskin, 2016, S. 178f).

In die zweite Richtung tendierten die sogenannten Vitalisten wie etwa der deutsche Mediziner Georg Ernst Stahl. Sie erkannten selbstverständlich die Mechanik als Erklärung in der unbelebten Welt an, postulierten aber eine eigentümliche Lebenskraft über die mechanistische Bestimmtheit der belebten Körper hinaus, die sie je nach Vorliebe etwa Lebenskraft (bei Stahl) oder *vis essentialis* (bei Casper Friedrich Wolff)⁴⁸ nannten. Diese Wesenheit oder Kraft sollte nach Meinung der Vitalisten die lebendigen Eigenschaften der Wesen, vor allem ihre offenkundige Zielgerichtetheit und Funktionalität, erklären, weil deren Reduktion auf die Gesetze der bloßen Mechanik nicht plausibel erschien. Mehr noch, das

47 Eine bedeutende Rolle spielte im Vorfeld der sogenannte Pantheismusstreit im späten 18. Jahrhundert zwischen Friedrich Heinrich Jacobi und Moses Mendelssohn über die Frage der konsequenten Rationalität und damit der Legitimität von Spinozas Atheismus (Jacobi, 1785/1789/2013). Der Streit nahm seinen Ausgang in der Erinnerung Jacobis an ein Gespräch mit Lessing. Dort hatte der Aufklärungsdichter sich in skandalöser Weise zum Pantheismus Spinozas bekannt. Im Pantheismusstreit wurden dem deutschsprachigen Publikum die seit Generationen verrufenen Inhalte von Spinoza erstmals im Detail vermittelt.

48 Nicht zu verwechseln mit dem älteren Philosophen Christian Wolff.

Vorhandensein der Lebenskraft ermögliche es, dass das Leben unter den richtigen Bedingungen spontan entstehen könne. Ein direkter Schöpfungsakt Gottes war in diesem Weltbild nicht mehr nötig, sofern die Existenz der Lebenskraft als gegeben vorausgesetzt wurde.

Ich halte es also für voreilig, die Vitalisten, wie diese Biologen später genannt wurden, als noch nicht genug der Newtonschen Denkweise und als Anhänger rückwärtsgewandter Ideen anzusehen. Vielmehr motiviert sich ihr Konzept der Lebenskraft erst vor dem Hintergrund der neuzeitlichen mechanistischen Philosophie. Die Lebenskraft war eine Art Brücke, um naturalistische Konzeptionen für die Entstehung des Lebens plausibel zu machen. Die Einzelheiten über die Eigenschaften und Wirkungen dieser Kraft variierten erwartungsgemäß zwischen den einzelnen Medizinern, Physiologen und Naturkundlern (Banchetti-Robino (2011).

Die Vitalismen waren jedoch bereits unter den Zeitgenossen umstritten. So standen Stahls und Buffons Vorstellungen über Vitalismus in einem ausdrücklichen Widerspruch zur streng mechanistischen Herangehensweise an die Medizin, der Iatromechanik, wie sie etwa vom Zeitgenossen Friedrich Hoffmann vertreten wurde. In Bezug auf die Positionen von Stahl und Hoffmann begegnet uns erneut der aus der Antike überlieferte Gegensatz zwischen innerer Teleologie im aristotelischen Sinne, die der Handlungsmetaphysik folgt, und der externen Teleologie eines Weltbaumeisters, die der Artefaktmetaphysik zugrunde liegt. T. Cheung (2007) beschreibt Hoffmanns Lehre ganz im Sinne des vorherigen mechanistischen und, im Sinne von Engel, krypto-teleologischen Zeitgeistes:

Die allgemeine Ordnung individueller natürlicher Körper ist in ihrer „Vollkommenheit“ Werk eines göttlichen „Handwerkers“ (faber). Der forschende Mensch kann aber deren Funktionsweise oder „Operationen“ nur durch eine von „Systole“ und „Diastole“ der Muskeln des Herzens angetriebene Bewegung von Flüssigkeiten in Röhrensystemen „erklären“: Der belebte Körper ist eine hydraulische Maschine, in der durch Impuls und Druck fester Teile Flüssigkeiten durch Röhren bewegt werden. (Tobias Cheung, 2007, S. 339)

Stahl hingegen möchte den immanent-teleologischen Blick auf Lebewesen rehabilitieren:

Die Erfahrung organischer Existenz nötigt für Stahl den Beobachter, Lebendiges nicht nur durch dessen materielle „Struktur“ zu erklären, die allen Körpern zu Grunde liegt, sondern auch durch die Annahme eines „Agenten“, der die „Struktur“ zu bestimmten, nämlich lebens- und ordnungserhaltenden Zwecken instrumental verwendet. (Tobias Cheung, 2007, S. 341)

Die beiden widerstreitenden Paradigmen des Lebens traten insbesondere im Bereich der Ontogenese an die Oberfläche. Dort standen sich die Vertreter der vitalistischen Epigenese und die Anhänger der mechanistischen Präformation gegenüber (Dupont, 2007): Die Vertreter der Epigenese behaupteten, das entstehende Lebewesen werde aus einer zunächst

ungeordneten Substanz gebildet und nehme erst während dieses Prozesses eine geordnete Gestalt an. Diese Vorstellung hielt die Präformationslehre für unglaubwürdig, schließlich könne eine geordnete Gestalt dem gesunden Menschenverstand nach nicht von selbst entstehen, sondern setze immer bereits eine vorhergehende Organisation, d. h. eine „ordnende Ordnung“ voraus. Es ist leicht einzusehen, dass die Präformationslehre für die Anhänger des göttlichen Mechanismus anschlussfähig war, denn für sie war es plausibel, dass der Schöpfer den Urwesen eine funktionale Organisation mitgegeben hatte, die sich bis heute in immer neuen Generationen erhalten hatte. Die Epigenetiker, insbesondere Casper Friedrich Wolff, hielten die beginnende empirische Forschung dagegen, die offenbar gezeigt hatte, dass die Komplexität des heranreifenden Embryos erst nach und nach auftrat. Für sie war der Vitalismus das Paradigma der Wahl.

Beide Parteien hatten in diesem Streit zwischen Mechanismus und Vitalismus ihre jeweiligen Glaubenssätze und unüberprüfbaren Hilfsannahmen: Auf die augenscheinliche Ungeordnetheit des frühen Keims erwiderten die Epigenetiker, die Ordnung des Embryos sei zu Beginn der Entwicklung zwar schon vorhanden, für das menschliche Auge aber schlicht unsichtbar. Wolff musste hingegen annehmen, dass es eine handelnde, jedoch unsichtbare Lebenskraft gebe, durch deren Wirken aus dem ungeformten Keim ein komplexer Organismus herausgebildet werde. Anders als Stahl konnte sich Wolff die *vis essentialis*, wie er diese bildende Kraft nannte, jedoch nicht ohne Weiteres als etwas zielgerichtet Agierendes vorstellen, was sie in den Augen seiner Kritiker überflüssig macht. Stattdessen sieht er darin eine weitere Kraft im Newtonschen Sinne. Dupont schreibt über die Position von Wolff:

The causa formalis [vergleichbar zu Aristoteles eidos] can no longer be a true causa formalis. [...] But for Wolff [im Gegensatz zu Stahl], there was no animating, determining, steering vital movement. Within living substances, vis essentialis acted as a physical force, a natural drive that nourished and made grow, and must not be considered a soul.
(Dupont, 2007, S. 46)

Der Gegensatz zwischen Präformisten und Epigenetikern und allgemeiner zwischen Vitalisten und Kreationisten führte im 18. Jahrhundert zu einer Wahl zwischen zwei unbefriedigenden Alternativen: Entweder musste der Biologe für die Erklärung der Phylogenese und Ontogenese an die Anwesenheit von unerforschlichen Ordnungsstrukturen glauben, implementiert von einem „noch unerforschlichen“ Schöpfer, oder an das Wirken von ebenso wenig greifbaren innewohnenden Naturkräften.

Diesen Widerspruch brachte insbesondere Immanuel Kant zum Ausdruck. In seinem Ausweg findet sich zum ersten Mal angelegt, was in der modernen Biologie ausgearbeitet wurde: Teleologie nicht als metaphysische Kategorie der Realität selbst, sondern als epistemologische Kategorie zur Erforschung der Lebewesen. Von dort war bereits der Weg zur Umwandlung der Naturteleologie in eine kognitive Metapher vorgezeichnet.

Kants Behandlung des Organismus in der „*Kritik der Urteilskraft*“ greift diesen Gegensatz zwischen dem Walten unerforschlicher Phänomene und den mechanischen Kräften Newtons wieder auf. Er unterteilt zunächst die menschliche Urteilskraft in zwei Vermögen: Die

bestimmende Urteilskraft ordnet eine bestimmte Beobachtung unter einen bereits bekannten Allgemeinbegriff. Die reflektierende Urteilskraft hingegen hat die Aufgabe, diese Gesetzmäßigkeit erst noch zu finden. Es existieren vier Kategorien, nach denen Urteile der reflektierenden Urteilskraft gefällt werden: die Kategorien des Guten, des Angenehmen, des Schönen und des Erhabenen. Für Kant ist das Gebiet der Teleologie eine Domäne der reflektierenden Urteilskraft, denn, im Gegensatz zu Begriffen wie „Raum“ oder „Zeit“, ist „Zweckmäßigkeit“ keine Denknötwendigkeit, die *a priori* jeder Beobachtung vorausgehen muss. Er ordnet die Teleologie dem Bereich des Schönen zu, eine Zuordnung, die sich nicht ohne Weiteres erschließt: Kant versteht den Begriff des Schönen als eine Beurteilung im Hinblick auf die zweckmäßige Gestaltung ohne externen Nützlichkeitsbezug. Kunstwerke werden zwar vom Künstler gestaltet, erfüllen aber im Gegensatz zu Werkzeugen keinen Nutzen für etwas anderes, sondern folgen in ihrer Gestaltung einem inneren Prinzip. Analog dazu zeigen auch Organismen Anzeichen von Gestaltung, ohne dabei, wie es etwa Sokrates bei Xenophon (2008) behauptet hatte, ein Werkzeug für den Menschen zu sein. In Bezug auf Organismen, so Kant, sind wir gezwungen, von einer Zweckmäßigkeit der Organe zueinander zu sprechen, in der jeder Teil gleichzeitig Mittel und Zweck des Ganzen ist. Es erscheint uns, als sei das Lebewesen durch ein ordnendes Prinzip erklärbar, ähnlich wie ein Kunstwerk durch die ästhetischen Prinzipien des Künstlers. Alle Teile der Organismen sind sich gegenseitig Ursache und Zweck. Die Existenz des einen Organs wird zur Erklärung des jeweils anderen bereits vorausgesetzt und jedes Organ dient der Erhaltung der anderen Organe als Zweck. Demnach ist es für Kant unmöglich, eine lineare Kausallinie von den Ursachen eines Organismus zu seiner jetzigen Existenz zu ziehen, wie sie in der neuzeitlichen Mechanik erwartet wurde, sondern können ihn uns nur in Analogie zu einem erschaffenen Kunstwerk ebenso als etwas Geschaffenes beurteilen. Diese Sichtweise müssen wir einräumen, auch wenn wir als Erben von Descartes und Newton der Meinung sein mögen, alle in der Natur wirkenden Kräfte seien rein kausal. Der Widerspruch – die Antinomie der teleologischen Urteilskraft – zwischen dem mechanistischen Anspruch an Welterklärung und der Zweckmäßigkeit des Organischen kann Kant nicht auflösen und hält ihn auch prinzipiell für unauflöslich. Stattdessen spricht er von Teleologie in der Natur oder vom „Naturzweck“ als einer regulativen Idee: Wir sind nicht in der Lage, Lebewesen ohne dieses Prinzip zu erklären, dürfen diese Anschauungsweise allerdings nicht zu einer Verdinglichung der Zwecke degenerieren lassen. Kant fasst diese Gedanken in einem einzelnen, zugegebenermaßen sehr langen, Satz zusammen:

Zu einem Körper also, der an sich und seiner innern Möglichkeit nach als Naturzweck beurteilt werden soll, wird erfordert, daß die Teile desselben einander insgesamt, ihrer Form sowohl als Verbindung nach, wechselseitig, und so ein ganzes aus eigener Kausalität hervorbringen, dessen Begriff wiederum umgekehrt (in einem Wesen, welches die einem solchen Produkt angemessene Kausalität nach Begriffen besäße) Ursache von demselben nach einem Prinzip, folglich die Verknüpfung der wirkenden Ursachen zugleich als Wirkung durch Endursachen beurteilt werden könnte. (Kant, 1790/1974, S. 321)

Kants bekannter Ausspruch, wonach es keinen Newton des Grashalms geben könne (Kant, 1790/1974), wird oft so verstanden, dass die Newtonsche Erklärungsweise über „blinde Kräfte“ bei Organismen nicht zum Erfolg führen kann. Diese anspruchsvolle Haltung ist im Grunde ein typisch kantisches, Zeichen epistemischer Bescheidenheit und einer der Gründe, warum Kant, ähnlich wie der ebenso umsichtig agierende Aristoteles, auch heute noch Teil des Diskurses der Philosophie der Biologie sind.

Bemerkenswert ist, wie deutlich Kant trotz der Unumgänglichkeit der Beurteilung von Lebewesen als Naturzwecke davor warnt, die Behauptung eines Schöpfers und dadurch eine technomorphe, platonische Teleologie in die Betrachtung der Organismen einzuführen:

Man sagt von der Natur und ihrem Vermögen in organisierten Produkten bei weitem zu wenig, wenn man dieses ein Analogon der Kunst nennt; denn da denkt man sich den Künstler (ein vernünftiges Wesen) außer ihr. Sie organisiert sich vielmehr selbst. (Kant, 1790/1974, S. 322)

Für ihn ist die Vorstellung des Naturzwecks also nicht selbst durch ein Prinzip (Vernunft, Gott) zu erklären, sondern sie ist im aristotelischen Sinne eine Grundbedingung biologischer Forschung:⁴⁹

Daß die Zergliederer der Gewächse und Tiere, um ihre Struktur zu erforschen und die Gründe einsehen zu können, warum und zu welchem Ende solche Teile, warum eine solche Lage und Verbindung der Teile und gerade diese innere Form ihnen gegeben worden, jene Maxime: daß nichts in einem solchen Geschöpf umsonst sei, als unumgänglich notwendig annehmen, und sie eben so, als den Grundsatz der allgemeinen Naturlehre: daß nichts von ungefähr geschehe, geltend machen, ist bekannt. In der Tat können sie sich auch von diesem teleologischen Grundsatz eben so wenig lossagen, als von dem allgemeinen physischen, weil so wie die Verlassung des letzteren gar keine Erfahrung überhaupt, so bei der des ersten Grundsatzes kein Leitfaden für die Beobachtung einer Art von Naturdingen, die wir einmal teleologisch unter dem Begriff der Naturzwecke gedacht haben, übrig bleiben würde. (Kant, 1790/1974, S. 325)

Kants Konzept der Organismen als Naturzwecke, die mit der Brille der Zwecke aber dennoch in mechanistischer Hinsicht untersucht werden können, wurde im frühen 19. Jahrhundert zum Ausgangspunkt einer neuen Generation von insbesondere deutschen Naturkundlern, die sich bald den neuen Namen Biologen gaben. Ihnen ist es zu verdanken, dass sich die Vitalismen des 18. Jahrhunderts in immer stärkerem Maße an die mechanistische Betrachtungsweise annähern konnten. Für sie war es legitim geworden, nach Zwecken zu fragen, ohne die

49 Diese Parallele zu Aristoteles wurde u. a. von Wieland (1975) bemerkt.

vollkommene Darstellbarkeit der organischen Wechselwirkungen mithilfe von mechanischen Gesetzen bezweifeln zu müssen. Insbesondere wurde die Konzeption eines abgetrennten Lebensgeistes aufgegeben und durch ein Forschungsprogramm ersetzt, dass der Wissenschaftshistoriker Lenoir in Bezug auf eine einflussreiche Gruppe deutscher Naturkundler mit dem paradox erscheinenden Begriff *vital materialism* bezeichnet (Lenoir, 1989).⁵⁰ Darunter versteht Lenoir eine Forschungsmethodik, die den klassischen Vitalismus des 17. und 18. Jahrhunderts hinter sich lässt, indem sie die Vitalkraft mit mechanistischen Prinzipien in Einklang zu bringen versucht. Letztlich würde, so die Hoffnung, die Lebenskraft doch noch als eine empirisch belegbare Naturkraft im gleichen Range wie die Kräfte der Gravitation oder des Magnetismus erwiesen werden. Als Arbeitshypothese führte der Vorreiter dieser Denkrichtung, der einflussreiche Biologe Johann Friedrich Blumenbach, den Begriff des Bildungstriebes ein, worunter er die, im dunklen liegende, Ursache für das Phänomen der zweckmäßigen Gestaltwerdung der Lebewesen meint:

Von dieser Verbindung der beiden Prinzipien – des mechanischen mit dem teleologischen – die man sonst bei Erklärung der Entstehungsart organisierter Körper für unvereinbar gehalten; und worin gerade das Auszeichnende im Begriffe von Bildungstrieb [Blumenbachs Variante der Vitalkraft] liegt; davon gibt zumal die vergleichende Anatomie auffallend einleuchtende Beispiele. (Blumenbach, 1779, S. 18)

Dennoch räumt Blumenbach ein

dass das Wort Bildungstrieb selbst, so gut wie die Benennungen aller anderen Arten von Lebenskräften, an sich weiter nichts erkläre, sondern bloß eine besondere (das Mechanische mit dem zweckmäßig Modificirbaren in sich vereinende) Kraft unterscheidend bezeichnen soll, [...], deren Ursache aber so gut, wie die Ursache aller anderen noch so allgemein anerkannten Naturkräfte für uns hienieden im eigentlichen Wortverstande qualitas occulta⁵¹ bleibt. – Das hindert

50 Es ist in der Geschichtsforschung der Biologie nicht eindeutig geklärt, wie das Verhältnis zwischen Kants Vorstellung eines regulativen Prinzips und den Arbeitshypothesen der deutschen Naturforscher nach Blumenbach im Einzelnen zu verstehen sei. Während Lenoir (1989) dafür argumentiert, dass Blumenbachs Bildungstrieb in Übereinstimmung mit Kants Philosophie steht und von Blumenbach in diesem Sinne konzipiert war, hält Richards (2002) das Verhältnis der beiden Autoren für spannungsreicher: Zwar wertschätzt Kant Blumenbachs Konzept in der „Kritik der Urteilskraft“, was aber über die unterschiedlichen Zielsetzungen beider Persönlichkeiten nicht hinwegtäuschen dürfe. Blumenbach benötigt, so argumentiert Richards, den Bildungstrieb, um die ontogenetische Entstehung des Organismus aus ungeordneter roher Materie zu erklären. Kant hingegen sieht zweckmäßige Ordnung bereits als gegeben und als nicht erklärbar an.

51 *Qualitas occulta* ist hier offensichtlich nicht als Zugeständnis an einen Obskurantismus zu verstehen, sondern schlicht im Sinne Galileos, der in seinen „Discorsi“ bereits darauf hingewiesen hatte, dass seine physikalischen Forschungen lediglich dazu dienten, die Bewegungen in der Natur präzise zu beschreiben. Er vermied es damit bewusst, sich auf die Seite einer philosophischen Schule zu schlagen, was die Ursache und metaphysische Natur der Bewegung angeht (Schnepf, 2001). Diese methodische Enthaltensamkeit wurde zu einem Leitmotiv der

aber nicht, dass man nicht immer mehr suchen sollte, ihre Wirkungen durch Beobachtung weiter zu erforschen und zu verfolgen, und sie so auf allgemeine Gesetze zurück zu bringen. (Blumenbach, 1779, S. 19)

Die Lebenskraft ist immer noch eine Kraft *sui generis* und nicht einfach ein besonderes Zusammenspiel der Kräfte in der unbelebten Natur. Dennoch ist hier der erste Schritt zum naturwissenschaftlichen Zugriff getan. Nach Blumenbach waren es vor allem Johann Christian Reil (Lenoir, 1989, S. 35-37) sowie Carl Friedrich Kielmeyer (Lenoir, 1989, S. 37-53), die diese neue Art von Biologie betrieben. Kielmeyer etwa ließ in seiner bekannt gewordenen Rede von 1793 über die Verhältnisse der Naturkräfte der Natur selbst seine Stimme und ließ sie erklären, wie die Zweckmäßigkeit der Lebewesen zustande kam:

I [die personifizierte Natur] had no intentions, even though the intermingling of cause and effect appears analogous to the connections your reason makes between means and ends; but you will find it easier to understand these matters if you assume such a linkage of cause and effect as though it were in reality one of means and ends.
(C. F. Kielmeyer, 1938, S. 66) zitiert nach Lenoir (1989, S. 45)52

Durch diese auf Kant zurückzuführende Betrachtungsweise konnten die Biologen dieser Generation ihre Wissenschaft erstmals als autonom verstehen, ohne über eine übernatürliche Lebenskraft zu spekulieren, sondern ihren Forschungsgegenstand als Teil einer Naturwissenschaft auf physikalischer Grundlage zu begreifen. Kielmeyer formuliert 1806 die Agenda dieser autonomen Wissenschaft am Beispiel der sogenannten theoretischen Zoologie, also der Wissenschaft von den allgemeinen Gesetzen in Form und Funktion der Tiere, die die Aufgabe erfülle:

to investigate the most universal phenomena of matter and the special classes of phenomena which are not further reducible to others; theoretical zoology is limited to the study of organic bodies, and is included as part of theoretical physics in so far as organic bodies are themselves isolated special classes of phenomena incapable of further reduction. (C. F. Kielmeyer, 1806, Cod. Med et Phys. 4, 69d, S. 3) zitiert nach Lenoir (1989, S. 50)

Diese Vagheit und Widersprüchlichkeit der einschlägigen Begriffe und Definitionsversuche war der Doppelnatur der Konzepte geschuldet: Einerseits sollten sie eine regulative Idee sein, wie Kant es vorgeschlagen hatte, die bei der Findung von Fragestellungen zum Tragen kommt. Als kausale Erklärung taugte Zweckmäßigkeit für Kant nicht. Andererseits wurde bei Reil und

neuzeitlichen Physik. Sie war auch ein Vorbild für die *vital mechanists*, weil sie sich vor dem Newtonschen Wissenschaftsverständnis der Zeit legitimieren wollten.

52 Leider liegen mir die Texte Kielmeyers nicht im deutschen Original vor, sodass ich auf die englische Übersetzung in Lenoir (1989) zurückgreife.

Kiellmeyer eben doch ein konstitutiver Gebrauch von Ausdrücken wie Lebenskraft oder Bildungstrieb gemacht. Teleologie war nicht nur ein Explanandum, sondern auch ein Explanans geworden. Dies ist insbesondere bei Reil spürbar, der von den vitalismuskritischen Schriften seiner Jugend zu einem romantischen Idealismus in der Biologie bekehrt wurde.

Richards (2002) argumentiert, dass dieser Wandel Reils durch den Kontakt mit den Lehren des idealistischen Naturphilosophen Schelling inspiriert und bekräftigt wurde. Für Schelling war zu dieser Zeit seiner philosophischen Entwicklung die gesamte, auch die unbelebte Natur und ebenso der Mensch von einem universellen teleologischen Bildungstrieb bestimmt. Diese spekulativen Vorstellungen entwickelte Schelling unter Berufung auf die physikalischen Erkenntnisse seiner Zeit etwa in seinem naturphilosophischen Werk „Von der Weltseele“. Auf jeder Ebene der Wirklichkeit entsteht für Schelling auf natürlichem Wege, d.h. selbsttätig Formenreichtum und Organisiertheit. Aus dieser Perspektive des Idealismus kritisiert Schelling sowohl den Vitalismus als auch den Mechanismus als beschränkt: Der Vitalismus gesteht nur den Lebewesen einen gesonderten Bildungstrieb zu, wo doch in Wirklichkeit der gesamte Kosmos zu größerer Herausbildung seiner vollendeten Formen strebt. Es bedarf also keiner vitalistischen Zauberkraft, um die gewöhnlichen Gesetze der Physik außer Kraft zu setzen. Die Mechanisten hingegen können für Schelling nicht die Entstehung eines Organismus erklären. Hier schließt sich Schelling der Argumentation Kants an.

Wir können historisch diese Schwierigkeit durchaus nachempfinden: Für die Biologen der Zeit bot sich keine Erklärung für die Zweckmäßigkeit in der Ontogenese. Weiterhin war an eine mechanistische Aufklärung physiologischer im Sinne molekularer Vorgänge in lebenden Körpern noch nicht zu denken. Daher erscheint es nur allzu verständlich, eine eigenständige Lebenskraft als inneren Antrieb der gerichteten individuellen und naturgeschichtlichen Entwicklungsprozesse sowie der Lebensaktivitäten überhaupt anzunehmen. Zumindest war diese Generation bereit, ihre Lebenskraft neben die anderen physikalischen Kräfte zu stellen, etwa den Magnetismus oder die Gravitation, wenn sie es schon nicht beim rein regulativen Gebrauch belassen konnten. Sie war nicht mehr ein aus Prinzip unzugängliches Phänomen.

Im Bereich der Kultur hatte sich infolge des wissenschaftlichen Fraglichwerdens des Lebens ebenfalls ein neues Gefühl für den mysteriösen Unterschied zwischen Leben und Tod herausgebildet. Riskin (2016) nennt den berühmten Frankenstein-Roman von Mary Shelley, während Reilly (2011) E.T.A. Hoffmanns Erzählung „Der Sandmann“ anführt. In beiden Fällen geht es um einen Versuch zur Schaffung von künstlichem Leben nach wissenschaftlichen Prinzipien. In beiden Fällen führt das Produkt dieser Anmaßung ein unheimliches und letztlich gefährliches Scheinleben.

Zwei unabhängige Entwicklungen beendeten die Spekulationen über die Lebenskraft: Einerseits machte der aufkommenden Erkenntnisse des Darwinismus mit seiner Kombination aus Selektion und Vererbung eine eigenständige teleologische Kraft als Triebfeder für die Entstehung der biologischen Zweckmäßigkeit überflüssig. Andererseits wurden auch durch die physiologische Forschung selbst, etwa bei Liebig, Berzelius und schließlich bei v. Helmholtz, die möglichen Refugien der Lebenskraft zugunsten chemisch-physikalischer Erklärungen zurückgedrängt.

Diesen beiden parallel verlaufenden Entwicklungen sind die letzten Abschnitte dieses Kapitels gewidmet.

3.7 Das beginnende Evolutionsdenken

Noch für William Paley, den viel zitierten Physiko-Theologen des frühen 19. Jahrhunderts, war klar, dass etwas so Komplexes wie ein Lebewesen vom Wirken göttlicher Vernunft beredtes Zeugnis ablegt. Wenn schon für ein menschliches Werk wie eine Uhr gilt, dass wir einen Uhrmacher annehmen, dann muss diese Bedingung umso mehr für komplexe Organismen gelten:

Arrangement, disposition of parts, subserviency of means to ends, relation of instruments to use, imply the presence of intelligence and mind. (Paley, 1802/1811 S. 10) zitiert nach Ariew (2002 S. 25)

Diese Meinung wurde auch noch von der Mehrheit der englischsprachigen Naturalisten in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts geteilt, trotz aller Skepsis, die einflussreiche Denker wie Hume und Voltaire in den vergangenen Jahrzehnten geäußert hatten und auch trotz der Mahnung von Seiten Kants, teleologische Denkweisen seien rein regulativ. Die inzwischen schon traditionell gewordene Physiko-Theologie war außerdem vortrefflich kompatibel mit einem Konzept, das der französische Naturalist Georges Cuvier überzeugend beworben hatte, nämlich die Bedingungen der Existenz: Für Cuvier war offensichtlich, dass alle Eigenschaften und Organe eines Lebewesens aufeinander und auf seinen Lebensraum abgestimmt sind. In der Folge würde eine Abweichung, etwa durch Missgeburten, die Bedingungen der Existenz dieses Wesens zerstören. Eine graduelle Veränderung der Lebewesen sei damit ausgeschlossen. Allenfalls könne es katastrophale Einzelereignisse geben, die – modern gesprochen – ein ganzes Ökosystem auslöschen und durch ein neues System ersetzen. Diese Katastrophen müssen bei Cuvier genügen, um die fremdartigen Lebewesen vergangener Erdzeitalter zu erklären, die damals von Geologen gefunden wurden (Ruse, 2003, S. 51ff). Cuvier stand mit seinen Ansichten in Opposition zu anderen Denkern, vor allem aus Frankreich und den deutschsprachigen Ländern. Sie konnten sich bereits eine Transformation der Arten ausmalen, die vor allem durch die frühen Fossilienfunde dieser Zeit gestützt war. In Deutschland war neben Blumenbach wohl Johann Gottfried Herder mit seinen „Ideen zur Philosophie der Geschichte der Menschheit“ der erste Vertreter dieser zunächst sehr unorthodoxen Vorstellung. So lesen wir bei ihm eine dichterische Interpretation für die frühen Fossilienfunde.

Muscheln und Schnecken liegen auf den Bergen; Fische und Landtiere liegen versteint in Schiefeln, versteinte Hölzer und Abdrücke von Blumen oft beinah anderthalbtausend Fuß tief. Nicht auf dem Boden deiner Erde wandelst du, armer Mensch, sondern auf einem Dach deines Hauses, das durch viel Überschwemmungen erst zu dem werden konnte, was es dir jetzt ist. Da wächst für dich einiges Gras, einige Bäume, deren Mutter dir gleichsam der Zufall heranschwemmte und von denen du als eine Ephemere lebest. (Herder, 1791/1965, S. 53-54)

Später vertraten der Biologe Kiehmeyer, aber auch Goethe und Schelling ähnliche Ansichten. Kiehmeyer stellte vielleicht als erster heraus, dass frühe Stadien der Embryonalentwicklung Ähnlichkeiten zu „niederen“ Formen des Lebens aufweisen. Daraus schloss er auf eine phylogenetische Entwicklungsreihe, die am Embryo im Kleinen nachzuvollziehen war (Richards, 2002).

Für Schelling war neben Kiehmeyer auch Goethes Suche nach der Urpflanze⁵³ ein Ausgangspunkt für die eigenen metaphysischen Spekulationen. In seiner Lehre der „dynamischen Evolution“, die Schelling in der „Weltseele“ skizziert, strebt die Natur aus sich heraus zur Verwirklichung transzendenter vollendeter Formen, den Archetypen oder Urbildern. Dabei steckt die spätere vollendete Form bereits als „Anlage“ in den urtümlichen Lebensformen. Schelling verwendet im Zusammenhang mit Phylogenese wahrscheinlich das erste Mal den Ausdruck „Evolution“. Noch bei Blumenbach bedeutet Evolution die ontogenetische Entwicklung der Anlagen eines Individuums. Es ergibt Sinn, dass Schelling diesen Ausdruck hier überträgt, weil in seiner Vision der Naturgeschichte die Phylogenie eine „Ontogenie des Arttypus“ ist.

Während im deutschsprachigen Raum romantische und idealistische Transformationsvorstellungen entstanden, waren es in Frankreich die Biologen Jean-Baptiste de Lamarck und Geoffroy Saint-Hilaire, die die Transformationslehre vertraten. In England wiederum waren Charles Darwins Großvater Erasmus Darwin und der Paläontologe Richard Owen zu ähnlichen Ergebnissen gekommen. Ein aufschlussreiches Detail ist, dass Schelling anscheinend die Vorstellung von Darwin Sr. ablehnte, wonach alle Lebensformen aus einem Ursprungsorganismus hervorgegangen sind. Dies ließ sich schließlich mit der eigenen Idee einer Anzahl anfänglich angelegter Archetypen nicht vereinbaren.

Die Leistung von Geoffroy Saint-Hilaire ist an dieser Stelle besonders hervorzuheben. Ihm gelang es, die anatomischen Ähnlichkeiten verschiedener Arten trotz funktionaler Unterschiede bewusst zu machen. Solche Ähnlichkeiten, die er Analogien nannte, nach gegenwärtigem Verständnis mit Homologien gleichzusetzen sind, erklärte auch er mit einem gemeinsamen Vorfahren, der seinen unterschiedlichen Nachkommen seinen „Bauplan“ vererbt habe. Über die Anzahl dieser Baupläne oder *archetypes* und ihren Ursprung herrschte verständlicherweise keine Einigkeit.

Der Gegensatz – insbesondere zwischen Cuvier und Saint-Hilaire – gipfelte 1830 im sogenannten Pariser Akademiestreit, an dem auch eine breitere europäische Öffentlichkeit teilnahm, u. a. auch deutsche Intellektuelle wie Goethe oder Alexander von Humboldt (Müller, 2015).⁵⁴

53 Goethe suchte eine Idee der archetypischen Urpflanze, von der alle realen Pflanzen Varianten sein sollten. Entscheidend war also für ihn nicht die naturgeschichtliche Genealogie der heutigen Pflanzenarten, sondern eine idealtypische Morphologie, die das Wesen „der Pflanze“ als Abstraktum ausmacht (Müller, 2015; Richards, 2002, S. 407ff).

54 Sowohl Goethe als auch von Humboldt standen auf der Seite von Saint-Hilaire. Wie so häufig spielten politische und kulturelle Parallelisierungen eine Rolle: Cuviers Unveränderbarkeit der Arten wurde in Verbindung gebracht mit dem konservativen Gesellschaftsbild des Monarchismus, während die Anhänger der Juli-Revolution

In diesem Spannungsfeld bewegte sich die Naturkunde in der Zeit vor Darwin: Einerseits ließ die Anpasstheit der Arten an ihren Lebensraum und die Anpasstheit der Organe an den Organismus eine Veränderlichkeit der Arten unplausibel erscheinen. Andererseits legte die vergleichende Anatomie – einschließlich der Fossilienfunde und der Embryologie – eine Transformation der Arten im Laufe der Erdgeschichte nahe.

Darwin selbst erklärt, seine Theorie könne diesen Widerspruch überwinden, der zwischen den nicht zu übersehenden Homologien der Merkmale (*unity of type*) und den streng jede Variation bestrafenden Erfordernissen der Umwelt (*conditions for existence*) bestand:

It is generally acknowledged that all organic beings have been formed on two great laws - Unity of Type, and the Conditions of Existence [...] On my theory, unity of type is explained by unity of descent. The expression of conditions of existence, so often insisted on by the illustrious Cuvier, is fully embraced by the principle of natural selection.
(Darwin, 1859/1872) zitiert nach Lennox (1993, S. 417)

Der Erfolg gab ihm Recht: Seit der Veröffentlichung von Darwins „*On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*“ im Jahre 1859, spätestens aber seit der Zusammenführung von genetischen und naturgeschichtlichen Erkenntnissen zur sogenannten synthetischen Evolutionstheorie im 20. Jahrhundert kann die Vorstellung von der Unveränderlichkeit der Arten nicht mehr überzeugen.

Der Verzicht auf eine Zielgerichtetheit des Prozesses und eine Ausrichtung an transzendenten Archetypen kennzeichnet Darwins Theorie jedoch weiterhin und hebt sie von den vielen früheren Transformationsvorstellungen ab. Uns erscheint heute eine Erklärung für biologische Komplexität und scheinbar vernünftige Organisation durch kausale Prozesse nicht nur möglich, sondern auch naheliegend. Hier ist nicht der Raum, um die aktuellen Themen der Evolutionstheorie in allen Details auszubreiten, geschweige denn, die hohen geistesgeschichtlichen Wellen nachzuziehen, die diese Theorie ausgelöst hat.⁵⁵ Daher beschränke ich mich im Folgenden auf Grundlagen, die für meine Argumentation über

von 1830 die neuen Ideen von der Wandelbarkeit der Natur favorisierten: Wenn die Natur schon wandelbar ist, ohne daran zu Grunde zu gehen, so das Argument der Revolutionäre, um wie viel mehr ist dann erst die Politik veränderbar (P. Y. Lee, 1998)?

⁵⁵ So werde ich hier auf folgende Bereiche nicht eingehen können: den Sozialdarwinismus des 19. Jahrhunderts, die Soziobiologie nach E. O. Wilson (1975), die evolutionäre Psychologie (Workman & Reader, 2008) und die sogenannte evolutionäre Erkenntnistheorie von Vollmer (2002). Die unsäglichen Missbräuche der darwinistischen Gedankenwelt für die pseudowissenschaftliche Rassenlehre im 19. und 20. Jahrhundert müssen hier ebenfalls ausgespart werden (Conrad-Martius, 1955). Für eine Behandlung des Einflusses des Darwinismus speziell auf die englischsprachige schöngeistige Literatur siehe Ruse (2016).

Teleologie wichtig sind.⁵⁶ Grundlage der Evolutionstheorie ist die Beobachtung, dass Individuen in Gemeinschaften von Lebewesen der gleichen Spezies (Populationen) sich hinsichtlich ihrer Merkmale unterscheiden. Diese Unterschiedlichkeit wird auch als Variabilität bezeichnet. Weiterhin herrscht in der Natur in der Regel eine Knappheit an Ressourcen im Verhältnis zur Zahl der Individuen einer Population. Dabei kann es sich bei diesen Ressourcen beispielsweise um Beuteorganismen, Paarungspartner oder Territorien handeln. Aus diesem Grund können nicht alle Individuen einer Population gleichermaßen an den Ressourcen teilhaben.⁵⁷ Dieser Umstand führt dazu, dass sich die sogenannte Fitness (engl. Passgenauigkeit) der Individuen unterscheiden wird: Diejenigen Individuen, die aufgrund ihrer individuellen Merkmale in der Lage sind, sich einen höheren Anteil an den begrenzten Ressourcen zu sichern, werden sich erfolgreicher fortpflanzen als andere Individuen der Population mit weniger geeigneten Merkmalen.⁵⁸ Unter der Voraussetzung, dass sich die erfolgreichen Merkmale dieses Individuums zumindest in vielen Fällen auch auf die Nachkommen vererben werden, wird in der nachfolgenden Generation innerhalb der Population ein höherer Anteil der Individuen über diese vorteilhaften Eigenschaften verfügen. Dieser Vorgang als Ganzes führt also im Laufe der Generationen, sofern sich die Umwelt nicht zu stark verändert, zur Verbreitung der geeigneten Merkmale und damit zum Anstieg der durchschnittlichen Fitness in einer Population. Die geeigneten Merkmale, so die Metapher, werden durch die oben genannten Bedingungen ausgewählt, d. h. selektiert. Wenn wir zusätzlich annehmen, dass auch in nachfolgenden Generationen statistisch immer wieder neue Variationen auftreten werden, nun jedoch durch die verschobene Verteilung der Merkmale um einen verschobenen Mittelwert herum, so können wir davon ausgehen, dass sich nicht nur die Verteilung verschiebt, sondern bisweilen auch gänzlich neue Variationen

56 Die folgenden Darstellungen orientieren sich hauptsächlich an Ernst Mayrs umfassender Monographie *Entwicklung der biologischen Gedankenwelt*, insbesondere Kapitel 11 (Die Ursache der Evolution: Selektion) und Kapitel 12 (Vielfalt und Synthese des Evolutionsdenkens) (Mayr, 1982/2002).

57 Bis zu diesem Punkt scheint Darwin die Gedanken des britischen Ökonomen Thomas Malthus aufgegriffen zu haben, der in seinem *Essay on the Principle of Population* (1798) einen ähnlichen Zustand in menschlichen Bevölkerungen annahm und mit dem martialischen Schlagwort des „*struggle for existence*“ beschrieb (Lewens, 2007); Sober (1984/1993, S. 15-16). Nach eigenen Angaben kannte Darwin Malthus persönlich. Inwieweit Darwin tatsächlich von dieser Lektüre geprägt war, bleibt allerdings umstritten (vgl. die Literaturhinweise in Sober (1984/1993)). Malthus hat diese Knappheit der Ressourcen jedenfalls nicht wie Darwin als Mechanismus verstanden, der neuartige Merkmale hervorbringt. Für ihn war, ähnlich wie schon der *struggle* von Empedokles urtümlichen Monstrositäten, lediglich eliminierend und führte zur Beseitigung der Degenerierten und zur Erhaltung des natürlichen *status quo*.

58 Der Begriff Fitness deutet selbst auf den relationalen Charakter dieser Eigenschaft hin. Die Merkmale jedes Individuums passen besser oder schlechter zu den Anforderungen der Umwelt, sodass man von einer höheren oder niedrigeren Fitness auch nur in Bezug auf diese jeweilige Umwelt sprechen kann, nicht von Fitness im Allgemeinen oder gar von einem absolut verstandenen Grad der Vollkommenheit.

auftreten können. Diese evolutionären Innovationen können wir folglich als Akkumulationen von kleinen zufällig entstandenen Variationen und hoher Fitness bezeichnen.⁵⁹

Zu Darwins Zeiten waren einige der gerade beschriebenen Annahmen (Variabilität, Ressourcenknappheit, Vererbung) keineswegs selbstverständlich. Drei dieser Schwierigkeiten, die die zeitgenössische Wissenschaft mit Darwins Annahmen hatte, möchte ich herausgreifen: Unklarheit über Vererbungsmechanismen, Unwissenheit über die Entstehung der Merkmalsvariationen sowie der essentialistische Artbegriff.

Über die Natur der biologischen Vererbung war kaum etwas gesichert, trotz vielfältiger anekdotischer Beschreibungen von Kreuzungsversuchen durch Carl von Linné und anderen Naturkundlern. Zumindest war in der Gelehrtenwelt keine Vorstellung akzeptiert, die über die praktischen Erfahrungswerte von Bauern und Tierzüchtern hinausgegangen wäre (Mayr, 1982/2002, S.505ff). Für Darwin blieb nur die Metapher der „natürlichen Zuchtwahl“ (*natural selection*), die an die bekannte und erfolgreiche Praxis der Domestizierung anschließen soll, die wiederum durch Selektion neue Eigenschaften der Zuchttiere hervorrufen kann. Darwin stellt diesen Vergleich mit dem Alltagsphänomen der Zucht im vierten Kapitel der „*Origins*“ ausführlich an, um auch ohne Wissen über Vererbungsmechanismen seine Position plausibel zu machen:

Under domestication, it may truly be said that the whole organisation becomes in some degree plastic. But the variability, which we almost universally meet with in our domestic productions is not directly produced, as Hooker and Asa Gray have well remarked, by man; he can neither originate varieties nor prevent their occurrence; he can only preserve and accumulate such as do occur. Unintentionally he exposes organic beings to new and changing conditions of life, and variability ensues; but similar changes of conditions might and do occur under nature. (Darwin, 1859/1872, Ch IV)

Ebenso wenig wie die Vererbung konnte durch die damalige Biologie das scheinbar willkürliche Auftreten von Variabilität der Merkmale innerhalb einer Population erklärt werden. Darwin war überzeugt, dass in Ermangelung besserer Erklärungen, der Zufall die Ursache der Variabilität und damit die Grundlage der Selektion ist:

[Evolution durch natürliche Auslese] absolutely depends on what we in our ignorance call spontaneous or accidental variability. Let an architect be compelled to build an edifice with uncut stones, fallen from a precipice. The shape of each fragment may be called accidental. Yet the shape of each has been determined...by events and circumstances, all of which depend on natural laws; but there is no relation between these laws and the purpose for which each fragment is used by the

59 Häufig wurde darüber diskutiert, in welchem Ausmaß Evolution tatsächlich in kleinen Schritten abläuft oder ob nicht auch grundlegende, sprunghafte Veränderungen des Phänotyps (saltatorische Evolution) eine Rolle spielen (Theißen (2009).

builder. In the same manner the variations of each creature are determined by fixed and immutable laws; but these bear no relation to the living structure which is slowly built up through the power of selection. (Darwin 1887, Vol. 2, S. 236, zitiert nach Beatty (2010, S. 67)

Erschwerend kam hinzu, dass die Nachvollziehbarkeit des Selektionsprozesses von einem neuartigen Blick auf den Artbegriff selbst lebt. Dieser neue Artbegriff widerspricht der traditionellen Weise über Arten nachzudenken grundlegend: In der Zeit, bevor Darwins Evolutionstheorie sich ihren Weg bahnte, wurde die Art als ein Urbild gedacht, das die Essenz der Einzelwesen abbildete. Diese Vorstellung von Urbildern war offensichtlich bereits bei Plato formuliert worden, und durch die Theorien von einflussreichen Intellektuellen wie Goethe, Schelling und Kiehmeyer immer wieder bekräftigt worden. Dort, wie auch im Christentum, waren diese Ideen als Intention des Schöpfers oder der „metaphysischen Natur“ in jedem Einzelwesen verwirklicht, wenn auch möglicherweise unvollkommen und bruchstückhaft. Obwohl die europäische Biologie zu Beginn des 19. Jahrhunderts bereits den Wandel von Arten in der Naturgeschichte im Grundsatz anerkannte, so war das Denken in fixen biologischen Grundtypen aus den Anfangsjahren des 19. Jahrhunderts zu Darwins Zeiten noch immer vorherrschend. Wir können diese Situation an einem der eminenten Biologen des späten 19. Jahrhunderts und einem Zeitgenossen Darwins ablesen, an Karl Ernst von Baer. Lenoir schreibt über von Baers zeittypische Vorstellungen:

The transformation of species must, according to Baer, be contained within definitive limits: „We must conclude“, he wrote, “that as far as observation has enabled us to determine, a transformation of certain original forms of animals in the course of the generations has with great probability taken place, but only to a limited degree [von Baer’s italics]” (Lenoir, 1989, S. 83-84)

Insbesondere konnte keine Entwicklung zu höherer Komplexität erfolgen. Lenoir führt von Baers Ansichten weiter aus:

Organisation can never be understood without presupposing an original state of organisation. Similarly higher forms cannot be generated from lower forms of organization. [...] Consequently if species are to be viewed as descendants of a single ancestral form, the Keime and Anlagen for those later forms had to be present in potentia in the original generative stock. (Lenoir, 1989, S. 84)

Die Geschichte der Evolutionstheorie, wie (Richards, 2002) argumentiert, entbehrt nicht einer gewissen Ironie: Ausgerechnet die romantische Vision einer Natur, die zweckmäßig erschafft und dabei schöpferisch ihre Formen wandelt, war der Denkhorizont, vor dem Darwins rein kausale Evolutionstheorie möglich wurde. Nichtsdestotrotz bildeten der Essentialismus und die teleologische Prämisse der „Evolution“ im Sinne von Blumenbach, Goethe und Schelling ein Hindernis für die Akzeptanz des Gedankens der natürlichen Auslese. Als rein kausaler,

mithin geistloser Prozess stand Selektion durch natürliche Zuchtwahl in unüberwindlichem Gegensatz zum teleologischen Denken in Kategorien von geistigen Archetypen und metaphysischen Bildungstrieben.

Der Gegensatz zwischen der Handlungsmetaphysik und der Artefaktmetaphysik zeigt, dass die deutschen und französischen Denker durch ihre Favorisierung der Handlungsmetaphysik offenbar außerstande waren, die rein kausale Theorie der natürlichen Auslese anzuerkennen. Für sie war Natur immer auch eine Künstlerin, die geistige Formen in die Tat umsetze. In England hingegen, wo Natur nur insofern teleologisch war, als der Schöpfer sie intelligent gebaut hatte, war das geistige Milieu fruchtbarer. Dort beherrschte immer noch die, für deutsche und französische Forscher bereits altbackene, Artefaktmetaphysik den akademischen Diskurs. Aus dieser Artefaktmetaphysik sollte sich schließlich in der Auseinandersetzung mit dem Darwinismus die Artefaktmetapher entwickeln, die die heutige Biologie kennzeichnet.

3.8 Von der Artefaktmetaphysik zur Artefaktmetapher

Für die vorliegende Arbeit ist es vor allem wichtig, wie der schlussendliche Erfolg des Darwinismus das Bild von Naturteleologie verändert hat. Es ist unnötig zu erwähnen, dass der Darwinismus bereits bei den Zeitgenossen eine kaum zu überblickende Fülle von enthusiastischen Anhängern und erbitterten Gegnern fand (Bayertz, Gerhard, & Jaeschke, 2012a). Zwei ausgewählte Reaktionen auf Darwins Veröffentlichung der „*Origins*“ durch zeitgenössische Fachkollegen zeigen, welche Interpretationsspielräume in Bezug auf Teleologie vorhanden waren, selbst unter denen, die das Prinzip der natürlichen Auslese anerkannten (Lennox, 1993). Als Beispiel sei Asa Gray, ein US-amerikanischer Biologe, genannt, der sich erfreut darüber zeigte, dass sein Kollege es vollbracht habe, die Teleologie zu retten, indem er sie endlich auf eine plausible naturwissenschaftliche Grundlage gestellt habe. Es sei nunmehr nämlich möglich, ungeniert von der bemerkenswerten Angepasstheit der biologischen Merkmale zu sprechen, ohne sich dabei in die Niederungen der Naturtheologie begeben zu müssen. Andere Kollegen wie Thomas Huxley wiederum lobten Darwin gerade dafür, dass er die vermoderte Teleologie endlich überflüssig gemacht hatte.

If we apprehend the spirit of the 'Origin of Species' rightly, then, nothing can be more entirely and absolutely opposed to Teleology, as it is commonly understood, than the Darwinian Theory. So far from being a "Teleologist in the fullest sense of the word," we would deny that he is a Teleologist in the ordinary sense at all; and we should say that, apart from his merits as a naturalist, he has rendered a most remarkable service to philosophical thought by enabling the student of Nature to recognise, to their fullest extent, those adaptations to purpose which are so striking in the organic world, and which Teleology has done good service in keeping before our minds, without being false to the fundamental principles of a scientific conception of the universe. (T. Huxley, 1864/2001)

Ähnlich wie Huxley in England äußert sich einige Jahre später der deutsche Philosoph Lange (1873/1875/2012), da für ihn

die bisherige Form der Teleologie, die anthropomorphe, durch die Thatsachen gänzlich beseitigt ist; einerlei, ob die naturalistische Ansicht hinlänglich festgestellt ist oder nicht. Die ganze Teleologie hat ihre Wurzel in der Ansicht, dass der Baumeister der Welten so verfährt, dass der Mensch nach Analogie menschlichen Vernunftgebrauches sein Verfahren zweckmäßig nennen muss. [...] Es ist nun aber gar nicht mehr zu bezweifeln, dass die Natur in einer Weise fortschreitet, welche mit menschlicher Zweckmässigkeit keine Aehnlichkeit mehr hat. (Lange, 1873/1875/2012, S. 294)

Auch Theologen der Zeit verstanden sehr gut, welche Umwälzung Darwins Theorie der natürlichen Auslese für das Bild der Natur als Ganzes hatte. Naheliegend war, dass diese Einsicht für sie ein Anlass für eine fundamentale Kritik an dieser neuen Biologie bildete: So spricht etwa der einflussreiche protestantische Theologe Zittel (1871/2012) seine Begründung für die Ablehnung des Darwinismus deutlich aus:

Alle Religion beruht auf der Anerkennung einer Weltordnung und auf dem Bewußtsein unserer Abhängigkeit von derselben. Ordnung aber ist der Gegensatz von Zufall, eine zufällige Ordnung ist ein Widerspruch in sich selbst. [...] Wird die Vernünftigkeit oder, was dasselbe ist, die Zweckmäßigkeit der Weltordnung und Naturentwicklung geleugnet, und der vernunftlose und eben darum absichtslose Zufall an ihre Stelle gesetzt, so hat die Religion ihren Gegenstand verloren und zerfällt als eine leere Täuschung in sich selbst. (Zittel, 1871/2012, S. 136-137)

In ähnlicher Weise spricht etwas später der britische Theologe Hodge vom Darwinismus als einem impliziten Atheismus, der die Naturteleologie abschafft, was wiederum einer Leugnung Gottes gleichkäme (B. Schweitzer, 2016, S. 170-173).

The grand and fatal objection to Darwinism is this exclusion of design in the origin of species, or the production of living organisms. By design is meant the intelligent and voluntary selection of an end, and the intelligent and voluntary choice, application, and control of means appropriate to the accomplishment of that end. That design, therefore, implies intelligence, is involved in its very nature. No man can perceive this adaptation of means to the accomplishment of a preconceived end, without experiencing an irresistible conviction that it is the work of mind. No man does doubt it, and no man can doubt it. Darwin does not deny it. Haeckel does not deny it. No Darwinian denies it. What they do is to deny that there is any design in nature. (Hodge, 1874, S. 169-170)

(Lennox, 1993) stellt fest, dass die beiden Interpretationen von Darwin (Neufundierung oder Abschaffung der Teleologie) offensichtlich unterschiedliche Sichtweisen mit dem Begriff der Teleologie verbanden. Für Huxley und Lange sowie für die Theologen der Zeit war die teleologische Redeweise eine Erklärung für Zweckmäßigkeit der Merkmale, die notwendigerweise eine Berufung auf die Absichten Gottes beinhaltet, was ich Artefaktmetaphysik im Gegensatz zur bloßen Artefaktmetapher genannt habe. Diese Auffassung von Teleologie im Sinne Huxleys war augenscheinlich geprägt von den Argumentationen der Physiko-Theologen. Für Gray hingegen war im Gegensatz dazu Teleologie lediglich eine Legitimation dafür, die Beschaffenheit der Merkmale von Lebewesen durch ihre Geeignetheit für die Erfordernisse der Umwelt zu erklären.

In diesem bescheidenen Sinne ist Darwin tatsächlich Teleologe. Lennox stellt fest, dass Darwin in seinen Schriften mehrfach auf den *final causes* verweist, aber dabei nicht mehr als den Prozess der Selektion umschreibt, der die Tendenz hat, die Merkmale zweckmäßig zu formen. Auch wenn Darwin sich in seinen Schriften dazu des Vokabulars der *parson naturalists* bediente, verlässt er dennoch nicht den naturalistischen begrifflichen Rahmen, den er für seine Theorie selbst gesteckt hat. Lennox (1984) nennt als Beleg für Darwins Nutzung der teleologischen Sprache dessen Schrift aus dem Jahre 1862 über die Bestäubung von Orchideen. Gray hatte also Recht mit seiner Aussage. Darwin stellte die Teleologie, verstanden als nicht mehr als eine bestimmte traditionelle Redeweise über Lebewesen, auf ein evidenzbasiertes Fundament, schaffte sie aber keineswegs ab.

Die Artefakt-Redeweise kann von Darwin aufrechterhalten werden, da die Physiko-Theologen und er von der Angepasstheit der Merkmale zum Überleben und zur Vermehrung ausgehen und auf dieser Grundlage Merkmale funktional beschreiben. Weiterhin waren beide Seiten davon überzeugt, dass sich diese Angepasstheit durch das Wirken externer Ursachen und nicht etwa wie in der romantischen Biologie Kontinentaleuropas durch innere Lebenskräfte und Bildungstribe erklären lassen muss. Es mindert die formale Ähnlichkeit der beiden Redeweisen nicht, dass Darwin diese externe Erklärung nun als eine innerweltliche Erklärung versteht, während die Physiko-Theologen auf einer übernatürlichen Erklärung bestanden.

In diesem Moment entsteht also unter dem Eindruck des Darwinismus die moderne Problemlage der biologischen Teleologie. Ich sehe die Reaktion von Asa Gray als ein vielleicht erstes Beispiel für die Umwandlung der traditionellen Artefaktmetaphysik in die moderne Artefaktmetapher.⁶⁰ Die Metapher setzt die mechanistischen und krypto-teleologischen Ausdrucksweisen aus der Physiko-Theologie fort, die mindestens zu den Mechanisten der frühen Neuzeit zurückreicht und die zu Recht bereits Sokrates und Platon zugesprochen werden können. Dabei tritt die Tätigkeit der natürlichen Selektion als Surrogat des Weltenbaumeisters auf.

Eingangs habe ich beschrieben, dass die Artefaktmetapher als Konzeptmetapher im Sinne der Theorie von Lakoff und Johnson zu verstehen ist. Menschen, die diese Metapher heranziehen,

⁶⁰ Es ist fraglich, ob sich Gray dieser Umwandlung selbst bewusst war. Zumindest sah er selbst stets auch das Wirken Gottes im Verlauf der Evolution und verwehrt sich gegen die Meinung, Darwinismus bedeute am Ende Atheismus (Ruse, 2003, S. 129ff).

sind sich nicht immer bewusst, dass sie es überhaupt mit einer Metapher zu tun haben. Für die Artefaktmetapher gilt diese Aussage insbesondere in biologischen Kontexten, die fern von evolutionären Fragestellungen sind. Ein Arzt kann etwa vor und nach Darwin gleichermaßen davon reden, dass das Herz die Funktion hat, Blut zu pumpen. Müssen wir uns darauf festlegen, dass dieser Arzt nach Darwin metaphorisch redet, vor Darwin aber metaphysisch? Wenn wir uns die Herkunft dieses Ausdrucks etwa bei Leibniz' Naturphilosophie anschauen, können wir dieser Frage zustimmen. Aber wir erwarten zu viel, wenn wir diese Art der Reflexion dort suchen, wo sie nicht notwendig ist: Der Arzt würde der Ansicht sein, eine treffende Formulierung zu nutzen, die keinerlei Aussage über innerweltliche Evolution oder über göttliche Schöpfung impliziert. Wir erwarten von unserem Arzt keine metaphysischen oder metaphorischen Diagnosen. Erst wenn man ihn zu einem Bekenntnis zur Evolutionstheorie nötigt, würde er sich möglicherweise gezwungen sehen, seine Aussagen über Funktionen und Aufgaben der Organe als Metaphern zu rekonstruieren.

Die Teleologie der Wissenschaft im Anschluss an Darwin ist anders als die traditionelle Artefaktmetaphysik von Xenophon bis Paley eine Möglichkeit der metaphorischen Beschreibung der Naturvorgänge unter anderen. Diese Stellung der Teleologie ist zwar in den Denkgewohnheiten fest verwurzelt, aber metaphysisch immateriell geworden. Dieser Schwebezustand wird in einer Anekdote sichtbar, die George Campbell, der 8. Herzog von Argyll, aus einem Gespräch mit Darwin in dessen letzten Lebensjahr berichtet⁶¹:

But in the course of that conversation, I said to Mr. Darwin, with reference to some of his own remarkable works on Fertilisation of Orchids, and upon The Earthworms, and various other observations he had made of the wonderful contrivances for certain purposes of Nature—I said it was impossible to look at these without seeing that they were the effect of mind. I shall never forget Mr. Darwin's answer. He looked at me very hard, and said: "Well, that often comes with overwhelming force; but at other times," and he shook his head vaguely, adding, 'it seems to go away.' (Alison, 1892, S. 351)

Mit genau diesem Vexierbild hat Darwin die Biologie hinterlassen.

61 Laut Robert Alison's Anekdotensammlung der Stadt Glasgow erzählte der Herzog von dieser Begegnung und der dazugehörigen Moral auf einem Vortrag der *Glasgow Young Men's Institute*. Er nutzte Darwins entwaffnend ehrliche Antwort, um seine Meinung zum Unterschied zwischen Glauben und Wissen bzw. Wissenschaft aufzuzeigen: Gott bleibt der Empirie unbekannt, kann aber dennoch mit den Intuitionen der Seele erahnt werden. Diese seelische Intuition Gottes sei die „*overwhelming force*“, von der Darwin erzählt, die ihm aber als Naturwissenschaftler notwendigerweise immer wieder entgleiten muss. Dazu muss erwähnt werden, dass George Campbell überraschenderweise gleichzeitig ein ehrlicher Bewunderer von Darwins Arbeiten und ein entschiedener Gegner der religionskritischen Schlussfolgerungen war, die Darwinisten und teilweise auch Darwin selbst aus diesen Arbeiten zogen. Es stellt sich also die Frage, inwieweit der eher religionsdistanzierte späte Darwin mit Campbells Moral der Geschichte einverstanden gewesen wäre.

3.9 Die Entstehung der objektivistischen Verhaltens- und Entwicklungsforschung

Ähnlich wie in England die Artefaktmetapher durch die Evolutionstheorie nach Darwin entstand, so entwickelte sich die Handlungsmetapher aus einer Neubegründung der Methodologie der Biologie. In der Naturwissenschaft setzte sich seit Mitte des 19. Jahrhunderts eine Vorstellung von Objektivität durch. Daston and Galison (2007) verstehen darunter die Maxime des völligen Verzichts auf deutenden Beimischungen in der Beschreibung und Abbildung von Natur. Dieser neue Stil steht insbesondere im Widerspruch zu der Vorstellung, mit einem Kennerblick eine Wahrheit der Natur hinter den einzelnen Erscheinungen zu erkennen und in künstlerischer Grafik darstellen zu können. Wir erinnern uns, dass diese romantische Vorstellung bereits Goethes morphologische Intuitionen über die Urpflanze und Schellings spekulative Naturphilosophie inspiriert hatte. Daston und Galison illustrieren diesen Wandel insbesondere in der unterschiedlichen Gestaltung naturwissenschaftlicher Bildatlanten. Für die Beschreibung des Verhaltens und der Entwicklung von Lebewesen, also ihrer Aktivitäten, ist dieser Wandel hin zum Ideal der Objektivität besonders prägend gewesen.

Die Ablösung der Konzepte, die Lebewesen im Vitalismus als aktive Handelnde begriffen und deren Verhalten und Entwicklung durch Einfühlung des Forschers durchschaut werden konnte, ist verbunden mit einer neuen Generation von Forschern wie Helmholtz, Liebig und Dubois-Reymond. Liebig (1842) deutete physiologische Prozesse als chemische Prozesse neu und engte damit den Spielraum einer gesonderten Lebenskraft ein. Schließlich entzog v. Helmholtz (1847) mit seiner Entdeckung über die Energieerhaltung den Spekulationen über eine eigentümliche Lebenskraft den Boden. Stattdessen wurde die Biologie auf der Grundlage der Physik und Chemie neu fundiert. Lenoir (1989, S. 195ff) beschreibt diesen Paradigmenwechsel in den Prämissen der Forschung als *Worlds in Collision*, also als Aufeinanderprallen zweier völlig unterschiedlicher Weltanschauungen.

Vielleicht der einflussreichste Vertreter dieser neuen neo-mechanistischen Biologie war der Deutsch-Amerikaner Jaques Loeb mit seinem programmatischen Hauptwerk „*The mechanistic conception of life*“ (1912). Er führte anhand des Forschungsstands seiner Zeit vor, dass vom *riddle of life* (Loeb, 1912, S. 5) wie er es nannte, nicht mehr viel Unerklärliches übrig sei. Gerade der Bereich der Entwicklungsbiologie ist durch die damalige Embryonenforschung von den Vorstellungen der vorherigen Generationen abgekommen (Riskin, 2016, S. 250f).

Weltanschaulich spiegelt sich dieser fundamentale Wandel hin zum wachsenden Erklärungsanspruch von Chemie und Physik auch in den akademischen Materialismusdebatten der Zeit, wie sie beispielsweise zwischen den beiden Naturforschern Carl Vogt und Rudolf Wagner stattfanden. Vogt verstand die menschliche Seele als Teil des materiellen menschlichen Körpers und damit lediglich als Ausdruck allgemeiner physischer und chemischer Naturkräfte. Damit wurde die Erklärungsautorität der traditionellen Religion und die arrivierte Philosophie des deutschen Idealismus für die Weltbetrachtung

angefochten.⁶² Dieser Wandel sorgte für Empörung beim politisch und religiös konservativen Biologen Wagner (Bayertz et al., 2012b).

Unter dem Eindruck der Loslösung der Biologie vom Vitalismus und von der Handlungsmetaphysik etablierten sich auch in der Psychologie eine neue Grundlage, die sich von einer philosophisch-reflektierenden Seelenlehre zu einer Wissenschaft mit experimenteller Methodologie entwickelte. In der neuen Wissenschaft der Reflexe und Konditionierungen stand nicht mehr die Erklärung der Verhaltensweisen und Entwicklungsprozesse aus inneren Antrieben zur Debatte, seien es nun spekulative Bildungstrieb oder empathisch erahnte anthropomorphe Gefühlsregungen. Stattdessen wurde die Verhaltensforschung zu einem Teilgebiet der mechanistischen Biologie. Für diese Entwicklung stehen insbesondere die russischen Forscher Wladimir M. Bechterew, Iwan Pawlow und Iwan Setschenow, aber auch der ehemalige Helmholtz-Assistent Wilhelm Wundt, der sich insbesondere gegen die Einfühlung als Instrument der wissenschaftlichen Erforschung der Lebewesen wandte. Stattdessen können wir laut Wundt immer nur vom eigenen Erleben ausgehen, während uns der Zugang zu den Empfindungen der Tiere prinzipiell versperrt bleibt (Wundt, 1874).

Die Biologen Theodor Beer, Albrecht Bethe und Jakob von Uexküll entwarfen schließlich eine „objektivierende Nomenklatur in der Physiologie des Nervensystems“, wie es im Titel ihres Manifestes heißt (1899). Dabei sollen Ausdrücke, die auf innerliche Gefühlsregungen verweisen, durch neutrale Ausdrücke ersetzt werden. Eine ähnliche Absicht verfolgten auch die Zeitgenossen Edward J. Thorndike und Herbert Spencer Jennings sowie abermals Jaques Loeb (1912). Anstelle von zielgerichteten oder gar zweckmäßigen tierischen Bewegungen sprach er bevorzugt von Tropismen, die keine mentalistischen Konnotationen mehr hatten, sondern vollends der physiologischen Aufklärung zugänglich sein sollten. Ein Ausdruck dieses Zeitgeistes war etwa das Bekenntnis von Julian Huxley⁶³ zu einem Epiphänomenalismus⁶⁴, der die ununterbrochene Kausalkette an physikalisch-chemischen Kräften sicherstellen sollte:

The frog walks, hops, swims, and goes through his gymnastic performances quite as well without consciousness, and consequently without volition, as with it; and, if a frog, in his natural state, possesses anything corresponding with what we call volition, there is no reason

62 Die Querverbindungen zur politischen Bekämpfung überkommener Autoritäten, die in der deutschen Revolution von 1848 mündeten, kann ich hier nicht ziehen. Es soll nur erwähnt sein, dass sich wortführende Wissenschaftler der Zeit oft auch als Vorkämpfer progressiver politischer und sozialer Ideen verstanden. Insbesondere Carl Vogt ist hier zu nennen.

63 Julien Huxley war der Enkel des bereits erwähnten Biologen Thomas Huxley und Bruder des Schriftstellers Aldous Huxley.

64 Unter Epiphänomenalismus wird die Vorstellung verstanden, dass das Erleben von subjektiven Empfindungen keinerlei Erklärungskraft für das Verhalten von Mensch und Tier hat. Stattdessen behaupten Epiphänomenologen, das Verhalten von Tieren und Menschen lasse sich vollständig physikalisch erklären, etwa durch das elektrochemische Ineinandergreifen von Stromflüssen zwischen den Nervenzellen. Das bewusste Erleben sei nur ein inerter Nebeneffekt der Gehirntätigkeit. Das provokante und höchst kontraintuitive Konzept des Epiphänomenalismus blieb auch im 20. Jahrhundert innerhalb der Philosophie des Geistes einer der zentralen Diskussionspunkte (Robinson, 2015).

to think that it is anything but a concomitant of the molecular changes in the brain which form part of the series involved in the production of motion. (T. Huxley, 1893, S. 228)

In der Psychologie ist eine Variante dieser Methodik als Behaviorismus besonders einflussreich geworden. Sie ist vor allem mit den Namen John B. J. B. Watson (1913) und Burrhus Frederic Skinner verbunden. Die Maxime des Behaviorismus besteht darin, bei der Untersuchung und der wissenschaftlichen Beschreibung von Verhalten von eventuellen innerlichen, mithin mentalen Zuständen eines Lebewesens völlig abzusehen. Stattdessen soll nur der beobachtbare Effekt, also das Verhalten, analysiert werden, den ein bestimmter Stimulus auslöst.⁶⁵ Watson beschreibt das Programm der behavioristischen Psychologie folgendermaßen:

1. Human psychology has failed to make good its claim as a natural science. Due to a mistaken notion that its fields of facts are conscious phenomena and that introspection is the only direct method of ascertaining these facts, it has enmeshed itself in a series of speculative questions which, while fundamental to its present tenets, are not open to experimental treatment. In the pursuit of answers to these questions, it has become further and further divorced from contact with problems which vitally concern human interest.

2. Psychology, as the behaviorist views it, is a purely objective, experimental branch of natural science which needs introspection as little as do the sciences of chemistry and physics. (J. B. Watson, 1913)

Trotz des Aussparens von mentalen Zuständen wurde in späteren Jahren versucht, Zielgerichtetheit ohne den Bezug zu Absichten zu beschreiben, indem diese Zielgerichtetheit nicht etwa als Ausdruck von Absichten erklärt wurde, sondern ebenfalls als Beurteilung des beobachtbaren Verhaltens erkennbar wird. Ein Vorreiter dieser Ansicht war Tolman (1949), der den Begriff des zweckhaften Behaviorismus (*purposive behaviorism*) geprägt hat und damit zu einem Kritiker der orthodoxen Behavioristen wurde.

Spätere Theoretiker der „behavioristischen Teleologie“ sind Braithwaite (1953, S. 319ff) und Sommerhoff (1950), wie Woodfield (1976, S. 69-106) herausgearbeitet hat. Beide Autoren sehen in der objektiv wahrnehmbaren Plastizität des Verhaltens von Lebewesen ein Anzeichen für ein zielgerichtetes Verhalten. Plastizität ist für sie die Veränderbarkeit eines Verhaltens,

⁶⁵ Watson und später Skinner haben im Laufe ihrer Karriere diese strenge Position erheblich differenziert: Skinners sogenannter radikaler Behaviorismus scheint ironischerweise sogar gemäßigt, weil er auch mentale Zustände als einen Teil der Psyche anerkennt, der wissenschaftlicher Erforschung zugänglich ist. Radikal ist hingegen Skinners Auffassung, den Unterschied zwischen beobachtbarem Verhalten und nicht empirischen geistigen Zuständen zu verwischen, obwohl dieser Unterschied für Watson erst die Motivation für den Behaviorismus geliefert hatte. Skinner glaubt nicht an die Existenz eines ontologisch eigenständigen Bewusstseins, wohl aber daran, dass Vorgänge im Gehirn, die alltagssprachlich mit dem Vokabular des Bewusstseins umschrieben werden, als physikalische Ereignisse verstanden und untersucht werden können (Schneider & Morris, 1987).

um unter variablen Umweltbedingungen das gleiche Ziel zu erreichen. Sommerhoff (1950) beschreibt diese Plastizität in einem rautenförmigen Schaubild. Darin bezeichnet die „zweifach bewirkende“ Variable (*coenectic variable*) eine bestimmte Startsituation, die sowohl das zielgerichtet agierende System als auch dessen Umwelt beinhaltet. Ausgehend von dieser Startsituation folgt einerseits ein bestimmtes Verhalten der Umwelt, andererseits auch eine Reaktion (*response*) des zielgerichteten Systems. Das Zusammenspiel von Reaktion und Umweltsituation führt zum Erreichen des Zielzustands. Beide Ereignisse, Umweltveränderung und Systemantwort, müssen epistemisch unabhängig sein, damit von Zielgerichtetheit gesprochen werden kann. Darunter ist zu verstehen, dass keines der Ereignisse als Ursache des anderen erkennbar ist. Das Zusammenspiel der Situation und der Antwort des Systems führt zum Erreichen eines Zielzustands. Beobachtung des Systems erlaubt es nun zu erkennen, so Braithwaite und Sommerhoff, dass ein System in Bezug auf diesen Endzustand zielgerichtet (*goal-directed*) ist, wenn sich zeigt, dass zu jeder beliebigen Situation eine Antwort stattfindet und in der Folge der Endzustand immer wieder eintritt. Ein einfaches Beispiel ist ein Schütze, der mit dem Lauf seiner Waffe der Tontaube folgt. Die Bewegungen seines Körpers folgen der Flugbahn der Tontaube, die im besten Fall getroffen wird. So kann ein unbeteiligter Beobachter nach einigen Durchläufen schließen, dass das System „Schütze plus Gewehr“ die Tontaube offenbar zielgerichtet abschießt. Das Verhalten des Systems ist also plastisch, d. h., es passt sich ja nach vorgegebener Zielausrichtung an die Situation an, was die Konstanz des Ergebnisses wahrscheinlich macht. Die empirisch feststellbare Plastizität belegt die Zielgerichtetheit des Systems.

Obwohl es plausibel erscheint, dass eine solche Plastizität ein geeignetes Indiz für die Zweckmäßigkeit von Verhalten ist, wurde die Theorie der Plastizität heftig kritisiert, u. a. von Woodfield (1976); sie spielt seit den 1980er Jahren kaum noch eine Rolle in der Debatte um biologische Teleologie. Im Laufe der Arbeit werde ich im Detail auf das Vorhaben der Kybernetiker eingehen, Plastizität nicht nur als fehlbaren Anhaltspunkt, sondern als Merkmal für ein zielgerichtetes Handeln zu verstehen. Hier ist es zunächst wichtig, verständlich zu machen, wie die objektivistische Biologie eine Handlungsmetaphorik entwickelte, die die alte Handlungsmetaphysik von Aristoteles bis Kierkegaard ablöste. Diese Handlungsmetapher ist die Kybernetik.

3.10 Die Entstehung der Kybernetik als Handlungsmetapher im 20. Jahrhundert

Innerhalb einer naturwissenschaftlichen Beschäftigung mit Verhaltensweisen von Lebewesen und ihren Teilen schien also kein Platz mehr für mentale Zustände, Bewusstseinspekulationen und andere Akte der Einfühlung. Dennoch bestand weiterhin die Notwendigkeit, die mechanistisch verstandenen Systeme im Hinblick auf ihre funktionalen Tätigkeiten zu erfassen. Eine neue Wissenschaft namens Kybernetik füllte diese Lücke. Der Einfluss der Kybernetik auf die Entwicklung der Biologie im 20. Jahrhundert ist bedeutsam, wenn es um die Beschreibung solcher implizit zielgerichteten Prozesse geht. Kay (2001) sieht in ihrem Überblick Kybernetik im Zusammenhang mit der Verbreitung einer anderen biologischen Metapher, nämlich der Metapher von Information und Code im Zusammenhang mit der DNA. Greifbar wird diese Aussage für sie etwa in der Art und Weise, wie Monod

molekulargenetische Vorgänge rein funktionalistisch als Regelkreise beschreibt und damit die Molekularbiologie entscheidend prägte. Seit dieser Zeit gehören kybernetische Darstellungs- und Denkweisen zum Repertoire der Biologie, etwa bei Hassenstein und Mittelstaed im Bereich der Verhaltensforschung. Kybernetische Analysen von zielgerichteten Systemen sind in der Biologie mittlerweile üblich geworden und finden selbst in Schulbüchern eine Verwendung, indem sie so unterschiedliche Vorgänge wie das Jagdverhalten oder die Regulation des Blutzuckerspiegels zu beschreiben.

Die Kybernetik beruht zwar auf den Arbeiten des Mathematikers Wiener (1963/1968), war aber eine interdisziplinäre Sichtweise, an der naturwissenschaftlich interessierte Philosophen und Psychologen ebenso beteiligt waren wie Naturwissenschaftler und Mathematiker. Regelmäßige Konferenztätigkeiten, insbesondere die Macy-Konferenzen, trugen zur Etablierung der Kybernetik als einer einheitlichen Metadisziplin im Sinne einer Steuerungslehre bei, richtet die Aufmerksamkeit darauf ausgerichtet ist, dass bestimmte Bestandteile von Systemen Rollen innerhalb des Gesamtsystems übernehmen und dessen Verhalten steuern. Sie tauschen Signale aus und verändern ihren Zustand und ihre Aktivität aufgrund dieser Signale. Aus diesem Wechselspiel von fortlaufender Signalaufnahme und daraus resultierender Anpassung entsteht eine Feedback-Schleife oder ein Servomechanismus, indem Abweichungen vom angestrebten Zielzustand oder Sollwert korrigiert werden. Keiner dieser zielsuchenden oder sich selbst regulierenden Maschinen würden wir im Alltag Absichten oder Bewusstsein unterstellen. Dennoch erscheint es uns offensichtlich, dass sie aufgrund ihres kybernetischen Mechanismus einen vorgegebenen Zielzustand anstreben. Dieser scheinbar teleologische Aspekt wurde bereits früh in einem einflussreichen Artikel hervorgehoben (Rosenbluth, Wiener, & Bigelow, 1943). Durch die Vorstellung von Feedback schafft die Kybernetik demnach eine Möglichkeit, zielgerichtetes Verhalten in rein mechanistische Begriffe zu fassen.

All purposive behavior may be considered to require negative feedback. If a goal is to be attained, some signals from the goals are necessary at some time to direct the behavior. (Rosenbluth et al., 1943, S. 19)

Die Stärke dieses Ansatzes ist die unabhängige Beschreibung auf der Funktionsebene über die materiellen Eigenschaften des beschriebenen Systems.⁶⁶

A further comparison of living organisms and machines leads to the following inference: The methods of study for the two groups are at present similar. Whether they should always be the same depend on whether or not there are one or more qualitatively distinct, unique

⁶⁶ Aus dieser Neutralität der Kybernetik in Bezug auf die beschriebenen Systeme leitet sich in der Popkultur die modische Vorsilbe „*cyber*“ ab, die dort nicht mehr nur eine konzeptuelle Gleichsetzung von Organismus und Maschine meint, sondern vor allem deren materiell verwirklichte Mensch-Maschine-Verbindung über ein technisches *interface* ausdrückt. In diesen Science-Fiction-Fantasien und technophilen Produktwerbungen ist schon selbstverständlich geworden, dass menschlicher Körper und Maschine überhaupt gedanklich austauschbar sind.

characteristics present in one group and absent in the other. Such qualitative differences have not appeared so far. (Rosenbluth et al., 1943, S. 22)

Darstellungen eines kybernetischen Mechanismus verzichten auf die Abbildung materieller Gegenstände und beschränken sich auf die Darstellung abstrakter geometrischer Formen, um die kausalen Rollen innerhalb des Systems zu zeigen.

Im zweiten Schritt nach der Nennung des Zielzustands bzw. des „Sollwerts“ kann die Identifizierung der inneren Elemente des Systems mit kybernetischen Rollen die kausale Erklärung dafür liefern, woher dieses zielgerichtete Verhalten rührt. Allerdings spielt in der Kybernetik die Frage keine Rolle, was ein Zielzustand bzw. Sollwert überhaupt innerhalb der kybernetischen Denkweise sein mag. Das Vorhandensein und die Offensichtlichkeit eines bekannten Systemzwecks, seines Ziels oder Sollwerts wird bei der kybernetischen Beschreibung einer Funktionsweise bereits vorausgesetzt. Woodfield (1976) bringt diese Einschränkung der Kybernetik an folgendem Beispiel zum Ausdruck:

Imagine the total sequence of behaviour performed by a cat trying to catch a mouse. [...] At this level [dem kybernetischen], feedback explanations explain primarily how the cat managed to perform a certain task, get to a certain place, keep the mouse in sight, and so on. The task is specified by reference to a goal or subgoal that the cat has to achieve in order to achieve the final goal. [...] That she has the goal of catching the mouse is something that is taken for granted. (Woodfield, 1976, S. 192)

Diesen toten Winkel sind ein Indiz für die Metaphernhaftigkeit der Kybernetik, die von „Sollen“ „Zielen“ und „Stellen“ spricht, aber keine ontologische Festlegung vornimmt. Die Wirkung der Kybernetik zeigen sich in drei aufeinander folgenden Gleichsetzungen: (1) Zunächst erscheint das Verhältnis zwischen Lebewesen und Artefakten in einem neuen Licht. (2) Anschließend verändert sich auch das Verhältnis von menschlichem Handeln und dem Verhalten von Lebewesen bzw. deren Teilen. (3) Letztlich vollzieht sich eine Neubestimmung über das Verhältnis von menschlichem Verhalten und dem Verhalten von Artefakten. Es entwickelte sich eine „Metapherndrehtür“: Alle drei Bereiche – Menschen, Lebewesen und Artefakte – werden zur Metapher voneinander. Es gibt keinen fundamentalen Bereich mehr, in dem diese Sprechweisen wortwörtlich genommen werden und der die Verwendung in anderen Bereichen ontologisch fundiert. Es ist daher zunehmend unklar, was der angemessene wörtliche Verwendungsbereich eines teleologischen Ausdrucks ist. Die Kybernetik als Metadisziplin nimmt im Bild der Drehtür die Rolle der Achse ein, an die die einzelnen Anwendungsbereiche zwar angebunden sind, jedoch keinen festen Stand haben.⁶⁷

⁶⁷ Kybernetik sollte nicht als eine harmlose Abstraktion von den Besonderheiten der einzelnen Sachgebiete aufgefasst werden. Eine Abstraktion von zwei Themen erfolgt, indem wir von den Besonderheiten absehen und das Gemeinsame betonen. So können wir etwa das Verhalten von sogenannten idealen Gasen physikalisch beschreiben, indem wir von den besonderen Eigenschaften unterschiedlicher Arten von Gasmolekülen absehen,

(1) Zunächst zum Verhältnis von Lebewesen und Artefakt: Die Kybernetik ermöglicht die dynamische Bahnanpassung (*aiming*) einer zielsuchenden Rakete. Weiterhin kann sie die Hetzjagd eines Raubtieres mit den gleichartigen Konzepten rekonstruieren. Beim Tier würden wir intuitiv eine Absicht unterstellen, die Beute zu fangen, vielleicht auch noch Hunger oder Jagdlust. Bei der zielsuchenden Rakete haben wir, zumindest als Erwachsene, keine derartigen Intuitionen. Aristoteles würde zwischen natürlicher und künstlicher, d. h. erzwungener Bewegung unterscheiden. Die natürliche Bewegung folgt dem intrinsischen Prinzip, dem *eidos*, während die Bewegung des Artefakts von außen durch die Handwerkskunst des Mechanikers hineingetragen wird. Blumenbach und Kielmeyer würden vom Bildungstrieb reden, der dem Tier innewohnt, nicht jedoch dem Artefakt. Artefakte sind allenfalls eine Nachahmung des metaphysisch fundamentalen Bereichs, nämlich der Natur (*physis*).

Nun ermöglicht es die Kybernetik, das, wofür bisher Einfühlung notwendig war, als technischen Prozess zu rekonstruieren, sodass beide Bereiche als metaphysisch ebenbürtig angesehen werden. Dieser Gedanke ist nicht mit den Ansichten der mechanistischen Philosophen der frühen Neuzeit zu verwechseln. Schon Descartes schrieb von der Einordnung der Mechanik in die Lehre von der Natur (Physik). Die ontologische Rangfolge wurde zwar auf den Kopf gestellt, aber nicht verwischt: Die Mechanik benötigt keine inneren Antriebe der Dinge, die in der Natur überflüssig wurden, und wurde zum umfassenden metaphysischen Begriff zur Weltdeutung, während die Natur nur noch ein Anwendungsgebiet neben anderen der einen mechanistischen Welt ist. Bei der Kybernetik hingegen bleibt die Rangfolge des Fundamentalen und des Speziellen unentschieden. Beide Arten von Systemen, Lebewesen und Maschinen, bewegen sich ontologisch auf Augenhöhe. In der Anfangszeit war es sich sicherlich üblich, Lebewesen wie bisher als Artefakte zu rekonstruieren, sodass die bisherige Artefaktmetapher weiter gestärkt wurde. Inzwischen gibt es allerdings auch den umgekehrten Weg, wonach Artefakte zunehmend nach der Metapher von lebenden Wesen begriffen werden (vgl. Abschnitt 3.13).

etwa Unterschiede in der Masse, Polarität und Form. Es ist jedoch keineswegs eindeutig, dass sich auf die gleiche Weise menschliches Handeln, das Verhalten von Lebewesen und die Tätigkeiten von Artefakten auf einen gemeinsamen Kern abstrahieren lassen. Dafür müssten wir uns sicher sein, ob bestimmte Begriffe, die in den Einzelbeschreibungen vorkommen und in der Abstraktion erhalten bleiben, in den konkreten Fällen die gleiche Bedeutung besitzen. Betrachten wir hierzu zwei Aussagen: „Stickstoff-Gas expandiert, wenn die Temperatur, bei gleichbleibendem Druck, erhöht wird“ und „Sauerstoff-Gas expandiert, wenn die Temperatur bei gleichbleibendem Druck erhöht wird.“ Es besteht kein Zweifel, dass die Begriffe „Gas“, „Temperatur“, „Expandieren“ usw. in beiden Sätzen die gleiche Bedeutung haben. Eine Abstraktion ist aus diesem Grund problemlos möglich. In den von der Kybernetik beschriebenen Systemen – vom autofahrenden Menschen bis zum autonom fahrenden Auto ist das nicht gesagt: Haben „Sollwert“, „Verursachen“, „Detektieren“ usw. in beiden Fällen wirklich die gleiche Bedeutung? Das ist eine philosophische Frage, die den Rahmen der Kybernetik selbst verlässt. Wenn ja, dann handelt es sich bei der Kybernetik wohl tatsächlich um eine Abstraktion; wenn nicht, schadet es aber keineswegs der Nützlichkeit der Kybernetik. Es ist nämlich gar nicht notwendig, diese Frage zu klären, bevor wir kybernetische Darstellungen nutzen können. Die Nützlichkeit liegt in der funktionalen und nicht notwendigerweise in der ontologischen Ähnlichkeit der Systeme: Wir können in bestimmten Situationen auf vergleichbare Weise über sie denken und gewisse Aspekte von dem, was wir aus einer Domäne wissen, auf die andere übertragen, dies ist das Kennzeichen einer kognitiven Metapher.

(2) Zur Gleichsetzung von biologischem Verhalten und menschlichem Handeln: Das Aufrechterhalten (*keeping*) einer Körpertemperatur im Menschen kann ebenso kybernetisch als Zusammenspiel bestimmter Signale und Sensoren analysiert werden wie die Temperaturerhaltung in einem Thermostat. Das Muskelzittern bei Kälte ist eine Reaktion des Körpers, das zum Ziel hat, die Körpertemperatur zu erhalten. Dieses physiologische Phänomen ist mit dem Handeln eines Menschen vergleichbar, der aus dem gleichen Grunde Feuerholz in den Kamin legt. In der klassischen Handlungsmetaphysik bei Aristoteles, Thomas und auch wieder bei den Biologen des frühen 19. Jahrhunderts bestand zwischen beiden Verhaltensweisen nur ein gradueller Unterschied, weil der Mensch als denkendes Wesen über die Konsequenzen seines Handelns Rechenschaft ablegen kann, der unwillkürlich zitternde Muskel aber nicht. Nichtsdestotrotz waren beide Handlungen metaphysisch Ausdruck der einen zielgerichteten Verfasstheit der Welt, was sich für Aristoteles bereits an der gleichartigen Form der Erklärung ablesen lässt. Die neuzeitlichen Mechanisten haben sich gegen diese Vereinnahmung des menschlichen Geistes gewehrt. Für sie war echte Innerlichkeit nur im Menschen gegeben, während die übrige Natur nach mechanischen Gesetzen ihren Lauf nahm. Die Kybernetiker enthalten sich auch hier der Aussage. Sie halten die bereits von Aristoteles gepflegte mentalistische Sprache bei, verzichten aber erneut auf eine ontologische Festlegung.

(3) Zur Gleichsetzung von menschlichem Handeln und Artefakt-Verhalten: Wenn es ontologisch unbestimmt ist, ob Artefakte oder Lebewesen ontologisch grundlegend sind, und wenn es weiterhin unklar bleibt, ob menschlicher Geist und Natur unter einen gemeinsamen Begriff zu bringen sind, dann steht der Gleichsetzung von Artefakt und menschlichem Denken nichts mehr im Wege. Beispiele für eine kybernetisch-analytische Sichtweise auf den menschlichen Geist sind der Funktionalismus, zu dem die Vorstellung der Modularität des Geistes, verfochten u. a. von Fodor (1983) und insbesondere die Computertheorie des Geistes gehören, wie sie der junge Putnam (1960) vertreten hatte.

Unsere Begriffe für ein Verständnis von Zielgerichtetheit haben sich offenbar durch den Umgang mit kybernetischen Systemen verschoben. Die These führt durch die agnostische Haltung der Kybernetik zu der Frage, wie ein Ziel in einem System überhaupt bestimmt wird. Im Bereich der Biologie zumindest nimmt das kybernetische Vokabular die Stellung einer Handlungsmetapher ein: Unterschiedliche Elemente handeln ihren funktionellen Rollen gemäß, stellen einen Sollwert ein, steuern und regeln, ohne dass der Beschreiber des Systems auf die Existenz wirklicher Absichten und wirklicher Ziele festgelegt wird, und zwar nicht einmal im Falle des natürlichen Lebewesens Mensch. Ähnlich wie der Arzt über die Metaphernhaftigkeit seines Artefaktvokabulars keine Rechenschaft ablegen muss, so muss auch ein Kybernetiker sich über die Handlungsmetaphorik seines Beschreibungskonzepts keine Gedanken machen.

3.11 Teleonomie als uneigentliche Teleologie

Die beiden großen Metaphysiken über das Verständnis von Lebewesen, Artefakt und handelnder Geist haben sich im Laufe des 19. Jahrhunderts als fruchtlos für die Biologie erwiesen. Weder konnte die Artefaktmetaphysik dem Darwinismus die Stirn bieten noch die

Handlungsmetaphysik den Angriff der mechanistischen Physiologie überstehen.⁶⁸ Dennoch hat sich die teleologische Sprechweise erhalten, die bisher durch diese beiden Metaphysiken legitimiert wurde. Obwohl sie nunmehr ohne transparenten Bezug zu einem teleologischen Bild der belebten Natur war, fand diese Sprache doch nicht den Weg zu einem reinen dichterischen Gleichnis. Vielmehr verharrte die Teleologie in jenem Zwischenreich der ernst genommenen Uneigentlichkeit, die Lakoff und Johnson als Domäne der kognitiven Metaphern beschrieben haben. Es bedürfte einer konkreten Untersuchung einzelner Forscherpersönlichkeiten, um zu entscheiden, welche Wirkmacht diese kognitiven Metaphern jeweils entfaltet haben. Am Beispiel Asa Grays haben wir etwa gesehen, wie ein Zeitgenosse Darwins das Vokabular der Teleologie beibehalten hat und durch die Theorie der natürlichen Zuchtwahl in einen neuen Kontext gestellt hatte. Dies war jedoch ein Kontext, der der klassischen teleologischen Metaphysik keinen Raum mehr in den Naturwissenschaften ließ. Während am Ende des 19. Jahrhunderts die teleologische Naturmetaphysik an Bedeutung verlor, hatte sich aus der Konvergenz unterschiedlicher Teildisziplinen eine neue Gestalt der Biologie herausgebildet, die von der synthetischen Evolutionstheorie geprägt wurde. Obwohl es leicht fällt, aus der Rückschau die Veröffentlichung der *Origins* als Wendepunkt und als eigentliche Geburtsstunde der modernen Biologie zu sehen, war auch die natürliche Auslese lange Zeit nur eine mögliche Erklärung für die Evolution, wie etwa Mayr (1982/2002, S. 433-442) hervorhebt. Julian Huxley⁶⁹ prägte für diese Inkubationszeit, dessen Ende er mit geprägt hatte, den Ausdruck des *eclipse of darwinism* (Sonnenfinsternis des Darwinismus) (Largent, 2009). Erst während der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts konnten die Erkenntnisse der Genetik, der Molekularbiologie, der Paläontologie und der Populationsstatistik Darwins Theorie von Variation und Selektion derart gründlich und aus so vielen unterschiedlichen Richtungen belegen, dass sie zum Konsens für annähernd alle Naturwissenschaftler wurde. Das Phänomen der Vererbung und dessen Regeln wurden im Laufe des 20. Jahrhunderts zunächst anhand von Vererbungsexperimenten charakterisiert und schließlich immer präziser im Zellkern, dann in den Chromosomen und endlich im sogenannten genetischen Code der DNA lokalisiert (Mayr, 1982/2002, S. 596-619). Die scheinbar spontan erscheinende Variabilität innerhalb einer Population wurde nun durch ungerichtete Mutationen der DNA und sexuelle Rekombination der Chromosomen abschätzbar. Diese enorm fruchtbare Periode der Biologiegeschichte wird von ihren Protagonisten, vor allem Mayr (1982/2002),

68 Ohne Zweifel gab es auch philosophische Versuche, diese neue Form der Biologie als einzigen Zugang zur Natur zu hinterfragen, vor allem im frühen 20. Jahrhundert. Dazu zähle ich etwa Henri Bergsons viel beachtetes Werk „*Kreative Evolution*“ (1912/2013), indem er dem Phänomen des Lebens eine eigene Kraft, einen *élan vitale* zugesteht. Im deutschen Sprachraum wurde das Bild der Natur im Zusammenhang mit der Stellung des Naturwesens Mensch verhandelt. Insbesondere in der Zwischenkriegszeit war die philosophische Anthropologie der Ort, an dem über die Natur gesprochen wurde. Für einen engen Bezug zur Biologie seiner Zeit steht der Verhaltensforscher und Philosoph Helmuth Plessner mit seinem Hauptwerk „*Die Stufen des Organischen und der Mensch*“ (1928/1975). Obwohl diese und andere Ansätze durchaus von Naturwissenschaftlern rezipiert wurden und die Weltanschauung des einen oder anderen geprägt haben mögen, blieb der Einfluss der Philosophie auf die Entwicklung der Biologie als Naturwissenschaft und die Geschichte der teleologischen Metaphern gering.

69 Ein Enkel von Darwins Zeitgenossen Thomas Huxley.

Dobzhansky (1973) und J. Huxley (1942/2009) als eine moderne Synthese begriffen, weil sie alle Argumente und Erkenntnisse der jeweiligen Unterdisziplinen zu einer konsistenten Theorie der Naturgeschichte zusammenfügt (Mayr, 1982/2002, S. 454-458). Sämtliche alternativen und letztlich spekulativen Konzeptionen der Evolutionsvorgänge, seien es Orthogenese, theistische Evolution, Entelechie oder Neo-Lamarckismus waren nun in der Bringschuld, ihre Berechtigung im Sinne des neodarwinistischen Paradigmas zu erweisen. Einige nicht selektionistische Mechanismen, etwa der genetische Drift (Beatty, 2010) oder die Epigenetik (Jablonka & J., 2002), fanden ihren Weg in die Lehrbücher der Evolution (Futuyma, 2007), während die spekulativen Ansätze immer mehr aus der Biologie verdrängt wurden. Sie trugen nach Ansicht der modernen Evolutionsbiologie nicht zur Erklärung biologischer Phänomene bei, was nicht auch eleganter und präziser durch die synthetische Evolutionstheorie erklärt werden könnte. Evolution durch natürliche Auslese hatte sich im Laufe des 20. Jahrhunderts derart zum Leitgedanken der Wissenschaft vom Leben entwickelt, dass Dobzhansky (1973) öffentlichkeitswirksam im Titel eines Artikels behaupten konnte: „*Nothing in biology makes sense except in the light of evolution*“.

Unter dem Eindruck dieser mechanistischen, evolutionistischen Biologie aus einem Guss erschien es Biologen in der Mitte des 20. Jahrhundert nun endgültig fragwürdig, den traditionsreichen philosophischen Begriff der Teleologie weiterhin zu nutzen, um die Zweckmäßigkeit bzw. (im Vokabular der Biologie) die Angepasstheit dieser Merkmale zu beschreiben. Teleologie – so schien es – impliziert einen planenden Verstand und die Beibehaltung des Begriffs in die moderne Biologie würde unangebrachten metaphysischen Vorstellungen einen Vorschub leisten. Diese Aussage gelte sogar, wenn Teleologie nur im Sinne von Aristoteles oder Asa Gray als sprachliche Form für evolutionäre Erklärungen verwendet würde. Es war an der Zeit, so empfanden es einige Biologen, neue Fachbegriffe für Adaptationen zu stiften, die das naturphilosophische Konzept der Teleologie ablösen sollten. Der Biologe Colin Pittendrigh schlug vor, an die Stelle der vorbelasteten Vokabel „Teleologie“ solle zur Beschreibung biologischer Adaptationen fortan das Konzept „Teleonomie“ treten.

The biologist's long-standing confusion would be more fully removed if all end-directed systems were described by some other terms, like 'teleonomic' in order to emphasize that the recognition and description of end-directedness does not carry a commitment to Aristotelian teleology as an efficient [sic] causal principle. (Pittendrigh, 1958, S. 394)

Abgesehen von der anscheinenden Verwechslung von *efficient cause* und *final cause* habe ich an anderer Stelle das Argument angefügt, dass es irreführend ist, Aristoteles eine solche Teleologie zu unterstellen, wie Pittendrigh hervorhebt. Pittendrigh hat offenbar eine Artefaktteleologie als Erklärung für die Zweckmäßigkeit im Gegensatz zu expliziten Zwecken und Urbildern im Sinn. Das, was viele heutige Autoren als Methode des Aristoteles ansehen, nämlich die Nutzung des Artefakt-Modells zur Erklärung biologischer Merkmale, möchte Pittendrigh vor einer allzu großen Vorsicht der Evolutionsbiologen bewahren.

Biologists for a while were prepared to say a turtle came ashore and laid its eggs. These verbal scruples were intended as a rejection of teleology but were based on the mistaken view that the efficiency of final causes is necessarily implied by the simple description of an end-directed mechanism. (Pittendrigh, 1958, S. 394)

Teleonomie wurde in den folgenden Jahren wiederholt in den geistesgeschichtlichen Grundlagen der Biologie aufgegriffen, erstmals im groß angelegten Entwurf einer universellen Evolution De Laguna (1962) aber ebenso bei Monod (1971) mit der berühmten Einführung in das naturalistische Weltbild „Zufall und Notwendigkeit“. Auch Ernst Mayr wurde zum vehementen Befürworter dieses neuen Begriffs (1988/1991a). Für ihn hat die Bezeichnung Teleologie keinen Platz mehr in einer Biologie, die von obsoleten, theologischen Vorurteilen frei sein will:

Such usage is a remnant of the natural theologians who considered adaptations evidence for purposive design by the Creator. (Mayr, 1998, S. 37)

Allerdings sah er die Rolle des Begriffs klarer umrissen als andere Autoren, nämlich ausschließlich im Zusammenhang mit sogenannten biologischen Programmen. Laut Mayr (1988/1991a S. 51-86; 1998) existieren in der Naturwissenschaft seiner Zeit insgesamt fünf Ausdrücke, die von Philosophen bisweilen teleologisch genannt wurden, von denen aber einer die Bezeichnung teleonomisch zukommen sollte:

Zunächst nennt Mayr die kosmische Teleologie, die den Verlauf der (Natur-) Geschichte teleologisch fassen möchte. In diese Kategorie fallen die vielfältigen Fortschrittsideologien des 19. und frühen 20. Jahrhunderts, etwa bei Herbert Spencer, Karl Marx oder auch in einer christlichen Version bei Teilhard de Jardin. Es ist zu vermuten, dass Mayr vor allem diese neuzeitlichen Weltanschauungen meinte. Aber auch traditionelle religiöse Konzepte wie das vedische Rita, das chinesische Dao oder die Vorsehung im Christentum mögen zu dieser Kategorie gehören. Sie streben zwar nicht einen Fortschritt im neuzeitlichen Sinne an, lenken aber in einigen Interpretationen das Weltgeschehen anhand von Zielen und Zwecken.

Die zweite und dritte Redeweise bildet den Gegensatz besonders deutlich ab: Es ist der Gegensatz zwischen dem absichtsvollen menschlichen Handeln als dem Ort der paradigmatischen Teleologie einerseits und der sogenannten Teleomatik andererseits. Dieses Schlagwort bezieht sich nach Mayr auf die Tatsache, dass viele physikalische Prozesse zwar einem Ende entgegenstreben, das aber nicht von irgendjemandem beabsichtigt oder geplant wäre oder anderweitig während des Prozesses repräsentiert wird. Stattdessen ergibt sich das Ende eines teleomatischen Vorgangs allein aufgrund des Waltens von Naturgesetzen. Sie determinieren zwar den Ausgang des physikalischen Prozesses, beabsichtigen ihn aber nicht. So wäre die Bewegung eine Kugel teleomatisch, die in ein Tal rollt und dort zum Stehen kommt. Die Kugel bewegt sich zwar auf ein naturgesetzlich determiniertes Ende zu, ohne

jedoch dem Rollen der Kugel eine Zielstrebigkeit hin auf die Ruhe in der Talsohle zuschreiben zu wollen.

Die Adaptationen von körperlichen Merkmalen erwähnt Mayr als weitere Verwendungsweise von Teleologie. Die Adaptationen sind nach Mayr kein Beispiel für Teleonomie. Sie unterscheiden sich von den übrigen vier Redeweisen dadurch, dass sie keine Bewegung umfassen, ob sie nun zielgerichtet ist oder nicht, sondern lediglich statische Eigenschaften der Organismen benennen, etwa Länge des Schnabels, Farbe des Fells usw. Da sie nicht von einem Programm gesteuert, geschweige denn von einem planenden Verstand gestaltet wurden, sind Adaptionen für Mayr am besten überhaupt nicht teleologisch zu beschreiben. Die Darwin'sche Evolution, so betont Mayr, vollzieht sich nicht teleologisch, aber auch nicht teleonomisch, d. h. vorprogrammiert.

Zwischen den beiden Kategorien Teleologie und Teleomatik fällt schließlich die Teleonomie in Mayrs Interpretation. Für ihn ist Teleonomie die – zumindest teilweise – Determinierung eines Vorgangs durch ein Programm. Mayr verwendet den Begriff Programm in einem sehr weitläufigen Sinne, etwa für erlernte Verhaltensmuster von Tieren, aber auch für die Bauanweisungen innerhalb des biologischen Erbmaterials.

Man könnte das Wort „Programm“ vorläufig definieren als codierte oder im Voraus angeordnete Information, die einen Vorgang (oder ein Verhalten) so steuert, dass er zu einem vorgegebenen Ende führt.
(Mayr, 1988/1991a S. 66; Hervorhebung im Original)

Tabelle A: Unterschiedliche Verwendungsweisen des Begriffs „Teleologie“ nach Mayr (1988/1991a)

<i>Kosmische Teleologie</i>	<i>Durch Gesetze bestimmt bzw. durch Gott gelenkt</i>
<i>Teleologie (im eigentlichen Sinne)</i>	<i>Durch Intentionen gesteuert</i>
<i>Teleomatik</i>	<i>Durch Naturgesetze determiniert</i>
<i>Teleonomie</i>	<i>Durch ein Programm gesteuert</i>
<i>Funktionaler Aufbau</i>	<i>Durch Evolution hervorgebracht</i>

Obwohl Mayr beteuert, dass die Teleonomie und ihre Programme „*streng kausal und mechanistisch*“ (Mayr, 1988/1991a S. 80) seien und daher „*keinen Trost für die Anhänger vitalistischer Vorstellungen*“ (ebenda) darstellen, haben Autoren mehrfach darauf hingewiesen, dass der teleologische Gehalt der Aussage lediglich vom Begriff Teleologie zum Begriff „Programm“ verschoben wurde und ein Programm genauso die Vorstellung eines „*göttlichen Programmierers*“ nahezulegen scheint, wie die klassische Physiko-Theologie nach dem Muster von Paley einst den göttlichen Baumeister beschwor. Mayr selbst gibt keine ausführliche Analyse der von ihm geforderten kausalmechanistischen Programme und bleibt deshalb die Antwort schuldig, wie ein naturalistischer Begriff von „Programm“, geschweige

denn vom Informationsgehalt eines Programms zu verstehen sei. Der zweite Punkt erscheint problematisch, denn wenn keine Beschränkung für das auferlegt wird, was als Information gelten kann, wird jede Eigenschaft eines Gegenstands, die regelmäßig ein bestimmtes Ergebnis hervorbringt, als ein in diesem Gegenstand liegende Programm gelten können. Vor der Gefahr einer Zirkularität von „Programm“ warnt etwa Ayala (1998):

We are told, in effect, that a process is teleonomic if it seeks a goal guided by a program, namely the kind of program that guides the process toward a goal. Given this circularity, it is not surprising that the definition can be arbitrarily applied. (Ayala, 1998 S. 50)

Eine Aufrechterhaltung von Mayrs Teleonomiebegriff würde also erfordern, dass der ontologische Status von Information geklärt werden muss, um zu entscheiden, warum etwa der „Informationsgehalt“ der DNA tatsächlich eine Information ist, während etwa ein gezinkter Würfel – um einen strittigen Fall bei Mayr (1998) zu nennen – keine Information enthält. Ebenso wie die DNA in der Ontogenese ein Lebewesen als vorprogrammiertes Ergebnis hervorbringt, so erzeugt auch das eingebaute Ungleichgewicht des gezinkten Würfels eine vorprogrammierte, nicht zufällige Augenzahl. Mayr entschließt sich allerdings eher intuitiv dagegen, dieses Beispiel als einen Fall von Programm und damit von Information aufzufassen. Die Frage nach dem ontologischen Status von Information wird auch als gehört zu den Grundfragen der Philosophie der Information (Floridi, 2011 S. 42): Floridi beschreibt drei Arten, wie Information zu verstehen ist: 1. zunächst als etwas *in* der Welt, d. h. als ontologisch eigenständige Entität; 2. aber auch als Information *über* die Welt; d. h. als eine Art von Relation zwischen einem Repräsentanten und einem repräsentierten Objekt; 3. als Information *für* die Welt, d. h. als Anweisung (Floridi, 2011 S. 30). Ein Vertreter der Teleonomie nach Mayr muss fragen, wo Mayrs biologische Programme in Bezug auf derartige Differenzierungen einzuordnen sind.

Einen vielversprechenden Neuansatz, die Bedeutung von Teleonomie zu fassen, stammt vom Psychologen Thompson (1987). Er stellte heraus, dass Teleonomie ein vorzüglicher Begriff sei, um die Merkmale von zweckmäßiger Organisation zu beschreiben. Im Gegensatz dazu könne er nicht benutzt werden, um diese Zweckmäßigkeit kausal zu erklären, und zwar weder ontogenetisch-proximat noch phylogenetisch-ultimat. Thompson beschränkt Teleonomie also auf Aspekte, die ich eine Anwendung der Artefaktmetapher nenne: Es ist eine Aussage über die funktionale Organisation, ohne metaphysische Festlegungen über die tatsächliche Artefaktartigkeit des Lebewesens treffen zu müssen.⁷⁰

Teleonomy is the descriptive study of organisational properties of processes and structures without reference to any particular explanatory system. (Thompson, 1987, S. 273)

⁷⁰ Thompson selbst beruft sich vor allem auf Hofstadter (1941), der unter der Überschrift *objective teleology* dafür argumentierte, Teleologie sei nicht nur möglich als eine Zweckgerichtetheit im Bewusstsein von Menschen, sondern könne auch in Gestalt von empirischen Beobachtungen zu verorten sein.

Insgesamt scheint durch die Verwendung des Teleonomie-Begriffs als Surrogat für den Ausdruck „Teleologie“ wenig gewonnen. Es bleibt die gleiche Frage wie bisher: Was ist eigentlich gemeint, wenn in der Biologie von Funktionen und Zwecken oder eben von Programmen die Rede ist? Passt eine Teleonomie überhaupt besser mit einem kausalen Universum zusammen als die alte Teleologie? Immerhin hat die Auseinandersetzung mit der Teleonomie eines deutlich gemacht: Die bisherigen Metaphysiken der Artefakte und des Handelns haben sich angesichts der synthetischen Evolutionstheorie endgültig als unplausibel erwiesen. Diese wichtige Erkenntnis ist die Ausgangslage für die gegenwärtige Biologie, für die naturalistische Philosophie der Biologie und damit auch für die vorliegende Arbeit.

3.12 Der Siegeszug der Artefaktmetapher

Ich erinnere an die Aussage von Haldane, wonach Biologen nicht ohne Teleologie auskommen, aber auch nicht mit ihr in Verbindung gebracht werden wollen. Dieser Ausspruch scheint sich zu bewahrheiten: Ich habe beschrieben, wie die Teleologie von einem selbstverständlichen Bestandteil des Weltbildes zu einem theoretischen Problemfall wurde, über den zwar eine inhaltliche, aber keine begriffliche Einigkeit erreicht werden kann. Je nach Deutung kann Teleologie als eine nunmehr darwinistische Teleologie beibehalten werden, sollte aber aus dem Vokabular der Biologie verbannt werden oder darf erst in der geläuterten Form als Teleonomie zurückkehren.

Der Begriff der Teleonomie hat sich jenseits eines kleinen Kreises philosophisch interessierter Biologen nicht verbreitet. Aussagen über Zwecke, Aufgaben und Funktionen sind aus der Biologie jedoch keineswegs verschwunden. Dennoch bestehen Biologen zu Recht darauf, dass Biologie eine Naturwissenschaft ohne Anleihen bei der philosophischen Teleologie sei. Wie sieht es allerdings abseits von wissenschaftstheoretischen Diskussionen über Biologie aus, also im Selbstverständnis und der Selbstdarstellung der Biologie? Sind die teleologischen Metaphern von Artefakt und Handlung erhalten geblieben oder mussten sie ohne die Stützung durch eine passende Metaphysiken das Feld räumen?

Die mechanistische Ausrichtung der modernen Biologie mit der doppelten Erfolgsstrategie von Reduktion der Phänomene auf die molekulare Ebene und der konsequenten phylogenetischen Berufung durch externe Evolutionsfaktoren hat das Bild von Lebewesen und ihren Teilen als Artefakte weiter bekräftigt, wenn auch ohne die religiöse Krypto-Teleologie der frühen Mechanisten, sondern als kognitive Metapher.

Eine Besonderheit der zeitgenössischen Verwendung der Konzepte von Artefakt und Lebewesen ist auch die zeitweise Richtungsumkehrung der Metapher: Im traditionellen mechanistischen Weltbild wurde die Funktionsweise des Lebens nach der Art von Maschinen begriffen, wie sie damals im Gebrauch waren. Mit Beginn des 21. Jahrhunderts werden Artefakte zunehmend im Bild der Lebewesen verstanden. Nanobots sind hypothetische selbstreplizierende Maschinen im Kleinstmaßstab, deren Tätigkeiten durch biologisch anmutende Begriffe wie Fortpflanzung und Überleben beschrieben werden. Gleiches gilt für die verschiedenen Arten von Schadprogrammen in Computersystemen, die sich nach der Metapher von Krankheitserregern als sogenannte „Computerviren“ in den miteinander vernetzten Rechnern verbreiten. Schadprogramme sind deshalb auf Abbildungen den

elektronenmikroskopischen Aufnahmen von biologischen Viren ähnlich und einschlägige Abwehr- und Prophylaxeprogramme führen Begriffe im Namen, die mit Hygiene und Medizin assoziiert werden.⁷¹

Soziologisch erklärbar ist diese Umkehrung möglicherweise mit der zunehmenden Komplexität der menschlichen Artefakte und ihrer Unverständlichkeit für den Laien: Inzwischen erscheinen die Produkte des Menschen geheimnisvoller und somit erklärungsbedürftiger als die Phänomene der beherrschten und auf Distanz gehaltenen Natur. Ein zweiter Grund mag sein, dass Artefakte nun über Fähigkeiten verfügen, die bislang den Lebewesen vorbehalten schienen, seien es Wahrnehmung, Lernfähigkeit, Selbststeuerung und die Möglichkeit zur unmittelbaren, oft sogar verbalen Interaktion mit Menschen. Wie sehr solche Phänomene noch vor einigen Jahrzehnten als exklusive Kennzeichen des Lebendigen galten, zeigt etwa die Debatte zwischen dem Neo-Vitalisten Driesch und dem Mechanisten Köhler in den 1920er Jahren, wie sie Köchy (2016) rekonstruiert hat: Dort kann Driesch noch selbstbewusst postulieren, dass Plastizität, also eine Anpassungsfähigkeit der Verhaltensweisen und Entwicklungsprozesse eine „*lex fundamentalis organica*“ ist (Köchy, 2016, S. 174). Eine solche Behauptung wirkt angesichts unserer täglichen Erfahrung mit hochkomplexen *smart devices* und lernfähigen Algorithmen kaum noch plausibel.

Möglicherweise scheint es so, als wäre damit eine Rückkehr zu den traditionellen Vorstellungen von der metaphysischen Verwandtschaft zwischen Lebewesen und Artefakten wiederhergestellt, also zur technomorphen Teleologie und damit zur klassischen Artefaktmetaphysik. Die Ähnlichkeit ist jedoch trügerisch: Die damalige Analogie zwischen Menschenwerk und der Natur war noch stabil von einer Metaphysik des vernünftig gestalteten Kosmos eingerahmt. Beide Seiten des Vergleichs schienen damit ontologisch geklärt. Heute scheint hingegen beides – ein mechanistisch analysiertes Lebewesen und ein vitalistisch gedeutetes Artefakt – ontologisch fragwürdig: A wird zur Metapher für B und B zur Metapher für A; beides bleibt jedoch gleichermaßen erklärungsbedürftig. Die Metaphysik von

71 Eindringlich wurde die Lebensmetaphorik in der Informatik durch das 1970 entwickelte Computerprogramm *Game of Life* des Mathematikers John Conway: Dort entstehen, ausgehend von vorher definierten Regelsätzen, unter den geeigneten Voraussetzungen Muster aus einzelnen Punkten, die sich entlang des Gitters fortzubewegen scheinen, auf vielfältige Weise miteinander interagieren und so den Anschein von Lebendigkeit erwecken. Insbesondere zeigt sich eine Art virtueller Evolution im darwinistischen Sinne: Bestimmte Muster erweisen sich als erfolgreicher als andere, wenn es darum geht, sich anhand der Regeln des Programms zu vervielfältigen. Gleichzeitig entstehen im Laufe der Zeit auch neue Muster, die sich wiederum „bewähren müssen“.

Dennett (1995) schenkt beispielsweise dem *Game of Life* viel Aufmerksamkeit als einer Art von Beleg, dass Evolution nach darwinistischen Prinzipien funktioniert: Die Muster des Spiels sind Metaphern für die wirklichen Lebewesen aus Fleisch und Blut. Ihnen gilt unser Interesse, während die Muster ontologisch abgeleitet sind, d. h. für diese Lebewesen stehen. Ohne diese Bezugnahme zu Lebewesen wären sie nur belanglose Muster. Die Argumentation, zu der das *Game of Life* genutzt wird, ist jedoch andersherum, und zwar sowohl bei Dennett als auch in der klassischen mechanistischen Philosophie: „Was in der Simulation funktioniert, funktioniert auch in Wirklichkeit, denn was ist die Wirklichkeit schon mehr als das, was in der Simulation implementiert wurde?“ Insofern bleibt im Schwebezustand, was eigentlich das ontologisch Fundamentale und was das metaphorisch Abgeleitete sein soll.

Natur und Technik bleibt gewissermaßen „freischwebend“, d. h., es gibt keinen Bereich mehr, den wir auf die Existenz bestimmte Prinzipien wie Plastizität, Wahrnehmung oder eben Zielgerichtetheit und Zweckmäßigkeit ontologisch verpflichten können. Wir reden bei Maschinen, bei Lebewesen und teils sogar bei menschlichen Personen nur noch in Anführungszeichen über derartige mentale und teleologische Attribute. Ich möchte von einer Metaphern-Drehtür sprechen, in der die Übertragungsrichtung der Metapher von einem wortwörtlichen Bereich in einen sinnbildlichen Bereich nicht mehr nur in eine einzige Richtung vollzogen wird.

3.13 Die Widerständigkeit der Handlungsmetapher und die Metaphern-Drehtür

Es scheint so, als habe die Artefaktmetapher endgültig die Überhand über die Handlungsmetapher gewonnen. Für den Bereich der biologischen Fachwissenschaft mag dieser Fall tatsächlich zutreffen, nicht jedoch in einem anderen Fach, in dem das Verhältnis von Lebewesen, Personen und Artefakten zur Sprache kommt: der Informationstechnologie. Nachdem die reifende Biologie in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts die Frage nach der inneren Zielgerichtetheit von Verhaltensweisen und Entwicklungsprozessen zugunsten einer mechanistischen Analyse aufgegeben hat, übernahm die Kybernetik die Aufgabe, teleologische und funktionale Zusammenhänge in einer naturwissenschaftlich unverdächtigen Sprache auszudrücken. Konzepte wie „Soll-Wert“, „Stellglied“ und „Regulation“ bilden die Surrogate für traditionelle Begriffe aus dem Wortfeld des Geistes wie „Zweck“, „Mittel“ und „Handlung“. Es ist das Versprechen der Kybernetik, Artefakte und Organismen unter ein einziges abstraktes Begriffssystem zu fassen, sie so zu einer Einheit zu erklären, ihr Verhalten zu prognostizieren und zu intervenieren, ohne den Lebewesen oder den Artefakten dabei eine ontologische Priorität einräumen zu müssen.

In der Gegenwart ist diese Handlungsmetaphorik im Aufschwung, weil Organismen mechanistisch zwar immer besser verstanden werden, aber die Komplexität und Funktionsweisen von Artefakten zunehmen. Lebewesen werden nun ihrerseits zur Metapher für das Verständnis von hochkomplexen elektronischen Geräten. Lebewesen bedürfen aber ihrerseits einer metaphorischen Erklärung, die nicht im gleichen Einzelfall wieder der Artefaktmetapher folgen kann. Dennoch wird wieder auf die Handlungsmetapher für Lebendiges zurückgegriffen, die der Fachwissenschaft Biologie fremd geworden ist. Ein Artefakt wie ein Lebewesen zu begreifen, bedeutet also letztlich, ein Artefakt wie ein handelndes Wesen zu verstehen. Damit ist aber die „freischwebende Ontologie“ oder Metaphern-Drehtür nicht aus der Welt, sondern wird bloß kaschiert. Handlung und Artefakt, sind für die Beschreibung von Lebewesen wie auch für die Beschreibung von hochkomplexen Artefakten zur Metaphernoption geworden, die keine metaphysische Verpflichtung mehr beinhaltet.

In der alltäglichen Lebenswelt ist also die Handlungsmetapher immer noch präsent, und zwar nicht nur in Bezug auf Lebewesen, sondern inzwischen auch für „smarte“ Artefakte. Das Vokabular der Computerwelt ist voll von Wendungen, die üblicherweise Lebewesen oder gar handelnden Personen vorbehalten sind: Die Suchmaschine *wählt* die passenden Ergebnisse aus, die Gesichtserkennung *entdeckt* den Gesuchten, die Textverarbeitung kann das

Dateiformat nicht *lesen*, der Scanner *erkennt* meinen Fingerabdruck wieder. Es ist jedoch anzunehmen, dass auch unreflektierte Anwender der Technik intuitiv verstehen, dass diese Worte eine irgendwie geartete uneigentliche Bedeutung haben. Damit ist noch nicht gesagt, dass es leichtfallen würde, das Defizit gegenüber dem Eigentlichen zu bestimmen, um die uneigentliche Ausdrucksweise abzulegen oder nur durch andere Metaphern zu ersetzen.⁷²

Wie kommt diese ungebrochene Bedeutung der Handlungsmetapher in der Gegenwart zustande? Hier eine Hypothese: Das Bewusstsein über die biologische Verwandtschaft des Menschen zu anderen Lebensformen ist weithin bekannt, kann aber als Ermunterung dienen, das Verhalten von anderen Lebewesen aus der eigenen Erlebniswelt heraus zu deuten. Eine solche Übertragung ist bereits bei Kindern verbreitet, die z. B. um Tiere trauern, denen in ihren Augen ein Leid widerfahren ist. In der Psychologie hat sich für die Fähigkeit, sich in andere Wesen hineinzusetzen, der Begriff der *theory of mind* eingebürgert. Diese Theorie ist jedoch nicht im Sinne einer durchdachten Hypothese oder gar einer komplexen wissenschaftlichen Theorie zu verstehen, sondern als intuitiver Blick auf andere Wesen als wahrnehmend, denkend und empfindsam.

Diese Praxis muss kein naiver Anthropozentrismus sein, sondern ist auch eine naheliegende Folge von beobachtbaren Ähnlichkeiten zwischen mir selbst und anderen Lebewesen. Je fremdartiger diese Wesen in ihrer Erscheinung und ihrem Verhalten sind, umso mehr scheint die Empathie verloren zu gehen: Einem getretenen Hund schreiben wir Schmerzen zu, so wie wir selbst bei einem Tritt Schmerzen verspüren würden. Außerdem gehen wir davon aus, dass der Hund Freude empfindet, wenn er hüpfend und mit dem Schwanz wedelnd sein Herrchen begrüßt, ebenso wie sich der Mensch freut, der seinen Hund sieht. Bei verletzten Insekten hingegen scheinen unsere empathischen Impulse zumindest deutlich schwächer ausgeprägt zu sein. Es fällt uns schwer, einer Stubenfliege Gefühle zuzuschreiben, aber selbst dort könnten wir möglicherweise noch meinen, die Fliege empfinde Angst, wenn ich sie durch meine Bewegungen zur Flucht veranlasse. Sogar bei Maschinen mag ein menschenähnliches Aussehen empathische Empfindungen hervorrufen. Teilweise können biologische Erkenntnisse diese Intuitionen bekräftigen: So könnte ein Zoologe etwa auf die Ähnlichkeit zwischen menschlichen Hirnregionen und den entsprechenden Regionen im Hirn des Hundes hinweisen, während die Nervenstrukturen von Insekten völlig anders und deutlich weniger komplex strukturiert sind. Andererseits können biologische Erkenntnisse eine menschliche Analogie auf das Verhalten von anderen Lebewesen auch als vorschnell entlarven. So stößt bekanntermaßen ein neugeborener Kuckuck die übrigen Eier aus dem Nest. Dieses Verhalten lässt sich scheinbar leicht interpretieren, schließlich genießt der Kuckuck nun die ungeteilte Aufmerksamkeit der vermeintlichen Eltern. Uns erscheint ein solches Verhalten verblüffend

72 Es wäre aufschlussreich, die Simulationstheorie von Baudrillard (1976/2009) heranzuziehen: Laut Baudrillard ist es ein Kennzeichen der gegenwärtigen postmodernen Epoche, dass immer mehr Zeichen (Markenzeichen, politische Zeichen, religiöse Symbole etc.) in unserer Kultur im Umlauf sind, denen kein eindeutiger realer Gegenstand mehr gegenübersteht, auf den ein Zeichen verweisen würde. Vielmehr verweisen diese Zeichen nur noch auf andere Zeichen und auf rein imaginierte Originale, die selbst nur als Zeichen existieren. Die Unterscheidung zwischen Kopie und Original sowie zwischen echtem Gegenstand und bloßer Imitation wird für Baudrillard unscharf.

rational, um nicht zu sagen berechnend und raffiniert, weil wir uns ausmalen, dass skrupellose Menschen aufgrund von rationalen Überlegungen und unlauteren Absichten ähnliche Taten begehen könnten. Wir sind aber gezwungen, diese Intuition als naiven Anthropomorphismus abzulegen, denn nichts in der Hirnstruktur oder im sonstigen Verhalten des Kuckucks deutet darauf hin, dass der junge Vogel in irgendeiner Weise vorausschauend und absichtsvoll handelt, während er sich seiner Konkurrenten entledigt. Analog zum Beispiel des berechnenden Menschen könnte ein Ethologe weiterhin davon sprechen, dass ein junger Kuckuck die übrigen Eier hinauswirft, um sich die Aufmerksamkeit seiner Zieheltern zu sichern. Hinter dieser mentalistischen Formulierung steckt jetzt aber eine angenommene rein biologische Hintergrundgeschichte, die auf vermutete Selektionsprozesse, eine augenscheinliche Fitnesserhöhung oder andere biologische Konzepte abhebt.

3.14 „Das Gute“ in der Teleologie – Anmerkungen zu einem nicht-metaphorischen Funktionsbegriff

Bis hierher habe ich nachgezeichnet, dass sich unsere Art und Weise, wie Teleologie auf die belebte Natur anzuwenden ist, von urtümlichen Intuitionen über Varianten der Metaphysik bis zu den aktuellen kognitiven Metaphern entwickelt hat. Dabei galt die Aufmerksamkeit dem Punkt, an dem ein universell anwendbares teleologisches Prinzip in der Natur aufgegeben wurde, ohne die entsprechenden Heuristiken und Ausdrucksweisen zu verändern.

Es ist aber keineswegs so, dass eine einhellige Zustimmung darüber besteht, dass Teleologie in der Biologie in der Gegenwart metaphorisch ist. In der Tat gibt es eine Reihe von Autoren, die an einem abstrakten, metaphysischen Konzept von Teleologie und Funktionen festhalten. Teleologie soll sowohl auf Artefakte als auch auf Merkmale von Lebewesen anwendbar sein. Das Brückenkonzept zwischen beiden Bereichen ist das instrumentell Gute, also die Vorstellung, teleologisch beschreibbare Gegenstände, Artefakte und biologische Merkmale seien zur Erreichung eines Zwecks vorhanden und demnach gut für etwas.

Überleben und Fortpflanzung, aber auch Gesundheit, Vitalität und allgemeines Wohlergehen werden nach dem Alltagsverständnis als Zwecke für Lebewesen verstanden, sodass Lebewesen diese Dinge entweder anstreben, wie in der Metapher vom „Kampf ums Überleben“ oder zumindest in ihren Genuss kommen können. Damit werden Lebewesen abgegrenzt von unbelebten Gegenständen, die nicht in diesem Sinne gesund oder krank, tot oder lebendig sein können, denen es also nicht in einem wortwörtlichen Sinne schlecht oder gut gehen kann. Eine biologische Funktion ist in diesem Bezugsrahmen der Effekt eines Merkmals, der eine gute Konsequenz für das Lebewesen hat, es also gesund, kräftig usw. macht oder diesen Zustand erhält.

Achinstein (1977) spricht von einer sogenannten Servicefunktion, bei deren Zuschreibung eine „Doktrin der guten Konsequenz“ angewendet werde.

The (a) function of x in (in S) is to y if and only if x does y in S and doing y in S confers some good (upon S or perhaps upon something associated with S, e.g. its user in the case of artifacts. (Achinstein, 1977, S. 342)

Es ist leicht zu erkennen, worin die Attraktivität dieser „Doktrin der guten Konsequenz“ liegt. Wir sagen in Alltagszusammenhängen, unserer Topfpflanze gehe es gut oder schlecht; damit es ihr gut geht, müssen die Organe (Wurzeln, Blätter usw.) ihre Funktion erfüllen. In einem solchen Bezugsrahmen fragen wir, welchen Zweck ein bestimmter Teil der Pflanze erfüllt. Die Antworten liegen scheinbar auf der Hand, sobald wir das nötige botanische Wissen haben: Die Wurzeln sind für die Aufnahme von Wasser und die Blätter für die Fotosynthese gut; alle diese Funktionen sind insgesamt gut für die Pflanze. Es scheint tatsächlich kein Unterschied zu bestehen zur Art und Weise, wie über Artefakte gesprochen wird. Beim Auto ist die Zündkerze gut dafür, die Verbrennungsreaktion zu starten, die Kurbelwelle ist dazu gut, die Bewegung der Kolben in die Bewegung der Achse zu transformieren und alle diese Bauteile des Autos sind insgesamt dazu gut, dem Fahrer die schnelle und bequeme Fortbewegung zu ermöglichen. „Eine Funktion haben“, scheint also wirklich gleichbedeutend zu sein mit „einem Gut dienen“. Es ist nicht offensichtlich, warum die eine Seite nur metaphorisch zu verstehen sein sollte, während die andere Seite wortwörtlich gemeint ist. Der einzige offenkundige Unterschied liegt in der Tatsache, dass Artefakte gut für den Benutzer sind, während biologische Merkmale in gewisser Weise gut für sich selbst sind, also durch ihre Tätigkeit zu ihrer eigenen Erhaltung (als Teil des Organismus) beitragen. Wir erinnern uns, dass dies eine zentrale Einsicht von Kant war (Abschnitt 3.6).

Dennoch müssen wir uns der Frage stellen, ob es tatsächlich ein einheitliches Konzept des instrumentell Guten und damit der Zwecke gibt, das gleichermaßen auf biologische Merkmale und auf Artefakte zutrifft. Diese Frage würde den Rahmen meiner Arbeit verlassen, weshalb ich mich im Weiteren auf die biologische Verwendungsweise beschränken werde.

Achinstein ist sich zwar bewusst, dass es Unterschiede zwischen dem geben wird, was mit Bezug auf Lebewesen und in anderen Zusammenhängen „gut“ heißt. Ob aber in beiden Fällen wirklich gleiches mit einem Gut gemeint ist, bleibt offen. Achinstein greift zur Illustration das berühmte Nasen-Beispiel aus Voltaires *Candide* auf (vgl. Abschnitt 3.5):

The function of the nose, they will say, is to breathe, not to hold up eyeglasses, although both are done by means of the (human) nose and their being done confers a good. To this the correct response is that the nose serves or can serve a number of different functions not all of which are biological. (Achinstein, 1977 S. 355)

Worin unterscheidet sich nun aber ein Gut im biologischen Sinne von sonstigen Arten des Guten? Gibt es trotz allem gemeinsame Kennzeichen des instrumentell Guten? Sorabji (1964) beschrieb ein Gedankenspiel, das uns helfen kann, Güter, die in der Biologie analysiert werden, aus der Vielzahl der Güter herauszugreifen, die nach der „Doktrin der guten Konsequenz“ denkbar wären: In seinem hypothetischen Fall sorgt ein biologischer Mechanismus, beispielsweise eine Drüse, dafür, dass sein Träger kein Schmerzempfinden mehr hat. Sorabji fragt sich, welche Bedeutung es für unsere Funktionsbeurteilung hätte, falls dieser Mechanismus nur kurz vor dem Tode des Tieres aktiviert wird, also als natürliche Palliativbehandlung. Die allgemeine Frage ist, ob es berechtigt ist, einem biologischen Mechanismus eine Funktion zuzuschreiben, der nicht zum Überleben und zur Fortpflanzung

beiträgt, sondern nur dem Wohlbefinden seines Trägers dient. Das Wohlbefinden eines Lebewesen ist schließlich keine Kategorie, die für die Biologie von Interesse ist, zusammengefasst im Konzept der biologischen Fitness gilt diese Anforderung jedoch durchaus für Überleben und Fortpflanzung.⁷³ Achinstein greift dieses Beispiel wieder auf und kann es zwanglos in seine Begrifflichkeiten einordnen: Natürlich ist Wohlbefinden eine gute Konsequenz, nur eben keine, die in Kategorien von biologischer Fitness oder von anderen biologischen Konzepten ausgerückt werden kann. Alle diese anderen Servicefunktionen, die ein gewisses Gut verwirklichen, mögen sich zwar auf Lebewesen beziehen, es wäre jedoch eine Aufgabe von Biologen, anhand der anatomischen und physiologischen Forschungen zu erklären, auf welche Weise etwa die fiktive Sorabji-Drüse ihre Wirkung entfaltet oder evolutionär entstanden sein mag.

Allerdings irrt sich Achinstein: Es ist gerade nicht so, dass innerhalb biologischer Theorien bestimmte Dinge als gut und zweckdienlich bezeichnet werden und andere ausdrücklich nicht. Vielmehr taucht der Begriff des Guten in den formellen Beschreibungen der biologischen Fitness nicht auf. Daran ändert sich auch nichts, wenn Biologen (oder andere Menschen) in informeller, umgangssprachlicher Weise vom Nutzen bestimmter Merkmale reden oder vom guten Dienst, den ein Merkmal dem Lebewesen erweist. Als Beschreibung, wie Menschen bisweilen über Lebewesen reden, mag Achinstein recht haben, zur Aufklärung dessen, was es mit dem Begriff der Funktion nun in der Biologie tatsächlich auf sich hat, kann er nichts beitragen.

Das biologische Konzept von Fitness bezieht sich auf Überlebens- und Fortpflanzungsraten, ohne diese Aspekte als gut kennzeichnen zu müssen. Andersherum ist es kaum möglich, von den guten Konsequenzen für Tiere und Pflanze zu sprechen, ohne diese guten Konsequenzen als eine Art vorwissenschaftliches Konzept von Fitness zu verstehen. Unsere wissenschaftlichen Konzepte scheinen also die Begriffe „instrumentell gut“ und „instrumentell schlecht“ nicht zu benötigen, während andersherum sich diese Begriffe quasi parasitär an wissenschaftliche Konzepte andocken können. Wenn aber das instrumentell Gute nicht einfach in der Naturwissenschaft zuhause ist, wo stammt es dann her und wie findet es seinen Weg in den Sprachgebrauch über die Natur?

Zunächst möchte ich festhalten, dass das instrumentell Gute sich im menschlichen Bereich auf die Interessen stützt, die Menschen verfolgen oder die sie zumindest verfolgen würden, wenn sie Kenntnis von den einschlägigen Umständen hätten. Das instrumentell Gute bezieht sich – gut für einen bestimmten Zweck – also auf den Bereich, den die Menschen als intrinsisch gut erfahren (als Zweck an sich). Der zweite Fall ist bei kleinen Kindern gegeben und möglicherweise auch bei einigen wenigen kognitiv hochstehenden Säugetierarten. In beiden

73 Es ist für die Begriffsbestimmung der biologischen Funktionen nicht möglich, dieses Beispiel mit dem Hinweis auf seine naturwissenschaftliche Unplausibilität zurückzuweisen: Woodfield zufolge ist es eine bloße Kontingenz, wenn wir konstatieren, dass ein solches Merkmal *de facto* nicht in der biologischen Wirklichkeit vorkommt. Es ist sogar kontingent, wenn wir rigoros ausschließen, dass ein solches Merkmal nach unserem Verständnis von Biologie überhaupt möglich ist. Die bloße Vorstellbarkeit einer solchen „Luxusfunktion“ macht es notwendig, diese Definition als gesonderten Begriff zu benennen, und sei es auch nur, um sie in einem zweiten Schritt als *de facto* nicht vorhanden oder sogar als prinzipiell unvereinbar mit evolutionären Prinzipien zu beschreiben.

Fällen reicht uns die Vorstellung, dass diese Wesen zumindest im Prinzip Interessen haben, auch wenn ein gewisses Maß an Empathie und Logik notwendig ist, um diese Interessen einzuordnen. So könnten wir sagen, dass ein Baby das Interesse hat, bei seiner Mutter zu sein, auch wenn es kognitiv nicht in der Lage ist, dieses Interesse bewusst zu verfolgen oder zu verbalisieren. Bemerkenswert ist, dass die menschlichen Interessen in vielen Fällen tatsächlich an den Prinzipien von Überleben und Fortpflanzung ausgerichtet sind. Die meisten Menschen möchten nicht sterben und werden ihre Kinder bestmöglich vor Schaden bewahren wollen. Diese beiden Interessen erscheinen uns sehr menschlich und beinahe selbstverständlich. Sie wirken sogar so selbstverständlich, dass wir sie Kraft unserer menschlichen Empathie auch in andere Lebewesen und sogar in Pflanzen hineintragen, denen wir doch eigentlich gar kein subjektives Empfinden zugestehen. Aus dieser Übertragung entsteht ein hybrides Konzept von interesselosen Interessen. Wir sagen, dass es der Pflanze gut geht, wenn sie wächst, weil wir selbst ein Interesse an körperlicher Gesundheit haben.

Dabei wird allerdings vergessen, dass menschliche Interessen in einigen bemerkenswerten Fällen von den Maximen des Überlebens und der Fortpflanzung abweichen. Gerade diese Fälle erscheinen uns teils Ehrfurcht einflößend, teils unheimlich und werden deshalb in Dichtung und Kunst immer wieder verarbeitet: Abraham war bereit, Isaak zu opfern; Werther wählte den Freitod; auch Romeo und Julia schieden gemeinsam aus dem Leben und Königin Elisabeth I. verzichtete auf Kinder, weil sie mit England verheiratet war. Natürlich gibt es auch alltägliche Beispiele, in denen Menschen sich aus vielerlei Gründen gegen Fortpflanzung entscheiden und in bestürzenden Situationen sogar den Tod wählen oder zumindest in Kauf nehmen. So könnte ein Onkologe Interesse am Rauchen haben, vielleicht aufgrund der damit verbundenen Geselligkeit, obwohl er sich des Gesundheitsrisikos bewusst ist.

Wenn wir also ernsthaft von Interessen reden wollen, dann müssen wir das Zugeständnis machen, dass die Interessen von Menschen, zumindest in bemerkenswerten Einzelfällen, den Maximen von Überleben und Fortpflanzung entgegenstehen. Wenn wir nun sagen, dass etwas ein instrumentelles Gut für Menschen ist, dann kommen wir nicht umhin, diese Güter an den faktischen Interessen dieser Menschen festzumachen, unabhängig von der Frage, wie sie aussehen mögen.

Wenn wir diesen Gedanken auf andere Lebewesen übertragen, merken wir, dass die Kluft zwischen den Interessen von Menschen und den sogenannten Interessen von anderen Lebewesen unüberwindbar ist. Damit erscheint es auch unplausibel, dass es in beiden Fällen ein gemeinsames Konzept des Guten gibt. Möchte beispielsweise meine Topfpflanze sich das Leben nehmen? Offensichtlich nicht, aber die ganze Geschichte lautet, dass sie auch nicht weiterleben und gedeihen möchte, sondern schlicht keinerlei psychische Interessen hat.

Dementsprechend gibt es auch keine Grundlage, um davon zu sprechen, dass die Funktion ihrer Organe gut für sie sei. Wir können lediglich sagen, dass die Organe durch ihre Funktionen das Fortbestehen und die Fortpflanzung der Pflanze ermöglichen. Wir tragen unsere Bewertungen in die Betrachtung anderer Lebewesen hinein, weil wir Menschen beides in aller Regel schätzen. „Gut“ bedeutet dann ehrlicherweise eine Metapher für „fitness-steigernd“ oder für ähnliche objektive Kategorien.

Ein möglicher Ausweg wäre, der Existenz und Fortpflanzung von Lebewesen einen intrinsischen Wert zuzugestehen. Dann würden sich die Funktionen der Lebewesen nicht mehr auf ihre fiktiven subjektiven Interessen, sondern auf ein an sich wertvolles Gut beziehen. Offensichtlich ist die Frage kontrovers, ob wir Lebewesen wirklich einen Wert an sich zubilligen sollten. Wie man auch immer zu dieser Frage stehen mag, es ist einsichtig, dass sie nicht Bestandteil einer biologischen Theorie sein kann. Achinstein macht vor allem nicht deutlich, ob er sich auf eine solche Axiologie der Natur festlegen möchte.

Nach Achinstein hat Bedau (1991, 1992/1998) dafür plädiert, biologische Funktionen als Verwirklichung von guten Konsequenzen für das Lebewesen zu betrachten. Zunächst unterscheidet er drei Grade von teleologischen Aussagen, in die jeweils evaluative Elemente unterschiedlicher Art in den Funktionsbegriff einfließen (*three grades of evaluative involvement*) (Bedau, 1992/1998, S. 267):

(G1)

A Bs in order to C iff A Bs and A's Bing contributes to Cing and Cing is good for A

(G2)

A Bs in order to C iff [A Bs because A's Bing contributes to Cing] and Cing is good

[...]

(G3)

A Bs in order to C iff A Bs because [A's Bing contributes to Cing and Cing is good]

Obwohl die drei Formeln sehr ähnlich scheinen, besitzen sie durch die unterschiedliche Setzung der Klammern sehr verschiedene Erklärungsansprüche. Im ersten Fall, den Bedau auch den *good-consequences-approach* nennt, wird nur verlangt, dass eine bestimmte Kausalkette von A über B zu C stattfindet und C außerdem gut ist. Diese Art der Teleologie ist sicherlich nicht besonders bemerkenswert, denn sie umfasst solche Dinge wie die Bibel, die zufälligerweise eine Pistolenkugel aufhält oder das willkürliche Ankreuzen bestimmter Zahlen auf einem Lotteriezettel, die zum Gewinn führt. Üblicherweise sind solche Fälle für die Teleologie nicht relevant, es sei denn, es besteht ein Interesse am Begriff des Guten als solches und dem kognitiven Phänomen, dass Menschen bestimmte Dinge überhaupt als gut oder schlecht beurteilen. In (G2) wird bereits mehr verlangt: Ähnlich wie bereits bei L. Wright (1973/1998) wird hier die Tatsache, dass A B ausführt, dadurch erklärt, dass B zu C führt. Dieser Erklärungszusammenhang wird in Bedaus Notation durch eckige Klammern als eine zusammenhängende Bedingung für G2 formuliert. Darüber hinaus ist in G2 auch gefordert, dass C gut sei, was aber zur Erklärung der Tätigkeit von A im Namen von B nicht beiträgt. Daher steht dieser zweite Anspruch außerhalb der Klammern. Bedau sieht die Teleologie in der Biologie in dieser Kategorie. C ist dort jeweils das Überleben und die Fortpflanzung der Lebewesen: „*surely a good for living creatures, indeed, a paramount good*“ (Bedau, 1992/1998, S. 282). (G3) schließt auch die Tatsache, in den Erklärungszusammenhang ein, dass C gut ist. Dieser Fall tritt ein, wenn ein planender Verstand C etwas Gutes anstrebt. Die Eigenschaft von C, gut zu sein, erklärt also, warum eine handelnde Person A die Tätigkeit B ausführt oder eine handelnde Person ein Artefakt A erschafft, das B ausführt.

Es handelt sich um eine merkwürdig inerte Form des Guten, die mit der evolutionären Entwicklung des Merkmals in keinem zwingenden Zusammenhang steht. Bedau versteht nicht

etwa den Evolutionsprozess, sondern die ausschließliche Tatsache der Lebendigkeit als Kriterium, um einen Gegenstand als Nutznießer von Gütern anzuerkennen. So gibt er Beispiele, in denen eine Art Selektion auch zwischen unbelebten chemischen Strukturen auftreten kann, etwa zwischen besonderen Lehmkristallen, wie sie z. B. von Cairns-Smith (1985) beschrieben werden. Dort sieht er zwar Reproduktion, Selektion, Adaptation und letztlich auch Evolution am Werk, aber doch nicht das Gute.⁷⁴ Der Grund ist für ihn die Tatsache, dass Unbelebtes schlichtweg nicht Nutznießer bestimmter Dinge sein kann.

Now, in contrast with forms of life, survival is neither good nor bad for non-living things. Non-living things are not the kind of thing that can be beneficiaries. (Of course, the survival of non-living things might matter to an interested third party, but that is irrelevant.) So, natural selection over non-living things is not a good-producing but merely a survival-producing process, and such a situation would exhibit no grades of teleology. (Bedau, 1992/1998, S. 282)

Wenn wir also begreifen wollen, was das Gute in der Natur sein kann, dann liegt das Geheimnis für Bedau in den Eigenschaften von Lebendigkeit selbst verborgen. Tatsächlich unternimmt Bedau in einem späteren Artikel den Versuch, Leben ausgehend von evolutionären Entwicklungsprozessen zu konstruieren (Bedau & Packard, 1996). Leben ist für die beiden Autoren die Eigenschaft von Vitalität. Darunter verstehen sie die Fähigkeit eines Systems, etwa des globalen Ökosystems, sich durch evolutionäre Veränderung anzupassen. In dem Maße, indem Ökosysteme sich anpassen können, sind sie auch lebendig.

What is life? How can it be recognized? In an everyday context these questions seem tantalizingly clear – a cat is alive and a rock is not. But formalizing these distinctions is difficult, especially if the formalization is to be used in empirical measurements.

Life is usually thought of as a property of individual organisms. We propose to make a gestalt shift and view life from a more global, statistical perspective. [...] From a global perspective, only the complex web of interacting organisms the entire biosphere remains alive" in the long run, through the continual cycle of birth and death of individual

74 Ein ähnlich gelagertes Gedankenexperiment stammt von Schaffner (1993), der folgendes Szenario beschreibt: Kugeln in verschiedenen Formen rollen eine Bahn hinunter, die voller Lücken und Risse ist. Kugeln, die das untere Ende der Bahn erreichen, werden von einem Kopiergerät vervielfältigt. Nun unterscheiden sich aber die Kugeln: Einige sind glatt und rollen deshalb problemlos die Bahn hinab. Andere Kugeln sind hingegen uneben und kantig. Sie bleiben leicht in der unebenen Bahn stecken und gelangen nicht so häufig zum Kopiergerät. Nach einigen Runden werden die unebenen Kugeln aussortiert sein und die runden die „Population“ dominieren. Heißt dieser Effekt nun, dass die Rundheit der Kugeln eine Funktion hat, nämlich die Bahn problemlos nehmen zu können? Auch hier zögern wir zweifellos, weil leblose Kugeln nicht die Art von Gegenstand sind, dem wir ein Wohlergehen zusprechen. Wir zögern auch dann noch, wenn wir zugestehen, dass die Kugelpopulation eine Art von Filterprozess oder Selektion durchläuft.

organisms. So, rather than try to define what it is for an individual "microscopic" organism to be alive, our concern is with what it is for a "macroscopic" system (population of organisms) to exhibit the property of indefinitely ongoing life. (Bedau & Packard, 1996, S. 30-31)

Letztlich hilft uns aber auch diese recht abstrakte Definition von Leben nicht weiter bei der Frage, warum wir unseren Intuitionen vertrauen und lebenden Systemen – wie auch immer sie definiert sind – Teleologie und Zwecke zugestehen sollten. Bedau und Packard machen daraus kein Geheimnis:

*Our interpretation of teleology requires that good effects are causally efficacious. Some might judge that this reference to an effect's goodness or value is inescapably subjective, possibly on the ground that all value judgements are inherently subjective. However, we believe that an objective criterion of an organism's welfare is its ability to survive and reproduce. [...] We ignore other possible components of an organism's welfare, not because we believe that there could be none, but merely to simplify our model [gemeint ist eine selbstentwickelte Computersimulation namens *strategic bug*, mit der die Autoren evolutionäre Abläufe simuliert haben]. (Bedau & Packard, 1996, S. 30)*

Wiederum liefern die Autoren keine Begründung für das Vertrauen in unsere Alltagsintuitionen. Warum sollten wir Begriffe aus dem Bereich des menschlichen Denkens auf die Biologie anwenden? Bedau ist sich im Klaren, dass es innerhalb der Naturwissenschaft, wie sich tatsächlich darstellt, wenig Hilfestellung für seine objektiven Werte in der Natur gibt.

These difficulties with naturalistic accounts of biological teleology arise specifically for the narrow naturalism that banishes „transcendent standards of value“ from nature. But naturalists need not be narrow. A broader view of nature, perhaps Aristotelian in outlook, could reckon objective standards of value as part of the natural order. According to this broader form of naturalism, which would contrast with supernaturalism and would reject the miraculous in nature, values would be real ineliminable natural properties, subject to broadly scientific investigations. Making sense of this broadly construed naturalism might enable the many attractions of a naturalistic treatment of biological teleology to be realized. (Bedau, 1991, S. 655)

Ausgehend von der Art und Weise, wie Bedau Teleologie bislang behandelt hat, bedeutet die Berücksichtigung von Teleologie in der Natur lediglich, bestimmten biologischen Sachverhalten das Etikett des Guten anzuheften. Es bleibt jedoch unklar, worin die Ähnlichkeit zum menschlichen Fall besteht, indem gute Konsequenzen auf die Verwirklichung subjektiver Interessen zurückgeführt werden. Jedenfalls scheint es eine unpassende Entscheidung zu sein,

eine aristotelische Weltsicht zu favorisieren, weil sie unseren Intuitionen entspricht, die über viele Umwege durch diese Weltsicht erst geformt wurde.

Nach Bedau hat McLaughlin (2001) noch einmal eine ähnlichen Entwurf von Funktionen als gute Konsequenzen unternommen. Er entwirft, wie bereits Bedau, eine metaphysische Konzeption von Lebewesen als selbst reproduzierende Systeme, die als Brücke zwischen Naturwissenschaft und Teleologie dienen soll.

Selbstreproduzierend heißt dabei nicht bloß Fortpflanzung, sondern auch die kontinuierliche Selbsterhaltung mithilfe eines organisierten Metabolismus. Er liefert damit ein viel handfestes Kriterium, um Leben zu beschreiben. Er ist sich mehr noch als Bedau oder gar Achinstein im Klaren darüber, dass seine Leser bereit sein müssen, zumindest diese ontologische Bürde seines Lebenskonzepts zu tragen, wonach wir selbstreproduzierenden Systemen ein Gut der Selbsterhaltung und Fortpflanzung zugestehen.

The real metaphysical cost of functional explanation lies in the commitment to the existence of entities that can stop a functional regress. In order to do this, the entities, in a sense, must have an instrumental relation to themselves or else must embody an instrumental relation. (McLaughlin, 2001, S. 211)

Es ist McLaughlin hoch anzurechnen, dass er von einer metaphysischen Verpflichtung spricht und nicht wie Bedau einfach behauptet, Teleologie sei wissenschaftlich objektiv in der Welt auffindbar, sobald wir nur unseren Blick weiten würden. McLaughlin ist darüber bewusst, dass das Phänomen der Selbstregulation objektiv dem System die Eigenschaft verleiht, gute und schlechte Konsequenzen zu erleiden. Wir haben vielleicht die Intuition, dies sei der Fall, aber damit ist noch nichts bewiesen. Somit überlässt McLaughlin den Wissenschaftlern die Entscheidung, ob sie sich auf seinen metaphysischen Funktionsbegriff einlassen wollen.

Whether or not we ought to pay the metaphysical price demanded in order to be able to embrace functional explanation is beyond the scope of this study, which is engaged only in descriptive metaphysics. Is the (intuitive) notion of function and functional explanation sketched in this book the notion that biologists and sociologists ought to apply in their work? This is for the empirical scientist to decide, not the philosopher. (McLaughlin, 2001, S. 212)

McLaughlins Selbstbeschränkung ist wertvoll, weil sie eine wesentliche Fragestellung aufwirft: Kann die Biologie für ihre Fragestellungen auf den metaphysischen Funktionsbegriff verzichten, der auf einem Konzept des Guten beruht? Meine Hypothese von der Metaphorik der biologischen Teleologie wird sich dann bewahrheiten, wenn ich zeigen kann, dass die Situationen, in denen von Teleologie die Rede ist, diese Rede auch in eine nicht teleologische Sprache übersetzbar ist.

McLaughlin selbst ist überzeugt, dass Biologen insgeheim Kantianer sind, also einem vagen organismischen Holismus anhängen. Das mag vielleicht sogar zutreffend sein, aber es zeigt noch nicht, dass derartige Vorstellungen, wie verbreitet sie auch sein mögen, zur

Beantwortung der jeweiligen biologischen Fragestellung beitragen können. Ich werde argumentieren, dass sie das nicht können und der metaphysische Funktionsbegriff in der Praxis der Biologie keine Rolle spielt.

3.15 Zwischenfazit

In diesem Kapitel geht es darum, das teleologische Reden über Lebewesen aus der Geschichte der Philosophie und Biologie zu verstehen. Es hat sich gezeigt, dass es zwei Formen gibt, teleologisch über die Merkmale und Verhaltensweisen von Lebewesen zu denken: 1. indem Lebewesen und ihre Merkmale als Artefakte und 2. als handelnde Wesen verstanden werden. Beide Denkformen galten bis in die Moderne als ernsthafte metaphysische Annahmen über die Natur, wohingegen sie inzwischen beide zu kognitiven Metaphern geworden sind: Die teleologische Sprache wird nicht mehr als Verweis auf eine der Natur innewohnenden Zweckmäßigkeit verwendet, sondern informell und ohne Bewusstsein für die metaphysische Verpflichtung, die eine solche Sprache impliziert. Die Pseudomorphosen der biologischen Teleologie habe ich vorgestellt: Sie begegnen uns bei der Handlungsmetapher in Gestalt der Kybernetik und ihren „Soll“-Werten und bei der Artefaktmetapher in der Denkfigur der natürlichen Zuchtwahl.

Die Artefaktmetaphysik sieht Lebewesen als Produkte eines handelnden Geistes sowie einer platonischen oder christlichen Demiurgen-Gottheit. Der Mythos des Epimetheus, den Plato erzählt, gehört ebenso in diese Tradition wie die selbstverständliche Voraussetzung des Schöpfungscharakters der Welt im Christentum. Die Artefaktmetaphysik ist nicht etwa ein Relikt des mittelalterlichen Schöpfungsgedankens geblieben. Stattdessen wurde sie sogar erst in der frühen Neuzeit durch die Abwendung von der Handlungsmetaphysik des aristotelischen Thomismus konsequent weiterentwickelt. Für Descartes etwa war Teleologie lediglich als eine externe Zwecksetzung im Sinne der Absichten dieser Gottheit, während innerhalb der Natur allein die mechanische Bewegung der Teile als Gegenstand wissenschaftlicher Forschung gelten kann. Diese Art von Teleologie habe ich im Anschluss an Engels (1982) als Krypto-Teleologie bezeichnet, weil sie durch die Verbannung der Zwecke aus dem Bereich der Naturwissenschaft den Anschein erweckt, gar nicht teleologisch zu denken. Nach Engels erweist sich diese Annahme jedoch als Irrtum, wie die religiösen Aussagen der führenden Mechanisten zu belegen. Innerhalb der Naturwissenschaft trat Krypto-Teleologie lediglich in der Rede von Funktionen in Erscheinung. Dies waren die charakteristischen Tätigkeiten, zu denen Gott die einzelnen biologischen Merkmale vorgesehen hatte und zu deren verlässlicher Ausführung der Mechanismus der Körper gebaut ist. Allenfalls gab es noch Differenzen zu der Frage, inwieweit menschlicher Verstand in der Lage war, den externen Zwecken der Gottheit bei der Ausführung der Funktionen auf die Spur zu kommen: Während Descartes diesen Versuch als Vermessenheit bezeichnete, führte sie in der englischen Tradition der Physiko-Theologie zu einer neuzeitlichen Variante des teleologischen Gottesbeweises und einem ganzen Genre apologetischer Literatur von Robert Boyle und John Ray bis William Paley. Die beherrschende Frage der englischen Biologie war: „Warum sind die Merkmale von Lebewesen

so bewundernswert angepasst an ihre Lebensbedingungen und an andere Merkmale?“ Die Antwort konnte nur Gottes Weisheit sein.

Die konkurrierende Handlungsmetaphysik begann bereits mit Aristoteles, der häufig missverstanden und dessen Philosophie über die Natur – über den Umweg der Scholastik – als Gegenbild zum neuzeitlichen Denken konstruiert wurde. zentral ist dabei die interne Teleologie, wonach die Gegenstände der Natur ihre jeweiligen Zwecke in sich selbst tragen und in der Verwirklichung ihrer je eigentümlichen Gestalt ihren Zweck haben. Alle natürlichen Tätigkeiten sind auf die Vervollkommnung der inneren Anlagen ausgerichtet. Insofern sind die Dinge der Natur selbsttätig handelnd, insofern sie nicht gewaltsam durch äußere Interventionen bewegt werden. Durch Thomas erlangte die Handlungsmetaphysik ihren größten Erfolg als ein Paradigma des christlichen Mittelalters. Präsent war die Handlungsmetaphysik auch in der frühen Neuzeit, und zwar sowohl in Spinozas Konzept der *natura naturans* als auch in Form von Leibniz' Monadologie. Als beherrschendes Forschungsparadigma trat sie nach dem Ende des Thomismus jedoch erst wieder in den Theorien des Vitalismus und der Epigenetik im frühen 19. Jahrhundert auf. Die radikalaufklärerische Kritik an der kosmischen Teleologie und dem teleologischen Gottesbeweis machten es attraktiv, nach immanenten Erklärungsmodellen über die Gestalt der Natur zu suchen. Die Selbstorganisation der Natur geriet erneut in den Blick, indem der Gedanke der autonomen Entwicklung um die phylogenetische Dimension erweitert wurde. Nicht nur das einzelne Wesen bildet sich selbst anhand eines inneren Bildungstrieb, sondern auch die Art als abstraktes Ganzes entwickelt sich im Laufe der Naturgeschichte aus einem Streben zur Vervollkommnung anhand ewiger, jedoch immanenter Urtypen heraus. Diese Annahme legte zumindest die wachsende Anzahl von Fossilienfunden nahe. Diese Art von Biologie unter der Ägide der Handlungsmetaphysik war in erster Linie in Frankreich und Deutschland präsent, wo einflussreiche Denker wie Herder, Goethe, Humboldt, Schelling, Lamarck und St. Hilaire wirkten. Die Grundfrage dieser Art von kontinentaleuropäischer Biologie war nicht die Angepasstheit, sondern die Kontinuität der Phänotypen: „Welche Grundtypen und Bildungstriebe können wir finden, die die Gestalten und Entwicklungen der unterschiedlichen biologischen Formen ordnen?“

Durch die Entwicklung der Biologie im späten 19. und frühen 20. Jahrhundert erwiesen sich beide Metaphysiken als wissenschaftlich angreifbar. Die Darwin'sche Evolutionstheorie machte die Artefaktmetaphysik überflüssig. Die objektivistische Verhaltensforschung von Watson und Skinner, die physikalistische Physiologie nach v. Helmholtz und die mechanistische Entwicklungsbiologie machten die Rede von intrinsischen Antrieben zur Verwirklichung transzendenter Formen bestenfalls zu einem müßigen Unterfangen.

Als Metaphern haben sich hingegen beide Metaphysiken erhalten. Sie begegnen uns heute in unterschiedlichen Formen von der Kybernetik über die Informationstechnologie bis hin zur synthetischen Biologie. Dabei habe ich die Veränderung von der Metaphysik zur Metapher mit dem Prozess der symbiotischen Anpassung verglichen: Die Handlungsmetapher fristet eine gleichsam obdachlose Existenz in lebensweltlichen Zusammenhängen, wo sie zwar immer wieder im Munde geführt wird, um Lebewesen und sogar „smarte“ Geräte zu beschreiben. Die Komplexität und zunehmende kybernetische Vollkommenheit der Technik drängt uns im

Alltag, den technischen Dingen innere Antriebe, Absichten und gerade auch Denken zu unterstellen, auch wenn wir uns ausdrücklich nirgendwo mehr darauf festlegen lassen möchten.

Die Denkweisen der Artefaktmetaphysik hingegen erfüllen, wie noch zu zeigen sein wird, weiterhin bestimmte Aufgaben in der Biologie. Nun ist aber die Artefaktmetaphysik entmachtet, die diese Redeweisen, wenn schon nicht erzeugte, so doch theoretisch rechtfertigte. Dennoch bleiben die Redeweisen aufgrund ihrer heuristischen Nützlichkeit in der Diskurszelle der Biologie, wie ich es metaphorisch umschrieben habe, erhalten. Ohne die metaphysische Fundierung sind sie jedoch nicht mehr überzeugend, das heißt eigenständig überlebensfähig, so wie ein Symbiont seinem Wirt Nutzen bringt, im Laufe der Evolution jedoch nicht mehr eigenständig überlebensfähig ist. Auch wenn es heute noch Vertreter eines metaphysischen Funktionsbegriffs gibt, allen voran McLaughlin (2001), so können auch diese Autoren sich nicht der Frage entziehen, ob das, was sie vorstellen, die Realität der biologischen Praxis widerspiegelt.

Im weiteren Verlauf der Arbeit soll also nicht darum gehen, die verworfenen Metaphysiken wiederaufzurichten. Vielmehr muss ich, um die Rolle von teleologischen Ausdrucksweisen in der Biologie zu verstehen, deren heutige Metaphernhaftigkeit ebenso ernstnehmen wie ihre fortdauernde Nützlichkeit. Da es in der vorliegenden Arbeit um die Biologie als Naturwissenschaft geht, beschränke ich mich auf die dort dominante Artefaktmetapher und werde den Erscheinungen der Handlungsmetapher nicht weiter nachgehen. Im folgenden Kapitel steht die Art und Weise im Mittelpunkt, wie wir gewöhnlich Teleologie im Bereich der menschlichen Erzeugnisse verstehen. Erst wenn die charakteristischen Eigenschaften von teleologischem Denken im menschlichen Kontext klar geworden sind, wird auch deutlich, inwieweit in der Biologie metaphorische Übertragungen aus diesem Bereich bestehen. Wenn es sich bei der teleologischen Sprache in der Biologie tatsächlich um eine metaphorische Sprache handelt, dann stellen sich eine Reihe neuer Fragen, die sich aus der Bedeutung der Uneigentlichkeit von kognitiven Metaphern ergeben: Warum verwenden Biologen gerade solche Metaphern? Geht es um einen rationalen Vergleich „mit offenen Karten“ zwischen biologischen Prozessen und teleologischem Denken? Die Autoren des Lexikonartikels in Kapitel 1.1 über Metaphern in der Dichtung fordern jedenfalls für eine echte Metapher mehr: die Aktivierung von Sprachformen, die selbst nicht rational, sondern emotional und intuitiv sind. Ich gehe davon aus, dass genau dies bei kognitiven Metaphern und somit auch bei den teleologischen Metaphern der Biologie der Fall ist. Es gibt schließlich kein Manifest und keine Spielregeln der teleologischen Rede, auf die sich Biologen im Vorfeld verständigt hätten, sondern höchstens rückblickende Rationalisierungen und Explikationen von Wissenschaftstheoretikern und populären Evolutionsapologeten wie Dawkins und Wuketits. Wenn die Begründung für eine Metapher nicht rational bewusst ist, dann liegt die Vermutung nahe, die Metaphorik der Naturteleologie entstehe überhaupt erst aus dem Bereich der empathischen Übertragung des subjektiven Denkens auf die Natur. Die empathischen und die metaphorischen Übertragungsweisen können unter diesen Umständen nicht unabhängig voneinander verstanden werden: Die empathische Übertragung eigener mentaler Phänomene auf andere Lebewesen legt uns überhaupt erst nahe, bestimmte Redeweisen zu

wählen. Sie sind auch dann noch aufrechtzuerhalten, wenn sie sich in einem wörtlichen Sinne als unhaltbar herausgestellt haben. Die ursprünglichen empathischen Denkmuster provozieren die Verwendung von bestimmten Metaphern auch bei gut informierten Fachleuten. Dies könnte plausibel machen, warum sich hinter einer Metapher unterschiedliche biologische Theoriekonzepte verbergen können, die darüber hinaus vielleicht nicht einmal expliziert wurden.

4. Menschliche Absichten und Funktionen von Artefakten

4.1 Drei Eigenschaften des absichtsvollen Denkens

In diesem Kapitel geht es um absichtsvolles Denken, d. h. um die Art und Weise, wie sich eigene Absichten und zweckgerichtete Überlegungen in unserer Introspektion, in menschlichen Selbstauskünften und in der Beurteilung anderer Menschen präsentieren. Im Anschluss werde ich auf unsere Beurteilung des Verhaltens Dritter unter teleologischem Blickwinkel eingehen.

Im ersten Teil der Arbeit habe ich gezeigt, dass es zwei Domänen von philosophischer Beschäftigung mit Teleologie gibt: die teleologische Struktur menschlichen Denkens und Handelns sowie die Betrachtung der Natur unter dem Gesichtspunkt der Teleologie. Das Verhältnis dieser beiden Domänen wird in unterschiedlicher Weise gedeutet. In fast allen Fällen wird in der Moderne jedoch bekräftigt, dass es angemessen ist, menschliches Denken und Verhalten teleologisch zu beschreiben, während dies im Bereich der Natur fragwürdig ist und nur unter allerlei theoretischen Vorbehalten statthaft erscheint.

Wenn wir verstehen, wie Menschen das eigene absichtsvolle Denken begreifen, zeigt sich deutlich, an welcher Stelle sich welche Elemente dieses absichtsvollen Denkens in der biologischen Sprechweise und in metaphorischer Form wiederfinden. Es ist deshalb notwendig, ausführlicher darauf einzugehen, was wir in einem alltäglichen *common sense* meinen, wenn wir unser menschliches Handeln durch eigene Absichten als gelenkt verstehen. Im Folgenden werde ich mich auf klassische Autoren der Handlungstheorie, wie Nicolai Hartmann, Elisabeth Anscombe, John Searle und Donald Davidson berufen, die eine deskriptive, nicht revisionistische Agenda verfolgen. Für meine Arbeit möchte ich die menschliche Teleologie beschreiben, wie sich unsere Introspektion und unseren Alltagsintuitionen über menschliches Handeln präsentiert. Die genannten Autoren haben die Fragestellungen umrissen, die beispielsweise den Unterschied zwischen einer absichtlichen Handlung und einem bloßen Geschehnis analysieren. Diese Arbeit befasst sich mit den Problemstellungen, die uns im teleologischen Denken begegnen. Ob unsere sinnfälligen Vorstellungen von teleologischem Denken die Wirklichkeit naturwissenschaftlich oder philosophisch angemessen beschreiben oder nicht, spielt zunächst keine Rolle. Diese Fragen haben schließlich auch für unsere Alltagsintuitionen keine Bedeutung.

Was ist damit gemeint, wenn wir in uns selbst Absichten und absichtsvolles Handeln erleben oder wenn wir einem anderen Menschen Absichten und absichtsvolle Handlungen unterstellen? Diese Frage möchte ich anhand von Nicolai Hartmanns Kategorialanalyse des Finalnexus in seiner Monografie „Teleologisches Denken“ (1951/1966) untersuchen. In

Abschnitt 4.2 gehe ich zu einem weiteren paradigmatischen Fall von Teleologie über, den Artefakten, also künstlichen Objekten, die durch absichtsvolles menschliches Handeln mit einer weitergehenden Absicht hergestellt werden. Es handelt sich bei Artefakten im weitesten Sinne um Werkzeuge des Wortes.⁷⁵ Im Zusammenhang mit der Darstellung von Artefakten führe ich auch Wimsatts Funktionsbegriff ein, der umfassend zusammenträgt, was wir nur implizit in Betracht ziehen, wenn wir über die Funktionen von Artefakten reden.

4.1.1 Abgrenzung zum Denken über die physische Welt

Bei aller Unklarheit, die uns Mayr (vgl. Abschnitt 3.11) mit dem intermediären Begriff der Teleonomie und des Programms hinterlassen hat, hat er doch klar umrissen, dass die Teleomatik ein direkter Gegenpol zur Teleologie ist. Darunter verstand Mayr die naturgesetzlich determinierten Abläufe der physischen Welt. Ich halte es für unkontrovers, dass zumindest durchschnittlich gebildeten Erwachsenen in der westlichen Kultur der Gegenwart über ein von Newton geprägtes *common sense* Verständnis dieser unbelebten, physischen Welt verfügen. Für das Handeln für Personen und bisweilen auch von anderen Lebewesen gelten im *common sense* andere Prinzipien. Vier Annahmen über die unbelebte, physische Welt spielen diesbezüglich eine Rolle.⁷⁶

(1) Allgemeine Wirkprinzipien: Einzelne Prozesse der physikalischen Welt, seien es Formänderungen, Bewegungen oder stoffliche Umwandlungen, werden durch die Instanziierung allgemeiner Prinzipien verursacht, die je nach Kontext als Kräfte, Naturgesetze, Felder oder Energien bestimmter Art usw. beschrieben werden können.

(2) Ziellosigkeit: Die oben genannten Prinzipien geben zwar Ursache und Ausrichtung der Veränderung vor, nicht aber ein definiertes Ende.⁷⁷ Ein Ende jeder materiellen Veränderung ereignet sich lediglich durch das Einwirken externer Faktoren und steht in keinem notwendigen Verhältnis zum verursachenden Prinzip dieser Veränderung.

(3) Blindheit gegenüber den Umständen: Die Veränderungen der physikalischen Welt mögen zwar gerichtet sein, in dem Sinne wie etwa ein Kraftvektor eine Ausrichtung hat, sie reagieren aber nicht auf ihre Umwelt, um sich anzupassen. Ein rollender Stein macht keine Kurve, um auf seinem Weg ins Tal einem Hindernis auszuweichen. Dieses Merkmal ist eine Konsequenz aus der Ziellosigkeit. Es ergibt schließlich nur Sinn, von Änderung einer Tätigkeit als einer Anpassung zu sprechen, wenn vorher klar ist, für welches Ziel eine Anpassung erfolgen soll.

(4) Externalität: Unabhängig von der Frage, mit welchem naturwissenschaftlichen Vokabular argumentiert wird, ob mit Kräften, Energien oder Naturgesetzen, stets ist die Ursache der Veränderung dem Objekt der Veränderung extern gegenübergestellt. Der Gegenstand ist also bloß Ort und Gegenstand der Veränderung, niemals jedoch selbst ihre intrinsische Ursache.

⁷⁵ Nicht inbegriffen in diesem Artefaktbegriff sind etwa menschliche Kunstwerke oder bloße Abfallprodukte aus absichtsvollen Herstellungsprozessen.

⁷⁶ Über die Entstehung dieses alltagspsychologischen Dualismus zwischen geistiger und physischer Welt im Gegensatz zu einem philosophisch oder naturwissenschaftlich reflektierten Dualismus schreibt etwa der Psychologe Bloom (2005).

Der Gegenstand ist kurzum niemals selbst ein Akteur. Dieses Merkmal ist vom Merkmal der allgemeinen Wirkprinzipien kaum zu trennen: Eine intrinsische Ursache ist immer eine singuläre Ursache dieses einzelnen Gegenstands, während das externe Erleiden einer Veränderung durch allgemeine Wirkprinzipien potenziell vielen Objekten gemeinsam ist. Wenn ein stürmisches Meer die Fische herumschleudert, dann wirkt der eine Sturm auf alle Fische als ein allgemeines Wirkprinzip der Bewegung. Wenn jedoch die Fische schwimmen, dann ist die Ursache der Bewegung jeweils der eigene Antrieb.

4.1.2 Kennzeichen von absichtsvollem Denken

Ebenso wie es eine Reihe von *prima facie*-Eigenschaften von unserem Denken über die physische Welt gibt, liegen vier Merkmale vor, durch die sich unsere Phänomenologie auszeichnet, wenn wir uns als zielgerichtet Handelnde erleben. Sie sind mit den Intuitionen über die physische Welt parallelisiert, für die jedoch eine Asymmetrie vorliegt: Das absichtsvolle Handeln ist nicht eine bloße Intuition über uns als Personen, sondern ein unmittelbares Erleben durch Introspektion. Intuitionen kommen erst zum Tragen, indem wir dieses Erleben auch anderen im Rahmen einer *theory of mind* zuschreiben:

(1) Das Erleben, dass wir **Ziele und Absichten formen**, während physikalische Prozesse ziellos sind.

(2) Das Erleben, dass wir uns **Mittel ersinnen** zur Verwirklichung dieser Absichten, während physikalische Prozesse blind sind.

(3) Schließlich das Erleben, dass wir **Handlungen durchführen**. Handlungen verstehe ich dabei als Veränderung oder Bewegung, die in uns durch das Zusammenspiel von Absichten und den dafür ersonnenen Mitteln motiviert und somit bewirkt wird,⁷⁸ während die Veränderungen und Bewegungen von physikalischen Objekten diesen Objekten selbst extern ist.

(4) All dies geschieht unter dem Eindruck, selbst Ursache der eigenen Tätigkeiten, also ein **Akteur zu sein**, und nicht ein Erleidender äußerer Kräfte.

Als Exponat eines solchen Selbstbildes des Menschen als absichtsvoll Handelndem werde ich Nicolai Hartmanns Kategorialanalyse des Finalnexus (Hartmann, 1951/1966) vorstellen. Im Anschluss extrahiere ich drei Merkmale dieses kognitiven Selbstkonzepts aus Hartmanns Modell.

Laut Hartmann verläuft ein teleologischer Denkprozess notwendigerweise unter Einbeziehung eines denkenden Bewusstseins in drei Schritten: Zunächst setzt das Bewusstsein eine Absicht⁷⁹. Den vorgestellten Zustand in der Welt, von der die Absicht handelt, nenne ich im Anschluss an Hartmann Z_1 . Für die Absicht Z_1 zu verwirklichen, möchte ich die Bezeichnung vorausgehende Absicht (*prior intention*) nach Searle (1991, S. 113-122) verwenden. Im darauffolgenden zweiten Schritt werden im rational denkenden Bewusstsein mithilfe

⁷⁸ Im *common sense* bleibt es offen, was es bedeutet, wenn etwas durch etwas anderes „motiviert ist“ und somit „bewirkt wird“.

⁷⁹ Hartmann selbst spricht von „Zweck“, aber aus Gründen der Klarheit und im Hinblick auf spätere Unterscheidungen geht es hier um „Absicht“. Es ist davon auszugehen, dass es Hartmann ebenfalls um menschliche Absichten ging, weil er die Notwendigkeit eines Bewusstseins betont.

verfügbarer kausaler Vorannahmen geeignete Mittel ausgewählt, um den vorgestellten Zustand in der Welt Z_1 zu verwirklichen. Im dritten Schritt schließlich handelt die Person, in deren Bewusstsein sich dieser gedankliche Prozess abgespielt hat und versucht, durch dieses absichtsvolle Handeln Z_1 zu verwirklichen. Dabei besteht die Handlung aus einer körperlichen Bewegung und daraus resultierenden weitergehenden naturwissenschaftlich beschreibbaren Wirkungen in der Welt sowie einem geistigen Zustand, der die Handlung begleitet und den ich wiederum mit Searle (1991, S. 113-122) als Absicht beim Handeln (*intention in action*) bezeichne. Der im Erfolgsfall verwirklichte Zustand in der Welt ist im Unterschied zum bloß vorgestellten Zustand Z_1 ein realer Zustand in der Welt, den ich im Anschluss an Hartmann Z_2 nennen möchte.⁸⁰ Anhand der handlungsbegleitenden Absicht lassen sich auf diese Weise zweckgerichtete Handlungen von sonstigen Ereignissen unterscheiden. Bei der Behandlung der Diskriminierbarkeit zwischen Handlungen und unbeabsichtigten Ereignissen werde ich versuchen diese Fälle zu beleuchten.

Mit der Unterscheidung zwischen beiden Bedeutungen (verwirklichter Zustand Z_2 in der Welt versus vorgestellter Zustand Z_1 im Geist) ersparen wir uns vor allem ein Vorurteil, das der Teleologie, insbesondere der klassischen Teleologie des Aristoteles, anhaftet: Nach diesem *strawman argument* ist die Teleologie in der Philosophie eine bizarre rückwärtige Verursachung: In diesem von niemandem tatsächlich vertretenem Zerrbild drücken Ursachen ihre Wirkungen aus der Vergangenheit nach vorne, während Zwecke ihre Mittel aus der Zukunft zur Verwirklichung ziehen.⁸¹ Wir ersparen uns dieses Missverständnis, denn nicht der spätere verwirklichte Zustand in der Welt bringt etwas hervor, sondern (wenn überhaupt) nur der frühere präexistente Zustand Z_1 im Geist. Dieser Zusammenhang wird von Hartmann (1951/1966) illustriert, wenn er den noch unverwirklichten Zustand in der Welt als bloße Vorstellung im Bewusstsein (Z_1) vom materiell verwirklichten Zweck (Z_2) unterscheidet.

Den Zusammenhang dieser drei Schritte zeigt Abbildung 5.

80 Im Gegensatz zum physikalischen Zustand in der Welt Z_2 scheint die vorausgehende Absicht Z_1 und die mit der körperlichen Handlung einhergehende Handlungsabsicht eine merkwürdige „geisterhafte“ Existenz zu haben. Sie existiert nur im Geist und nicht „in Wirklichkeit“. Bei Brentano (1874) finden wir dafür den Begriff der Inexistenz des intentionalen Gegenstands. Für meinen gegenwärtigen Argumentationsgang zur metaphorischen Teleologie in der Biologie können wir dieses Phänomen auf sich beruhen lassen.

81 Diese folgenreiche Fehlinterpretation musste sich in der Neuzeit insbesondere Aristoteles und die mittelalterliche Scholastik gefallen lassen. Sie kommt u. a. durch die unglückliche Übersetzung der vier Erklärungsweisen eines Gegenstands als vier „Ursachen“ (*causa*) zustande. Für die mit der mechanistischen Philosophie geschulten Denker der frühen Neuzeit war eine *causa* immer eine Wirkursache (*causa efficiens*), sodass die übrigen drei „Ursachen“ ihnen spekulativ, geisterhaft und (vielleicht der schwerwiegendste Vorwurf) überflüssig erscheinen mussten.

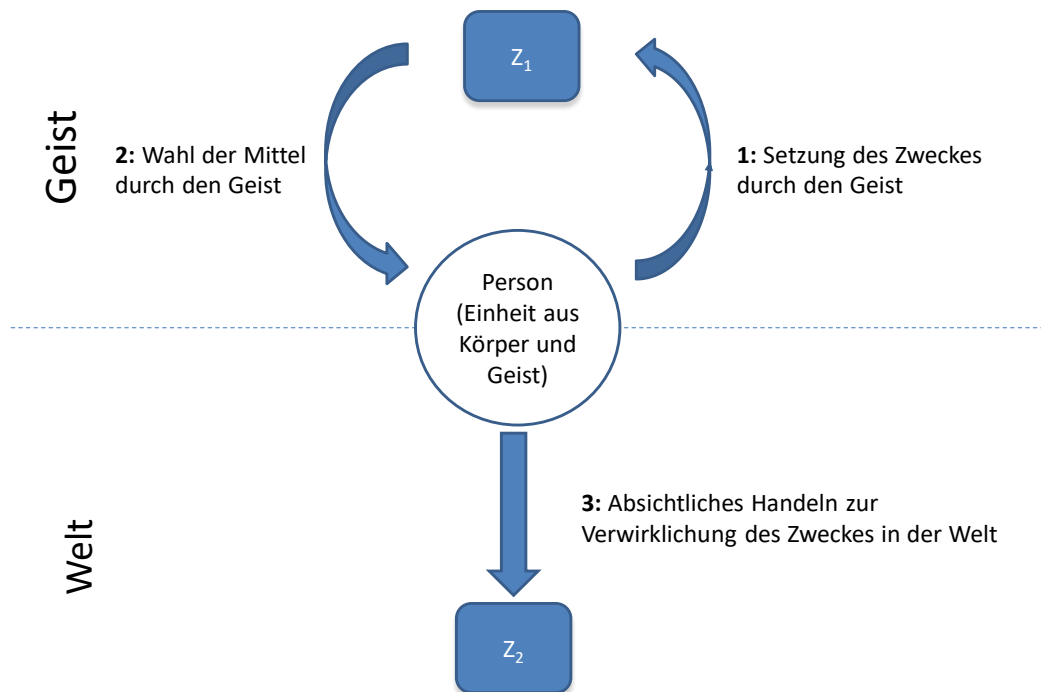


Abbildung 5: Kategorialanalyse des Finalnexus modifiziert nach Hartmann (1951/1966, S. 69)

Nach Hartman lassen sich drei Besonderheiten des absichtsvollen Denkens benennen:

(1) Normsetzung eines Prozesses angesichts einer Absicht: Innerhalb des absichtsvollen Denkens und Handelns existiert ein Kriterium, mit dem ein Prozess als erfolgreich bzw. erfolglos beurteilt werden kann. Dieses Kriterium ist der von der Person vorgestellte Zustand in der Welt Z_1 , die Absicht oder der Zweck der Handlung. Ein Beispiel soll dies veranschaulichen: Ich steige in den Zug nach München. In Bezug auf eine bestimmte Absicht kann diese Handlung entweder ein Erfolg sein, wenn ich den richtigen Zug genommen habe, oder ein Misserfolg, wenn ich den falschen Zug genommen habe. Je nachdem, ob ich tatsächlich die Absicht habe, nach München oder nach Frankfurt zu fahren, ist die identische Handlung, nämlich den Zug nach München zu nehmen, einmal ein Erfolg und das andere Mal ein Misserfolg. Ein solches Beurteilungskriterium für Erfolg und Misserfolg existiert nicht im teleomatischen Denken.

(2) Multiple Realisierbarkeit einer Absicht durch unterschiedliche Mittel: Die Absicht-Mittel-Relation kennt das Zustandekommen eines Zustands in der Welt durch verschiedene Mittel: Ich kann mit dem Auto oder dem Zug nach München fahren. Beide Verkehrsmittel sind eine erfolgreiche Verwirklichung meiner Absicht, um nach München zu gelangen. Im kausalen Denken hingegen erzwingen klar definierte Ursachen ebenso klar definierte Wirkungen.

(3) Diskriminierbarkeit zwischen Handlungen und nebenbei eintreffenden Ereignissen: Ob in einem Vorgang sich eine Absicht durch diese Absicht selbst oder durch äußere Ereignisse verwirklicht wurde, macht für die Erklärung und Bewertung des Vorgangs einen dramatischen Unterschied, und zwar sowohl, wenn es um eigene Absichten geht und wenn es um die Absichten anderer Personen geht. Bei Hartmann (1951/1966, S. 89ff) wird diese Besonderheit des teleologischen Denkens als „Zwecktätigkeit“ im Gegensatz zur bloßen „Zweckmäßigkeit“

bezeichnet. So kann ich die Absicht haben, reich zu werden, ohne etwas zum Erreichen dieses Ziels zu tun, vielleicht weil sich keine passende Gelegenheit ergeben hat. Später finde ich aus purem Zufall einen Schatz oder mache eine unerwartete Erbschaft. In einem solchen Fall hat meine Absicht nichts dazu beigetragen, dass ich nun tatsächlich reich bin. Das zufällige Auffinden des Schatzes ist zweckmäßig für meine Absicht, reich zu werden. Die Absicht war aber keineswegs beteiligt an diesem Zustand. Das Auffinden des Schatzes war also kein zweckmäßiger Vorgang, d. h. keine absichtliche Handlung.

Neben diesen dreien möchte ich noch eine vierte Besonderheit nennen, die als Ermöglichungsbedingung der anderen drei Kennzeichen dem absichtsvollen Denken dient: der Intentionalität des Geistes. Hierunter ist nicht nur die Möglichkeit zu verstehen, Absichten, also Intentionen im allgemeinsprachlichen Sinne zu verfolgen. Stattdessen ist Intentionalität als Fachbegriff in der Philosophie des Geistes, wie er prominent bei Brentano (1874) ausgearbeitet und intensiv von Searle (1991) behandelt wird, weiter gefasst: Sie bezeichnet bei Searle die grundsätzliche Fähigkeit des menschlichen Geistes, einen Zustand der Welt in der Wahrnehmung zu präsentieren und durch Erinnerung, Vorstellungskraft und im Kontext von Absichten auch also zu re-präsentieren. Diese Fähigkeit des Geistes wird teilweise als *aboutness* des Geistes bezeichnet, d. h. als die bemerkenswerte Tatsache, dass viele, wenn auch nicht alle geistigen Zustände von einem realen oder fiktiven Inhalt handeln (*being about something*).⁸² Ohne diese Intentionalität oder *aboutness* des Geistes wäre keiner der drei Schritte in Hartmanns Schema denkbar und keines der drei Kennzeichen von teleologischem Denken vorstellbar. Intentionalität ist eine notwendige Bedingung des teleologischen Denkens. Erst am Ende der Arbeit werde ich auf die Natur der Intentionalität zurückkommen, wenn es um das grundsätzliche Verhältnis von menschlichem Geist und belebter Natur geht. Viele Verhaltensweisen des Alltags erfolgen mehr oder weniger spontan. Searle (1991, S. 114) nennt etwa das Beispiel, wonach sich eine Person während des Nachdenkens erhebt und im Raum umhergeht. Anscheinend handelt es sich um eine bewusst durchgeführte Verhaltensweise, die eine *intention in action* besitzt. Darin unterscheidet sich ein solches Herumgehen von einer unwillkürlichen Muskelzuckung. Dennoch tritt absichtsvolles Denken in dem für diese Arbeit vorgesehenen Kontext nicht auf: Weder haben wir das ziellose Herumgehen im Raum im Voraus geplant, noch dient die Handlung des Herumgehens der Verwirklichung einer bestimmten vorausgehenden Absicht (*prior intention*), einen Spaziergang zu unternehmen. Psychologisch mag man hier einiges über die Ursache des Umhergehens sagen, beispielsweise ein plötzlicher nervöser Bewegungsdrang, was möglicherweise identisch mit der *intention in action* ist. Anscombe (1957/2000, S. 16-18) spricht von den *mental causes*, die eine Handlung auslösen können und unterscheidet diese klar von Absichten, die eine Handlung durch Verweis auf Gründe (*reasons*) erklären. Ich

⁸² Selbstverständlich ist die Vorstellung, dass unsere Gedanken immer Gedanken von etwas sind, stets ein Teil der Philosophie geblieben. So findet sich bei Platon die Vorstellung, unsere Gedanken hätten an den ewigen Formen oder Ideen der Gegenstände einen Anteil, während die frühneuzeitlichen Empiristen Locke und Hume Intentionalität als einen bildlichen Abdruck (*idea*) verstanden, der vom Sinnesapparat erzeugt werde. Der Begriff „Intentionalität“ selbst geht auf Ockham von Canterbury zurück, geriet in der Neuzeit jedoch wieder in Vergessenheit.

möchte mich auf Fälle beschränken, in denen vorausgehende Absichten vorhanden sind, aufgrund derer eine konkrete Handlung geplant und durchgeführt wird. Die Vorstellungen von Handlungen, die über *prior intention* verfügen, sind es, die die metaphorische Teleologie der Biologie kognitiv erklären.

4.1.3 Normsetzung als Kennzeichen von absichtsvollem Denken

Hartmann schreibt...

In diesem Gefüge der Bindungen zwischen dem agierenden Bewusstsein und seinem „Zweck“ ist der letztere wieder doppelt eingeschaltet als vorgesetzter, noch irrealer, aber schon die Mittel bestimmender Z_1 , und als realisierter Z_2 , also mit verschiedenen Seinsweisen (Hartmann, 1951/1966, S. 69).⁸³

Durch diese Dopplung vermag die Person, in deren Geist ein vorgestellter Zustand von der Welt Z_1 vorliegt, die wahrgenommene Welt mit diesem vorgestellten Zustand zu vergleichen. Daran schließt sich eine Bewertung an: Steht der vorgestellte Zustand Z_1 in Übereinstimmung mit dem wahrgenommenen Zustand, sodass Z_1 in Z_2 realisiert ist? Das Ergebnis dieser Bewertung liegt in der Feststellung, dass eine entsprechende Handlung erfolgreich war oder ob Z_2 möglicherweise auch ohne absichtsvolles Zutun des Akteurs eingetreten ist, also durch glückliche Umstände, etwa wenn ein zufällig quer über einen Fluss liegender Baumstamm mir ermöglicht hätte, diesen Fluss zu überqueren. Die Attribute für diese Bewertung sind „erfreulich“ und „unerfreulich“. „Erfreulich“ ist zunächst einmal jede Realisierung von Z_1 , gleichgültig ob durch erfolgreiches Handeln („zwecktätig“ laut Hartmann) oder durch glückliche Umstände.

Sobald wir bei uns selbst oder beim Beurteilen anderer den vorgestellten Zustand in der Welt Z_1 zu bestimmen versuchen, der im Prozess des teleologischen Denkens die Handlung bewirkt hat, zeigt sich eine Schwierigkeit: Jede menschliche Handlung lässt sich schließlich durch mehrere Absichten auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen erklären. Zur Illustration sei eine Beschreibung von Anscombe (1957/2000) wiedergegeben:

We say ‚Why are you X-ing?’ and get the answer ‚To Y’, or ‚I’m Y-ing’, Y being such a thing that we can say ‚he’s Y-ing’; and then we can ask ‚Why are you Y-ing?’ and perhaps get the answer ‚To Z, and can still say ‚He’s Z-ing’ (Anscombe, 1957/2000, S. 40).

Sowohl Y als auch Z können die beobachtete Handlung X erklären. Welcher dieser Zwecke Y und Z bewirkt jedoch in Teilen diese Handlung? Wie Anscombe es ausdrückt, können wir den letzten Zweck einer Reihe angeben, um die Handlung zu erklären, wobei der oberste Zweck alle intermediären Zwecke schluckt (*swallows up*). Sie betont allerdings, dass damit keine

⁸³ Z_1 und Z_2 werden von Hartmann als „seiend“ angesehen, auch Z_1 , das bereits „die Mittel bestimmt“. Offensichtlich kann für Hartmann etwas also „sein“, ohne „real“ zu sein. Hier begegnet uns erneut das Problem der intentionalen Inexistenz nach Brentano. Es bleibt lediglich der Verweis, dass wir uns im Alltag in dieser vermeintlich geheimnisvollen Ontologie des Mentalen problemlos zurechtfinden.

Aussage über die Welt gemacht werden muss: Der endgültige Zweck, von dem sie spricht, ist nicht der endgültige Zweck schlechthin, sondern nur der Rahmen der Aussage, die in der jeweiligen Beschreibung gemacht werden. Daher möchte ich es bei der *common sense*-Empfindung belassen, nach der Menschen vorgestellte Weltzustände auf unterschiedlichen Stufen der Verallgemeinerung und von unterschiedlicher Unmittelbarkeit beabsichtigen. Wenn also eine Person angibt, was sie mit ihrem Handeln bezweckt, wird sie einen bestimmten Weltzustand auf einem angemessenen Generalisierungsniveau angeben können. Unbenommen davon ist, dass es noch umfassende Zusammenhänge gibt, die diese Person verfolgt und die nicht direkt einen konkreten Zustand in der Welt beschreiben, wie folgendes Beispiel zeigen soll⁸⁴:

Nehmen wir an, Susanne möchte einen Computer bauen. Sie hat bereits alle Bauteile beisammen und geht jetzt zum Schrank, um das passende Werkzeug herauszunehmen. Wenn wir sie fragen, warum sie zum Schrank geht, wird sie antworten, sie wolle das Werkzeug holen. Auf die Frage, was sie mit dem Werkzeug beabsichtige, wird sie antworten, sie wolle einen Computer zusammenbauen. Wenn wir aber weiter nachfragen, warum sie denn einen Computer bauen wolle, wird sie womöglich ins Nachdenken kommen. Möchte sie damit Computerspiele spielen, vielleicht Web-Design betreiben oder einfach nur im Internet surfen? Vielleicht hat Susanne noch gar nicht so genau geplant, was sie mit ihrem neuen Computer so alles anstellen könnte. Wenn wir uns eine dieser weitergehenden Absichten herausgreifen, nehmen wir beispielsweise das Web-Design, und Susanne festlegen wollen, was sie denn mit dieser Tätigkeit bezweckt, werden wir wohl noch weitergehende Antworten erhalten: Sie will zum Beispiel mit dem Web-Design am Computer im Beruf erfolgreich sein. Wenn wir aber nun an den Anfang zurückgehen, so wären wir trotzdem sehr verwirrt, wenn Susanne uns auf die Frage „Warum gehst du zum Schrank?“ geantwortet hätte: „Weil ich in meinem Beruf als Web-Designerin erfolgreich sein will!“ Hätte sie jedoch lediglich geantwortet, sie wolle einen Computer bauen, dann wäre ihr Gang zum Schrank als sinnvoller Teil der Verwirklichung ihrer Absicht eindeutig gewesen.

Wir sind uns bei unserem zielgerichteten Handeln stets des konkreten Zustands Z_1 in der Welt bewusst, den wir erreichen wollen und der die Kriterien für Erfolg und Misserfolg unserer Handlung normativ festlegt. Die umfassendste Handlungsumschreibung ist H_z nennen. Im Beispiel von Susanne wäre H_z der Versuch, den Computer zu bauen. Alle weiteren Handlungsumschreibungen auf niedrigeren Komplexitätsstufen H_1 – H_n . Sie lassen sich als Teil von H_z verstehen. So wäre eine solche Handlung mit niedrigerer Komplexität das Holen eines Schraubenschlüssels, das wiederum in das Aufstehen, das Öffnen des Werkzeugkastens usw. zerlegt werden kann.⁸⁵

84 Anscombe (1957/2000) kommt mit einem komplexeren Beispiel zum gleichen Ergebnis: Ein Mann pumpt mit einer Handpumpe Wasser in die Wohnungen eines Mietshauses. Das Wasser ist allerdings vergiftet, was dem Mann durchaus bewusst ist. Der Mann glaubt zudem daran, dass dieser Mord einem höheren Sinn erfüllt. (vgl. Bayne (2010, S. 75-83)

85 Offen bleibt, ob es gewisse Basishandlungen gibt, die über eine Art minimal denkbarer Komplexität verfügen, wie etwa das Krümmen eines Fingers.

Ohne Frage können wir den Zustand in der Welt, von dem Z_1 handelt und der durch H_2 verwirklicht werden soll, in umfassendere sinnhafte Zusammenhänge unseres Lebens einfügen, wenn auch oft erst nach einiger Reflexion.⁸⁶ Diese größeren Zusammenhänge erweisen die Nützlichkeit einer Handlung für umfassende Ziele, sind jedoch nicht mehr Teil der Normsetzung, wie ich sie hier verstehe. In Bezug auf das oben angeführte Beispiel wird deutlich, dass Susannes Handlung ein Misserfolg wäre, wenn es ihr nicht gelänge, ihren Computer wie beabsichtigt zusammenzubauen, etwa weil sie aus Versehen ein Bauteil beschädigt hätte. Es ist jedoch unerheblich, ob die Arbeit für das Zusammenbauen des Computers tatsächlich nützlich für ihren beruflichen Erfolg im Beruf ist. Auch wenn sie mit ihrem tadellos funktionierenden Computer im Beruf scheitert, war doch ihre Handlung erfolgreich, den Computer zusammenzubauen, indem sie ihre gesetzte Vorstellung Z_1 im konkreten Zustand in der Welt Z_2 realisieren konnte. Ich möchte an dieser Stelle einige technische Begriffe einführen, um den Umgang mit den Formen der Absicht zu verdeutlichen: Die **Normsetzung (anhand von Z_1)** entspricht der Tatsache, dass Erfolg und Misserfolg einer Handlung anhand eines Vergleichs des erreichten Zustands in der Welt mit der Vorstellung Z_1 angegeben werden können.

Die **Beurteilung der Nützlichkeit (anhand der Folgen der Handlung)** hebt hervor, dass Z_2 kausale Rollen in umfassenden Sinnzusammenhängen von Personen spielen mag, die ihrerseits über eigene Kriterien für Erfolg bzw. Nutzen und Misserfolg bzw. Abtraglichkeit verfügen. Diese Sinnzusammenhänge und die entsprechenden Kriterien ihrer Erfüllung sind nicht mehr Teil der Handlung selbst. Sie rücken in der Handlungspraxis daher oft gar nicht ins Bewusstsein, lassen sich aber durch gedankliche Reflexion erschließen.

4.1.4 Multiple Realisierbarkeit der Absichten als Kennzeichen für teleologisches Denken

Ein zweites Merkmal für ein absichtsvolles Denken neben der Normsetzung und ein weiterer Unterschied zum physischen Denken ist die multiple Realisierbarkeit einer Absicht durch verschiedene Mittel. So könnte die Absicht bestehen, das eigene Haus gegen Einbrecher zu sichern. Zu diesem Zweck könnte der Kauf einer Schrotflinte, die Anschaffung eines Wachhunds anschaffen oder die Installation einer Alarmanlage sinnvoll sein. In allen drei Fällen liegen physikalisch vollständig unterschiedliche Zustände vor, die nur dadurch unter einen gemeinsamen Begriff fallen, dass sie in jeglicher Hinsicht identisch sind.

Diese Art der multiplen Realisierbarkeit sollte nicht mit der Plastizität eines physischen Systems verwechselt werden. (Mayr, 1998) beschreibt teleomatische Systeme, die von unterschiedlichen Ausgangslagen zum gleichen Ergebnis führen. Als Beispiel wählt er eine Kugel, die von unterschiedlichen Stellen am Rande eines Tales zur gleichen Endposition

⁸⁶ Wenn Menschen sich der Sinnzusammenhänge ihres Handelns deutlich bewusst sind, dann empfinden wir diesen Weitblick als besonders bemerkenswert: Bekannt ist etwa ein nicht gesichertes Erlebnis von John F. Kennedy, der einen Hausmeister der NASA danach fragte, was er denn dort mache. Der Hausmeister antwortete im pathetischen Ton, er bringe einen Menschen zum Mond. Für den Hausmeister war die Absicht Z_1 seines Handelns, das Gebäude zu reinigen, aber ihm war dennoch bewusst, dass diese Absicht ein Teil eines weit größeren Projekts ist. Uns berührt uns diese fiktive Geschichte, weil solch ein Bewusstsein für größere Sinnzusammenhänge keineswegs selbstverständlich ist.

hinabrollt. Indem wir das Rollen der Kugel als teleomatisch beschreiben, gehen wir davon aus, dass eine Gleichheit in Bezug auf den Aufenthaltsort der Kugel vorliegt. In anderer Hinsicht sind die jeweiligen Endzustände jedoch nicht identisch: Vielleicht hinterlässt die Kugel beim Hinabrollen eine Spur in der Erde und diese Spur ist jeweils eine andere, die jedoch von der jeweiligen Ausgangslage abhängig ist. Ist der Prozess nun in Wirklichkeit das Herabrollen einer Kugel, die eine Spur in der Erde hinterlässt? Oder ist es vielmehr das Zeichnen einer Spur, das in einem bestimmten Punkt aufhört. Die Auszeichnung eines Aspekts ist nicht physikalisch legitimiert. Die Beurteilung der einen Endsituation als identisch zu einer zweiten Endsituation aus einer alternativen Startposition heraus entspricht dem physikalischen Ablauf rein äußerlich.

Wir sprechen nur insofern von Plastizität, als wir einen bestimmten Aspekt eines Bündels von Prozessen herausgreifen, während wir von weiteren Aspekten wie der Art der hinterlassenen Spur absehen. Dieses Bündel von Prozessen wird nun als Varianten des einen abstrahierten plastischen Prozesses beschrieben. Es ist von unserem Interesse abhängig, welche zwei Endsituationen wir als identisch genug akzeptieren. Es hängt von jenem Aspekt ab, den wir als Beobachter in den Mittelpunkt des Prozesses stellen, ob wir einen Prozess dann als teleomatisch beschreiben.

Bei der multiplen Realisierbarkeit eines Zwecks mit unterschiedlichen Mittel verhält es sich anders. Dort sind die unterschiedlichen Prozesse nicht in einem Bündel nach dem endgültigen Resultat des Beobachters zusammengefasst. Ihre Zusammengehörigkeit beruht nicht auf ein gemeinsames Ende, sondern auf der Absicht als einer gemeinsamen Ursache. Die physische Ähnlichkeit der einzelnen Handlungen spielt für die Gemeinsamkeit keine Rolle, denn eine Absicht kann zu einer unbegrenzten Zahl möglicher Handlungen führen, weil der Handelnde beliebige richtige oder falsche Annahmen darüber haben kann, was zum Erreichen der Absicht führt.

Durch die Bezugnahme auf die Absicht als Ursache eröffnet sich eine neue Art und Weise, Prozesse anhand ihrer Handlungsabsicht zu kategorisieren. So können die Handbewegungen eines Taubstummen und die Worte eines Sprechers als Realisierungen der Absicht verstanden werden, eine Mitteilung zu machen. Dahinter steckt die Alltagsintuition, dass verschiedene Wege zu einem Ziel führen können, und zwar umso mehr, je abstrakter und unspezifischer ein Ziel formuliert wird. Mithilfe verschiedener Transportmittel können Individuen zum identischen Ort gelangen. Die verfügbaren Transportmittel sind verschiedene Realisierungen der teleologischen Kategorie „Transportmittel“. Hartmanns Modell spiegelt diese Intuition wider, denn auch dort ist die Wahl der Mittel ein unabhängiger Schritt nach der Setzung eines Zwecks bzw. der Absicht. Die Möglichkeit, verschiedene kausale Pfade zur Realisierung ein und derselben Absicht zu beschreiten, nenne ich im Anschluss an Putnam (1967) und Fodor (1974)⁸⁷ **multiple Realisierbarkeit** von Absichten mit unterschiedlichen Mitteln bzw. Handlungen.

87 Beide Autoren prägten den Begriff der multiplen Realisierbarkeit in einem völlig anderen Zusammenhang, nämlich in der Philosophie des Geistes. Dort ging es ihnen um die multiple Realisierbarkeit von funktional

Die Bezeichnung H_z ist die höchste Abstraktionsstufe der Handlung, die zur Verwirklichung von Z_1 als Z_2 führt. Diese Kette immer konkreter werdender Handlungsbeschreibungen endet bei sogenannten Elementarhandlungen nach Anscombe (1957/2000, S. 38). Darunter versteht Anscombe Handlungen, die bereits vollständig in Begriffen von physischen Körperbewegungen operationalisiert werden, aber dem Akteur noch immer durch Introspektion bekannt sind. Beispielsweise würde die willentliche Bewegung des Armes noch immer eine Handlung darstellen, die Ausschüttung gewisser Neurotransmitter während der Bewegung jedoch nicht. Der Grund für diese Grenzziehung ist, dass dem Handelnden zwar seine willentliche Armbewegung ohne Beobachtung bewusst ist, er aber von den Neurotransmittern erst durch äußere naturwissenschaftliche Kenntnisse weiß. Die physiologische Ebene ist daher bereits zu tief, um noch Teil des Handlungsbewusstseins (*intention in action* bei Searle) zu sein.

Für ein Verständnis der multiplen Realisierbarkeit müssen wir Hartmanns Modell allerdings erweitern: Je nach Art des Transportmittels wird in unserem Beispiel offensichtlich nicht der völlig gleiche Zustand Z_2 in der Welt hergestellt. Beispielsweise könnte eine Reisemethode länger dauern als die andere bzw. mehr Kosten oder Kohlendioxid-Emissionen verursachen. Es liegt allein am Inhalt der Absicht im Geist des Handelnden (Z_1), ob eine Reisemethode als Erfolg oder Misserfolg zählt. Wenn in dieser Absicht keine Ansprüche an bestimmte Parameter gelegt werden oder das Ergebnis innerhalb der beabsichtigten Grenzen liegt, so gilt die Absicht als eine erfolgreiche Verwirklichung. Jede Vorstellung von Z_1 besitzt eine gewisse Unschärfe und Begrenztheit im Umfang, die es erlaubt, unterschiedliche Zustände als Instanziierung von Z_2 , d. h. als erfolgreiche Verwirklichung von Z_1 gelten zu lassen. Demnach existiert ein Kontinuum von Gesamtzuständen der Welt. Zustände innerhalb dieses Kontinuums gelten als eine von unbestimmt vielen Arten von Erfolg der Handlung. Die Beschränktheit menschlichen Wissens und menschlicher Vorstellungskraft erlaubt ohnehin nichts anderes als eine unvollständige Beschreibung des angestrebten Zustands in der Welt. Diese Grenzen bilden den Toleranzbereich der Absicht. Zumindest in einigen Fällen ist diese Sphäre noch einmal abgestuft in unterschiedliche Grade des Erfolgs wie die unterschiedlichen Wertebereiche einer Dartscheibe. Innerhalb dieser Sphäre des Erfolgs kann es dann unterschiedlich erfolgreiche Gesamtzustände der Welt Z_{2a} , Z_{2b} ... usw. geben.

Wie können wir nun verstehen, dass ein Handelnder verschiedene Pfade wählt, um einen Zustand zu erreichen, der innerhalb des Kontinuums der erfolgreichen Gesamtzustände der Welt liegt? Diese Wahl stützt sich auf bestimmte Annahmen über die Welt, über die die handelnde Person verfügt. Erst eine vorher gefasste Absicht und ein Set von Annahmen

beschreibbaren mentalen Zuständen in kognitiven Systemen unterschiedlicher Art (z. B. im Gehirn oder im Computer). Rosenberg (1978) führen diesen Begriff in die Biologie ein, um verschiedene Erklärungsstufen innerhalb der Biologie in Einklang zu bringen. Die multiple Realisierbarkeit dient als Argument gegen eine bestimmte Art von Reduktionismus, einerseits gegen die Identifizierung von mentalen Zuständen mit bestimmten Hirnzuständen und andererseits gegen die Reduktion von biologischem Wissen auf das Wissen über Physik und Chemie (Sober, 1999).

bewirkt eine bestimmte Handlung.⁸⁸ Diese Annahmen beziehen sich angenommene Ursache-Wirkungs-Beziehungen in der Umwelt des Handelnden und Annahmen über die eigene Situation, wie sie anhand von Sinneswahrnehmungen dem Bewusstsein präsentiert wird. Alle diese Elemente werden anhand von Denkgesetzen der Rationalität verknüpft. Ich kann an dieser Stelle nicht leisten, klar zu umreißen, was Rationalität im Einzelnen ausmacht und wie unterschiedliche Annahmen zu einer Handlungsabsicht verbunden werden.

Jede Realisierung einer Absicht mithilfe von Umweltannahmen erzeugt eine solche Handlungsabsicht, die eine Handlung unmittelbar einleitet. Es handelt sich nur um eine Handlungsabsicht statt um eine Handlung, denn nicht jede Handlungsabsicht wird zwangsläufig zu einer Handlung führen, wenngleich doch jede Handlung per Definition von einer entsprechenden Handlungsabsicht begleitet wird. Zur Handlungsabsicht muss stets auch die Fähigkeit des Handelnden kommen, die Handlung auch tatsächlich durchzuführen, sowie äußere Umstände, die die Handlung physisch zulassen. Beispiel einer durch äußere Umstände verhinderten Handlung ist etwa der misslungene Versuch, einen sehr schweren Gegenstand anzuheben. Der erfolglose Versuch, ein gelähmtes Glied zu bewegen, ist hingegen ein Beispiel für eine durch innere Ursachen verhinderte Handlung.

4.1.5 Zweckmäßige Durchführung von Handlungen

Im Gegensatz zu physischen Vorgängen wird eine Handlung zweckmäßig durchgeführt. Damit ist mehr gemeint, als dass eine zufällige Übereinstimmung eines Geschehnisses mit einer davon unabhängigen Absicht besteht. Aber was ist mit diesem „mehr“ gemeint?

Das klassische Beispiel für diesen Unterschied stammt von Aristoteles. In seiner Physik unterscheidet er bereits zwischen Verwirklichungen von Absichten, die sich aufgrund einer zweckmäßigen Handlungsdurchführung ereignen, und Absichten, die sich zufällig ereignen, wie folgendes Beispiel verdeutlicht: Ein Mann möchte einem anderen das geliehene Geld zurückgeben. Das ist also ein Zweck bzw. eine Absicht, die er besitzt. Nun geht der Schuldner aus einem völlig anderen Grund zum Markt und trifft dort zufälligerweise seinen Gläubiger. Er nutzt die Gelegenheit, um ihm das Geld zurückzugeben (Aristoteles, 1995b, Buch II, Kapitel 4, S. 34-35).

An diesem Beispiel können wir erkennen, dass der Mann seine Absicht verwirklicht hat, denn er hat dem Mann das Geld tatsächlich zurückgegeben. Der Besuch des Marktes war offensichtlich auch eine Ursache dafür, dass der Mann seine Absicht verwirklichen konnte, denn nur durch seine Anwesenheit auf dem Markt hat er seinen Gläubiger treffen können. Nichtsdestotrotz betont Aristoteles, dass die Absicht nur nebenbei verwirklicht ist, d. h. zufällig oder durch glückliche Fügung. Der Gang zum Markt war keine Handlung, um dem Gläubiger das Geld zurückzugeben, sondern um Fisch zu kaufen.

Es gibt demnach „tätige“ und „untätige“ Absichten. Das Vorhandensein der untätigen Absicht dient dazu, Handlungen im Gegensatz zu bloßen Vorkommnissen als Handlungen auszuzeichnen und zu erklären. Handlungen sind Verhaltensweisen des Menschen (und

⁸⁸ In der einschlägigen Literatur ist es umstritten, ob das Zusammenspiel von Annahmen und Absichten bereits als Ursache des Handelns bezeichnet werden kann. Welche Rolle spielen etwa Wille und Willenskraft.

möglicherweise anderer Wesen), die durch Angabe von Absichten allein bereits angemessen erklärt sind. In der Introspektion sind Handlungen von der handlungsbegleitenden Absicht unterlegt, die uns eine Empfindung für das Handeln vermittelt. Die „untätigen“ Absichten können im Gegensatz dazu zwar in Beschreibungen gewisser mentaler Zustände erscheinen, etwa als Sehnsucht oder Wunsch, haben aber zur Erklärung des Gesamtzustandes der Welt durch Handlungen nichts beizutragen, sogar nicht in dem Fall, wenn durch bestimmte eintretende Ereignisse ein Zustand in der Welt dem vorgestellten Objekt der untätigen Absicht (Z_1) zufälligerweise entsprechen sollte. Innerhalb des kausalen Denkens existiert keine vergleichbare Dichotomie aus zwei Arten von Ursachen. Das Konzept einer untätigen Ursache ist in sich widersprüchlich, weil reale Ursachen immer „Ursachen von etwas Wirklichem“ sind, während das Vorliegen bestimmter Absichten in unserem Alltagsleben noch lange nicht eine reale Handlung erzwingt. Wir können also zwischen Fällen unterscheiden, in denen Absichten verwirklicht werden, indem eine Handlung durchgeführt wird, gerade um die Absicht zu verwirklichen und Fällen, in denen die Absicht zufälligerweise verwirklicht wird. Der Unterschied zwischen beiden Fällen ist uns im Alltagsverständnis über handelnde Personen einfach einzusehen. Nach Searle (1991, S. 113-122) ist das Vorhandensein einer entsprechenden Handlungsabsicht der entscheidende Unterschied. Nichtsdestotrotz ist es schwierig, das Verhältnis zwischen einer Handlung und der Absicht zu analysieren, um derentwillen sie durchgeführt wird. Bereits Aristoteles (1995a) formulierte zu diesem Zweck in der Nikomachischen Ethik mit Wunsch und Überlegung zwei Elemente, die gemeinsam Handeln verursachen können:

Prinzip des Handelns im Sinne des bewegenden, nicht des Zweckprinzips, ist die Willenswahl und das der Willenswahl das Begehren und der Begriff oder die Vorstellung des Zweckes (Aristoteles, 1995a, Buch VI, Kapitel 2, S. 132).

Eine erste Version dieses Gedankens im 20. Jahrhundert stammt von Ducasse (1926). Besonders prominent in dieser Debatte ist allerdings Davidson (1963/2010), dessen klassischer Artikel „*Actions, Reasons and Causes*“ die Position des sogenannten Kausalismus vorgestellt hat: Wir können, so argumentieren die Kausalisten im Anschluss an Davidson, eine Handlung als Wirkung von zwei gemeinsam wirkenden mentalen Ursachen begreifen: Zunächst bedarf es einer Absicht, oft als Wunsch (*desire*) bei Ducasse (1926) oder als Pro-Einstellung (*pro-attitude*) bei Davidson (1963/2010) bezeichnet. Hinzu treten außerdem bestimmte Annahmen über die Welt, die bei Ducasse (1926) als *pro-attitude* und als *beliefs* bei Davidson (1963/2010) bezeichnet werden. Wilson fasst dieses einfache Modell zusammen:

Wenn eine Akteurin aufgrund einer bestimmten Pro-Einstellung und instrumentelle Überzeugung gehandelt hat, dann haben die Pro-Einstellungen und die Überzeugung verursacht, dass sie handelt (G. M. Wilson, 1997/2010, S. 112-113).

Diese Ansicht scheint zunächst dem gesunden Menschenverstand zu entsprechen: Wenn wir nicht Epiphänomenisten⁸⁹ werden wollen, müssen wir eingestehen, dass es doch die Absicht war, den Arm zu heben, die das Heben meines Armes verursacht hat. Gibt es also keinen prinzipiellen Unterschied zwischen Ursache-Wirkungs- und Zweck-Mittel-Relationen, sondern nur die Unterscheidung zwischen verschiedenen Formen des Ursache-Wirkungs-Verhältnisses? Es gibt gewichtige Argumente, dass der Kausalismus nicht alles ist, was es für das Zustandekommen von Handlungen durch Absichten und Annahmen zu benennen gibt. Anhand der abweichenden Kausalketten möchte ich zeigen, dass wir es bei den Ursachen durch Absichten mit einer völlig anderen Art von Kausalität zu tun haben als bei den Ursachen, wie sie uns in der physikalischen Welt begegnen.

Dieses Problem stellt sich in bestimmten Sonderfällen. Stellen wir uns vor, eine Absicht wurde verwirklicht, die durch eine einschlägige Kausalkette initiiert wurde. Diese Kausalkette war jedoch von demjenigen, der die Absicht hegte, überhaupt nicht als Mittel für diesen Zweck in Gang gesetzt worden, sondern versehentlich.

Stellen wir uns vor, ein Schauspieler macht eine Aufnahmeprüfung an einer renommierten Schauspielschule absolvieren. Seine Aufgabe ist es, einen ängstlichen Charakter darstellen. Nun setzt er sich dadurch selbst derartig unter Druck, dass er wirklich ängstlich wird. Er kann seine wirkliche Ängstlichkeit nicht verbergen und erscheint gerade dadurch in seiner Darstellung glaubwürdig.⁹⁰ Wir können davon ausgehen, dass die Absicht, eine überzeugende Darstellung zu bieten, die überzeugende Darstellung verursacht hat. Zweifellos ist der Fall jedoch anders gelagert, als wenn der Kandidat „mit Absicht“ einen Ängstlichen gespielt hätte. Stattdessen scheint dieser Fall eher der nebenbei eintreffenden Ursache zu ähneln, als Aristoteles einen Mann zufällig seinen Gläubiger auf dem Marktplatz traf. Was unterscheidet jedoch die Handlung, die um einer Absicht willen geschieht, von den nebenbei eintretenden Ereignissen, wenn sich das Zusammenspiel von Absicht und Annahme als unzureichend erwiesen hat? „Vorsätzlich“ oder „willentlich“ wären passende Alltagsbegriffe, um beide Fälle zu unterscheiden. Die Einführung dieser Begriffe klärt an sich nichts, sondern deutet lediglich auf die Unvollständigkeit des Kausalismus hin. Diese und ähnliche Argumente haben zeitgenössische Autoren, etwa Sehon (1997/2010), dazu veranlasst, das ganze Projekt der Analyse von Absichten und Handlungen in Form von Ursachen und Wirkungen für verfehlt zu erklären. Teleologisches Denken ist eben nicht ein Denken innerhalb der Ursache-Wirkungs-Relation. Davidson (1973/1990) räumte später ein, dass sein Modell das Problem der abweichenden Kausalketten nicht angemessen einfangen könne und wir nicht mehr tun

89 T. Huxley (1893) vertrat als Erster die Ansicht, die inneren geistigen Zustände eines Tieres oder Menschen mögen zwar real sein, ihr Einfluss auf den Ablauf physischer Geschehnisse sei jedoch illusorisch. Sie sind vom Weltgeschehen isolierte Nebenprodukte der Hirntätigkeit, sogenannte Epiphänomene.

90 In der Literatur werden mehrere Beispiele für „unbeabsichtigte Folgen von Absichten“ konstruiert, etwa von Chrisholm (1966) und Davidson (1990, S. 121f). Es reicht nicht aus, eine Handlung als „von einer Absicht (irgendwie) verursachtes Geschehnis“ zu charakterisieren. Stattdessen muss die Absicht dieses Geschehen „auf die richtige Art und Weise“ verursachen (Searle (1991, S. 108f).

könnten, als einzuräumen, dass es eine richtige Art der Verursachung gibt und weitere nicht absichtliche, die hier jedoch nicht gemeint sind.

Der springende Punkt ist, dass nicht jeder beliebige kausale Zusammenhang zwischen rationalisierenden [die Handlung verständlich machenden] Einstellungen und gewollter Wirkung genügt, um zu gewährleisten, dass die Herbeiführung der gewünschten Wirkung absichtlich war. Die Kausalkette muss auch in der richtigen Weise verlaufen. [...] Überzeugungen und Wünsche, die eine Handlung rationalisieren würden, falls sie sie in der richtigen Weise verursachten – nämlich entsprechend einem Verlauf des praktischen Schließens, wie wir versuchsweise sagen könnten –, können sie auch in anderer Weise bewirken. Und wenn es sich so verhält, ist die Handlung nicht mit der Absicht vollzogen worden, die wir von den Einstellungen, durch die sie bewirkt worden, ist, hätten ablesen können. Ich halte es für aussichtslos, im Einzelnen angeben zu wollen, in welcher Weise Handlungen durch Einstellungen bewirkt werden müssen, damit die Handlung durch sie rationalisiert wird. (Davidson, 1973/1990, S. 120-121)

Eine Absicht kann eine Ursache für bestimmte Wirkungen sein, von denen aber nur einige Handlungen zur Verwirklichung dieser Absicht sind, andere hingegen nicht. Eine Absicht kann auch verwirklicht werden, indem eine Ursache ohne Mitwirkung des Zwecks eintritt, die ihn nebenbei verwirklicht. Solche nebenbei eintretenden Ursachen werden mitunter auch durch den Zweck selbst hervorgebracht, dann aber ohne Vorsatz. Dies möchte ich die **Diskriminierbarkeit** von teleologischen gegenüber nicht teleologischen Effekten – den bloßen Nebeneffekten – von bestimmten Absichten usw. nennen.

Searle bindet Handeln an einen bestimmten mentalen Zustand, die handlungsbegleitende Absicht (*intention in action*). Ich habe das Gefühl, meine Schritte zu lenken und dieses Gefühl legitimiert die Rede von absichtsvollem Handeln im Unterschied zu bloß zufällig eintretenden Ereignissen, die möglicherweise meinen Absichten entgegenkommen. Wir unterstellen anderen Wesen ein vergleichbares Empfinden, indem wir ihnen bestimmte Handlungen zugestehen.

4.1.6 Physikalisches Denken und teleologisches Denken in direkter Gegenüberstellung

Ich möchte nun beide Denkrichtungen direkt gegenüberstellen. Normsetzung, multiple Realisierbarkeit von Zwecken durch unterschiedliche Mittel und die Unterscheidbarkeit von absichtsvollen Handlungen gegenüber bloßen Geschehnissen sind Kennzeichen des teleologischen Erlebens und der teleologischen Zuschreibung für andere Menschen. Diese drei Merkmale und das grundlegende Phänomen der Intentionalität werden zusammenfassend dem Denken über physische Dinge gegenübergestellt.

Kennzeichen der Normsetzung: Wir entwickeln in unserer Eigenwahrnehmung Absichten, die unserem Handeln bestimmte Ziele verleihen und mit denen Erfolg oder Misserfolg bewertet

werden können. Diese Fähigkeit schreiben wir auch anderen Menschen und bisweilen gewissen Tierarten zu. Dieses Innenleben gestehen wir den Prozessen der unbelebten Natur jedoch nicht zu. Dieser Gegensatz ist wohl typisch für das Weltverständnis des modernen Menschen. Die Naturphilosophen bis in die Scholastik hinein hatten ein Naturverständnis, das Ziele selbstverständlich in der belebten Natur und sogar im unbelebten Naturgeschehen identifizierte. Diese Intuitionen teilen wir jedoch nicht mehr: Für uns erscheint die Frage widersinnig, ob ein Vulkan, wenn er ausbricht, oder eine Wolke, wenn sie regnet, erfolgreich war in dem, was sie tat. Unser Naturverständnis ist frei von solchen Normen.

Das **Kennzeichen der multiplen Realisierbarkeit** versteht sich als Gegensatz zum physikalischen Denken: Physische Prozesse laufen anhand von bestimmten Regelmäßigkeiten ab, die sich mathematisch beschreiben lassen. Keine dieser Regelmäßigkeiten beinhaltet aber die Abwandlung des Prozesses, um bei veränderten Bedingungen ein bestimmtes Ergebnis zu erreichen. Davon bleibt die Zuschreibung von Plastizität in der unbelebten Natur unberührt. Wir erleben uns als Wesen, die aufgrund von rationalen Überlegungen unterschiedliche Pfade für das Erreichen unserer Ziele auswählen können und diese gegebenenfalls auch anpassen oder wechseln. Eine solche Fähigkeit sprechen wir den physischen Prozessen jedoch nicht zu, schon deshalb nicht, weil sie keine Absichten haben.

Das **Kennzeichen der Diskriminierbarkeit** von absichtsvollen Handlungen gegenüber nebenbei eintretenden Ursachen ist ebenfalls ein Merkmal des teleologischen Erlebens, das wir auf physische Prozesse nicht anwenden. Indem wir uns selbst als Akteure erleben, scheint unser Verhalten intrinsisch determiniert zu sein. Wenn unsere Absichten durch externe Ursachen erreicht werden würden, so würden sich die untätigen Absichten von den tätigen Absichten unterscheiden, die unsere erfolgreichen Handlungen bewirken. Im Falle physischer Prozesse ist diese Unterscheidung nicht mehr anwendbar. Auf physische Gegenstände wirken nur Kräfte, Felder etc. von außen ein, während dem Gegenstand selbst keine inneren Antriebe zugeschrieben werden. Bei Millikans berühmten Öltröpfchen-Versuch zur Bestimmung der Elementarladung (R. A. Millikan, 1911, 1913) schwebt das Tröpfchen scheinbar in der Luft. Dieser Schwebezustand ist nicht mehr als das Ergebnis zweier, gleichzeitig von außen einwirkender, Kräfte, die in eine entgegengesetzte Richtung wirken: die Erdanziehungskraft und die elektrostatische Anziehungskraft. Eine eigenständige Bewegung, die unabhängig von diesen Kräften einsetzt, wird dem Tröpfchen nicht zugestanden. Kurzum, in der physischen Welt der unbelebten Natur existieren nach unserer Alltags-Physik nur „nebenbei eintretende“, d. h. externe Ursachen.

Das **Kennzeichen der Intentionalität** ist die Bedingung für die Möglichkeit von teleologischem Denken überhaupt. Der Grund ist, dass dieses Kennzeichen im Alltag nicht gegenwärtig oder vielmehr allgegenwärtig ist und daher unsichtbar bleibt. Dieses Merkmal bildet einen Gegensatz zu allgemeinen Wirkprinzipien. Diese Wirkprinzipien, wie wir sie in Bezug auf die physische Welt annehmen, verfügen nicht über die Intentionalität, d. h. die Bezugnahme auf einen bestimmten Gegenstand. Wenn ich einen Stein aufgrund einer Absicht bewege, dann kann ich diese Handlung nur vornehmen, wenn der Stein ein Inhalt meines Denkens ist. Ausgedrückt in einer kausalen Sprache ist es der einzelne Stein selbst, vermittelt über meine Wahrnehmung und meine Vorstellungen, der seine Bewegung mitverursacht. Wenn wir

hingegen von allgemeinen Wirkprinzipien ausgehen, die dem Stein inhärent sind, scheint dieser Fall nicht gegeben zu sein. Die Erdanziehungskraft benötigt keine Vorstellung über den speziellen Stein, sondern sie wirkt schlichtweg auf Steine und auf alle Gegenstände, die bestimmte Eigenschaften erfüllen. Wenn wir also davon ausgehen, etwas vollziehe sich aufgrund von physischen Prozessen, dann vermuten wir keine inhaltliche Einbeziehung des affizierten Gegenstands in den Prozess. Es geht der Erdanziehungskraft nicht um den Stein, wenn dieser vom Berghang herabfällt.

4.2 Physikalische und teleologische Erklärungen

Bisher sind die Unterschiede zwischen physikalischem Denken und innerem teleologischem Erleben analysiert worden. Im Mittelpunkt steht dabei das teleologische Empfinden, das beim Denken über die physische Welt nicht besteht. Es erscheint daher fraglich, ob sich Aussagen über das teleologische Empfinden uneingeschränkt in Aussagen über physische Abläufe transformieren lassen.

In der Biologie als Naturwissenschaft sind Erklärungen zu erwarten, die auf unsere Vorstellungen der physischen Natur beruhen. Die Präsenz von teleologischen Metaphern wirft jedoch die Frage auf, inwieweit teleologische Elemente ein Teil des biologischen Erklärens sind. Daher halte ich es für sinnvoll, das Augenmerk auf die Unterschiede zu legen, die zwischen Erklärungen bestehen, die wir in Bezug auf die physische Welt treffen, und auf Unterschiede, für die wir Absichten und Zwecke zugrunde legen. Wenn sich beide Erklärungsarten als gleichartig erweisen, wird die Frage nach der teleologischen Seite der Biologie weniger relevant. Wenn sie sich aber als fundamental andersartig zeigen, dann bekommt die Frage nach ihrer Präsenz in der Biologie ein zusätzliches Gewicht.

Es ist demzufolge eine Frage von sachlicher Relevanz, ob teleologische Elemente in biologischen Erklärungen vorhanden sind. Eine Identifizierung teleologischer Erklärungen in der Biologie würde auf Unterschiede im sprachlichen Stil im Vergleich zur Physik hindeuten. Es wäre eine Wissenschaft eigener Art, deren Fragestellungen inkommensurabel wären zu Fragestellungen nur vermeintlich benachbarter Naturwissenschaften wie der Physik oder Chemie. Inwieweit sind also genuin teleologische Erklärungen ein Teil der Biologie? In den folgenden Abschnitten geht es jedoch zunächst darum, die Relevanz dieser Frage zu beleuchten. Was also unterscheidet kausale Erklärungen, die auf physische Verursachung abzielen, von Erklärungen, bei denen Absichten als Ursachen auftreten?

4.2.1 Was sind teleologische Erklärungen?

Indem wir Erklärungen geben, zeichnen wir in der Regel physische Abläufe in der Welt nach. In anderen Fällen hingegen verweisen wir auf teleologisch beschreibbare geistige Vorgänge in anderen Personen, um Sachverhalte das Verhalten dieser Personen zu erklären. Dabei sprechen wir in beiden Fällen um Ursachen von gewisser Art. Es erscheint zunächst unverfänglich und natürlich festzustellen, die eigene Absicht, eine Handlung auszuführen, habe diese Handlung gewissermaßen verursacht. Abseits von revisionistischen Theorien über den menschlichen Geist sind Absichten und die Überlegungen zu den Mitteln also im gewissen Sinne Ursachen und können in kausalen Erklärungen zum Tragen kommen. Beide Arten von

kausalen Erklärungen stehen nichtsdestoweniger in einem nicht ohne Weiteres zu durchschauenden Konkurrenzverhältnis zueinander. Insbesondere scheint es ausgeschlossen zu sein, beide Arten von Kausalität gleichzeitig gelten zu lassen. Diese Unvereinbarkeit möchte ich anhand eines Beispiels verdeutlichen:

Nehmen wir an, Frau Prof. Müller sitzt im Auditorium eines Vortragssaals, während ihr junger Kollege Schulze einen Vortrag zu Müllers Fachgebiet hält. Ausgerechnet an einer komplizierten Stelle räuspert sich Prof. Müller auffällig. Der Vortragende Schulze fragt sich nervös, warum Prof. Müller sich während seiner Rede genau an diesem diffizilen Punkt geräuspert hat. Es könnte sein, dass Prof. Müller schlichtweg einen Frosch im Hals hatte und sich deshalb unwillkürlich geräuspert hat. Der Frosch im Hals hat also das Räuspern kausal verursacht. Diese Erklärung erscheint plausibel. Der Vortragende Schulze könnte jedoch besorgt sein, dass Müller mit ihrem Räuspern möglicherweise auf einen peinlichen Fehler in Schulzens Vortrag hinweisen wollte. In diesem Fall können wir in Prof. Müllers Räuspern die Absicht erkennen, Schulzes Aufmerksamkeit zu erregen, um ihn auf einen sachlichen Fehler hinzuweisen, den er dann noch schnell korrigieren könnte. Warum hat sich Frau Prof. Müller nun wirklich geräuspert, mit einer bestimmten Absicht oder verursacht durch etwas rein Körperliches? Diese Frage ist sicherlich wichtig für Schulze am Rednerpult und es würde ihn ohne Zweifel beruhigen, wenn er im Moment, wo Müller sich räusperte, die Antwort wüsste, welche der beiden möglichen Erklärungen zuträfe.

Mit diesem Beispiel möchte ich zeigen, dass Erklärungen durch die Beschreibung von physiologischen Abläufen und Erklärungen durch den Verweis auf das absichtsvolle Denken anderer Personen – wie das Denken von Frau Prof. Müller – häufig miteinander konkurrieren. Es wäre zum Beispiel nicht möglich, dass beide Erklärungen für das Räuspern von Prof. Müller gleichzeitig zutreffend sein könnten.

Dennoch könnte Prof. Müller im Nachhinein folgende Rechtfertigung für ihr Räuspern liefern: „Ich habe mich geräuspert, weil ich Sie, lieber Herr Müller, auf einen Fehler aufmerksam machen wollte. Aber im Übrigen hatte ich auch einen Frosch im Hals und konnte deshalb gar nicht anders.“

Diese Erklärungsschimäre könnten wir nicht ernst nehmen und es scheint uns entweder nur die eine oder nur die andere Aussage plausibel. In solchen Fällen sprechen wir von einer Überdeterminiertheit eines Sachverhalts, da zwei Erklärungen miteinander konkurrieren. Sollten wir in der Lage sein, teleologische Erklärungen als Variante von physikalischen Erklärungen aufzufassen, dann würde dieses Problem sich so nicht mehr stellen. Wir sind schließlich häufig bereit anzuerkennen, dass bestimmte physische Wirkungen durch zwei Ereignisse gleichzeitig verursacht wurden, von denen auch eines schon ausgereicht hätte. Eine Überdeterminiertheit ist in solchen Fällen intuitiv akzeptabel. Zum Beispiel könnte jemand zwei Schmerzmittel gleichzeitig nehmen. Es ist naheliegend, dass beide gemeinsam die schmerzstillende Wirkung entfalten, auch wenn ein Schmerzmittel bereits für die beabsichtigte Wirkung ausgereicht hätte. Für die Erklärungen anhand des teleologischen Denkens untereinander ist das nicht anders: Wir können uns vorstellen, dass jemand einen Kaffee trinkt, weil ihm der Kaffee schmeckt und weil er es zugleich auf die stimulierende Wirkung des Kaffees abgesehen hat. Die eine Eigenschaft schließt die andere keinesfalls aus.

Während also die gleichzeitige Gültigkeit von mehreren physikalischen oder mehreren teleologischen Erklärungen kein grundsätzliches Kategorienproblem hervorbringen, sind physikalische und teleologische Erklärungen miteinander unvereinbar. Wir können intuitiv nicht beide Erklärungsweisen gleichzeitig gelten lassen. Offenbar unterscheiden sich beide Erklärungsweisen grundlegend, wie sich auch ihre Inhalte grundlegend unterscheiden: Die eine Erklärung beinhaltet eine Zweck-Mittel-Relation und die andere eine Ursache-Wirkungs-Relation. Die beiden Erklärungsweisen sind von Diskriminierbarkeit gekennzeichnet: Das teleologische Denken macht einen klaren Unterschied zwischen Handlungen, die sich aufgrund von Absichten vollziehen, und Ereignissen, bei denen Absichten möglicherweise „nur Ursache“ im nebenbei eintretenden Sinne sind. Dieser Zusammenhang lässt sich anhand des oben angeführten Beispiels belegen.

Es könnte sein, dass Prof. Müller sich tatsächlich räuspern musste, aber dann dachte, dass es gar nicht verkehrt sei, wenn Schulze ihr unwillkürliches Räuspern als Hinweis auf einen Fehler auffassen würde. Nehmen wir an, sie hatte vor dem Räuspern bereits die Absicht, Schulze irgendwie auf seinen Fehler hinzuweisen, aber nicht wusste, wie sie das anstellen sollte. Diese Ratlosigkeit machte sie nervös. In diesem Zustand muss sie sich unwillkürlich räuspern.

In diesem Fall würden wir aber dennoch feststellen, dass Prof. Müller sich unwillkürlich räuspern musste, und nicht etwa, dass ihr Räuspern eine Handlung war, um Schulze auf den Fehler hinzuweisen. Wenn Schulze denkt, Prof. Müller habe sich geräuspert, um ihn auf einen Fehler hinzuweisen, dann handelt es sich schlicht um einen Irrtum. Daran ändert sich auch nichts, wenn Schulze aufgrund dieses Irrtums den Fehler in seinem Vortrag entdeckt hätte und damit die Absicht von Prof. Müller verwirklicht würde, dass Schulze seinen Fehler bemerken sollte. Es ist nicht einmal wichtig, dass die Absicht von Prof. Müller, Schulze zu helfen, ihr Räuspern kausal verursacht hat. Die teleologische Erklärung ist in beiden Fällen unzutreffend. Diese scharfe Diskriminierbarkeit von teleologischen Erklärungen gegenüber physikalischen Erklärungen liegt in der Diskriminierbarkeit von Handlungen gegenüber kausal verursachten Handlungen begründet. Dieses Kriterium muss die beiden Erklärungsarten scharf trennen. Der Fall, bei dem Prof. Müllers Absicht, Schulze solle seinen Fehler entdecken, (nur!) verursacht, dass Schulze seinen Fehler entdeckt, ist nichts anderes als eine Variante der bereits besprochenen Beispiele, die gegen Davidsons Kausalismus angeführt wurden (vgl. Abschnitt 4.3.8).⁹¹

⁹¹ Wie fundamental ist diese *prima facie*-Unterscheidung zwischen menschlichen Handlungen und physischen Vorgängen wirklich und damit zwischen den beiden dazugehörigen Erklärungsweisen menschlichen Verhaltens? Einen Weg zur Konvergenz beider Erklärungsarten verspricht die These, nach der teleologische Erklärungen, allem Anschein nach, dennoch physikalische Erklärungen von besonderer Art sind. Es sind nämlich Erklärungen, die bestimmte, physisch im Gehirn realisierte Handlungsdispositionen im Gegenüber unterstellen. Eine zukünftige Neurobiologie wäre im Stande, diese Dispositionen, die bisher in Form von hemdsärmeligen Erklärungen der Alltagspsychologie (*folk psychology*) gesehen wurden, durch präzise physiologische und damit physikalische Erklärungen über Nervenzellen und Synapsen zu ersetzen. Diese Ansicht geht Dennett (1989) zurück, der die alltäglichen teleologischen Erklärungen als Anwendungen eines *intentional stance* bezeichnet, also einer praktischen, aber zumindest metaphysisch verzichtbaren Betrachtungsweise von Menschen als denkenden Wesen. An dieser Stelle macht es jedoch noch keinen Unterschied, ob wir teleologische Erklärungen betrachten, damit eine metaphysische Sonderstellung der Handlungen gegenüber den sonstigen Ereignissen der Welt einräumen oder nur einen pragmatischen *intentional stance* im Umgang mit anderen Menschen anwenden. Es sei darauf hingewiesen, dass jede revisionistische Theorie, die teleologisches Denken auf bestimmte kausale

Ich möchte drei Merkmale von Erklärungen aufführen, die sich auf das teleologische Denken beziehen am Beispiel einer teleologischen Erklärung von Prof. Müllers Räuspern darstellen:

„Frau Prof. Müller hatte die Absicht, dass Schulze seinen Fehler bemerkt, und sie räusperte sich, weil sie ihn durch ihr Räuspern auf den Fehler aufmerksam machen wollte.“

(1) Die **Nennung** einer vorausgehenden Absicht des Handelnden ist normsetzend. Die Absicht von Prof. Müller ist, dass Schulze seinen Fehler bemerkt.

(2) Die **Interpretation** des beobachteten Sachverhalts – insbesondere des Verhaltens einer Person – ist die Instanzierung eines bestimmten Handlungstypen, also eines Geschehens, das durch eine vorausgehende Absicht und mit einer handlungsbegleitenden Absicht stattfindet und definiert wird. Dieser Handlungstyp kann auf multiple und physisch höchst unterschiedliche Weise realisiert sein. *„Aufmerksam machen auf...“* ist eine bestimmte Art Handlungsart, die durch ganz verschiedene physische Sachverhalte realisiert sein kann. Es handelt sich bei Erklärungen, die diesen Handlungstyp nennen, um Interpretation des beobachteten physikalischen Sachverhaltes, nämlich des Räusperns. Je nach Situation können auch verbale Rufe, Armwinken, Morsesignale oder Whatsapp-Botschaften Erscheinungsformen des teleologischen Typus *„Aufmerksam machen auf...“* sein.

(3) Durch den **Verzicht** auf die Nennung von physikalischer Verursachung werden teleologische Erklärungen von Erklärungen physischer Geschehnisse abgegrenzt. Der Verzicht auf eine physikalische Erklärung ist im Gebrauch des Wortes *„weil“* enthalten. *„Weil“* kennzeichnet eine teleologische Erklärung, also eine Erklärung durch eine handlungsbegleitende Absicht, die ihr Verhalten überhaupt erst zu einer Handlung adelt (weil sie wollte, dass...).

Ich habe dargelegt, wie sich beide Erklärungsarten inhaltlich voneinander abgrenzen lassen. Im Anschluss untersuche ich, in welcher Weise wir das in uns angelegte teleologische Denken in unseren Beschreibungen bzw. Erklärungen über die Welt nutzen. Das Vorhandensein von teleologischem Denken in einem strengen Sinn ist nicht beobachtbar, und zwar nicht nur in fragwürdigen Grenzfällen in der belebten Natur, sondern gerade auch in den paradigmatischen Fällen, nämlich bei menschlichen Verhaltensweisen. Stattdessen gibt es für die Erklärung von Sachverhalten stets zwei Alternativen: die Erklärung über das Vorhandensein von Absichten im Gegenüber oder über physische Verursachung. Doch jede dieser beiden Alternativen impliziert den Anspruch auf ausschließliche Gültigkeit. Indem wir ein Geschehnis als physisch determiniert beschreiben, negieren wir implizit die Hervorbringung durch irgendwelche Absichten und umgekehrt.

Abläufe im Gehirn reduzieren möchte, erklären muss, warum die einen physikalischen Erklärungen (über Hirnzustände) uns in der Alltagspsychologie unvereinbar mit anderen physikalischen Erklärungen erscheinen, wenn doch kein metaphysischer Unterschied zwischen ihnen besteht. Vielleicht gibt es eine solche (ebenfalls physikalische) Erklärung unseres Widerwillens.

4.2.2 Die empirische Operationalisierung des teleologischen Denkens

Es menschlichem Verhalten und von Vorgängen in der Natur durch teleologisches Denken ist ein alltäglich. Nichtsdestotrotz entzieht sich das Vorhandensein von Absichten und von rationalem Zweckdenken der Beobachtung. Es lässt sich nur aufgrund von wahrnehmbaren Indizien erschließen.⁹² Dazu zählen bestimmte Reaktionen wie Selbstauskünften, die teleologisch interpretiert werden. Dadurch unterscheidet sich teleologisches Denken nicht von anderen mentalen Zuständen, die uns ebenfalls nur im Sinne des subjektiven Erlebens, nicht jedoch als objektive Beobachtung zugänglich sind, etwa das Schmerzempfinden einer anderen Person.

In der Psychologie wurde diese Unzugänglichkeit mentaler Zustände bereits früh erkannt und von den Vertretern des Behaviorismus konsequent zum methodologischen Leitbild erhoben (siehe Abschnitt 3.9). Aber alle philosophischen und psychologischen Argumente änderten nichts an der Tatsache, dass es uns nicht schwerfällt, teleologisches Denken zu konstatieren, und wir mit diesem Schluss auf teleologisches Denken erfolgreich agieren können. Die zurückgenommene Haltung der Behavioristen ist in der Tat nicht selbstverständlich, und zwar weder nach unserem Alltagsverständnis noch in der wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit Teleologie. Wir können uns etwa einen Polizeiwagen vorstellen, der das Fluchtauto von Bankräubern jagt. Jede Kurve, die der Fluchtwagen macht, macht auch der Verfolger und eventuell werden beide Fahrer versuchen, Abkürzungen zu nehmen, um etwa die Stadt zu verlassen oder den Tätern den Weg abzuschneiden. Niemand würde dieses Verhalten der beiden als nicht teleologisch deuten, wir sehen doch buchstäblich, dass beide bestimmte Ziele verfolgen: Die Polizisten beabsichtigt, die Täter zu fassen, die wiederum die Polizei abschütteln möchten. Die Forderung der Behavioristen, sich aller Verweise auf Absichten und Überlegungen zu enthalten, und zwar allen Intuitionen zum Trotz ähnelt der klassischen Leugnung von Hume (1739/2003), Ursache-Wirkungs-Verknüpfungen in der Welt als empirisch erschließbar anzuerkennen: Ebenso wenig wie Kausalität als solche nicht beobachtbar ist, sondern nur eine Korrelation zwischen zwei Ereignissen, so scheint bei der Teleologie lediglich eine Korrelation zwischen Umweltbedingungen und den folgenden Reaktionen erkennbar zu sein. Die Behavioristen mussten also darlegen, von welcher Art diese Korrelation sein mag, ohne dabei eine mentalistische Sprache zu verwenden.

Als Kriterium verwendeten sie Plastizität, d. h. Anpassungsfähigkeit des Verhaltens. Ein Verhalten ist zielgerichtet, falls es die Eigenschaft der Plastizität aufweist. Erkennbar wird Plastizität, wenn ein Objekt (gleichgültig ob ein Tier, eine Zielsuchrakete, eine Person usw.) ausgehend von unterschiedlichen Ausgangspunkten und unterschiedlichen Umweltbedingungen unterschiedliche Verhaltensweisen an den Tag legt, um schließlich zu einem gleichartigen Endzustand zu gelangen. Das Verhalten des Objekts wird innerhalb bestimmter Grenzen so angepasst, dass das Ziel trotz unterschiedlicher Randbedingungen erreicht wird. Dieser Endzustand ist der Zielzustand des plastischen Verhaltens. Woodfield

⁹² Vergessen wir nicht, dass auch das Denken über physische Gegenstände nicht empirische Deutungen beinhaltet. Dies hatte bereits Hume in seiner klassischen Skepsis gegenüber der Sichtbarkeit von Kausalität beschrieben.

(1976) hat sich mit diesen Strategien auseinandergesetzt, Teleologie zu erkennen. Die vorliegende Argumentation folgt weitgehend seiner Kritik. Woodfield beschreibt alle Versuche, Teleologie allein durch Beobachtung zu erkennen und die Kriterien der Beobachtung als Kriterien für die Definition von Teleologie zu erheben, als externalistisch. Bewusst verzichten externalistische Konzeptionen darauf, geistige Zustände der jeweiligen Untersuchungsobjekte zu postulieren, insbesondere Absichten und Rationalität. Demgegenüber sind Konzeptionen internalistisch, die mentale Zustände irgendeiner Art zum Bestandteil ihrer Konzeptionen machen.⁹³ Die Externalisten, zu denen Woodfield insbesondere Braithwaite, Sommerhoff und Taylor zählt, teilen folgende Annahmen:

[...] that the hallmark of a goal-directed process is the constancy of the final state in the face of variations in the initial conditions and starting-points. This property is objective, and empirically testable (Woodfield, 1976).

Zweifellos ist die Anzahl der Gegenstände mit einem plastischen Verhalten weit größer als die Anzahl der Personen, denen wir innerhalb internalistischer Theorien bestimmte Absichten unterstellen. Es ist in den Augen ihrer Verfechter gerade die Tugend der externalistischen Theorien, dass sie eine als spekulativ empfundene Unterscheidung zwischen absichtsvollem und absichtslosem Verhalten nicht nötig haben.

Personen, die nach internalistischer Lesart aufgrund von Absichten handeln, sind sicherlich ein paradigmatischer Fall von Beobachtungsgegenständen, die für die Externalisten plastisches Verhalten zeigen sollten. Wenn das Kriterium der Plastizität also irgendwo erfolgreich anwendbar sein sollte, dann genau für die Fälle, bei denen wir intuitiv ein eindeutig teleologisches, absichtsvolles Handeln unterstellen. Falls aber das Kriterium der Plastizität nicht geeignet ist, zielgerichtetes Verhalten in diesen paradigmatischen Fällen zu deduzieren, dann ist es auch daran gescheitert, den viel weitläufigeren Kreis von zielgerichteten Artefakten oder primitiven Lebensformen treffend zu beschreiben.

Woodfield nennt eine ganze Reihe von Argumenten, die externalistische Konzeptionen von Teleologie zum Scheitern verurteilen. Bei Woodfield fehlt jedoch eine eigene Nomenklatur und ergänzende Beispiele einfügen. Zwei Problemkreise spielen hier eine Rolle: die Trivialisierung von Plastizität und die mangelnde Erklärung.

Die Trivialisierung von Plastizität droht den externalistischen Konzeptionen immer dann, wenn sich beliebige Fälle so umformulieren lassen, dass sie zu Beispielen von zielgerichtetem Verhalten tendieren. Auch physische Kausalprozesse können ausgehend von unterschiedlichen Anfangsbedingungen über mehrere Pfade zu einem identischen Endzustand gelangen. Ein paradigmatisches Beispiel dafür ist eine Kugel, die eine

⁹³ Zweifellos ist auch Hartmanns Grundkonzept aus Abschnitt 2.1.3 internalistisch, weil es sich auf das Bewusstsein des Subjekts und den mentalen Zustand Z_1 bezieht. Die von Hartmann postulierten Zustände fangen unsere internalistischen Alltagsintuitionen in Bezug auf die Teleologie ein. Gleichzeitig haben wir aber auch externalistische Alltagsintuitionen, die uns veranlassen, in vielen Fällen absichtsvolles Handeln und damit mentale Zustände zu unterstellen, auch wenn wir offensichtlich mentale Zustände bei anderen Personen nicht unmittelbar wahrnehmen können.

trichterförmige Öffnung hinabrollt (Woodfield, 1976, S. 43-46). Unabhängig davon, an welcher Stelle des Trichters die Kugel in den Trichter hinabrollt, am Ende wird sie immer in der Mitte zum Stehen kommen. Mayr (1988/1991a) nennt solche Prozesse teleomatisch, „*da der Endzustand solcher unbelebten Gegenstände automatisch erreicht wird*“ (Mayr, 1988/1991a, S. 60). Insbesondere wird die externalistische Konzeption von Zielgerichtetheit also trivial, wenn es nicht möglich ist, echte zielgerichtete Prozesse von teleomatischen Prozessen abzugrenzen. Einige physikalische Prozesse haben nicht nur einen fixen Endzustand, den wir – dem *common sense* nach zu Unrecht – als Ziel ansprechen könnten, sondern ihr Verlauf scheint durch sich erst später ergebende Sachverhalte vorherbestimmt. Dadurch entsteht der verblüffende Anschein einer vorhandenen Absicht und einer rationalen Wahl der Mittel zur Erreichung dieser Absicht.

Das bekannteste Beispiel dieser Art ist die Brechung von Licht in verschiedenen Medien anhand des Fermatschen Prinzips. Dieses Prinzip beschreibt das Phänomen, wonach Licht stets den Weg nimmt, der die kürzeste Zeit erfordert. Stellen wir uns vor, Licht strahlt von einer oben befindlichen Quelle auf den Boden eines mit Wasser gefüllten Glases zu einem Punkt B hin. Nun bewegt sich Licht in Luft allerdings etwas schneller als im Wasser, weil Luft die geringere optische Dichte hat. Wir kennen aus dem Alltag das Phänomen, wonach Licht bei Durchtritt durch eine Phasengrenze eine Brechung erfährt. Fermat stellte nun fest, dass Licht sich länger in dem Medium aufhält, in dem es sich schneller fortbewegen wird, und nur den geringeren Teil seines Weges im dichteren Medium macht. Der Unterschied der Weglängen wird umso drastischer, je größer der Unterschied zwischen den beiden optischen Dichten der durchlaufenden Medien ist. Richard Feynman hat dieses Prinzip in seinen einflussreichen „*lectures on physics*“ (Feynman, Leighton, & Sands, 1963/2013) veranschaulicht. Die Art der Illustration ist vielsagend für das von Woodfield aufgebrachte Problem der Trivialisierung von Teleologie durch die Externalisten:

To illustrate that the best thing to do is not just to go in a straight line, let us imagine that a beautiful girl has fallen out of a boat, and she is screaming for help in the water at point ^B. The line marked ^x is the shoreline. We are at point ^A on land, and we see the accident, and we can run and can also swim. But we can run faster than we can swim. What do we do? Do we go in a straight line? (Yes, no doubt!) However, by using a little more intelligence we would realize that it would be advantageous to travel a little greater distance on land in order to decrease the distance in the water, because we go so much slower in the water. (Following this line of reasoning out, we would say the right thing to do is to compute very carefully what should be done!) (Feynman et al., 1963/2013, Kap. 26-3).

Feynman stellt den Lesern eine Metapher zur Verfügung, wonach Licht sich so verhält, als habe es eine Absicht Z_1 , den Punkt B in der kürzesten Zeit zu erreichen und wende rationale Überlegungen an, um entsprechend des Prinzips der multiplen Realisierbarkeit den schnellsten Weg zu wählen. Feynman ist selbstverständlich nicht bereit, Lichtstrahlen ein

teleologisches Denken tatsächlich zu unterstellen. Ihm ist bewusst, dass sich eine merkwürdige Philosophie in die Physik einzuschleichen scheint, die der rein kausalen Naturbetrachtung widerspricht:

The following is another difficulty with the principle of least time, and one which people who do not like this kind of a theory could never stomach. With Snell's theory [der Beschreibung des Lichts während der Brechung] we can "understand" light. Light goes along, it sees a surface, it bends because it does something at the surface. The idea of causality, that it goes from one point to another, and another, and so on, is easy to understand. But the principle of least time is a completely different philosophical principle about the way nature works. Instead of saying it is a causal thing, that when we do one thing, something else happens, and so on, it says this: we set up the situation, and light decides which is the shortest time, or the extreme one, and chooses that path. But what does it do, how does it find out? Does it smell the nearby paths, and check them against each other? (Feynman et al., 1963/2013, Kap. 26-5)

Später gibt es auch eine andere, rein kausale Erklärung für das beschriebene Phänomen, die auf die wellenförmige Ausbreitung des Lichts abhebt: Das Licht bewegt sich nicht in einer distinkten Linie, sondern bereitet sich wellenförmig im gesamten Medium aus. Destruktive Interferenzen löschen allerdings die Wellen an anderen Stellen aus, sodass nur der laut dem Fermatschen Prinzip beschriebene Weg erhalten bleibt (*actually happens*) (Feynman et al., 1963/2013, Kap. 26-6).

Offensichtlich reicht es also nicht, das Verhalten eines bestimmten Objekts zu beobachten und hinreichend genau zu beschreiben, um teleologisches Denken festzustellen oder auszuschließen. Wir müssen zusätzlich weitere Annahmen hinzufügen und können zu einer plausibel erscheinenden Deutung gelangen. Niemals erreichen wir aber eine zwingende Schlussfolgerung durch die bloße Wiederholung der Beobachtung bei variierenden Parametern. Keine noch so große Testreihe könnte uns dazu zwingen, das Verhalten des Lichtes nicht teleologisch zu beschreiben. Eine teleologische Beschreibung hilft uns sogar, ganz intuitiv das „Licht zu verstehen“, auch wenn „unpragmatische Spielverderber“ einwenden, dass dieser Vorgang nicht „tatsächlich passiert“. Die Unterscheidung zwischen kausal determinierten, teleomatischen und echten zielgerichteten Entitäten würde zu einem Unterschied in der Beschreibungspragmatik trivialisiert. Zielgerichtete Objekte als besondere Arten von Entitäten auszuzeichnen, wie es auch die Externalisten möchten, wäre auf diese Weise nicht mehr möglich. Feynman, ein großer Kritiker der Metaphysik, muss selbst eine metaphysische rote Linie einziehen, die ihm die Physik nicht liefert.

Die weiteren Argumente sind allesamt Varianten des grundlegenden Problems der Trivialisierung. Es sind Beispiele, bei der die Trivialisierung von Plastizität uns immer dort begegnet, wo Zielgerichtetheit beliebig zu werden droht und unsere ausgeprägten Intuitionen ohne Not übergangen werden, nach denen es eindeutig teleologisch und eindeutig physisch determinierte Entitäten gibt.

Das Problem des verfehlten Ziels ergibt sich, weil es möglich sein muss, den zu erkennenden Zielzustand selbst wiederholt zu beobachten, indem anhand der Testreihen deutlich wird, dass die Aktivität des Handelnden in allen Einzeldurchläufen der Testreihe – innerhalb gewisser Grenzen zumindest – beim Eintreten eines gleichartigen Zustands endet. Aber wie kann dieser Ruhezustand als Zielzustand erkannt und von einem regelmäßig eintretenden Endzustand aufgrund eines immer wiederkehrenden Fehlschlags unterschieden werden? Woodfield (1976) greift ein Beispiel von L. Wright (1968) auf, wonach es das Ziel eines Fisches ist, sich mit impulsiven Bewegungen aus einem Netz zu befreien. Möglicherweise hat sich noch nie ein Fisch tatsächlich mithilfe dieser Bewegungen aus einem Netz befreien können, sondern jeder Fisch, der es bisher versuchte, hat sich nur noch mehr im Netz verfangen. Trotz dieser erfolglosen Versuche kann die Befreiung aus dem Netz als vordergründiges Ziel angesehen werden.

Das Problem des unklaren Ziels tritt auf, wenn wir auf Fälle treffen, in denen Plastizität, insbesondere kurz vor Erreichen des Zielzustands, immer geringer und schließlich ganz ausgeschaltet wird. In Fällen von nicht mehr gegebener Plastizität würden wir trotzdem bestimmte Ereignisse als Zielzustände festhalten wollen und andere nicht. Reine Beobachtungen berechtigen uns aber nicht zu dieser Unterscheidung. Woodfield greift auf ein Beispiel von Scheffler (1959) zurück, wonach eine Maus, die Käse fressen will, vorher den Käse berühren muss (Woodfield, 1976, S. 42). Jedes Mal, wenn sie den Käse frisst, berührt sie ihn auch. Wie können wir aus der Beobachtung heraus unterscheiden, ob das Verhalten der Maus darauf abzielt, den Käse zu fressen oder ihn zu berühren, und das Fressen sich nur als Nebeneffekt einstellt? Wenn sich ein Externalist für das Fressen entscheidet, dann hat sie bereits eine teleologische Vorannahme in die Beobachtung hineingetragen, wonach es ein mögliches Ziel von Mäusen ist, Käse zu fressen, nicht aber den Käse lediglich zu berühren. Wenn der Externalist aber bereits zu wissen glaubt, welches Ziel die Maus mit ihrem Verhalten verfolgt, stellt sich die Frage, woher hat sie dieses Wissen. Das Wissen stammt jedenfalls nicht aus der reinen Beobachtung des Verhaltens, sondern offensichtlich aus gewissen Vorannahmen des *common sense* über diejenigen Ziele, die Mäuse nun einmal verfolgen. Das Problem des unklaren Ziels ergibt sich aber nicht nur bei der diachronen Beobachtung eines Individuums während seines Verhaltens, sondern auch beim diachronen Vergleich mehrerer Durchgänge bei veränderten Umweltparametern: Zweifellos wird jeder Verhaltensforscher auf der Suche nach einem zielgerichteten Verhalten eine gewisse Großzügigkeit an den Tag legen, wenn es darum geht, die beobachteten einzelnen Endzustände eines Verhaltens während verschiedener Durchgänge als Instanziierungen des gleichen Typs zu identifizieren (Woodfield, 1976, S. 95). So wird er bei einer Maus „in Richtung des Käses schwimmen“ und „in Richtung des Käses laufen“ als typidentisch ansehen müssen, nämlich als Varianten von Annäherungsverhalten zum Ziel der Nahrungsaufnahme. Er hat bereits naheliegende Annahmen des *common sense* genutzt, nämlich die naheliegende Vermutung, dass das Verhalten der Maus das Fressen des Käses zum Ziel hat und verschiedene Endzustände, etwa „satte Maus mit nassem Fell“ und „satte Maus mit trockenem Fell“ als Instanziierung desselben Typs gilt. Diese Natürlichkeit wirkt haarspalterisch, überhaupt noch auf diese

Gleichheit des Typs hinzuweisen. Aber ein konsequenter Externalist müsste auf solche teleologischen Annahmen über Ziele von Mäusen tatsächlich verzichten.

Ähnliche Probleme ergeben sich, wenn ein Verhalten aufgrund eines bestimmten Ziels beginnt, aber anschließend aufgrund eines bestimmten anderen Ziels fortgeführt wird. In solchen, vielleicht nicht ganz alltäglichen Fällen würden wir nicht am Verhalten selbst erkennen können, dass eine Änderung des Ziels eingetreten ist. Wenn mehrere mögliche Ziele das Verhalten erklären können, könnten wir vom empirischen Standpunkt her nach Belieben ein Ziel auswählen. Diese Annahme widerspricht der Hoffnung des Externalismus, Ziele zu auf wissenschaftlichem Wege zu identifizieren, anstelle sie, wie den Internalisten vorgeworfen wurde, nur spekulativ zu postulieren.

Das Problem der fehlenden Alternativen ist ähnlich gelagert wie das Problem des unklaren Ziels. Auch in Fällen, wo nur eine Art von Verhalten möglich ist, sei es, weil alle alternativen Routen versperrt sind und weil das Verhaltensrepertoire des Objekts in der Situation so begrenzt ist, möchten wir in bestimmten Fällen von absichtsvollem Handeln sprechen (Woodfield, 1976, S. 98-101). Wenn wir uns jedoch ein Wesen vorstellen, das aus Prinzip niemals Plastizität zeigen kann, dann würden wir zugeben müssen, dass dieses Wesen nicht teleologisch organisiert sein kann. Der Grund besteht darin, dass ein solches Wesen keine rationale Wahl der Mittel betreiben kann. In der Praxis ist dies jedoch wenig hilfreich, weil wir ein externes Maß angeben müssten, um Plastizität auszuschließen.

Diese Kritikpunkte zeigen, dass die reine Beobachtung des Verhaltens nicht ausreicht, um intuitiv angenommene Unterscheidungen zwischen zielgerichtetem Verhalten, also Verhalten aufgrund des teleologischen Denkens, und kausal determiniertem Verhalten zu rechtfertigen. Ebenso wenig gelingt es, Ziele eindeutig auf empirischem Weg zu identifizieren. Woodfield zieht aus diesen Kritikpunkten folgende Erkenntnis:

Goal-directedness is not a simple observable property of the behaviour that occurs, but it is a property of that behaviour in virtue of a truth about hypothetical alternatives. [...] It is natural to suppose that there exists some additional property possessed by genuine teleological systems. But such a property is peculiarly elusive. (Woodfield, 1976, S. 91)

Plastizität ist kein beobachtbares Merkmal von Verhalten. Einerseits ist das Vorhandensein von Plastizität keine notwendige Bedingung für das Vorhandensein von teleologischem Denken. Wir können uns Beispiele ausmalen, in denen einer Person nur eine Handlungsoption möglich scheint, um eine gegebene Absicht zu verwirklichen. Die Person zeigt ein starres Verhalten und ist keineswegs plastisch. Es ist aber nicht klar, warum diese Einschränkung uns davon abhalten sollte, das Handeln dieser Person als absichtsvoll zu beurteilen. Plastizität ist auch keine hinreichende Bedingung für teleologisches Denken, denn viele Fälle, in denen Plastizität gegeben ist, sind möglicherweise einleuchtender als physische, teleomatische denn als teleologische Prozesse zu beurteilen. Plastizität unterstützt uns nicht darin, diese Entscheidung eindeutig zu fällen. Woodfield räumt ein, dass Plastizität zwar ein konkreter Hinweis für Zielgerichtetheit sein kann. Insofern steht den Biologen und Verhaltensforschern

jedes Recht zu, ein Verhalten unter diesem Gesichtspunkt zu untersuchen. Es wäre aber zu kurz gedacht, Plastizität des Verhaltens wäre ein Merkmal, das die Zielgerichtetheit definiert (Woodfield, 1976, S. 102).

Konstitutiv für die Zielgerichtetheit von Handlungen ist ein bestimmter mentaler Zustand, eine Absicht zu haben und aufgrund von Verstandesgründen bestimmte Handlungen auszuführen, um diese Absicht zu verwirklichen. Diese mentalen Zustände sind wie Woodfield zutreffend erkennt, sehr schwer zu greifen. Zum einen müssen wir Entitäten, denen wir ein teleologisches Denken zugestehen, von solchen unterschieden, bei denen wir das nicht tun. Selbst wenn wir einer Entität Absichten zugestehen, sehen wir uns immer noch der Schwierigkeit gegenüber, Kriterien zu definieren, um dieses absichtsvolle Handeln anhand von Absichten von bloß durch diese Absichten verursachten Effekten zu unterscheiden (siehe Abschnitt 4.1.5). Ziele von Verhaltensweisen können nicht einfach wahrgenommen werden, sondern Aussagen über Ziele sind und bleiben Interpretationen des Verhaltens.

Wenn auch die behavioristischen Ansätze versagen, ein Ziel eindeutig zu bestimmen, wie verhält es sich dann mit der Kybernetik? Dort wird ein Blick in den inneren funktionalen Aufbau eines Systems geworfen, also möglicherweise auch in das menschliche Gehirn. Es besteht die Hoffnung auf eine externalistische Definition von Zielen, die dennoch mechanistisch ist, in der Sprache von Sollwert, Stellglied usw. Externalistisch ist die Kybernetik immer noch, auch für den Fall, wenn sie einen Blick in das System wirft, weil sie nur in das Innere des körperlichen Organismus blickt, nicht aber in „das Innere des Geistes“ und keine Aussagen über mentale Zustände trifft.

Die Suche nach externalistischen Zielen scheint in der Kybernetik besonders vielversprechend durch den Begriff des mechanistisch festgelegten Sollwertes zu sein. Das Konzept selbst suggeriert bereits eine Normsetzung, wie wir sie von Zielen im Sinne von geistigen Absichten erwarten. Diese sanktionierte Teleologie ist derart attraktiv, dass sie uns dazu verführt, sie zur Grundlage aller Zuschreibungen von kausalen Rollen machen zu wollen.

Trotz der geistigen Bequemlichkeit, die die kybernetische Normsetzung bewirkt, handelt es sich doch nur um eine gedankliche Inkonsequenz. Wie die mechanistische Lehre der frühen Neuzeit, so lädt auch die Kybernetik dazu ein, Lebewesen als Metaphern für Maschinen zu bzw. Maschinen als Metaphern für Lebewesen beschreiben. Beide Denkweisen sind krypto-teleologisch im Sinne Engels (1982). Sie müssen also bereits vom Vorhandensein der Zielvorgaben überzeugt sein und die Frage in den Raum stellen: Mit welchen kausalen Mitteln wird der (bereits implizierte) Zweck im System verwirklicht?

Die Innovation der Kybernetik besteht in der Einführung einer dritten, kontextunabhängigen, also rein funktionalistischen Sprache, die auf beide Arten von Systemen aus gleicher Distanz heraus angewendet werden kann. Jetzt steht nicht mehr die Frage im Mittelpunkt, welche Seite des Vergleichs das Eigentliche bezeichnet, das die Begriffe bloß ableitet, d. h., als Metapher ausgeborgt wurde. In Bezug auf Descartes habe ich auf den Konjunktiv der Darstellung hingewiesen, der die Vorsicht gegenüber der Entscheidung zum Ausdruck bringt, ob der Körper der Lebewesen nun wirklich und wortwörtlich eine Maschine sei. Dieser Vorbehalt kann jetzt wegfallen, denn weder der Organismus noch ein Artefakt genießen ein Vorzugsrecht auf eine krypto-teleologische Betrachtung. Die Kybernetik baut wie die

mechanistische Philosophie auf einer Vorstellung von geistigen Absichten auf. In beiden Fällen spielen Absichten aber eine unterschiedliche Rolle: Bei der mechanistischen Philosophie war dieser Bezug offensichtlich als ein Schöpfer zu identifizieren, der ein System zweckmäßig macht. Bei der Kybernetik ist hingegen nur noch eine mentalistische Metapher übrig, die das System als in sich absichtsvoll handelnd beschreibt. Woodfield stellt fest: *When we describe mechanisms as goal-directed we are employing a mentalistic analogy* (Woodfield, 1976, S. 193). Dennoch ist diese Metapher inzwischen nicht mehr als solche zu erkennen:

But as time went on, the metaphor became moribund, because it was used so frequently by the people who worked with such machines, so that it is now felt not to be metaphorical at all. (Woodfield, 1976, S.202)

Noch unpassender ist der Missbrauch der Kybernetik als Quelle von zweckmäßiger Ausführung von Handlungen. Es ist davon auszugehen, dass die Erkennung zweckmäßiger Genese nur durch die Annahme einer *theory of mind* möglich ist. Eine empirische Herleitung von Handlungen ist dagegen zum Scheitern verurteilt. Allenfalls kann anhand von Plastizität ein Hinweis auf zielgerichtete Handlungen geliefert werden, der jedoch durch allerlei zusätzliche Erwägungen anfechtbar ist. Plastizität ist kein Beweis für tatsächliches Handeln, das auch nicht plastisch erkennbar sein muss. Die Verführung durch die Kybernetik konstituiert sich durch eine bloße formale Ähnlichkeit: Bei kybernetischen Systemen haben wir Verhaltensweisen, die wir anhand der internen Konstitution des Systems erwarten, und solche, die durch äußere Interferenzen zustande kommen. Wir können nun die intern begründeten Verhaltensweisen funktional nennen, denn sind sie es, die wir uns wünschen und mit denen wir rechnen. Bei Anwendungen einer *theory of mind* haben wir es ebenfalls mit einem Satz aus Verhaltensweisen zu tun, die wir als intern begründet auffassen können, nämlich ausgehend von den Absichten und rationalen Überlegungen der Personen. Andere Verhaltensweisen sind zumindest teilweise extern begründet, also durch Störeinflüsse körperlicher Art. Die intern begründeten Verhaltensweisen sind funktional und werden vom Beobachter erwartet. Die Handlungsmetapher verleitet uns möglicherweise dazu, die beiden Fälle der Intern-Extern-Dichotomie zumindest implizit zu identifizieren.

Der Umgang mit einer naturalisierenden Herangehensweise und des teleologischen Denkens zeigt sich im Unterschied zwischen Erklärung und Benennung. Im teleologischen Denken dient die Aussage „X ist das Ziel der Person A“ als Erklärung, warum die Person A ein plastisches Verhalten in Bezug auf X zeigt. Im Behaviorismus wird hingegen die Plastizität schlichtweg mit dem Wort „zielgerichtet“ umschrieben, ohne dass mit dieser Zuschreibung eine Erklärung geliefert worden wäre, die über die Tatsache der Plastizität selbst hinausgehen würde. In der Kybernetik schließlich wird einem bestimmten Mechanismus das Wort „zielgerichtet“ verliehen, falls es eine mechanistische Organisation aufweist, die plastische Effekte hervorbringt. Mit diesem neuen Wort ist jedoch nichts Neues gesagt, das durch eine präzise Beschreibung des mechanistischen Aufbaus nicht eindeutiger auszudrücken gewesen wäre. Die Motivation, solche inerten Label zu verteilen, liegt demnach weniger in der wissenschaftlichen Erklärungskraft der Konzepte, sondern bestenfalls in der sprachlichen

Knappheit. Wahrscheinlich ist aber die Suggestivkraft der mentalistischen Metapher entscheidend.

4.3 Der Begriff der Funktion

Bis hierhin habe ich nur über absichtsvolle Handlungen gesprochen und über die Frage, wie menschliches (und anderes) Verhalten als Handlung erklärt wird. Mit Introspektion erleben wir unser Handeln anhand von drei teleologischen Kennzeichen: Normsetzung, multiple Realisierbarkeit und Diskriminierbarkeit gegenüber physischen Verursachungen. Diese Art zu empfinden und zu handeln, legen wir auch anderen Menschen und bisweilen auch anderen Wesen bei und gelangen zu teleologischen Erklärungen für das Verhalten dieser Wesen. Allerdings ist teleologische Deutung von Verhalten niemals empirisch zwingend, weil äußere Merkmale von absichtsvollem Handeln, vor allem Plastizität, höchstens als Indizien taugen. Auf Grundlage dieser Charakterisierung möchte ich nun zu den Funktionen von Artefakten kommen. Ein Artefakt ist eine Bezeichnung für einen Gegenstand, der von einem Menschen absichtsvoll hergestellt wurde und wiederum menschlichen Absichten dient. Funktionen stehen im Zentrum der Debatte um die Teleologie in der gegenwärtigen Wissenschaftstheorie zur Biologie: Während andere teleologische Begriffe wie „Absicht“, „Zweck“, „Ziel“ und „Aufgabe“ nur in mahnenden Anführungszeichen benutzt werden, wird ohne Vorbehalt in der biologischen Literatur von „Funktion“ gesprochen. Die Funktion ist der kennzeichnende krypto-teleologische Ausdruck in der neuzeitlichen Naturwissenschaft. Die Artefaktmetaphysik, die die „Funktion“ hervorbrachte, ist in Form der Artefaktmetapher immer noch erfolgreich. Darum ist es nicht überraschend, dass es in der Biologie von Funktionen aller Art nur so wimmelt, während Biologen von Teleologie als einer metaphysischen Hintergrundannahme über die Natur nichts mehr wissen möchten. Für die Beantwortung der Frage, wie Funktionen und damit die Teleologie in der Biologie zu verstehen sind, müssen wir uns mit der Teleologie der Artefakte auseinandersetzen. Artefakte sind wiederum das Produkt eines absichtsvollen menschlichen Handelns. Teleologie tritt bei Artefakten in vierfacher Form auf. Zwei davon nennen wir in der Alltagssprache Funktionen:

- (1) Die Herstellung eines Artefakts muss absichtsvoll sein. Zentral ist der Gedanke, dass ein Akteur eine von mir sogenannte **Herstellungshandlung** durchführt. Diese Herstellungshandlungen verlaufen absichtlich, weil sie im Sinne von (Searle, 1991) eine *intention in action* aufweist, d. h. eine handlungsbegleitende Absicht.
- (2) Es existieren eine oder mehrere beabsichtigte Tätigkeiten, die das Artefakt selbst ausführen soll und die charakteristischen Merkmale aufweisen. Ein Synonym für die **charakteristische Tätigkeit** sei die **interne Funktion** des Gesamtartefakts. Die Herstellungshandlung und die interne Funktion nehmen Bezug auf den **Designplan**. Darunter verstehe ich die Gesamtheit der normativen Spezifikationen zu der Frage, wie das Artefakt beschaffen sein soll und welche Tätigkeiten es sowohl als Ganzes als auch in seinen Teilen auszuführen hat.
- (3) Neben der Herstellungshandlung und der internen Funktion anhand des Designplans treten noch diverse **Rollen** hinzu, die ein Artefakt einschließlich seiner

charakteristischen Tätigkeit im Leben von Anwendern⁹⁴ spielen mag, indem es dabei hilft, die Absichten von Benutzern zu verwirklichen. Falls diese Rollen zudem eine Erklärung liefern, wie die Herstellung und Entwicklung des Designplans und schließlich des Artefaktes selbst motiviert ist, bezeichne ich diese Rollen als **externe Funktionen** eines Artefakts. Nach Searle (1991) sind externe Funktionen die vorhergehenden Absichten (*prior intentions*), mit denen der Designplan entwickelt wurde. Es muss sich dabei nicht unbedingt um eine Absicht handeln, die die Designerin selbst verfolgt. Sie könnte auch eine derartige Absicht lediglich bei der Kundschaft für ihr Artefakt annehmen. Vor diesem Hintergrund ist die externe Funktion die unterstellte Absicht der Kundschaft, die den Designprozess motiviert.

- (4) Der **Designprozess** beschreibt die teleologische Entwicklung eines Designplans durch eine Designerin. Die eigenen oder die den Nutzern zugeschriebenen Absichten bestimmen als Zwecke, d. h. als externe Funktionen, welche Materialien, Formen und Tätigkeiten und welche interne Funktion ein zukünftiges Artefakt aufweisen soll, damit es seinen Zweck, also die externe Funktion nach Meinung der Designerin gerecht werden kann.

Ein einfaches Beispiel soll den Unterschied zwischen internen und externen Funktionen sowie weiterführenden Rollen illustrieren: Ein Arbeiter in einer Autofabrik verfolgt die Absicht, anhand eines vorliegenden Designplans ein Auto zu bauen. Seine Arbeit besteht aus einem Bündel von Herstellungshandlungen. Ein Teil dieses Designplans ist neben vielen anderen Tätigkeiten der einzelnen Bauteile die Bewegung der Kolben im Verbrennungsmotor. Die Kolben sollen sich auf eine bestimmte Art und Weise bewegen. Diese Bewegung soll weitere Bewegungen der Achsen und schließlich der Räder bewirken. Diese Tätigkeiten sind charakteristisch für die Bauteile und charakteristische Tätigkeit des Autos als Ganzem; das Fahren ist seine interne Funktion. Diese Anforderungen an ein funktionierendes Auto sind als normative Elemente Teil des Designplans. Außerhalb der Spezifikationen des Designplans existieren unterschiedliche Rollen, die das Auto für den Besitzer erfüllen kann. Darunter fällt die Möglichkeit, bequem den Weg zur Arbeit zu absolvieren, aber auch die Hoffnung, mit einem teuren Auto den ökonomischen Status hervorzuheben. Nehmen wir an, den Entwicklern des Autos waren beide Rollen bekannt und sie haben beim Design des Autos beide Absichten der Nutzer vorhergesehen. Demnach sind beide Rollen externe Funktionen des Autos, also Rollen, die das Design in dieser Form motiviert haben.

Interne Funktionen verfügen mit ihrem Verweis auf einen normsetzenden Designplan über eine gewisse technische Objektivität, die jedoch nicht in der physischen Natur des Objekts liegt, sondern in den eindeutig niedergeschriebenen Satzungen des Designplans. Sie reicht

94 Ich mache keinen Unterschied zwischen den Nutzern eines Artefakts, den Herstellern und den Entwicklern des Designplans, weil alle drei Gruppen zumindest keine widersprüchlichen Absichten verfolgen. Der Wirklichkeit der gesellschaftlichen und kulturellen Rolle von Artefakten wird diese Aussage natürlich nicht gerecht. Aus diesem Grund unterscheidet etwa Achinstein (1977) zwischen beabsichtigten Funktionen der Designer, beabsichtigten Funktionen der Benutzer und unbeabsichtigtem Nutzen. Eine Philosophie der Artefakte müsste genau diese widersprüchlichen Zuschreibungen analysieren. Wie im Fall der Absichten beschränke ich mich auf das paradigmatische, einfache Bild von Artefakten, das uns in metaphorischer Form in der Biologie begegnet.

dadurch auch nur so weit, wie der Designplan bestimmte Vorgaben enthält. Innerhalb des Rahmens des Designplans ist es also keine Frage des persönlichen Geschmacks und der eigenen Absichten, was ein funktionstüchtiges Auto ausmacht und ob etwa der Motor oder der Scheibenwischer beschädigt ist oder nicht. Es ist leicht einzusehen, dass externe Funktionen nicht über das gleiche Maß an Klarheit verfügen, weil die *prior intentions* für den Entwurf eines Designplans psychologisch diffuser und zudem noch auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen beschreibbar sind: Ist es etwa die Absicht hinter dem Designplan eines Autos, den lediglich Fahrer zu transportieren, ihn schnell und sicher zu transportieren oder gar ihn schnell und sicher in Europa zu transportieren, falls der ausschließliche Verkauf in Europa bereits während Designprozesses feststeht? Hier werden wir Ungenauigkeiten in Kauf nehmen müssen. Insbesondere werden einige externe Funktionen so allgemein formuliert sein, dass sie sich kaum von den charakteristischen Tätigkeiten im Designplan unterscheiden. Beides wird die Anwendung dieser Prinzipien auf den Fall der Biologie nicht behindern.

4.3.1 Anwendungsgebiete des Funktionsbegriffs

Bevor es um die Frage geht, welche Vorstellungen wir in der Biologie oder in anderen Kontexten mit Funktionen verbinden, möchte ich zunächst einen Überblick liefern, in welchen Zusammenhängen von Funktionen generell die Rede ist.

Bei den meisten Autoren herrscht Einigkeit darüber, welche Arten von Systemen funktionale Beurteilungen erlauben. Meine Aufstellung der vier Bereiche folgt dabei Georg Toepfers Monografie „*Zweckbegriff und Organismus*“ (Toepfer, 2004). Ich halte diese gängige Einteilung für korrekt, aber nicht für vollständig. Anhand einiger Beispiele, entnommen aus Krohs and Kroes (2009) und Perlman (2009), möchte ich zeigen, dass in allen vier von Toepfer vorstellten Bereichen – den biologischen Merkmalen, den sozialen Institutionen, den Ökosystemen und auch den Artefakten – der Verweis auf Absichten möglich ist, dass dieser Verweis allerdings in keinem dieser Anwendungsgebiete in allen Einzelfällen notwendig ist, um von Funktionen sprechen zu können.

Das erste und fast immer als paradigmatisch angesehene Feld für Funktionszuschreibungen sind die **Artefakte**, so etwa lautet der Konsens im Sammelband von Krohs and Kroes (2009). Die Kupplung hat eine Funktion im Auto, der Abzug an der Pistole und das Zahnrad in der Uhr. Teile von Artefakten besitzen also Funktionen innerhalb des Gesamtsystems. Auch die Artefakte selbst besitzen allerdings Funktionen, also das Auto als Ganzes, die Pistole und die Uhr. Die Funktionszuschreibung von internen Funktionen scheint mit den Vorstellungen der Autorin des Designplans zusammenzuhängen. Ob ein Gegenstand eine bestimmte Funktion hat, etwa die Uhr das Ablesen der Zeit, kann diejenige Person beantworten, die den Designplan verfasst hat. Sie besitzt die Deutungshoheit und solange die Designerin weiß, mit welcher vorausgehenden Absicht sie einen Gegenstand baut, entsteht auch kein philosophisches Problem⁹⁵. Lange Zeit schienen die Artefakte daher auch kein relevantes Thema für eine theoretische Reflexion zu sein. Diese Ansicht hat sich allerdings in den letzten

⁹⁵ Eine Voraussetzung ist, man lässt das generelle Problem auf sich beruhen, wie denn die Intentionalität des Geistes überhaupt zu verstehen ist.

Jahren verändert. So mahnt Perlman (2009) im Rahmen seiner „*DOs and DON'Ts for thinking about functions*“ z. B. an *DON'T Make Designers' Intentions Essential to Artifact Function* (Perlman, 2009, S. 27).

Artefakte könnten sogar Funktionen erfüllen, die von einem Benutzer weder beabsichtigt noch überhaupt zur Kenntnis genommen werden. Wie Toepfer (2004) hervorhebt, wird dieser Zustand nach Emile Durkheim auch als implizite Funktion bezeichnet. Achinstein (1977) unterschied daher zwischen *design functions*, *use functions* und *service function* eines Artefaktes. *Design functions* zeigen auf, was der Designer dem Gegenstand an Absichten mit auf den Weg gegeben hat. Die *use functions* beschreiben, aus welcher Absicht heraus ein Artefakt später eingesetzt wird und die *service functions* nennen den (womöglich unbewussten) Nutzen, den ein Gegenstand für bestimmte Nutzer erfüllt. Nach diesem Schema sind die vorgeschlagenen externen und internen Funktionen beide unterschiedliche Ebenen der *design functions*.

Neben diesen Funktionen sollten wir auch darauf gefasst sein, eine Gleichzeitigkeit von technischen, sozialen und ästhetischen Funktionen bei Artefakten anzutreffen, wie der Design-Theoretiker Crilly (2010) betont. Eine Art von sozialer Funktion, die von Searle (1998) behandelt wurde, ist die konventionale Funktion (*conventional function*), die sich überhaupt nicht aus einer besonderen technischen Geeignetheit bestimmt, sondern durch eine gesellschaftliche Übereinkunft entsteht. Geldscheine sind paradigmatische Beispiele dafür: Sie besitzen die Funktion, als Zahlungsmittel zu dienen, aber nur Kraft eines geistigen und kommunikativen Aktes der Ernennung und nicht aufgrund physikalischer Eigenschaften. Zumindest diese sind wiederum nur so lange gegeben, wie Menschen die Absicht haben, die Konvention aufrechtzuerhalten.

Neben dem Bereich der Artefakte bilden die biologischen **Merkmale der Organismen** im weitesten Sinne das zweite übliche Anwendungsgebiet für Funktionszuschreibungen. Im Folgenden sind bei den biologischen Merkmalen nicht nur anatomische und physiologische Eigenheiten inbegriffen, sondern auch sämtliche Verhaltensweisen von Organismen, etwa der Bientanz oder Balzrituale, ebenso wie die Produkte, die durch diese Verhaltensweisen entstehen, beispielsweise Spinnennetze oder Vogelnester. Es ist immer wieder betont worden, dass einem Lebewesen als Ganzem üblicherweise keine Funktion zugeschrieben wird. So können wir die Funktion eines Feuerlöschers benennen, nicht aber die Funktion einer Feuerameise. In diesem Fall liegt eine fundamentale Disanalogie zu den Artefakten vor. Artefakte haben als Ganzes bestimmte Funktionen. Funktionszuschreibungen beziehen sich auf die Organe und Verhaltensweisen eines Lebewesens und nicht auf das Lebewesen insgesamt.⁹⁶

Als dritte Gruppe von Objekten, denen Funktionalität zugesprochen wird, treten die **sozialen Gruppen und Institutionen** hinzu. Ähnlich wie bei den Artefakten verweisen Funktionsaussagen teilweise auf Absichten ihrer Gründer und Mitglieder, teilweise hingegen

⁹⁶ Diese Vorstellung ist zwar in der Gegenwart fest verankert, allerdings kulturell und geschichtlich bedingt. Ich erinnere an Xenophons Sokrates, der Lebewesen durchaus Funktionen zuschrieb, nämlich dem Menschen nützlich zu sein.

auf nützliche, aber möglicherweise unbewusste Effekte, die sogenannten impliziten Funktionen. Diese Sichtweise geht insbesondere auf Emile Durkheim zurück. Durkheim identifizierte nach Toepfer „*die Funktion eines sozialen Phänomens mit seinem Beitrag zur Erhaltung des normalen Zustandes einer Gesellschaft.*“ (Toepfer, 2004, S. 92). Offensichtlich führt diese Definition zu weiteren offenen Fragen, etwa, was den normalen Zustand einer Gesellschaft überhaupt ausmacht und an welchen Indikatoren sich Normalität bemessen lässt. Diese Unklarheit wird in der Literatur als *Bezugspunktproblematik* bezeichnet. Offenbar wiederholt sich hier die Frage nach dem Ersatz für menschliche Intentionen, die sich in Bezug auf biologische Merkmale zeigen. Niklas Luhmann beschrieb Funktionen hingegen als *ein regulatives Sinnschema, das einen Vergleichsbereich äquivalenter Leistungen organisiert* (Luhmann, 1962, S. 623) zitiert nach Toepfer (2004, S. 101). Mit diesem Begriff können nach Luhmann verschiedene, auch nicht verwandte soziale Phänomene miteinander verglichen werden, indem sie anhand der gleichartigen Folgen gemessen werden, die sie in den jeweiligen Gesellschaften hervorbringen. Ebenso wie in der Biologie sind Funktionszuschreibungen in der Soziologie umstritten und in den letzten Jahrzehnten zunehmend in Misskredit geraten. Innerhalb von Institutionen und Gruppen können auch einzelne Personen bestimmte Funktionen übernehmen wie ausdrücklich verliehene Ämter und Aufgaben. Darüber hinaus können aber auch implizite Funktionen in Erscheinung treten, wie sie sich etwa bei der Herausbildung von unausgesprochenen Personenbeziehungen aufgrund gruppenspezifischer Effekte zeigen (Forsyth, 2014).

Ein vierter Zusammenhang, in dem von Funktionen die Rede ist, wurde von Toepfer nicht, wohl aber von anderen aktuellen Autoren in Betracht gezogen: **Ökosysteme**. Auch hier sprechen wir von der Funktion bestimmte Arten als Produzenten, Destruenten usw. Bienen haben die Funktion, Pollen von Blumen zu verbreiten und damit das Überleben dieser Pflanzen zu sichern. Solche ökologischen Funktionen haben in der philosophischen Literatur über den Funktionsbegriff traditionell wenig Widerhall gefunden, was sich jedoch in den letzten Jahren geändert hat, etwa bei Bouchard (2013), Light (2009) oder Nunes-Neto, Moreno, and El-Hani (2013).

Die traditionelle Unterscheidung zwischen Artefakten, die durch Absichten von Erschaffern und Benutzern verständlich sind, und Funktionen in der Natur lässt sich nicht immer konsequent durchhalten (Krohs & Kroes, 2009). Merkmale von Organismen können schließlich nicht nur das Ergebnis von „blinden“, d. h. absichtslosen Evolutionsvorgängen sein, sondern auch durch absichtsvolles Handeln entstehen, etwa bei der Zucht von Haustieren oder der gentechnischen Veränderung von Organismen. Aspekte eines Ökosystems können durch menschliche Absichten erklärt werden, wenn etwa eine bestimmte Tierart bewusst zur Schädlingsbekämpfung in ein Ökosystem eingeführt oder wenn ein Flusslauf begradigt wird (Light, 2009; Nunes-Neto et al., 2013). Daher beschwört uns Perlman (2009) ein: „*DON'T Make a Hard Line between Natural Functions and Artifact Functions*“ (Perlman, 2009, S. 20) Eine vergleichbare Forderung ließe sich auch für die fließende Grenze zwischen Ökosystemen einerseits und sozialen Institutionen bzw. Artefakten andererseits formulieren, wenn es um den Begriff der Kulturlandschaft geht, indem Künstlichkeit und Natürlichkeit ineinander übergehen. Die UNESCO beschreibt Kulturlandschaften folgendermaßen:

Kulturlandschaften sind Kulturgüter und stellen die, in Artikel 1 des Übereinkommens bezeichneten, gemeinsamen Werke von Natur und Mensch' dar. Sie sind beispielhaft für die Entwicklung der menschlichen Gesellschaft und Ansiedlung im Verlauf der Zeit unter dem Einfluss der physischen Beschränkungen und/oder Möglichkeiten, die ihre natürliche Umwelt aufweist, sowie der von außen und innen einwirkenden aufeinander folgenden gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und kulturellen Kräfte. ("Richtlinien zur Durchführung des Übereinkommens zum Schutz des Kultur- und Naturerbes der Welt," 2005)

Abbildung 6 zeigt angesprochenen Bereiche der Funktionszuschreibung. Eine ähnliche Darstellung findet sich bei Krohs and Kroes (2009).

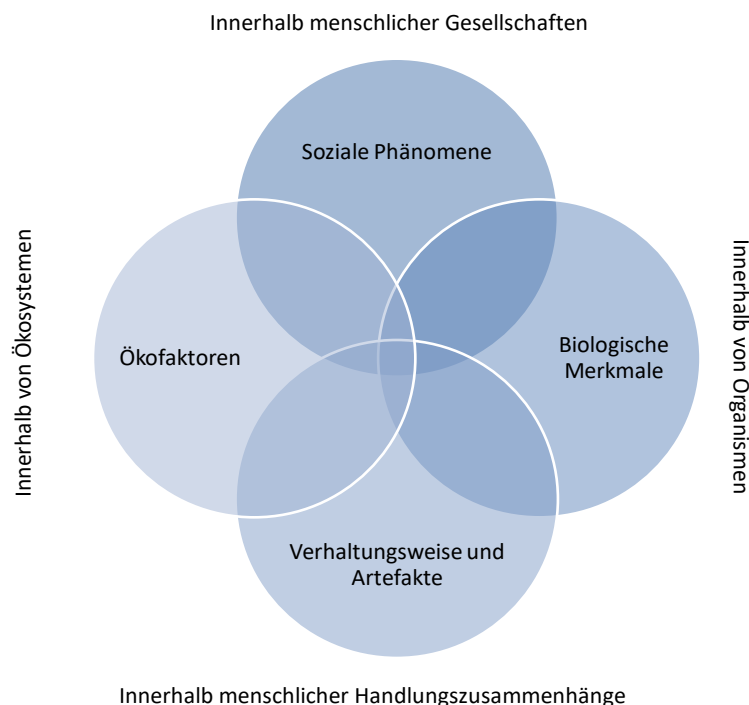


Abbildung 6: Anwendungsgebiete des Funktionsbegriffs

Im Folgenden geht es um die Funktionen von Artefakten, die metaphorische Vorbilder für die Merkmale von Organismen sind. Im modernen Sprachgebrauch besitzt „Funktion“, insbesondere in Bezug auf Artefakte, einen nüchternen, technischen Klang. Funktionen von Maschinen und anderen Gegenständen sind in gewisser Weise unabhängig von einem menschlichen Geist. Darin unterscheiden sie sich von menschlichen Handlungen. Im Fall von Handlungen sprechen wir eher von Absichten oder Motiven und weniger von Funktionen. Im Gegensatz zu Menschen führen Artefakte ihre Funktionen gerade ohne Absicht oder Motiv aus, weil die funktionalen Tätigkeiten mechanisch und rein physisch stattfinden. Ich möchte das die physische Natur von Artefaktfunktionen nenne. Weiterhin scheint es uns, dass die Funktionen von Artefakten aus ihrer technischen Struktur selbst abzulesen sind. So können

wir beim *Reverse Engineering* eines Geräts scheinbar Funktionen durch technische Analyse objektiv aufdecken.⁹⁷

In den beiden folgenden Abschnitten möchte ich hingegen nahelegen, dass es zwar durchaus Fälle eines nicht teleologischen Funktionsbegriffs gibt, Artefakte aber gerade nicht zu diesen zu zählen sind. Unser Konzept von Artefakt zeichnet sich im Gegenteil durch eine konsequente teleologische Orientierung aus. Wir müssen der uns der dualen Natur vergegenwärtigen, wie es bei Kroes and Meijers (2006) heißt, um Artefakte zu begreifen. Artefakte lassen sich nicht rein technisch beschreiben, sondern immer erst durch die Absichten von Nutzern und Designern sowie durch die Pläne, die diese Personen mit dem Gegenstand verbinden. Wir müssen in Bezug auf die Artefakte die drei teleologischen Kennzeichen Normsetzung, multiple Realisierbarkeit und zweckmäßige Genese erneut aufgreifen. Die metaphorische Übertragung des Artefaktbegriffs auf biologische Merkmale trägt dieses dreiteilige teleologische Gepäck dann mit sich.

Ursprung der scheinbaren Technizität und Wissenschaftlichkeit ist die mechanistische Philosophie selbst. So wurde „Funktion“ etwa bereits bei Leibniz für die Bezeichnung der Tätigkeiten von Lebewesen und von technischen Artefakten verwendet. Beides sind für ihn Varianten eines übergreifenden Konzepts der geordneten Maschine, die im Gegensatz zum bloßen Aggregat aus organisierten Einzelteilen besteht (Nunziante, 2008).

4.3.2 Der nicht teleologische Funktionsbegriff

Für meine Zwecke ist es bedeutend herauszustellen, was die mich interessierenden teleologische Funktionsaussagen, von möglichen anderen nicht teleologischen Arten von Funktionsaussagen unterscheidet. Ich beginne mit der umfangreichen Einteilung von Wimsatt (1972), der mehrere, sehr unterschiedliche Bedeutungen des Wortes „Funktion“ verwendet: Neben dem teleologischen Funktionsbegriff nennt er noch Funktion als einen mathematischen Terminus und als schlichte Beschreibung einer bestimmten Tätigkeit (*operating function*) bzw. der Konsequenzen aus dieser Tätigkeit (*consequence function*). Schließlich nennt Wimsatt noch die Auszeichnung bestimmter interessanter Tätigkeiten als Funktionen (*perspectival function*).

Tabelle B: Unterschiedliche Bedeutungen des Funktionsbegriffs nach Wimsatt (1972).

Bezeichnung	Anwendung	Beispiel
<i>Mathematical function</i>	Zur Beschreibung physikalischer Gesetzmäßigkeiten	Ideales Gasgesetz
<i>Operating function</i>	Beschreibung von beliebigen Tätigkeiten	Kohlendioxid ausstoß eines Autos

97 Vermaas (2006) beschreibt solche Funktionen als *engineering functions*. Er betont, dass diese Herangehensweise bei der Zuschreibung von Artefakteilen erfolgreich sein mag, aber spätestens bei der Zuschreibung von Funktion zu Artefakten als Ganzes fehlschlägt. Es bestehen Ähnlichkeiten zu den *perspectival functions* nach Kauffman (1971), wie sie von Wimsatt (1972) aufgegriffen wurden, weil sie eine nicht teleologische Art und Weise bilden, bestimmte Tätigkeiten von Systembestandteilen als Funktionen innerhalb des Systems auszuzeichnen. Die *causal role-theory* in der Tradition von Cummins (1975/1998) ist die bekannteste Variante einer Funktionstheorie, die sich als nicht teleologisch versteht.

<i>Consequence function</i>	Beschreibung von beliebigen Wirkungen eines Gegenstands	Verkehrsunfälle durch das Auto
<i>Perspectival function</i>	Auszeichnung bestimmter Wirkungen eines Gegenstands in Bezug auf ein Gesamtsystem	Kurbelwelle trägt zur Fortbewegung eines Autos bei

Unter dem mathematischen Funktionsbegriff können insbesondere physikalische Gesetzmäßigkeiten gefasst werden, die in mathematischer Form physikalische Abhängigkeiten zwischen Messgrößen abbilden. In diesem Sinne entspricht etwa laut des idealen Gasgesetzes das Volumen eines Gases der Funktion seines Drucks und seiner Temperatur. Die *operating function* beschreibt eine bestimmte Tätigkeit ungeachtet eines wie auch immer gearteten Zwecks, auf den sie zielt. Hierzu zählt Wimsatt ein Auto, dessen *operating function* die Fortbewegung ist, sowie die Produktion von Abgasen, die Erzeugung von Geräuschen usw. Keine dieser Tätigkeiten, so zumindest Wimsatt, beinhaltet Teleologie. Stattdessen werden lediglich Tätigkeiten dieses Objekts beschrieben:

This is the sense in which I might say that my car is functioning today, thus implying that it is or can work, operate, or do something, without thereby implying anything about the consequences of its operation.
(Wimsatt, 1972, S.4)

In diesem anspruchslosen Sinne – und diese Konsequenz nennt Wimsatt nicht – hätten Wolken die *operating function*, Wasser zu spenden, und die Sonne, Lichtenergie zu spenden. Das Auto hätte eine Vielzahl von Funktionen, die wir üblicherweise nicht als solche bezeichnen würden, beispielsweise die Produktion von Abgasen oder die Erzeugung von Lärm. Wimsatt scheint diese ungewöhnlich freimütige Funktionszuschreibung zumindest zu implizieren: *'function' in this sense is no more than a synonym for 'causal consequence'* (Wimsatt, 1972, S. 4).

Die *operating function* bei Wimsatt (1972) entspricht dem, was Craver (2013) insgesamt als *input output function* bezeichnet. In allen Fällen wird ein regelmäßig eintretendes Ergebnis, der *output*, durch Eintreten eines bestimmten Sachverhalts, des *inputs*, beschrieben. Diese Vorgänge lassen sich dann wiederum mathematisch beschreiben, wenn in den *mathematical functions* einem *input* x ein *output* y zugeordnet wird.

According to this view, a function is a mapping from inputs to outputs in conformity with a rule. Call these input-output (IO) functions. [...] IO functions characterize the activity of some item without reference either to its context or to its internal complexities. In forming such a description, one draws a conceptual dividing line at the spatial boundary of the object or activity and recognizes a limited number of specific interfaces [Hervorhebung im Original] across that boundary—more or less well-defined interactions with items outside of that boundary. (Craver, 2013, S. 149)

Im Gegensatz zu den *input output functions* hebt die *consequence function* auf die vielfältigen Folgen ab, die bestimmte Vorgänge nach sich ziehen.

All of the consequences of its [des funktional beschriebenen Gegenstands] operation are functions of an entity in this sense, without regard to their usefulness for some purpose or effects from some perspective. (Wimsatt, 1972, S. 4)

Die Vorgänge der unbelebten Natur haben für Wimsatt *consequence functions*. Beispielsweise hätte der Niederschlag die *consequence function*, den Boden zu bewässern, die Flüsse anschwellen zu lassen, für Verkehrsunfälle zu sorgen, die Regentonnen im Garten zu füllen usw. Die Grenze zwischen diesen beiden Verwendungsweisen des Funktionsbegriffs (*input-output* und *consequence*) ist sicherlich fließend. Die Funktionsweise eines technischen Geräts (etwa ein Auto) oder eines regelmäßigen Naturphänomens (etwa die Verursachung von Ebbe und Flut durch den Mond) können durch Akzentverschiebung gleichermaßen in Bezug auf die reine Tätigkeit (Das Auto fährt) oder in Bezug auf eine naheliegende Konsequenz beschrieben werden (etwa die Ortsveränderung von Auto und Insasse). In beiden Ausdrucksweisen wird sich der Gehalt der Aussage kaum unterscheiden.

Trotz solcher haarspalterischen Grenzfälle ist die von Wimsatt unternommene Trennung zwischen beiden Funktionskonzepten bedeutsam. Bei den nicht teleologischen Fällen ist eine solche Unterscheidung allerdings weniger bedeutsam. Es bleibt eine Ermessensfrage, wo der *output* oder das *operating* endet und eine *consequence* beginnt. Im teleologischen Funktionsbegriff ist die Unterscheidung hingegen fundamental.

Indem Wimsatt die Tätigkeit des Artefakts Auto als Beispiel für eine *operating function* nennt, hat er zwar ein intuitiv verständliches Objekt für Funktionszuschreibungen gefunden, aber für nicht teleologische Funktionen. Das Funktionieren des Autos ist doch gerade ein paradigmatisches Beispiel für Zwecke und Funktionsnormen, die Designer und Nutzer mit einem Gegenstand verbinden und die sogar die bloße Existenz des Gegenstands bestimmen. Insofern sollten wir konsequenterweise die nicht teleologischen Funktionsbegriffe (*mathematical*, *operating* und *consequence*) auf das Feld der Physik, der Mathematik und auf andere Gebiete beschränken, in denen uns menschliche Zwecke und Normen nicht begegnen. Anderenfalls verwischen die besonderen Eigenschaften, die Artefakte gegenüber Gegenständen der unbelebten Natur auszeichnen.

Wimsatt erwähnt neben den drei grundlegenden Versionen von nicht teleologischen Funktionen zwei weitere Explikationen von anderen Autoren, die perspektivische Funktionen nach Kauffman (1971) (*perspectival function*) und die evaluierende Funktion (*evaluative function*) von Hempel (1959/1965) und Lehman (1965). Kauffman führt für die *perspectival function* eine Norm zur Bewertung von Effekten ein. Diese Norm ist die Perspektive des menschlichen Interesses, mit dem ein Gesamtsystem in den Blick genommen wird. Im Hinblick auf das Gesamtsystem werden gewisse Konsequenzen der Einzelteile als Funktionen ausgezeichnet, andere zu bloßen Nebeneffekten erklärt. Es handelt es sich für Wimsatt aber immer noch um eine *consequence function* des betreffenden Gegenstands. Es wird lediglich ein subjektiver Bewertungsmaßstab hineingetragen, der bestimmte Konsequenzen als

bemerkenswert gegenüber anderen auszeichnet. Der Maßstab ist allerdings dem Gegenstand selbst äußerlich, d. h., er bezeichnet nichts, was den Gegenstand als Gegenstand auszeichnet. So könnte zu der *consequence function* eines Autos ebenso der Abgasausstoß oder die Lärmproduktion gehören, weil aber nur die Fortbewegung aus der Perspektive und dem Bewertungsmaßstab des Fahrers oder Käufers im Gesamtsystem des Straßenverkehrs bedeutend ist, ist nach dem Ansatz von Kauffman in diesem Fall keine Entscheidung möglich. Auch hier besteht die irreführende Nutzung von Artefakten als Illustration: Artefakte sind gerade dadurch gekennzeichnet, dass eventuelle Funktionen nicht von einer beliebigen Perspektive abhängen, sondern durch die Absichten der Designer und Hersteller mit einer gewissen Präzision als Zwecke definiert wurden.

Nach Wimsatt gibt es viele Verwendungsweisen des Wortes „Funktion“, die keine Teleologie implizieren, sondern mathematische, physische oder andere natürliche Regelmäßigkeiten beschreiben. Allerdings sind die Fälle, also Artefakte und Artefakt-Metaphern, in der Biologie gerade nicht von dieser Art, sondern teleologisch.

4.3.3 Drei Probleme des teleologischen Funktionsbegriffs nach Woodfield

Bei der Einordnung des nicht teleologischen Funktionsbegriffs machen wir gewöhnlich einen Unterschied zwischen einem bloßen Effekt, den ein Gegenstand hat, und einer Funktion. Wenn wir uns abseits vom mathematischen und physikalischen Funktionsbegriff bewegen, scheint eine Funktion weitere Bedingungen zu implizieren als eine reine Korrelation zwischen Messgrößen. Diese Aussage gilt für Artefakte, soziale Systeme, Ökosysteme oder biologische Merkmale. Wir gehen überall sehr selektiv vor, wenn wir von Funktionen sprechen. Allerdings ist nicht einfach zu erkennen, nach welchen Kriterien diese Unterscheidung getroffen wird. Wir müssen uns also zunächst klarmachen, unter welchen Bedingungen Funktionen vorliegen. Woodfield (1976) befasste sich unter Berufung auf zwei klassische Texte von Carl Hempel (1959/1965), Ernest E. Nagel (1953) und Larry L. Wright (1973/1998) mit drei Fragen, auf die die Theorien von Funktionen überzeugende Antworten geben müssen:

- (1) **Hempels Problem:** Warum sind bestimmte Eigenschaften eines Gegenstands Funktionen dieses Gegenstands wie die Drehung der Kurbelwelle durch den Automotor, andere hingegen wie die Produktion von lauten Geräuschen durch den Motor nur Nebeneffekte?
- (2) **Nagels Problem:** Warum schreiben wir den Bestandteilen einiger Systeme Funktionen zu (z. B. Bauteilen in Autos), Bestandteilen anderer Systeme (z. B. den Himmelskörpern im Sonnensystem) hingegen nicht?
- (3) **Wrights Problem:** Inwiefern besitzt der Verweis auf die Funktion eines Objekts Erklärungsgehalt hinsichtlich der Existenz und den Eigenschaften dieses Objekts?

(1) Woodfield beruft sich für seine erste Frage auf Carl Hempel (1959/1965). Hempel hat möglicherweise als erster das oft wieder aufgegriffene Beispiel des menschlichen Herzens eingeführt, um den intuitiven Unterschied zwischen einer Funktion und einem bloßen Effekt vor Augen zu führen:

By way of a simple and schematized illustration, consider first the statement

(3.1) The heartbeat in vertebrates has the function of circulating blood through the organism.

Before examining the possibilities of its explanatory use, we should ask ourselves: What does the statement mean? What is being asserted by this attribution of function? It might be held that all the information conveyed by a sentence such as (3.1) can be expressed just as well by substituting the word "effect" for the word "function". But this construal would oblige us to assent also to the statement:

(3.2) The heartbeat has the function of producing heart sounds; for the heartbeat has that effect.

Yet a proponent of functional analysis would refuse to assert (3.2), on the ground that heart sounds are an effect of the heartbeat which is of no importance to the functioning of the organism (Hempel, 1959/1965, S. 305).

Während wir den Effekt des Blutpumpens, also als Funktion des Herzens anerkennen, würden wir andere Effekte des Herzens wie das Erzeugen von pochenden Geräuschen nicht als eine Funktion des Herzens bezeichnen.⁹⁸ Warum machen wir diesen Unterschied? Die gleiche Frage stellt sich auch im Hinblick auf Artefakte: Ein Auto mit Verbrennungsmotor produziert Abgase, und zwar ziemlich verlässlich. Dennoch ist die Produktion von Abgasen keinesfalls eine Funktion des Autos, es sei denn, wir verwenden, entgegen der Intuitionen der Alltagssprache, einen nicht-teleologischen Funktionsbegriff. Es ist offensichtlich das Fahren oder die Fortbewegung die Funktion des Autos. Aber was unterscheidet das Fahren von der Abgasproduktion, sodass wir ohne großes Überlegen diese Unterscheidung treffen?

(2) Der zweite Aspekt der Selektivität bezieht sich auf E. Nagel (1961), der erläuterte, warum es angemessen erscheint, Funktionszuschreibungen nur auf bestimmte Systeme anzuwenden. Entscheidend für diese Selektivität ist laut ihm, das Vorhandensein von Angepasstheit und Selbstregulierung, die Systeme mit Funktionen auszeichnet:

It is because living things exhibit in varying degrees adaptive or regulative structures and activities, while the systems studied in the physical science do not – so it is frequently claimed – that teleological explanations are peculiarly appropriate for the former but not for the latter. (E. Nagel, 1953, S. 544) zitiert nach (Woodfield, 1976, S. 124).

Der Ausgangspunkt für diese Überlegung ist die Biologie und Nagel liefert mit Angepasstheit und Selbstregulation bereits Kriterien, um bestimmten Dingen der Natur, nämlich den Teilen von Lebewesen bestimmte Funktionen zuzuschreiben. Nun wird jedoch in sehr unterschiedlichen Zusammenhängen von Funktionen gesprochen. Wie bei Hempel stellt sich

⁹⁸ Hempels Verweis auf die Funktionsweise des Organismus ist allerdings für sich genommen nicht hilfreich, um den Grund für diese intuitive Selektivität zu beleuchten. Am ehesten ist Hempels Vorschlag innerhalb der Konzeption von Cummins (1975/1998) sinnvoll.

Nagels Problem in ähnlicher Weise beispielsweise auch für Artefakte: Technische Gegenstände, insbesondere einfache Werkzeuge – sagen wir ein Schuhlöffel – haben keineswegs Anpassungsfähigkeit oder zeigen eine Selbstregulation. Als unbelebte Gegenstände sind sie paradigmatische Beispiele für Passivität und Starrheit. Dennoch haben auch Artefakte bestimmte Funktionen. In gleicher Weise könnte man auch für die Bestandteile von Ökosystemen oder gesellschaftlichen Systemen argumentieren. Ist in allen diesen Feldern etwas völlig anderes mit dem Ausdruck „Funktion“ gemeint, sodass Funktionszuschreibungen letzten Endes disjunkt sind? Nagels Problem, wie es von Woodfield formuliert wurde, ist also immer auch die Frage, ob es einen univoken Funktionsbegriff geben kann, der Artefakte, biologische Merkmale und all die anderen Dinge einschließt, die ich in Abschnitt 4.3.1 genannt habe, der aber ebenso alles Übrige ausschließt.

4.3.4 Woodfields dritte Anfrage: Wrights Problem

(3) Die dritte Frage entwickelte sich aus der Diskussion, die in den 1970er Jahren in Bezug auf die semantische Rolle des Funktionsbegriffs geführt wurde. Von L. Wright (1973/1998) und Cummins (1975/1998) stammen zwei Herangehensweisen an die Frage, was eigentlich erklärt wird, wenn von Funktionen die Rede ist. Es handelt sich um eine sprachpragmatische Fragestellung. Beide Autoren nehmen eine abstrakte Definition vor, die für alle Anwendungsbereiche gelten soll. Wiederum liegt das Augenmerk beinahe ausschließlich auf den biologischen Funktionen. In diesem steinigen Terrain sollten sich die jeweiligen Ansätze bewähren, und das heißt in der Regel, sie sollten unsere üblichen Intuitionen über angemessene Wortverwendungen explizieren. Ich werde an dieser Stelle beide Ansätze für den Bereich der Artefakte vorstellen, weil sie dort unkontrovers sind. Diese Funktionsansätze rekurren ohnehin auf mehr oder weniger sichtbare metaphorische Artefaktvorstellungen. Wright sieht in Funktionsangaben Bestandteile von Antworten auf die Frage, warum ein Gegenstand existiert. Funktionen erklären daher den Gegenstand, natürlich unter der Zuhilfenahme weiterer Angaben. Wright spricht hier von Ätiologie, also einer Erklärung des Gegenstands durch seine Herkunftsgeschichte.

The function of X is Z means

(a) X is there because it does Z

(b) Z is a consequence (or result) of X's being there

The first part, (a), displays the etiological form of functional ascription-explanation, and the second part, (b), describes the convolution which distinguishes functional etiologies from the rest. (L. Wright, 1973/1998, S. 71)

Wie kaum ein anderer Ansatz hat Wright mit dieser kompakten Bestimmung die Debatte für Jahrzehnte geprägt (Garson, 2016; McLaughlin, 2001; L. Wright, 2013). Kerngedanke ist eine Verbindung zwischen der Tätigkeit Z des Gegenstands X und der Existenz von X. Z ist nur dann eine Funktion von X, wenn man in der Lage ist, eine Vorgehensweise zu erläutern, wie Z dafür sorgt, dass X überhaupt vorhanden ist.

Es liegt also eine Art Feedbackkausalität vor: X bewirkt Z, während Z wiederum X bewirkt. Nach Wright benötigen wir zum Verständnis einer derartigen Konstellation die Unterscheidung

zwischen dem Einzelgegenstand x und dem Typus, zu dem er gehört X .⁹⁹ Beide Teile von Wrights Formel beziehen sich ausschließlich auf die Typen von Dingen (L. Wright, 1976). Daraus folgt, dass nicht etwa ein einzelner Gegenstand x existiert, weil speziell er die spezielle Tätigkeit z ausführt.¹⁰⁰ Ein einzelnes x kann immer auch beschädigt werden, von vornherein mit Mängeln behaftet entstehen oder schlicht ausgeschaltet sein. In allen diesen Fällen führt x z nicht aus. Nichtsdestotrotz erklärt aber der Tätigkeitstyp Z laut Wright die Existenz des Gegenstandstypen X . Im Folgenden möchte ich auf zwei Kritikpunkte eingehen, die helfen werden, die Implikationen von Wrights Ansatz zu verstehen. Beide Kritikpunkte deuten in entgegengesetzte Richtung: Einerseits wird Wrights Formel als zu offen kritisiert, um unseren Sprachgebrauch angemessen einzufangen, andererseits als zu eng für diesen Anlass.

Ein prominenter Kritikpunkt an Wright ist, dass seine Vorstellung von Funktionen in einigen Fällen mit unserem engen Sprachgebrauch im Alltag nicht übereinstimmt. Wright schreibt in derartigen Grenzfällen gewissen kuriosen Systemen bestimmte Funktionen zu, obwohl wir dies im Alltag nicht tun würden. Boorse (1976) entwirft für die Illustration des Problems folgendes Gedankenexperiment: Stellen wir uns vor, in einem Labor wäre eine Gasleitung undicht und ein Alarmsignal ertönt. Ein Techniker hört den Alarm und eilt in den Raum, um nachzusehen, was geschehen ist. Er betritt den Raum, aber leider fällt die Tür ins Schloss und der Techniker ist in dem Raum gefangen, weil er den Schlüssel vergessen hat. Das austretende Gas ist betäubend und der Techniker fällt in Ohnmacht. Nun behauptet Boorse, nach Wrights Definition müssten wir dem Gasleck die Funktion zuschreiben, Gas abzugeben und so den Techniker in seiner Ohnmacht zu halten. Zu diesem Schluss kommt Boorse, da das Leck weiterhin existiert, weil es immer noch Gas ablässt („*continues to be there because it releases gas*“) (Boorse, 1976, S. 72). Dieses Beispiel zeigt, dass Funktionszuschreibungen in unserer Alltagssprache offenbar eine Einschränkung besitzen, wenn es darum geht, was alles als „*because*“ in Wrights Formel eingesetzt werden kann. Ein zufälliges Zusammentreffen von unglücklichen Umständen scheint jedenfalls nicht ausreichend zu sein, um eine Funktion zu konstituieren. Artefakte sind mit ihrem Bezug auf Absichten und rationale Überlegungen reichhaltig genug, als Erklärung in Wrights Sinne zu fungieren. Nichtsdestoweniger ist Boorse Kritikpunkt überzeugend: Die Situation ändert sich, sobald Wrights Ansatz und die umfangreiche Literatur in seiner Nachfolge das einfache Problem der Artefaktfunktionen verlassen. In Bezug auf die Evolutionstheorie haben wir es im Bereich der Naturteleologie mit Systemen zu tun, die eher dem kurios scheinenden Gasleck-System ähneln als den zweckmäßig geschaffenen Artefakten (vgl. Abschnitt 4.3.9).

99 Die Unterscheidung zwischen Einzelgegenstand (*token*) und ihrem Typus (*type*) wurde von C. S. Peirce (1906) in die Sprachphilosophie eingeführt. Dort ging es zunächst um die Unterscheidung zwischen einem Worttyp und seinen unterschiedlichen Vorkommnissen in Texten. Die Betonung des rückwärtsblickenden Charakters von Wrights Konzept findet sich bei Allen, Bekoff, and Lauder (1998).

100 Dies wäre auch widersinnig, schließlich bedürfte es einer Art rückwirkender Kausalität, damit eine spezielle Wirkung z in der Zukunft die Ursache sein kann für die Entstehung von Einzelgegenstandes x in der Vergangenheit.

Ein zweiter Kritikpunkt ist, dass Wright nicht alles als eine Funktion von Artefakten anerkennt, was wir im Alltag so benennen würden. Achinstein (1977) unterscheidet zwischen Funktionen, die beim Designprozess des Gegenstands beabsichtigt waren (*design function*), von Funktionen, für die ein Gegenstand später verwendet wird (*use function*), und von Funktionen, die einen Anwender einen Nutzen bringen, selbst wenn dieser den Nutzen gar nicht beabsichtigt oder gar erkennt (*service function*). In typischen Fällen, wie sie Wright vorschweben, fallen alle drei Arten von Funktionen zusammen, was jedoch keineswegs zwingend ist. Achinstein stellt heraus, dass nur die erste dieser drei Arten von Funktionen dem Anspruch von Wrights Bedingung (a) genügt, also die Existenz des Gegenstands X erklärt. Aber auch die *use function* und die *service function* sind für Achinstein legitime Verwendungsweisen von „Funktion“, sodass Wright zu eng mit seiner Explikation ist. Wright lässt demgegenüber nur Fälle gelten, in denen *design function*, *use function* und *service function* übereinstimmen und zudem in einer bestimmten kausalen Beziehung zueinanderstehen, sodass X erfolgreich Z erzeugt und Z wiederum X befördert. Erfolgreiche Artefakte werden zu nebensächlichen Fällen, die für die Bestimmung einer Funktion nicht weiter in Betracht gezogen werden müssen. Erhellend für die Funktionszuschreibung sind nur erfolgreiche Tätigkeiten Z. „It [erfolgreich ausgeführtes Verhalten Z] gives us the sort of case from which all others can be seen as natural derivatives“ (L. Wright, 1976, S. 37) zitiert nach R. G. Millikan (1989/1998, S. 305). R. G. Millikan (1989/1998) kritisiert, dass Wright und andere Autoren den Fall von defekten Mitgliedern einer Familie von Gegenständen nur als nebensächlich abgehandelt hätten. Tatsächlich liegt nämlich für Millikan das Alleinstellungsmerkmal von Funktionsgegenüber Kausalbeziehungen gerade darin, dass ein Artefakt seine Funktion niemals erfüllen muss, um sie zu haben. Schließlich ist nicht von der Hand zu weisen, dass auch *design functions*, wie sie Achinstein beschreibt, nicht unbedingt erfüllbar sein müssen. Stellen wir uns einen indianischen Traumfänger vor. Dieses Gerät soll nach dem Volksglauben böse Träume verhindern. Ein Schamane oder ein Souvenirfabrikant stellt diese Traumfänger her und verbindet damit den Designplan *p*. Die Funktion dieses Objekts besteht darin, böse Träume abzuhalten. Es stellt sich heraus, dass ein Traumfänger völlig ungeeignet ist, seine Funktion zu erfüllen. Diese Information ist sicherlich hilfreich für Designer und Nutzer eines solchen Artefakts, ändert aber nichts an der Tatsache der Funktion. Gerade die Tatsache, dass der Traumfänger eine bestimmte Funktion übernimmt, gibt der Nachricht über seine Wirkungslosigkeit erst eine Bedeutung. Unabhängig von der Frage, ob der Traumfänger in der Lage ist, diese Funktion auch nur ansatzweise zu erfüllen (*service function*), so hat er diese Funktion doch durch den Designer zugeschrieben bekommen (*design function*) und wird wohl oder übel auch zu diesem Zweck benutzt (*use function*). Wenn Gegenstände vom Typus Traumfänger X aber niemals Alpträume verhindern Z, dann gelingt es Wrights gesamter Formel nicht mehr, diese Art von Funktionen abzubilden. Ähnlich wie im Fall Achinsteins könnten uns inkompatible Intuitionen über die Reichweite des Funktionsbegriffes in eine müßige Haarspalterei locken: Möglicherweise würden Ethnologen im Fall des Traumfängers gar nicht von wirklichen Funktionen sprechen wollen, sondern nur von vermeintlichen Funktionen in der Vorstellungswelt der Hersteller. Trotz unterschiedlicher Intuitionen, welche Wortwahl in dem jeweiligen Fall angemessen erscheinen mag, würde wenig an der

Verwendung oder Nichtverwendung des Ausdrucks „Funktion“ im Speziellen hängen. Auch wer das Wort „Funktion“ vermeiden will, müsste dennoch eine Erklärung liefern, warum bestimmte Ethnien überhaupt Traumfänger bauen. Die Erklärung des Ethnologen würde immer noch die Absichten und Ansichten der Urheber berücksichtigen müssen. Wenn Millikan also in Fällen dieser Art von Funktionen spricht, dann tut sie das, um wichtige Bestandteile für die Erklärung der Existenz dieser Gegenstände zu liefern. Sie teilt also Wrights Motivation, wonach die Adellung von Verhalten Z zur Funktion das Verhalten als erklärungsrelevant für die Existenz des Objekts X auszeichnet. Eine Funktion zu sein, bedeutet nach Wright und nach Millikan, über eine explanatorische Bedeutung zu verfügen. Millikan bestreitet lediglich Wrights Bedingung (*b*), die fordert, dass dieses Verhalten Z stets oder auch nur oft genug realisiert sein muss. Es kann genauso aufgrund eines Defekts oder einer Degeneration unmöglich sein oder überhaupt nur in der Vorstellung eines Erbauers möglich sein. Millikan bringt diesen Zusammenhang folgendermaßen auf den Punkt:

Function categories are essentially categories of things that need not fulfill their functions in order to have them. (R. G. Millikan, 1989/1998, S. 304)

In Abgrenzung und bewusstem Gegensatz zu Wrights Ansatz steht die Theorie der kausalen Rollen (*causal role theory*). Sie wird auch als Theorie systemischer Funktionen (*systemic functions*) bezeichnet. Die maßgebliche Ausformulierung der *causal role function* stammt – wenn auch noch nicht unter diesem Titel – aus Cummins (1975/1998) einflussreichem Aufsatz „*Functional Analysis*“. Cummins formuliert folgenden Funktionsbegriff:

To ascribe a function to something is to ascribe a capacity to it which is singled out by its role in an analysis of some capacity of a containing system. When a capacity of a containing system is appropriately explained by analyzing it into a number of other capacities whose programmed exercise yields a manifestation of the analyzed capacity, the analyzing capacities emerge as functions (Cummins, 1975/1998, S. 193).

Für Cummins ist der Ausdruck der Funktion keine ätiologische Erklärung für die Existenz eines Gegenstands. Vielmehr wird mit der Bezeichnung „Funktion“ einer bestimmten Tätigkeit eine erklärende Rolle zugeschrieben, um das Auftreten eines komplexen Phänomens für ein übergeordnetes System zu verstehen. Dieses Vorgehen nennt Cummins funktionale Analyse (*functional analysis*). Ein Verweis auf zeitliche Kontexte ist weder notwendig noch möglich. Wie Wrights Konzept ist auch Cummins Vorschlag in den folgenden Jahrzehnten breit diskutiert worden. Dabei haben sich zwei Argumentationslinien ergeben, die ganz analog zur Kritik an Wright verlaufen: Einerseits wird Cummins ein zu weiter Funktionsbegriff vorgeworfen, der andererseits zu eng sein soll und so bestimmte Arten von Funktionen nicht berücksichtigt.

Cummins Funktionsbegriff ist immer wieder als zu weitläufig missverstanden worden, wie insbesondere Davies (2001) bedauert.¹⁰¹ Den Gedankengang möchte ich anhand einer Abwandlung des Gasleck-Beispiels von Boorse (1976) verdeutlichen: Nach Cummins, so befürchten seine Kritiker, hält uns nichts davon ab, auch zufällig entstandenen oder willkürlich definierten Systemen bestimmte Funktionen unterzuschreiben. So könnten wir den oben beschriebenen Raum mitsamt dem Gasleck als ein System betrachten, dessen Fähigkeit (*capacity*) uns interessiert, den Techniker ohnmächtig zu halten. Eine funktionale Analyse ergäbe folgendes Bild: Tatsächlich müssen mehrere Umstände zusammenkommen, damit das System diese Fähigkeit hervorbringen kann: In diesem System „Raum-Gasleck“ besitzt das Alarmsignal anscheinend die Funktion, den ahnungslosen Techniker in die Falle zu locken, das Leck besitzt seinerseits die Funktion das betäubende Gas auszustoßen. Die Wände des Raums besitzen die Funktion, das ausströmende Gas in einem begrenzten Raum zu halten und das Schloss schließlich besitzt die Funktion, den Techniker an der Flucht zu hindern. All diese Aspekte laufen unseren Intuitionen, wie das Wort „Funktion“ zu verwenden ist, aber zutiefst zuwider.¹⁰² Dieses Beispiels soll es sein, dass Cummins scheinbar willkürlich gewählte Systeme erlaubt, deren Bestandteilen dann unpassend erscheinende Funktionen zugeschrieben werden können, sofern sie nur zur Ermöglichung irgendeiner Fähigkeit beitragen. Dieser Makel von Cummins Theorie wird von Davies (2001, S. 73) als unerwünschte Promiskuität der Cummins-Funktionen bezeichnet. Die Promiskuität, so die Kritiker, verwässere Cummins Funktionsbegriff, dem die autonome Daseinsberechtigung fehle, es sei denn als sprachliches Kürzel für ganz ordinäre kausale Strukturen.

Wenn wir die Geschichte auf eine gewisse Weise abändern, können wir dem Gasleck aber problemlos eine Funktion zugestehen: Gehen wir davon aus, ein Einbrecher habe die Gasleitung mit Absicht sabotiert, damit der Wissenschaftler außer Gefecht gesetzt würde. Vielleicht erhoffte er sich, auf diese Weise in aller Ruhe sein Unwesen treiben zu können. Jetzt besitzt das Gasleck die Funktion, den Wissenschaftler betäubt zu halten und damit das Gesamtsystem aus Gasleck und Wissenschaftler zu erhalten. Nun erscheint uns die Funktionszuschreibung völlig intuitiv. Diese Veränderung unserer Wertung ist nicht verwunderlich, schließlich wurde das Gasleck durch die modifizierte Geschichte von einem zufälligen Vorkommnis zu einer Art rudimentärem Artefakt umgedeutet.

Wright betont eine gedankliche Differenzierung zwischen einem allgemeinen Typus von Gegenstand *X* und einem bestimmten Einzelgegenstand *x*. Bemerkenswert ist, dass Cummins diese Notwendigkeit nicht kennt. Wenn von den kausalen Rollen die Rede, die bestimmte Teile im Gesamtsystem spielen, ist es hingegen einerlei, ob von einem einzelnen Gegenstand oder einem ganzen Typus die Rede ist. Das Programm der funktionalen Analyse ist gleichermaßen möglich. Hier könnte erneut der Vorwurf der Promiskuität entstehen: Wenn wir uns auf keinen Typus beziehen, um Funktionen zuzuschreiben, dann könnte auch eine rostige Stelle

101 Etwa bei R. G. Millikan (1989/1998) oder Matthen (1988).

102 Boorse (1976) entwarf dieses Beispiel ursprünglich, um gegen die Vorstellung von L. Wright (1973/1998) zu argumentieren. Das Beispiel erfüllt hier aber denselben Zweck: Es führt uns die Grenzen unserer Intuitionen vor Augen, wann es angemessen ist, einem System Funktionen zuzuschreiben und wann nicht.

die Funktion haben, den Motor lahmzulegen. Im Bereich der Artefakte müssen wir uns aber um solche „Funktionen von Dysfunktionen“ keine Sorgen machen.

Der zweite Kritikpunkt an Cummins richtet sich ebenfalls gegen Wright: Der Ansatz der funktionalen Analyse verkauft das Konzept von Funktionen unter Wert, weil nur auf die Faktizität eines gegebenen Systems eingegangen werden kann, nicht hingegen auf die im Funktionsbegriff angelegte Normativität. Abermals kommt R. G. Millikan (1989/1998) Einwand ins Spiel, wonach Funktionen unabhängig von erfolgreicher Anwendung sind. Sie haben etwas mit dem zu tun, wie die Dinge sein sollen und nicht unbedingt damit, wie sie sind. Funktionen sind daher teleologisch. Cummins könnte dem oben genannten Traumfänger gar keine Funktion zusprechen, weil es gar keine kausalen Rollen gibt und die Funktion überhaupt nicht realisiert wird. Aber auch in anderer Hinsicht scheint Cummins der Begriff zu eng ausgelegt zu sein. Wir brauchen stets ein System, das wir als Funktion bezeichnen können. In Bezug auf Artefakte scheint es jedoch nicht auf der Hand zu liegen, welche Systeme es sein sollten. Wir können im Sinne der funktionalen Analyse ohne Weiteres vom Auto als System sprechen, indem wir beispielsweise nun der Kurbelwelle eine Funktion zusprechen. Aber wie steht es mit der Funktion des Autos als Ganzem? Müssen wir jetzt das Auto plus den Fahrer als übergeordnetes System nennen oder vielleicht das Auto sowie das Straßennetz? Alle Möglichkeiten, solche zeitlich und räumlich unverbundenen Dinge zu Systemen zu verbinden, wirken umständlich und künstlich.

Was können wir nun bei einem Vergleich beider Ansätze erkennen? Zunächst zeigt sich, dass weder Wright noch Cummins mit den Phantomfunktionen umgehen können, wie ich sie am Beispiel des Traumfängers beschrieben habe. Prinzipiell bleiben nicht funktionierende Fälle von Artefakten systematisch außen vor, weil keine Ätiologie in der Art von Wright vorliegt und auch kein kausales System analysiert werden kann. Weiterhin scheinen beide Ansätze nicht dafür geeignet zu sein, bestimmten Systemen Funktionen vorzuenthalten, die nach unseren Alltagsintuitionen keine Funktionen haben sollten, wie etwa das Gedankenexperiment mit dem Gasleck zeigt. Beiden Ansätzen fehlt eine Annäherung an Phantomfunktionen, wie ich sie am Beispiel eines Traumfängers vorgestellt habe.

Die drei Fragen von Woodfield können zumindest für Artefakte beantwortet werden, wenn wir von einem teleologischen Funktionsbegriff ausgehen, in dessen Zentrum Absichten und Zwecke von Designern und Nutzern stehen. Zunächst möchte ich darstellen, was ein teleologischer Funktionsbegriff formal beinhaltet. Anschließend werde ich drei Aspekte vorstellen, die solche Funktionsbegriffe kennzeichnen. Es handelt sich erneut um die drei teleologischen Kennzeichen, die bereits für die Beschreibung von absichtsvollen Handlungen relevant sind (vgl. Abschnitt 4.1): Das Kennzeichen der Normsetzung hilft dabei, Hempels Problem zu beantworten. Die multiple Realisierbarkeit liefert eine Lösung für Nagels Problem und die Diskriminierbarkeit löst den scheinbaren Widerspruch zwischen Cummins und Wright auf. Mithilfe dieser drei Kennzeichen möchte ich zwei Funktionsbegriffe für Artefakte formulieren (Abschnitt 4.3.9). Einige Gedanken zur methodischen Aufgabe von Funktionsbegriffen in Bezug auf Artefakte insgesamt möchte ich nutzen, um beide Funktionskonzepte zu erproben (Abschnitt 4.3.10). In Teil 5 meiner Arbeit werde ich diese beiden Funktionsbegriffe für biologische Fragestellungen anwenden. In dem Zusammenhang

möchte ich zeigen, dass in der Biologie Artefaktfunktionen in metaphorischer Weise genutzt werden.

4.3.5 Der teleologische Funktionsbegriff

Neben den nicht-teleologischen Funktionsbegriffen (Abschnitt 4.3.2) existieren bei Wimsatt (1972, 2002) auch teleologische Funktionen, deren Gestalt ungleich anspruchsvoller ist. Wenn wir uns klarmachen, was diese Funktionsbegriffe auszeichnet, werden wir keine Schwierigkeiten haben, Antworten auf Woodfields drei Anfragen zu geben. Diese Antworten beziehe ich zunächst auf Funktionen bei Artefakten und später auf Funktionen in biologischen Kontexten.

Vor allem anderen ist der teleologische Funktionsbegriff bei Wimsatt dadurch gekennzeichnet, dass er einen Zweck (*purpose*) zumindest impliziert.

If some entity has a function in this sense, it is (generally or under appropriate circumstances) useful for or contributes to the attainment of some end or purpose of some user or system. (Wimsatt, 1972, S. 4-5)

Wimsatt stellt ein Schema vor, nach dem Funktionsaussagen unabhängig vom inhaltlichen Kontext und von der Frage nach der Berechtigung der Rede von Zwecken auf eine einheitliche Art und Weise formuliert werden können (Wimsatt, 1972, 2002). Dieses *function statement*-Schema markiert folgende Kausalität:

According to causal theories T, a function F of behavior B of item i in system S in environment E relative to purpose P is to do (or bring about) causal consequence C. (Wimsatt, 2002, S. 178).

Zusammengefasst formuliert Wimsatt eine sogenannte Normalform funktionaler Aussagen, in der die relevanten Variablen nach Art einer mathematischen (!) Funktion auftreten. Dies sind Verhalten, System, Umgebung, Zweck und kausale Theorie: $F[B(i), S, E, P, T] = to\ do\ C$ (Wimsatt, 2002, S. 179).

Es existieren für Wimsatt mehrere Parameter, die vorliegen müssen, um teleologische Aussagen über Gegenstände mit Funktionen auf logisch korrekte Weise treffen zu können: Vor allen weiteren Elementen der Aussage steht die kausale Theorie. *T*. Wimsatt versteht darunter, dass Menschen unweigerlich bei vorhergehenden Annahmen beginnen, wenn sie Dinge funktional beurteilen. Diese Annahmen, zusammengefasst als *T*, liefern eine Beschreibung, wie Dinge in der Welt nach Meinung des Beurteilenden kausal aufeinander folgen. Aus der Theorie *T* geht hervor, dass das Verhalten *B* zu *C* führt. Sofern eine Person also *T* anerkennt, ist es für sie unstrittig, dass *B* zu *C* führt. Wimsatt liegt es fern, jedermann eine elaborierte Kausaltheorie des beurteilten Gegenstands zu unterstellen: Bestimmte umfangreiche kausale Theorien *T* beziehen sich möglicherweise auf Angaben über naturwissenschaftliche Gesetzmäßigkeiten, verweisen auf Beobachtungen, Erfahrungen, Gesetze der Logik usw. Es ist aber nicht gesagt, dass es sich bei allen Theorien im Sinne dieser Formulierung auch um derartige (natur-)wissenschaftliche Gedankengebäude handeln muss. Es bestehen vielmehr keine Einschränkungen, welche Vorstellungen eine kausale Theorie

beinhalten muss, solange diese Theorie eine Erklärung liefert, warum B zu C führt, sodass jede Person diesen Schluss ziehen wird, sofern sie T annimmt. Sogar eine magische Weltansicht, die von astrologischen Wirkungen, Geistern oder magischen Effekten ausgeht, ist in diesem Sinne eine mögliche Theorie. Aristoteles hätte behaupten können, dass der Blutfluss durch das Gehirn die Funktion hat, das Blut zu kühlen, weil er von der falschen biologischen Annahme ausging, dass das Blut sich regelmäßig auf schädliche Weise aufheizt und diese Erhitzung vom Gehirn rückgängig gemacht wird (Aristoteles, 2014). In diesem Fall würden wir intuitiv urteilen: Wir können nachvollziehen, was Aristoteles sagt, aber wir stimmen schlichtweg nicht mit ihm überein, weil unsere kausale Theorie von den im Gehirn ablaufenden Prozessen eine andere ist als seine. Wir sind aufgrund von medizinischen Erkenntnissen der Ansicht, dass der Blutfluss im Gehirn das Blut *de facto* nicht kühlt, sondern dass er das Gehirn mit Sauerstoff und Glucose versorgt. Damit behaupten wir noch nicht, dass diese Konsequenz auch eine Funktion darstellt, auch wenn wir in diesem Fall wahrscheinlich dazu neigen, es zu tun. Wir können schlicht gar nicht mehr argumentieren, dass das Gehirn die Funktion habe, unser Blut zu kühlen, während Aristoteles diese Annahme nach seiner eigenen kausalen Theorie T noch treffen konnte. In Wimsatts Ausdrucksweise heißt diese Bedingung, dass es für eine logisch korrekte Funktionsaussage im Rahmen der individuellen Theorie T notwendig ist, eine Konsequenz C anzunehmen, die durch das Verhalten B eines Gegenstands i verursacht wird. Die Funktion des Verhaltens B bringt anschließend die kausale Konsequenz C hervor. bezeichnen. Ohne diesen kausalen Teil einer Funktionsaussage kann eine teleologische Funktionsaussage nicht beginnen. Es ist nicht immer offensichtlich, welche Konsequenz innerhalb einer Kausalkette nun tatsächlich relevant ist. Die Grenzen des Systems bieten aber eine natürliche Grenze, die Kausalkette beenden zu lassen. Die relevante kausale Konsequenz ist nach mehreren Zwischenschritten diejenige, die das System als Ganzes in seiner Umwelt E erfährt. Wir erinnern uns an Anscombe (1957/2000), die anmerkt, dass übergeordnete Beschreibungen einer Tätigkeit die direkteren Beschreibungen „schlucken“, sie also ersetzen und in ihrem Sinngehalt erweitern können.

Betrachten wir dazu ein technisches Beispiel, und zwar die kausale Konsequenz der Einspritzer im Auto: Im Auto S ist das Einspritzen des Verbrennungsgases B durch die Düse i , das als Konsequenz C die Verbrennungsprozesse im Motor und schließlich die Fortbewegung des Wagens nach sich zieht. Die entsprechende Theorie T , die uns diese kausale Aussage nahelegt, beinhaltet vor allem gewisse Kenntnisse über Verbrennungsvorgänge und physikalische Grundprinzipien, wie die Ausdehnung eines Gasraums durch eine Verbrennung. Als kausale Konsequenz wird die Tätigkeit des Autos selbst benannt, hier die Fortbewegung des Autos, weil in diesem Beispiel das Auto als Gesamtsystem auftritt.

Den kausalen Teil des *function statement*-Schemas von Wimsatt möchte ich folgendermaßen abkürzen: Laut T : $B(i) \rightarrow C$. Der Pfeil bezeichnet eine Ursache-Wirkung-Beziehung im Sinne eines „führt zu...“ oder „bringt hervor“. Das Beispiel über die Funktion des Blutflusses im Gehirn zeigt zwei Konsequenzen C , je nachdem, ob wir Aristoteles physiologische Theorie T_A oder unsere moderne Theorie T_M zugrunde legen:

Laut T_A : *Blutfluss (Gehirn) \rightarrow Kühlung des Blutes*

Laut T_M : *Blutfluss (Gehirn) \rightarrow Nährstoffversorgung des Gehirns.*

Der kausale Teil des *function statement* enthält also nicht mehr als eine Beschreibung der Annahmen über diejenige Person, die dieses *statement* formuliert.

Obwohl jede Beziehung der Art $B(i) \rightarrow C$ und damit letztlich auch jede kausale Theorie T Gegenstand eines wissenschaftlichen, empirischen, logischen und sonstigen Diskurses sein kann, ist damit über die eigentliche teleologische Beurteilung noch nichts gesagt. Insgesamt sind es nicht so sehr abweichende Vorstellungen davon, wie die Dinge in der Welt ablaufen, die in der aktuellen Debatte um Funktionen und Naturteleologie zur Disposition stehen. Alle Diskursteilnehmer haben mehr oder weniger identische naturwissenschaftliche Vorstellungen vom kausalen Aufbau der Welt. Vielmehr geht es in dem aktuellen Diskurs um den Bezug von naturwissenschaftlich erforschbaren Beziehungen der Art $T: B(i) \rightarrow C$ auf bestimmte Zwecke P und wie dieser Bezug gerechtfertigt werden kann. Ihren teleologischen Charakter gewinnt das *function statement* erst durch die Nennung eines Zwecks P , auf den C verweist. Dieser Zweck ist in unserem Beispiel der Blutfluss im Gehirn, damit der Organismus überlebt. Der Zweck der Düse im Auto bestünde in der Absicht, bequem zur Arbeit oder in den Urlaub zu fahren oder ein Autorennen zu gewinnen. Ich sehe im Übrigen keinen Grund, nur einen Zweck nennen zu dürfen. Wimsatt sieht die Verbindung zwischen der Konsequenz C und dem damit verbundenen Zweck P wiederum als eine Konsequenz von C , also in Abhängigkeit der kausalen Theorie T . Allerdings ist es eine Konsequenz, die gegenüber anderen Konsequenzen von C – die anderen weiterführenden Konsequenzen D_1, \dots, D_n – herausgehoben ist: $B(i) \rightarrow C \rightarrow P$. $B(i)$ führt also zu C und C befördert wiederum P .

Die Erhebung einer Konsequenz D_p zum Zweck P wird laut Wimsatt durch eine Hintergrundannahme (*background presumption*) geleistet, die Kriterien liefert, um unter den vielen möglichen Konsequenzen von C – in unserem Beispiel etwa die Flüssigkeit, die das Blut dem Gehirn verleiht – ausgerechnet D_p zum Zweck P zu erheben. In diesem Sinne ist für Wimsatt mit Zweck P stets ein bereits anerkanntes grundlegendes Endziel (*primary and ultimate end*) gemeint, dessen Angabe uns als teleologischen Fragesteller, d. h. vor dem Hintergrund unserer mitgebrachten Hintergrundannahmen zufriedenstellt. Mit der Hintergrundannahme X bekommt die Struktur von Funktionsaussagen die folgende Formel, wobei ich die Hintergrundannahmen mit BP bezeichne:

Laut T : $B(i) \rightarrow C \rightarrow D_p$

Laut BP : $D_p = P$

Laut T und BP : $B(i) \rightarrow C \rightarrow P$

Wimsatts Formulierung kann erweitert werden:

*According to theory T [and teleological background presumption BP],
a function F of behavior B of item i in system S in environment E relative
to purpose P is to do (or bring about) causal consequence C.*

(verändert nach Wimsatt (2002, S. 178))

Für biologische Funktionsaussagen beschreibt Wimsatt die darwinsche Evolutionstheorie als zugrunde liegende Hintergrundannahme, die mit dem Begriff der Fitness und der evolutionären Selektion ein Kriterium liefert, um einen Zweck P zu definieren. Dieser so bestimmte Endzweck P aller biologisch relevanten Funktionen ist nichts anderes als der

Fortpflanzungserfolg des Lebewesens oder einer anderen evolutionären Einheit, wie etwa einem Gen. Wimsatt erweitert dieses Prinzip im Sinne von Donald Campbell auf das menschliche Handeln, indem er eine Selektion möglicher Alternativen annimmt, die unserem Handeln vorausgeht (Bradie & Harms, 2017). Tatsächlich ist es für die formale Korrektheit von Funktionsaussagen irrelevant, welche Hintergrundannahmen über die Berechtigung von Zweckzuschreibungen der Aussage zugrunde liegen. Es spielt formal keine Rolle, ob es sich bei den Annahmen überhaupt um naturwissenschaftliche Theorien handelt. Für Wimsatt ist es unstrittig, dass es stets eine solche wie auch immer geartete Annahme gibt:

But it is not essential to my position, that the background presumptions involved in identifying purposes have the status of scientific theories—only that background presumptions are invariably involved. (Wimsatt, 1972, S. 63)

Wimsatt trennt seine Analyse von Funktionsaussagen von seinen Hintergrundannahmen. Daher trifft auch die Kritik, die gegen Wimsatt und andere Vertreter der ätiologischen Funktionstheorie vorgebracht wird (L. A. Nissen, 1997), in der hier aufgestellten Form von Funktionsaussagen nicht zu. Stattdessen ist Wimsatts Aussageform agnostisch bezüglich der Frage, was geeignete Hintergrundannahmen sein können, geschweige denn, ob sie ätiologisch sein müssen. Wimsatt betont diese Einschätzung später selbst, als er seine Normalform funktionaler Aussagen als ätiologisch missverstanden sah Wimsatt (2002).

Mit Wimsatts formale Konzeption des teleologischen Funktionsbegriffs sind wir den drei Anfragen von Woodfield bereits ein Stück nähergekommen: Woodfield fragte zunächst, inspiriert von Hempel, warum nur manche Effekte als Funktionen gelten können, während andere bloße Nebeneffekte darstellen. Wimsatt gibt eine klare, wenn auch unzureichende Antwort, worin der Unterschied besteht: nur der Zweck P , auf den eine kausale Konsequenz C bezogen ist. Nur weil der eine Effekt bezweckt war und der andere nicht, ist es sinnvoll, von einem der beiden Effekte als Funktion zu sprechen und nicht vom anderen. Es bleibt jedoch fraglich, von welcher Art die Beziehung zwischen dem Zweck und der kausalen Konsequenz sein muss. Reicht es, wenn eine Konsequenz zur Erreichung des Zwecks P in der Umwelt E hilfreich ist, oder muss die Beziehung in irgendeiner Weise kausal begründet sein?

Weiterhin fragte sich Woodfield in Anlehnung an Nagel, welche Arten von Systemen überhaupt über Funktionen verfügen. Zweifellos sind es Systeme, die in einer bestimmten Umgebung E in einem bestimmten Bezug zu „Absichten“ und „Zwecken“ stehen. Wir können nicht erkennen, von welcher Art dieser Bezug sein muss. Hempels Problem rückt erneut in den Mittelpunkt: Reicht es, wenn ein System unseren Absichten durch glückliche Umstände zuträglich ist? Braucht es eine gewisse kausale Verbindung zwischen beidem? Das Gleiche gilt für Woodfields dritte Anfrage, die ich mit Wright in Verbindung gebracht habe. Dabei ging es um die Rolle, die Funktionsaussagen in bestimmten Erklärungszusammenhängen spielen sollen. Was bringe ich zum Ausdruck, wenn ich eine Funktion zuschreibe? Wright betont, dass Funktionsaussagen eine Erklärung für die Existenz eines Merkmalstyps bieten. Funktionen beinhalten ein besonderes *because*. Wenn nun der Zweck der Dreh- und Angelpunkt von Funktionsaussagen sind, dann müssen Zwecke dieses besondere *because* fundieren, d. h., sie

müssen erklären helfen, warum ein Merkmal existiert. Andere Autoren wie Cummins (1975/1998) oder Achinstein (1977) hielten diesen Gedankengang für zu einfach. Wimsatt kann diesen Streit nicht entscheiden. Zweifellos geben Funktionsaussagen eine Auskunft über die Beziehung zwischen einer bestimmten kausalen Konsequenz eines bestimmten Systems und dem Zweck *P*. Aber was genau sagen sie über diese Beziehung?

In allen drei Fragen finden wir den notwendigen Bezug zwischen einem Effekt oder einem System oder einer Erklärungsart und einem Zweck. Damit haben wir das Fragezeichen jedoch nur verschoben, und zwar vom Effekt, dem System und der Aussage auf den Zweck. Wir kommen mit Wimsatt an dieser Stelle nicht mehr weiter und dies aus gutem Grund: Ein formales Denkschema nach Art von Wimsatt kann eigene Anwendungsgebiete nicht aus sich heraus definieren, ebenso wenig wie eine mathematische Funktion aus sich heraus bereits definieren kann, auf welche Bereiche der Physik sie anwendbar ist. Ebenso wenig kann uns Wimsatt die Entscheidung abnehmen, in welchen Zusammenhängen wir Zwecke ins Spiel bringen sollen. Wimsatt verweist nur allgemein auf kausale Theorien und *background presumptions*, die den Anwendungsbereich abstecken sollen.

Die entscheidende Einschränkung von Wimsatts formaler Darstellung ist, dass sie den eigentümlichen Aspekt eines teleologischen Funktionsbegriffs inhaltlich offenlassen muss: den Zweck *P*. Wie entstehen Zwecke? Wer oder was setzt sie? Wo sind sie zu finden? Was zeichnet sie inhaltlich aus? Welche Art von Zusammenhang soll zwischen den Zwecken und den Artefakten bestehen? Bei all diesen Fragen kann uns Wimsatts Ansatz nicht weiterhelfen. Ich möchte deshalb eine neuere Analyse von Funktionsaussagen neben Wimsatt stellen, die explizit und exklusiv Artefakte in den Blick nimmt: der ICE-Ansatz von Vermaas and Houkes (2006, 2013). Die Elemente dieses neuen Ansatzes sind kompatibel mit Wimsatts klassischer Definition, obwohl keine offensichtliche Bezugnahme der beiden Autoren auf Wimsatt besteht. Die neuere Analyse wird uns helfen, zwei Dinge über Zwecke zu lernen, zumindest insofern von Artefakten die Rede ist: Was sind Zwecke im Zusammenhang mit Artefakten und welche Art von Beziehung herrscht zwischen den Zwecken und Artefakten, auf die sie Bezug nehmen?

Houkes und Vermaas haben sich vorgenommen, drei Annahmen zu vereinen, die an die Funktionen im technischen Bereich gestellt werden: Das Vorhandensein menschlicher Intentionen (I), die Erfordernisse von Kausalität (C) und die Einbeziehung einer Weiterentwicklung, einer „Evolution“ (E) des Artefakttyps durch kulturelle und soziale Interaktion. Für Artefakte formulieren die Autoren die folgenden drei Anforderungen:

An agent a ascribes the capacity to ϕ as a function to an artefact x, relative to a use plan p for x and relative to an account A, iff:

- I. *a believes that x has the capacity to ϕ
a believes that p leads to its goals due to, in part,
x capacity to ϕ*
 - C. *a can justify these two beliefs on the basis of A.*
 - E. *a communicated p and testified these beliefs to
other agents*
- or*

a received p and testimony that the designer d who developed p has these beliefs (Vermaas & Houkes, 2006, S. 9)

Bemerkenswert ist zunächst die subtile Unterscheidung zwischen dem Gegenstand x und einem Verwendungsplan p für diesen Gegenstand. Nirgendwo in dieser Definition wird verlangt, dass x überhaupt ein in irgendeiner Weise entwickelter oder designerter Gegenstand sein muss. Das Einzige, was stets von Menschen gemacht wird, ist der *use plan p*. Zwar wird von einem Designer d gesprochen, allerdings nicht notwendigerweise im Sinne eines *de novo*-Entwicklers des Gegenstands x selbst. Es könnte sich auch lediglich um den Erfinder eines *use plan* für ein bereits existierendes Artefakt oder gar einen Naturgegenstand handeln. Damit gesteht die ICE-Theorie die Unschärfe des Artefaktkonzepts ein, wie bereits der Verweis auf Perlman (2009) belegt (vgl. Abschnitt 4.3.1). Ein Gegenstand kann je nach Grad seiner menschlichen Bearbeitung mehr oder weniger „artefaktartig“ sein und die begriffliche Unterscheidung zwischen einem besonders bearbeiteten Naturgegenstand und einem naturnahen Artefakt wird nicht präzise zu unterscheiden sein. Weiterhin ist es möglich, Artefakte mit neuen *use plans* zu versehen. So wurde das Arzneimittel Aspirin zunächst als Kopfschmerzmittel bekannt, wird mittlerweile jedoch auch als Blutverdünner eingesetzt. Aspirin hat einen neuen *use plan* und der ICE-Theorie folgend eine neue Funktion bekommen. Der überzeugende Aspekt der ICE-Theorie besteht darin, dass sie diese beiden Differenzierungen leistet, indem sie das Artefakt als einen materiellen Gegenstand von den Konzepten trennt, die Menschen mit diesem Gegenstand verbinden.

Was erfahren wir nun von Houkes und Vermaas inhaltlich über Zwecke im Bereich der Artefakte? Ich gehe davon aus, dass uns die ICE-Theorie zwei Dinge über Zwecke von Artefakten vor Augen führt:

(1) Dualität: Zunächst zeigt sich, dass die Teleologie bei Artefakten an zwei Stellen ins Spiel kommt. Einerseits verfolgt ein Nutzer a des Artefakts x gewisse Absichten (*goals*), die mit Kriterien für Erfolg und Misserfolg einhergehen. Andererseits setzt der Designer d dem Artefakt x durch seinen *use plan p* gewisse Normen für Erfolg und Misserfolg. Neben den Zielen, die dem Artefakt extern sind, existiert auch ein Designer d und sein Plan p , in dem bestimmte innere Normen der Funktionalität für x formuliert sind. In dieser Gegenüberstellung begegnet uns die Zweiteilung der Teleologie in Bezug auf Artefakte: Die interne Funktion, die in einem Designplan niedergelegt ist, und die externe Funktion, die durch Absichten der Nutzer bestimmt wird.

Eine Funktionszuschreibung kann sich im Bereich der Artefakte auf beide Ebenen beziehen, auf eine interne Teleologie der Form und Struktur und auf eine externe Teleologie der menschlichen Absichten und Ziele. Am Ende dieses Kapitels werde ich daraus zwei distinkte Funktionsbegriffe (intern und extern) entwickeln, die das weitere Vorgehen erleichtern.

Welche dieser beiden Arten von Funktionen ist nun beim Zweck P in Wimsatts *function statements* gemeint? Wimsatt spricht von P als dem vorrangigen und letztlichen Ziel (*primary and ultimate goal*). Gemeint ist damit dasjenige, das in der ICE-Theorie *goals* genannt wird, nämlich die Absichten eines Nutzers oder Designers. Der Ausdruck Funktion F bei Wimsatt

beschreibt in Bezug auf Artefakte dasjenige, was die ICE-Theorie auch Funktion nennt. In welcher Beziehung müssen nun die *goals* zu den Tätigkeiten ϕ der Artefakte stehen, damit diese Tätigkeiten als Funktionen gelten können? Einerseits scheint die Verbindung weniger eng zu sein als bei Wright: Es ist nicht ein Tätigkeitstyp, der die Existenz eines Gegenstandstyps erklärt. Tatsächlich wird die Existenz des Gegenstandstyps in der ICE-Theorie nicht erklärt. Der ICE-Ansatz ist nicht ätiologisch. Dennoch liegt zumindest eine vermittelte Beziehung zwischen der Tätigkeit des Artefakts und der Absicht von Nutzern und Designern vor. Diese Vermittlung erfolgt über einen *use plan p*. Dort wird bekundet, welche Tätigkeit des Artefakts x tatsächlich eine Funktion ist. Ich möchte die in p ausgezeichnete Tätigkeit ϕ als charakteristische Tätigkeit des Artefakts bezeichnen.

(2) Subjektivität: Aus der Erkenntnis, dass die Beziehung zwischen Artefakt und Nutzern/Designern nicht direkt „in der Welt“ liegt, sondern durch einen *use plan* vermittelt wird, folgt die Subjektivität der Artefaktfunktionen: Laut Houkes und Vermaas ist die Artefakt-Teleologie eine Sache von Annahmen, die Nutzer und Designer mit den Artefakten verbinden und die die *use plans* bestimmen. Dabei ist es gleichgültig, ob sich die Dinge so verhalten, wie sie im *use plan p* beschrieben werden oder wie die Hintergrundannahmen A der Nutzer und Designer es nahelegen. Stattdessen sind Funktionen von Artefakten etwas, das Menschen den Artefakten lediglich beilegen, wenn auch oft mit Recht.¹⁰³

Wimsatt war dieser Gedanke bereits bekannt. Auch er sagte, dass Funktionen anhand von bestimmten kausalen Theorien T gerechtfertigt werden, die aber nicht notwendigerweise zutreffend oder auch nur plausibel sein müssen. Die Richtigkeit der Theorien T hat keinen Einfluss auf die Funktionen, die Artefakte besitzen. Stattdessen haben bei Artefakten der Designer von p und der Nutzer a die Deutungshoheit, was die Funktion ist. Darüber hinaus gibt es bezüglich der Funktionen keinen verborgenen *fact of the matter*. Kein Forschungsergebnis und kein Experiment zum technischen Aufbau des Artefakts kann die Tatsache der Funktionszuschreibung durch Nutzer und Designer verändern: Wenn der Designer eine Funktion in diesem Sinne zuschreibt, dann besitzt das Artefakt diese Funktion. Diese Aussage mag zunächst willkürlich erscheinen, die einer so wichtigen Eigenschaft wie der Funktion nicht gerecht wird. Aber auch andere „wichtige“ Eigenschaften eines Artefakts kommen durch Personen zustande, die in Beziehung zu dem Gegenstand stehen, ohne dass die Eigenschaften dieses Gegenstands eine Rolle spielen müssen. Nehmen wir etwa den Preis eines Artefakts. Insbesondere gibt es im Bereich der Artefakte keine Unterscheidung zwischen einer „vermeintlichen Funktion“, die Menschen sich bloß vorstellen oder gar ausdenken und einer „tatsächlichen Funktion“, die sich mit empirischen Befunden erschließen ließe. Funktionsaussagen benennen letztlich keine Tatsache über das Artefakt als solches, sondern

103 Eine Präzisierung ist an dieser Stelle notwendig: Wenn ich sage, Funktionen von Artefakten seien subjektiv, dann möchte ich damit gerade nicht sagen, sie seien von den willkürlichen Zuschreibungen Dritter abhängig. Das Gegenteil ist schließlich der Fall: Die Funktionen von Artefakten sind in epistemischer Hinsicht durchaus objektiv, weil es Tatsachen über die Absichten und den *use plan* gibt, die die Angelegenheit eindeutig entscheiden. In ontologischer Hinsicht sind die Funktionen von Artefakten aber durchaus subjektiv. Funktionen liegen nicht „in den Gegenständen selbst“, sondern existieren ausschließlich im Geist von Menschen. Die Unterscheidung zwischen epistemischer und ontologischer Objektivität stammt von Searle (1995).

über die Nutzungs- und Erwartungsbeziehung, die zwischen Menschen und dem Artefakt besteht. Obwohl der Traumfänger seine Funktion grundsätzlich nicht ausführen kann, besitzt er doch die Funktion, schlechte Träume fernzuhalten.

Wir können also nur angemessen über die Teleologie von Artefakten sprechen, wenn wir über den Geist von Designern und Nutzern reden. Dazu zählen die Absichten von Menschen und die geistigen *use plans*, die sie entwerfen.¹⁰⁴ Damit ist offensichtlich noch nicht entschieden, ob das Artefakt dazu geeignet ist, das im *use plan* Beschriebene zu leisten und/oder den beabsichtigten Zweck zu befördern. Manche Artefakte wie der Traumfänger sind für ihre Funktion völlig ungeeignet. Sie könnten ihre Funktion/charakteristische Tätigkeit laut *use plan* unter keinen Umständen ausüben oder sie können sie zwar ausüben, aber diese Ausübung leistet keinen Beitrag, die Absichten für die Nutzer und Designer zu erreichen.

Daraus folgt die überraschende Einsicht, dass wir die Funktionen eines geheimnisvollen Artefakts nicht allein durch technisch-analytische Verfahren bestimmen können. Wir können niemals vollkommen sicher sein, welche bizarren, abwegigen Vorstellungen die Designer und Nutzer bei der Herstellung oder Verwendung des Gegenstands gehabt haben mögen. Wir müssen stets plausible Annahmen treffen, welche Vorstellungen über die Welt die Erschaffer und Nutzer besaßen. Eine ehrliche Auskunft der entsprechenden Personen wird die Sache jedoch sofort beilegen und technische Analysen sind dann überflüssig. Ich betone diese grundlegende Unabhängigkeit der Artefaktfunktionen vom Konzept der Geeignetheit für diese Funktion, weil eine solche Unabhängigkeit im Fall der biologischen Funktionen nicht mehr gilt. Dort werden Funktionen eng mit Konzepten evolutionärer Anpasstheit verbunden, was für einige Verwirrung unter Philosophen sorgt. Bei Vermaas (2009) wird dieser Gegensatz ausgearbeitet.

Anhand der ICE-Theorie habe ich näher erläutern können, was im Bereich der Artefakte über Zwecke in Wimsatts Schema vorliegt: Erstens sind sie nicht mehr und nicht weniger als die Absichten der Nutzer und Designer. Zweitens ist die Beziehung zwischen ihnen und dem Artefakt nicht notwendigerweise materiell oder gar ätiologisch zu verstehen wie bei Wright. Vielmehr schafft der *use plan* eine Verbindung, die dem Artefakt als solchem extern ist.

Wir können Hartmanns Schema für den Zusammenhang von Absichten und Handlungen so modifizieren, dass es die Teleologie der Artefakte abbildet, wie sie nach Wimsatt und der ICE-Theorie zu verstehen sind. Dabei möchte ich aber eine bedeutende Einschränkung gegenüber der ICE-Theorie vornehmen. Dort wurde zu Recht betont, dass die Beziehung zwischen dem

¹⁰⁴ Die Maßgeblichkeit der Absichten für die Artefaktteleologie blieb freilich nicht unwidersprochen. So ist Preston (1998, 2013) Anhängerin einer Reproduktionstheorie. Darunter versteht sie einen Funktionsbegriff im Anschluss an L. Wright (1973/1998) und R. G. Millikan (1984). Im vorherigen Abschnitt habe ich diese Denkrichtungen bereits beschrieben. Im Mittelpunkt steht das Interesse an einer Erklärung, warum ein Artefakt existiert und sein Typus in der Gesellschaft reproduziert wird. Funktionen sind Effekte und Konsequenzen, die Artefakte tatsächlich haben, ungeachtet der möglicherweise abweichenden Absichten von Designern und Nutzern. Preston erwähnt auch Fälle wie den Traumfänger, bei denen eine beabsichtigte Funktion prinzipiell nicht ausgeübt werden kann. Sie nennt solche Funktionen *phantom functions* und sieht es als sinnvoll an, hier nützliche „Nebeneffekte“ des Artefakts als Funktionen anzugeben und eben nicht die ausdrücklichen Absichten und *use plans* (Holm, 2017).

Artefakt und der Absicht nur indirekt über einen *use plan* vorhanden sein muss. Für die paradigmatischen Artefakte ist diese indirekte Beziehung allerdings zusätzlich ätiologisch: Bei paradigmatischen Fällen von Artefakten ist die Absicht die Ursache für die Entstehung und Bewahrung des *use plan*, der wiederum die Ursache für die Herstellung der Artefakte des entsprechenden im *use plan* beschriebenen Typus ist (Vermaas & Houkes, 2006). Diese ätiologisch bedeutsamen Designpläne sind eine Untermenge der *use plans*, wie sie in der ICE-Theorie verwendet werden.

Aber auch in paradigmatischen Fällen, bei denen Artefakte durch *use plans* und diese schließlich durch Absichten entstehen, bleiben die Erkenntnisse der ICE-Theorie relevant: Bei den paradigmatischen Fällen ist die Beziehung zwischen Artefakt und Absichten nicht direkt, sondern sie wird weiterhin über den *use plan* vermittelt, wenngleich es sich nun nicht nur um eine gedankliche Beziehung zwischen zwei an sich unabhängigen Sachverhalten handelt, sondern um eine kausale Beziehung „in der Welt“. Damit ist die Teleologie auch bei paradigmatischen Fällen dual und ontologisch subjektiv. Insbesondere gibt es keine Feedbackbeziehung wie bei L. Wright (1973/1998). Dort war die Tatsache, dass der Artefakttyp seine Funktion wirklich ausführt, ein Teil der Erklärung für die Anwesenheit des Artefakttypen. Hier ist demgegenüber lediglich die Vorstellung entscheidend, dass die Tätigkeit ausgeführt wird. Diese subjektiven Vorstellungen sind Teil des gleichermaßen subjektiven Designplans und bilden neben den zugrunde liegenden und zweifellos ebenso subjektiven Absichten die zweite Ebene der Artefaktteleologie.

Paradigmatisch beginnt die Entstehung eines Artefakts mit der Fassung der Absicht Z_1 (1), die die Artefaktherstellung motiviert. Die Absicht wird bei Wimsatt als *purpose P* bezeichnet, in der ICE-Theorie als *goals*. Ich nenne sie externe Funktion.

Wie schon bei der Entstehung von Handlungen folgt die Wahl der Mittel der Erreichung der Absicht. Allerdings wird der Prozess der Wahl der Mittel (2) aufgeteilt in zwei Unterabschnitte (2a und 2b). Am Anfang steht der Entschluss, sich eines Artefakts eines bestimmten funktionalen Typus zu bedienen (2a), gefolgt vom Designprozess des Artefakts (2b). Am Ende des Designprozesses steht der Designplan (A_1). Dementsprechend zerfällt auch die Handlung (3) in zwei Teile, nämlich in die Herstellungshandlung des Akteurs (3a) und in die charakteristische Aktivität des hergestellten Artefakts A_2 (3b). Auf Basis des Designplans folgt zunächst die Herstellungshandlung des Artefakts (3a). Das Artefakt wiederum soll eine im Designplan festgelegte charakteristische Tätigkeit (3b) ausführen. Diese charakteristische Tätigkeit wird bei Wimsatt und in der ICE-Theorie „Funktion“ genannt. In der vorliegenden Arbeit nenne ich sie interne Funktion des Artefakts.

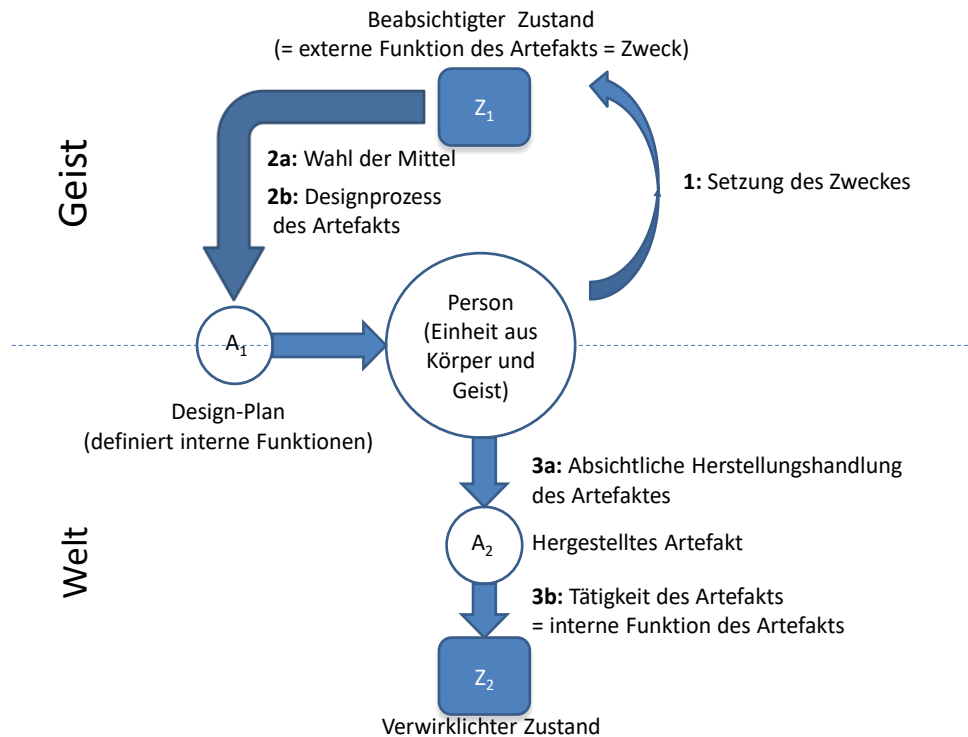


Abbildung 7: Paradigmatische Herstellung eines Artefakts

Bemerkenswert im Gegensatz zum Schema für Handlungen sind die neuen Komponenten des Schemas A_1 und A_2 . A_1 bezeichnet den Designplan und A_2 ein im Sinne des Plans hergestelltes Artefakt. A_2 ist ein physischer Gegenstand, während der Designplan A_1 eine Doppelnatur besitzt: Einerseits ist er ein Bündel aus Erwartungen und Vorstellungen, d. h. ein geistiges Phänomen. Andererseits werden Designpläne auch kommuniziert und können mitunter auch ein physisches Trägermedium haben, beispielsweise eine Blaupause, ein Handbuch oder ähnliche Hilfsmittel. Pläne sind kommunizierbar und können in ihrer materiellen Gestalt sogar als Meta-Artefakte angesehen werden: Sie sind selbst Artefakte und dienen u. a. dazu, den Bau von anderen Artefakten zu ermöglichen.

Wir verfügen nun über eindeutige Vorstellungen darüber, wie der teleologische Funktionsbegriff aussieht. Außerdem verstehen wir die Rolle, die Absichten und die Designpläne spielen, die aus ätiologischer Sicht zwischen Absichten und den materiellen Artefakten liegen. Wie schlägt sich dieser Funktionsbegriff nun bei der Aufgabe, die drei Anfragen von Woodfield zu beantworten?

4.3.6 Interne und externe Normsetzung bei Artefakten

Es ist leicht einzusehen, dass Artefakten, ebenso wie Handlungen, mit bestimmten Normen verbunden sind, weil Artefakte durch Herstellungshandlungen entstehen, die wiederum „auf die richtige Art“ von Absichten begründet sind. Wir können zwei Arten von Normsetzung unterscheiden: Einerseits können wir feststellen, dass ein Artefakt eine Fehlfunktion aufweist. Damit meinen wir eine Abweichung des einzelnen Gegenstands von der Norm, die im Designplan seines Typus festgelegt ist, d. h. die **interne Normsetzung**. Stellen wir uns beispielsweise eine Person vor, die mithilfe eines Metalldetektors nach antiken Münzen im Erdreich sucht. Im internen Sinne hätte ein Metalldetektor seine Norm nicht erfüllt, wenn er aufgrund eines gerissenen Drahtes in Anwesenheit von Münzen keinen Signalton mehr

abgeben kann. Die zweite Art von Normsetzung betrifft die Ziele, die Designer bei der Erstellung des Designplans im Blick hatten, d. h. die **externe Normsetzung**. Damit ist die Art von Teleologie gemeint, die bei Wimsatt im Zweck *P* und in der ICE-Theorie als *goals* beschrieben wird. Mithilfe dieser Art der Normsetzung können wir sagen, dass ein Gerät zwar intern funktioniert, aber zur Erreichung der von der Designerin in Betracht gezogenen Ziele nicht geeignet. In Bezug auf unser Beispiel wäre eine externe Verfehlung der externen Norm der Fall, wenn der Metalldetektor zwar einwandfrei arbeitet, aber schlicht keine antiken Münzen im Boden liegen.¹⁰⁵

Mit dem Traumfänger habe ich ein Beispiel gegeben für ein Artefakt mit einer klaren internen Funktion, das aber nach unserem wissenschaftlichen Verständnis diese Funktion niemals ausfüllen kann. Auch bei solchen funktionsuntüchtigen Artefakten gibt es nun interne und externe Normen: Traumfänger besitzen in ihrer Mitte eine runde, netzartige Struktur. Assoziativ ist dieses Netz mit der Tätigkeit des Fangens verbunden, so sieht es die Ethnologin Densmore (1929/1979), die im frühen 20. Jahrhundert die Bräuche der nordamerikanischen Chippewa-Nation erforschte. Dort wurden diese Gegenstände in ihren authentischen Kontexten verwendet, bevor sie in der Nachkriegszeit zunächst zu einem politischen Symbol der Bürgerrechtsbewegung der Ureinwohner und schließlich zum Souvenir mit exotischem Flair wurden. Wenn ein Benutzer also von Alpträumen gequält erwacht und sieht, dass dieses Netz beschädigt ist, wird er seine schlechten Träume vielleicht auf dieses kaputte Netz zurückführen. Zum korrekten Fangen der Träume gehört also ein intaktes Fangnetz. Es ist eine interne Funktion eines solchen Netzes, die Träume einzufangen. Davon unabhängig ist die Verwendung des Traumfängers ein politisches Kennzeichen oder eine exotische Dekoration. Im Sinne Achinstein's handelt es sich um *use functions* des Traumfängers, und zwar solche, die sich nicht aus dem Glauben an die Funktionstüchtigkeit des Traumfängers als wirklichem Traumfänger ergeben.¹⁰⁶

105 Wir haben vielleicht den Eindruck, dass im Falle der internen Normsetzung mithilfe eines Designplans üblicherweise die Erwartung von Funktionstüchtigkeit besteht. Wir erwarten gewöhnlich, dass unsere Geräte funktionieren. Der Störfall ist die Ausnahme. Bei externer Normsetzung ist diese Möglichkeit weniger eindeutig. Wir sind es gewohnt, dass Pläne, die wir mit der Benutzung eines Artefakts verbinden, nicht immer aufgehen. Möglicherweise ist der Münzsucher bereits mit gedämpften Erwartungen auf die Suche gegangen. Er hoffte sicherlich auf einen Fund, aber rechnete nicht fest damit. Er ging wahrscheinlich davon aus, dass sein Detektor nicht defekt ist. Wir können uns durchaus auch Fälle vorstellen, wo Menschen bereits mit einem funktionsuntüchtigen Gerät rechnen, aber dennoch ihr Glück versuchen. Es hat gesellschaftliche Gründe, dass diese Fälle eher selten sind: Wir sind selten defekten Geräten bzw. Artefakten ausgeliefert, die meistens leicht gegen funktionstüchtige ausgetauscht werden können. Aber von unseren unerfüllten Zielen und Absichten können wir nicht so ohne Weiteres Abstand nehmen, indem wir sie gegen Neue austauschen.

106 Ein weiterführender Gedanke ergibt sich aus der Frage, wie wir eine Situation beschreiben, in der die interne Funktion verschwunden ist, aber der Gegenstandstyp aufgrund seiner externen Funktionen noch beliebt ist. Nehmen wir an, der Traumfänger wird nur noch als Souvenir für Touristen hergestellt. Der Artefakttyp unterliegt dabei einem Wandel: Wir haben es nun nicht mehr mit einem Traumfänger zu tun, sondern mit einem Souvenir, das einen Traumfänger nachbildet. Perspektivisch wird sich der Designplan von nun an mehr und mehr an denjenigen Normen orientieren, die Touristen an den Gegenstand herantragen. Diese Normen sind somit von den externen Normen zu den internen Normen des neuen Designplans geworden. Eine nunmehr interne Norm könnte beispielsweise sein, den touristischen Vorstellungen eines authentischen Traumfängers möglichst getreu zu entsprechen. Dies führt uns zu der grundsätzlichen Frage, ob nicht bloß diejenigen Absichten berücksichtigt werden sollten, die zur Entwicklung des Designplans geführt haben, sondern auch solche, die dessen Tradierung motivieren. Viele Fälle technischer Innovation, insbesondere in vormoderner Zeit, sind wohl nicht als rationale

Die Normsetzung gibt uns einen Maßstab an die Hand, um Hempels Problem in Bezug auf Artefakte anzugehen (vgl. Abschnitt 4.3.3). Hempel suchte nach einem Weg, Funktionen eines Gegenstands von anderen Effekten zu unterscheiden. Interne Normsetzung liefert eine Unterscheidung zwischen denjenigen Tätigkeiten, die in einem Designplan als charakteristische Tätigkeiten festgelegt sind, und bloßen Nebeneffekten. Was im Designplan als Norm bestimmt wird, also eine gewisse charakteristische Tätigkeit, das kann als Funktion im internen Sinne angesprochen werden. In einem externen Sinn von Funktion bildet die Absicht (*prior intention*) hinter dem Artefakt das Kriterium, Funktionen von sonstigen Folgen eines Gegenstandes abzugrenzen. Solange wir uns im Bereich paradigmatischer Artefakte aufhalten, führt Hempels Problem zu keinen Schwierigkeiten.

4.3.7 Interne und externe multiple Realisierbarkeit bei Artefakten

Das zweite Merkmal von teleologischen Intuitionen ist die multiple Realisierbarkeit (Abschnitt 4.1.4). Dieses Merkmal lässt sich auch auf Artefakte anwenden. Dort begegnen uns funktionale Äquivalente. Offensichtlich existieren unterschiedliche Typen von Artefakten, die dennoch zur Verwirklichung des gleichartigen Effekts dienen. Bei der Einteilung von Artefakten stoßen wir wiederum auf jene Zweiteilung in extern und intern, die für teleologische Funktionsbegriffe kennzeichnend ist: Zum einen können Artefakte aufgrund einer ähnlichen charakteristischen Tätigkeit (interne Funktion), zum anderen aufgrund ähnlicher zugrunde liegender Absichten zu funktionalen Äquivalenten zusammengefasst werden.

Im ersten Fall möchte ich von **internen funktionalen Äquivalenten** sprechen. So wären zwei interne funktionale Äquivalente zwei Exemplare des gleichen Produkts, wie wir es von industriell hergestellten Waren gewohnt sind. Völlige Gleichartigkeit ist aber gar nicht gefordert. Wir können uns Fälle vorstellen, in denen der Designplan keine genauen Angaben macht, etwa zu der Frage, aus welchem Metall ein Bauteil sein soll. Der beabsichtigte Sachverhalt Z_1 ist nur begrenzt detailreich und notwendigerweise unscharf zu verstehen. Es existiert aufgrund dieser Unterbestimmtheit ein ganzes Kontinuum von unterschiedlichen Ergebnissen Z_2 , die als Verwirklichungen von Z_1 gelten können. analog dazu wird auch der Designplan nur eine begrenzte Präzision besitzen. Ein unbegrenzte präziser Designplan würde nur ein einziges mögliches Ergebnis als richtig gelten lassen und *ipso facto* könnte es keine internen funktionalen Äquivalente geben. Im Gegenteil können wir auch Gegenstände mit sehr unterschiedlichen Designplänen als interne funktionale Äquivalente voneinander begreifen, wenn die charakteristischen Tätigkeiten sich ähneln: Ein *ebook-Reader* könnte einerseits aufgrund seines Designplans als ein elektronisches Bildschirmgerät klassifiziert werden und würde dann neben Fernsehern, Digitaluhren und dergleichen eingeordnet

Planungsprozesse verlaufen, sondern zufälligen Entdeckungen geschuldet. In solchen Fällen ungeplanter Erfindungen sollten wir auch oder sogar in erster Linie die Absichten für die externen Funktionen der Innovation in der Motivation für die Tradierung sehen. Schließlich wird erst durch die bewusste Wahrnehmung der Entdeckung und ihrer Reproduktion in einer Herstellungshandlung ein Zufallsprodukt zu einem Artefakt mit einem Designplan. Das eröffnet sogar die Möglichkeit, dass die Motivation für die Tradierung von der Motivation abweicht, die historisch zum Zufallsprodukt führte. In paradigmatischen Fällen, die unsere Intuitionen bestimmen, sind die ursprüngliche Absicht und die Absicht für die Tradierung identisch.

werden. Andererseits könnte der *ebook-Reader* auch als Leseartefakt gelten und stünde dann in einer Reihe mit Büchern, Zeitschriften und eventuell sogar Hörbüchern. In der Tat bieten sowohl Elektronikhändler als auch Buchhändler *ebook-Reader* an, was zwei mögliche Kategorien illustriert: anhand des Designplans insgesamt und aufgrund eines Aspekts des Designplans, der charakteristischen Tätigkeit (interne Funktion).

Externe funktionale Äquivalente hingegen bedeuten, dass für die Erreichen eines angestrebten Zustands Z_2 unterschiedliche Artefakte möglich sind. Demnach können Artefakte, die sich in ihrem Material, ihrer technischen Struktur und ihrer Handhabung erheblich unterscheiden, dennoch als externe funktionale Äquivalente gelten. So ließe sich eine Krebserkrankung mit Medikamenten oder eine Strahlentherapie bekämpfen. Die Medikamente und die Strahlungsquelle sollen gänzlich unterschiedliche Tätigkeiten ausführen, denn der Wirkmechanismus beider Therapiearten ist jeweils anders. Dennoch sind sie beide Mitglieder der gleichen externen funktionalen Kategorie, nämlich der Krebstherapie. Nun ist es offensichtlich, dass sich die Menge möglicher und tatsächlicher externer funktionaler Kategorien nicht begrenzen lässt: Ein Artefakt kann einer unübersehbaren Fülle von Absichten dienen. Für die hier vorliegenden Zwecke möchte ich jedoch nur solche Absichten berücksichtigen, die den Anstoß für den zu entwickelnden Designplan haben und Teil der Entstehungsgeschichte des durch diesen Designplan beschriebenen Gegenstandstypus sind.

Die Möglichkeit, funktionale Kategorien zu formen, liefert die Lösung für Nagels Problem (vgl. Abschnitt 4.3.3). Dort geht es um die Frage, welche Arten von Systemen überhaupt Funktionen besitzen können. Für Artefakte lautet die Antwort, dass nur solche Systeme funktional beurteilt werden können, die in funktionale Kategorien eingeordnet werden können, seien sie nun an internen oder externen funktionalen Äquivalenten orientiert. Diese Kategorien sind durch die Vorgaben des Designplans oder durch die mit dem Artefakt verbundenen Absichten abgesteckt. Dementsprechend haben wir es wiederum mit zwei distinkten Funktionsbegriffen zu tun: einem internen in Bezug auf den Designplan und einem externen in Bezug auf die beim Designprozess berücksichtigten Nutzungsabsichten. Darüber hinaus ist in Bezug auf Wrights Ansatz zur Beschreibung von funktionalen Erklärungen, die Unterscheidung zwischen Typen von Gegenständen und Einzelgegenständen unverzichtbar. Die Einlösung dieser Anforderung fällt uns für Artefakte in den Schoß: Funktionale Äquivalente liefern gleich zwei Möglichkeiten, Typen von Gegenständen zu umreißen.

4.3.8 Interne und externe zweckmäßige Genese bei Artefakten

In Bezug auf die Normsetzung und die Existenz von multipler Realisierbarkeit besteht ein Unterschied zwischen dem internen und externen Aspekt. Dies setzt sich auch beim dritten Charakteristikum teleologischen Denkens fort, der Diskriminierbarkeit: Von Handlungen verlangen wir, dass sie durch eine zweckmäßige Genese entstehen. Darunter ist zu verstehen, dass die Absicht im Geist des Handelnden und die rational gewählten Mittel die Handlung auf eine ganz bestimmte Weise hervorbringen müssen, damit diese Tat als wirkliche Handlung, d. h. als teleologisch gelten kann. In kuriosen Fällen, in denen eine Absicht auf abweichenden Pfaden den beabsichtigten Zustand hervorbringt, reden wir darum nicht von Handlungen. Diese Forderung ist uns im Alltag zwar häufig nicht bewusst, was vor allem daher rührt, dass

solche Gegenbeispiele abweichender Kausalketten im wirklichen Leben selten sind. Sobald wir jedoch mit diesen Gedankenspielen konfrontiert werden, müssen wir zugestehen, dass Absichten und gewählte Mittel die Handlung nicht zufällig, sondern „auf die richtige Weise“ hervorbringen müssen. Allerdings müssen wir uns bis auf Weiteres mit solchen vagen Angaben zufriedengeben, denn es ist jenseits der Möglichkeiten der Alltagsvorstellungen die „richtige Weise“ weiter zu explizieren.

Wie wirkt sich diese Sichtweise auf die Artefakte aus? Dort haben wir es mit zwei unterschiedlichen Handlungen zu tun: Einerseits wird im Sinne einer **externen zweckmäßigen Genese** der Designplan in einem Designprozess ausgehend von Absichten und den gewählten Mitteln entwickelt und kommuniziert. Gegenstände, denen nicht ein absichtsvoller Designprozess aus Entwicklung und Kommunikation vorausging, sind also nicht Artefakte im vollen Wortsinn, sondern vielleicht Hilfsmittel aus der unbelebten Natur, wie sie auch von Tieren als Werkzeuge verwendet werden.

Zweitens wird unter Verwendung des Designplans im Erfolgsfall das materielle Einzelartefakt korrekt hergestellt und zeigt im Anschluss für den Designplan entsprechende Tätigkeiten und Eigenschaften, die jeweils im Gegensatz zu unbelebten Gegenständen entstehen und die durch das Wirken von ziellosen Naturkräften entstehen. Die Herstellungshandlung anhand eines vorliegenden Designplans beschreibt die **interne zweckmäßige Genese des Artefakts**. Die korrekte Ausführung der Tätigkeit nenne ich interne zweckmäßige Genese der charakteristischen Tätigkeit. In beiden Fällen handelt es sich insofern um interne Genesen, weil sich ihr Erfolg oder Misserfolg nur an den Maßstäben des Designplans bemisst und somit unabhängig von externen Absichten ausgesagt wird. Im weiteren Verlauf werde ich mich jedoch auf die Behandlung der internen zweckmäßigen Genese des Artefakts beschränken. Diese Art von zweckmäßiger Genese der Tätigkeiten wird vollständig unter die Normen des Designplans subsumiert.

Gerade in Bezug auf externe zweckmäßige Genese sind viele Wege denkbar, wie ein Design- und Kommunikationsprozess aussehen mag. Vermaas and Houkes (2006) beschreiben eine Skala zunehmender „Artefaktartigkeit“. Sie führt vom unabsichtlichen, neuartigen Nutzen eines Gegenstands über den bewussten Einsatz des gegebenen Gegenstands für diesen Nutzen bis hin zur Neuentwicklung eines Artefakts aufgrund der Erkenntnisse der vorherigen Stufen. Dabei werden die verwendeten Gegenstände immer mehr zu paradigmatischen Artefakten. Es wird auch intuitiv immer passender, den Nutzen durch den besagten Gegenstand als eine Funktion dieses Gegenstands zu bezeichnen. Die beiden Autoren sprechen anstelle von Designplänen von *use-plans* *p*, um hervorzuheben, dass der Ausdruck Design in einem sehr weiten Sinne gebraucht wird und bereits bei innovativer Nutzung eines bestehenden Gegenstands beginnt. Die paradigmatische Variante des *use plans* ist jedoch weiterhin ein Designplan. Artefakte im vollen Wortsinn können dadurch von Gegenständen der unbelebten Natur unterschieden werden, indem sie aufgrund eines Designplans mithilfe einer absichtlichen Handlung hergestellt wurden.

Ich möchte noch auf eine dritte Form von Absichtlichkeit zu sprechen kommen, nämlich die Unterscheidung zwischen der charakteristischen Tätigkeit eines Artefakts und den bloßen Effekten dieses Artefakts. In gewisser Weise ist das Konzept der charakteristischen Tätigkeit

analog zu dem der Handlung zu verstehen: So wie Handlungen durch die geistige Struktur – Absicht und instrumentelle Überlegungen – auf eine „zutreffende Weise“ bewirkt werden müssen, so muss die charakteristische Tätigkeit auf die „zutreffende Weise“ durch eine im Designplan festgelegte charakteristische Struktur des Artefakts hervorgerufen werden. Wie auch bei den Handlungen bestehen auch in dem Fall kuriose, aber für die Theorie erhellende Gedankenspiele abweichender Kausalketten. Ebenso wenig wie der Designprozess oder die Herstellungshandlung soll auch die charakteristische Tätigkeit auf zufällige Weise eintreten. Sie soll vielmehr in der Art und Weise des Designplans durchgeführt werden.

Ein Bewegungsmelder kann eine Fehlfunktion haben, sodass er ohne ersichtlichen Grund – ohne einen im Designplan vorgesehenen Auslöser – einen Alarm auslöst. Stellen wir uns weiter vor, die Fehlfunktion entstand, weil ein Einbrecher den Bewegungsmelder ausschalten wollte, aber in Wirklichkeit den Bewegungsmelder lediglich in einer Art und Weise beschädigte, dass der Alarmton zufällig ausgelöst wurde. In gewissem Sinne stimmt es zwar, dass der Bewegungsmelder infolge von Bewegungen (Manipulation des Einbrechers) ausgelöst wurde, die formal auch der im Designplan definierten Tätigkeit entsprechen. Diesen Fall würden wir aber trotzdem nicht teleologisch als charakteristische Tätigkeit des Bewegungsmelders einstufen, sondern als Zufall, der nicht dem Designplan entsprochen hat. Die Verbindung zwischen Bewegung des Einbrechers und Auslösen der Alarmanlage ist im geschilderten Fall nicht „auf die zutreffende Weise“ zustande gekommen, sondern nebenbei und zufällig eingetreten.

Unsere Intuitionen fordern die zweckmäßige Genese einer charakteristischen Tätigkeit in Übereinstimmung mit dem internen Aufbau, wie er im Designplan normiert wird. Beim Bewegungsmelder würde der Designplan beispielsweise fordern, dass die Bewegung von einer Kamera detektiert wird, die wiederum einen elektrischen Impuls zur Klingel sendet. Der Bewegungsmelder hatte also eine Fehlfunktion, die nur deshalb hilfreich war, weil sie dem Zweck des Bewegungsmelders, die Bewohner zu warnen, zufällig zuträglich war.

Die Möglichkeit der Diskriminierung zwischen zweckmäßiger und zufälliger Genese (des Designplans, des Artefaktexemplars und der Artefakttätigkeit) liefert eine Lösung der dritten Frage von Woodfield (vgl. Abschnitt 4.3.4), nämlich der Frage nach dem Erklärungsgehalt von Funktionsangaben: Laut Wrights Konzept zum Funktionsbegriff bieten Funktionen ätiologische Erklärungen für die Existenz bestimmter Typen von Gegenständen, d. h., sie erklären die Existenz eines Gegenstandstypus anhand von dessen Geschichte.

The function of X is Z means

(a) X is there because it does Z

(b) Z is a consequence (or result) of X's being there

The first part, (a), displays the etiological form of functional ascription-explanation, and the second part, (b), describes the convolution which distinguishes functional etiologies from the rest. (L. Wright, 1973/1998, S. 71)

Damit dieser Ansatz angewendet werden kann, müssen zwei Bedingungen erfüllt sein: Einerseits ist entscheidend, dass der Einzelgegenstand als Vertreter eines bestimmten Typus

gelten kann. Andererseits zeigt die Kritik von Boorse (1976) und R. G. Millikan (1989/1998), dass wir achtsam sein müssen, welche Art von „weil“ (*because*) wir in Satz (a) gelten lassen können, wenn wir übliche Intuitionen über den Funktionsbegriff berücksichtigen wollen. Sobald wir eine unpassende Art von *because* zulassen, wird Wrights Explikation teilweise zu enge, teilweise zu weit gefasste Funktionszuschreibungen zulassen.

Die Diskriminierbarkeit der Artefakte liefert uns eine geeignete Grundlage die Typusbedingung und die *because*-Bedingung zu erfüllen. Funktionale Äquivalente umreißen Typen der erforderlichen Art. Artefakte entstehen als Verwirklichungen von Designplänen und den dahinter liegenden Absichten. Die beiden funktionalen Typen eines Artefakts sind auch keine willkürlich hinzugezogenen Kriterien, sondern für das Verständnis des Gegenstands unverzichtbar.

Doch wie steht es um die zweite Bedingung? Das in Satz (a) geforderte *because* ist durch den gesamten Entstehungsprozess des Artefakts gegeben – angefangen von einer bestimmten Absicht über die Entwicklung des Designplans bis zur Herstellung des materiellen Artefakts anhand dieses Plans und als Vertreter eines durch den Designplan definierten Typus. Insoweit wir Artefakte von Gegenständen der unbelebten Natur aufgrund ihrer Geschichte abgrenzen, ordnen wir den Artefakten eine Entstehung anhand von Absichten zu, die den Gegenständen der unbelebten Natur fehlt. Kurzum, für Artefakte gilt Wrights Bedingung (a).

In Abschnitt 4.3.4 habe ich neben Wrights Ansatz noch die alternative Konzeption von Cummins (1975/1998) vorgestellt. Cummins beschreibt Funktionen nicht als Erklärung für die Existenz eines Gegenstands, sondern als Erklärung für die Entstehung einer gewissen Fähigkeit (*capacity*) eines Systems durch die Methodik der funktionalen Analyse. Daher finden wir die Typusbedingung nicht und auch keine *because*-Bedingung. Jedoch verlangt Cummins, dass wir uns im Klaren über das System und seine Fähigkeiten sind. Wir finden aufgrund der Diskriminierbarkeit von Artefakten einen Anker, um dieser Art bestimmte Funktionen zuzuschreiben: Die charakteristische Tätigkeit, wie sie im Designplan bestimmt wird, legt fest, was das System ist, welche Fähigkeiten es charakteristischerweise ausführt und wie einzelne Bestandteile diese Fähigkeit ermöglichen. Cummins selbst kommt in seinem Ansatz ohne ein Konzept von Design und Gegenstandstypen aus. Wir können also nicht sagen, dass Cummins-Funktionen ausschließlich in Fällen von designten Artefakten anwendbar sind, aber dort zwanglos.¹⁰⁷

Während Wrights ätiologischer Funktionsbegriff die Entstehungsgeschichte bis zum Ende erzählen muss, um das geforderte *because* auszubuchstabieren, gehen Cummins-Funktionen nicht so weit: Für die funktionale Analyse, die Cummins mit seinem Funktionsbegriff anstrebt, spielen hinter dem Designplan stehende Absichten keine Rolle. Daraus folgt, dass Cummins einen Funktionsbegriff verwendet, der ausschließlich intern funktioniert.

107 Spätere Autoren sahen sich gezwungen, derartige Zusatzbeschränkungen einzuführen, um den in Abschnitt 4.3.4 vorgestellten Kritikpunkten zu begegnen. Insbesondere Krohs (2004, 2009) Erweiterung von Cummins wird mich in Abschnitt 5.4 noch ausführlich beschäftigen.

4.3.9 Interner und externer Funktionsbegriff bei Artefakten

Ich möchte nun die drei Aspekte Normsetzung, funktionale Äquivalente und Diskriminierbarkeit analysieren. Es liegen zwei Funktionsbegriffe vor, die auf Artefakte anwendbar sind. Ein Begriff nimmt die im Designplan vorgegebene interne Struktur des Artefakts in den Blick, während der andere Begriff auf die beabsichtigten externen Wirkungen abhebt.

Interner Funktionsbegriff F_I : Eine Funktion eines Artefaktes ist eine im Designplan bestimmte charakteristische Tätigkeit des Artefakts, die aufgrund des Aufbaus des Artefakts ausgeführt werden soll.

Externer Funktionsbegriff F_E : Eine externe Funktion eines Artefakts ist eine Wirkung, die als Absicht gesetzt wird und zusammen mit einem Designplan die Entstehung des Artefakts in nicht zufälliger Weise verursacht. Tabelle C zeigt die in Abschnitt 4.3 vorgestellten Kennzeichen der beiden Funktionsbegriffe für Artefakte im Zusammenhang: Welche Arten von Normen werden für den einen oder anderen Funktionsbegriff gesetzt? Welche Art der Einteilung in funktionale Kategorien ergeben sich? Gegenüber welchen anderen Arten von Gegenständen werden Diskriminierungen erlaubt?

Tabelle C: Vergleich der Kennzeichen von interner und externer Funktionen

Funktionsart	Normsetzung	Funktionale Äquivalente	Diskriminierbarkeit gegenüber...
Intern (F_I)	Forderungen im Designplan bezüglich Strukturen und Tätigkeiten, die die charakteristische Tätigkeit hervorbringen sollen	Gegenstände mit ähnlichem Designplan, insbesondere ähnlicher charakteristischer Tätigkeit	Gegenständen, die nicht durch einen Designplan „auf richtige Weise“ hergestellt werden
Extern (F_E)	Absichten, die mit dem Artefakt verfolgt werden	Gegenstände, mit denen gleiche Absichten verwirklicht werden können	Gegenständen, die nicht durch Absichten „auf richtige Weise“ entstanden sind

Wir sehen, dass im internen Funktionsbegriff allein der Designplan die Last der Teleologie trägt: Er bestimmt die Normen, nach denen das Artefakt beurteilt werden soll, und dient dazu, Artefakte als funktionale Äquivalente in Kategorien einzuteilen. Schließlich kann nur dann ein Gegenstand als Artefakt gelten, wenn er sich „in richtiger Weise“ auf die Herstellung durch einen solchen Designplan zurückführen lässt. Beim internen Funktionsbegriff kommt nicht zur Sprache, ob und welche Zwecke mit einem Artefakt verbunden sind. Wir gehen zwar davon aus, dass ein Designplan nicht ohne Grund, sondern mit einer bestimmten Absicht von einem Designer entworfen wurde, aber es kann aus dem Blick geraten, wenn wir unseren Blick auf die interne Funktion fokussieren. So kann es einem Automechaniker gleichgültig sein, warum der Besitzer eines zu reparierenden Autos überhaupt mit dem Auto fährt oder welche

Absichten Designer im Hinterkopf hatten. Dem Automechaniker helfen solche externen Gesichtspunkte nicht weiter, wenn es um die Frage geht, warum das Auto nicht mehr fährt. In der metaphorischen Übertragung auf biologische Systeme werden wir einem solchen „Designplan ohne Designer“ begegnen. Der interne Funktionsbegriff ermöglicht eine funktionale Analyse im Sinne von Cummins. Nichts anderes als eine funktionale Analyse unternimmt ein Automechaniker auf der Suche nach dem defekten Teil.

Im Gegensatz dazu steht der externe Funktionsbegriff. Er überspringt alle Verweise auf einen Designplan und führt die Artefakte unmittelbar auf Absichten von Nutzern und Designern zurück. Diese Absichten setzen eine Norm für die erfolgreiche Nutzung des Artefakts, sie umreißen eine Kategorie funktionaler Äquivalente und erlauben die Unterscheidung zwischen Artefakten und Naturdingen, die ohne solche Absichten entstanden sind. Der externe Funktionsbegriff bildet weiterhin die Grundlage für Wrights ätiologischem Funktionskonzept. Er erklärt die Existenz eines Gegenstands, indem er dessen Entstehungsgeschichte bis zu den Absichten der Nutzer und Designer zurückverfolgt.

Auch Hempel (1959/1965) unterscheidet deutlich zwischen einem internen Funktionsbegriff, der auf die Konstruktion des Geräts verweist und die Absichten der Konstrukteure außen vor lässt, und einem externen Funktionsbegriff, der von zugrunde liegenden Absichten handelt. Hempel weist dem externen Funktionsbegriff die Aufgabe zu, die Existenz des Gegenstands aufgrund dieser Absichten zu erklären, d. h. die externe Diskriminierbarkeit aufgrund einer zweckhaften Genese. Der interne Funktionsbegriff dient für ihn der Erklärung, was ein Artefakt tun kann:

For example, in an attempt to account for the presence of the governor in a steam engine, it may be quite reasonable to refer to the purpose its inventor intended it to serve, to its beliefs concerning matters of physics, and to the technological facilities available to him. Such an account, it should be noted, might conceivably give a probabilistic explanation for the presence of the governor, but it would not explain why it functioned as a speed-regulating safety device: to explain the latter fact, we would have to refer to the construction of the machine and to the laws of physics, not the intentions [sic] and beliefs of the designer (Hempel, 1959/1965, S. 327).

4.3.10 Funktionen von Kunstwerken und Naturobjekten

Paradigmatische Artefakte wie Autos, Korkenzieher, Waschmaschinen oder Computer besitzen eine interne Funktion und weitere externe Funktionen. Ein hilfreicher Test für diese Einteilung besteht in der Frage, ob auch solche Gegenstände existieren, die nur eine der beiden Funktionen besitzen, d. h. entweder nur interne Funktionen aufgrund eines Designplans oder nur externe Funktionen mit Bezug auf bestimmte Absichten. Im Hinblick auf Funktionen besitzen Kunstwerken einen Designplan und demnach auch charakteristische Tätigkeiten, und sei es auch nur, bestimmte Farben und Formen zu zeigen, Kunstwerke wie auch andere Artefakte beschädigt werden können und dann nicht mehr so sind, wie sie der Künstler entworfen hatte. Die internen Normen des Designplans sind in diesem Fall verletzt. Aus der Tatsache, dass die Gestalt des Kunstwerks einer internen, vom Künstler gesetzten

Norm genügen sollen, erklären sich so unterschiedliche Phänomene wie Kunstversicherungen, das Handwerk der Restauration, der Denkmalschutz und nicht zuletzt auch die Sorgfalt, mit der Reproduktion von Kunst in Bildbänden und Drucken betrieben wird. Kunstwerke unterliegen in gewissem Sinne keinen externen Normen und wir können keine externen Funktionen angeben, die zur Entwicklung des Designplans geführt haben. Ich bin mir bewusst, dass es sehr unterschiedliche Vorstellungen davon gibt, was Kunstwerke auszeichnet, beispielsweise gegenüber Alltagsgegenständen. So mag eine Kunstsoziologin der Meinung sein, dass Kunst in Wirklichkeit allerhand externen Absichten unterliegen, die zugleich erklären können, warum nun gerade dieser oder jener Stil (Designplan) bevorzugt wird. Vielleicht ist es die Prahlerei liquider Mäzene oder der Genuss eines exklusiven Künstlerstatus, der Kunst „wirklich“ erklärt. Gewisse Intuitionen von Zweckfreiheit liegen diesem Unterschied zwischen Kunstwerk und gewöhnlichem Artefakt zugrunde. Auch wenn wir sagen wollen, dass das Ideal der Zweckfreiheit der Kunst eine Illusion ist, so ist es doch eine spezifisch kunstbezogene Illusion, die nur im Bereich der Kunst angewendet werden kann. Kunst darf von ihrem Selbstverständnis her zweckfrei sein, während gewöhnlichen Artefakten diese Eigenschaft nicht haben dürfen, wenn sie noch als Artefakt gelten wollen.

Besonders explizit wird das Kennzeichen der Zweckfreiheit der Kunst bei den sogenannten *ready made*-Kunstwerken des 20. Jahrhunderts. Bei diesen Werken wurden ursprünglich funktionale Alltagsgegenstände ihres Funktionszusammenhangs enthoben und durch den Künstler zum Kunstwerk ernannt. Ein bekanntes Beispiel ist Duchamps *fontaine* aus dem Jahre 1917. Bei diesem Werk handelt es sich um ein handelsübliches Urinal, das zu einem Kunstwerk umgewidmet wurde.

Die Welt der Kunst zeigt, dass die Zweiteilung des Funktionsbegriffs für Artefakte durchaus erhellend sein kann und eine Wahrnehmung beschreibt, die unseren Umgang mit Artefakten kennzeichnet. *Fontaine* führt uns diese Zweiteilung vor Augen, indem es den Unterschied zwischen einem Gebrauchsgegenstand und einem zweckfreien Kunstwerk in provokanter Weise vorführt. In die gleiche Kategorie von Artefakten ohne externe Funktion gehören die *useless machines*. Dazu zählt etwa ein quadratisches Gerät, das über einen Schalthebel eingeschaltet wird, der wiederum die Bewegung eines Arms im Gerät auslöst, wodurch der Schalter wieder zurückgesetzt wird. Ein solches Gerät wurde vom Mathematiker Marvin Minsky als Scherzartikel entwickelt (Oberhaus, 2016). Die *useless machines* besitzen durchaus interne Funktionen, denn es existiert ein Designplan, der bestimmte charakteristische Tätigkeiten festlegt. Derartige Gegenstände verfügen jedoch nicht über eine externe Funktion. Wie sieht es nun aber im umgekehrten Fall aus? Gibt es Gegenstände, die zwar über externe, aber über keine internen Funktionen verfügen? Regelmäßig von Menschen genutzte Naturgegenstände haben in einem schwachen Sinne externe Funktionen, denn sie dienen zur Verwirklichung menschlicher Absichten und gehören damit auch zu den Kategorien mit externen funktionalen Äquivalenten. Es gibt zwar für diese Naturgegenstände keinen menschengemachten Designplan, aber dennoch immerhin einen *use plan*, wie ihn Vermaas and Houkes (2006) beschreiben. Auch die Diskriminierbarkeit zeigt sich in einer abgeschwächten Form bei solchen Naturgegenständen. Die Abgrenzung liegt in diesem Fall jedoch nicht zwischen Gegenständen vor, die aufgrund von Absichten existieren, und solchen,

deren Entstehung keine Absichten beinhaltet. Die menschlichen Absichten, die sich an Naturgegenstände knüpfen, erklären keineswegs deren Entstehung. Immerhin kann aber eine Abgrenzung zwischen Gegenständen getroffen werden, die vom Menschen genutzt werden, und solchen, für die diese Bedingung nicht gilt.

4.3.11 Unterschiedliche Perspektiven auf Artefakte

In diesem Abschnitt werde ich einen Blick auf die wissenschaftlichen Fragestellungen werfen, bei denen die beiden Funktionsbegriffe F_E und F_I eine Rolle spielen. Dabei möchte ich zwei Perspektiven unterscheiden, aus denen heraus auf Artefakte geblickt wird: die *Reverse Engineering*-Perspektive und die Erschaffer-Perspektive. Für beide Perspektiven spielt der Bezug zu Funktionen eine unterschiedliche Rolle. Diese beiden Perspektiven im Umgang mit Artefakten möchte ich die Forscher-Perspektive gegenüberstellen, die für die naturwissenschaftliche Beschreibung der belebten oder unbelebten Natur kennzeichnend ist. Für meine Arbeit interessant ist die Erkenntnis entscheidend, dass die Forscher-Perspektive gewisse Ähnlichkeiten mit der *Reverse Engineering*-Perspektive aufweist. Diese Ähnlichkeiten bilden den Kern für die Artefakt-Metapher der Biologie.

Ich beginne mit der Charakterisierung der *Reverse Engineering*-Perspektive: Menschen sind aufgrund einer *theory of mind* in der Lage, das Verhalten ihres Gegenübers teleologisch zu deuten, d. h. ihm Absichten und rationale Überlegungen für deren Umsetzung zuzuschreiben. Eine analoge Fähigkeit ist bei der Analyse von Artefakten vorhanden: Menschen sind in der Lage, den Artefakten bestimmte Funktionen zuzuschreiben, auch wenn sie nicht selbst Designer dieser Gegenstände sind, oder nicht einmal etwas über den Entstehungsprozess wissen. Sobald ein neugieriger Forscher der Hypothese folgt, er habe es mit einem Artefakt zu tun, beginnt er eine Sichtweise auf den Gegenstand einzunehmen, die ich als *Reverse Engineering*-Perspektive bezeichnen möchte. In dieser Situation gilt es, einen Zusammenhang zwischen der vorliegenden Struktur und vermuteten internen und externen Funktion zu finden. Aus der *Reverse Engineering*-Perspektive können dem Forscher zwei Aufgaben begegnen: funktionale Analyse oder funktionale Beurteilung.

Zunächst zur funktionalen Analyse: Hierbei geht es um die Frage, wie ein beobachtetes, funktionales Verhalten mit einem Designplan realisiert wurde. Die Grundfrage lautet demnach: „Wie funktioniert das?“ Diese Forschungsfrage möchte ich im Anschluss an Cummins (1975/1998) „funktionale Analyse“ nennen. Sie beruht auf drei teleologischen Arbeitshypothesen: der internen Normsetzung, der internen funktionalen Äquivalenz und der internen Diskriminierbarkeit gegenüber unbelebten Naturgegenständen. Die interne Normsetzung benennt die charakteristische Tätigkeit des Artefakts. Die Frage der funktionalen Analyse lautet also nicht „Was macht es?“, sondern „Wie macht es das?“ Die Kenntnis über die charakteristische Tätigkeit wird bereits vorausgesetzt und somit wird das Artefakt auch bereits in eine funktionale Klasse eingeordnet. Außerdem wird bereits vorausgesetzt, dass es sich um ein mithilfe eines Designplans hergestelltes Artefakt handelt und beispielsweise nicht um eine Laune der Natur. Die funktionale Analyse zielt auf den internen Funktionsbegriff F_I ab. Die interne Funktion wird in Bezug auf das Gesamtartefakt bereits als Arbeitshypothese vorausgesetzt, während die internen Funktionen der einzelnen Bestandteile erst

herausgefunden werden müssen. Nach Wimsatt benötigt jede teleologische Funktionsaussage im internen Sinne die Angabe eines übergreifenden Systems, auf das sie sich bezieht. Die externen Funktionen, d. h. die hinter dem Artefakt liegenden menschlichen Absichten, werden in der funktionalen Analyse nicht thematisiert. In der Praxis werden sie aber in aller Regel bekannt sein.¹⁰⁸

Inwieweit unterscheidet sich die Einnahme einer *Reverse Engineering*-Perspektive von der Perspektive, die eine Designerin selbst einnimmt, wenn sie ein Artefakt erschafft? Der Designerin ist die eigene Absicht offensichtlich bereits bekannt. Sie weiß, was sie sich vom zukünftigen Artefakt verspricht. Daher spielt die Frage nach der externen Funktion für eine Designerin keine Rolle. Nach Hartmanns modifiziertem Schema wählt sie zunächst aus der Fülle der externen funktionalen Äquivalenten (also möglichen Weisen, eine Absicht zu verwirklichen) einen geeigneten Artefakttyp aus. Diese grundlegende Entscheidung macht den Designprozess möglich. Den ersten Schritt möchte ich Wahl der Mittel für einen Zweck nennen, den zweiten Schritt den Designprozess. Im *Reverse Engineering* wird in der funktionalen Analyse ein unterstellter Designprozess zurückverfolgt und in der funktionalen Beurteilung die Wahl der Mittel zu unterstellten Zwecken.

Für eine Unterscheidung der beiden Perspektiven möchte ich eine Begrifflichkeit von Searle (1991, S. 23) aufgreifen. Im Sinne Searles hat die Erschaffer-Perspektive eine sogenannte Welt-auf-Geist-Ausrichtung (*direction of fit*), während die *Reverse Engineering*-Perspektive eine Geist-auf-Welt-Ausrichtung besitzt. Searle geht davon aus, dass wir mentale Vorgänge und deren Intentionalität verstehen können, wenn wir uns vor Augen führen, dass sie alle dazu dienen, bestimmte Erfolge zu erzielen. Sie alle können also auf eine jeweils genuine Weise gelingen oder misslingen und tragen die Bewertungskriterien für Erfolg und Misserfolg logisch bei sich. Die Ausrichtung eines mentalen Vorgangs sagt etwas darüber aus, was in Bezug auf einen solchen Zustand einen Erfolg oder einen Misserfolg ausmacht.

Die vier in diesem Abschnitt beschriebenen funktionsbezogenen Tätigkeiten (funktionale Beurteilung, funktionale Analyse, Wahl der Mittel, Designprozess) sind mentale Vorgänge, die jeweils eine eindeutige Ausrichtung haben. Projekte aus der *Reverse Engineering*-Perspektive können aufgrund ihrer epistemischen Objektivität richtig oder falsch sein, indem sie den Tatsachen über Designplan und Designer entsprechen oder eben nicht. Searle spricht von einer Geist-auf-Welt-Ausrichtung, weil sich unsere Vorstellungen nach den Tatsachen der Welt zu richten haben. Der Mechanismus von Antikythera ist entweder *de facto* als astronomisches Instrument gedacht oder nicht. Wir können in Bezug auf das *Reverse Engineering* daher irren oder auch richtig liegen. Auch wenn wir möglicherweise persönlich unsicher über die Antwort sind, in der Welt existiert eine eindeutige Antwort auf die Fragen

108 Davon unbenommen ist die Möglichkeit, dass es im speziellen Fall gar kein Artefakt ist, sondern ein Naturgegenstand und der Erforscher einen nicht vorhandenen Zweck annimmt. Immer wieder gab es den Irrtum, eine menschliche Absicht in Naturgegenstände hineinzudeuten. Als Beispiel mögen die Externsteine dienen, eine bizarr geformte Felsformation im Teutoburger Wald. Die markante Struktur der Externsteine regte die Vermutung an, man habe es mit einem vorgeschichtlichen Bauwerk der Germanen zu tun. Diese Vermutungen werden inzwischen jedoch als widerlegt angesehen.

der funktionalen Analyse und der funktionalen Beurteilung. Bei der Erschaffer-Perspektive können wir die Begriffe von „wahr“ oder „unwahr“ nicht anwenden, wohl aber das Begriffspaar „Erfolg“ und „Misserfolg“. Eine Absicht kann in der Welt erfolgreich verwirklicht werden oder eben nicht. Damit sich ein Erfolg einstellt, muss sich am Ende die Welt also dem Geist des Designers anpassen. Daher spricht Searle in derartigen Fällen von einer Welt-auf-Geist-Ausrichtung.

Die *direction of fit* dürfen wir nicht mit der kausalen Verursachung verwechseln. Sie beschreibt, was chronologisch geschehen muss, damit das Beschriebene überhaupt erst eintritt. Die kausale Verursachung ist für Searle stets gegenläufig zur Ausrichtung: In der Erschaffer-Perspektive verursacht die vorausgehende Absicht (*prior intention*) (Searle, 1991, S. 113ff) die Entstehung des Artefaktes. Die kausale Richtung ist der geistige Vorgang zu einer veränderten Welt, auch wenn die Entscheidung darüber, was als Erfolg gelten kann, am Ende beim Geist der Erschafferin liegt. Die Reihenfolge der Verursachung ist für die Designerin Geist-auf-Welt. In der *Reverse Engineering*-Perspektive hingegen verursacht die Welt, insofern wir sie wahrnehmen und untersuchen, im besten Fall bestimmte Erkenntnisse im Forscher, d. h. in diesem Fall die Beurteilung nach Zwecken.

Die Frage der Erschaffer-Perspektive lautet: „Mit welchen unbekanntem Materialien, Formen und Prozessen kann ich meine Absicht verwirklichen?“ Die Frage der *Reverse Engineering*-Perspektive lautet dagegen: „Welche unbekannt Funktion ist in den gegebenen Materialien, Formen und Prozessen verwirklicht?“ (funktionale Beurteilung) oder „Auf welche Weise wird eine bestimmte Fähigkeit verwirklicht?“ (funktionale Analyse).

Vergessen wir aber nicht, dass die *Reverse Engineering*-Perspektive von der ontologischen Subjektivität von Funktionen ausgeht, d. h. der Annahme eines rational planenden und Absichten besitzenden Geistes, dessen Plänen der Forscher nachspüren möchte. Es ist nicht üblich und spielt keine Rolle, wenn ein Astronom die Anzahl der Marsmonde als eine ontologisch objektive Tatsache bestimmen will. Diese einfacheren Fälle möchte ich im Gegensatz zur *Reverse Engineering*-Perspektive als Erforscher-Perspektive bezeichnen.

Die Ausrichtung in der *Reverse Engineering*-Perspektive ist komplexer als aus der reinen Forscher-Perspektive: Insgesamt lautet sie Geist-auf-Welt(-auf-Geist). Damit ist gesagt, dass sich unsere Erkenntnisbemühungen zwar zunächst auf das Artefakt richten, aber letztlich Sachverhalte in Bezug den Geist des Designers interessieren, nämlich dessen rationale Überlegungen und Absichten. Den Bezug des *Reverse Engineerings* zu den geistigen Inhalten können wir auf zwei Arten deuten: Zum einen können wir behaupten, dass die Annahme von Absichten einfach ein zusätzlicher Sachverhalt der Welt ist. In diesem Fall kann der in Klammern gesetzte Teil wegfallen, denn die Absicht ist genauso Teil der Welt wie die technischen Bauteile des untersuchten Autos, die hölzernen Schachfiguren usw. Der Unterschied zu anderen Sachverhalten der Welt liegt möglicherweise in der Schwierigkeit, vielleicht sogar in der prinzipiellen Unmöglichkeit der direkten Wahrnehmung dieser Absichten (siehe Abschnitt 4.2.2). Die Klammern können uns an diese besondere Schwierigkeit bzw. Unmöglichkeit erinnern. Wenn wir andererseits nicht so weit gehen möchten, den Geist und damit auch die Absichten als weitere Sachverhalte der Welt anzuerkennen, können wir den in Klammern gesetzten Teil hinzunehmen. Der Ausdruck „Welt“ bezieht sich unter dieser

Prämisse nur noch auf die direkt wahrnehmbaren Bestandteile des Erkenntnisprozesses, also die Bauteile, Schachfiguren usw. Für die Verursachung gilt hingegen die Reihenfolge (Geist-auf-)Welt-auf-Geist. Auch bei der Verursachung können wir entweder den Geist als Sachverhalt der Welt ansehen, sodass wir den Zusatz in Klammern als bloße epistemische Beschränkung auffassen, oder wir leugnen diese „Weltlichkeit des Geistes“ und benötigen den Zusatz ausdrücklich.

Perspektive	Ausrichtung	Verursachung	Benötigter Funktionsbegriff
Erschaffer von Artefakten (funktionale Synthese)	Welt-auf-Geist	Geist des Designers-auf-Welt	intern
Erforscher der Natur	Geist-auf-Welt	Welt-auf-Geist des Erforschers	keiner
Forscher für Artefakte oder <i>Reverse Engineering</i> (funktionale Analyse oder funktionale Beurteilung)	Geist des Forschers-auf-Welt (-auf-Geist des Designers)	Geist-auf-Welt-auf-Geist	intern und extern

Bemerkenswert ist, dass im Falle des *Reverse Engineerings* bei der Ausrichtung eine zeitliche Komponente eingeführt wird. Beim *Reverse Engineering* ist die zu erforschende Absicht vor der gegenwärtigen Erforschung gelegen. Die Erforschung ist also gleichsam eine Erforschung der Vergangenheit, sozusagen ein historisches Forschungsprojekt.

Beide der von mir vorgestellten Perspektiven, Forscher- und die Erschaffer-Perspektive, verstehen Zwecke auf die gleiche Weise: In der Erschaffer-Perspektive sind Zwecke objektiv im Geist vorhanden, weil sie unmittelbar im Bewusstsein gegeben sind. Ich kann mich als Erschaffer nicht darin irren, dass ich einen bestimmten Zweck verfolge, zumindest, solange ich unbewusste psychische Phänomene ignoriere. Nach Searle besteht im mentalen Zustand eine vorausgehende Absicht zur Herstellung eines Gegenstands und die Intentionalität genau in dieser vorausgehenden Absicht, die Folgendes beinhaltet:

Dass es eine Handlung gebe, die in meinem Herstellen des Gegenstandes besteht und zwei Teile umfasst: das Ereignis der Herstellung des Gegenstandes und die Handlungsabsicht; und die vorausgehende Absicht verursacht die Handlung (Searle, 1991, modifiziert nach S. 128).

4.4 Zwischenfazit zu menschlichen Absichten und Funktionen

Ausgangspunkt war in diesem Kapitel die Feststellung, dass wir uns als absichtsvoll handelnde Wesen empfinden und unsere Beurteilung über das Verhalten anderer Menschen ebenfalls als absichtsvolle Handlungen, d.h. teleologisch, interpretieren. Darin besteht der Unterschied zu unserer Beurteilung physischer Prozesse. Die zwei Arten von teleologischen Deutungen

beziehen sich auf menschliche Handlungen und auf Artefakte. Die beiden Deutungszusammenhängen begegnen uns drei teleologische Kennzeichen, die ich Normsetzung, multiple Realisierbarkeit/funktionale Äquivalente und Diskriminierbarkeit gegenüber nicht teleologischen Phänomenen genannt habe. Normsetzung beschreibt die Möglichkeit, Kategorien von Erfolg und Versagen anzuwenden. Multiple Realisierbarkeit beschreibt die Tatsache, dass bestimmte Absichten auf unterschiedlichen Wegen realisiert werden können, sodass eine ganze Kategorie von Entitäten vorliegt, die sich nicht unbedingt in ihren physischen Eigenschaften, sondern in ihrer Teleologie ähneln. Diskriminierung beschreibt die Abgrenzung teleologischer Phänomene von nicht-teleologischen, rein physischen Phänomenen, auch wenn es schwierig ist, das Merkmal dieses Unterschieds eindeutig zu benennen.

Den hier verwendeten Funktionsbegriff habe ich gegenüber anderen, teilweise teleologischen und teilweise nicht teleologischen Funktionsbegriffen abgegrenzt. Für die Artefaktfunktionen habe ich ausgehend von Woodfields drei Anfragen gezeigt, dass die Anforderungen an Artefaktfunktionen eine teleologische Konzeption benötigen. Nach Wimsatt und der ICE-Theorie schloss ich, dass sich der Funktionsbegriff für Artefakte durch Dualität und ontologische Subjektivität auszeichnet. Dualität meint die Notwendigkeit, zwei Arten von Funktionen zu unterscheiden: Teleologische Aussagen über Artefakte in einem Designplan nehmen eine interne Funktion (F_I) ein. Absichten der Designer und Nutzer des Artefakts, welche zur Entwicklung und gegebenenfalls zur Tradierung des Designplans geführt haben, nannte ich externe Funktionen (F_E). Ontologische Subjektivität beschreibt im Anschluss an Searle die Tatsache, dass den Artefakten die zugeschriebenen Funktionen nicht aufgrund ihrer materiellen Konstitution zukommen, sondern auf Designpläne und Absichten beruhen, die Menschen mit ihnen verbinden. Diese Designpläne und Absichten erklären in paradigmatischen Fällen sogar die materielle Existenz der Artefakte kausal.

Die Einschlägigkeit der drei teleologischen Kennzeichen in zweifacher Form zeigte sich in der Leichtigkeit, mit der wir in der Lage sind, Woodfields drei Anfragen an Funktionen mit ihnen zu beantworten. Mit diesen Anfragen stellt Woodfield Kriterien auf, die teleologische Funktionstheorien erfüllen müssen: Sie müssen die Grenze zwischen den Systemen plausibel machen, denen wir Funktionen zuschreiben, und solchen, bei denen wir eine Funktion ausschließen. Sie muss weiterhin verständlich machen, warum wir nur bestimmten Tätigkeiten und Eigenschaften von Systemen eine Funktion zusprechen. Schließlich muss sie Aussagen über Funktionen anerkennen.

Wir können für Artefakte zwanglos sagen, dass nur diejenigen Objekte über Funktionen verfügen, denen ein Designplan zugrunde liegt und auch nur diejenigen Eigenschaften und Tätigkeiten Funktionen sind, die im Designplan als solche ausgewiesen werden. Weiterhin können wir feststellen, dass externe Funktionen tatsächlich Bestandteil von Erklärungen für die Existenz eines Artefakts sind, während interne Funktionen diese Aufgabe nicht haben. Interne Funktionen beziehen sich auf die im Designplan geforderten charakteristischen Tätigkeiten der Artefakte und die Art und Weise ihrer Hervorbringung.

Der interne Funktionsbegriff findet Anwendung in der Praxis der funktionalen Analyse und der funktionalen Synthese, d. h. beim *Reverse Engineering* und beim Design eines Artefakts. Dabei

ist die zuerst genannte Tätigkeit verwandt mit der Erforschung der Natur, sofern beide Tätigkeiten Sachverhalte entdecken sollen, die den Anspruch erheben können, wahr oder falsch zu sein: Bei der funktionalen Analyse geht es um die Aufdeckung des ontologisch subjektiven, aber epistemisch objektiven Designplans. Bei der Erforschung der Natur geht es um die Entdeckung ontologisch und epistemisch objektiver Sachverhalte.

Der externe Funktionsbegriff hingegen kommt bei der funktionalen Beurteilung ins Spiel, wenn die Absicht zur Debatte steht, mit der der betreffende Gegenstand designt und hergestellt wurde. Auch dies geschieht aus der *Reverse Engineering*-Perspektive, d. h., es gilt wiederum, epistemisch objektive, wenngleich ontologisch subjektive Tatsachen über die Absichten der Designer herauszufinden. Ein Analogon zur funktionalen Synthese besteht in der funktionalen Beurteilung, also in der Abschätzung der mit einem unbekanntem Artefakt verbundenen vorausgehenden Absicht.

Wir sind nun in der Lage, Funktionen an dem Ort klarer zu verstehen, an dem sie in paradigmatischer Weise auftauchen: bei menschlichen Artefakten. Wir verfügen über ein Instrumentarium, um zu überprüfen, unter welchen Gesichtspunkten Funktionszuschreibungen in der Biologie den beiden Arten von Funktionszuschreibungen im Bereich der Artefakte ähneln. Außerdem sind wir nun in der Lage, die Fragestellung zu untersuchen, welche der Eigenschaften von Artefaktfunktionen eine Anregung zur biologischen Artefaktmetapher geben. Dabei möchte ich nicht über die Biologie abstrakt sprechen, sondern werde drei repräsentative Zusammenhänge herausgreifen, in denen Biologen tatsächlich von Funktionen sprechen. An diesen Beispielen werde ich zeigen, in welchem Aspekt jeweils die Ähnlichkeit zu den bisher vorgestellten Funktionsbegriffen F_I und F_E besteht und wie diese begrenzten Ähnlichkeiten zur Metapher ausgeweitet werden.

5. Mechanismus und Artefaktmetapher in der Biologie

Im nun folgenden dritten Teil werde ich die eingeführten Prinzipien des teleologischen Denkens in Bezug auf Artefakte auf die teleologischen Sprechweisen der Biologie anwenden. Im ersten Schritt möchte ich mit Craver and Darden (2013) argumentieren, dass die Biologie eine Naturwissenschaft ist, die in der Gegenwart vor allem auf der Suche nach mechanistischen Erklärungen für ihre Forschungsgegenstände ist. Diese Agenda ist nicht grundsätzlich anders als beispielsweise die Zielsetzung anderer Naturwissenschaften, wenn sie die Aufgabe haben, komplexe Phänomene zu erklären. Es handelt sich bei der Biologie nicht, anders als beispielsweise Ayala (1968, 1970/1998, 1998) meinte, um eine völlig eigenständige und eigengesetzliche, mithin genuin teleologische Naturwissenschaft.

Unter dieser Voraussetzung geht es um die Annahme, dass die vermeintlich teleologischen Fragestellungen in der Biologie heuristische Einkleidungen für mechanistische Aussagen sind. Den Stoff, Annahme werde ich anhand von drei Fallbeispielen analysieren. Die Fallbeispiele beinhalten je ein bestimmtes Muster biologisch-fachwissenschaftlicher Funktionsaussagen. Es zeigt sich jedoch, dass die drei Muster nicht teleologisch zu verstehen sind, sondern unter den Paradigmen moderner Biologie mechanistische Aussagen sind.

In allen drei Fällen wende ich mich gegen den Versuch zeitgenössischer naturalistischer Philosophen, Funktionsaussagen in der Biologie zu naturalisieren. Unter der Naturalisierung eines Begriffs verstehe ich die Agenda, die Sprachpragmatik eines geistigen Konzepts zu akzeptieren und dennoch fugenlos in eine naturwissenschaftliche Theorie einzubauen. Im Falle der biologischen Funktionsaussagen bedeutet Naturalisierung eine unzweideutige Reduktion der Teleologie auf die Naturwissenschaft, ohne jedoch ihre Bedeutung dabei zu eliminieren, sondern sogar Teleologie im eigentlichen Wortsinn neu zu fundieren. Naturalisierung ist mit einer jeweils eigenen Strategie von den drei Hauptversionen der wissenschaftstheoretischen Beschäftigung mit der Naturteleologie beabsichtigt: die Theorie der kausalen Rollen, der Fitness-Ansatz und der ätiologische Ansatz.

Diese Naturalisierungsversuche scheitern an den eigenen Ansprüchen. Entweder führen sie zu trivialen und wenig erkenntnisleitenden Versionen von Teleologie oder sie fallen hinter die Standards der fachwissenschaftlichen Agenda der Biologie zurück. Stattdessen möchte ich zeigen, dass die drei Funktionsbegriffe, die uns in der Biologie begegnen, nur metaphorisch zu verstehen sind. Als semantischer Steinbruch für die teleologische Metaphorik der Biologie dienen jeweils bestimmte Versatzstücke der beiden in Teil 2 entwickelten Funktionsbegriffe (interne und externe Funktion), sowie die dort einfließenden drei teleologischen Kennzeichen. Damit ist aber nicht gesagt, dass teleologische Sprechweisen in der Biologie schädlich und schlechterdings falsch wären. Sie bringen fachwissenschaftlich korrekte Sachverhalte zum Ausdruck und leisten also hilfreiche Dienste in der Biologie. Sie sind jedoch nicht unersetzlich.

5.1 Einige Anmerkungen über biologische Forschung

In diesem Abschnitt werde ich drei Ebenen der Biologie unterscheiden: Ziele, Fragestellungen und Ergebnisse. Zunächst frage ich nach den Zielen, die mit naturwissenschaftlicher Forschung generell angestrebt werden. Anschließend frage ich, welche Fragestellungen in der Biologie typisch sind, um die Ziele zu erreichen. Abschließend beschreibe ich, von welcher Art die Ergebnisse sind, die in der Biologie auf Fragestellungen gegeben werden, damit naturwissenschaftliche Ziele verwirklicht werden.

Ich möchte herausarbeiten, dass die gegenwärtige Biologie für ihre Fragestellungen in erster Linie mechanistische Erklärungen sucht. Mechanistische Erklärungen haben neben der Erklärung als solcher auch das Ziel, Vorhersagen zu treffen und Manipulationen zu ermöglichen. Mit diesen Zielen unterscheidet sich die Biologie von der Naturphilosophie.¹⁰⁹ Schließlich möchte ich dafür plädieren, dass diese Art der Forschung sich in Bezug auf Teleologie nicht von anderen Naturwissenschaften unterscheidet. Es gibt in der Biologie keine genuine teleologische Vorgehensweise, die nicht auch präziser in mechanistischer Weise formuliert werden könnte. Falls von einer „*autonomen Biologie*“ (Ayala, 1968) die Rede ist, handelt es sich tatsächlich um eine naturphilosophische Deutung von Lebewesen im Gegensatz zur unbelebten Natur. Eine derartige Deutung „des Lebens“ ist üblich, spiegelt sich

¹⁰⁹ Naturphilosophie verstehe ich hier im Sinne von Esfeld (2008) als „Metaphysik der Natur“. Keineswegs muss es dabei auf eine spekulative Konzeption wie etwa im deutschen Idealismus hinauslaufen. Die Naturphilosophie, stellt allgemeine Fragen über die Natur der Natur, die aus den Erkenntnissen der Naturwissenschaften erwachsen oder zumindest durch sie informiert sind.

in gewissen biologischen Redensarten wider und ist philosophisch möglicherweise sogar gerechtfertigt. In der Biologie wird eine solche Deutung gegenwärtig jedoch nicht befördert oder gar bereits vorausgesetzt.

5.1.1 Drei Ziele biologischer Forschung

Die Identifizierung der tatsächlich angestrebten und der anzustrebenden Ziele von Wissenschaft ist ein aktuelles Thema der Wissenschaftsphilosophie. Es geht dabei insbesondere um die in dieser Arbeit nicht zu untersuchende Frage, inwieweit Wissenschaft den Anspruch erhebt, Wahrheiten zu finden, oder einen solchen Anspruch haben sollte. Ich möchte stattdessen pragmatisch drei Ziele benennen, die Wissenschaft nach dem allgemeinen Verständnis verfolgt. Das Thema der von Biologen angestrebten epistemischen Werte (etwa Einfachheit, Kohärenz) will ich hier offenlassen.

Drei Ziele, die immer wieder in Bezug auf biologische Forschung genannt werden, sind: **(1) Beeinflussung**, **(2) Vorhersagen**, sowie **(3) Erklärungen** zu den untersuchten Phänomenen.¹¹⁰

Daneben könnte man sicher noch weitere Ziele nennen, etwa das Aufstellen von Theorien und Modellen, das Beschreiben und Ordnen der Vielfalt der Natur oder auch die Vereinheitlichung, Abstraktion und Idealisierung der beschriebenen Phänomene. Ich vermute, dass sich die meisten dieser weiteren Punkte unter den Überbegriff des Erklärens subsummieren lassen. Da es aber umstritten ist, was die Praxis des Erklärens ausmacht, lasse ich diese Frage offen (Bartelborth, 2007).

Offen bleibt, in welchem Verhältnis diese Ziele zueinanderstehen, ob etwa eines dieser Ziele das fundamentalere Ziel ist, während die anderen beiden nur abgeleitet sind. Ein Instrumentalist würde hier mutmaßlich das Beeinflussen an erste Stelle wissenschaftlicher Ziele setzen, während das Erklären nur insofern angestrebt werden soll (und möglich ist), als unterschiedliche Erklärungen die Art der Einflussnahme verändern können. Eine wissenschaftliche Realistin würde hingegen das Erklären in den Vordergrund rücken, sodass Vorhersagen und Beeinflussen nur nützliche Nebeneffekte der eigentlichen Aufgabe von Wissenschaft wären, nämlich die Phänomene durch das Aufdecken wahrer Sachverhalte bzw. das Erlangen von Wissen zu erklären. Im folgenden Kapitel werde auf Erklärungen in der Biologie eingehen. In der Literatur hat der Erklärungsgehalt von Funktionsaussagen besondere Aufmerksamkeit erfahren. Funktionen werden als Teil von biologischen Erklärungen verwendet. Ich werde aber an geeigneter Stelle darauf hinweisen, inwieweit Funktionsaussagen dazu dienen können, Prognosen aufzustellen und Interventionen durchzuführen.

Die Ziele naturwissenschaftlicher Forschung möchte ich von den Zielen der Naturphilosophie abgrenzen: Ihr Ziel liegt ausschließlich in der Beantwortung von Fragen ganz bestimmter Art. Die Antwortmöglichkeiten auf diese Fragen müssen in zweierlei Hinsicht nicht selbst naturwissenschaftlich sein, um zur Domäne der Naturphilosophie zu gehören: (1)

110 Aufzählungen dieser Art finden sich insbesondere bei pädagogisch motivierten Rekonstruktionen einer sogenannten *Nature of Science*. Dazu zählt etwa „*Understanding Science*“, das Portal des *Museums of Paleontology* an der *University of California* (<http://undsci.berkeley.edu>).

Naturphilosophische Fragen können prinzipiell nicht allein durch empirische Beobachtungen und Berechnungen ausgeräumt werden. (2) Ihre zufriedenstellende Beantwortung eröffnet prinzipiell keine zusätzlichen mechanistischen Erklärungen, Vorhersagen und Manipulationsmöglichkeiten in Bezug auf die einschlägigen Forschungsgegenstände.

Diese Eigenschaften ergeben sich aus dem Umstand, dass die Gegenstände der Naturphilosophie Konzepte von Natur sind und nicht die Phänomene der Natur. Konzepte können allerdings auch der Praxis der Naturwissenschaften selbst entstammen, etwa wenn es um die philosophischen Implikationen der kontraintuitiven Konsequenzen der Quantenphysik geht. Vor diesem Hintergrund ist Naturphilosophie eine Art Meta-Disziplin, die die Erkenntnisse der empirischen Wissenschaften reflektiert. Mitunter aber sind die Konzepte, mit denen sich Naturphilosophie kritisch auseinandersetzt, auch Ausdruck einer allgemeinen Sichtweise auf die Natur, wie sie etwa durch gesellschaftliche Prägungen, moralische Wertungen, psychologische Prädispositionen oder den sogenannten *common sense* entstehen. In diese Kategorie gehören ebenfalls Modelle und Metaphern, die uns bei unserem Umgang mit Natur leiten, die ersten ganz bewusst, die zweiten überwiegend unreflektiert. Naturphilosophische Konzepte sind etwa Raum, Zeit, Naturgesetz, Kausalität oder das Verhältnis von Geist und Natur. Die Aufgabe der Naturphilosophie ist es, die Konzepte aus den verschiedenen wissenschaftlichen und nicht wissenschaftlichen Quellen zu beurteilen und die angemessenen Gesichtspunkte zu einem Gesamtbild zu vereinen. Die Naturphilosophie ist dabei als eine Metaphysik der Natur zu verstehen (Esfeld, 2002/2011, 2008).¹¹¹

Ich bezweifle nicht, dass es schwierig zuzuordnende Projekte im Falle von sehr theoretischen und „empiriefernen“ Formen naturwissenschaftlicher Forschung (etwa der String-Theorie in der Physik) und sehr wissenschaftsnaher Naturphilosophie geben kann (beispielsweise das Abwägen unterschiedlicher Interpretationen der Quantentheorie). Nichtsdestotrotz halte ich es für unverzichtbar, den grundsätzlichen Unterschied in Erinnerung zu rufen, selbst dann, wenn die Zuordnungen im Einzelfall viel Augenmaß erfordern.

5.1.2 Erklärungen in der Biologie – Mechanistische Antworten auf proximate und ultimate Fragestellungen

Für die teleologischen Erklärungen habe ich drei Merkmale vorgestellt: Normsetzung, multiple Realisierbarkeit der Zwecke und Diskriminierbarkeit gegenüber physischen Vorgängen. Jetzt möchte ich mich den genuin biologischen Erklärungsweisen zuwenden und im Anschluss besprechen, inwieweit die oben eingeführten Merkmale von Teleologie hier eine Rolle spielen können oder sogar müssen. Obwohl die Frage nach den Merkmalen von möglichen (geschweige denn passenden) Erklärungen zu den Grundthemen der modernen Philosophie gehört (Bartelborth, 2007), möchte ich in diese Diskussion nicht einsteigen, sondern eine bewährte Einteilung zu Rate ziehen, die sich in der Biologie als hilfreich erwiesen hat: Der Verhaltensforscher Tinbergen (1963) und der Evolutionsbiologe Mayr (1988/1991a, S. 36-50)

111 Ein breites Spektrum innerhalb der Naturphilosophie deckt im deutschsprachigen Raum die *Arbeitsgemeinschaft Naturphilosophie der Forschungsstätte der Evangelischen Forschungsgemeinschaft* (<http://www.fest-heidelberg.de/ag-natur-begreifen-natur-schuetzen/>)

haben es sich zur Aufgabe gemacht, die charakteristischen Fragestellungen ihrer Disziplin aus der Innenperspektive der biologischen Praxis zu beschreiben. Ich möchte mich im Folgenden auf die Darstellung von Mayr aus seinem einflussreichen Artikel „*Cause and Effect in Biology*“ beschränken und im zweiten Schritt Tinbergens ältere und ursprünglich auf die Ethologie ausgerichtete Einteilung damit vergleichen. Ungeachtet der Kritik, die immer wieder an Mayrs Einteilung herangetragen wurde, sie doch ein angemessenes Orientierungsmodell dazu bereitstellt, welche Fragestellungen in der Biologie tatsächlich verhandelt werden. Dennoch können wie bei jedem Modell, Details und Unschärfen der konkreten Forschungsvorhaben nicht abgebildet werden.

Inwieweit korrespondiert die Suche nach Mechanismen mit Mayrs und Tinbergens Klassifikationen biologischer Fragestellungen? Mayr unterteilt die Biologen aufgrund ihrer Forschungsinteressen in Funktionsbiologen und Evolutionsbiologen. Die Anhänger der jeweiligen Gruppe nähern sich ihrem Forschungsgegenstand mit anderen Motiven. Der Funktionsbiologe ist daran interessiert zu klären, wie ein konkretes biologisches Phänomen kausal zustande kommt, indem er etwa innere physiologische Mechanismen oder externe Einflüsse der Umwelt auf ihre Relevanz hin untersucht. Die Art von Ursachen, die ein Funktionsbiologe im Sinne Mayrs aufdecken möchte, nennt er unmittelbare Ursachen (*proximate causes*). Der Begriff der proximaten Ursache hat sich inzwischen als Lehnwort auch in der deutschsprachigen wissenschaftstheoretischen Debatte etabliert. Der Evolutionsbiologe fragt demgegenüber, warum ein bestimmtes Phänomen, wie auch immer es proximat erzeugt sein mag, überhaupt vorhanden ist. Die Antwort besteht für Mayr in Form einer naturgeschichtlichen Herkunftsgeschichte des genetischen Programms der Art. Im Fall von Selektionsgeschichten wird diese Sichtweise auch die Nützlichkeit eines bestimmten Merkmals für das Überleben und die Fortpflanzung beinhalten, d. h. die reproduktive Fitness. Solche Erklärungen, die nach historischen Herleitungen inklusive Selektions- und Fitnessargumenten fragen, nennt Mayr ultimate Ursachen (*ultimate causes*). Mayr selbst ist sich der begrifflichen Nähe dieses Ausdrucks zu traditionellen Konzepten von Finalursachen bewusst, aber er selbst sieht die – nur noch teleonomischen – Warum-Fragen durch die Konzepte der synthetischen Evolutionsbiologie bestätigt, die er nicht zuletzt selbst maßgeblich mitgestaltet hatte.¹¹² Mayr fasst seine Einteilung folgendermaßen zusammen:

Man kann sagen, die unmittelbaren [proximat] Ursachen sind für die Reaktionen des Individuums (und seiner Organe) auf direkte Einwirkungen von Umweltfaktoren verantwortlich, während die evolutionären [ultimat] Ursachen für die Herausbildung des speziellen, in der DNA aufgezeichneten Informationsprogramms verantwortlich sind, mit der jedes Individuum jeder Art ausgestattet ist.
(Mayr, 1988/1991a, S. 42)

112 Auf Mayrs Konzepte von „Teleonomie“ und „Programm“ (Mayr, 1998) bin ich bereits im Zusammenhang mit der Transformation der Teleologie im 20. Jahrhundert eingegangen (Abschnitt 1.4.12).

Tinbergen (1963) wiederum führt in seinem älteren Artikel „*On the Aims and Methods of Ethology*“ eine vergleichbare vierfache Einteilung durch, die er bereits bei Konrad Lorenz vorgezeichnet sieht. Sein klassisch gewordener Artikel ist zunächst als Plädoyer für die eindeutige Einordnung der Ethologie in die Biologie zu verstehen, indem auch Verhaltensweisen als „Organe“ zu begreifen sind. Als erforschbare Merkmale sind sie wissenschaftlich genauso fruchtbar wie körperliche Merkmale. Der Argumentation Tinbergens zur Einheit der Biologie folgend ist seine Aufteilung zugleich aber auch als Umriss biologischer Praxis allgemein nutzbar.

Für Tinbergen stellen Ethologen (1) kausale Fragen im engeren Sinne (*causality*). Darunter versteht er die Erforschung derjenigen Einflussfaktoren, die ein bestimmtes Verhalten aktuell bewirken. Beispielsweise könnte konkretes Verhalten durch einen kurz vorher aufgetretenen Sinnesreiz oder durch momentane Hormonausschüttungen erklärt werden. Wir haben es im Sinne Mayrs mit einer Art proximaler Ursache zu tun. Für Tinbergen ist (2) die Frage des Überlebenswertes (*survival value*) ein wichtiges Element der Ethologie, also die Frage, inwieweit ein bestimmter Typus von Verhalten dem Überleben und der Fortpflanzung der Angehörigen einer Art dient. Mayr würde dieses Phänomen als Spielart der ultimativen Ursache beschreiben, genauer um eine Forschung unter dem Begriff der Teleonomie. (3) Sieht Tinbergen auch die Ontogenese (*ontogeny*) als relevante Zielrichtung des ethologischen Fragens. Verhaltensweisen können durch bestimmte Prozesse der Individualentwicklung erklärt werden, beispielsweise durch die embryonale Bildung des Nervensystems. Obwohl Mayr diese Variante selbst nicht erwähnt, liegt wiederum eine Art von proximaler Ursache vor: Bestenfalls geht es in der Erforschung der Ontogenese um die „Ableitung eines Informationsprogramms“, nicht aber um die naturgeschichtliche Entstehungsgeschichte dieses Programms. (4) Schließlich kann das Vorhandensein bestimmter Verhaltensmerkmale auch durch den Verweis auf evolutionäre Prozesse der Naturgeschichte geklärt werden. Auch die Suche nach einer evolutionären Entstehungsgeschichte ist eine ultimative Fragestellung, wenn sie auch mehr umfasst als die Mayrsche Teleonomie, d. h. den *survival value*. Tinbergen erwähnt zusätzlich die Aufdeckung von evolutionären Homologien als Forschungsgegenstand. Beide Einteilungen der biologischen Fragen nach Mayr und Tinbergen stehen in Übereinstimmung miteinander. Während Ontogenese und Verursachung unter die Kategorie der proximalen Fragen fallen, lassen sich Evolution und Überlebenswert den ultimativen Fragen zuordnen. Tabelle D gibt diese Einteilung wieder. In der oberen Zeile ist Mayrs Einteilung von Ursachen zu sehen, in der zweiten Zeile Tinbergens Fragestellungen:

Tabelle D: Vergleich der biologischen Fragestellungen bei Mayr und Tinbergen

Proximate Ursachen		Ultimate Ursachen	
Ontogenese	Verursachung	Evolution	Überlebenswert
(<i>ontogeny</i>)	(<i>causation</i>)	(<i>evolution</i>)	(<i>survival value</i>)

Wir sind bei proximat-mechanistischen Erklärungen nicht auf generelle Aussagen über bestimmte *types* beschränkt, etwa über die Spezies der Winkerkrabbe. Im Solche Verallgemeinerungen finden im Gegenteil in der proximat Erklärungsweise erst später statt, indem wir induktiv vorgehen, also von einer begrenzten Menge an Untersuchungsobjekten, beispielsweise einhundert exemplarisch sezierte Winkerkrabben, eine Verallgemeinerung auf die Spezies oder den Inhalt über Mayrs „biologisches Programm“ wagen. Da proximate Fragen von der Rede über *types* frei sein können, sind wir in der Lage, mithilfe einer proximat Frage Entwicklungsstörungen, Verletzungen und Krankheiten zu erforschen: So könnten wir nach dem proximat Grund fragen, warum eine einzelne abweichende *token*-Winkerkrabbe im Gegensatz zu ihren Artgenossen über keine vergrößerte Winkschere verfügt: Eine mögliche proximate Antwort im Sinne von Tinbergens *ontogeny* könnte beispielsweise sein, dass die Hormonverteilung während der Embryonalentwicklung des Individuums sich vom statistischen Normalwert der Art unterscheidet.

Ultimate Fragestellungen unterscheiden sich demgegenüber in einem entscheidenden Punkt von proximat: Ultimate Fragestellungen richten das Interesse stets auf allgemeine *types* von Merkmalen und nicht auf ein bestimmtes Merkmal eines bestimmten *token*. Bei den naturgeschichtlichen ultimat Fragestellungen besteht der Bezug zum *type* im Verweis auf die Vorfahren des gegenwärtigen Individuums. Es geht also um die naturgeschichtliche Entwicklung des *type*: Die Vorfahren der heutigen Bienen und Winkerkrabben hatten sich in der Vergangenheit häufiger fortpflanzen können als ihre damaligen Artgenossen, die über andere Eigenschaften und nicht über den Schwänzeltanz oder die Winkschere in der heutigen Form verfügten.

Während die evolutionäre Fragestellung uns mit einer Geschichte versorgt, hat die Frage nach dem Anpassungswert keinen solchen offensichtlich historischen Bezug. Zunächst scheint es also keine Notwendigkeit dafür zu geben, dass die Frage nach dem Überlebensnutzen eines Merkmals in irgendeiner Weise eine geschichtliche Erklärung verlangt. Stattdessen geht es um die Rolle, die das analysierte Merkmal für das Überleben und für die Fortpflanzung des Organismus hat. Der Anpassungswert beschreibt einen Beitrag für die reproduktive biologische Fitness des Lebewesens. Der *type* spielt auch hier eine entscheidende Rolle für die Fragestellung: Wesentlich ist nicht der Wert, den ein bestimmtes Merkmal im Leben eines Individuums hat. Viele Zufälle und Unwägbarkeiten machen die Lebensgeschichte eines Einzelwesens zu einem bloß anekdotischen Hinweis auf den generellen *survival value*. Stattdessen geht es um den Wert, den ein Merkmalstyp für einen Typ von Lebewesen besitzt. Auch bei ultimat Fragestellungen versteht es sich, dass die praktische Erforschung nur mit einer begrenzten Auswahl an konkreten Exemplaren und nicht bei einem abstrakten Art- und Merkmalsbegriff beginnen muss. Diese Aussage gilt umso mehr, wenn man sich klarmacht, dass auch Argumentationen aufgrund von Fitness mit Veränderungen in der Frequenz von Merkmalen oder Genen in einer Population operieren. Populationen sind wiederum keine Abstrakta, sondern konkrete Gruppen, die aus einer endlichen Zahl an Individuen bestehen. Ganz unabhängig von der Frage, ob sie proximat oder ultimat sind, verlangen alle biologischen Fragestellungen, wie sie von Mayr und Tinbergen vorgestellt werden, mechanistischen Antworten. Gemeint sind damit nicht frühneuzeitlichen Konzeptionen einer cartesischen oder

newtonschen Mechanismus-Metaphysik (siehe Abschnitt 3.4), sondern im Mittelpunkt steht das aktuelle wissenschaftstheoretische Modell von Craver (2013); Craver and Darden (2013): Unter einem Mechanismus ist nach diesem modernen Verständnis auf dem höchsten Abstraktionsniveau ein Netzwerk von Wechselwirkungen zwischen Entitäten und deren Aktivitäten gemeint:

Roughly, a mechanism is a collection of entities and activities organized such that they give rise to the behavior of a mechanism as a whole. Entities are objects, such as neurotransmitters and cells. These entities are characterized in terms of structural properties, such as their size, conformation, and material constituents, and in terms of their relations with other entities in the mechanism (their locations, relative motions, forces). Activities are the things the entities do, such as binding to receptors and generating action potentials (Craver, 2013, S. 138).

Die Unbestimmtheit, was alles als Entität oder als Aktivität zählt, liegt auf der Hand. Die Neo-Mechanisten verzichten darauf, sich auf eine fundamentale Ontologie festzulegen, aus der sich die Elemente von Mechanismen rekrutieren müssen. Durch diesen Pluralismus unterscheiden sie sich von den klassischen Mechanisten der frühen Neuzeit.

This notion of mechanism, exemplified time and again in contemporary biology, physiology, and neuroscience texts, clearly breaks with the historic association of mechanism with a set of basic and catholic [im Sinne von allgemein verbindlichen] causal principles. The kinds of activities that appear in contemporary mechanistic explanations are far more diverse than austere mechanists would allow. Furthermore, mechanisms need not be deterministic (probabilistic mechanisms are common) or sequential (they may involve feedback, forks, joins, and causal loops) (Craver, 2013, S. 139).

Eine solche freigiebige Definition von Mechanismen erlaubt es, die Beschreibungen von biologischen Mechanismen nicht allein auf physikalisch-chemische Entitäten zu beschränken, wie es in der Geschichte der Biologie immer wieder geschah (Brigandt & Love, 2017). Ein neueres Beispiel für einen solchen Reduktionismus, dem sich die neuen Mechanisten gerade nicht verschreiben wollen, ist etwa Francis Cricks Ansicht, wonach es die Aufgabe von Biologie sein sollte, die eigenen Forschungsgegenstände einschließlich geistiger Phänomene auf chemische und physikalische Wechselwirkungen zurückzuführen (1966/2004). Selbstverständlich ist der Ansatz der neuen Mechanisten mit reduktionistischen Vorhaben mindestens so kompatibel wie mit antireduktionistischen Projekten. Insbesondere wenn es sich um konstitutive Mechanismen handelt, scheint Reduktion im Sinne einer Analyse des Phänomens notwendigerweise Teil der Agenda zu sein.

Die Mechanismen im Sinne des oben beschriebenen wissenschaftstheoretischen Verständnisses erzeugen (*produce*) ein erklärungsbedürftiges Phänomen, liegen ihm zugrunde

(*underlie*)¹¹³ oder halten es aufrecht (*maintain*) (Craver & Darden, 2013). So bringt etwa ein biochemischer Mechanismus im Körper der Seidenspinnerraupe die begehrte Faser hervor, ein akustisch-neuronaler Mechanismus liegt dem Phänomen des Hörvermögens zugrunde und ein physiologischer Prozess reguliert den Blutzuckerspiegel.

In den drei genannten Beispielen haben wir es mit hervorbringenden, zugrunde liegenden und erhaltenden Mechanismen zu tun, und zwar jeweils in Bezug auf die Frage nach bestimmten proximativen Ursachen. Andere Mechanismen können von Evolutionsbiologen und Ökologen aufgestellt werden, wenn es um die Beantwortung ultimativer Fragestellungen geht. So könnten beispielsweise die Mechanismen der jeweiligen Selektionsprozesse herangezogen werden, um die Entstehung eines biologischen Merkmals oder die Verbreitung dieses Merkmals innerhalb einer Population zu erklären.

Es ist offensichtlich, dass alle vier Arten biologischer Erklärungen in Beziehung zueinanderstehen und auch stehen müssen, sofern sie Teil eines übergreifenden gemeinsamen Gegenstandsbereichs der Biologie sein wollen. Craver and Darden (2013) sprechen darum auch von der Notwendigkeit der Zusammenführung (*integration*) einzelner Mechanismen. Dabei können die Mechanismen unterschiedlichen Gegenstandsbereichen (*interfield integration*) angehören und molekularbiologische und naturgeschichtliche Größendimensionen umfassen. In diesem Fall spricht Craver von *interlevel integration*. Im Bereich der proximativen Erklärungen liefern Aussagen über die Individualentwicklung den Hintergrund für die kausalen Erklärungen. Bei den ultimativen Erklärungen verstehen wir die Anpasstheit eines Merkmals nur durch das Vorhandensein einer Geschichte, die erklärt, wie eine Nützlichkeit überhaupt etwas sein kann, mit der wir bei der Betrachtung der Natur rechnen können. Nur durch das Vorhandensein von *evolutionary development* sind wir berechtigt, die Nützlichkeit überhaupt erst als etwas anzusehen, nach dem wir naturwissenschaftlich systematisch fragen können. Diese Legitimation ist in der Biologie durch die Prinzipien der natürlichen Auslese gegeben, die in der Naturgeschichte wirksam sind (Thierry, 2005).

Mit diesem Überblick über mechanistische Fragestellungen ist nicht gemeint, dass sich die biologische Forschung einer dieser vier Fragen widmet. Insbesondere in der Gründerzeit der Biologie, im 18. und frühen 19. Jahrhundert, stand teilweise der Wunsch nach Entdeckung, Beschreibung und morphologischer Klassifikation der Formenvielfalt der Natur im Mittelpunkt

113 Phänomen, denen Mechanismen zugrunde liegen und dieses Phänomen damit konstituieren, erweisen sich als besonders erklärungsbedürftig: Was zeichnet ein solches mechanisch konstituiertes Phänomen aus? Kaiser and Krickel (2016) beschreiben Phänomene dieser Art als Vorkommnisse unter Beteiligung von Objekten (*object involving occurrent OIO*). Objekte sind schlichtweg alle Gegenstände, die in der Beschreibung des Mechanismus eine Erwähnung finden, also etwa im Fall der Regulation des Blutzuckerspiegels die Hormone, Rezeptoren, Glucosetransporter, die Glucose-Moleküle usw. Das Vorkommnis besteht aus den Interaktionen, die diese Objekte untereinander ausüben. Falls ein Phänomen als ein solches OIO verstanden werden kann, kann ein Mechanismus gesucht werden, der das Phänomen konstituiert. Dabei müssen Bestandteile des Mechanismus nicht mit den Objekten identisch sein, die Teil des Phänomens selbst sind. Beispielsweise ist das Phänomen des Pflanzenwachstums ein Vorkommnis, das aus sich teilenden Zellen, der Biosynthese von interzellulären Stoffen usw. besteht. Dieses Phänomen wird hingegen von einem Mechanismus konstituiert, der nicht auf die wachsende Pflanze selbst beschränkt ist, sondern auch den Erdboden, das Sonnenlicht usw. einbezieht.

des Forscherehrgeizes. Dies ist nicht zuletzt auch durch den Mangel an experimentellen Zugängen zu den oft mikroskopisch kleinen oder evolutionären Zeiträumen umspannender Mechanismen verständlich. Die Entdeckungsreisen Alexander von Humboldts sind im deutschsprachigen Raum zum Sinnbild für diese Art abenteuerlicher, sinnenfroher Entdeckerbiologie geworden. Aber auch die Klassifikationsleistung eines Carl von Linné und sogar noch die mikroskopischen Beobachtungen von Protisten im späteren 19. Jahrhundert stehen unter dem Vorzeichen der Beschreibung und Klassifikation und sind keine mechanistischen Erklärungen. Insofern aber Biologie über die reine Deskription und Systematisierung von Formen hinausgeht, bildet Mayrs und Tinbergens vierfache Einteilung ein angemessenes Koordinatensystem biologischer Praxis.

So hat etwa das Verhältnis von Mayrs und Tinbergens Einteilung biologischer Fragestellungen zu teleologischen Konzepten und Redeweisen immer wieder zu Irritationen geführt, obwohl alle Beteiligten der Debatte sich im Rahmen der biologischen Forschung bewegen und Evolution als einen rein kausalen Prozess zweifellos anerkennen. Haig (2013) dokumentiert diese Verwirrung und zieht die Angemessenheit des Begriffs der ultimativen Ursache in Zweifel, der nicht Teil von kausalen Erklärungen sein könne, auch wenn Mayr ultimat noch als Verweis auf die Evolutionsgeschichte verstanden wissen wollte. Für Francis (1990) etwa haben die ultimativen Ursachen es nicht verdient, als Ursachen bezeichnet zu werden, weil sie durch funktionale Analysen und nicht etwa durch Ursachenforschung erkannt werden. Zunächst möchte ich festhalten, dass Mayr kein Gegner der „Wozu-Frage“ in der Biologie war, sondern diese Frage als Bestandteil von Evolutionsbiologen anerkannt hat. Viele Jahre nach seinem grundlegenden Artikel schreibt er:

Aristotelische Fragen nach dem „Warum“ sind bei der Untersuchung von Adaptationen durchaus legitim, vorausgesetzt, man hat eine realistische Vorstellung von der natürlichen Auslese und versteht, dass das Individuum als ein Ganzes ein komplexes genetisches und Entwicklungssystem ist und man nichts als alberne Antworten bekommt, wenn man dieses System zertrümmert und der Reihe nach die einzelnen Teile des Trümmerhaufens analysiert. (Mayr, 1988/1991a, S. 197-198).

Aus diesem Grund bin ich der Ansicht, dass Mayr, zumal in späteren Jahren, zwischen einer evolutionär informierten Version der Wozu-Frage und naturgeschichtlichen Erklärungen sah keinen Widerspruch. Ein Anhänger der Theorie der natürlichen Selektion kann nach Mayr im Gegenteil die Wozu-Frage als Bestandteil der naturgeschichtlichen (ultimativen) Frage anerkennen. Wenn Autoren wie Francis den Zusammenhang zwischen einer evolutionären Erklärung und einer funktionalen Erklärung leugnen, übersehen sie, dass unter der Annahme des Wirkens der Selektion eine bemerkenswerte Anpasstheit ein Hinweis (nicht mehr und nicht weniger) auf einen bestimmten Selektionsprozess ist, selbst wenn als Methode nur eine funktionale Analyse durchgeführt wurde. Sicherlich ist die Beantwortung der Wozu-Frage

mithilfe einer funktionalen Analyse nicht zwingend, denn wir können uns durchaus Fälle vorstellen, in denen Selektionsmechanismen nicht die entscheidende Rolle bei der Ausbildung eines Merkmals einnehmen, sondern neutrale Evolutionsfaktoren wie genetische Drift ausschlaggebend sind. Möglicherweise erweckt ein Merkmal zufälligerweise nur den Anschein, als sei es durch Selektionsprozesse geformt worden. Die Erklärungen der Naturgeschichte ruhen hier, wie häufig auch die Erklärungen der Menschheitsgeschichte auf Plausibilitätsargumenten.

5.1.3 Teleologie versus Mechanismus – Die These der autonomen Biologie

Die mechanistischen Erklärungsweisen scheinen das Spektrum der biologischen Erklärungspraxis vollständig abzudecken: Biologisches Erklären deckt demnach besonders Mechanismen auf. Keine dieser Arbeitsweisen, weder proximat-mechanistische noch ultimatomechanistische Erklärungen, bezieht sich offensichtlich auf teleologische Konzepte, wie ich sie in Kapitel 2 ausgearbeitet habe, seien es nun Absichten, rationale Wahl der Mittel oder Handlungen. Dennoch wird zumindest der Ausdruck der Funktion, oft aber auch Aufgabe, Sinn oder Zweck von scheinbar teleologischen Zusammenhängen in der Biologie verwendet.

In welcher Beziehung stehen die beschriebenen biologischen zu den teleologischen Fragestellungen, die in Bezug auf Artefakte verfolgt werden? Die zwei Arten von Forschungsprojekten, die funktionale Analyse (bezogen auf einen internen, an Designplänen orientierten Funktionsbegriff) und funktionale Beurteilung (bezogen auf den externen Funktionsbegriff, der auf den Hintergrund der Absichten abzielt) sind mit Artefakten im Rahmen von *Reverse-Engineering* verbunden. Beide Arten von Forschungsprojekten finden sich in metaphorischer Form auch in der Biologie wieder, sofern wir bereit sind, der Artefaktmetapher zu folgen:

Der funktionalen Analyse von Artefakten entsprechen vage den proximat Fragenstellungen in der Biologie, die danach fragen, wie eine Funktion infolge eines Mechanismus im untersuchten Einzelwesen zustande kommt. Eine biologische *causation*-Frage ist also formal mit der funktionalen Analyse eines Artefakts verwandt. Die Unähnlichkeit liegt hingegen in der Frage des Designplans: Im Bereich der Artefakte bezieht sich die funktionale Analyse auf die Aufdeckung eines bereits unterstellten Designplans. Was kann in metaphorischer Übertragung als Designplan für Lebewesen gelten und ist ein solches Äquivalent überhaupt notwendig?

Demgegenüber weist die funktionale Beurteilung formale Ähnlichkeiten mit den Fragen nach *evolution* und *survival value* auf. Die Ähnlichkeit mit evolutionären Fragestellungen besteht darin, dass sowohl die funktionale Beurteilung von paradigmatischen Artefakten als auch die *evolution*-Fragestellung darauf abzielt, welcher Zweck die Entstehung eines Objekts (in der richtigen Weise) geleitet hat. Im Fall der Artefakte wird der gesuchte Zweck zwanglos als Absicht von Designern und Nutzern identifiziert. Aber wie steht es mit den „Absichten von Mutter Natur“, die die Entstehung eines biologischen Merkmals erklären könnten? Obwohl wir zweifellos Evolution als einen kausalen Prozess auffassen, scheinen wir dennoch die

formale Ähnlichkeit zwischen funktionaler Beurteilung von Artefakten (hinsichtlich menschlicher Absichten) und den ultimativen Fragestellungen nicht zu übersehen.

Andererseits besitzt die externe funktionale Beurteilung hinsichtlich von Absichten auch entfernte Ähnlichkeit mit der Frage nach dem *survival value*. Da wir oft metaphorisch das Überleben und die Fortpflanzung als Interesse, zumindest aber als Gut von Lebewesen umschreiben, scheint es naheliegend, dass der *survival value* ein Pendant zu den Absichten hinter den Artefakten ist. So wie das Auto der Absicht dient, zur Arbeit zu kommen, so erfüllt die Schere der Winkerkrabbe den Zweck der Fortpflanzung für das Lebewesen.

Wir finden also vermeintliche Gegenstücke zu beiden Funktionsbegriffen aus dem Bereich der Artefakte in der Biologie. Bedeutet die Präsenz von augenscheinlich teleologischen Ausdrucksweisen, dass Biologie doch nicht rein mechanistisch zu verstehen ist? Unterscheidet sich Biologie darin eventuell von anderen Naturwissenschaften? Der Biologe Ayala (1968) prägte in diesem Zusammenhang ein Verständnis von Biologie als einer Wissenschaft eigener Art (*autonomous science*): Die Biologie zeichnet sich nach Ayala unter den Naturwissenschaften sogar gerade dadurch aus, dass sie naturteleologischen Fragestellungen mit einem bemerkenswerten Bedeutungsmehrwert kennt, während Schwesterdisziplinen wie die Physik oder die Chemie diese Art von teleologischen Erklärungen (*teleological explanations*) nicht kennen: Nach den Funktionen von Wolken, Felsbrocken oder Asteroiden etwa fragen wir nicht, wohl aber nach den Funktionen von Federn, Blüten, Augen oder von Krabbenschere. Diese Besonderheit beschreibt Ayala als ein Merkmal von Biologie als einer autonomen Wissenschaft, die nicht allein durch die Methoden anderer Naturwissenschaften zu betreiben sei, sondern die eigenen Fragestellungen und eigenständige Methoden kennt, um diese Fragen zu beantworten. Ayala möchte diesen Unterschied an zwei Merkmalen festmachen: der gerichteten Organisation von Lebewesen und dem Erklärungsgehalt teleologischer Aussagen:

Although a teleological explanation can be reformulated in a nonteleological one, the teleological explanation connotes something more than the equivalent nonteleological one. In the first place, a teleological explanation implies that the system under consideration is directionally organized. For that reason teleological explanations are appropriate in biology and in the domain of cybernetics but make no sense when used in the physical sciences to describe phenomena like the fall of a stone. Teleological explanations imply, while nonteleological ones do not, that there exists a means-to-end relationship in the systems under description. Besides connoting that the system under consideration is directionally organized, teleological explanations also account for the existence of specific functions in the system and more generally for the existence of the directive organization itself. The teleological explanation accounts for the presence in an organism of a certain feature, say the gills, because it contributes to the performance or maintenance of a certain function, respiration. In addition, it implies that the function exists because it

contributes to the reproductive fitness of the organism. In the nonteleological translation given above, the major premise states that "fish respire." Such formulation assumes the presence of a specified function, respiration, but it does not account for its existence. The teleological explanation does in fact account for the presence of the function itself by implying or stating explicitly that the function in question contributes to the reproductive fitness of the organism in which it exists. (Ayala, 1968, S. 219)

Karen Neander spricht in ähnlicher Weise wie Ayala von der Teleologie als Klebstoff, der die Biologie als Wissenschaft zusammenhält (*conceptual glue*) und von der Bedeutung die funktionalen Analysen dort zukommt (Neander, 1991). In neuerer Zeit ist Toepfer (2004, 2012) mit einem Konzept von Biologie als genuin teleologischer Disziplin bekannt geworden. Er definiert Biologie als die Wissenschaft von den organisierten Systemen, in der der Teleologie eine grundlegende Bedeutung zukommt. Ohne den Begriff des Organismus, so Toepfer, besitzt die Biologie keinerlei Gegenstand. Mithilfe des Organismusbegriffs möchte Toepfer die Biologie vor allem gegen Deutungen schützen, die die Evolution als ihr letzliches Paradigma ansehen (Dobzhansky (1973). Stattdessen schwebt Toepfer eine nach Kant inspirierte Biologie-Konzeption vor. Darin nimmt Biologie erst von einem Verständnis des Organismus als organisiertem Phänomen seinen Ausgang, indem einzelne Teile gleichzeitig Mittel und Zweck sind. Der Organismus ist damit entsprechend der Diktion der „*Kritik der Urteilskraft*“ ein Naturzweck.

Bis in die didaktische Planung des Schulunterrichts hinein ist diese scheinbar speziell biologische, d. h. teleologische Sichtweise unterstrichen worden. So findet sich im "Kernlehrplan für das Gymnasium - Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen Biologie" (2008) unter den Basiskonzepten, die von der Landesregierung als typisch für biologische Fragestellungen formuliert werden, auch der Zusammenhang von „Struktur und Funktion“. Eine solche Perspektive findet sich in keinem anderen naturwissenschaftlichen Fach unter den didaktischen Basiskonzepten. Ayala, Toepfer und viele andere Autoren, wie etwa der Biologe Mayr (1988/1991b), der Biologiedidaktiker Kuhn (1973) oder die Philosophen Cameron (2004) und Ruse (2002), haben sich immer wieder für die Eigenständigkeit der Biologie eingesetzt. Die Ursache hierfür liegt in der eigentümlichen teleologischen Redeweise der Biologie.

Die These von der autonomen Biologie besitzt augenscheinliche Plausibilität und lässt mechanistische Rekonstruktionen biologischer Praxis zweifelhaft erscheinen. Ob wir dieser Autonomie jedoch zustimmen sollten, hängt entscheidend davon ab, auf welcher Ebene sich die vermutete Eigenheit abspielen soll: Haben wir es bereits mit einem ontologischen Unterschied der belebten von der unbelebten Natur zu tun, dem die Biologie Rechnung trägt? Ayala spricht von Lebewesen als Systeme, die gerichtet organisiert sind (*directively organized*). Zwei Thesen lassen sich als organisierte Kennzeichnung der biologischen Objekte ableiten: **(1)** Wir haben es mit einem gewissen psychologisch und historisch bedingten Blick des Menschen auf die belebte Natur im Vergleich zur unbelebten Natur zu tun, ohne dass ein entsprechend fundamentaler ontologischer Unterschied besteht.

(2) Gerichtete Organisation ist ein ontologischer Unterschied zu anderen Gegenständen der Natur, der wiederum eine andersartige Wissenschaft notwendig macht.

Die erste, weniger anspruchsvolle, These lautet, die Biologie bezieht sich auf die teleologischen Fragen „Aus welchem Grund?“ bzw. „Auf welche Weise?“ für bestimmte biologische Phänomene wie beispielsweise Selbstregulation, Selektionsgeschichte oder andere typisch biologische Eigenschaften. Es besteht jedoch kein konzeptioneller Grund, warum nicht auch andere komplexe Systeme auf diese Weise beschrieben werden könnten, etwa besonders komplexe meteorologische Phänomene oder geologische Prozesse, falls sie beispielsweise Feedback-Schleifen oder andere Besonderheiten aufweisen. Nur die Ideengeschichte macht verständlich, warum diese Redeweisen in der Biologie zu finden sind, aber beispielsweise nicht in der Astronomie oder der Mineralogie auftauchen. Das teleologische Vokabular ist ein verzichtbarer Jargon.

Die schwächere These über die Eigenständigkeit der Biologie scheint eine gemäßigte Version der Vorstellung von Janich and Weingarten (1999) zu sein. Diese beiden Autoren zeigen, dass die Systeme, die ein Untersuchungsgegenstand der Biologie sind, erst durch menschliche Modellbildungsprozesse konstituiert werden und daher notwendigerweise menschliche Zwecke widerspiegeln, nicht jedoch eigenständige Zwecke der Natur. Soweit geht die weniger anspruchsvolle erste These von der Eigenständigkeit der Biologie allerdings nicht gehen: M. Weber (2017) hat jüngst herausgearbeitet, dass sich Aussagen über biologische Funktionen dem Anspruch nach durchaus auf objektive und unabhängig von uns vorliegende Sachverhalte beziehen, unter anderem auf kausale Beziehungen, aber auch auf andere Arten von Beziehungen, die wir üblicherweise für objektive Teile der Wirklichkeit halten.

Die zweite, anspruchsvollere These setzt voraus, dass sich die Forschungsgegenstände der Biologie durch eine vorgefundene Zweckbezogenheit auf qualitative Weise von den Forschungsgegenständen anderer Naturwissenschaften unterscheiden. Jene Eigenart des lebenden Gegenstands selbst macht eine teleologische Denkweise erforderlich. Phänomene der unbelebten Natur, gleich wie komplex sie auch immer sein mögen, erlauben diese Denkweise hingegen prinzipiell nicht oder nur in didaktisch uneigentlicher Weise. Wie in der schwächeren These ist das teleologische Vokabular zweifellos auch ein Vokabular des Menschen, weil Menschen diese Sachverhalte zum Gegenstand ihrer Wissenschaft machen. Die anspruchsvolle Besonderheit der zweiten These ist aber, Zwecke, Funktionen, Aufgaben usw. seien Zwecke, Funktionen, Aufgaben der Natur als Natur qua ihrer zielgerichteten Organisation. Daher erklärt sich in der zweiten These unser Interesse gerade durch die ontische Besonderheit der belebten Natur. Auch ein Anhänger der anspruchsvolleren These muss sich nicht auf eine intentionalistische Teleologie festlegen. Das ontologische Fundament der Wirklichkeit könnte trotz der Wirklichkeit der Teleologie der belebten Natur immer noch nicht teleologisch sein. Natürliche Auslese ist sicherlich die bevorzugte Variante, um die ontologische Kluft zwischen der rein naturgesetzlichen und der teleologischen Ebene zu überbrücken.

Ich denke nicht, dass es eine Besonderheit in der belebten Natur selbst gibt, die unterschiedliche Erklärungsmodelle in der Biologie rechtfertigt. Zumindest insofern Lebewesen überhaupt Gegenstand der naturwissenschaftlichen Biologie sein können, sind sie

auch immer Gegenstand von mechanistischen Forschungsprojekten. Das Verhältnis dieser mechanistischen Forschungen zum Funktionsbegriff und ähnlichen Ausdrucksweisen wird von Craver (2013) umfassend beschrieben. Nach Craver sind Funktionen und verwandte Ausdrücke nicht in einem eigentlichen Sinne Repräsentationen einer genuin teleologischen Natur. Stattdessen bleiben sie Bestandteil der üblichen Mechanismen. Vermeintlich teleologische Fragen der Biologie („Welche Funktion erfüllt dieses Merkmal?“, „Aus welchem Zweck heraus ist es entstanden?“ und „Wie funktioniert ein bestimmtes Merkmal?“) lassen sich entweder als Fragen nach der Konstitution eines Merkmals durch seine Elemente auf einer niedrigeren Hierarchieebene oder als Frage nach der Rolle in größeren Kontexten verstehen. Teleologische Sprache ist also ein epistemisches Werkzeug, um bestimmte Fragen zu stellen. Die Antworten, die wir erwarten können, orientieren sich aber stets an Mechanismen. Wenn das Biologische das Ergebnis eines Mechanismus ist, und wiederum durch einen Mechanismus konstituiert wird, wie kann die Erklärung dieser Sachverhalte nicht mechanistisch sein? Auch der Nutzen für das Überleben und die Fortpflanzung kann als Frage nach einem Mechanismus verstanden werden, der sich zwischen dem Träger eines Merkmals und den biotischen sowie abiotischen Faktoren seiner Umwelt abspielt.

In the contemporary mechanical philosophy, functional and mechanistic descriptions work in tandem to bring intelligible order to complex systems. By identifying functions within such systems, one approaches the system with some set of interests and perspectives in mind. One might be interested in understanding how parts of organisms work, how they break or become diseased, or how they might be commandeered for our own purposes. Regardless of which perspective one takes, the identification of functions is a crucial step in the discovery of mechanisms. We no longer speak of mechanisms simpliciter, but rather as mechanisms for some behavior. Mechanistic descriptions thus come loaded with teleological content concerning the role, goal, purpose, or preferred behavior of the mechanism. This teleological loading cannot be reduced to features of the causal structure of the world, but it is ineliminable from our physiological, and particularly neural, sciences, precisely because their central goal is to make the busy and buzzing confusion of complex systems intelligible and, in some cases, usable. (Craver, 2013, S. 155).

Teleologische Sprache ist also für Craver etwas, das wir durch unsere Forschungsinteressen in die kausale Struktur der Welt hineinragen, wenn wir sie gedanklich zu ordnen versuchen. Es handelt sich um kein Merkmal lebender Organismen, zumindest insoweit sie Gegenstand der Naturwissenschaften sind. Dennoch sind auch für Craver teleologische Erklärungen in der Praxis unverzichtbar, weil wir nun einmal unweigerlich eine gewisse Perspektive auf unseren Forschungsgegenstand einnehmen.

Die Verbannung der Teleologie in den Bereich menschlichen Denkens mag übertrieben puristisch erscheinen: Ist es nicht unübersehbar, dass Lebewesen zielgerichtet organisiert

sind, wie Ayala sagt und ist diese Zielgerichtetheit nicht ein zwangloser Anknüpfungspunkt für Teleologie der Natur? Die Zielgerichtetheit, so evident sie auch sein mag, wird in der Biologie nicht verhandelt und kann auch nicht verhandelt werden, wenn Biologie nicht mit Naturphilosophie verwechselt werden soll. Für die drei Ziele der Naturwissenschaft – Erklärung von Phänomenen, Vorhersage zukünftiger Phänomene und Möglichkeiten zur Intervention – ist die Kenntnis der einschlägigen Mechanismen (der Evolution, der Physiologie, der Ethologie, der Ökologie usw.) ausreichend. Ich sehe nicht, welchen Beitrag der Hinweis, Lebewesen seien zielgerichtet und damit teleologisch organisiert, zur Erreichung der drei Ziele leistet. Zwei Kriterien sind hierfür relevant: Erstens sind teleologische Fragestellungen zwanglos in Fragestellungen nach Evolution und Überlebenswert überführbar, nach denen Organismuskonzepte lediglich intermediär sind. Zweitens beschäftigt sich Biologie in der Gegenwart ausdrücklich mit Phänomenen, die maladaptiv oder adaptiv neutral sind.

Es ist insbesondere die Erforschung von Adaptationen, die teleologische Erklärungen in der Biologie plausibel und sogar notwendig erscheinen lässt. Die Angepasstheit der Lebewesen sowohl an ihre Umwelt als auch intern lässt uns vermuten, dass das Konzept von Zielgerichtetheit in der Biologie einen Platz verdient, der über den bloß heuristischen Nutzen hinaus geht, den Craver durchaus einräumt. Stellen wir uns komplexe biologische Strukturen vor, deren Ontogenese und Erhaltung energieaufwendig ist und die sich durch eine hoch differenzierte Struktur auszeichnen. Es ist sicher eine sinnvolle Hypothese, in solchen Fällen vom Vorhandensein einer Adaptation auszugehen, deren evolutionäre Entstehung und Überlebenswert im Sinne Tinbergens zweifellos ein Gegenstand der biologischen Forschungspraxis ist. Wir wissen bereits, dass solche Strukturen Anpassungen an andere Merkmale und an die Umwelt sind. Wir sehen ebenfalls ein, dass Lebewesen sich gerade durch das Vorhandensein derartiger Strukturen, d. h. durch Organisiertheit auszeichnen. Es könnte der Eindruck entstehen, die bereits anerkannte Konzeption des ganzen Lebewesens als Organismus, d. h. als zielgerichtetes System, veranlasse überhaupt erst zur Hypothese von der Angepasstheit der einzelnen Strukturen. Wahrscheinlich hat sich Ayala von einem Konzept der Organisiertheit in seiner Forschungstätigkeit leiten lassen und war damit überaus erfolgreich. Wenn wir jedoch weiterfragen, welche Rechtfertigung für unsere Konzeption des Organismus vorliegt, dann können wir ohne Zögern mit der darwinistischen Selektion antworten. Sie macht es möglich, in den Angepasstheiten und letztlich im Organismus mehr zu sehen als ein Mirakel der Natur. Zielgerichtete Organisiertheit ist höchstens ein intermediäres Konzept zwischen dem Phänomen der Komplexität und ihrer Herleitung über naturgeschichtliche Selektionsprozesse.

Daran ändert sich auch nichts, wenn wir uns vergegenwärtigen, dass die Biologie des 18. und 19. Jahrhunderts auch ohne eine Selektionstheorie großartige Erfolge hervorbrachte. Ich erinnere daran, welche Schwierigkeiten die frühe Biologie des 19. Jahrhunderts damit hatte, die Tatsache offensichtlicher Angepasstheit zu erklären. Während in Kontinentaleuropa eher paraphrasierende und blumige Ausdrücke wie Bildungstrieb typisch waren, war die Unerklärlichkeit der Adaptationen in Großbritannien der Fels der Physikotheologie (siehe Abschnitt 3.6). Auch dort ging es um den Wunsch nach einer Erklärung für die zielgerichtete Organisation, mag sie sich durch Berufung auf pseudo-newtonsche Bildungskräfte stützen wie

auf dem Kontinent oder theologisch. Organisiertheit war innerhalb der naturwissenschaftlichen Biologie auch damals keine legitime Erklärung oder ein unhinterfragbares Fundament, sondern höchstens Ansporn zu weiterer wissenschaftlicher Neugierde. Es wäre schon ein Rückgriff auf die Lehre des Aristoteles bzw. der von ihm inspirierten Scholastiker notwendig, um den Verweis auf zielgerichtete Organisiertheit als ernsthafte Erklärung für die Natur zu finden.

Nach heutigem Kenntnisstand ist es nicht statthaft, jedes biologische Phänomen hinsichtlich seiner Einbettung in den Organismus zu beurteilen. Merkmale können ohne Weiteres auch aus genetischer Drift oder anderen nicht adaptiven Evolutionsprozessen hervorgehen. Je nach Definition können dazu auch sexuelle Adaptationen zählen, anhand von organisch definierter Biologie nicht von Bedeutung wären. Alle diese Dinge sind aber jedoch zweifellos Gegenstand der Biologie. Daher scheint die Teleologie nur im Sinne der schwächeren These einen Platz in der Biologie zu haben. Die Fokussierung auf die Rolle des Organismus als Grundlage des Selbstverständnisses der Biologie wäre hingegen eher dazu angetan, sinnvolle biologische Fragen an den Rand zu drängen. Insgesamt scheint also das Organismuskonzept in der Biologie wenig zu nützen, aber potenziell zu schaden.

Es scheint, dass Ayala im Laufe seines Lebens selbst die Missverständlichkeit der teleologischen Sprache erkannt hat. Nachdem Teleologie in der Biologie seit den 1970er Jahren vermehrt wissenschaftstheoretisch überdacht worden war, kam Ayala (1998) erneut auf das Thema seines klassischen Aufsatzes zurück. Dort entschied er sich eindeutig für die schwächere These. Er hatte ein Interesse daran, zu präzisieren, wo er Teleologisches in der Biologie erblickt. Teleologisch ist ihm lediglich das Erklären der Existenz eines Merkmals mit dem Verweis auf eine charakteristische Tätigkeit, die dieses Merkmal ausführt. Damit nimmt er die ätiologische Vorstellung von Funktionen L. Wright (1973/1998) auf (siehe Abschnitt 4.3.4), wobei er diese Referenz nicht ausdrücklich benennt:

Teleological explanations are those that account for the existence of a certain feature in a system by demonstrating this feature's contribution to a specific property or state of the system, in such a way that this contribution is the reason why the feature or behavior exists at all. (Ayala, 1998, S. 44).

Ayala möchte sich aus der philosophischen Frage heraushalten, was es mit Teleologie in einem tieferen Sinne auf sich hat. Insbesondere möchte er seine teleologischen Erklärungen nicht an die Vorstellung von einer intentionalistischen Teleologie der Absichten gebunden wissen. Wir können laut Ayala die Praxis der teleologischen Erklärung legitimieren, ohne uns auf die metaphysische Teleologie in der Natur festzulegen. Die natürliche Auslese bietet in seinen Augen sogar eine überzeugende mechanistische Vorstellung, warum teleologisches Erklären innerhalb einer Naturwissenschaft erfolgreich ist, die selbst keine metaphysische Teleologie benötigt. Aus der Unterscheidung zwischen Teleologie als metaphysische Kategorie und der von ihm identifizierten teleologischen Erklärung ergibt sich auch der zunächst befremdliche Titel seines späten Artikels: *Teleological Explanations versus Teleology*.

My interest in the subject of teleology was from the beginning, epistemological rather than metaphysical or semantic. [...] Natural selection is the ultimate source of explanation in biology. Natural selection is a mechanistic process defined in genetic and statistical terms as differential reproduction. (Ayala, 1998, S. 42 & 45).

Wenn Konzepte wie „Organismus“ oder „Zielgerichtetheit“ als unbiologisch gekennzeichnet sind, ist damit keineswegs gesagt, derartige Konzepte seien in jeder Art von Nachdenken über die belebte Natur sinnlos. Ganz im Gegenteil: Es ist sogar davon auszugehen, dass sie innerhalb einer Naturphilosophie erhellen können, was „Leben“ in einem abstrakten Sinne bedeutet. Außerdem werden solche philosophischen Konzepte uns inspirieren, bestimmte naturwissenschaftliche Forschungsvorhaben in Angriff zu nehmen. Sie sind aber dadurch noch nicht selbst ein Teil oder gar ein fundierendes Paradigma solcher Forschungen.

Es ist anzunehmen, dass es sich bei der Frage, inwieweit Biologie irreduzibel teleologisch fragt, insgesamt um einen ähnlichen Fall von semantischer Meinungsverschiedenheit handelt, wie er schon zu Darwins Zeiten zwischen Asa Gray und Thomas Huxley zu finden war (Abschnitt 3.8): Ist Teleologie in der Biologie nur eine heuristische, wenn auch vielleicht unverzichtbare Hilfestellung, die aufgrund bestimmter (historischer, psychologischer) Vorbedingungen wirkt? Das wäre wenig kontrovers. Sobald jedoch naturphilosophische Konzepte von Zielgerichtetheit und Zweck in die biologische Praxis hineingetragen werden, um ihre Teleologie zu belegen, wird der Charakter von Biologie als Naturwissenschaft aufgeweicht. Die belebte Natur mag autonom sein, die Biologie als Naturwissenschaft ist es nicht.

Davon unbenommen ist die wissenschaftstheoretische Fragestellung, warum gerade in der Biologie teleologische Erklärungen zu finden sind, wenn doch die Erklärungspraxis der Biologie auf Mechanismen abhebt. In Abschnitt 4.3.3 habe ich die Frage, welchem System wir Funktionen zuschreiben, in Anlehnung an Woodfield (1976, S. 108) als Nagels Problem bezeichnet. Cravers Antwort auf Nagels Problem ist unser Wunsch nach Klarheit in einem Wirrwarr komplexer Systeme. Diese schlichte Erklärung kann jedoch nicht befriedigen: Der Wunsch nach Klarheit besteht schließlich auch anderswo, wo wir es mit komplexen Systemen zu tun haben, etwa in der Meteorologie. Falls überhaupt werden dort aber nur unverdächtige *input output*-Funktionen formuliert, wie wir sie auch in der Mathematik finden (siehe Abschnitt 4.3.2). Außerdem sollte die Neigung zu funktionalen Erklärungen mit der Komplexität der betrachteten Systeme kontinuierlich zunehmen, was aber nicht der Fall ist. Auch komplexe physikalische Systeme, etwa in der Klimaforschung, führen nicht zu teleologischen Ausdrucksweisen, während bereits sehr einfach zu benennende biologische Merkmale, z. B. eine bestimmte Knochenform, zu Funktionsfragen führen. Metaphern können verständlich machen, warum teleologisches Vokabular nur in ganz bestimmten Fällen auftaucht, nämlich dort, wo eine metaphorische Ähnlichkeit zu einem Verständnis von Artefakten zu finden ist.

5.2 Naturalisierung von Teleologie in der Wissenschaftstheorie der Biologie

Die Biologie enthält nicht deshalb teleologische Redeweisen, weil in der belebten Natur eine metaphysische Besonderheit liegt, die solche Denkmuster notwendig machen würde. Vielmehr wird die Hypothese zugrunde gelegt, dass diese Redeweisen auf menschlichen Übertragungen aus dem Bereich der Artefakte beruhen und der Biologie als Naturwissenschaft äußerlich sind. Auch sogenannte teleologische Erklärungen erweisen sich bei näherem Hinsehen als mechanistisch.

Damit ist es möglich, die Diskussion über den Funktionsbegriff in der Biologie von der naturphilosophischen Frage abzugrenzen, ob es Zwecke und Ziele in der Natur gibt. Jene Debatte fand bereits in der antiken Philosophie statt, vor allem im Widerstreit zwischen Platon und Aristoteles-Anhängern einerseits und Atomisten und Epikureern andererseits. Die aktuelle Debatte wird jedoch nicht mehr als ein Streit um ein bestimmtes metaphysisches Weltbild gesehen, denn beinahe alle Beteiligten sind Anhänger eines naturalistischen Weltbildes, indem die Naturwissenschaften zeigen, wie die materielle Welt beschaffen ist und Zwecke und Finalursachen in der Natur keinen Platz haben.¹¹⁴

Die Mehrzahl der Autoren in der wissenschaftstheoretischen Debatte hält trotz des naturalistischen Rahmens an der wirklichen Teleologie in der teleologischen Sprache fest und möchte entsprechende Aussagen über die Natur rehabilitieren. Damit ist keine mentalistische Teleologie gemeint, wie ich sie in Teil 2 in Bezug auf den Menschen charakterisiert habe. Vielmehr wird von einer naturwissenschaftlich kompatiblen Konzeption von Teleologie in der Naturwissenschaft ausgegangen. Eine Motivation, die Teleologie nicht schlechthin zu verwerfen, sondern neu zu deuten, zeigt sich bereits in dem Beharrungsvermögen dieser Redeweisen in der Biologie. Beinahe für alle Autoren ist die fortdauernde Präsenz der teleologischen Sprache in der Biologie ein Grund genug, diese Redeweisen „beim Wort zu nehmen“.

In der Debatte geht es bei der Neufundierung der Teleologie jedoch keineswegs um eine Revision der Paradigmen in der Biologie: Aktuelle wissenschaftstheoretische Auseinandersetzungen mit dem Funktionsbegriff behaupten keineswegs, die Evolutionstheorie als naturwissenschaftliches Erklärungsmodell sei fehlerhaft oder unzureichend, weil sie der Teleologie im herkömmlichen Sinne keinen Raum gebe. Im Gegenteil, praktisch alle zeitgenössischen Autoren, die sich in konzeptioneller Hinsicht mit teleologischen Aussagen in der Biologie beschäftigen, sind ausgesprochene Verteidiger der Evolutionstheorie gegenüber den Angriffen vonseiten der Anhänger des sogenannten *Intelligent Design*, wie sie etwa von Behe (2010) vorgebracht werden (Brigandt, 2012b; Miller, 2010; A. Rosenberg & Arp, 2010; A. Rosenberg & McShea, 2008).

Es geht nicht um ein wissenschaftsrevisionistisches, sondern um ein sprachanalytisches Problem: Die meisten Autoren möchten herauszuarbeiten, was Biologen „wirklich“ meinen, wenn sie von Funktionen reden. Was Biologen meinen, müsse, wenn es ernstgenommen

114 Eine bescheidene Formulierung würde zumindest von der Angemessenheit der naturwissenschaftlichen Beschreibung sprechen. Auch ein derartiger wissenschaftlicher Instrumentalismus kommt allerdings ohne Teleologie aus.

werden soll, gleichzeitig etwas naturwissenschaftlich Sachgemäßes und etwas wirklich Teleologisches sein. Einen Überblick über die verschiedenen Protagonisten und die klassischen Texte der Diskussion nach der sprachanalytischen Prämisse gewährt die Anthologie von Allen et al. (1998), der Übersichtsartikel von Wouters (2005) und die Monografie von Garson (2016).

In der Einleitung habe ich die Naturalisierung als ein Anliegen des starken Naturalismus beschrieben, der die Aufstellung einer fundamentalen Ontologie vorsieht, an der nur physikalisch beschreibbare Gegenstände beteiligt sind. Das Versprechen der Naturalisierung an die Vertreter des starken Naturalismus ist groß: Falls Naturalisierung gelingt, können wir das traditionelle Vokabular voller geschichtsträchtiger, bedeutungsschwerer Konnotationen weiterhin verwenden und dennoch bewegen uns stets auf dem festen Boden der Naturwissenschaft (oder zumindest der naturwissenschaftlich reformierten Philosophie).

Auf den ersten Blick ist die Naturalisierung scheinbar eng mit der Methode der Reduktion verwandt, d. h. mit der Zurückführung eines Gegenstands auf Gegenstände eines fundamentalen Wissensbereichs (E. Nagel, 1961). Es gibt allerdings unterschiedliche Konzepte der Reduktion (A. Rosenberg & McShea, 2008, S. 96-126), auf die Beziehung beider Projekte kann ich hier jedoch nicht eingehen. So müsste beispielsweise erst einmal zu klären sein, inwieweit unsere „intentionalitätspräsupponierenden“ Konzepte wie Moral, Geist oder eben Zweck und Absicht überhaupt als Bestandteile einer Theorie im hier geforderten Sinne gelten können. Es sei nur darauf hingewiesen, dass Naturalisierung, wenn sie denn eine Art der Reduktion ist, wohl eine philosophisch besonders anspruchsvolle Variante darstellt, die anspruchsvoller ist als die unstrittigen Lehrbuchbeispiele für die Reduktion. Als Beispiel sei die Interpretation des Phänomens der Wärme als nicht gerichtete Bewegung einer Teilchenmenge in der kinetischen Wärmetheorie genannt.

Ich möchte die Agenda der Naturalisierung zum besseren Verständnis in Kontrast setzen zum Großteil der traditionellen Philosophie bis weit ins 19. Jahrhundert: Seit Descartes und Bacon steht die Frage nach dem Weg zum sicheren Wissen im Raum, kurz die Epistemologie. In dieser Zeit nahm die Philosophie die Rolle einer Fundierung der Naturwissenschaft ein. Sie erhob zwei Ansprüche: Einerseits wollte sie allein durch Reflexion die allgemeinen Wege bestimmen, nach denen Naturwissenschaft und Erkenntnis überhaupt zu verfahren hat. Andererseits war sie in Form von Metaphysik auch eine Grundlagenlehre allgemeiner, hoch abstrakter Konzepte wie Raum oder Zeit, die für die empirische Forschung nicht zur Disposition standen, sondern *a priori* dem Denken zugänglich sind und alle Forschung überhaupt erst ermöglichen. In diesem Doppelsinn war das Studium der Philosophie auch eine Propädeutik der Wissenschaft. Titel wie Kants „Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft“ (1786/2010) oder Fichtes „Grundriss des eigentümlichen der Wissenschaftslehre“ (1795/1952) zeugen von diesem aprioristischen Selbstverständnis der Philosophie.

Das zeitgenössische Projekt eines starken Naturalismus, wie es sich im Laufe des 20. Jahrhunderts herausgebildet hat, versteht sich oft als ein gegenteiliges Unterfangen: Anstelle der Fundierung der Naturwissenschaften durch die Philosophie geht es nunmehr um die Dienstbarmachung der Philosophie für die Naturwissenschaft. Ohne diesen Wandel in angemessener Breite nachzeichnen zu können, sei nur stellvertretend Quine als Protagonist

genannt. Er schrieb gegen Ende seines Lebens in Bezug auf den philosophischen Naturalismus: „*The old quest for a foundation for natural science, firmer than science itself, is abandoned*“ (Quine, 1995, S. 256). Stattdessen ist für Quine die naturwissenschaftliche Methode der Königsweg zur Wahrheit, und zwar trotz aller Fehleranfälligkeit und Vorläufigkeit, die Ergebnissen wissenschaftlicher Untersuchungen immer anhaftet. Etwas Besseres, das heißt eine sichere Methode zur Erkenntnis oder eine sichere Art von Erkenntnissen, gibt es für Quine nun einmal nicht. Für die Philosophie bleibt lediglich die begriffliche Verwaltungsarbeit: „*to clarify, organize, and simplify the broadest and most basic concepts, and to analyze scientific method and evidence within the framework of science itself.*“ (Quine, 1995, S. 257)¹¹⁵

Nun bleibt es dabei, dass sich die großen Konzepte der Philosophie, seien sie aus der Ethik, der Erkenntnistheorie oder der Metaphysik, nicht von selbst in das naturwissenschaftliche Bild der Welt einordnen lassen. Damit ist nicht gemeint, dass diese Dinge durch die Naturwissenschaften widerlegt sind wie der Äther oder das Phlogiston. Ebenso wenig diskreditieren diese Dinge ihrerseits die Naturwissenschaften. Sie kommen in den wissenschaftlichen Theorien nicht vor und stehen auf irritierende Weise quer zu ihnen. Schark geht davon aus, dass die Ursache für die Sonderstellung der traditionellen philosophischen Begriffe darin zu suchen ist, dass sie alle mit der Intentionalität des Geistes in Verbindung stehen. Die klassischen Konzepte der Epistemologie, Ästhetik, Ethik usw. behandeln also Dinge, die vielleicht nicht nur, aber dennoch zumindest immer auch in unseren Köpfen stattfinden, d. h. genuin menschlich und somit geistig sind. Alle diese Konzepte müssen also, wenn sie vor dem Anspruch des Primats der naturwissenschaftlichen Methode bestehen wollen, in die Sprechweise und damit in das Begriffssystem der Naturwissenschaften überführt werden. In Bezug auf die versuchte Einverleibung traditioneller Begrifflichkeiten in einen starken Naturalismus spricht Davies (2009) von einem *concept location project*. Dem Unternehmen steht er mit großer Skepsis gegenüber, allerdings nicht, weil es ihm zu naturalistisch wäre, sondern weil es ihm noch nicht naturalistisch genug ist. Die entsprechenden Autoren (für Davies ein Großteil der philosophischen Zunft) versuchen immer noch vergeblich, obsoletere Konzepte intellektuell als naturwissenschaftlich auszugeben und zu legitimieren:

The aim to preserve apparently important concepts that presently play no definitive role in any science by locating them amid the concepts or claims of some well-developed science. [...] The strategic assumption is that, by integrating our nonscientific and scientific concepts, we thereby reconcile and perhaps unify our view of human nature with our emerging scientific view of the world. An aspiring naturalist could hardly ask for more. Or so it seems (Davies, 2009, S. 76-77).

Erreicht werden soll das Ziel der Versöhnung von teleologischer Sprache mit den mechanistischen Ansprüchen der Biologie, d. h. nicht durch eine Anpassung der Biologie, sondern durch eine Anpassung dessen, was als teleologisch gelten soll. Die benötigte

¹¹⁵ Siehe zu Quines Naturalismus auch G. Keil (2011, S. 122-136).

Anpassungsleistung findet sich unter dem Schlagwort der Naturalisierung des Funktionsbegriffs. Schark (2016) bestimmt die Agenda der Naturalisierung folgendermaßen:

Unter dem Programm der Naturalisierung eines intentionalitätspräsupponierenden¹¹⁶ Begriffs verstehe ich in Anlehnung an Fodor das Programm, in nichtmentale, nichtsemantische und nichtteleologische Begriffe notwendige und hinreichende Bedingungen für das Vorliegen des intentionalen bzw. intentionalitätssupponierenden Phänomens zu formulieren (Schark, 2016, S. 222).

Eine Naturalisierung geistiger Zustände könnte darin bestehen, sie neurobiologisch mit bestimmten Hirnzuständen oder behavioristisch mit dem Besitz bestimmter Verhaltensdispositionen zu identifizieren. Unter diesen Umständen wäre es naheliegend, nicht mehr über Liebe, Eifersucht, Hass und Freude zu sprechen, sondern über die damit verbundenen Gehirnzustände, ihr kausales Zustandekommen und ihre sichtbaren Wirkungen auf das Verhalten. Aber diese Sichtweise wäre nicht einmal notwendig, denn nach der Naturalisierung sind die alten mentalistischen Konzepte ja umdefiniert und stehen als wissenschaftliche Begriffe zur Verfügung. Ebenso würden auch Formen des Umgangs unter Menschen anders verstanden. Anstatt Gründe für Handlungen zu suchen und zu geben, würde es möglich sein, die Ursachen für das Verhalten zu bestimmen.

In Bezug auf den Funktionsbegriff und die damit verbundenen teleologischen Sprechweisen hat die Agenda des *concept location projects* bzw. der Naturalisierung folgende Bedeutung: Es sollen notwendige und hinreichende Kriterien unter den anerkannten Konzepten der Biologie gesucht werden, die die Bedeutung teleologischer Sprache in der Biologie explizieren, indem diese Kriterien selbst keinen Bezug auf das Vorhandensein des teleologischen Denkens nehmen. Eine gelungene Analyse des Funktionsbegriffs und verwandter, scheinbar teleologischer Konzepte endet mit einem formalen Schema, in dem eine Eigenschaft eines Merkmals genau dann eine Funktion dieses Merkmals ist, wenn bestimmte nicht teleologische (!) Bedingungen erfüllt sind, etwa wenn eine Selektionsgeschichte vorliegt, wenn Beiträge zur Erhaltung des Organismus geleistet werden und dergleichen mehr. Möglicherweise schließt sich an die sprachanalytische eine metaphysische Frage an, sollte sich zeigen, dass die Sprecher von (möglicherweise teleologischen) Intuitionen und Bedeutungen ausgehen, die untereinander oder mit naturalistischen Prämissen nicht ohne Weiteres in Einklang zu bringen sind. Doch die Frage nach der Metaphysik, sollte sie denn überhaupt notwendig sein, steht zumindest nicht am Anfang der Debatte. Die meisten Autoren sind ohnehin der Auffassung, dass keine tieferen Fragen über die Natur der Welt im Spiel sind, sondern lediglich Fragen in Bezug auf unser Nachdenken über die natürliche Welt.

In irgendeiner Weise müssen an der Naturalisierung interessierte Denker plausibel machen, wie die drei Charakteristika teleologischen Denkens und Erklärens (Normsetzung, multiple

¹¹⁶ Schark meint Intentionen in einem engeren Sinne als Absichten und nicht im weiteren Sinne als Inhalt eines mentalen Zustands.

Realisierbarkeit und Diskriminierbarkeit) im Rahmen naturalistischer, sich auf rein biologische Prämissen beziehende Explikationen begründet werden können. Obwohl diese philosophische Herangehensweise an den Funktionsbegriff für sich in Anspruch nimmt, eng an der Praxis der Biologie angelehnt zu sein, bleibt sie dennoch der Sprachanalyse verhaftet.

Tatsächlich gibt es in der Literatur zur Philosophie der Biologie zwei inzwischen klassische Ansätze, um genau diese Naturalisierung von Teleologie zu leisten: die ätiologische Theorie (auch *selected effects theory*) nach R. G. Millikan (1984, 1989/1998) und Neander (1991, 1991/1998), die Theorie kausaler Rollen im Anschluss an Cummins (1975/1998) und die Fitness-Theorie (auch *survival propensity theory*) von Bigelow and Pargetter (1987/1998). Jeder dieser drei Ansätze beruft sich auf andere Typen von biologischen Fragestellungen. In allen drei Fällen wird ein anderer Aspekt des teleologischen Denkens zur Quelle für gewisse Intuitionen, denen die jeweiligen Autoren nachgehen.

Den drei Ansätzen gelingt es jedoch nicht, Teleologie zu naturalisieren. Das erste Indiz für das Versagen ist, dass sie sämtlich an Gegenbeispielen scheitern, in denen wir zwar anhand unserer Intuitionen teleologische Begrifflichkeiten wählen würden. Innerhalb des Korsetts der jeweiligen naturalistischen Deutung kann die Intuition jedoch nicht abgebildet werden. Wählen wir eine alternative naturalistische Deutung, stoßen wir wiederum an anderer Stelle auf Gegenbeispiele. Die traditionelle, nicht-biologische Bedeutung des teleologischen Vokabulars und das naturalistische Prokrustes-Bett passen nicht zusammen. Außerdem ist die Argumentationskette in der Regel unklar, wenn es um die Frage geht, aus welchen Motiven heraus Menschen überhaupt bestimmte teleologische Ausdrucksweisen wählen. Keine der etablierten Theorien der Naturalisierung enthält die direkte These, Menschen hätten schon immer implizit die jeweils favorisierte naturalisierte Bestimmung gekannt, wenn sie teleologische Ausdrücke verwenden. Aber wie erklärt sich die Übereinstimmung von nicht analysierter Sprache und bestimmten naturwissenschaftlichen Konzepten? Darauf haben die Naturalisierer keine überzeugende Antwort, wie noch zu zeigen sein wird.

Zu diesem Zweck möchte neuere Ansätze (R. G. Millikan, 2002; Wouters, 2003, 2005) aufgreifen, die eine Mehrzahl von Funktionsbegriffen anerkennen und mehr die tatsächlichen, möglicherweise auch widersprüchlichen Verwendungsweisen in verschiedenen Kontexten berücksichtigen. Der entscheidende Unterschied zur Naturalisierung besteht auf zwei Ebenen: Zunächst haben Naturalisierer den Ehrgeiz, eine allgemeingültige Definition von Funktion zu geben, zumindest innerhalb der Biologie, wenn nicht sogar in allen (soziologischen, technischen usw.) Kontexten. Diese Definition soll all jenen Intuitionen gerecht werden, die wir gemeinhin für die Verwendungsweise dieses Wortes mitbringen. Zweitens erheben die Analysen der Naturalisierer den Anspruch, die teleologische Sprache zu rechtfertigen, indem sie an akzeptierte biologische Konzepte angebunden wird. Wer diese Konzepte akzeptiert, so die These, könne und solle die naturalisierte Teleologie anerkennen. Beide Ansprüche haben die genannten pluralistischen Ansätze aufgegeben.

Die bloße Konstatierung eines Pluralismus von Funktionsbegriffen ist aber nur der Anfang. Ich möchte darüber hinaus der Frage nachgehen, aus welchen Gründen Menschen teleologisch in Bezug auf Lebewesen reden. Biologen verwenden teleologische Ausdrücke, um eine klar benennbare Menge an biologisch relevanten Sachverhalten zu beschreiben, auch dann, wenn

die Bedeutung der teleologischen Ausdrücke von diesen naturwissenschaftlichen Nutzungskontexten niemals ausgeschöpft wird. Die Verwendung von teleologischen Versatzstücken, um die biologischen Sachverhalte zur Sprache zu bringen, liegt jedoch nicht in der Logik der Biologie selbst begründet. Stattdessen erklärt sie sich aus den kulturhistorisch verstehbaren Metaphern, die wiederum von der vormodernen Artefaktmetaphysik des Lebens abstammen.

5.2.1 Naturalisierung der Teleologie Mitte des 20. Jahrhunderts

Im 20. Jahrhundert ist die Strömung des starken Naturalismus etabliert worden. Quine dient als Beispiel für diese Denkrichtung. Im Folgenden wird erläutert, wie dieses Programm sich seit der Mitte des 20. Jahrhunderts in Bezug auf die Frage der Teleologie in der Biologie und insbesondere in Bezug auf den Funktionsbegriff herausgebildet hat. Drei Phasen sind zu unterscheiden: Carl Gustav Hempel stand der Relevanz von Funktionsaussagen für die Naturwissenschaften skeptisch gegenüber. Seiner Konzeption naturwissenschaftlicher Erklärungen wurden Funktionsaussagen nicht gerecht. Hempels wissenschaftstheoretische Nachfolger in den 1960er Jahren, namentlich Canfield (1964, 1965), Lehman (1965) sowie Frankfurt and Poole (1966), gingen die Frage jedoch aus der entgegengesetzten Richtung an: Sie nahmen zur Kenntnis, dass Biologen unbedarft, aber dennoch erfolgreich mit teleologischer Sprache umgehen. Angesichts dieser Tatsache ist für sie die Frage unerheblich, ob teleologische Ausdruckswesen einem engen wissenschaftstheoretisch rekonstruierten Konzept von Naturwissenschaft genügen können. Der Erfolg in der Praxis gibt vielmehr der Teleologie recht. Daher rückt die Frage in den Mittelpunkt, was Biologen denn eigentlich meinen, wenn sie derartige Ausdrücke verwenden. Es wurde versucht, unsere allgemeinen Intuitionen darüber, wann solche Redeweisen passend sind, mithilfe biologischer Beispiele zu belegen. An dieser Stelle beginnt die Naturalisierung mit dem Andocken einer alltagssprachlichen Redeweise an kanonische naturwissenschaftliche Begrifflichkeiten. In den 1970er bis 1990er Jahren verzweigt sich die Zielsetzung des Projekts schließlich: Häufig geht es um eine Konzeptanalyse speziell der biologischen Sprache (Neander, 1991/1998). Auf dieser Grundlage bauen noch heute die maßgeblichen Ansätze auf. Außerdem wuchs die Erkenntnis, dass sich die unterschiedlichen Intuitionen und Verwendungsweisen teleologischer Sprache kaum auf einen theoretischen Nenner bringen ließen. Aus diesem haben die erarbeiteten Funktionsbegriffe mitunter auch einen technischen Charakter, deren Glaubwürdigkeit nicht mehr an der umfassenden Passung mit Alltagskonzepten gemessen werden sollte, sondern lediglich an ihrer fachlich begrenzten Angemessenheit. Für diese Wendung steht insbesondere R. G. Millikan (1989/1998).

In den 1950er Jahren war folgende Ausgangssituation gegeben: Die logischen Positivisten der Jahrhundertmitte hatten keine Vorstellung von genuin teleologischen in biologischen Funktionsaussagen, wie etwa Toepfer (2004S. 110ff) nachzeichnet. Beispielsweise spricht E. Nagel (1953) davon, dass Funktionsaussagen lediglich Aussagen über notwendige Bedingungen für bestimmte komplexe Phänomene sind. Die Aussage, dass Chlorophyll die Funktion habe, zur Fotosynthese beizutragen, kann rekonstruiert werden als Aussage, dass

Chlorophyll eine notwendige Bedingung für das Phänomen der Fotosynthese darstellt.¹¹⁷ konnte Diese Naturalisierung fand in der Folgezeit keinen Zuspruch, weil der Funktionsbegriff in einer teleologischen Metaphorik wurzelt. Funktionale Äquivalente (= interne multiple Realisierbarkeit eines Effekts), das Problem der Normsetzung (d. h. des Scheiterns) und der geforderten nicht-zufälligen Genese ließen Nagels Rekonstruktion allzu beschränkt erscheinen. Die folgenden Autoren ab den 1970er Jahren¹¹⁸ waren bemüht, diese Intuitionen aus unseren teleologischen Metaphern in ein naturalistisches Konzept einzubauen. Es gelang jedoch nicht, alle drei Kennzeichen teleologischen Denkens in der *concept location* des Naturalisierungsprojekts unterzubringen. Insbesondere die Forderungen nach Normsetzung und nach nicht zufälliger Genese standen sich gegenseitig im Weg und führten in der Folge zu artifizialen Kompromissen zwischen teleologischen Metaphern und biologischer Praxis, die keiner der beiden Richtungen Rechnung tragen konnten.

Eine ausführliche wissenschaftstheoretische Beschäftigung mit der Bedeutung von Funktionsaussagen und ihrer Naturalisierung beginnt in den späten 1950er Jahren: Hempel (1959/1965) beantwortete die Frage, was unter „Funktion“ zu verstehen ist, im Sinne einer Leistung, die ein Merkmal mithilfe der Funktion für „die angemessene bzw. korrekte Arbeitsweise“ eines Systems erbringt.¹¹⁹ Lediglich diejenigen unter den unzähligen Effekten eines Gegenstands, die einen solchen Beitrag liefern, sind für ihn Funktionen.

(a) *At time t, system s functions adequately in a setting of kind c*

(b) *s functions adequately in a setting of kind c only if requirement n is satisfied*

(c') *I is the class of empirically sufficient conditions for n, in the context determined by s and c; and I is not empty*

(d') *Some one of the items included in I is present in s at t* (Hempel, 1959/1965, S. 313).

Diese Aufdeckung von Beiträgen zur Arbeit eines Systems bezeichnet Hempel bereits als funktionale Analyse. In Hempels Schema geht es darum, mit Woodfield (1976) den Unterschied zwischen einer Funktion und eines bloßen Nebeneffektes zu ergründen (siehe Abschnitt 4.3.3). Dabei ist Hempel sehr kritisch in Bezug auf den Wert der funktionalen Analyse

117 Eine zweite Denklinie der Zeit will Teleologie als zielgerichtetes Verhalten rekonstruieren, das wiederum mithilfe der empirischen Verhaltensforschung objektiv zugänglich sein sollte. Für den weiteren Verlauf der wissenschaftstheoretischen Debatte tritt diese Tradition jedoch zugunsten des Funktionsbegriffs in den Hintergrund. Dies geschah nicht ohne Grund, denn diese letztlich behavioristischen Positionen waren von allerlei Unwägbarkeiten geplagt, wie Woodfield (1976) und Garson (2016) nachzeichnen.

118 Allen *et al.* (1998)

119 „adequate, or effective, or proper, working order“ (Hempel, 1959/1965, S. 306).

für naturwissenschaftliche Ziele der Erklärung und der Prognose.¹²⁰ Die Achillesferse liegt seiner Meinung nach in den teleologischen Untertönen, die derartige Redeweisen entgegen den deflationären Beschreibungen von Nagel haben. Hempel stellt diese Untertöne unter die Prämisse der Selbststeuerung (*self-regulation*), die ausgesprochen oder implizit hinter den Vorstellungen von Systemen steckt, die wir funktional analysieren. Die Selbststeuerung mag zwar als wissenschaftliche Hypothese ihre Berechtigung haben, sie weist für Hempel aber eine verführerische formale Ähnlichkeit zum zweckmäßigen Handeln von Menschen und menschlichen Artefakten auf. Diese Sichtweise führe dazu, dass die drei Kennzeichen, die charakteristisch für die Teleologie sind, allzu leichtfertig heraufbeschworen werden: multiple Realisierbarkeit bzw. funktionale Äquivalente, Normsetzung und Diskriminierbarkeit.

Inwiefern stößt diese Übertragung aus dem menschlichen Bereich für Hempel auf Schwierigkeiten? Zunächst hält Hempel es für aussichtslos, mithilfe der funktionalen Analyse zu erklären, warum ausgerechnet ein bestimmtes und nicht ein anderes funktional äquivalentes Merkmal zu finden ist. Solche Fragen können nur durch empirische Erforschung der Evolutionsgeschichte gelingen, nicht aber vom Lehnstuhl aus durch funktionale Analyse.

[...] a functional analysis of an item i affords neither deductively nor inductively adequate grounds for expecting i rather than one of its alternatives. (Hempel, 1959/1965, S. 313)

Eng verbunden ist damit die Erkenntnis, dass funktionale Analysen auch keine Diskriminierbarkeit gegenüber anderen Ursachen eines Merkmals erlauben, weil sie als noch nicht zur Erklärung der Existenz eines Merkmals beitragen. Der entgegengesetzte Eindruck entsteht irreführenderweise durch den Gebrauch von explanatorischer Ausdrücke wie „weil“ (Im Sinne von: „weil es notwendig war, bildete sich das Merkmal“).

Each of these arguments, which are rather typical of the functionalist approach, is an inference from the existence of a certain functional prerequisite to the categorial assertion that the prerequisite will be satisfied in some way. What is the basis of the inferential claims suggested by the words ‚since‘ and ‚consequently‘ in the passages just quoted (Hempel, 1959/1965, S. 317).

Zuletzt ist auch die Berechtigung umstritten, mit der gewisse Zustände als *adequate* ausgezeichnet werden. Gemeint ist damit die Normsetzung, die für teleologischen Aussagen konstitutiv ist. Dabei unterscheidet Hempel bereits zwischen einer internen Normsetzung anhand eines „biologischen Designplans“ und einer externen Normsetzung mit Bezug auf „Zwecke“. Damit die interne Normsetzung einem wissenschaftlichen Anspruch genügt, müsste zunächst das normale, gesunde und adäquate System spezifiziert werden, von dem die Rede sein soll.

120 Wissenschaftliches Erklären bedeutet für ihn die Angabe von Deduktionen unter Zuhilfenahme von Gesetzaussagen. Dieses enorm einflussreiche deduktiv-nomologisches Schema (Hempel-Oppenheim-Schema) hatte Hempel selbst einige Jahre zuvor mitentwickelt (Hempel & Oppenheim, 1948).

Inadequate specification of scope consists in failure to indicate clearly the kind of system to which the hypothesis refers, or the range of situations (the limits of tolerance) within which those systems are claimed to develop traits that will satisfy the functional requirements (Hempel, 1959/1965, S. 319).

Für die Nutzung der externen Normsetzung müsste die Biologie Rechenschaft darüber ablegen, was ähnlich den Absichten, auf die sich Artefakte beziehen, als Bedürfnis (*need*) oder richtiges Funktionieren (*proper functioning*) gelten kann.

A second flaw that may vitiate the scientific role of a proposed hypotheses of self-regulation consists in using key terms of functional analysis, such as ‚need‘ and adequate (proper) functioning in a nonempirical manner, i. e. without giving them a clear „operational definition“ or more generally, without specifying objective criteria of application for them. If functionalist terms are used in this manner, then the sentences containing them have no clear empirical meaning; they lead to no specific predictions and thus cannot be put to an objective test; nor can they be used for explanatory purposes (Hempel, 1959/1965, S. 319-320).

Die drei Kennzeichen von Teleologie, die Hempel jedoch nicht deutlich herausarbeitet, stehen innerhalb wissenschaftlicher Erklärungsweisen nach Hempels Auffassung auf wackeligen Füßen. Daher hätten solche Aussagen kaum einen naturwissenschaftlichen Wert: „*a deductive explanation with a very weak explanandum*“ (Hempel, 1959/1965). Letztlich ist Hempels Ansatz noch keine Naturalisierung im eigentlichen Sinne. Die Semantik des Funktionsbegriffs knüpft nicht an biologische Konzepte an. Vielmehr lehnt Hempel die Bedeutung von Funktionsaussagen in den Wissenschaften insgesamt ab.

Anhand einer Debatte Mitte der 1960er zwischen den Philosophen Canfield und Lehman sehen wir, wie sich das Interesse einer neuen Generation von Autoren im Vergleich zu Hempel gewandelt hatte: Ging es bei Hempel noch darum, die Legitimität funktionaler Analyse kritisch zu hinterfragen, rückten nun sprachanalytische Aspekte in den Vordergrund: Wenn teleologische Sprache in der Biologie so zentral ist, so argumentierten diese späteren Autoren¹²¹, müssen wir sie auch als naturwissenschaftliche Praxis ernst nehmen. Die Frage war nun nicht mehr, ob diese Redeweisen überhaupt naturwissenschaftlich sind, sondern nur noch, was sie eigentlich bedeuten. Leider sind die Artikel von Canfield und Lehman inzwischen in den Hintergrund gerückt, sie sind den Ausgangspunkt für eine Diskussion, die bis heute andauert.

Zunächst nennt Canfield (1964) seine Arbeitshypothese: Funktionale Analysen sind einerseits in nicht teleologische Aussagen überführbar. Andererseits sind sie aber auch nicht unter das deduktiv-nomologische Modell von wissenschaftlichen Erklärungen zu subsumieren, wie es

121 Siehe die Sammlung von Artikeln in Allen *et al.* (1998)

Hempel and Oppenheim (1948) in ihrem Aufsatz „*Studies in the Logic of Explanation*“ ausgearbeitet hatten. Canfield argumentiert nun, dass funktionale Analysen uns keine Erkenntnisse darüber liefern, warum ein bestimmtes Merkmal vorhanden ist, sondern sie verraten uns lediglich, welche der unbestimmt vielen Tätigkeiten eines Merkmals nützlich ist, also das Überleben fördert.

A function of I in S is to do C means I does C; and if, ceteris paribus, C were not done in an S, then the probability of that S surviving or having descendants would be smaller than the probability of an S in which C is done surviving or having descendants (Canfield, 1964, S. 292).

Canfield illustriert diese Deutung des Funktionsbegriffs anhand von physiologischen Experimenten: Die Funktion beispielsweise des Thymus herauszufinden, bedeutet nicht mehr und nicht weniger als diejenige(n) Tätigkeit(en) zu entdecken, die dem Organismus einen Nutzen, d. h. einen Überlebensvorteil verleihen. Wir können die Funktion des Thymus erforschen, indem wir entdecken, was einem Versuchstier fehlt, wenn wir den Thymus entfernen.

Kurze Zeit nach Canfields Artikel verfasste Lehman (1965) einen eigenen Ansatz. Darin formuliert er zunächst eine sprachanalytische Agenda, die derjenigen von Canfield ähnelt:

This debate (regarding whether function statements are teleological explanations) might be resolved if a correct analysis of the meaning and use of function statements was developed. In any case, since function statements are used in biology, it is important to be clear what they mean (Lehman, 1965, S. 1).

Auch die Art und Weise, wie Lehman den Funktionsbegriff entwirft, scheint zunächst mit Canfield übereinzustimmen. Lehman sieht das Merkmal der scheinbar teleologischen Aussage ebenfalls darin, einen Nutzen für das Überleben des Organismus zu liefern, der wie bereits bei Hempel mit „*proper functioning*“ umschrieben wird.

- A function of X is Y = df. There is at least one organism such that*
- (a) some instance of X is part of the organism and is not a sufficient condition or cause of malfunction of the organism, and if anything is an instance of X then its activity causes some instance of Y (providing, of course, that the conditions necessary under normal circumstances for instances of X cause instances of Y are satisfied)*
 - (b) it is a necessary condition for the proper functioning of the organism that it exhibit some instance of Y (Lehman, 1965 S. 12).*

Die frühen Ansätze von Canfield und Lehman, Teleologie zu naturalisieren, wurden später von Wouters (2005) als *life chances theory* bezeichnet, weil sie darauf abzielen, das teleologische Moment des Funktionsbegriffs im Konzept des Überlebens durch *proper functioning* einzufangen. Wir erkennen bei der *life chances theory* bereits die Umriss der Naturalisierung

bzw. des *concept-location-projects*: Alle Aussagen, die vorher unter dem Verdacht einer mentalistischen Teleologie standen, sind nun rehabilitiert, nachdem sie sich als übersetzbar in eine nicht teleologische Sprache erwiesen haben. Unsere teleologische Sprache kann unbehelligt bleiben, denn ausgerechnet durch ihre Verzichtbarkeit hat sie nun eine neue Legitimität gewonnen. Canfield ist optimistisch, dass damit der gordische Knoten der Teleologie in der Biologie endlich geplatzt ist.

The scheme takes all statements which have the linguistic form of a functional analysis, and which are true, into true statements and all the false statements of the form into false statements. Further this holds in the opposite direction (when the range of ,I' and ,S' is appropriately restricted). [...] If the claim is correct, this does not guarantee the correctness of the scheme, for the scheme claims to generate statements synonymous with the original functional analysis (or perhaps analyses of these). But I do not see what an analysis generated by the scheme fails to say that is said in the corresponding analysandum, or vice versa.

If the translation scheme is correct, it seems correct to say that the teleological words such as ,function' can be dispensed with (Canfield, 1964, S. 292-293).

Canfield und Lehman hatten jedoch die inhärente Vieldeutigkeit teleologischer Intuitionen nicht berücksichtigt. Die Entdeckung der Vieldeutigkeit jener Intuitionen musste auch zu einer Vielfalt an Funktionskonzepten führen, weil die neue Methode darin bestand, die Intuitionen zu explizieren, die Biologen, genau genommen Wissenschaftstheoretiker für den Funktionsbegriff mitbringen. Frankfurt and Poole (1966) belegen diese Annahme mit einem geistreichen Gegenbeispiel von, das aus gänzlich anderen Intuitionen hervorgeht, aber die allzu einfache Konzeption der *life chances theory* anzweifelt.

Now the present environments of many vertebrates include physicians, and the practice of physicians involves making diagnoses which often rely on the character of their patients' heart sounds. The patients presumably have better chances of surviving and of reproducing if this diagnostic technique can be used on them than if, ceteris paribus, their health could not be evaluated by listening to the sounds which their hearts make. On Canfield's view, then, it is true that a function of the heartbeat in vertebrates is to produce heart sounds (Frankfurt & Poole, 1966 S. 72).

Es bleibt unklar, inwieweit Canfield und Lehman dieser Konsequenz zugestimmt haben, jedoch haben Frankfurt und Poole ein grundlegendes Kennzeichen für Funktionszuschreibungen überhaupt benannt: Laut der von ihnen wachgerufenen Intuition sind Funktionen objektiv in den Dingen vorhanden und verändern sich nicht durch äußerliche Umstände, etwa wenn der entsprechende Gegenstand an einen anderen Ort transportiert wird oder wenn

zufälligerweise Ärzte anwesend sind. So könnten wir weiterhin sagen, dass das weiße Fell des Eisbären der Tarnung dient, auch wenn das Polareis zwischenzeitlich geschmolzen ist. Canfield und Lehman hätten hingegen gesagt, dass das Fell diese Funktion nun verloren habe, wenn die Umwelt, in der die weiße Farbe nützlich war, nicht mehr gegeben ist. Aus biologischer Sicht gibt es nichts zu gewinnen, wenn wir eine sprachliche Entscheidung treffen.

Mittelpunkt der philosophischen Debatte seit Canfield und Lehman steht die Absicht, dem „Eigentlichen“ der teleologischen Sprache in der Biologie auf die Spur zu kommen. Hierfür sind jedoch die beiden gegenläufige Intuitionen inhärent und kontingent von Bedeutung. Beide Intuitionen scheinen nicht miteinander vereinbar zu sein: Entweder sind Funktionen Umschreibungen von kontingenten Überlebensvorteilen in einer ganz bestimmten Umwelt oder sie sind in irgendeiner Weise im Besitz dieser Merkmale und bestimmen dessen Identität, um nicht zu sagen, ihre Essenz.

Beide Ansätze, inhärente und kontingente Vorstellungen zu Funktionen, beziehen ihre Attraktivität durch bestimmte Motive der Artefakteleologie. Es handelt sich jedoch nur um ein psychologisch-kognitionswissenschaftliches Phänomen. Vor allem ist damit noch nichts über den tatsächlichen Nutzen oder gar die Unersetzlichkeit solcher Vorstellungen in der Biologie gesagt. Die Anziehungskraft der inhärenten Vorstellung von Funktionen liegt darin begründet, dass sie die teleologischen Motive der Normsetzung, der funktionalen Äquivalente und der zweckhaften Genese erfüllt. Ein Beispiel soll diese Sichtweise verdeutlichen: Auch in einer völlig lichtlosen Welt wären Augen der Intuition nach immer noch zum Sehen da, selbst wenn es ihnen nicht mehr gelingen kann, diesen Zweck zu erfüllen. Erstens wird die biologische Norm, die den Merkmalen inhärent ist, also innerhalb dieser Intuition nicht durch veränderte Umstände außer Kraft gesetzt. Es liegt in der Natur von Normen, dass sie mitunter auch nicht erfüllt sein können.

Zweitens geben die Funktionen auch den Merkmalen ihre Identität und erlauben die Gruppierung zu funktionalen Äquivalenten: Ein Auge ist dann genau das Merkmal, das das Sehen ermöglicht, und nicht etwa, was eine gemeinsame Form hat. Aristoteles nennt als Beispiel für eine solche falsche Zuordnung nach Form das Auge einer Statue. Das Auge einer Statue ist nur dem Namen nach ein Auge aber kein echtes Sehorgan.

Drittens scheinen wir anhand der Funktion auch erklärt zu haben, warum das Auge überhaupt existiert. Auf dieser intuitiven Ebene tritt der Unterschied nicht hervor, ob wir die Genese des Merkmals im Einzelnen als zweckhaft-kreationistisch denken oder nur zweckmäßig-darwinistisch verstehen.

Tatsächlich wurden seit den 1970er Jahren beide Intuitionen zum Ausgangspunkt von mindestens drei Denkrichtungen: Die Kontingenz von Funktionen in Bezug auf Überlebensvorteile (Canfield und Lehman) wurde bei der *causal role theory* von Cummins (1975/1998) und später in der *survival enhancing propensity*-Theorie nach Bigelow and Pargetter (1987/1998) weiter verfolgt. Die Inhärenz von Funktionen, auf die Frankfurt und Poole gestoßen sind, bildete den Ausgangspunkt für die ätiologische Theorie der Funktionen (R. G. Millikan, 1984; L. Wright, 1973/1998). Zu einer Einigung auf eine universelle Explikation des Funktionsbegriffes kam es freilich nicht. Vielmehr erkannten die Autoren spätestens seit

den 2000er Jahren, dass die verschiedenen Ansätze für unterschiedliche Fragestellungen innerhalb der Biologie angemessen sind (R. G. Millikan, 2002; Wouters, 2003).

5.2.2 Einführung in die drei etablierten Theorien des biologischen Funktionsbegriffs

Im Folgenden möchte ich die drei genannten Theorien einführen, um einen ersten Überblick über die Debatte zu vermitteln. In den darauffolgenden Kapiteln werde ich mich jeweils einem der drei großen Theorien widmen. Außen vor bleiben Theorien, die im engeren Sinne keine Naturalisierung oder Rekonstruktion des Funktionsbegriffs anstreben.

Die *causal role theory* habe ich bereits in Abschnitt 4.3.4 im Zusammenhang mit Woodfields dritter Anfrage an einen möglichen Funktionsbegriff vorgestellt. Obwohl ich sie im Rahmen der Artefakte eingeführt hatte, stammt die *causal role theory* historisch aus der funktionalen Analyse, wie sie in der *life chances theory* formuliert wurde. In der *causal role theory* geht es um die Frage, was Aussagen über Funktionen zur Erklärung dieser Merkmale beitragen. L. Wright (1973/1998) und Cummins (1975/1998) vertraten gegensätzliche Positionen. Die *causal role theory* nach Cummins sieht Funktionen nicht als Erklärungen für die Existenz eines Objekts, sondern als Mittel, um die Hervorbringung eines komplexen Phänomens innerhalb eines Systems anhand von basaleren Sachverhalten zu erklären. Diese basaleren Sachverhalte sind Prozesse und Bestandteile des Systems und übernehmen bestimmte Rollen bei der Entstehung eines komplexen Phänomens. Im Bereich der Artefakte bereitete dieser Ansatz keine Schwierigkeiten, denn die Rollen waren zusätzlich durch einen Designplan fundiert.

Übertragen auf Organismen geht diese Theorie von dem Bild eines Lebewesens als eines Systems aus Einzelteilen aus, die ihren jeweiligen charakteristischen Beitrag zu einer komplexeren Leistung des Gesamtsystems leisten (*systemic function*). Als Funktionen eines bestimmten Merkmals werden ausschließlich jene Aktivitäten des Merkmals bezeichnet, die einen solchen Beitrag leisten. Die Untersuchung eines Organismus hinsichtlich seiner funktionalen Hierarchie wird als funktionale Analyse bezeichnet. Bei Hempel (1959/1965) wäre die Funktion des Herzens das Pumpen von Blut, weil diese Funktion einen Beitrag zur Versorgung des Körpers mit Nährstoffen leistet.

Diese Theorie ist jedoch keineswegs auf Lebewesen beschränkt. Im Gegenteil, um welche Art von System sich eine funktionale Analyse handelt und welche Leistung für die funktionale Analyse in Betracht kommt, wird mit dieser Theorie nicht eingeschränkt. Das ist der Unterschied zur ursprünglichen *life chances theory*, wie sie in den 1960er Jahren von Canfield und Lehman vertreten wurde. Diese Theorie verbindet funktionale Analysen solcher Art letztlich mit dem Überleben des Organismus. Cummins Anspruch, einen universellen Funktionsbegriff für alle wissenschaftlichen Disziplinen zu formulieren, nimmt auf spezifisch biologische Momente dieser Art keine Rücksicht. Cummins bezieht sich beispielsweise auch auf die Psychologie und Soziologie.

Die *causal role theory* wurde später u. a. von Davies (2001) als Reaktion auf zwischenzeitlich entstandene Zerrbilder der Theorie ausführlich verteidigt. Davies betonte noch einmal den hierarchischen Charakter der Funktionszuschreibung. Der Funktionsbegriff hinter der funktionalen Analyse hat später viel Beachtung erfahren, so etwa in der Literatur zur mechanistischen Forschungspraxis der Biologie Craver (2013), aber auch schon bei Amundson and Lauder (1994/1998). Sogar Vertreter anderer Funktionsbegriffe wie R. G. Millikan (2002)

gestehen der *causal role theory* inzwischen eine unzweifelhafte Bedeutung in der naturwissenschaftlichen Forschung zu.

Nichtsdestotrotz zeigte sich, dass der sichere Boden, auf dem sich die *causal role theory* bei den Artefakten bewegte, schwankend wird, sobald es in den Bereich der Biologie geht. In unterschiedlichen Gegenbeispielen wurde der Funktionsbegriff der *causal roles* gegen Intuitionen ausgespielt. Es wurden spezifische Varianten dieses Funktionsbegriffs vorgeschlagen, die die *causal role theory* teilweise mit expliziter Berufung auf Cummins durch bestimmte Qualifikationen einschränken, um Sicherheit zu schaffen und die Intuitionen besser abzubilden. Eine eigenständige Variante der *causal role theory* stammt vom deutschen Theoretiker Krohs (2004). Er argumentiert in seiner Monografie „Eine Theorie biologischer Theorien“, dass Funktionen, auch im Sinne von *causal roles*, nur dann zugeschrieben werden, wenn es sich um ein System handelt, dem ein Design zugrunde liegt. Er deckt damit die Kernmetapher hinter dem internen Funktionsbegriff F_i auf (siehe Abschnitt 4.3.9). Design versteht er nicht im hier vorgeschlagenen engeren Sinne als eine bewusste Gestaltung, sondern als Attribut für alle Gegenstände, auf die eine sogenannte *type token*-Unterscheidung anwendbar ist. Er spricht in diesem Zusammenhang von der notwendigen Typfixierung eines Merkmals, damit wir von einem Design und damit auch von Funktionen sprechen können. Die ursprüngliche Version der *causal role theory* war demgegenüber auf die Unterscheidung zwischen Merkmalstyp und individuellem Merkmal des Einzelwesens noch nicht angewiesen. Eine weitere Variante der *causal role theory* beruft sich auf die kausal geschlossene Organisation von Lebewesen. Darunter ist die Tatsache zu verstehen, dass alle Teile sich wechselseitig bedingen und in ihrer Wechselseitigkeit gemeinsam das Leben der Organismen ermöglichen. Diese Ansicht findet sich insbesondere bei Autoren, die Kants Definition von Organismen in der *Kritik der Urteilskraft* (Abschnitt 3.6) nahestehen. Kants Formulierung von Organismen als Naturzwecke und Organen, die sich gegenseitig Zweck und Mittel sind, hat diese Ansicht geprägt. Toepfer (2004) beschreibt ausführlich diese von Kant beeinflusste *causal role theory* in seiner Monografie „Zweckbegriff und Organismus“. Ein ähnlicher Ansatz, allerdings ohne ausdrückliche Erwähnung von Kant, findet sich etwas später bei Mossio, Saborido, and Bergareche (2009). Zammito (2006) wendet sich gegen den Rückgriff auf Kant, der als Philosoph des 18. Jahrhunderts keinen Beitrag zum modernen Projekt der Naturalisierung der Teleologie in der Wissenschaft in der Gegenwart habe leisten können. Insbesondere erinnert Zammito daran, dass Kants Begriff des Organismus als Naturzweck ein regulatives Prinzip des Denkens darstellt und keine befriedigende Erklärung für den Gebrauch von Funktionsbegriffen in konstitutiver Weise in der neuzeitlichen Biologie liefern kann.

Aus der Intuition der inhärenten Funktionen, die Frankfurt and Poole (1966) erstmals vorstellten, und in ausdrücklicher Abgrenzung zur *causal role theory* entwickelte sich die *etiological theory*, die einen Blick auf die Naturgeschichte eines Lebewesens und seiner Merkmale wirft. Diejenigen Effekte und Eigenschaften eines Merkmals werden als dessen Funktionen angesprochen, die den Vorfahren heutiger Merkmalsträger einen Selektionsvorteil verschafft haben (*selected effects*). Dieser Ansatz steht in einer oft herausgestellten Nähe zu L. Wright (1973/1998) Definition von Funktionen. Nach Wright soll der Verweis auf eine Funktion eine Erklärung dafür liefern, warum ein bestimmter

Funktionsträger überhaupt existiert. Auf diese Weise sind die existenzklärenden nützlichen Effekte gegenüber anderen ebenfalls nützlichen Effekten hervorgehoben, die keine solche Erklärungsrelevanz haben. Anhand des Beispiels von Frankfurt and Poole (1966) wäre es nun möglich, die „intuitiv richtige“ Funktionszuschreibung vorzunehmen: Die Herztöne haben keine Funktion, denn unabhängig von der Frage, ob sie nützlich sind oder nicht, ist diese Nützlichkeit kein Bestandteil der Erklärung, warum es überhaupt Herzen gibt. Die teleologische Frage kann für die Anhänger der *etiological theory* auch durch NICE (*non-intentional consequence etiology*) erfüllt sein, also durch eine bestimmte Art von Entstehungsgeschichte, die keine bewussten Absichten beinhaltet, etwa darwinistische Evolution. Wright und auch die nachfolgenden Autoren der *etiological theory* beziehen sich auf Merkmalstypen innerhalb von Typen von Organismen oder anderen Systemen. Es geht also immer nur um die Funktion „des Herzens“, nicht aber um die Funktion des speziellen Herzens etwa von Napoleon Bonaparte. Die Einzelgegenstände haben nur eine Funktion, wenn sie an der Funktion des Typus teilhaben, also diesem Typus zugerechnet werden. Das ist ein Unterschied zur *causal role theory*, die zumindest in ihrer uneingeschränkten Formulierung auch auf individuelle Objekte anwendbar wäre.

Die *etiological theory* bezieht sich auf ein Design im Sinne eines idealisierten Bauplans. Insoweit greift auch die *etiological theory* auf Motive des externen Funktionsbegriffs für Artefakte F_E zurück, denn bei ihm geht es um die Erklärung für die Existenz eines bestimmten Designplans. Bei Artefakten gelingt dies durch die Nennung von vorausgehenden Absichten. Bei biologischen Merkmalen wird beispielsweise die Evolution oder die Natur mit ihrer „Maxime des Überlebens“ als metaphorisches Gegenstück behandelt. Eine Funktion liegt vor, wenn sie den ursprünglichen „Absichten von Mutter Natur“ entspricht oder den „Forderungen der Evolution“ genügt. Es spielt keine Rolle, ob in der Gegenwart dieses oder jenes Exemplar oder sogar sämtliche Exemplare dieser metaphorischen Absicht der Natur nicht mehr gerecht werden. Die Vergangenheit der Naturgeschichte zählt und nicht die Gegenwart oder Zukunft. Nach Hempels Beispiel wäre das Pumpen von Blut auch in diesem Fall die Funktion des Herzens als Merkmalstyp, falls die individuellen Herzen der vergangenen Merkmalsträger zum Überleben beigetragen und die Fitness der Träger erhöht haben im Vergleich zu missgebildeten Individuen ohne ein funktionsfähiges Herz. Offen bleibt ausdrücklich die Frage, welchen Einfluss das Merkmal bei rezenten Merkmalsträgern haben mag, ob also das Herz in Hempels Beispiel in der Gegenwart immer noch die Fitness erhöht oder nicht. Die eigentliche Funktion (*proper function*) eines Merkmals ist rein naturhistorisch eine Chiffre für die Selektionsgeschichte. Aus diesem Grund wird die *etiological theory* auch als rückblickendes (*backward looking*) Konzept von Funktion bezeichnet (Allen et al. (1998)). Ein Merkmal behält seine Funktion auch bei wechselnden Umweltbedingungen bei. Eine Funktion kann nicht wechseln, weil es seine Entstehungsgeschichte nun einmal nicht abschütteln kann. Im Ausdruck *proper* schwingt diese Nebenbedeutung des Eigentümlichen, dem-Merkmal-an-sich-zukommenden mit, was durchaus der metaphorischen Übertragung von F_I und des Designplans entgegenkommt.

Die ätiologische Herangehensweise wurde durch die Sprachphilosophin Ruth Millikan populär. Sie führte den Begriff der *proper function* ursprünglich im Rahmen einer biologischen

Sprachtheorie in *“Language, Thought, and other Biological Categories”* (1984) als *terminus technicus* (1989/1998) ein.¹²² Später griffen vor allem Neander (1991), Godfrey-Smith (1994/1998), Buller (1998), Schwartz (2002) und jüngst Huneman (2013) diese Sichtweise auf biologische Funktionen wieder auf und modifizierten sie angesichts kritischer Rückfragen. Die Autoren argumentierten, dass neben der Selektionsgeschichte auch die jüngere Vergangenheit (*modern history*) eines Merkmals (Godfrey-Smith, 1994/1998) und seine fortdauernde Nützlichkeit (*continued usefulness*) (Schwartz, 2002) berücksichtigt werden müssen. Der ätiologische Ansatz wird mittlerweile von vielen Seiten als sinnvollste Ausformulierung der Bedeutung von Funktion im biologischen Sinne gesehen (Huneman (2013), Longy (2013), Basl (2012) Garson (2011)).

Die *survival enhancing propensity theory (SEP-theory)* legt das Augenmerk auf das aktuelle Lebewesen und seine Fitness in einer gegenwärtigen ökologischen Nische, d. h. seine Fähigkeit, unter den gegenwärtigen Bedingungen zu überleben und möglichst viele Nachkommen zu erzeugen. Daher sieht Wouters (2005) in ihr auch die eigentliche Fortsetzung der *life chances theory*. Ein Effekt des Merkmals wird zur Funktion des Merkmals, falls er für den Lebewesen einen Beitrag zu dessen Fitness liefert. Wenn also Funktionen zugeschrieben werden, dann liegt dem laut der *SEP-theory* eine Prognose der zukünftigen Bedeutung eines Merkmals zugrunde. Die Entstehungsgeschichte eines Merkmals hingegen spielt dafür keine Rolle, noch besteht sonst ein Bezug auf eine wie auch immer geartete bisherige Naturgeschichte. Funktionen nach dieser Konzeption sind also „vorwärts blickend“ (*forward looking*) (Allen et al., 1998), weil sie sich nur auf die zukünftigen Ergebnisse der Merkmalsausstattung eines Lebewesens beziehen. Die *SEP-theory* wurde von Bigelow and Pargetter (1987/1998) eingeführt. Sie wurde insgesamt weniger stark rezipiert als die ersten beiden Ansätze. In jüngerer Zeit wurde von Bertrand (2013) herausgearbeitet, welche Art von Umwelt unter welchen Bedingungen relevant für Funktionszuschreibungen ist. Eine besondere Variante der *SEP-theory* wurde von Nanay (2010) vorgestellt. Ihrer modalen Funktionskonzeption zufolge bestimmt nicht die wirkliche Zukunft des Merkmalsträgers eine Funktionszuschreibung, denn sie sei schließlich nicht nur vom „fairen Wirken der fitten Merkmale“, sondern auch von allerlei kontingenten Zufällen und Unfällen bestimmt, ohne dass dies der Funktionszuschreibung einen Abbruch täte. Vielmehr schreiben wir Funktionen zu, indem wir die Auswirkungen eines Merkmals unter verschiedenen, jedoch naheliegenden kontrafaktischen Umweltbedingungen in Betracht ziehen. Ein Vergleich mit realen

122 Millikan verfolgte das Ziel, sprachlichen Ausdrücken eine reale und objektive Bedeutung zuzugestehen, die unabhängig von den wechselnden Vorstellungen der jeweiligen Sprecher sein sollte. Im Erzählen der Herkunftsgeschichte von sprachlichen Ausdrücken sah sie eine solche reale Bedeutung, die *proper function*, begründet: Der Nutzen eines Ausdrucks ist die Ursache seiner Verbreitung und ist identisch mit seiner objektiven Bedeutung, d. h. seiner *proper function*. Die *proper function* ist eine *foundation for realism*, wie es im Untertitel ihres Hauptwerks heißt. Insbesondere Wouters (2005) hat deutlich auf den Umstand hingewiesen, dass Millikans Theorie der *proper function* nicht aus einem Interesse an einer Wissenschaftstheorie der Biologie erwachsen ist, sondern anders herum die Theoretiker der Biologie, wie etwa Neander, die den sprachwissenschaftlichen Fachbegriff der *proper function* seiner Griffigkeit wegen importiert haben.

Umweltbedingungen entfällt, denn die sind ohnehin zukünftig und zufällig und damit irrelevant für die Funktionsbestimmung.

Inzwischen wird von den meisten Autoren anerkannt, dass in der Biologie tatsächlich unterschiedliche Funktionsbegriffe für die jeweiligen Forschungsaufgaben relevant sind. So wird es mehrheitlich als müßig angesehen, im Sinne einer Sprachanalyse von impliziten Intuitionen notwendige und hinreichende Bedingungen für den Gebrauch des Begriffes „Funktion“ in der Biologie oder in anderen Feldern zu finden. Vielmehr sollte endlich der Blick wieder zur biologischen Praxis gehen, wo durchaus Verwendungsweisen zu finden sind, die den allgemeinen Sprachintuitionen nicht vollständig entsprechen und auch nicht kohärent zueinander sein müssen. Eine solche Hinwendung zu einem pragmatischen Pluralismus und zum Primat der praktischen Forschung finden wir etwa bei R. G. Millikan (2002), Bouchard (2013) oder Brandon (2013). Wouters (2005) plädiert in einem kritischen Übersichtsartikel zur Funktionsdebatte für diesen Wandel:

My main conclusion will be that in order to improve our understanding of the use of function attribution in biology, the attention should be shifted from the study of intuitions to the study of the actual practice of biological inquiry. The dominant theory in the field addresses the problems of a naturalistic philosophy of mind and language but provides little insight in real biology (Wouters, 2005, S. 123).

Wouters Aufruf stellt uns vor die Herausforderung, das Verhältnis von zwei Arbeitsweisen im Grundsatz zu klären: In welcher Beziehung steht die argumentative Durchdringung von begrifflichen Intuitionen einerseits und die Beobachtung der erfolgreichen Verwendung dieser Begriffe andererseits? Dürfen Theoretiker erfolgreichen Praktikern ihre inkonsequente Semantik vorwerfen, wie Hempel es tat? Gehört es nicht zu einer ehrlichen Analyse der Forschungspraxis, solche Inkonsistenzen anhand einer Begriffsanalyse zumindest zu identifizieren?

5.2.3 Drei Funktionskonzepte aus der biologischen Praxis

Im Folgenden werde ich ausgehend von den drei wissenschaftstheoretischen Ansätzen drei Funktionsbegriff entwickeln, die sich an den Forschungsprogrammen der Biologie orientieren: der Funktionsbegriff der kausalen Rollen F_C , den Funktionsbegriff der Fitness-Beiträge F_F und den Funktionsbegriff der selektionsgeschichtlichen Erklärung F_H . Obwohl diese drei Begriffe den oben angeführten philosophischen Diskussionen um den Funktionsbegriff entliehen sind, unterscheidet sich die vorliegende Untersuchung in entscheidender Hinsicht von den meisten anderen Autoren: Es geht nicht um die philosophische Naturalisierung eines allgemeinsprachlichen Konzepts der biologischen Funktion, indem die Intuitionen über den Begriff „Funktion“ mit biologischen Konzepten verbunden werden.

Vielmehr möchte ich in den folgenden Kapiteln klarmachen: (1) Welche Aufgaben erfüllen diese drei Funktionskonzepte in der Biologie? (2) In welcher Weise die Merkmale des

teleologischen Denkens über Artefakte uns in den jeweiligen Fällen in metaphorischer Form wiederbegegnen.

Ich möchte plausibel machen, dass alle drei Funktionsbegriffe geistesgeschichtlich zwar Ausdruck einer Artefakt Metaphorik sind, dass diese Sichtweise den praktischen Nutzen in der Biologie aber nicht mindert, zumindest solange, wie man die gedanklichen Implikationen dieser Metaphern nicht unreflektiert in wissenschaftliche Fragestellungen hineinträgt, wie es Lakoff and Johnson (1980/1997). Erst wenn diese Metaphern aus ihren begrenzten Verwendungskontexten entfernt werden, verstricken sich teleologische Redeweisen in Widersprüche, wenn die Funktionsbegriffe wie beispielsweise einer Konzeptanalyse – wie in der Wissenschaftsphilosophie der letzten Jahrzehnte – unterzogen werden. Relevanter ist jedoch die Kontextualisierung, wenn teleologische Redeweisen in der Biologie zum Anlass genommen werden, um daraus eine Metaphysik der Natur, ein Naturrecht oder gar eine natürliche Ethik zu postulieren.

In der folgenden Tabelle stelle ich dar, welche der in Teil 4 vorgestellten 2x3 Bestandteile des teleologischen Denkens über Artefakte sich in diesen drei Konzepten jeweils wiederfinden lassen, wenn auch lediglich in metaphorischer Weise:

Tabelle E: Die metaphorische Nutzung von teleologischen Merkmalen in der Biologie

Kennzeichen von teleologischem Denken über Artefakte	Kausale Rollen <i>F_C</i>	Fitness-Beiträge <i>F_F</i>	Selektionsgeschichte <i>F_H</i>
Interne funktionale Äquivalente (verschiedene Bauteile mit gleicher Rolle)	+	-	-
Externe funktionale Äquivalente (versch. Artefakte zur Realisierung der Absicht)	-	+	-
Interne Normsetzung (bezüglich des Designplans)	+	-	-
Externe Normsetzung (bezüglich der angestrebten Zwecke)	-	+	-
Interne zweckmäßige Genese (sachgemäße Herstellungshandlung anhand des Designplans)	+	-	-
Externe zweckmäßige Genese (des Designplans anhand von Absichten und rationaler Wahl)	-	-	+

Der Funktionsbegriff der kausalen Rollen F_C greift gleich drei Motive unseres Denkens über Artefakte wieder auf, und zwar alle internen Merkmale. Im Falle der Artefakte handelt es sich um Kennzeichen, die sich auf den Designplan des Artefakts beziehen und dahinterstehende Absichten für die Entwicklung und die kontextabhängigen Wirkungen eines Artefakts außen vorlassen. Ich habe die interne Normsetzung und die interne zweckmäßige Genese in Klammern gesetzt, weil nicht alle Versionen von F_C diese Kennzeichen aufgreifen. Erst

ausgearbeitete Versionen, die eine metaphorische Version des Designplanes einbeziehen, greifen auch auf diese beiden zusätzlichen Motive zurück.

Der Funktionsbegriff F_F sagt etwas über Fitness-Beiträge aus und greift zwei der drei externen Kennzeichen wieder auf: externe funktionale Äquivalente und externe Normsetzung. Die externen Kennzeichen des Denkens über Artefakte setzen Artefakte rückblickend zu den beabsichtigten Zwecken des Designers in Beziehung (externe Normsetzung) und kontrafaktisch durch Aufzeigen verschiedener Weisen zur Verwirklichung dieser Zwecke (externe funktionale Äquivalente). Im Rahmen der biologischen Sprache werden beide Motive metaphorisch umgedeutet: Aus der externen Normsetzung durch Absichten wird der Naturzweck des Lebewesens zu überleben und -das „Siegen“ oder „Unterliegen“ im Kampf um Überleben und Fortpflanzung. Fachwissenschaftlich verbirgt sich dahinter jedoch lediglich der technische Begriff der Fitness. Dadurch ergeben sich auch externe funktionale Äquivalente als analoge Merkmale, metaphorisch als äquivalente Lösungen des gleichen Problems, also unterschiedliche Mittel zum gleichen Zweck. Das dritte Kennzeichen unseres Artefakt Denkens, die zweckmäßige Genese, wird durch F_F hingegen nicht aufgegriffen, und zwar weder unter dem internen Aspekt (Herstellung des Artefakts) noch unter dem externen Aspekt (Entwicklung des Designplans ausgehend von Absichten).

Der Funktionsbegriff F_H schließlich nutzt lediglich einen Aspekt unseres Denkens über Artefakte, nämlich die externe zweckmäßige Genese. Darunter ist bei Artefakten die Entwicklung des Designplans durch die Designerin zu verstehen. Metaphorisch gewendet wird daraus der Evolutionsprozess aus Mutation und Selektion mit seiner Tendenz, Adaptationen hervorzubringen. Evolution dient als metaphorisches Surrogat der zweckgeleiteten Genese des Designplans mit „Mutter Natur“ als Designerin.

In den meisten Fällen, in denen Biologen, aber auch Laien über Funktionen sprechen, ist die hier vorgestellte Differenzierung gar nicht notwendig. Das biologische Merkmal, das einen Fitnessbeitrag liefert, ist in der Regel auch durch eine Selektionsgeschichte entstanden und spielt eine kausale Rolle im hierarchischen System des Organismus. Das menschliche Herz ist durch eine Selektionsgeschichte entstanden, weil es Blut pumpt. Dieses Pumpen von Blut dient aber auch heute noch dem Überleben der Menschen, und zwar als Teil des Sauerstoffverteilungssystems des menschlichen Körpers. Wenn ein Arzt also sagt, dass es die Funktion des Herzens sei, Blut zu pumpen, stellt sich die Frage, welchen der drei Funktionsbegriffe nutzt er? Womöglich würde diese Frage den Arzt selbst in Verlegenheit bringen, denn für die Art der Funktion, von der er spricht, ist eine solche Differenzierung nicht notwendig. Eine Kernthese lautet, dass die biologischen Verwendungsweisen von teleologischen Ausdrücken metaphorisch im Sinne der Artefaktmetapher sind. Wie Tabelle E zeigt, sind nun alle Kennzeichen des teleologischen Denkens über Artefakte in den drei biologischen Verwendungsweisen wiederzufinden. Als Beispiel sei das Herz erwähnt, wo alle drei Funktionsbegriffe anwendbar sind und dieselbe Aussage bekräftigen. Wir haben dementsprechend die besonders ausgeprägte Intuition, für die eine teleologische Sprache angebracht ist.

5.3 Funktionen als kausale Rollen in hierarchischen Systemen (F_c)

In diesem Kapitel möchte ich Funktionen im Rahmen der causal role theory behandeln. Ein Fallbeispiel soll zeigen, dass die Aufdeckung kausaler Rollen innerhalb komplexer Mechanismen zweifellos eine Agenda biologischer Forschungspraxis ist. Anhand dieses Beispiels möchte ich illustrieren, wie die charakteristischen biologischen Fragestellungen gestellt werden und wie bei ihnen vermeintlich Teleologie eine Anwendung findet.

Oft soll in der Biologie etwas über die Funktion eines Merkmals gesagt werden, ohne dessen Herstellungsprozess, die Geschichte seiner Entstehung oder das biologische Konzept der Fitness zu berücksichtigen. Laut Mayr handelt es sich um proximate Fragestellungen. So konnte beispielsweise der englische Biologe Harvey im 17. Jahrhundert die Funktion des Herzens für den Blutkreislauf aufklären, ohne die Evolutionstheorie zu kennen, wie bei Boorse (1976) erstmals hervorgehoben wird. Für Harvey war aufgrund seiner Forschungsergebnisse evident, dass die Funktion des Herzens darin besteht, Blut zu pumpen und nicht etwa pochende Geräusche zu erzeugen. Die pochenden Geräusche konnte Harvey als bloßen Nebeneffekt von der eigentlichen Funktion unterscheiden, auch ohne über das heutige Wissen bezüglich Evolution zu verfügen, geschweige denn Einblick in Gottes Schöpfungsabsichten zu haben. Harveys Erkenntnisse wurden durch das Aufkommen der Evolutionstheorie und Konzepte wie biologischer Fitness nicht obsolet oder in Zweifel gezogen. Harveys Entdeckung behielt ihre Gültigkeit. Ebenso könnten ein Anhänger des *intelligent design* und ein Evolutionist heute noch zu gleichen Urteilen über die Funktion bestimmter Merkmale kommen. Mayr (1982/2002) spricht sogar davon, dass die apologetischen Bemühungen christlicher Naturkundler im 19. Jahrhundert, die Perfektion der Schöpfung zu demonstrieren, wichtige Sachkenntnisse über die funktionalen Zusammenhänge in Lebewesen geliefert haben. Diese Kenntnisse unterstützten sogar die Evolutionisten bei der Entwicklung ihrer Theorien. Insgesamt scheint der Begriff der Funktion daher in vielen Verwendungsweisen von den Vorstellungen über die naturgeschichtliche oder schöpfungsgeschichtliche Herkunft des betrachteten Merkmals unabhängig zu sein. Zumindest müssen wir uns fragen, warum die Entstehungsgeschichte nur einen geringen Einfluss auf unsere Beurteilungskriterien hat. Sind die beiden Konzepte (Kreationismus oder Evolutionismus) bei allen theoretischen Unterschieden in ihren Schlussfolgerungen so ähnlich, dass sie in der Praxis von Anatomie und Physiologie austauschbar sind?

Es liegt auf der Hand, dass Biologen mitunter von Funktionen sprechen, wenn sie auf eine Betrachtung der inneren Anordnung der Teile abzielen, um ein komplexeres Phänomen zu erklären, auch unabhängig von naturgeschichtlichen Hintergrundannahmen oder Überlegungen zu Interaktionen mit der Umwelt. Als Funktion ist damit eine kausale Rolle gemeint, die ein Bestandteil für die Realisierung eines bestimmten biologischen Phänomens ist. Dieser Funktionsbegriff ist eine metaphorische Übertragung des internen teleologischen Funktionsbegriffs für Artefakte. Eine interne Funktion F_i eines Artefakts ist eine im Designplan bestimmte charakteristische Tätigkeit des Artefakts, die beim Aufbau des Artefakts nicht zufällig ausgeführt wird.

Nun können wir in diesem teleologischen Funktionskonzept nicht einfach das Wort Artefakt durch biologisches Merkmal ersetzen. Vorher müssen wir erst den Gebrauch des Ausdrucks

„Designplan“ rechtfertigen können. Ich möchte in Abschnitt 5.3 zeigen, dass der im Folgenden vorgeschlagene Funktionsbegriff in der Tat von einer metaphorischen Übertragung über die Vorstellung eines Designplans ausgeht. Der metaphorische Designplan bestimmt den Aufbau und dadurch die Tätigkeit des Merkmals allein aufgrund molekularbiologischer Mechanismen, also ohne den Rückgriff auf mysteriöse teleologische Kräfte.

Der metaphorische Designplan leistet nicht, was der wortwörtliche Designplan tut: Er legt nicht eine Tätigkeit des Artefakts als dessen interne Funktion fest. Er spricht dem biologischen Merkmal also keine interne Normsetzung zu, erlaubt nicht die Bestimmung von funktionalen Äquivalenten und rechtfertigt ebenso wenig die Vorstellung einer internen zweckgeleiteten Genese. Die Metapher legt aber genau diese Annahme nahe und ich möchte plausibel machen, warum sie das kann. Der **interne** Funktionsbegriff greift nicht auf Motive zurück, die aus dem externen Funktionsbegriff F_E entstammen, weil es sich um eine metaphorische Übertragung handelt. Darum begegnet uns im Funktionsbegriff der kausalen Rollen nichts über eventuelle **externe** Normsetzung, also die Frage nach der „Absicht von Mutter Natur“, keine externen funktionalen Äquivalente, also Merkmale, die der gleichen Absicht dienen, und auch keine externe zweckmäßige Genese des Merkmals, also die Entstehung dieses Merkmalstyps (des Designs) entweder durch göttliche Schöpfung oder natürliche Evolution.

5.3.1 Der Fall des Auxins

Mein Fallbeispiel, um den Funktionsbegriff F_C plausibel zu machen, stammt aus dem Bereich der Pflanzenphysiologie. Es handelt sich um die „doppelte Entdeckung“ des Auxins, des Namensgebers einer ganzen Klasse von Pflanzenhormonen. In diesem Exempel führen die chemische und die spezifisch biologische Sichtweise auf den gleichen Untersuchungsgegenstand zu je unterschiedlich motivierten und methodisch durchgeführten, aber dennoch konvergierenden Erkenntnisprozessen. Es zeigt sich an dieser Stelle, dass sogar die proximalen Fragestellungen der Biologie einen metaphorisch-teleologischen Blick enthalten, während den anderen Wissenschaften diese Sichtweise abgeht. Nichtsdestotrotz führt diese vermeintliche Teleologie zu einer gänzlich nicht teleologischen Erkenntnis, nämlich die Aufdeckung eines konstitutiven Mechanismus zur Erklärung des Phänomens des Phototropismus.

Im späten 19. Jahrhundert beschäftigte kein Geringerer als Darwin (1880) mit den Ursachen des Pflanzenwachstums, insbesondere des Wachstums in Richtung des einfallenden Lichts. Er stellte fest, dass das Wachstum eines Stängels in einkeimblättrigen Pflanzen von der Wachstumsspitze, dem sogenannten Koleopter ausgeht. Dieses licht-sensitive Organ bedeckt den Keim und signalisiert, so Darwins Schlussfolgerung, offensichtlich Wachstumssignale aus Richtung des Lichtreizes an die darunter liegenden Zellen. Zu diesem Schluss kam er, weil die Lichtsensitivität verschwindet, wenn das Koleopter mit einer Kappe abgedunkelt wird. Das Phänomen des Wachstums von Pflanzen auf eine Lichtquelle wird heute als Phototropismus bezeichnet (Goyal, Szarzynska, & Fankhauser, 2013).

Die Annahme lag nahe, die postulierten Signale würden durch Botenstoffe vermittelt, ähnlich den bereits um die Jahrhundertwende entdeckten Hormonen bei Tieren (Hirst, 2004). In der Zwischenkriegszeit gelang es dem niederländischen Botaniker Went (1926), diese Vermutung in einer Folge aufschlussreicher Experimente zu belegen: Er trennte die Spitzen von

Koleoptilen ab und platzierte sie auf einen saugfähigen Agarblock. Dieser Agarblock wurde im Anschluss auf die Schnittstelle des Sprosses gelegt und verursachte dort das Wachstum der Pflanze ebenso, wie es die Spitze getan hätte, allerdings nur wenn die Spitze des Koleoptils während der Inkubation auf dem Agarblock dem Licht ausgesetzt worden war. Wenn der Agarblock nur an einer Seite des Sprosses aufgesetzt wurde, begann das Wachstum vor allem auf dieser Seite. Als Folge dieses ungleichmäßigen Wachstums entsteht eine Krümmung im Spross. Anhand dieser Beobachtungen entstand die sogenannte Cholodny-Went-Theorie, mit deren Hilfe erklärt werden konnte, wie der Phototropismus verursacht wird: Ein Lichtreiz führt zur Ausschüttung des Wachstumshormons. Dieses Hormon bewirkt wiederum das Wachstum der Pflanzenzellen.¹²³ Obwohl unter dem Namen Auxin (von *auxein* gr. wachsen) nun eine kausale Rolle postuliert war, mit der das Wachstum zum Licht hin bewirkt wird, stand die Identifizierung desjenigen Moleküls noch aus, das die postulierte kausale Rolle *de facto* ausfüllt. 1925 gelang es den japanischen Chemikern Majima and Hoshino (1925), im Rahmen von Experimenten an Indol neben weiteren Varianten auch den Stoff namens Indol-3-essigsäure zu synthetisieren. Beide Ereignisse, die Postulierung des Auxins und die Synthese von Indol-3-essigsäure, waren unabhängig. Indol-3-essigsäure wäre möglicherweise eine wissenschaftliche Fußnote geblieben, wenn nicht der britische Chemiker Thimann nachgewiesen hätte, dass es sich beim gesuchten Auxin um jenen scheinbar unbedeutenden Stoff handelt.

Biologie erweist sich in Fällen dieser Art als *top down*-Wissenschaft, die komplexe Prozesse wie den Phototropismus als Explanandum herausgreift und bis in die molekularen Details hinab aus dieser Erklärungsabsicht heraus Relevantes von Irrelevantem unterscheidet. Die chemische Entdeckung der Indol-3-essigsäure im Gegensatz zur biologischen Entdeckung des Auxins verlief in die entgegengesetzte Richtung: Ausgehend von einfachen Grundstoffen wurden Experimente durchgeführt, die neuartige Substanzen hervorbrachten und im Anschluss anhand ihrer physikalischen Eigenschaften charakterisiert wurden. Auch die Namensgebung schritt nach den Regeln zur Nomenklatur der *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC) von einfachen Wortbausteinen zu komplexen Bezeichnungen voran.¹²⁴ Chemie wird hier als *bottom up*-Wissenschaft erkennbar.¹²⁵

123 Tatsächlich sind die Zusammenhänge komplexer. Insbesondere eine hohe Konzentration an Auxin bewirkt eine Hemmung des Wachstums.

124 Die Benennungsregeln der IUPAC haben sich seit den 1920er Jahren zwar im Detail verändert, sind aber in ihrer grundsätzlichen Vorgehensweise gleichgeblieben.

125 Nicht immer liegt diese Unterscheidung zwischen *bottom up* und *top down* trennscharf vor. Dies ist aber kein Argument gegen die autonome Stellung der Biologie. In Fachbereichen, in denen chemische Sachverhalte in Bezug auf technische Verwendungszwecke in den Mittelpunkt rücken, sind erneut Bezeichnungen anhand kausaler Rollen üblich. Fachbegriffe wie „Katalysator“, „Chromatophor“ oder „Auxiliar“ markieren den Übergang von der Chemie als reiner Wissenschaft zur Chemie als technisch-handwerklicher Anwendung von „molekularen Artefakten“.

5.3.2 Der Funktionsbegriff anhand kausaler Rollen F_c

An diesem Beispiel wird deutlich, dass biologische Fragestellungen zumindest in einigen Fällen vom Gedanken der kausalen Rollen geleitet sind. Nach Craver und Darden lässt sich erklären, wie ein biologisches Phänomen analysiert wird. Es werden Entitäten postuliert, deren Identität innerhalb der Beschreibung allein durch die Rolle bestimmt ist, die sie bei der Erzeugung, Konstitution oder Erhaltung des Phänomens spielen. Diese Entitäten sind von vornherein in funktionalen Kategorien gefasst, das heißt durch das, was sie „tun“, und nicht durch das, was sie für sich gesehen tatsächlich „sind“. Der funktionale Name „Auxin“ im Vergleich zum chemischen, rein strukturbeschreibenden und völlig ateleologischen Namen Indol-3-essigsäure ist dafür ein plastisches Beispiel. Diese Besonderheit funktionaler Analyse finden wir etwa bei Enc and Adams (1992/1998).

When we identify the function of a character, we thereby commit ourselves to a thesis comparable to the Thesis of Plasticity – we call it the Thesis of Multiple Realizability: (i) the type of character in question possesses a set of properties (or has a characteristic activity) which gives it the disposition to execute the function, [...] and (ii) if the character were significantly different and still had the same function, then it would confer the same disposition to the character (Enc & Adams, 1992/1998, S. 389).

Die Aufstellung funktionaler Kategorien durch die Möglichkeit von funktionalen Äquivalenten ist es, die in Fällen wie der des Auxins die teleologische Sprache nahelegt. Wir erinnern uns daran, dass funktionale Äquivalente ein Motiv des internen Funktionsbegriffes F_i bei Artefakten sind. Als hinreichende Begründung für eine genuin teleologische Biologie ist der Funktionsbegriff der kausalen Rollen sicherlich zu schwach. Diese Schwäche macht sich in zweifacher Hinsicht bemerkbar: 1. an der eingeschränkten Art der multiplen Realisierbarkeit in der biologischen Forschung und 2. in der fehlenden Grundlegung durch einen Designplan. Zunächst dürfen wir die Rolle, die die multiple Realisierbarkeit in der biologischen Forschung spielt, nicht mit der Rolle verwechseln, die ihr im Designprozess eines Artefakts und dem echten *reverse engineering* eines Artefakts zukommt. Im Designprozess finden wir eine „Welt auf Geist“-Ausrichtung im Sinne Searles. Darunter versteht Searle die Tatsache, dass in einem Designprozess (wie auch in anderen Arten von Handlungen) sich der Erfolg an der Änderung an der Welt festmacht. Es handelt sich dabei um die funktionale Synthese. Auch wenn ein vorliegendes Artefakt funktional analysiert wird, bleibt es bei dieser grundlegenden Ausrichtung, denn das *reverse engineering* der Artefakte hat eine „Geist auf Welt auf Geist“-Ausrichtung: Mithilfe der funktionalen Analyse des materiellen Artefakts geht es um die Aufdeckung des Designplans und um die Aufdeckung der Absichten der Designerin. Im Gegensatz dazu haben wir im Fall des Auxins gesehen, dass in der funktionalen Analyse der Biologie die multiple Realisierbarkeit in anderer Weise vorkommt. Forschungen dieser Art besitzen eine „Geist auf Welt“-Ausrichtung. Damit ist gemeint, dass sich der Erfolg daran bemisst, ob eine Tatsache der Welt korrekt vom forschenden Geist erfasst wird. Ein Verweis auf einen zugrunde liegenden Designplan, geschweige denn zugrunde liegenden Absichten

muss dabei keine Rolle spielen, auch wenn Biologen je nach ihren Hintergrundannahmen über die Natur dies zweifellos getan haben. Insofern fällt die Agenda der funktionalen Analyse in zweifacher Hinsicht bescheiden aus: Sie nimmt nicht notwendigerweise Bezug auf einen Designplan und keinen Bezug auf Absichten. Daraus folgt zweierlei: die Beschränkung der funktionalen Analyse auf Einzelgegenstände und die Abwesenheit weiterer designbedingter Merkmale von Teleologie.

Die funktionale Analyse handelt aufgrund der Abwesenheit eines Designplans zunächst nur von Einzelgegenständen (*token*) und nicht von Arten von Gegenständen (*types*). Erst in einem späteren Forschungsunternehmen können Klassifikationen folgen, beispielsweise unter einer gemeinsamen Spezies als funktionale Äquivalente voneinander usw. Eine solche Klassifikationsarbeit ist aber selbst keine funktionale Analyse mehr. In der *reverse engineering*-Perspektive mit ihrer Ausrichtung auf den Geist einer Designerin werden hingegen ein Designplan und Absichten stets impliziert. Dort ist die Analyse des *tokens* also ein Mittel zum Zweck, um den Designplan des *types* zu erhellen.

Neben diesem Gesichtspunkt folgt aus der Abwesenheit von Designplan und Absichten auch die Abwesenheit weiterer teleologischer Kennzeichen in der funktionalen Analyse. Der interne Funktionsbegriff F_i bei Artefakten enthält durch seinen Bezug zum Designplan noch zwei weitere Kennzeichen, von denen hier nichts zu finden ist: interne Normsetzung und interne zweckmäßige Genese. Dabei geht es um die Frage, inwieweit diese beiden teleologischen Kennzeichen fehlen. Weder setzt Wents Forschung bestimmte Normen voraus, die in einem gleichsam natürlichen Designplan niedergelegt sind, noch besteht der Erfolg der Forschung im Auffinden derartiger Normen. Der einzige Referenzpunkt ist die Beschreibung des zu analysierenden Phänomens. So dient der beobachtete Phototropismus etwa als Vergleich, zu dem die Veränderungen aufgrund der experimentellen Manipulationen in Beziehung gesetzt werden. Diese Normalreferenz ist aber rein methodisch gesetzt und orientiert sich forschungsimmanent an den Interessen der Wissenschaftler. Der Bezug auf diese methodische Norm muss nicht durch eine Tatsache „in der Welt“ gerechtfertigt werden, die außerhalb des erforschten Phänomens selbst existieren würde. Went hat sich nicht in einem strengen Sinne dazu verpflichtet, dass das nicht manipulierte Phänomen das objektiv normale und gesunde, geschweige denn „beabsichtigte“ sein müsse, auch wenn diese Annahme bei ihm vorgelegen haben mag. Es war schlicht das vorzufindende Phänomen und damit der Anstoß des Forschungsinteresses.

Daran ändert sich auch nichts, wenn wir einräumen, dass die Pflanzen, an denen Went geforscht hat, doch immer schon zu einer bestimmten biologischen Art gehören und die Ergebnisse seiner Forschungsarbeiten als Aufdeckung des Designplans eben dieser Art zu verstehen sind. Kontingenterweise ist es tatsächlich so, dass die Untersuchungsobjekte von Went zu einer biologischen Art gehörten. Die Motivation für biologische Forschung besteht auch darin, allgemeine Erkenntnisse in der Natur zu entdecken. Wir sollten aber die Motivation, aus der heraus eine bestimmte Forschung betrieben wird, nicht mit der Methodik und den Erfolgskriterien dieser Forschung selbst verwechseln. Went könnte genauso gut auch einen Mechanismus erforschen, der nur einmal existiert, vielleicht als eine exotische physiologische Abweichung. Die Ergebnisse der Forschung wären durch diesen geänderten

Kontext sachlich nicht weniger zutreffend. Sie würden sicherlich im Kontext der Biologie als wenig relevant bewertet werden und hätten daher möglicherweise kein Forschungsinteresse geweckt.

Ebenso wenig wie natürliche Normen eines Designplans, finden sich in Wents Forschung Hinweise auf eine interne zweckmäßige Genese. Darunter ist im Zusammenhang mit Artefakten eine Herstellungshandlung mit der Absicht zu verstehen, den betreffenden Designplan umzusetzen. Wir sind versucht, die absichtsvolle Herstellungshandlung im Bereich des Menschen mit einem Vorgang im Bereich der belebten Natur zu parallelisieren, und zwar mit der Ausführung des „genetischen Programms“ durch die Prozesse der Ontogenese. Die individuelle Entwicklung erhält einen teleologischen Ausdruck, der innerhalb der Artefaktmetapher Blumenbachs Bildungstrieb ähnlich ist. Diese Ähnlichkeit zwischen der absichtsvollen Herstellungshandlung anhand eines Designplans und der Ontogenese anhand des genetischen Codes halte ich jedoch für trügerisch. Die Dimension der zweckgeleiteten Genese spielt für die Fragestellung der kausalen Rollen ohnehin keine Rolle. Selbst dort, wo es tatsächlich um kausale Rollen der individuellen Entwicklung geht, etwa um die Rolle, die bestimmte Entwicklungsgene, mRNAs usw. spielen, finden wir nicht das Motiv der zweckgeleiteten Genese. Dort haben wir es nämlich erneut nur mit proximativen Mechanismen zu tun, die ein bestimmtes individuelles Phänomen erzeugen, nämlich die Gestalt des individuellen Lebewesens selbst. Die Intuition, nach der individuelle Lebewesen auf „nicht zufällige“, sondern gleichsam „auf die richtige Weise“ nach einem allgemeinen „DNA-Designplan“ entstehen, ebbt ab oder leistet zumindest für die Forschung keinen Beitrag. Daran ändert sich auch nichts, wenn dieser Designplan als genetische Information naturalisiert wird wie bei Mayrs der Begriff der Teleonomie.

Auch ohne einen Designplan liegt keines der drei Motive des zweiten Funktionsbegriffs bei Artefakten vor wie der externe Funktionsbegriff F_E , der auf weiterführende Absichten erweist, die dem Artefakt einen außer ihm selbst liegenden Zweck für Benutzer verleihen. Die Funktion eines Autos kann sein, rechtzeitig und bequem zur Arbeit zu kommen. Eine wichtige Einschränkung besteht jedoch darin, dass die externen Absichten zumindest in paradigmatischen Fällen überhaupt erst den Anlass für die Entwicklung des Designplans gegeben haben. Artefakte erhalten auf diese Weise Normen für eine erfolgreiche Anwendung und werden Mitglieder in einer Kategorie externer funktionaler Äquivalente (unterschiedliche Mittel zum gleichen Zweck). Sie definieren sich über eine nicht zufällige, sondern zweckmäßige Genese des Designplans und (via der Herstellungshandlung) auch über eine zweckmäßige Genese des einzelnen Artefakts selbst.

Wie verhält es sich nun, wenn wir nach analogen Konzepten zu den Absichten im Bereich der Biologie suchen? Selbsterhaltung und möglicherweise auch noch Fortpflanzung werden selbstverständlich als letztliche Zwecke von Lebewesen angesehen. Zumindest laufen die Konzepte von *proper functioning*, wie wir sie bei Hempel (1959/1965) und Canfield (1964) antreffen, bei den biologischen Fallbeispielen auf diese Einsicht hinaus. Offensichtlich ist diese Vorstellung aber bereits sehr viel älter. Wir denken nur an Kant (1790/1794) Vorstellung über den Naturzweck, für den es charakteristisch war, dass die Organe dem Zweck der Erhaltung des ganzen Organismus dienen (allerdings auch umgekehrt). Indem wir das Gedeihen und die

erfolgreiche Fortpflanzung als Zwecke der Pflanze verstehen, erscheint uns die Frage als sinnvoll, wie die Pflanze es schafft, in Richtung der Sonne zu wachsen, um auf diese Weise die lebensnotwendige Lichtenergie zu sammeln. Damit wäre das Sammeln von Lichtenergie als eine externe Norm angesetzt. Solche teleologischen Kontexte sind möglicherweise ein Ansporn für die Forschung, dadurch werden sie aber noch nicht zum Bestandteil der Forschungsmethodik. Went benötigt die Zusatzinformation nicht, dass der Phototropismus auf diese oder jene Weise das Gedeihen der Pflanze fördert, um seine Forschung erfolgreich zu tätigen, die ausschließlich proximat motiviert ist.

Ähnlich verhält es sich mit externen funktionalen Äquivalenten und externer zweckgeleiteter Genese: Wo es keinen Bezug auf äußere Zwecke gibt, können die Dinge auch nicht als Mittel zu einem solchen Zweck zugeordnet werden. Außerdem kommt die Genese eines Designplans nicht ins Spiel, offensichtlich nicht wortwörtlich, aber auch nicht in einer metaphorischen Form. Die darwinistische Evolution als eine metaphorische Übertragung auf dieses Motiv fehlt in den Forschungsarbeiten von Went.

Bei all diesen teleologischen Motiven, die für die Beschreibung von kausalen Rollen keine Relevanz haben, wird verständlich, wieso Cummins daran gelegen ist, seinen Ansatz dem sprachlichen Anschein zum Trotz als ateleologisch zu beschreiben. Die doppelte Entdeckung des Auxins ist ein Beispiel, wie eine teleologische Sprache dennoch eine bestimmte mechanistische Forschungsagenda markiert und sie gegenüber anderen Forschungsvorhaben abgrenzt, etwa in der Chemie oder Physik. Hier begegnet uns ein Grundmotiv der Teleologie in der Biologie überhaupt: Sie ist eine bloße Metapher, weil sie uns keine metaphysischen Festlegungen abverlangt: Wir müssen nicht ausdrücklich behaupten, Funktionen in der belebten Natur bezögen sich auf einen wortwörtlichen Designplan oder gar auf einen wortwörtlichen Designer. Wir müssen vielmehr gar nichts behaupten, was über die biologisch-naturwissenschaftliche Faktenlage hinausgehen würde, wie sie in mechanistischen Erklärungen ihren Ausdruck findet. Vor allem im Darwinismus des späten 19. Jahrhunderts zeigte sich schließlich der Übergang von einer Artefaktmetaphysik zur Artefaktmetapher; ein drastischer Wandel, der jedoch die Sprachformen der Biologie kaum beeinflusste.

Auf der Ebene der Organe, Zellen und Proteine bleibt die teleologische Benennung erhalten, wenn von Sensoren und Reizen die Rede ist. Im molekularen Maßstab behalten Begriffe wie Auxin und Hormon (von *horman* gr. antreiben) das teleologische Motiv bei. Solange wir uns immer noch bei Objekten befinden, die den Lebewesen eigentümlich sind, bleiben die Begriffe durch ihre funktionale Charakterisierung auf den ursprünglichen Gesamtzusammenhang bezogen und werden sprachlich primär als Mittel zum biologischen Zweck wahrgenommen. Der Biologe G. J. Peirce (1936) bringt diesen teleologischen Blickwinkel in der mechanistischen Biologie mit seinem Nachruf auf den 1935 verstorbenen Vater von Frits Went zum Ausdruck, der ebenfalls ein bedeutender Botaniker seiner Zeit war und gemeinsam mit seinem Sohn an Pflanzenhormonen geforscht hat.

Went's contribution to plant physiology, however, did not merely consist in continuing the kind of work associated with Pfeffer [einem wissenschaftlichen Vorgänger an der Universität Utrecht] and his laboratory, nor in making as nearly quantitative as possible which had

until then been mainly qualitative; but reflecting on the phenomena of growth and wondering about its cause and control [...] At all events the experiments devised by father and son, and made by the son in the father's laboratory, have demonstrated the existence of one or more "Wuchshormone" or auxins, and have definitely introduced into plant physiology the general concepts of regulators and coördinators [sic] – instigators, inhibitors etc. (G. J. Peirce, 1936, S. 222).

Die Forschungen von Went und Thimann waren auf die Frage ausgerichtet, welcher Bestandteil der Pflanze die kausale Rolle des Wachstumsförderers ausfüllt. Es ging um die funktionale Analyse des Phänomens des Pflanzenwachstums. Dabei war bald die Funktionsbezeichnung Auxin etabliert, auch wenn für Went noch interne funktionale Äquivalenten denkbar waren, die diese Funktion hätten ausfüllen können. Heute sind tatsächlich mehrere Moleküle bekannt, die das Pflanzenwachstum in vergleichbarer Weise beeinflussen und daher unter die funktionale Kategorie „Auxine“ gefasst werden. Es sind also nicht nur mögliche, sondern auch tatsächlich vorhandene funktionale Äquivalente zu Indol-3-essigsäure bekannt. Mit einem Mal war ein Stoff gefunden, der zwei Namen trug: einen biologischen, funktionalen Namen und einen zweiten Namen, der den Stoff lediglich anhand seiner chemischen Struktur bezeichnet. Solche doppelten Bezeichnungen sind in der Molekularbiologie üblich. In der Regel sind jedoch die betreffenden Moleküle so komplex und die Strukturnamen daher so umständlich, dass sich der funktionale Name als praxistauglich erwiesen hat. Diese Aussage gilt umso mehr, als das Wissen um die Funktion eines Hormons, Neurotransmitters oder Enzyms im Gesamtzusammenhang des Organismus für die meisten Forschungsvorhaben und Anwendungen relevanter ist als das Wissen um die präzise chemische Struktur dieser Moleküle. Darauf deuten auch die sehr erfolgreichen Modelldarstellungen in molekularbiologischen Lehrbüchern hin, die in didaktischer Absicht von chemischen Einzelheiten abstrahieren und Moleküle als geometrische Formen darstellen, die mit anderen geometrischen Formen aufgrund der räumlichen Passung interagieren. Auch in der Biochemie steht dieser Grundsatz noch im Mittelpunkt der Darstellung. Wenn von den Synthesewegen bestimmter Stoffe die Rede ist, so ist es üblich, nicht die vollständigen Reaktionsgleichungen der reinen Chemie zu nutzen, sondern abzukürzen und nur die Biosynthese der, d. h. im Gesamtzusammenhang des Körpers relevanten Stoffe in den Mittelpunkt zu stellen. So werden oft Co-Substrate wie Acetyl-Coenzym A (Acetyl-CoA), Adenosintriphosphat (ATP) oder Nicotinamid-Adenin-Dinucleotid (NADH) nur als Kürzel angedeutet, während die relevanten Moleküle vollständig ausgeschrieben werden.

Diese Bezeichnungen als Hinweis auf die Teleologie in der Wissenschaft der Biochemie zu verstehen, mag auf den ersten Blick verwundern, denn es gibt noch eine scheinbar viel naheliegendere Erklärung für diese Praxis: Ein Gegenargument könnte lauten, dass Co-Substrate in Stoffwechselprozessen ubiquitär vorhanden sind, weshalb schlicht nicht die Notwendigkeit besteht, sie mühselig auszuschreiben. Jeder fachlich gebildete Leser kennt ATP oder NADH und die betuliche Ausbuchstabierung hält ihn nur auf. Mit Teleologie hat diese

Benennung nichts zu tun, nur mit der Ökonomie der Darstellung. Diesem Gegenargument möchte ich auf zwei Arten begegnen: Ersten ist es richtig, dass der Leser die Aufgabe bzw. die Funktion dieser Stoffe kennt und daher ihre Rolle innerhalb des dargestellten Stoffwechselwegs nachvollziehen kann. Die exakten chemischen Strukturen dieser Stoffe werden aber nur einige wenige Fachleute auch innerhalb der Gemeinschaft der Molekularbiologen aus dem Kopf ausschreiben können. Sie müssen es aber auch nicht können, um die teleologische Information herauszulesen, auf welche Weise diese abgekürzten Stoffe interagieren, um ein Produkt hervorzubringen. Wenn die Zwecksetzung des Prozesses deutlich ist, wird etwa die Frage unwichtig, an welcher Position im NADH-Molekül sich denn nun ein Stickstoffatom befindet. Relevant ist dann nur noch, die kausale Rolle des NADH zu begreifen, nämlich Wasserstoffakzeptor und -donator in Redox-Prozessen zu sein.

Der Fortschritt der Physiologie hat offenbar die teleologischen Prinzipien nicht eliminiert, sondern ihnen sogar neue Bereiche erschlossen. Roth (2014) hat auf diese Tatsache in Bezug auf die Molekularbiologie hingewiesen. Das Reflektieren über die Phänomene, ihre Ursachen und Steuerung, wie Peirce es ausdrückt, gibt der Biologie die Richtung vor und erweist sich für den Erfolg dieser Wissenschaft als fruchtbar. Die Neigung zur Abstraktion in der Molekularbiologie ist ein weiteres Indiz für diese teleologische Durchdringung. Eine Minimalteleologie der funktionalen Äquivalente bleibt demnach zumindest sprachlich erhalten.

Ich möchte nun eine vorläufige Definition dieser Konzeption geben und darlegen, wie sie im Falle des Auxins angewendet wird.

Vorläufige Formulierung des Funktionsbegriffs der kausalen Rollen F_C :

Eine Eigenschaft oder Tätigkeit e eines Merkmals m innerhalb eines untersuchten Phänomens ph ist eine Funktion F_C von m , wenn diese Eigenschaft oder Tätigkeit dazu beiträgt, dass ein Mechanismus $mech$, der ph im proximativen Sinne konstituiert, erhalten bleibt oder konstituiert wird.

In Übereinstimmung mit den Konventionen in der Literatur kürze ich Bestandteile meiner Definitionen mit Kleinbuchstaben ab, wenn ich mich auf Individuen (*token*) beziehe, und mit Großbuchstaben, wenn ich von Typen (*types*) spreche. Hier sind das Merkmal m , die Eigenschaft/Tätigkeit e , der Mechanismus $mech$ und das Phänomen ph klein geschrieben. Ich meine in diesen Fällen also das konkrete Einzelmerkmal eines individuellen Organismus und das einzelne konkrete biologische Phänomen. Die Funktion F_C wird hingegen großgeschrieben. Dort rede ich also von einer Funktion als einem Typus. Kausale Rollen finden immer durch Forschung an konkreten, einzelnen Untersuchungsgegenständen statt. Diese induktiv gewonnenen Erkenntnisse werden erst anschließend zu Aussagen über die bereits angenommene Art verallgemeinert. Aber selbst, wenn es sich beim Untersuchungsgegenstand um ein einmaliges Phänomen handelt, beispielsweise um eine einmalige Krankheitssymptomatik, wäre die oben eingeführte Funktionszuschreibung immer noch möglich. Nichtsdestotrotz ist die Funktion F_C , die am Ende der funktionalen Analyse

steht, ein bestimmter Typus, der uns in späteren Forschungsvorhaben die Bildung von funktionalen Kategorien ermöglicht. Die Sonderstellung ergibt sich dadurch, dass die Funktion natürlich zu Beginn der funktionalen Analyse noch unbestimmt ist. Es ist noch nicht bekannt, dass es das konkrete Merkmal m mit seiner konkreten Eigenschaft/Tätigkeit e ist, das diese Funktion ausfüllt. Es handelt sich also um eine funktionale Kategorie, die als Platzhalter für hypothetische funktionale Äquivalente dient. Im Falle des Auxins wussten wir also, dass „es da etwas gibt“, über das die Funktion F_c verfügt, um das Wachstum der Pflanze zu fördern. Erst die funktionale Analyse grenzt die Identität des Stoffes immer weiter ein und weist schließlich dem Molekül Indol-3-essigsäure diese Funktion zu.

5.3.3 Hierarchische Ordnung von kausalen Rollen

Cummins (1975/1998) hält seine Konzeption auf Artefakte und biologische Merkmale anwendbar. Ein zentraler Kritikpunkt ist jedoch die Freigiebigkeit oder Promiskuität, mit der Cummins Ansatz Funktionen zuschreibt. Eine Reihe von Autoren werfen Cummins *causal role theory* vor¹²⁶, sie könnte jedem System beliebige Funktionen willkürlich zuschreiben, je nachdem, welches Forschungsinteresse dominiert. Unsere Intuitionen lauten jedoch anders. Amundson and Lauder (1994/1998); Davies (2001) haben herausgestellt, dass der beschriebene Vorwurf gegen Cummins voreilig war. Sie rufen in Erinnerung, dass Cummins im Gegenteil nicht bereit ist, jedem beliebigen und willkürlich definierten System bestimmte Funktionen zuzuschreiben. Stattdessen ist es Cummins wichtig, dass drei Einschränkungen beachtet werden, falls die Analyse des Systems einen wissenschaftlichen Sinn ergeben soll:

(i) Die zu analysierende Fähigkeit wird in untergeordnete Fähigkeiten zerlegt, die **weniger komplex** sind.

(ii) Die zu analysierende Fähigkeit wird in untergeordnete Fähigkeiten zerlegt, die **von anderer Art** sind.

(iii) Die Analyse bietet eine Darstellung, die den Gang von der erklärenden zur erklärten Fähigkeit **angemessen nachvollzieht**.

Sofern sie nach den oben beschriebenen Grundsätzen verfährt, sehen die beiden Autoren für die funktionale Analyse von kausalen Rollen einen nicht wegzudenkenden (*ineliminatable*) Platz in der Praxis der Biologie. Diese Einsicht gilt vor allem für die funktionale Morphologie:

Many studies in functional morphology, especially in the last ten years, have adopted the transformational approach (Lauder 1981) in which historical (phylogenetic) patterns to change in form are explicitly analyzed for the effects of intrinsic design properties (Amundson & Lauder, 1994/1998, S. 362).

In dieser Disziplin ist weniger die Frage wichtig, welche naturgeschichtlichen Ereignisse eine Erklärung für die Existenz eines bestimmten Merkmales liefern mögen, sondern welche Effekte ein Merkmal, etwa eine anatomische Form, für den Organismus hat, gerade im Vergleich von verschiedenen Evolutionsstufen. Diese Effekte, d. h. die Funktionen der

126 (L. Wright, 1976), (Neander, 1991/1998)

biologischen Merkmale, erklären im Zusammenhang mit Umweltfaktoren, in welche Richtung sich die Selektion fortsetzt. Die Tatsache des Bezugs auf Funktionen in der Biologie ist also in der *causal role*-Theorie nicht erklärungsbedürftig, etwa durch den Verweis auf erklärende Normen, denn im Begriff der Funktion liegt keine teleologische Konnotation. Im Gegenteil dienen Funktionen in der funktionalen Morphologie ihrerseits wieder für kausale Erklärungen von weiteren biologischen Phänomenen. Spätestens durch das Plädoyer von Amundsen und Lauder hat sich die Theorie der kausalen Rollen als gewichtige Position innerhalb der Philosophie der Funktionen etabliert und wird immer wieder rezipiert, etwa von Neander (2002), Brandon (2013) oder Bouchard (2013).

Davies ist ein weiterer Anhänger von Cummins Ansatz. Er deutet Cummins Bedingungen dahingehend, dass Funktionen nur den Teilen von hierarchisch aufgebauten Systemen, wie etwa den Lebewesen zugeschrieben werden können. Nur ein hierarchisches System erfüllt Cummins Bedingungen (i) und (ii). Davies verwendet eine Definition von hierarchischen Systemen, die nach eigenen Angaben vor allem auf der Monografie von Bechtel and Richardson (1993) aufbaut:

A system, then, is hierarchical when some higher-level capacity arises out of the structural or interactive systemic functions among lower-level components (Davies, 2001, S. 83).

Diese Aussage begrenzt wiederum auf angemessene Weise die Zuschreibung von systemischen Funktionen im Sinne von Cummins:

On my view, then, the attribution of systemic functions is warranted only on the extent that the system involved is hierarchical (Davies, 2001, S. 84).

Im Beispiel des Gaslecks scheint das Leck kein Teil einer Hierarchie zu sein, sondern bloß ein Teil eines bestimmten Zustands: Es ist nicht einzusehen, warum das System „Raum-Leck-Techniker“ mehr ist als die Summe von Einzelteilen. Vielmehr scheint es offensichtlich zu sein, dass der Techniker ein komplexeres System darstellt als das Gesamtsystem „Raum-Leck-Techniker“. Es liegt auf der Hand, dass das Gesamtsystem einschließlich des bewussten Technikers weniger *capacities* aufweist als der Techniker, sofern er denn bei Bewusstsein wäre. Bereits die Schwierigkeit, einen gemeinsamen Begriff zu finden, legt diesen Verdacht nahe. Insofern macht Davies klar, dass sehr wohl eine Normsetzung in Cummins' funktionalen Analysen besteht, allerdings keine intrinsische Normsetzung des Objekts selbst, sondern eine extrinsische, die vom analysierenden Subjekt und seinen Erklärungsinteressen gegenüber komplexen Systemen herrührt. Insofern können die systemischen Funktionen zumindest das Kriterium der Selektivität erfüllen. Davies hebt diese Leistung seines Ansatzes ausdrücklich hervor:

And precisely this is why restricting systemic functions to hierarchically organized systems ought to be judged a virtue of the theory - because it enables the theory to distinguish the functional from the nonfunctional on highly principled grounds (Davies, 2001, S. 87).

Wie bereits Amundsen und Lauder hebt Davies an dieser Stelle die biologische Bedeutung von funktionalen Analysen hervor. Er nennt das Anliegen der Wissenschaft, komplexe Phänomene zu analysieren, unzugängliche Ebenen mit funktionalen Begriffen zu erfassen und Einzelteile nach Bedarf hervorzuheben oder als Funktionspaket auszuklammern (*to bracket*). Davies bewegt sich damit in einem Bereich, den Craver and Darden (2013) als mechanistische Erklärungen bezeichnen (siehe Abschnitt 5.1.2). Weiterhin sieht Davies sich in der Erfahrung bestärkt, dass Experten in vielen Bereichen, sei es Musik, Technik oder das Schachspiel, Teilbereiche ihres Fachgebiets nach funktionalen Kriterien ohne alle technischen Details (*nuts and bolts*) benennen zu müssen (Davies, 2001, S. 88). Er nennt damit eines der drei Kennzeichen von Teleologie: das Vorhandensein von funktionalen Kategorien zusätzlich zu den Einteilungen in der Physik und Chemie.

5.3.4 Sind Funktionen F_C objektiv?

Bis hierhin habe ich herausgearbeitet, inwieweit sich der biologische Funktionsbegriff F_C auf das teleologische Moment der internen funktionalen Äquivalente bezieht. Im Bereich der Artefakte werden die internen funktionalen Äquivalente dadurch kenntlich gemacht, dass sie nach Ansicht des Designers als mögliche Mittel genutzt werden können, durch die dem Artefakt eine interne Funktion F_I zugeschrieben wird. Diese interne Funktion eines Artefakts ist zugleich eine charakteristische Tätigkeit. Die teleologische Sprache ist auch in der Biologie angemessen, weil sie eine bestimmte proximate Fragestellung und deren mechanistische Antworten markiert. Diese Methodik ist nach Hempel (1959/1965) und insbesondere nach Cummins (1975/1998) eine funktionale Analyse. Obwohl die sehr beschränkte Geltung dieser teleologischen Sprache in der Heuristik der Biologie zu suchen ist, liegt ihre Genese dennoch in der Kulturgeschichte und der Wandlung der Artefaktmetaphysik zur Artefaktmetapher. Daraus erwachsen gewisse Intuitionen, die über den Bereich der biologischen Forschungsinteressen hinausweisen. Dies ist nach der Metaphern-Theorie von Lakoff and Johnson (1980/1997) auch zu erwarten. Diese Intuitionen zwingen uns zu einer Entscheidung zwischen zwei unattraktiven Alternativen.

Für die Funktionen der Artefaktbestandteile und des Artefaktes als Ganzem gelten epistemisch die gleichen Bedingungen: Sie alle sind Teil des Designplans und somit epistemisch objektiv. Es erscheint nun aber nicht plausibel, dass Biologen sich bei der Auszeichnung von funktionalen Äquivalenten implizit darauf verpflichten, einen wortwörtlichen Designplan anzunehmen, und damit in letzter Konsequenz auch die konkreten Absichten eines Designers der Natur zu erforschen. Wenn Biologen aber nicht bereit sind, einen Designer als naturwissenschaftliche Hintergrundannahme zu akzeptieren, müssen wir fragen, wozu sie ihre Funktionsaussagen stattdessen in Relation setzen.

In dieser Frage gibt es einen gravierenden Unterschied zwischen den kausalen Rollen der Elemente eines Mechanismus und der möglichen internen Funktion des gesamten Phänomens, d. h. dessen charakteristischer Tätigkeit. Für die Funktionen F_C haben wir eine einfache Antwort zur Hand: Sie werden ja in Bezug auf ein Phänomen ausgesagt, das im Interesse der Forschung steht. Wir könnten daher für die kausalen Rollen in der Biologie einen gleichartigen Status reklamieren wie für die teleologischen Funktionen der Artefakte, nämlich

epistemische Objektivität. Die Objektivität beruht auf der gegebenen Forschungsagenda, die beispielsweise in Fachartikeln oder Laborbesprechungen ihren Ausdruck findet. Der gleichartige epistemische Status macht gerade die Praxis des *Reverse-Engineerings* auch für biologische Systeme fruchtbar und verleiht der Artefaktmetapher auf diese Weise Attraktivität. Wie auch bei den kausalen Rollen innerhalb eines Artefakts, so sind auch die Aussagen über kausale Rollen innerhalb eines biologischen Phänomens Aussagen über die Welt und nicht etwa bloße Geschmacksurteile oder willkürliche Setzung.

Anders verhält es sich bei der Frage nach der ontologischen Objektivität. Darunter versteht Searle die Tatsache, dass bestimmte Dinge der Fall sind, unabhängig von Menschen und ihren Einstellungen und Meinungen. Da die Artefakte auf einen menschengemachten Designplan zurückgehen, sind ihre Funktionen F_i ontologisch subjektiv: Ohne den Geist einer menschlichen Designerin gäbe es keinen Designplan und damit auch kein Artefakt. Bei den kausalen Rollen in biologischen Systemen verhält es sich anders. Dort wird von Funktionen gesprochen, die nicht nur den Anspruch auf epistemische, sondern auch auf ontologische Objektivität erheben. Das Auxin spielte beispielsweise bereits eine Rolle in der Hervorbringung des Phototropismus, bevor dieses Phänomen von Menschen überhaupt zur Kenntnis genommen wurde oder bevor Menschen in der Erdgeschichte überhaupt in Erscheinung getreten sind. Insofern klingt es plausibel, biologische Funktionen F_c ontologisch objektiv zu nennen. Uns erscheinen die kausalen Rollen in biologischen Mechanismen ebenso „wirklich“ wie physische oder chemische Eigenschaften.

In Bezug auf die ontologische Objektivität der Funktionen F_c besteht eine attraktive Implikation: Funktionale Analyse definiert in der Biologie Typen von Funktionen F_c mithilfe der Untersuchung von Individuen. Wenn nun die Funktionen ontologisch objektiv sind, dann sind auch die funktionalen Typen ontologisch objektiv. Willkommen wäre die Information: Wir möchten Funktionen F_c zur Klassifizierung benutzen, etwa um die evolutionäre Konvergenz zu beschreiben. Dabei sollten analoge Strukturen nicht nur unserem persönlichen Empfinden nach zur gleichen funktionalen Kategorie gehören. Vielmehr sollte die funktionale Einteilung „wissenschaftlich objektiv“ sein. Metaphysisch gesprochen sollte es sich bei den funktionalen Kategorien um natürliche Arten (*natural kinds*) handeln: „*a group of objects in which each member of the group shares some objective, mind-independent similarity*“ (Ney, 2014, S. 261).¹²⁷

Die ontologische Objektivität von kausalen Rollen in einem Forschungsvorhaben ist nicht schwer zu akzeptieren, sofern wir das Phänomen, auf das wir diese kausalen Rollen beziehen, ontologisch ebenso objektiv ist. Wodurch jedoch wird das Phänomen als objektives aus den beliebig vielen anderen Phänomenen herausgegriffen, die es potenziell an einem Forschungsobjekt zu beschreiben gäbe? Es scheint zunächst eine direkte Lösung zu geben: Ontologisch subjektiven Forschungsinteressen bestimmen, was wir als charakteristische Tätigkeit (also als ein Phänomen) herausgreifen und erklären möchten.

¹²⁷ Es gibt erwartungsgemäß mehrere Ansätze, welche Eigenschaften genau eine Art zu einer natürlichen Art machen. Bekannt ist etwa die Definition von Boyd (1991).

Tatsächlich bleibt diese Lösung unbefriedigend. Forschungsinteressen sind ontologisch subjektiv, denn ein Interesse kann ebenso wenig wie jedes andere Empfinden objektiv wahr oder falsch sein. Das Herausgreifen bestimmter Phänomene für die funktionale Analyse ist vergleichbar mit einer Art Geschmacksurteil über den Gegenstand. Sobald die ontologisch subjektiven Forschungsinteressen ein Phänomen umreißen, muss dieses Phänomen ebenfalls als ontologisch gelten. Dadurch werden zuletzt auch die kausalen Rollen ontologisch subjektiv, also relativ zu einem gegebenen Forschungsinteresse: Wenn ich mir an der Pflanze ein anderes Phänomen herausgesucht hätte, dann hätte das Auxin innerhalb dieses anderen Phänomens auch eine andere Funktion gehabt. Damit sagen kausale Rollen zwar etwas über die Welt aus, aber wir können nicht mehr im Rahmen der ontologisch objektiven Naturwissenschaft Funktionen F_c von anderen Tätigkeiten und Eigenschaften des Objekts ontologisch objektiv unterscheiden. Die Legitimität, mit der eine Eigenschaft als Funktion neben den vielen anderen nicht funktionalen Eigenschaften herausgriffen wird, problematisiert zugleich Hempels Frage. Jetzt wird deutlich, dass diese Legitimität nicht in den Dingen selbst als ontologische Objektivität liegt, sondern nur noch relativ zu einem vorhergehenden ontologisch subjektiven Forschungsinteresse besteht.

Das Selbstverständnis von Wissenschaft, die nicht nur der Aufdeckung von epistemisch und gleichzeitig ontologisch objektiven, sondern auch von wissenschaftlich relevanten Sachverhalten dient, wird auf diese Weise scheinbar konterkariert: Wenn alles eine Funktion sein kann, dann ist nichts mehr eine Funktion. Funktionen von Merkmalen werden nicht mehr entdeckt, sondern ausgehend von bestimmten epistemischen Vorlieben konstruiert. Es wäre letztlich eine Projektion unserer Erkenntnisinteressen am Phänomen des Wachstums, dass Indol-3-essigsäure die Funktion hat, das Pflanzenwachstum zu befördern. Es bleibt lediglich die Tatsache, dass Indol-3-essigsäure einen bestimmten physiologischen Effekt hat, den wir interessant finden und über den wir aus diesem Grund in der Wissenschaft gerne sprechen.

Die Alternative erscheint jedoch noch unattraktiver: Würden wir daran festhalten, dass die Funktionen F_c bei Organismen epistemisch und ontologisch objektiv sind, also die Forschung wirkliche Funktionen von wirklichen Nebeneffekten unterscheidet, müssten wir auch die charakteristischen Tätigkeiten, d. h. die Phänomene als epistemisch objektiv ansehen. Wenn wir eine bestimmte charakteristische Tätigkeit benennen, müsste es objektive Wahrmacher für diese Auszeichnung geben. Aber welchen Maßstab könnte es geben, um reale von bloß menschlich konstruierten Phänomenen zu unterscheiden?

Innerhalb einer bereits vorgegebenen Forschungsagenda hat die Entscheidung über die ontologische Objektivität von Funktionen F_c keine Relevanz: Der teleologische Ausdruck „Funktion“ in der funktionalen Analyse macht sich nur an Kategorien von Dingen fest, die zur mechanistischen Erklärung des Phänomens dienen. Unerheblich bleibt, was es mit dem Phänomen selbst auf sich hat, ob es etwa ontologisch objektiv vorhanden sein mag oder lediglich konstruiert. Wir können also von einem methodischen Subjektivismus sprechen: Die funktionale Analyse setzt bei einem wissenschaftlich definierten Phänomen an, also bei einem notwendigerweise ontologisch subjektiven Geschehen. Damit ist aber weder gesichert noch ausgeschlossen, dass die Beteiligten an der funktionalen Analyse mit Recht eine ontologisch

objektive Tatsache in der Welt herausgegriffen haben, als sie das Phänomen ontologisch subjektiv umrissen haben.

Vermaas (2009) zeigt uns eine Variante, die ich als methodischen Subjektivismus bezeichne. In seiner „*unified ontological ICE-function theory*“ findet er einen Kompromiss, wonach Funktionen (Funktionen F_c) auch dann noch epistemisch und ontologisch objektiv sein können, wenn sie auf ontologisch subjektiven Setzungen basieren. Innerhalb dieses Schemas steht nicht mehr zur Debatte, was es wiederum mit jenen Setzungen auf sich hat und ob sie auf etwas ontologisch Objektives in der Natur verweisen.

Item x has capacity to ϕ as a function relative to a goal-directed pattern p for x, iff:

- *x has the capacity to ϕ in the execution of p*
- *If this execution of p leads successfully to its goals, this success is due in part to x's capacity to ϕ ; and*
- *The agents d who designated p have intentionally identified x for having the capacity to ϕ in p and for contributing by this capacity to the success of p, and have intentionally communicated p to other agents l (Vermaas, 2009, S. 84).*

Diese Formulierung lässt sich zwanglos auf die herausgearbeitete Konzeption von kausalen Rollen beziehen. In dieser Gegenüberstellung ist ϕ die analysierte kausale Rolle, p ist der Mechanismus und das Ziel (*goal*) im hier verwendeten Sinne die charakteristische Tätigkeit, also das Gegenstück zur internen Funktion eines Artefakts. In Anknüpfung an das Beispiel des Auxins ergibt sich folgendes Bild: Auxin (x) hat die Fähigkeit, das Wachstum des Sprosses zu verstärken (ϕ) als Funktion relativ zum Mechanismus des Phototropismus (p).

Was die Praxis der funktionalen Analyse angeht, dürfen wir uns mit Vermaas aus der Frage nach der ontologischen Objektivität des analysierten Phänomens beiseitelassen. Wir können es denjenigen überlassen, die ein Phänomen umreißen, ob sie teleologische Ausdrucksweisen für angemessen halten oder nicht. Vermaas and Houkes (2013) werden noch deutlicher, wenn sie Funktionen in sämtlichen Kontexten als epistemische Hervorhebungen (*epistemic highlighters*) beschreiben.

Wenn wir aber von der Praxis der funktionalen Analyse abrücken, sehen wir uns erneut mit der Grundfrage nach der ontologischen Objektivität konfrontiert: Welche (impliziten) Kriterien liegen einer solchen Unterscheidung zwischen Phänomenen mit und ohne teleologische Beschreibung zugrunde? Das Auftreten dieser Unterscheidung führt zurück zu der Entscheidung, ob wir funktionale Analyse nur bei Systemen betreiben, die sich ontologisch objektiv von anderen Systemen unterscheiden. Läge die Unterscheidung zwischen funktionalen und nicht funktionalen Systemen stattdessen in den Vorlieben der Sprecher, so müssten wir erwarten, dass dasselbe System – je nach Person – einmal funktional und einmal nicht funktional beurteilt werden würde. Unterschieden sich funktionale Systeme jedoch ontologisch objektiv von nicht funktionalen, wäre eine weitgehende Einigkeit unter Menschen zu erwarten, die über den gleichen Wissensstand verfügen: Bei den ausgezeichneten Systemen würden wir teleologische und nicht teleologische Beschreibungen finden, bei den

nicht ausgezeichneten Systemen hingegen nur nicht teleologische Beschreibungen. Biologie versteht sich in der Praxis als empirische Wissenschaft, der es nicht daran gelegen ist, die von ihr beschriebenen Sachverhalte zu konstruieren, sondern sie in der Natur zu entdecken.

Für das Verständnis von biologischen Funktionen und den Zielen biologischer Wissenschaft insgesamt verschiebt sich das Problem, wie Vermaas zugibt:

Hence as it stands, biological functions may in a unified ICE-like theory remain epistemic objective relations that items have relative to context, but they are then ontologically subjective, which may for some be reason to reject this theory in the first place. (Vermaas, 2009, S. 85).

Sollte sich kein objektives Kriterium für die Lösung von Nagels Problem finden lassen, ist Vermaas Sorge berechtigt: Indem Forscher das zielgerichtete Muster (*goal-directed pattern*) p wählen und damit auch ein Ziel definieren, legen sie sich darauf fest, was als Funktion gelten kann, nämlich alles, was zur Erreichung dieses von uns subjektiv gewählten Ziels beiträgt. Innerhalb des einmal ausgerufenen Projekts, p zu erklären, haben Aussagen über Funktionen ihren geschützten Geltungsbereich, sind in der Gemeinschaft der beteiligten Subjekte objektiv. Der Funktionsbegriff der kausalen Rollen bezieht sich nur auf diese „Binnenfunktionen“.

5.4 Hinreichende Bedingungen für die Bestimmung der kausalen Rollen

5.4.1 Der Zusammenhang zwischen der *causal role theory* und Normsetzungen

Reicht es für die Beantwortung von Nagels Frage aus, Davies (2001) zu folgen, der allein die hierarchische Organisation für die funktionale Analyse für notwendig hielt? Die hierarchische Organisation kann uns zwar erklären, in welchen Fällen funktionale Analyse grundsätzlich sinnvoll wäre, wird uns aber nicht verständlich machen, warum eine solche funktionale Analyse in bestimmten Fällen von hierarchischer Organisiertheit dann doch nicht üblich ist. Hierarchische Organisation ist zwar eine notwendige, aber noch keine hinreichende Bedingung, damit wir intuitiv von kausalen Rollen als Funktionen sprechen möchten, obwohl es wissenschaftsmethodisch möglich ist.

Diese Diskrepanz lässt sich an einem Sonderfall der Genetik illustrieren, den sogenannten *segregation distorters*. Es handelt sich um genetische Elemente, die die statistische Verteilung der Chromosomen bei der Entstehung der Gameten beeinflussen können. Im bekanntesten Fall, dem *segregation distorter* der Fruchtfliege *Drosophila melanogaster*, verhindert das Allel SD die Ausbildung von Spermien mit dem konkurrierenden Allel SD^+ , wodurch das Verhältnis der funktionsfähigen Spermien in Richtung von SD -Trägern verschoben wird (Larracuente & Presgraves, 2012). Godfrey-Smith (1994/1998) nannte dieses Phänomen als Beispiel für einen Fall, bei dem wir intuitiv nicht bereit sind, von Funktionen zu sprechen, obwohl wir keine Probleme haben, von den kausalen Rollen zu sprechen, die bestimmte Gene für die Hervorbringung des komplexen Phänomens haben:

Disrupting meiosis is not generally claimed to be the genes' function though. Should we restrict the powers which can become functions, to exclude these subversive cases? [...] It may be that many biologists

reserve "function" for powers with some intuitively benign nature, and withhold it from more subversive activities, with there being no theoretically principled reason for this distinction (Godfrey-Smith, 1994/1998, S. 458-459).

Fälle wie die *segregation distorters* nähren unsere Intuition, dass im Begriff der Funktion mehr Bedeutung enthalten sein muss als nur ein „Teil von kausalen Erklärungen komplexer Phänomene“, auch in den Fällen, für die die wissenschaftliche Praxis keine Unterscheidung machen könnte.

Ähnlich wie bei den *segregation distorters* wäre eine funktionale Analyse auch für die Entstehung einzelner Tumorarten möglich. Wir würden das aber sprachlich vermeiden. Hierzu ein paar Erläuterungen: Tumore sind seltener im menschlichen Körper anzutreffen als es die Mutationsrate des menschlichen Erbguts erwarten lassen würde. Dies liegt unter anderem daran, dass Zellen, die zu viele Mutationen akkumuliert haben, durch körpereigene Signalmoleküle wie TNF- α oder FasL zum Absterben gebracht werden, bevor sie die Gesundheit des Organismus schädigen (Wajant, Pfizenmaier, & Scheurich, 2003). Dieser Vorgang des „programmierten Zelltodes“ wird als Apoptose bezeichnet. Die Signalkaskade, die in der Apoptose gipfelt, beginnt mit der Bindung des entsprechenden Signalmoleküls an einen membranständigen Rezeptor. Der daraus resultierende Mechanismus kann versagen, indem die mutierten Zellen bereits eine Mutation der einschlägigen Rezeptor-Gene erfahren haben, sodass das entsprechende Signalmolekül nicht mehr bindet. Eine bestimmte Mutation eines Membran-Rezeptors verhindert, dass Signalmoleküle andocken können. Wir sagen aber keineswegs, dass diese Veränderungen die Funktion haben, die Tumorzellen vor den Signalmolekülen und damit vor der Apoptose zu schützen. Wenn wir das Szenario in einen anderen Kontext setzen, ändern sich unsere Intuitionen: Stellen wir uns vor, ein Krankheitserreger würde einen Stoff sezernieren, der auch bei gesunden Zellen eine Apoptose auslöst. Stellen wir uns weiterhin vor, dass eine Mutation die Membranrezeptoren verändert, die selektiv die Wirkung des Bakterienstoffs verhindert. An dieser Stelle könnte die Diagnose lauten, dass die neue Form der Rezeptoren die Funktion hat, den Organismus vor den Giftstoffen der Bakterien zu schützen. Wir sprechen also denjenigen Systemen Funktionen zu, die gesundheitsfördernd und lebenserhaltend sind. Anderen Systemen sprechen wir diese Funktionen ab, wenn diese Funktionen nicht zutrifft oder wenn sogar schädliche Wirkungen eintreten.

Den Unterschied in Sprechweise zwischen Systemen mit und ohne Funktionen zeigt sich prägnant in einem neueren Fachartikel, der auf die Ähnlichkeit zwischen komplex organisierten Tumoren und den eigentlichen funktionalen Organen verweist. Wenn Tumore schon in ihrer Komplexität an Organe heranreichen, warum scheuen wir uns dann, dieses Wort zu verwenden?

Cells and extracellular matrix (ECM) form tissues, and collections of tissues join together in structural and functional units to form organs. Different organs act together through blood and lymphatic vessels to form the organism. Solid tumors are not random mixtures of cells and

ECM, but rather resemble organs, although they are structurally and functionally abnormal. They contain multiple cell types and extracellular matrix components and develop through complex interactions between these different components of the tissues using processes that often resemble those used by developing organs. Tumors interact with the rest of the organism, similarly to normal organs. However, whereas normal organs have functions that support the survival of the organism, the systemic effects of the tumor organ often are what ultimately kill the patient (Egeblad, Nakasone, & Werb, 2010, S. 1).

Godfrey-Smith liefert eine These, worin der Bedeutungsmehrwert funktionaler Zuschreibungen gegenüber rein kausalen Beschreibungen bestehen könnte und die Ausdrucksweise von Egeblad *et al.* bestätigt diesen Eindruck: Es geht um Phänomene, die nützlich, erhaltend oder gutartig (*benign*) für das Wesen als Ganzes sind, also das Überleben und die Fortpflanzung befördern.

Das Zugeständnis liegt auf der Hand, hier sei ein nicht naturwissenschaftliches normatives Moment am Werk. Es wird bei Bedau (1992/1998) und McLaughlin (2001) sogar explizit genannt. Beide machen die Besonderheit der funktionalen Analyse im Rekurs auf ein Gut für das Lebewesen fest, das verwirklicht werden soll. Im Bereich der Artefakte war dies ein Moment der externen Teleologie bzw. der externen Normsetzung. Es scheint, als sei die Bestimmung der Phänomene, denen wir Funktionen zuschreiben (Nagels Problem), nicht durch die formale Anwendbarkeit der funktionalen Analyse zu entscheiden, sondern durch die Anwendung einer externen Norm. Im Bereich der Lebewesen gelten Fortpflanzung und Selbsterhaltung als zu erfüllende Güter oder externe Normen.

Indirekt findet sich die interne Normsetzung eingeschränkt in der funktionalen Analyse wieder: Indem wir zwischen Genen und Merkmalen unterscheiden, die gesund oder erkrankt, wohlgeformt oder deformiert sind, machen wir uns zwar eine externe Normsetzung der Artefakte zu eigen, legen aber auch eine interne Normsetzung der Artefakte nahe. Damit ist die Übereinstimmung eines konkreten Artefakts mit einem allgemeinen Designplan gemeint. Der Designplan definiert Normen, um die Intaktheit des individuellen Artefaktes zu beurteilen. Indem wir intuitiv eine Unterscheidung zwischen intakten und erkrankten Organismen und ihren Teilen machen, machen wir uns die Vorstellung vom Designplan als Richtschnur zumindest metaphorisch zu eigen.

Ein weiterer Aspekt der Artefaktteleologie, der sich in Nagels Problem widerspiegelt, ist die zweckmäßige Genese. Ich habe beschrieben, dass ich darunter einerseits den Designprozess eines Artefakttypus verstehe (externe Genese), andererseits auch die Herstellungshandlung des konkreten Artefakts anhand eines vorliegenden Designplans (interne Genese). Die Bezeichnungen intern und extern beziehen sich auf die Stellung, die die jeweiligen Prozesse zum Designplan selbst haben. Beide Arten von zweckgeleiteter Genese können wiedergefunden werden: Wenn wir sagen, dass bestimmte Merkmale dem Design der Natur entsprechen, dann gehen wir gleichzeitig davon aus, dass diese Entsprechung nicht einfach

das Ergebnis eines kuriosen Zufalls ist, sondern dass in irgendeiner Weise eine natürliche Verbindung zwischen dem Design der Spezies und den konkreten Exemplaren besteht. Ebenso gehen wir davon aus, dass das Design nicht zufällig ist, so wie wir es etwa bei einem Fels annehmen, der zufällig die Form eines Menschen hat. Stattdessen haben wir die Intuition, dass das Design die Form ist, „wie die Natur es vorgesehen hat“ oder wie „es sein sollte“, wie es „zweckmäßig“ ist und dergleichen mehr.

In beiden Fällen, der Normsetzung und der zweckgeleiteten Genese, können wir allerdings nicht einfach die Begriffe der Artefaktteleologie übernehmen. Es geht darum, Kriterien zu finden, die einerseits unsere Intuitionen einfangen und Normsetzung und zweckgeleitete Genese ersetzen, die sich aber nicht aus dem Rahmen naturwissenschaftlicher Konzepte herausbewegen. Diese Art von Projekt entspricht einer Naturalisierung. Ihr Ziel ist es ganz allgemein gesprochen, Begriffen aus dem Wortfeld des menschlichen Geistes und Handeln eine neue, rein naturwissenschaftliche Bedeutung zu verleihen. Diese neue naturwissenschaftliche Bedeutung, so ist die Hoffnung, kann an die Stelle der überkommenen, mentalistischen Vorstellung treten. Tatsächlich haben mehrere Autoren versucht, naturalisierende Deutungen des Funktionsbegriffs F_C zu finden, die als hinreichende Bedingungen für funktionale Analysen hinzutreten sollen.

5.4.2 Fünf einschränkende Bedingungen für die funktionale Analyse

Die hier vorgestellten fünf Ansätze sind darauf ausgerichtet, die Funktionszuschreibung F_C auf bestimmte Arten von Systemen einzugrenzen. Auf diese Weise sollen zwei Ziele erreicht werden: Zunächst wird die Abbildung unserer intuitiven Ausdrucksweisen angestrebt. Darüber hinaus soll jedoch auch eine relevante naturwissenschaftliche Unterscheidung aufgedeckt werden, die unserem Sprachgebrauch, so lautet die These, immer schon implizit zugrunde lag. Die Nachzeichnung der Extension ist im Projekt der Naturalisierung nicht nur eine psychologische und sprachanalytische Leistung, sondern ihr wird ein naturwissenschaftliches Gewicht unterstellt.

In diesem Abschnitt geht es daher um die Frage, inwieweit die jeweiligen Ansätze diesen beiden Zielen gerecht werden: (a) Schaffen es die vorgeschlagenen Zusatzbedingungen, die Extension von Funktionsaussagen im Bereich der kausalen Rollen auf den üblichen Sprachgebrauch entsprechend zu beschränken? Weisen sie also nur dort die Funktionen F_C zu, wo wir sie intuitiv sehen würden, und übersehen sie keine Fälle, in denen wir die Funktionen F_C zuschreiben würden? (b) Falls dieser Fall vorliegt: Schaffen sie es, den Bezug auf eine außerwissenschaftliche Norm durch ein Kriterium zu ersetzen, das sich innerhalb der Praxis der funktionalen Analyse selbst ergibt? Machen die Beschränkungen also eine Bedingung explizit, die in entsprechenden Systemen bereits vorhanden ist oder spiegeln sie nur unsere sprachlichen Intuitionen ausgehend von teleologischen Metaphern wider?

Im Einzelnen widme ich mich mit der zeitgenössischen *Intelligent Design*theorie, mit der Adaption von Kants Organismus-Konzept des Naturzwecks, mit der Berufung auf kybernetisch beschreibbare Zielgerichtetheit und mit Kitchers Verweis auf einen evolutionären Designprozess, ergänzt um den sehr differenzierten Ansatz von Krohs (2004) zuzuwenden. Krohs

gelingt es, die beiden Forderungen nach korrekter Abbildung der Extension und nach biologischer Relevanz einzulösen.

Tabelle F gibt einen Überblick über die zu analysierenden Ansätze.

Tabelle F: Zusatzbedingungen zur Einschränkung der funktionalen Analyse

	Name	Extension abgebildet?	Teleologie teils naturalisiert?
(1)	<i>Intelligent Design</i>	+	-
(2)	Kants Naturzweck	+	-
(3)	Kybernetische Zielgerichtetheit	-	+
(4)	Evolutionärer Designprozess (Kitcher)	-	+
(5)	Ontogenetisches Design (Krohs)	-	+

Der Tabelle ist zu entnehmen, dass das *Intelligent Design* und Kants Naturzweck sich zwar ausführlich mit der Frage auseinandersetzen, welche Systeme wir funktional beurteilen, aber keine biologisch relevanten Unterscheidungen als Begründung anführen können. Für eine naturphilosophische Sichtweise mögen diese Ansätze geeignet sein, als Mittel zur Naturalisierung können sie jedenfalls nicht dienen. Die kybernetische Zielgerichtetheit und die beiden Designkonzepte verweisen hingegen durchaus auf etwas biologisch Relevantes, aber passen für sich gesehen nicht genau auf die Systeme, denen wir die Funktionen F_c zuschreiben.

5.4.3 *Intelligent Design* als Einschränkung der funktionalen Analyse

Vielleicht mag es befremdlich erscheinen, an dieser Stelle *Intelligent Design* (ID) als kulturelles Phänomen anzusprechen, , wie bei von Behe (2010) zu entnehmen ist. Inhaltlich sorgfältig widerlegt, ideologisch motiviert und im besten Fall für weitere Forschung unfruchtbar, ist der Kreationismus in der Fachwissenschaft beinahe durchweg diskreditiert (Dawkins, 1986/1987; Miller, 2010; Ruse, 2003).¹²⁸ Nichtsdestotrotz ist die These des ID an dieser Stelle erhellend, denn sie liefert genau die Wunschvorstellung, die unsere Intuitionen über funktionale Analyse verlangen: ein wortwörtliches Design.

Weiterhin ist der Anspruch des ID naturwissenschaftlich, weil die Anhänger des ID eine direkte Intervention einer Gottheit in der Natur behaupten. Diese Intervention kann, so die These, allein durch die Anwendung „unvoreingenommener“ biologischer Erkenntnisse und ohne religiöse Vorannahmen wahrscheinlich gemacht werden. Vielmehr ist der biologische

¹²⁸ Auch die akademische christliche Theologie hat sich inzwischen vom *Intelligent Design* distanziert bzw. übt zumindest Zurückhaltung. Siehe dazu die Enzyklika „*Humani Generis*“ von Papst Pius XII aus dem Jahr 1950 und den EKD-Text 94 „*Weltentstehung, Evolution und Schöpfungsglaube in der Schule*“ von 2008.

„Mainstream“ ideologisch verstockt, weshalb er die sichtbaren Belege für ID missachtet. Es ist erst diese quasinaturwissenschaftliche Argumentationslinie, die der fundamentalistisch-christlichen Bewegung eine Hintertüre in die US-amerikanischen Klassenzimmer eröffnete. Die historischen und juristischen Hintergründe beschreibt beispielsweise Ruse (2003).

Wenn wir von einem intelligenten und gleichzeitig wohlwollenden Baumeister ausgehen, dann erscheint es plausibel, dass dieser keine Krebserkrankungen und *segregation distorters* beabsichtigte. Sie waren gewiss nicht in seinem Designplan enthalten. Nicht zuletzt durch die Suggestionskraft der Artefaktmetapher und ihrer Designforderung ist es den Protagonisten des ID gelungen, ihre Hypothesen plausibel erscheinen zu lassen. Unsere teleologischen Intuitionen werden durch die wortwörtliche Schöpfungsvorstellung restlos befriedigt, was sicherlich nicht verwundert, wenn man bedenkt, dass diese Intuitionen ja selbst die Überbleibsel einer vergangenen Artefaktmetaphysik und damit keineswegs so „natürlich“ und *Common sense* sind, wie es die Apologeten des *Intelligent Design* vorgeben. Dabei wird auf dieselbe Taktik zurückgegriffen, wie zu Zeiten von Paley: die erstaunliche Angepasstheit der biologischen Merkmale, sowohl in Bezug aufeinander als auch als Bestandteile des Organismus in Bezug auf ihre Umwelt. Diese Angepasstheiten werden für einen Appell an oberflächliche Intuitionen für die Überredung genutzt. In der Gegenwart kommt nun jedoch noch die verzerrte Darstellung der biologischen Evolutionstheorie hinzu, wobei insbesondere das Element des „Zufalls“ zwar einerseits überbetont wird, aber andererseits ungeklärt bleibt. Hinzu kommt die allgemeine Anmerkung, es seien sehr viele Lücken in der Evolutionstheorie vorhanden und überhaupt sei es ja „*just a theory*“. Indem sie jedoch Gott zu einer biologischen Hypothese macht, bekräftigt sie ironischerweise gerade die Logik des naturwissenschaftlichen Primats, der sie widersprechen möchte. Wenn man die quasinaturwissenschaftliche Theologie des *Intelligent Design* und ihre pseudowissenschaftliche Methode zusammen nimmt, kann man den Schluss von Clarke (2007) teilen: *Intelligent Design* ist, so der Titel seines Artikels, „*neither scientific nor religious*“.

5.4.4 Toepfers Organismuskonzept als Einschränkung der funktionalen Analyse

Eine eigene Forschungsrichtung versucht seit einigen Jahren Kants Vorstellung des Organismus für den biologischen Funktionsbegriff nutzbar zu machen. Kants Begriff des Organismus in Zusammenhang mit seinem Konzept von Naturzweck habe ich in der historischen Entwicklung der Artefaktmetapher beschrieben (siehe Abschnitt 3.6). In Abschnitt 3.14 bin ich noch einmal kurz darauf eingegangen, dass Kant ein Beispiel für einen metaphysischen Funktionsbegriff gibt, wie er in der Gegenwart von Achinstein (1977), von Bedau (1991, 1992/1998); Bedau and Packard (1996) und am differenziertesten von McLaughlin (2001) vertreten wurde. Ich habe an dieser Stelle behauptet, dass ein metaphysischer Funktionsbegriff, so interessant er auch für die Metaphysik sein mag, nur schwer in die Praxis der Biologie passt. Haben wir es hier also wiederum mit einem metaphysischen Funktionsbegriff zu tun? Ich denke ja.

Zu den Autoren, die Kants Naturteleologie auf die biologische Funktionsdebatte anwenden,¹²⁹ gehört Toepfer (2004, S. 394-410) mit seiner Interdeterminationstheorie. Diese Bestimmung von Naturteleologie verweist auf drei biologische Merkmale, die es erlauben sollen, Funktionen im Sinne von kausalen Rollen trennscharf zuzuweisen. Diese drei Kennzeichen sind (a) Interaktion, (b) Interdependenz und (c) die Interdeterminiertheit der einzelnen Merkmale untereinander.

Was ist damit im Einzelnen gemeint? (a) Zunächst sind die Teile von Lebewesen kausal aufeinander bezogen, d. h., die Tätigkeit eines Teils wirkt auf andere Teile und diese wirken wiederum auf dritte, bis schließlich eine Wirkung auf das erste Teil eintritt. Insgesamt erscheint uns der Organismus als ein Geflecht gegenseitiger Interaktionen aller Bestandteile. Auch wenn dieses kausale Geflecht bemerkenswert ist und laut Toepfer von Kants Bestimmung des Organismus als gleichzeitig Mittel und Zweck inspiriert ist, kann es bei diesem einen Merkmal nicht bleiben. Die kantische Bedingung ist für Toepfer immer noch zu weitläufig und er nennt Schopenhauer als Urheber einer berechtigten Kritik. Für Kant war es noch undenkbar, so stellte Schopenhauer (1859/2004) heraus, dass eine Wirkung gleichzeitig mit ihrer Ursache sein kann. Laut Schopenhauer entpuppt sich die besondere Art von zirkulärer Kausalität, die Kant fasziniert hat, jedoch als ein durchaus mechanistisch begreifbarer Ablauf. Toepfer greift Schopenhauers Beispiel der Wüstenentstehung wieder auf, das ursprünglich von Alexander von Humboldt stammt. Toepfer selbst nennt noch das Planetensystem oder den globalen Wasserkreislauf: In allen diesen Fällen finden Interaktionen innerhalb eines Systems statt, ohne dass wir intuitiv bereit wären, diesen Systemen Funktionen zuzusprechen.

(b) Der Interaktion muss die Interdependenz an die Seite gestellt werden: Jeder Teil eines Organismus ist in seiner Existenz von der Funktionstüchtigkeit der übrigen Teile abhängig und leistet seinerseits einen Beitrag für diese Teile. Auf diese Weise kann keines der Teile unabhängig existieren, sondern die einzelnen Teile bedingen sich gegenseitig. Aber selbst diese Bedingung ist noch zu weit und würde möglicherweise auch rein physikalische Systeme betreffen.

(c) Interaktion und Interdependenz sind notwendige Bedingungen für das dritte und charakteristische Merkmal von Toepfers Ansatz: die Interdeterminierung. Darunter versteht er die gedankliche Einheit in der Anschauung des Systems, d.i. die Anschauung als Organismus. Erst wenn wir diese Einheit annehmen, ist es möglich, von Funktionen zu sprechen. Eine Funktionseinheit wird erst durch ihre Teilhabe an einem Organismus konstituiert.¹³⁰

129 Auf die Frage, ob sich in Kants Konzeption möglicherweise eine Vorwegnahme der Kybernetik des 20. Jahrhunderts verbirgt, wird hier nicht weiter untersucht. Falls es so wäre, würde für Kant der gleiche Kritikpunkt gelten wie für die Kybernetiker. Aus dem Folgenden sollte aber klar werden, dass diese einfache Gleichsetzung die weltanschaulichen Unterschiede zwischen der Wissenschaft des 18. und des 20. Jahrhunderts unterschätzt. Auch wenn Kant und die Kybernetiker von derselben Grunderfahrung ausgingen, nämlich dem Vorhandensein kreisförmiger Kausalprozesse, deuten doch beide diese Beobachtung vor dem Hintergrund ihres jeweiligen Weltverständnisses.

130 Bemerkenswert ist an dieser Stelle die subtile Unterscheidung zwischen den Ausdrücken „Lebewesen“ und „Organismus“, die in jüngster Zeit Aufmerksamkeit erhalten hat. So schreibt Krohs (2016, S. 242-243): „Anders

Die Identitätsbedingungen des einen Teils des Kreislaufs müssen von dem Vorhandensein der anderen Teile mitbestimmt sein. [...] Es handelt sich dabei nicht um ein kausales Verhältnis, das in der Veränderung einer Größe in Abhängigkeit von einer anderen Größe beschreiben wird, sondern um ein logisches, das darin besteht, dass ein Gegenstand nur in Bezug auf einen anderen bestimmt werden kann; die Referenz zu einem anderen Gegenstand bildet eine seiner Identitätsbedingungen (Toepfer, 2004, S. 396-398).

Toepfer setzt sich ausdrücklich von L. Wright (1973/1998) Formel ab, wonach Funktionen Erklärungen für das Vorhandensein des jeweiligen Merkmals liefern. Für Toepfer haben Funktionszuschreibungen hingegen keinen Erklärungsgehalt, sondern sind bereits vorhandene Deutungsmuster von Wirklichkeit, die biologische Forschungspraxis motivieren und leiten können. Er positioniert sich eindeutig in die Position der funktionalen Analyse und möchte diese Praxis lediglich durch eine notwendige Einschränkung der Extension unterfüttern. Allenfalls das notwendige, aber nicht hinreichende Kriterium der Interdependenz zeigt sich nach Toepfer noch als Ähnlichkeit zu Wright. Insofern sieht sich Toepfer in der kantischen Traditionslinie, weil Kant ebenfalls die Idee eines Naturzwecks nur als regulative und nicht als konstitutive Idee anerkannte.¹³¹

In der Einteilung, die ich von Searle übernommen habe, wäre die Zuschreibung von Funktionen nach Toepfer epistemisch objektiv, die nicht willkürlich ist und auch nicht eine reine heuristische Hilfestellung darstellt, sondern auf Grundlage eindeutiger Kriterien korrekte und inkorrekte Zuschreibungen ermöglicht. Dennoch ist die Grundlage dieser Zuschreibungen ontologisch subjektiv, weil es uns Menschen und unseren Denkmustern obliegt, Organismen aufgrund erfahrener Interaktionen und Interdependenzen überhaupt erst zu individualisieren und nach Funktionen der Teile zu suchen. Daran ändert sich auch nichts, wenn wir zugestehen, dass zumindest die Interdependenzen und die Interaktionen als solche auch ontologisch objektiv sind. Toepfers Theorie bleibt also trotz einer erheblichen Einschränkung der zugelassenen Systeme den Tugenden der *causal role theory* verbunden: Auch die *causal role theory* hatte, besonders klar von Vermaas (2009) ausgesprochen, Funktionen nur epistemische, nicht jedoch ontologische Objektivität zugestanden.

Alle Versuche, den Geltungsbereich funktionaler Analysen einzuschränken, suchen ein naturalistisches Analogon des Designplans. Finden wir diesen Antrieb auch bei Toepfer? Wenn

als der Begriff des Lebewesens entstammt derjenige des Organismus nicht unserem normalsprachlichen Wortschatz, sondern thematisiert eine Eigenschaft von Lebewesen, die sich erst in einer bestimmten theoretischen Perspektive zeigt. [...] Die grundlegende Idee hinter dem starken Organismusbegriff ist, dass alle Teile des Organismus als in einer wechselseitigen Abhängigkeit voneinander stehend zu betrachten sind.“

131 Gerade Kants Verständnis einer regulativen Idee ist unter modernen Interpreten umstritten. Hier geht es mir nur um Toepfers Konzept selbst und ich lasse die Frage offen, inwieweit es authentisch kantianisch ist. Quarfoot (2006) stimmt jedenfalls Toepfer zu, wenn er behauptet, Kants Naturteleologie sei für den Gegenstand der biologischen Forschung bestimmend.

wir von Toepfer hören, funktionale Analyse beginne mit der Anschauung des Lebewesens als eines Organismus, dann steht er in einer Traditionslinie, die nicht nur bis Kant zurückführt, sondern sogar bis Plato, der als Begründer der technomorphen Metaphysik gilt. Auch für Plato lag schon die Erkenntnis eines Gegenstands als er selbst die holistische Anschauung seiner Idee zugrunde. Die platonische Idee ist der Ausgangspunkt der Artefaktmetaphysik und ihres Designplans und ebenso der Vorfahr der abgeleiteten Artefaktmetaphorik mit ihrer Suche nach dem naturalisierten Designplan. Wenn Toepfer davon spricht, den Organismus zu schauen, dann ist er genau auf dieser Traditionslinie, die den Designplan, d. h. die Idee des Objekts, hinter der empirischen Wirklichkeit zu erkennen glaubt.

Handelt es sich bei der von Kant und sogar von Plato benannten Vorstellung vom Organismus überhaupt noch um eine naturalisierende Konzeption? Zumindest scheint sie den Anspruch zu erheben. Indem sie sich auf Kants vieldiskutierte Formulierung von der regulativen Idee bezieht, weist sie den Vorwurf zurück, platonische Metaphysik anstatt Naturwissenschaft zu betreiben. Der Organismus scheint ein gänzlich unverdächtiger Begriff zu sein, der durchaus in der Biologie seinen Platz hat. Falls es also gelingt, unsere Intuitionen über funktionale Analyse am Organismuskonzept aufzuhängen, hätten wir die Naturalisierung erfolgreich durchgeführt.

Wir sollten aber skeptisch sein, ob die Übernahme einer kantianischen Position für die Naturalisierung geeignet ist: Die Berufung auf Kant hat durch Zammito (2006) eine deutliche Zurückweisung erfahren und der epistemische Status des Organismus als Naturzweck war hierfür der Stein des Anstoßes. Zammito argumentiert vor dem Hintergrund des Projekts einer naturalistischen Philosophie der Biologie, also der Beschreibung der biologischen Gegenstände, wie sie ohne die Bezugnahme auf die Naturphilosophie erforscht werden. Zammito weist die Hoffnung zurück, Kant habe zu diesem Projekt etwas beizutragen. Während für Kant das regulative Prinzip des Naturzwecks die einzige Möglichkeit darstellt, Teleologie zumindest epistemisch als Denkkategorie *sui generis* zu verorten, haben bereits zeitgenössische Biologen wie Blumenbach und vielmehr noch spätere Generationen gerade jene Erklärungen gesucht, die das epistemische Konzept des Naturzwecks überflüssig machen. Diese Naturkundler haben die Organisation der Lebewesen als handfeste Gegenstände der Forschung und gerade nicht als regulative Vorstellungen behandelt. Beispielsweise können wir heute die Prozesse, die Kant als Naturzweck beschrieb, nämlich Selbstregulation und Plastizität, sehr gut in biologisch-mechanistischen Begriffen ausdrücken (Walsh, 2006). Mehr noch, weil der Naturalismus menschliche Vorstellungen als Produkte des biologischen Organismus Mensch betrachtet, ist uns nicht damit geholfen, zum Verständnis des Begriffs des Organismus wiederum auf menschliche Vorstellungen von Teleologie zu rekurrieren.

Vielmehr verweist die drängende Frage der aktuellen Philosophie der Biologie gerade in die entgegengesetzte Richtung: Während Kant noch das „Phänomen Organismus“ durch den Geist und dessen Idee des Naturzwecks verstehen wollte, ist es das Anliegen naturalistischer Autoren, das „Phänomen Geist“ (inkl. Teleologie, Intentionalität etc.) durch den im Grunde substanzlos gewordenen Begriff des Organismus zu verstehen: Er ist ein naturphilosophisches Konzept, das von vielen Biologen in ihren naturphilosophischen Intuitionen möglicherweise akzeptiert wird. Für viele von ihnen hat dieses faszinierende naturphilosophische Konzept

gewiss die eigene Beschäftigung mit der Biologie motiviert. Wie ich aber in Auseinandersetzung mit Ayala argumentiert habe, fällt dieses Konzept für den Erfolg der biologischen, d. h. mechanistischen Praxis nicht ins Gewicht.

Ganz davon abgesehen macht Zammito klar, dass es ohnehin nicht überzeugend ist, mechanisch-physikalische Begründungen für die einzigen denkbaren Erklärungen zu halten. Zammito betont, dass aktuelle Philosophen die Vorstellung des *foundationism* ablehnen, wonach alle Aussagen der Einzelwissenschaften jederzeit durch elementare Aussagen einer Grundwissenschaft (insbesondere der Physik) fundierbar sein müssen. Inzwischen wird, so Zammito, den Einzelwissenschaften die Autonomie zugestanden, ihre Gegenstände selbst zu umreißen, auch wenn dadurch die Hoffnung auf Einheit der Wissenschaft (*unity of science*) als monolithische Welterklärung aufgegeben werden muss. Offensichtlich scheinen jedoch die Anhänger einer kantianischen Teleologie der Natur diese fundamentale Differenz zwischen der Denkweise des 18. Jahrhunderts und den Problemen, die die Philosophie der Biologie tatsächlich umtreiben, nicht zur Kenntnis zu nehmen. Zammito erklärt diese Fahrlässigkeit als Folge einer Ermüdungserscheinung in der Teleologiedebatte (*impasse in the contemporary discourse*) (Zammito, 2006, S. 750). Solche Ermüdungserscheinungen lassen es attraktiv erscheinen, sich mit einer epistemischen Objektivität zufrieden zu geben, wie sie das regulative Konzept des Naturzwecks anbietet. Zammito hingegen plädiert für mehr philosophische Abenteuerlust:

Kant is harbor only for those who seek epistemological shelter from the hard problems of ‚function talk‘. Once we slip Kant’s safe epistemological moorings, we enter into troubled waters, but they are our waters: these are the questions of our naturalism. [...] I submit a philosopher of science who pronounces from the epistemological high ground has no place with us in Neurath’s boat on the naturalist sea (Zammito, 2006, S. 766).

Einige Autoren beziehen angesichts dieser Herausforderung eindeutig Position: Ihr Ziel ist es nicht, eine Naturalisierung von Teleologie in der Natur zu erreichen. Zu diesen zählen A. Weber and Varela (2008), Breitenbach (2009) und Scharck (2016). So schreibt Angela Breitenbach:

While others have argued that the Kantian conception of teleology cannot present any help to contemporary philosophy of biology because Kant does not interpret teleology naturalistically [in der Fußnote wird auf Zammito (2006) verwiesen], I suggest that Kant can advance the debate about teleology in biology precisely on the grounds that he does not interpret teleology naturalistically. The original perspective that the Kantian account can add to the debate is that teleological concepts have the function of both a useful heuristic in the search of causal explanation and a necessary and irreducible perspective on living nature (Breitenbach, 2009, S. 54).

Offensichtlich ist für Breitenbach die Funktionszuschreibung zwar biologische Praxis, aber nicht durch die Agenda der biologischen Praxis selbst legitimiert, nämlich die mechanistische Aufklärung von ultimativen und proximativen Ursachen. Funktionen gründen in einem nicht reduktionistischen Denken über Lebewesen, einer Denkungsart, der wir weder durch begriffliche Askese entkommen noch der wir durch Naturalisierung kontrollieren können. Es hat einiges für sich, wenn wir sie als gegeben anerkennen müssen. An dieser Stelle genügt es zunächst, festzuhalten, dass nicht nur die *Intelligent Design*-Theorie, sondern auch der Rückgriff auf Kant den Bereich naturwissenschaftlicher Forschung verlässt, wenn wir einen kantischen Organismusbegriff als ein erkenntnistheoretisch bereits gegebenes regulatives Prinzip einführen. Damit können sie zwar die Extension der Zuschreibung von Funktionen F_C nachzeichnen, aber nur um den Preis, das Projekt der Naturalisierung aufzugeben. Für den Bereich der Naturwissenschaft bleibt nur eine agnostische Position, den kantischen Naturzweck der Naturphilosophie zu überlassen. Die angemessene Skepsis bringt Franssen (2009) zum Ausdruck, wenn er schreibt:

Apparently we see in the individual biological organism a thing to which we can extend our description of ourselves as intentional beings: individual organisms can be thought to have the purposes of staying alive and flourishing (as we have), but that is as far as we are prepared to go. Our normative talk concerning bodily organs fits this picture, as we apparently see them as supporting the purposes of organisms, similar to the way external objects support our lives (Franssen, 2009, S. 120-121).

5.4.5 Zielgerichtetheit als Einschränkung der funktionalen Analyse

Die Methodik des Behaviorismus und die Disziplin der Kybernetik habe ich in den Zusammenhang mit dem historischen Übergang von der Handlungsmetaphysik zur bloßen Handlungsmetapher gestellt, die sich während des späten 19. und des frühen 20. Jahrhunderts etablierte. Beiden Ansätzen ist gemeinsam, dass sie eine naturalisierte Begrifflichkeit von Ziel verwenden, die von mentalistischen Prämissen frei sein will. Einige Autoren haben nun versucht, das, was ich mit dem Begriff der Funktionen F_C beschrieben habe, mit den Prinzipien des Behaviorismus und der Kybernetik in Verbindung zu bringen, insbesondere mit den in beiden Methodiken relevanten Zielzuständen bzw. Sollwerten. Nur in solchen Fällen, wo wir es mit einem kybernetisch zielgerichteten System zu tun haben, sind wir auch berechtigt, von Funktionen F_C zu sprechen.

Richtungsweisend für die Verbindung von Kybernetik und Teleologie war ein Artikel vom Vater der Kybernetik Norbert Wiener in Zusammenarbeit mit dem Neurophysiologen Rosenbluth und dem Computerpionier Bigelow (Rosenbluth et al., 1943). In dem Beitrag wird der traditionelle mentalistische Begriff des Zwecks mechanistisch als negatives Feedback umdefiniert:

All purposive behavior may be considered to require negative feedback. If a goal is to be attained, some signals from the goals are

necessary at some time to direct the behavior (Rosenbluth et al., 1943, S. 19).

Dabei soll es um eine einheitliche mechanistische Beschreibung von Organismen und Maschinen gehen, die keine Bezugnahme zu nicht beobachtbaren mentalen Zuständen benötigt oder auch nur erlaubt. Innerhalb eines solchen naturalistischen Ansatzes sind Funktionen F_C zwanglos als mechanistische Beiträge zu einem der Struktur implizierten Zielzustand zu verstehen. Die Betonung von Zielgerichtetheit zur Bestimmung von biologischen Funktionen ist vor allem mit Autoren der 1950er und 1960er Jahre verbunden. Als einer der ersten Autoren zog der Wissenschaftstheoretiker E. Nagel (1961) in seinem Werk *The Structure of Science* die Verbindung zwischen naturwissenschaftlich (behavioristisch oder kybernetisch-analytisch) erforschbaren Zielzuständen und dem Konzept der Funktion in der Biologie. Nagel entwirft eine Vorstellung von Funktion, die die heutige Vorstellung der kausalen Rollen und der mechanistischen Analyse bereits vorwegnimmt:

[...] a teleologically statement of the form 'The function of A in a system S with organization C is to enable S in environment E to engage in process P' can be formulated more explicitly by: Every system S with organization C and in environment E engages in process P; if S with organization C and in environment E does not have A, then S does not engage in P; hence S with organization C must have A. (E. Nagel, 1961, S. 403).

Die Organisation C entspricht dem, was als Mechanismus bezeichnet wird. Damit ist insbesondere gemeint, dass sich teleologische in der Biologie ohne Rest in nicht-teleologische Aussagen übersetzen lassen.

We shall therefore assume that teleological (or functional) statements in biology normally neither assert nor presuppose in the materials under discussion either manifest or latent purposes, aims, objectives, or goals (E. Nagel, 1961, S. 402).

Nagel merkt zu Recht an, dass eine einfache Gleichsetzung von mechanistischen Aussagen und funktionalen Aussagen unmöglich ist. Es wäre nämlich auch denkbar, dass sich jede beliebige Aussage der Physik, Chemie oder Geologie als Funktionsaussage umformulieren ließe. Dieser Fall liegt aber nicht vor. Ich erinnere daran, dass Woodfield (1976) später genau diese Asymmetrie als zentrale Frage von Nagel hervorgehoben hat (siehe Abschnitt 4.2.2). In Einzelfällen hat sich tatsächlich die Gewohnheit eingebürgert, teleologisch von unbelebten Phänomenen der Natur zu sprechen, etwa beim Prinzip der kleinsten Wirkung im Zusammenhang mit der Lichtbrechung, ohne dass dadurch eine Teleologie *sui generis* behauptet würde. In Abschnitt 4.2.2 habe ich dieses Beispiel in der Beschreibung von Feynman et al. (1963/2013) erwähnt, um teleologische Erklärungen von sonstigen naturwissenschaftlichen Erklärungen abzugrenzen, auch wenn der Augenschein diese Unterscheidung erschwert. Nagel sieht den Ort funktionaler Analyse im eigentlichen Sinne

nicht in solchen Fällen, wo die Zielgerichtetheit eine bloße Redensart ist. Stattdessen müssen die Systeme in sich bereits gerichtet organisiert sein (*directively organized systems*). Zielgerichtetheit ist nicht nur ein behavioristisches Phänomen, weil es um eine bestimmte Art von Organisation bzw. Mechanismus geht. Es kann und sollte durch die funktionale Analyse mechanistisch untermauert werden, wie es auch in der Kybernetik stattfindet. Nur dort, wo wir es mit gerichteten organisierten Systemen zu tun haben, ist für Nagel eine funktionale Analyse angebracht und lassen sich Funktionen F_C zuschreiben.

Ein System S ist für Nagel umso stärker gerichtet organisiert, je größer das Spektrum möglicher Zustände K seines Bestandteils A (K_A') sein darf, sodass es zu einer Justierung der Elemente B und C kommt (K_{BC}'), wodurch insgesamt der Zielzustand G weiterhin beibehalten oder sogar erreicht wird. Nagel nennt diese graduelle Eigenschaft auch den Grad der Beharrlichkeit des Systems angesichts von Veränderungen (*degree of persistence*).¹³²

The prima facie distinctive character of so-called „goal-directed“ or teleological systems is thus formulated by the stated condition for a directively organized system. [...] For the property G is maintained in S (or S persist in its development, which eventuates in G) to the extent that the range K_A' of the possible primary variations is associated with the range of induced compensatory changes K_{BC}' (i.e., the adaptive variations) such that S is preserved in its G -state. The more inclusive the range K_A' that is associated with such compensatory changes, the more is the persistence of G independent of variations in the state of S . Accordingly, on the assumption that it is possible to specify a measure for the range K_A' , the degree of directive organization of S with respect to variations in the state parameter 'A' could be defined as the measure of this range (E. Nagel, 1961, S. 417).

Wie schon in der Kybernetik von Wiener, so sieht auch Nagel die Leistung seines Ansatzes darin, dass der Unterschied zwischen der Analyse von lebenden und technischen Systemen verschwindet.

The definition of directively organized systems has been so stated that it can be used to characterize both biological and nonvital systems. [...] Nevertheless, [...] it is intended to set off systems having a prima facie „goal-directed“ character from systems usually not so characterized (E. Nagel, 1961, S. 418).

Es geht also nicht nur um eine neue Art von Unterscheidung: Nicht mehr die alltägliche Differenz zwischen Lebewesen und Artefakt ist wissenschaftlich relevant, sondern zwischen zielgerichteten Systemen und solchen, die das nicht sind.

132 Zunächst führt Nagel nur Elemente A , B und C als Bestandteile des Systems S selbst ein, erweitert im Anschluss seine Analyse aber dergestalt, dass auch die vielen Fälle von Umweltfaktoren inbegriffen sind. In Analogie zur persistence spricht Nagel dabei vom *degree of plasticity*.

Im Anschluss an Nagel haben weitere Autoren versucht, die Natur des zielgerichteten Organismus mit mechanistischen und kybernetischen Prinzipien zu beschreiben. Stilbildend waren insbesondere Varela, Maturana, and Uribe (1974) mit ihrer Charakterisierung des Organismus als eines autopoietischen, d. h. sich selbst schaffenden Systems. Aktuellere Beiträge in dieser Richtung stammen von Toepfer (2012), Schark (2016) und Krohs (2016). Erkenntnisleitend sind auch A. Weber and Varela (2002) sowie Walsh (2006), die die moderne kybernetische und damit mechanistische Konzeption des autopoietischen Organismus von Kants Bestimmung des Naturzwecks als bloß regulativem Prinzip abgegrenzt wird. Für Kant bestand die Antinomie der teleologischen Urteilskraft gerade in der Unvereinbarkeit von mechanistischer und teleologischer Sicht. Demgegenüber erscheint diese Gegenüberstellung nicht mehr als ein notwendigerweise unüberbrückbarer metaphysischer Gegensatz, sondern lediglich als verschiedene Ebenen für eine Beschreibung.

Der Funktionsbegriff der kausalen Rollen soll der durch eine solche naturwissenschaftlich fassbare Zielgerichtetheit legitimiert werden. Im Anschluss an Nagel liefert Boorse (1976, 2002) eine maßgebliche Formulierung:

*X is performing the function Z in the G-ing of S at t, means
At t, X is Z-ing and the Z-ing of X is making a causal contribution to
the goal G of the goal-directed system S (Boorse, 1976, S. 80).*

Inwieweit gelingt es nun dem Konzept von gerichteter Organisation bei Nagel und Boorse, die funktionale Analyse auf diejenigen Fälle einzugrenzen, denen wir intuitiv Funktionen zuschreiben würden? Dazu müssen wir erneut die Art der Extension in den Blick nehmen, die Nagel und Boorse mit ihrem Ansatz umreißen.

Ist es nun notwendig, Zuschreibungen von kausalen Rollen auf Elemente zu beschränken, die gewisse Ziele von Organismen erfüllen helfen?

Feedback und damit Beharrlichkeit ist für die Beschreibung von Funktionen im Sinne kausaler Rollen nicht notwendig. Viele Prozesse in Organismen sind zweifellos Fälle von Feedback. Wir können sogar so weit gehen, dass ein Leben ohne kybernetische Prozesse nicht vorstellbar wäre. Dennoch hilft es für die Aufdeckung konkreter kausaler Rollen nicht weiter, ob wir es mit einem Feedback zu tun haben oder nicht. Nehmen wir ein Verhalten, das stereotyp abläuft und nach seinem Beginn nicht weiter kontrolliert wird, beispielsweise das Schnappen eines Frosches nach einer Fliege. Auch wenn die Zungenmuskeln des Frosches während des Schnappvorgangs keiner kybernetischen Kontrolle unterliegen, verbietet uns das, ihnen kausale Rollen im Schnappen des Frosches zuzuschreiben? Ich sehe nicht, warum dieser Fall gegeben sein sollte. Rosenbluth et al. (1943) beschreiben bereits Fälle wie den schnappenden Frosch dergestalt, dass ein zweckmäßiges (*purposeful*) Verhalten unterstellt wird, weil ein Zweck wie z. B. die Ernährung des Frosches erzielt wird. Aber aufgrund des Mangels an Feedback nennen die Autoren dieses Verhalten dennoch nicht teleologisch, also nicht zielgerichtet. Diese Unterscheidung zwischen Zielen und Zwecken scheint uns zu zwingen, von dem weiteren Begriff der Zwecke auszugehen, schließlich wollen wir weiterhin behaupten können, dass das Schnappen eine Funktion F_c für das Phänomen der Ernährung des Frosches ist. Wenn wir aber nicht zielgerichtete und nicht-kybernetische Fälle einbeziehen müssen,

scheint es nicht mehr möglich, Funktionen F_C und funktionale Analyse exklusiv mit dem kybernetischen Zielbegriff zu fundieren. Allenfalls könnten wir noch feststellen, dass natürliche Lebewesen insgesamt zielgerichtete Subsysteme besitzen, die Feedback aufweisen und Beharrlichkeit zeigen. Laut Nagel sind Funktionszuschreibungen in der Biologie sind nur die Nennung von notwendigen Bedingungen für das Auftreten eines Phänomens. Er hatte lediglich ergänzt, dass diese teleologische Redeweise für gerichtet organisierte Systeme üblich ist. Daraus lässt sich schließen, dass Nagel nicht verlangt, jede einzelne Funktion muss selbst Teil eines Feedback-Loops sein. Auch Boorse hat diese Forderung nicht gestellt, sondern lediglich verlangt, dass die Funktionen einen Beitrag innerhalb eines Systems leisten, das insgesamt zielgerichtet ist.

Nun müssen wir uns fragen, was denn genau mit Zielen gemeint ist. Dabei sind zwei Möglichkeiten denkbar. Einerseits könnten mit Zielen lediglich die charakteristischen Tätigkeiten gemeint sein, die von den Forschern als Phänomene herausgegriffen werden. Andererseits könnte es sich auch um externe Ziele handeln, so wie bisweilen Selbsterhaltung und Fortpflanzung als Ziele von Lebewesen beschrieben werden. Boorse (2002) klärt uns in dieser Frage auf, indem er den Fall der schlecht adaptierten Funktion (*maladaptive function*) zur Sprache bringt, wie er von Cummins (1975/1998) eingeführt wurde. Dabei geht es um die vielsagende Tatsache, dass die Ausführung bestimmter Funktionen unter bestimmten Umweltbedingungen keinen Überlebensvorteil für die Organismen liefert, sondern im Gegenteil den Überlebenserfolg sogar mindert. Trotzdem würden wir behaupten, dass dieses Phänomen immer noch einwandfrei funktioniert, zumindest bis die Selektion diese Funktion möglicherweise zum Rudiment abbaut, was die Fitness wieder erhöhen würde. Ein eindrückliches Beispiel von *maladaptive function* stammt von Melander (1997):

Suppose [...] that the whole population of a species of small flying birds is blown off the continent where they once evolved and ends up on an isolated, small, windy island where having wings that make flight possible is maladaptive (Melander, 1997, S. 97).

Wesentlich in diesem Beispiel ist, dass wir den Flügeln der Vögel (und den Muskeln, hohlen Knochen und anderen Bestandteilen) weiterhin die kausale Rolle zuschreiben wollen, den Flug zu ermöglichen. Wir können ein Phänomen wie das Fliegen herausgreifen und anhand einer funktionalen Analyse zuschreiben, welche kausalen Rollen mechanistisch zur Ermöglichung dieses Phänomens beitragen. Überlegungen zur Fitness kommen hier nicht in Betracht. Cummins und Melander geht es darum, das Konzept von einer Funktion im Sinne kausaler Rollen von der eigenständigen Überlegung zu trennen, welchen Fitness-Beitrag die Ausführung dieser Funktion für diese Lebewesen bewirkt.

Für unser Konzept von „Ziel“ ergeben sich zwei Optionen: Entweder ist das charakteristische Phänomen (hier die Flugfähigkeit) das Ziel, auf das ein System ausgerichtet ist oder der Überlebenserfolg ist ausschlaggebend. Der erste Fall wird uns nicht weiterhelfen, denn wir haben für die Beantwortung von Nagels Frage nicht gewonnen, wenn wir ein Phänomen als Zielzustand oder angestrebten Zustand definieren. In der Biologie gibt es sicherlich viele Fälle, die uns den Eindruck von Zielgerichtetheit vermitteln und in denen ein hohes Maß an

Plastizität zu beobachten ist. Im Anschluss an Woodfield (1976) handeln wir uns die Probleme ein wie das Problem des verfehlten Ziels.

Boorse selbst gibt zu, dass er von diesem Funktionsbegriff ohne Bezug zur Fitness oder allgemein zum Ziel des Überlebens und der Fortpflanzung nichts hält:

And supporting flight is a current effect of the wings of birds of this type when they (regrettably) fly. But supporting flight is not a current function of the birds' wings; in biology, fitness-reducing effects of traits cannot have functions. The best summary is that supporting flight is a past function and a current effect, but not a current function, of the wings of bird of this type (Boorse, 2002, S. 85-86).

Für Boorse sind mit Funktionen nicht die charakteristischen Tätigkeiten gemeint, sondern die externen Ziele Selbsterhaltung und Fortpflanzung. F_C bezieht sich aber stets auf ein klar abgegrenztes Phänomen, das einer funktionalen Analyse unterzogen wird. Derartige äußerliche Aspekte sollten dabei keine Rolle spielen. Illustriert am Beispiel der Vögel ändern sich die Tatsachen über die Ermöglichung des Fluges nicht, wenn die Vögel in einer neuen Umgebung leben. Auch Wendts Erkenntnisse über das Auxin verlieren nicht ihre Gültigkeit, je nachdem, in welcher Umwelt die Pflanzen wachsen. Im Bereich der Artefakte habe ich die funktionale Analyse mit dem internen Funktionsbegriff F_I in Verbindung gebracht, der eindeutig vom externen Funktionsbegriff F_E unterschieden werden muss. Nur F_F bezieht Gesichtspunkte außerhalb des Systems selbst in Betracht, bei den Artefakten die Absichten der Designer und Nutzer. Was passiert jedoch, wenn wir uns dazu entscheiden, nur die charakteristischen Tätigkeiten, also die untersuchten Phänomene als Ziele anzusprechen? Das wäre zwar schadlos, aber auch nutzlos, um Nagels Problem zu lösen: Indem wir das Phänomen als ein Ziel benennen, haben wir keine relevante Aussage über das zu analysierende System getroffen. Wir werden unmittelbar mit der Frage konfrontiert, was ein Ziel in Bezug auf Lebewesen von einem Nichtziel noch unterscheidet, wenn wir den Rahmen des Systems nicht verlassen.

Insgesamt ist der Begriff der Zielgerichtetheit damit zu voraussetzungsreich, um Nagels Problem in Bezug auf Funktionen F_C zu lösen: Verstanden als externe Teleologie verkennt der Verweis auf Zielgerichtetheit die Agenda der funktionalen Analyse. Als interne Teleologie reduziert sich Zielgerichtetheit bestenfalls auf eine hierarchische Organisation, wie sie von Davies (2001) beschrieben wird (Abschnitt 5.3.3).

5.4.6 Designkonzepte zur Einschränkung der funktionalen Analyse

Bisher habe ich drei Ansätze besprochen, um die funktionale Analyse auf bestimmte Systeme einzuschränken, denen wir intuitiv Funktionen zuschreiben. In diesen Fällen ging es darum, einen naturalisierten Designplan zu postulieren. Doch alle drei Ansätze erweisen sich als ungeeignet: Sowohl die *Intelligent Design*-Theorie als auch der Rückgriff auf ein naturphilosophisches Organismuskonzept genügen nicht den Ansprüchen naturwissenschaftlicher Fragestellungen. Die kybernetischen Ansätze von Nagel und Boorse können nur ungenügend abbilden, welchen Systemen wir Funktionen beilegen und welchen nicht.

Im Folgenden möchte ich zu zwei Ansätzen kommen, die ein naturalistisches Designkonzept formulieren: einerseits das Konzept eines Designprozesses von Kitcher (1993/1998) und das Konzept eines Systems mit Design von Krohs (2004). Das mentalistische Designkonzept hebt auf die Absichten von Designern ab. Ich gehe davon aus, dass sich darin die vorwissenschaftlichen Metaphern widerspiegeln, die gemeinhin mit diesem Ausdruck konnotiert werden. Im Gegensatz zum *intelligent design* meinen Kitcher (1993/1998) und Krohs (2004) etwas anderes, wenn sie „Design“ sagen. Beiden Autoren geht es ausschließlich um die Tatsache, dass Lebewesen Formen zeigen, die nicht zufällig durch das Walten der Naturkräfte entstehen, sondern Verwirklichungen eines Typs sind. Dennett (1995) bringt diese Verwendung des Wortes folgendermaßen auf den Punkt:

Before Darwin, the only model we had of a process by which this sort of R- and D-work [das für die Entstehung von Design notwendig ist] could be done was an Intelligent Artificer. What Darwin saw was that in principle the same work could be done by a different sort of process that distributed that work over huge amounts of time, by thriftily conserving the design work that had been accomplished at each stage, so that it didn't have to be done over again (Dennett, 1995, S. 68).

Lassen wir einmal außen vor, dass Dennett, bekannt für seine plastische Ausdrucksweise, hier einen mentalistischen Ausdruck (*design*) mit einem anderen zu erklären versucht (*R- and D-work*). Klar ist jedenfalls, dass wir im darwinistischen Zeitalter von Design reden können, ohne einen *Intelligent Artificer* zu implizieren.

Aber was unterscheidet nun in der Natur ein System mit Design von einem System ohne Design? Im Bereich der Artefakte lässt sich diese Frage einfach beantworten: Dort sichert der kausale Bezug zu einem Designplan (nicht zufällige Genese) diesen Unterschied. Kann es also ein Design nicht nur ohne Designer, sondern sogar ohne einen Designplan geben, der Normen setzt und eine besondere Art von Entstehungsprozess ermöglicht?

Kitcher und Krohs stehen für zwei Wege, wie Normsetzung und zweckmäßige Genese naturalisiert werden könnten. Kitcher und Dennett sehen einen bestimmten naturgeschichtlichen Prozess als ein entscheidendes Kriterium, um einem Typ von System ein Design und somit die Funktionen F_C zuzusprechen. Der Prozess, den Kitcher im Sinn hat, ist in der Natur das Wirken darwinische Selektionsmechanismen. Natürliche Selektion ist unabhängig von menschlichen Absichten und Designplänen eine Quelle von Design. Es ist üblich, dass eine funktionale Analyse diese Hintergrundannahmen nicht ausdrücklich benennt. Nichtsdestotrotz bestimmen sie, mit welchen Vorstellungen wir dem Gegenstand entgegentreten.

Selection, they [Biologen, die kausale Rollen erforschen] might say, is the background source of design here, but it need not be dragged into the foreground to raise questions that are irrelevant to the project they set for themselves (understanding the mechanism through which successful pumping is achieved) (Kitcher, 1993/1998, S. 494).

Eine ähnliche Richtung schlagen auch Allen and Bekoff (1995/1998) ein, um Design in der Biologie zu verstehen.

Trait T is naturally designed to do X if and only if

- i. *X is a biological function of T, and*
- ii. *T is the result of a process of change of anatomical or behavioural structure due to natural selection that has resulted in T being more optimal (or better adapted) for X than ancestral versions of T (Allen & Bekoff, 1995/1998, S. 578).*

Im Folgenden werde ich mich auf Kitcher beschränken, der im Gegensatz zu Allen und Bekoff sowie Lauder (1982/1998) davon ausgeht, dass wir Funktionalität im Hinblick auf Design verstehen sollten. Allen und Bekoff halten dieser Aussage entgegen, dass Funktionen auch für Merkmale ausgesagt werden sollten, die nicht design sind, d. h. keinen Adaptationsprozess durchlaufen haben. Lauder beschäftigt sich hingegen mit der Frage, wie ein ganz bestimmtes Design zu erklären wäre, etwa im Vergleich zu möglichen Alternativen. Dabei hebt er auf die Bedeutung von naturgeschichtlichen Erklärungen ab, nimmt sich aber keine Zeit, um Design als solches zu definieren oder gar für das Verständnis von biologischen Funktionen fruchtbar zu machen.¹³³

Im Gegensatz zu Kitcher sowie Allen und Bekoff nimmt Krohs (2004) Konzeption nicht etwa einen phylogenetischen Designprozess in den Blick, sondern die Ontogenese. Krohs selbst geht in einem späteren englischsprachigen Artikel auf den Unterschied zwischen seinem und Kitchers Ansatz ein.

The concept of design was usually explicated in terms of the evolutionary history of an organism [siehe Kitcher], or as merely designating its organization [siehe Davies], but these approaches did not prove successful. Instead, I will explicate functions with respect to the design as referred to in descriptions of the ontogeny of an organism (Krohs, 2009, S. 70).

Für ihn liegt die Besonderheit eines Systems mit Design nicht in der Selektionsgeschichte eines Typus, sondern bereits in der Tatsache, dass sie einem Typus angehören und diese „Typfixierung“ ein Teil des individuellen Entstehungsprozesses ist. Die Gegenstände der unbelebten Natur, also beispielsweise Flüsse, Berge oder Kieselsteine, sind laut Krohs eigenschaftsdeterminiert. Damit meint er, dass die internen Eigenschaften der Bausteine dieser Gegenstände, letztlich die Atome, dafür sorgen, dass diese Gegenstände so aufgebaut

¹³³ In der Tat ist Lauders Designbegriff noch weiter als der von Allen und Bekoff oder Kitcher. Es braucht für Lauder nicht einmal einen Designprozess, sondern nur eine Passung von Form und Funktion: „*In this paper I define design as the organization of biological structure in relation to an hypothesized function. Adaptation [following Lowentin, 1978; Cracraft, 1981] is restricted to features that have arisen by means of natural selection.*“ (Lauder, 1982/1998, S. 508)

sind, wie sie sind. Insofern identische innere Eigenschaften der Bausteine vorliegen, gleichen sich auch die Objekte, die aus diesen Bausteinen zusammengesetzt sind.

Krohs veranschaulicht das Prinzip der Eigenschaftsdeterminiertheit anhand eines Wasserstoffatoms: Ein Wasserstoffatom bildet sich aus einem Proton und einem Elektron. Ursache des Zusammenschlusses sind die Kräfte, die zwischen dem Proton und dem Elektron wirken, die wiederum in den Eigenschaften dieser Teilchen liegen. Das Gesamtobjekt ist durch die Eigenschaften der Teile determiniert. Ein weiteres Beispiel sind Salzkristalle anführen, deren Kristallstruktur durch die Eigenschaften der einzelnen Ionen bestimmt ist.

Die Gegenstände, mit denen die Biologie zu tun hat, sind hingegen typfixiert. Darunter versteht Krohs einen Gegenstand, dessen Teile eben nicht durch die Eigenschaften der Bestandteile bestimmt und angeordnet sind, sondern durch die Aktivität eines formgebenden Prozesses, der als *token* ausgewählt wurde.

(D) *Ein Design ist die Typfixierung einer komplexen Entität.*

(COM) *Eine komplexe Entität ist typfixiert gdw. [genau dann, wenn..., der Verf.] ihre Komponenten typfixiert sind.*

(TF) *Eine Komponente einer Entität ist typfixiert gdw. Sie als token ihres types und nicht lediglich wegen ihrer individuellen Eigenschaften Teil der Entität ist (Krohs, 2004, S. 82).*

Die dazugehörige Funktionsdefinition als genereller analytischer Funktionsbegriff lautet bei Krohs:

(gAF) *Zu ϕ -en ist eine Funktion eines Bestandteiles x einer komplexen Entität s mit Design D hinsichtlich einer Leistung Ψ von s*

gdw.

Zu ϕ -en ein Beitrag von x in s zu Ψ ist

und einige Bestandteile von s , die zu Ψ beitragen, in D typfixierte Komponenten von s sind (Krohs, 2004, S. 95).

Es ist wiederum Aufgabe der empirischen Wissenschaften zu zeigen, dass es eines der benötigten Designprinzipien gibt. Zwei Bedingungen spielen eine Rolle, deren Vorliegen empirisch aufgezeigt werden muss: Die *typfixation token link*-Bedingung und die *assembly*-Bedingung. Die erste Bedingung erklärt, nach welchem naturwissenschaftlich beschreibbaren Prinzip ein *token* als solcher ausgewählt wird, während die zweite Bedingung beschreibt, wie ein typfixierter Gegenstand konkret zusammengesetzt wird. Den *typfixation token link* liefern bei Artefakten die Konventionen, wie sie etwa in Designplänen niedergelegt sind, während im Falle der Lebewesen genetische Informationen diese Aufgabe übernehmen.¹³⁴ Der *assembly* der Artefakte stützt sich offensichtlich auf die notwendigen handwerklichen oder industriellen Herstellungsprozesse, angeleitet durch den oben angeführten Designplan. Analog dazu führen die physiologischen Abläufe innerhalb der Lebewesen zum Selbstaufbau des Organismus, der vom genetischen Code orchestriert wird. In beiden Fällen müsse eine Erklärung der

134 Die Ähnlichkeit zu Mayrs Begriff des Programms, welches teleonomische Systeme steuert, ist auffällig (1998).

Anwesenheit eines (technischen oder biologischen) Merkmals innerhalb eines (technischen oder organismischen) Systems auf seine Rolle als Instanziierung eines allgemeinen Typus verweisen. Dadurch unterscheiden sich laut Krohs sowohl Organismen als auch Artefakte von den Gegenständen der unbelebten Natur, deren Entstehung er als durch ihre physikalischen Eigenschaften determiniert bezeichnet. Als Beispiel wählt Krohs wiederum Wasserstoffatome: Die einzelnen Atome sind zwar *token* eines *types*, aber davon hängt nicht viel ab: Zur Erklärung des Aufbaus des einzelnen Atoms ist es unerheblich, dass es Mitglied eines *types* ist. Bei Lebewesen und Artefakten ist das anders. Diese Gegenstände entstehen nicht notwendig aufgrund der Eigenschaften ihrer Teile, sondern aufgrund der Aktivität einer Typfixiertheit. Beispielsweise ist ein Protein nicht deswegen Bestandteil des Metabolismus, weil es bestimmte molekulare Eigenschaften aufweist, sondern weil es im *assembly*-Prozess der Proteinbiosynthese und mithilfe eines *typefixiation token links* (genetische Translation, tRNA, Ribosomen usw.) erzeugt wurde.

Krohs möchte nicht in einer Art und Weise missverstanden werden, dass das designte Objekt und die Quelle der Typfixiertheit unterschiedlichen ontologischen Kategorien angehören. Dieser Hinweis ist deshalb wichtig, weil in der Teleologie menschlicher Absichten die mentalen Vorgänge mutmaßlich anderen ontologischen Kategorien angehören als etwa die Artefakte, die aus diesen Absichten hervorgehen. Es gibt jedoch keinen Anlass, dem DNA-Molekül einen anderen ontologischen Status (etwa einen geistigen, intentionalen o.ä.) zu verleihen als dem Proteinmolekül, weil Biologen das eine als Designursache des anderen beschreiben. Beide sind ontologisch betrachtet organische Moleküle. Eventuelle strukturchemische Unterschiede haben nichts mit den Beschreibungen innerhalb von Design zu tun.

Der Unterschied liegt auf der Beschreibungsebene: Biologische Prozesse und Merkmale können im physikalisch-chemischen Sinne oder funktional beschrieben werden. Krohs widmet dem Unterschied zwischen den beiden Beschreibungsebenen viel Aufmerksamkeit. Für ihn lässt sich der Unterschied zwischen beiden Beschreibungsweisen im Unterschied zwischen sogenannten konservativen und nicht konservativen Modellen eines Systems verstehen. Der Ausdruck „konservativ“ wird in seinem physikalischen Sinne als Energieerhaltung verwendet: Eine Beschreibung ist dann konservativ, wenn innerhalb der Beschreibung die Erhaltung von Masse und Energie ausgewiesen wird. In nicht konservativen Modellen hingegen spielt dieser Aspekt des Systems keine Rolle. Funktionale Beschreibungen, aber auch informationstheoretische Modelle fallen in diese Kategorie.

Unter Berufung auf die wissenschaftstheoretische Richtung des Strukturalismus (Andreas & Zenker, 2014) beschreibt Krohs biologische Merkmale als zweiseitige Theorieelemente. Im Vokabular des Strukturalismus bezeichnet Theorieelement eine mathematische Beschreibung (Theoriekern) und eine Anzahl „intendierter Anwendungen“ für diesen Kern. Ein zweiseitiges Theorieelement liegt nun vor, falls es aus zwei Modellen besteht, die miteinander korrespondieren, wenn also Prozesse oder Strukturen beschrieben werden, „deren physische Realisierung identisch ist“ (Krohs, 2004, S. 172). So ist die physische Realisierung der Wirkungsweise des Auxins identisch, unabhängig von der Frage, ob wir das Geschehen mit funktional-teleologischen Ausdrücken (Signalweiterleitung, Wachstumsförderung, Aktivierung) oder mit ausschließlich biochemischen Begriffen beschreiben. Es kann das

funktionalistische, nicht-konservative Modell allerdings nicht verlustfrei auf das physikalisch-konservative Theorieelement reduziert werden. Vielmehr steuern wir mit unseren Forschungsinteressen immer schon Konzepte wie den *typefixation token link* oder *assembly* bei und Erklärungsabsichten sind bestimmten Vorgängen in der Natur diese Zuschreibungen bereits beigelegt. Unsere Absichten bestimmen die Wahl der Theorieelemente. Sowohl das Modell der Funktionsbeschreibung biologischer Merkmale aufgrund eines Designs als auch das Modell einer physikalisch-konservativen Beschreibung desselben Merkmals stehen je nach Forschungsabsicht der Wissenschaftler gleichberechtigt nebeneinander. Die Wahl zwischen den Modellen entscheidet sich nicht allein an der „Natur der Sache“.

Es bleibt also auch bei Krohs, so wie bereits Vermaas (2009) befürchtet hat: Funktionen innerhalb eines Systems, die zur Erreichung eines bereits festgelegten Phänomens beitragen, sind epistemisch objektiv. Die Entscheidung welches Phänomen (bei Artefakten: charakteristische Tätigkeit) wir überhaupt einer funktionalen Analyse unterziehen, ist jedoch epistemisch subjektiv. Sie ist nicht schlechthin wahr oder falsch, sondern Sache einer mehr oder weniger gut passenden Deutung. Krohs argumentiert dafür, anzuerkennen, dass unterschiedliche Modelle der identischen physischen Realisierung möglich sind, ohne dass eines der beiden Modelle defizitär gegenüber dem anderen ist. Ein Maßstab dafür, welche Modelle für einen bestimmten Sachverhalt angemessen sind, ergibt sich aus dem Gebot der Korrespondenz. Ontologische Subjektivität ist nicht gleichbedeutend mit Willkür und Beliebigkeit der Modellbildung: Aufgrund der ontologischen Subjektivität muss zwar kein System funktional beurteilt werden, es kann auch aber nicht jedes beliebige System funktional beurteilt werden, denn nicht überall finden sich die beiden von Krohs formulierten Bedingungen.

Wir haben es also insgesamt mit zwei Lösungen für die Suche nach einem natürlichen Design zu tun. Für Kitcher gilt sinngemäß:

(D_{ph}): Design ist die Formgebung eines Systems, die durch einen phylogenetischen Designprozess entstanden ist.

Demgegenüber lautet Krohs Bestimmung von Design wiederum paraphrasiert:

(D_{on}): Design ist die Formgebung eines Systems, die durch einen ontogenetischen Designprozess entstanden ist.

5.4.7 Krohs Designbegriff und externe Normsetzung

Wir können die beiden Designansätze von Krohs und Kitcher als Versuch verstehen, gewisse metaphorische Implikationen der Artefaktmetapher in die Konzeption der Funktionen F_c einzuführen. Um welche Implikationen handelt es sich dabei im Einzelnen? Die Implikationen von Krohs und Kitcher scheitern an gewissen Grenzfällen, sodass keiner der beiden Ansätze beanspruchen kann, die teleologische Sprache der Biologie vollständig naturalisiert zu haben. Krohs bleibt mit den von ihm genannten Bedingungen innerhalb des Bereichs des internen Funktionsbegriffs für Artefakte F_i . Die von ihm geforderte Bedingung des *type token fixation* ist eine technisch-wissenschaftlich klingende Parallele zum teleologischen Motiv der internen Normsetzung durch einen Designplan: Im Bereich der Artefakte werden im Designplan bestimmte geistige Rollen definiert, die im konkreten Gegenstand von bestimmten physischen Gegenständen erfüllt werden. Durch diese Rollenzuweisung werden gleichzeitig Normen

gesetzt, wann ein Gegenstand in seiner Rolle erfolgreich ist (seine Funktion erfüllt) und wann nicht. Krohs selbst illustriert dieses Bild vom Designplan mit der Festlegung auf eine bestimmte Schraubengröße in einer Maschine: Der Designplan gibt eine gewisse Sollgröße für die Schrauben vor, aber unbestimmt viele einzelne Schrauben könnten diese Rolle einnehmen. Zudem existiert innerhalb der vorgegebenen Norm auch noch ein gewisser Spielraum, da eine im Designplan angegebene Norm weder unendlich präzise sein kann noch muss. Vielmehr ergibt sich aufgrund der unvermeidlichen Unterbestimmtheit der Norm überhaupt erst die Möglichkeit für funktionale Äquivalente.

Auch das Motiv der internen zweckgeleiteten Genese findet sich bei Krohs wieder. Dieser Aspekt der Teleologie verlangt, dass der Designplan auf „die richtige Art und Weise“ die Gestalt des Einzelgegenstands bestimmt. Im Bereich der Artefakte war dies die Herstellungshandlung anhand des Designplans. Dieses teleologische Motiv verbirgt sich hinter Krohs Formulierung der *assembly*-Bedingung, als eines ebenfalls designten Vorgangs, bei dem ein Gegenstand als *token* eines *types* rekrutiert und in das System integriert wird. Gemeint ist z. B. der Einbau einer konkreten Aminosäure als Vertreterin eines Aminosäuretyps in die Primärstruktur eines Proteins. Die einzelne Aminosäure hat für Krohs ihren Platz in der Peptidsequenz, weil sie von der *assembly*-Maschinerie als Vertreterin (*token*) eines *types* eingebaut wurde.

Offensichtlich ist damit etwas anderes gemeint, als wenn wir feststellen, ein Hersteller wendet ein Design als geistigen Inhalt an oder Gene verursachen durch gewisse molekulare Vorgänge einen Phänotyp. Dieser Unterschied ist aber für die Naturalisierung nachrangig. Dort geht es darum, mentalistische Bedeutungen von allgemeinsprachlichen Ausdrucksweisen durch naturwissenschaftliche und quasinaturwissenschaftliche zu ersetzen und die Ausdrücke selbst aber unangetastet zu lassen. Es spielt für die Naturalisierung keine Rolle, ob die Norm des natürlichen Designs etwas gänzlich anderes ist als die Norm, die von einem Menschen gesetzt wurde. Je mehr Distanz zwischen der naiven mentalistischen Semantik eines Ausdrucks und seiner neuen naturalistischen Form zurückgelegt wurde, ohne die Extension des Ausdrucks währenddessen ändern zu müssen, desto erfolgreicher war die Naturalisierung.

Eine große Distanz ist in der Tat zurückgelegt worden: Bei den Artefakten begründete der epistemisch objektive geistige Inhalt des Designplans die Normen, die funktionalen Kategorien und die Möglichkeit der zweckgeleiteten Genese. Bei den biologischen Fällen scheint es aber umgekehrt zu sein. Krohs führt den Begriff des Designs erst ein, wenn gewisse naturwissenschaftlich beschreibbare Bedingungen gegeben sind. Das biologische Design ist ein Interpretationsmodell der vorzufindenden Tatsachen und nicht bereits selbst eine solche Tatsache wie der Designplan für die Artefakte. Design kann in der Biologie lediglich epistemisch subjektiv sein.

Krohs selbst sieht diesen epistemischen Unterschied allerdings nicht deutlich genug. In beiden Fällen, dem absichtsvollen und dem biologischen Design, kann in seinen Augen eine einheitliche abstrakte Theorie des Designs angenommen werden, die deduktiv und auf gleicher Augenhöhe auf die beiden Anwendungsgebiete der Artefakte und biologischen Systeme bezogen wird (Krohs, 2004, S. 183).

Das Design und die Funktionen F_c (bei Krohs analytische Funktionen genannt) sind für ihn weiterhin frei Teleologie, weil sie keinen Bezug auf geistige Zwecke und Absichten nehmen. Krohs meint auf externe Teleologie, wenn er Teleologiefreiheit in Anspruch nimmt. Damit ist für ihn auch das Auftreten von Design überhaupt unabhängig von Absichten ganz unabhängig von der Domäne. Es mag zwar sein, dass ein Design von Designern intendiert wurde, für das Wesen des Designs selbst spielt dieser Aspekt aber laut Krohs keine Rolle. Auf einer metaphysischen Ebene gibt es zwischen beiden Designarten keinen Unterschied. Dies ist eine bemerkenswerte Umkehrung der traditionellen, vor-modernen Vorstellungen: Dort waren beide Designarten ebenfalls gleichartig, aber beide metaphysisch auf Absichten oder allgemein auf den Geist (als Gott, Logos usw.) bezogen. Hier wird zwar erneut Gleichartigkeit unterstellt, jedoch in beiden Fällen ohne Geistigkeit.

Gestehen wir erst einmal zu, dass Naturalisierung verlangt, zwei Designbegriffe mit völlig anderem epistemischem Status als Fälle eines gleichartigen Designprinzips aufzufassen. Dann stellt sich jedoch die Frage, ob Krohs mit seinem Versuch, Design zu naturalisieren, überhaupt die teleologische Sprache in der Biologie einfangen kann? Wenn ihm das gelingt, dann können wir die epistemischen Unterschiede zwischen beiden Arten von Design akzeptieren. Ich möchte nun zeigen, dass es Krohs leider nicht gelingt, unsere Intuitionen einzufangen. Er hat die Rechnung ohne die externe Normsetzung von Funktionsaussagen gemacht.

Die Motivation von Krohs ist zunächst einmal lobenswert: Indem er die Funktionen F_c ausdrücklich von externer Teleologie distanziert, macht er den Anspruch einer naturwissenschaftlichen Biologie deutlich, um unbelastet von einer voraussetzungsreichen Naturphilosophie oder Religion über biologische Funktionen sprechen zu können. Dies ist insbesondere wertvoll, um den Unterschied zu pseudonaturalistischen Ansätzen wie *intelligent design* (Abschnitt 5.4.3) oder einem neokantianischen Organismuskonzept (Abschnitt 5.4.4) zu markieren. Beide Ansätze reicherten die biologische Praxis des Erklärens, Prognostizierens und Beeinflussens mit zusätzlichen Prämissen an, die der biologischen Praxis äußerlich sind. Krohs vermeidet diesen Erklärungsansatz und insofern erreicht er eine der beiden Anforderungen, nämlich die Ausweisung eines naturwissenschaftlich angemessenen Sachverhalts, um Nagels Frage zu beantworten.

Ich möchte die Wichtigkeit dieser Abgrenzung an zwei Beispielen aus der Literatur illustrieren: Die Trennung von der (externen) Teleologie scheint in beiden Fällen tatsächlich intuitiv nahegelegt zu werden. Es handelt sich um das Gedankenexperiment des *accidental double* (Bigelow & Pargetter, 1987/1998; Boorse, 1976; R. G. Millikan, 1989/1998) und um den Fall des *hopeful monsters* (Goldschmidt, 1952; Gould & Vrba, 1982/1998). Beide Fälle geben Krohs Recht, wenn er die Freiheit des Funktionsbegriffs F_c von außerbiologischen Prämissen, insbesondere einer externen Teleologie, betont.

Accidental double: Stellen wir uns vor, ein Löwe würde durch einen bizarren kosmischen Zufall, etwa eine Quantenfluktuation, spontan noch einmal erscheinen. Diese Laune der Natur soll sich aus einem ungeheuren Zufall heraus, so das Szenario, in nichts von seinen evolutionär entstandenen „Artgenossen“ unterscheiden, insbesondere sollen alle Organe ihre Arbeit ebenso verrichten wie beim Original und auch alle Verhaltensweisen exakt gleich sein. Das wundersame Wesen wäre also ein vollkommener, wenn auch zufälliger Doppelgänger

(*accidental double*) des Originals.¹³⁵ Sind wir nicht geneigt, den voll funktionstüchtigen Organen dieses Doppelgängers ebenso selbstverständlich Funktionen zuzuschreiben, wie wir es auch bei den evolutionär entstandenen Lebewesen machen würden? Vor diesem Hintergrund erscheint eine Verweigerung, bloß weil der *accidental double* nicht die üblichen Vorstellungen über die Entstehung von Lebewesen erfüllt, willkürlich und dadurch letztlich illegitim. McLaughlin drückt es wie folgt aus:

There is apparently something about the (everyday) attribution of functions to traits of organisms that is independent of their evolutionary past and future, because there is no doubt about what is the function of the swamp mule's heart (McLaughlin, 2001, S. 89).

McLaughlin spitzt das Gedankenspiel noch einmal zu, indem er die Prämisse hinzufügt, das *accidental double* sei unfruchtbar (wie ein Maultier, daher *swamp mule*). Dadurch hat das *double* definitionsgemäß eine biologische Fitness von null. Der Grundgedanke des *accidental double* ist deshalb so relevant, weil er die Vorstellung einer externen zweckmäßigen Genese probeweise aus unseren Hintergrundannahmen entfernt. Entscheidend für McLaughlins Variante ist nun jedoch, dass durch diese Zusatzprämisse noch ein zweiter Aspekt der externen Teleologie zumindest abgeschwächt wird, nämlich die externe Normsetzung. Metaphorisch begegnete uns Fortpflanzung als „Zweck“, d. h. als eine externe Norm der Lebewesen. Diese Funktion, dem Fortpflanzungserfolg zu dienen, kann also hier nicht mehr ausgesagt werden. Lediglich die Selbsterhaltung kann noch die Rolle einer natürlichen Norm für das unfruchtbare *swamp mule* spielen. Nichtsdestotrotz würden wir auch den Merkmalen des *swamp mule* noch die Funktionen F_C zuschreiben, obwohl nun sowohl die zweckmäßige Genese (durch die zufällige Entstehung) als auch eine bestimmte Form der Normsetzung (durch die Unfruchtbarkeit) ausgeschaltet sind. Krohs kann unsere Intuitionen gut einfangen. Ob mit oder ohne evolutionäre Vergangenheit, ob fruchtbar oder steril, solange das System Krohs Bedingungen erfüllt, besitzt es Design und somit Funktionen.

Ähnlich plausibel ist Krohs beim *hopeful monster*: Das verheißungsvolle Ungetüm ist ein Begriff, der im 20. Jahrhundert vom Biologen Richard Goldschmidt geprägt wurde. Er stand ursprünglich für die Hypothese der saltatorischen Evolution, also jener Vorstellung, nach der

135 Oft wird dieses Gedankenspiel mit Donald Davidsons sogenanntem *swamp man*-Argument aus der Philosophie des Geistes verglichen, bei dem ebenfalls ein perfekter Doppelgänger entsteht (Davidson, 1987). Meines Wissens hat Mitchell (1995/1998) zuerst auf diese Verbindung hingewiesen. Die Intention jenes Szenarios ist, obwohl aus einem anderen Themengebiet auf einer recht abstrakten Ebene sogar vergleichbar mit dem *accidental double* der Funktionsdebatte: Für Davidson ergab sich der irritierende Schluss, dass das identische Gehirn des *swamp man* zwar zu gleichartigen mentalen Zuständen und Verhaltensweisen führen würde, er aber dennoch keine Gedanken „über etwas“ haben könne, weil er definitionsgemäß ja gerade erst entstanden ist und real noch nichts kennengelernt hat. Der Gedankengang ist Teil des semantischen Externalismus, also der Behauptung eines sprachlichen Ausdrucks: „*just ain't in the head*“ (Putnam, 1975). Sowohl bei Davidson als auch beim hier beschriebenen Gedankenspiel geht es also um eine Problematisierung der Rolle, die die Entstehungsgeschichte für die Einordnung eines Gegenstands spielen sollte. Hier geht es um die Naturgeschichte biologischer Merkmale, dort um die individuelle oder kulturelle Geschichte von mentalen und sprachlichen Zuständen.

die Entstehung von Spezies und insbesondere höherer Taxa nicht langsam und kontinuierlich vonstattengeht, sondern in dramatischen Sprüngen, die sich Goldschmidt als eine radikale Strukturveränderung von einer Generation auf die andere vorstellte (Goldschmidt, 1952). Als verheißungsvoll ist eine solche Laune der Natur anzusehen, wenn sie zufälligerweise Merkmale zeigt, die ihr eine Verbesserung der biologischen Fitness verleihen. Hier soll nicht entschieden werden, ob und unter welchen Bedingungen solche tiefgreifenden Veränderungen in der Naturgeschichte tatsächlich stattgefunden haben mögen und welche Rolle sie bei der Entstehung biologischer Vielfalt spielten (vgl. dazu Theißen (2009)). Für die vorliegende Arbeit ist auch nicht wichtig, wie umfassend die Veränderung eines möglichen *hopeful monsters* gegenüber der Ursprungsspezies tatsächlich ist. Entscheidend ist für die Verwendung dieses Begriffs als Gedankenspiel bloß, dass die neuen Merkmale des *hopeful monster* übergangslos entstehen. Hier stellt sich, ähnlich wie bei *accidental double*, die Frage, ob diese neuen Merkmale, die ihre Existenz dem Zufall der Mutation verdanken, auch Funktionen haben, sofern sie dem Lebewesen für seinen Reproduktionserfolg nützlich sind. Intuitiv würden wir jedoch behaupten: Das neue Merkmal hat als Funktion den Nutzen, den er dem Lebewesen verleiht. Auch hier würde die Unfruchtbarkeit des Organismus keine wesentlichen Änderungen herbeiführen. Da das neue Merkmal durch eine Veränderung der Gene hervorgebracht wird und auch sonst den Bedingungen von *typefixation token link* und *assembly* folgt, zeigt sich erneut, dass Krohs Konzept einer Freiheit von externer Teleologie unseren Intuitionen gerecht wird und wir uns guten Gewissens auf die internen Konzepte von Design beschränken können.

Nichtsdestotrotz macht es sich Krohs zu einfach, wenn er dem Designkonzept *per se* Teleologiefreiheit attestiert. In beiden beschriebenen Fällen ist nämlich von mehr die Rede als von den Funktionen F_C . In beiden Fällen wird zumindest eine Art der externen Normsetzung benötigt, um Funktionen auszusagen, nämlich die Norm der Selbsterhaltung. Dies wird erkennbar, wenn wir den beschriebenen Fall des *hopeful monsters* einmal umkehren: Nehmen wir an anstelle einer nützlichen Mutation ergäbe sich eine schädliche Veränderung des Phänotyps, die die Überlebenschancen des Trägers reduzieren würde. So gleichgültig wie komplex und hierarchisch organisiert die Struktur des neu entstandenen Phänomens ist, solange sie dem Lebewesen insgesamt schadet und seine Überlebenschancen verringert, wären wir nicht bereit, dem Phänomen eine Funktion zuzusprechen. Die Beispiele des *segregation distorters* und der Krebsorgane führen uns genau dieses Kriterium der Nützlichkeit zum Überleben vor Augen. Auch Krohs Konzeption aus *typefixation token link* und *assembly* kann diese grundsätzliche Unterscheidung nicht aufheben. Sowohl bei den *segregation distorters* als auch bei den Krebsorganen und den hypothetischen schädlichen Mutationen gelten weiterhin beide Bedingungen. Alle drei Fälle werden durch Gene bestimmt (*typefixation token link*) und alle drei Fälle kennen Transkription und Translation in Proteinform (*assembly*). Warum sollten wir das ursprüngliche Allel eines Gens als *link* gelten lassen, die mutierte Form jedoch nicht, wenn wir die Nützlichkeit des Merkmals für das Überleben aus dem Spiel lassen?

Im Bereich der Artefakte brachte der Bezug zu den Absichten der Designer die externe Normativität ins Spiel. Aus diesem Grund sind wir auch bei der metaphorischen Übertragung

auf Lebewesen geneigt, eine solche Absicht in Form von Selbsterhaltung anzunehmen. Aber wie sollten wir aus einer naturwissenschaftlichen Sicht diese Zuschreibung rechtfertigen? Wir können gewiss nicht behaupten, Lebewesen besitzen einen Willen, einen Wunsch oder gar eine Absicht zu überleben. Allenfalls können wir vermuten, dass Wirbeltiere eine Art Furcht verspüren, die wir Menschen mit einer Angst vor dem Tode und dem Wunsch assoziieren zu leben. Erstens ist diese Annahme sicherlich nicht gleichzusetzen mit dem recht abstrakten menschlichen Wunsch, nicht zu sterben, und zweitens ist dieser Aspekt ohnehin nur in Bezug auf einen kleinen Ausschnitt der belebten Natur anwendbar.

Insgesamt gelingt es Krohs, die interne Teleologie aus seinem Funktionsbegriff durch biologische Sachverhalte zu ersetzen, d. h. zu naturalisieren. Damit ist für ihn auch die Notwendigkeit aufgehoben, das Design wiederum an externe zweckmäßige Genese zurückzubinden. Dies zeigte sich im Umgang mit *accidental double* und *hopeful monster*. Im Gegensatz dazu schafft es Krohs nicht, ein naturalisierendes Gegenstück zur externen Normsetzung zu liefern.

5.4.8 Kitchers Designbegriff und externe Normsetzung

Kommen wir nun zu Kitcher. Bei ihm verhält es sich anders als bei Krohs: Er kann mit seinem naturgeschichtlichen Ansatz ein Kriterium liefern, das in der Biologie an die Stelle von externer Normsetzung und externer zweckmäßiger Genese tritt. In Bezug auf Selektionsprozesse wird aus dem bewussten Designprozess des Artefaktes der unbewusste, naturhafte Adaptionsprozess der Fortpflanzungs- und Selektionsgemeinschaft. Dies naturalisiert die zweckmäßige Genese. Weiterhin wird die normsetzende Absicht, d. h. die metaphorisch implizierte Absicht des Lebewesens zu überleben, zur faktischen Reproduktion der Überlebenden im Selektionsprozess naturalisiert. Beide, mentale Absicht und naturgeschichtlicher Prozess, können die Genese ihres jeweiligen Gegenstands erklären, sodass beide auch eine gleichartige formale Position in Erklärungszusammenhängen einnehmen können. So können wir mit Kitcher feststellen, dass die Evolution die Normen des Überlebens und der Fortpflanzung setzt und sie das Design der Arten nach diesen Normen formt. Im Zusammenhang mit Krohs habe ich bereits beschrieben, dass damit natürlich eine dramatische Bedeutungsverschiebung der Worte „Norm“ und „Design“ stattgefunden hat, die aber der Agenda der Naturalisierung durchaus entspricht.

Eine solche Verschiebung können wir auch im Bereich der internen Teleologie beobachten: Der Selektionsprozess führt zur Artbildung, wie es bereits im Titel von Darwins Buch heißt: „*The Origin of Species through Means of Natural Selection*“. Die durch Selektion geformte Gestalt (das „natürliche Design“) ist normsetzend, weil sie auf nicht zufällige Weise, sondern durch die Kräfte der Phylogenese und Ontogenese entstanden ist. Die Bezugnahme auf die Adaptionsgeschichte erlaubt eine Art von Diskriminierbarkeit zwischen wohlgeformten und missgebildeten oder kranken Individuen und Merkmalen: Was durch die Selektion geformt wurde, ist wohlgeformt, was auf Mutation oder spezielle Umstände während der Ontogenese zurückzuführen ist, muss als deformiert oder krankhaft angesehen werden. Die Parallelität mit dem Designprozess von Artefakten liegt auf der Hand. Auch dieser Prozess lässt das Design des Artefakts entstehen und grenzt damit die im Design niedergelegte Gestalt von möglichen

anderen Gestalten des Artefakts ab, die als defekt, fehlerhaft und misslungen gelten, weil sie den Normen des Designs nicht gerecht werden.

Was genau ist gegen eine derartige Verschiebung der Bedeutung einzuwenden? Bei Krohs habe ich bereits auf den unterschiedlichen epistemischen Status des Designs von Artefakten und von biologischen Systemen verwiesen. Bei Artefakten bestimmen die Angaben des Designplans und letztlich die Vorstellungen seiner Autoren die Natur des Designs. Dadurch sind beim *reverse engineering* die funktionalen Deutungen des Artefakts und seiner Bestandteile entweder richtig oder falsch. In der Biologie sind Designzuschreibungen hingegen stets diskutabel, weil es keinen Designplan gibt, der alle davon abweichenden Deutungen, etwa beim „*reverse engineering*“, in der Biologie eindeutig falsch macht. In der Unterscheidung von Searle habe ich von einem epistemischen Unterschied gesprochen: Das Design von Artefakten ist epistemisch objektiv. Das Design, das ein Produkt des Selektionsprozesses ist, muss hingegen eine Interpretation und Zuschreibung der Menschen bleiben. Diese Interpretation ist im besten Fall konsequent durchdacht und wissenschaftlich fruchtbar, aber kann nicht den Anspruch erheben, außerhalb des Sprachrahmens der Interpretation eine Realität zu besitzen. Diese Fälle nennt Searle epistemisch subjektiv.

Kitcher tappt in die gleiche Falle wie Krohs, die gerade beschriebenen Unterschiede zwischen beiden Bereichen zu übersehen. Vergessen wir nicht, dass wir es erneut mit einer menschlichen Deutung auf das Naturgeschehen zu tun haben: Bei Krohs habe ich bereits angemerkt, dass das Design eines Artefakts eine Tatsache in Bezug auf den Geist des Designers ist, zumindest sofern wir überhaupt in der bevorzugten Metaphysik geistige Tatsachen als real akzeptieren.

Intuitionen benötigen über die Funktionen F_C keinen Bezug auf eine bestimmte Genese. Der Fall des *accidental doubles* und des *hopeful monsters* scheint diese Annahme zu bestätigen. In beiden Fällen sprechen wir dem *double* bzw. dem neuartigen Merkmal Funktionen zu, obwohl wir es in beiden Fällen nicht mit einer zweckgeleiteten Genese zu tun haben.

Es existieren jedoch auch andersgelagerte Intuitionen, die Kitcher unterstützen. Erinnern wir uns an die psychologischen Forschungsergebnisse zu teleologischen Erklärungen, die ich am Anfang meiner Arbeit (Abschnitt 1.2) vorgestellt habe: In den einschlägigen Untersuchungen zeigte sich, dass die Probanden geneigt waren, teleologische Ausdrucksweisen zu verwenden, falls das Vorhandensein des betreffenden Gegenstands durch eine NICE-Geschichte (nicht intentionale Konsequenzätiologie) erklärt wird. Diese Aussage widerspricht der Stoßrichtung der Gedankenexperimente, die aufzeigen sollten, dass die Entstehungsgeschichte gerade keinen Einfluss auf die Zuweisung von Funktionen hat. Es hat den Anschein, als gäbe es zwei Intuitionen, die je nach Empfinden des einen oder anderen Philosophen stärker oder schwächer ausfallen können. Menschliche Absichten waren dazu ausdrücklich nicht erforderlich.

Aus der Sicht von Kitcher kann es sogar eine plausible Erklärung geben, warum wir entgegen den sonstigen kognitiven Gewohnheiten dem *accidental double* oder dem *hopeful monster* Funktionen zuschreiben: Beide Individuen werden intuitiv als Vertreter einer Art gelesen, der sie jedoch streng genommen gar nicht (mehr) angehören. Laut dem überwiegend akzeptierten Begriff ist eine biologische Spezies eine Fortpflanzungsgemeinschaft. Diese Definition steht im

Widerspruch zu traditionellen Auffassungen, die eine Art durch eine Liste essenzieller Artmerkmale bestimmen wollten. Sind einschlägige Merkmale vorhanden, handelt es sich bei dem Wesen um ein Mitglied der entsprechenden Art. Etwaige Abweichungen sind dann wortwörtlich Entartungen und haben den Charakter von Krankheiten oder Missbildungen.

Eine mendelsche Population ist eine reproduktive Gemeinschaft sexuell sich untereinander kreuzender Individuen, die sich in [!] einen gemeinsamen Genpool teilen...Die biologische Spezies ist die größte und in sich geschlossene Mendelsche Population (Dobzhansky, 1951, S. 577) zitiert nach Mayr (1988/1991a, S. 234-235).

Für das vorliegende Beispiel bedeutet diese moderne Speziesdefinition, dass prinzipiell kein spontan entstandenes Wesen ein Mitglied einer bereits existierenden Art sein kann. Die *accidental doubles* sind per Definition Unikate, deren Ähnlichkeit mit den Wesen einer bestehenden Spezies zwar verblüffend, aber nichtsdestoweniger zufällig ist. Diese Aussage widerstrebt unseren Intuitionen, wonach zwei Dinge, die sich gleichen, zur gleichen Art (im Alltagssprachlichen Sinne) gehören. Diese Spannung zwischen dem alltäglichen Begriff der Art (in der englischsprachlichen philosophischen Literatur überwiegend als *kind* bezeichnet) und dem fachwissenschaftlichen Speziesverständnis der Biologen führt bei der Taxonomie zu verwirrenden Inkonsistenzen, wie sich im Fall biologischer Analogien zeigt. Gemeint sind Merkmale von nicht verwandten Spezies, die sich dennoch in ihrer Funktion und in ihrer Form auffallend ähneln. Als Beispiel kann der tasmanische Wolf (*Thylacinus cynocephalus*) dienen. Anders als der Name vermuten lässt, handelt es sich nicht um einen Verwandten des aus Europa bekannten Wolfes (*canis lupus*), sondern um einen Angehörigen der Klasse der Beuteltiere. Durch konvergente Evolution entstanden zwei Arten, deren Ähnlichkeit im Körperbau täuschend ist und zur Benennung des Beutelwolfes als Wolf geführt bzw. „verleitet“ hat. Die linneische Speziesbezeichnung enthüllt die verwandtschaftliche Entfernung beider Arten.

Krohs hat nicht die externe Normativität von Funktionszuschreibungen berücksichtigt. Wir erinnern uns, dass laut unserer Intuitionen eine externe Normativität erforderlich ist, die einen Bezug zum Nutzen des Merkmals herstellt. Anderenfalls müssten wir auch schädliche Effekte als Funktionen ansprechen. Kitcher scheint diese Verbindung in naturalisierter Form tatsächlich herzustellen, indem er den Selektivitätsprozess die Normen setzen lässt. Leider verfehlt Kitcher damit bereits die Aufgabe, die ich an ihn herangetragen habe: Es geht dabei um die Frage, welche wissenschaftsimmanenten Qualifikationen wir heranziehen könnten, um die Zuschreibung von Funktionen F_C zu rechtfertigen und intuitiv falsche Zuschreibungen auszuschließen. Kitcher liefert zwar derartige Zusatzbedingungen, aber der Funktionsbegriff, auf den er sich einlässt, ist nicht mehr F_C . Wir erinnern uns, dass F_C zur Benennung von kausalen Rollen in hierarchisch organisierten *token*-Systemen dient (Abschnitt 5.3). Wenn also eine externe Normativität als einschränkender Aspekt ins Spiel kommen soll, dann muss sie diese Funktionen bekräftigen können. Wir haben aber immer wieder biologische Fälle vor uns, wo Naturgeschichte und gegenwärtige kausale Rollen auseinanderfallen, wie insbesondere im

Fall der Rudimente. Rudimente haben zwar eine Selektionsgeschichte hinter sich, die ihr Vorhandensein erklärt. Nichtsdestotrotz verfügen sie nicht mehr über kausale Rollen innerhalb des Organismus. Kitcher würde ihnen daher Funktionen zuschreiben, die sich jedoch nicht mehr unter F_C fassen lassen. *Hopeful monsters* zeigen uns den entgegengesetzten Fall. Hier würden wir zwar von kausalen Rollen sprechen, die Kitcher aber ohne eine Selektionsgeschichte nicht anerkennen könnte.

Kitcher und Krohs gelingt es nicht, die externe Normsetzung naturalistisch einzufangen, die intuitiv mit F_C verbunden ist. Krohs versucht es gar nicht, sondern möchte seinen Ansatz als ausdrücklich nicht teleologisch verstanden wissen. Kitcher bietet hingegen ein Kriterium an, das aber nicht auf F_C gemünzt ist, sondern einen andersartigen Funktionsbegriff begründet.

5.4.9 Befreiung von Nagels Frage

Abschnitt 5.4 befasst sich mit Nagels Frage, wie sie von Woodfield (1976) mit Verweis auf E. Nagel (1953) vorgestellt wurde: Welches naturwissenschaftliche Kriterium können wir anlegen, um bestimmten Phänomenen und Systemen in der Biologie Funktionen (hier Funktionen F_C) zuzusprechen? Keiner der Versuche ist überzeugend. Entweder entfernen sie sich von naturwissenschaftlichen Konzepten oder sie beschreiben nur einen bestimmten Teil unserer Intuitionen, weil sie durch Gegenbeispiele an ihre Grenzen gebracht werden konnten. Es ist also an der Zeit, zur Ausgangssituation zurückzukehren. In Abschnitt 5.3.4 geht es um die Frage, ob Funktionen F_C überhaupt epistemisch objektiv oder nicht vielmehr subjektiv sind. Für diejenigen, die gerne die Objektivität von Funktionen sichern möchten, ist Nagels Frage entscheidend, ob Funktionen nicht zur Interpretationssache werden sollen. Nun ist aber immer deutlicher geworden, dass die Naturalisierung unserer vor-wissenschaftlichen Intuitionen eine Quadratur des Kreises ist. Nur durch Zufall könnte es für jede metaphorische Intuition, die uns beim Ausdruck „Funktion“ begegnet, ein Gegenstück in der Biologie geben. Im Fall der Funktionen F_C erscheint es angebracht, dass wir uns die metaphorisch bedingten Assoziationen bewusst machen, die mit dem Ausdruck „Funktion“ notwendigerweise verbunden sind. Das bedeutet jedoch keineswegs, diesen irrlichternden Intuitionen durch das Dickicht sich gegenseitig widersprechender Gedankenexperimente zu folgen. Die Gegenüberstellung von Krohs und Kitcher hat gezeigt, wie sehr wir uns verwirren lassen, wenn wir versuchen, unsere Intuitionen in einem naturwissenschaftlich verankerten Konzept unterzubringen.

Aus der Perspektive der Metaphertheorie können wir die externe Normativität innerhalb von F_C zwar nicht naturalisieren, aber zumindest psychologisch herleiten. Die wissenschaftlich fruchtbare Parallelisierung zwischen kausaler Analyse in der Biologie und funktionalen Äquivalenten bei Artefakten legt uns die Verwendung des Ausdrucks „Funktion“ nahe. Weil der „Funktion“ als kognitive Metapher aus dem Bereich der Artefakte übertragen wird, folgen ihm unmittelbar die Implikationen der Ursprungsdomäne, nämlich Normsetzung und zweckmäßige Genese. Unsere Intuitionen, wann die Zuschreibungen von Funktionen F_C angemessen sind, folgen also nicht der Logik der Naturwissenschaft, sondern werden durch die metaphorische Gleichsetzung zwischen Organismen und Artefakten hervorgerufen. Wir sollten einsehen, dass diese Intuitionen einer Naturalisierung entgegentreten, also der Suche nach dem, „was wir in der Biologie wirklich meinen“. Jede Naturalisierung ist nur eine

nachträgliche Rationalisierung eines irrationalen Sprachgebrauchs und wird aller Wahrscheinlichkeit scheitern. Es wäre ein bloßer Zufall, wenn sich Korrelate in den Forschungsgegenständen der Biologie finden lassen, die eine Ersetzung unserer intuitiven Vorstellungen ermöglichen.

Stattdessen können wir es bei einer Selbstbeschränkung unseres Sprachgebrauchs belassen. Wir können zur Kenntnis nehmen, dass Funktionen in der Biologie in Form von kausalen Rollen und in hierarchisch organisierten Systemen auftreten. In einigen Fällen sind wir psychisch geneigt, diese kausalen Rollen tatsächlich Funktionen zu nennen, in anderen Fällen – wenn es etwa um für den Organismus schädliche oder um zufällig entstandene Merkmale geht – verspüren wir diese Neigung nicht oder sind unsicher. Für den Erkenntnisfortschritt der Biologie, d. h. für das Erklären, Prognostizieren und Intervenieren ist die Wortwahl allerdings gleichgültig.

Ein Forscher ohne unseren psychischen und kulturgeschichtlichen Hintergrund könnte ebenso erfolgreich Biologie betreiben, ohne über das schillernde Wort „Funktion“ zu verfügen. Stellen wir uns den Naturkundler eines fremden Planeten oder eine künstliche Intelligenz vor, die nichts von unserem Planeten Erde weiß. Erstens weiß diese fremde Intelligenz nichts über irdische Lebensformen und die Selektionsprozesse, denen sie unterworfen waren. Zweitens kennt sie nicht die Ideengeschichte des teleologischen Blicks auf die Natur von Platon bis Paley. Gehen wir weiterhin davon aus, dass diese Intelligenz in einer Art und Weise beschaffen ist, dass sie gerne Kausalzusammenhänge in hierarchisch organisierten Systemen aufdeckt, ohne ihnen eine teleologische Deutung beizumessen.

Auf irgendeinem Wege gelangt die fremdartige Intelligenz nun in den Besitz eines Exemplars eines irdischen Pflanzensamens. Sie macht sich ans Werk, lässt den Samen sprießen und unternimmt die gleichen Versuche wie seinerzeit der Pflanzenphysiologe Went. Durch empirische Forschung analysiert sie die physiologischen Prozesse in Bezug auf Auxin. Die Intelligenz hat allerdings immer noch keine Vorstellung, ob es sich bei der Pflanze um einen typischen Vertreter einer bestimmten Spezies, eine bizarre Mutation oder gar um ein zufällig entstandenes Einzelwesen handelt. Sie ist auch weiterhin von unseren Vorstellungen der Teleologie frei. Hat die fremdartige Intelligenz den gleichen Wissensstand wie wir über die Funktion von Auxin? Immerhin verfügen wir über ein umfangreiches Wissen zur irdischen Botanik haben und sind mit ausgeprägten teleologischen Intuitionen über Funktionen und Designs ausgestattet. Kann sie „die Funktion“ F_C des Auxins wirklich identifizieren, wenn sie nur dieses eine Exemplar und keine teleologischen Vorannahmen zur Verfügung hat?

Ich halte es für offensichtlich, dass die Intelligenz die Erkenntnisse von Went wiederholt hat, auch wenn sie nichts von irdischer Naturgeschichte weiß und keine der teleologischen Intuitionen teilt, mit denen Menschen ausgestattet sind. Er wird zwar seine Erkenntnisse in einer rein kausal-mechanistischen Sprache ausdrücken, aber mit welchem Recht sollten wir ihm absprechen, das gleiche Wissen zu besitzen, wenn er damit eine einwandfreie biologische Erkenntnis zum Ausdruck bringt, nämlich die kausale Rolle von Auxin für das Phänomen des Pflanzenwachstums? Wir empfinden Pflanzen als Träger von Funktionen, sodass wir eine ganze Reihe von Vorstellungen über Normen des Gedeihens, über Zielgerichtetheit, artgemäßem Design usw. an sie herantragen. Die Artefaktmetapher fordert Normsetzung und

zweckmäßige Genese. Diese Dinge leisten für die Erkenntnisse unseres außerirdischen Forschers keinen Beitrag, sondern kommen nur unseren metaphorischen Neigungen entgegen. Diese Erkenntnis darf uns aber nicht beeinflussen, denn es geht es ja darum, zu erfassen, unter welchen Bedingungen es angemessen ist, kausale Rollen zuzuschreiben. Diesbezüglich müssen wir zugestehen, dass der Außerirdische ohne Wissen über die irdische Naturgeschichte die Forschung ebenso gut leisten kann wie wir Erdlinge.

Für eine Plausibilisierung dieser Behauptung möchte ich einen Umweg über die Sprachphilosophie machen. Stellen wir uns vor, der außerirdische Wissenschaftler würde behaupten: „Auxin BOGNAG Wachstum.“ Es wird die Aufgabe eines Übersetzters sein, zu entscheiden, ob unser Außerirdischer mit BOGNAG eine bloß kausale Rolle nach Cummins und Davies bezeichnen möchte („Auxin hat die Funktion/kausale Rolle, Wachstum zu bewirken.“) oder ob er damit einen teleologischen Mehrwert verbindet, beispielsweise eine Norm zum Ausdruck bringen möchte. So wie ich das Gedankenexperiment eingeführt habe, wissen wir bereits, dass die fremdartige Intelligenz über keine teleologischen Intuitionen verfügt. Aber kann ein Übersetzer dieses Fehlen ebenfalls bemerken? Wir würden vermuten, dass der Übersetzer den Unterschied bemerken müsste, schließlich haben das nicht-teleologische und das teleologische Wort sehr unterschiedliche Bedeutungen. Quine (1960/1980) prägte in „*Word and Object*“ den Gedanken der radikalen Übersetzung (*radical translation*) als den Fall für eine Übersetzung, die keine Möglichkeit für die Vermittlung durch eine Verkehrssprache, durch zweisprachige Mittler oder Wörterbücher vorsieht. Wir können uns ausmalen, dass dieser Fall beim Außerirdischen eintritt: Wir stellen uns vor, es gäbe kein Wörterbuch, um BOGNAG nachzuschlagen. Welche Möglichkeiten hätten wir, um diese Bezeichnung zu dechiffrieren?

Die Pointe bei Quines ursprünglicher Entwicklung der radikalen Übersetzung ist bekanntermaßen, dass die Beobachtung für die Verwendung eines Wortes durch einen Sprecher das einzige Fundament bleibt, die dem Zuhörer gestattet, die Bedeutung des Wortes für diesen Sprecher zu erkennen. Die Beobachtung schließt auch das systematische Experimentieren mit ein, also die Praxis, aufgrund von Hypothesen über Bedeutungen bestimmte Sätze zu äußern, um Zustimmung oder Ablehnung der Gesprächspartner zu beobachten. Da wir in der Empirie der Beobachtung von Reizen gefangen sind, müssen wir uns mit einer sogenannten „Unbestimmtheit der Übersetzung“ abfinden, wie auch Quine hervorhebt:

Handbücher der Übersetzung von einer Sprache in eine andere können auf voneinander verschiedene Weise eingerichtet sein, so dass sie alle mit der Gesamtheit der Rededispositionen in Einklang stehen und doch miteinander unverträglich sind. Sie divergieren dann an zahllosen Stellen, indem sie als jeweilige Übersetzungen eines Satzes der einen Sprache Sätze der anderen Sprache angeben, die in keiner einleuchtenden Äquivalenzbeziehung zueinanderstehen, wie unscharf man den Begriff der Äquivalenz auch fassen mag (Quine, 1960/1980, S. 60-61).

Was lehrt uns die Unbestimmtheit für das Wort BOGNAG? Zunächst ermahnt es uns, nach der Verwendung dieses Wortes zu schauen, d. h. zu erkennen, welche Kompetenzen der Außerirdische mit seinen Worten transportieren kann. Wir würden erleben, dass die Intelligenz die gleichen Möglichkeiten hat, durch die Kenntnis ihrer Forschungen das Wachstumsverhalten der Pflanze vorherzusehen und durch Manipulation des Auxinspiegels einzugreifen, wie es bei Wendt der Fall ist. Daraus können wir schließen, dass das von Wendt zum Ausdruck gebrachte handlungsanleitende Wissen auch bei unserer fremdartigen Intelligenz Zustimmung finden müsste und umgekehrt.

Der teleologische Mehrwert des Begriffs Funktion in unseren irdischen (zumal westlichen) Sprachen ist für die Zwecke der Biologie unbeteiligt. Sie erlaubt uns nicht, Biologie erfolgreicher zu betreiben, also eleganter zu erklären, präziser oder verlässlicher zu prognostizieren und effizienter zu intervenieren. Wir sollten die Bedeutung von Ausdrücken in der Biologie an ihren Leistungen messen, die sie tatsächlich innerhalb der biologischen Praxis von Erklärung, Prognose und Intervention zeigen. Wenn mit dem Ausdruck „Funktion“ im Falle der Auxin-Forschung nicht mehr und nicht weniger erfolgreich operiert werden kann als mit dem fiktiven rein kausalen Begriff BOGNAG, dann müssen wir anerkennen, dass unsere abweichenden Intuitionen in Bezug auf richtige oder falsche Verwendungen für die Wissenschaft Biologie irrelevant sind.

Vielmehr haben wir mit dem Konzept kognitiver Metaphern eine bessere Erklärung für derartige teleologische Intuitionen zur Verfügung als die Annahme von impliziten und noch auf ihre Naturalisierung harrenden Bedeutungen. Wenn wir uns der Metaphorik unserer teleologischen Sprache bewusst sind, können wir sie gewissermaßen entkräften und uns denjenigen Aspekten zuwenden, die tatsächlich Arbeit in der Biologie leisten. Wir sind jetzt aus der Verantwortung für Nagels Problem entlassen, denn wir müssen keine biologischen Kriterien mehr aufbringen, um die Verwendung des Funktionsbegriffs in bestimmten Systemen zu rechtfertigen und in anderen zurückzuweisen.

In Bezug auf *segregation distorters* haben wir es mit einem komplexen Mechanismus zu tun. Wir zögern dennoch, von Funktionen zu sprechen. Der naheliegende Grund ist, dass es unpassend erscheint, Effekten, die das Lebewesen schädigen oder ihm zumindest nicht nutzen, eine Funktion zuzuschreiben. Diese intuitive Unterscheidung motivierte unsere Suche nach möglichen Antworten auf Nagels Frage. Hardcastle (2002) bringt treffend zum Ausdruck, welches Ergebnis unsere Suche hatte:

The answer [auf die Frage, warum wir zögern, segregation distorters bestimmte Funktionen zuzusprechen] has to do with how (some) biologists highlight the survival of the organism over the survival of individual alleles. Because the segregation distorter genes win their Darwinian competition at the expense of organisms, they get assigned no function. We prefer to think in organismic terms; hence, other selection processes at other levels of organization are discounted or ignored outright. We choose the level of organization at which we explain effects and assign functions; we pick what we find worthy of

teleological language (Hardcastle, 2002, S. 149, eigene Unterstreichungen).

Jetzt können wir erneut auf die in diesem Kapitel aufgeworfenen Vorschläge zurückblicken, das Konzept kausaler Rollen anzureichern: Wir können ohne Weiteres zugeben, dass es erhellend ist, einige biologische Mechanismen als zielgerichtete Systeme zu deuten, die über negative *feedback-loops* verfügen und einen gewissen Grad an Plastizität aufweisen. Ebenso können wir Krohs Vorschlag eines allgemeinen Designkonzepts anerkennen, der sich in der Ontogenese wiederfindet. Zielgerichtetheit und Design sind nun von der Last befreit, unsere teleologischen Ausdrucksweisen in Bezug auf kausale Rollen fundieren zu müssen und können als das aufgefasst werden, was sie meiner Meinung nach sind: Kognitiv naheliegende Deutungen, die gewisse Ähnlichkeiten zu Konzepten in Bezug auf Artefakte aufweisen und die deshalb eine metaphorische Teleologie assoziieren. Krohs und Nagel haben viel geleistet, um bestimmte Motive kausaler Rollen zu charakterisieren, die derartige teleologische Assoziationen erzeugen.

Anders sieht es hingegen mit den Vorschlägen von Boorse und Kitcher aus, die im Grunde ein anderes Forschungsprogramm verfolgen, als ich es hier vorgestellt habe. Die Assoziation mit kausalen Rollen ist daher irreführend. Boorse ging es um Effekte, die Fitnessbeiträge leisten und der metaphorischen Vorstellung von Überleben als „Ziel“ des Lebewesens folgen. Kitcher möchte etwas über die naturgeschichtlichen Vorgänge mitteilen, die Adaptationen erzeugen, und deutet dabei Adaptationen mit dem Begriff des „Designs“ aus dem Bereich der menschlichen Artefakte.

Wieder anders sollten wir mit dem Neo-Kantianismus von Toepfer verfahren. Toepfer kann sicherlich Erkenntnisse liefern, welche Vorstellungen von organischer Ganzheit bei unserem Blick auf Lebewesen im Spiel sind. Insofern sollten wir ihn als einen psychologischen Phänomenologen ernst nehmen, der verbreitete Intuitionen beschreibt und sie als kohärente philosophische Deutungen aufbereitet. Wenn wir bereits akzeptiert haben, dass Funktionszuschreibungen epistemisch subjektive Deutungen sind, dann erscheint es nicht angebracht, Toepfers notwendigerweise deutende Naturphilosophie abzulehnen. Toepfers Konzept der Indeterminiertheit und die sich auf diese Weise herausbildende Ganzheit der Intuitionen für die Normsetzung und zweckgeleiteter Genese wird aufbereitet: Die interne Norm kann als das Gelingen der drei von Toepfer genannten Eigenschaften Interaktion, Interdependenz und Interdeterminiertheit verstanden werden. Bei den zu Beginn genannten Beispielen der *segregation distorters* und der Tumororgane waren diese Bedingungen gewiss nicht mehr gegeben und die Ganzheit des Organismus war beschädigt. Auch die interne zweckmäßige Genese kann in Toepfers Konzeption wiedergegeben werden. Die Interdependenz der Körperteile beinhaltet auch deren wechselseitige Erzeugung und kann als Erzeugung der Teile aus der bereits gegebenen organismischen Interaktion begriffen werden. Diese Beziehung vom früheren Ganzen zu den späteren Teilen könnten wir sogar als eine Art implizites und der Struktur inhärentes Design beschreiben. All diese Gedankengänge, so interessant sie auch als philosophische Deutungen des Phänomens Leben sein mögen, sind nicht mehr Teil der Naturwissenschaft Biologie.

5.4.10 Fazit zum Funktionsbegriff der kausalen Rollen (F_C)

Der Fall des Auxins hat uns vor Augen geführt, dass ein Anliegen der biologischen Forschung die Aufdeckung von kausalen Rollen innerhalb biologischer Systeme ist, insbesondere innerhalb von Organismen. Das Forschungsinteresse besteht in der Aufdeckung von proximativen, mechanistischen Beziehungen innerhalb eines konkret vorliegenden Individuums oder einer begrenzten Anzahl von Exemplaren. Erst später werden die gewonnenen Erkenntnisse zu Aussagen über eine Spezies oder ein anderes Taxon verallgemeinert.

Der Ausdruck „Funktion“ wird in diesem Zusammenhang verwendet, um Beiträge zu bezeichnen, die biologische Merkmale für Realisierung eines komplexen Phänomens im Gesamtorganismus leisten. Als einflussreichste Variante dieses Funktionsbegriffs habe ich Cummins' Konzeption vorgestellt, die später insbesondere von Davies ausgearbeitet wurde. Die Verwendungsweise des Begriffs „Funktion“ habe ich als Funktionsbegriff der kausalen Rollen F_C eingeführt.

Diese Verwendungsweise von „Funktion“ ignoriert viele jener teleologischen Konnotationen, die mit dem Ausdruck in der Allgemeinsprache verbunden sind. Insbesondere kann das Konzept von kausalen Rollen uns keine Antwort liefern, warum wir überhaupt bestimmten Systemen Funktionen zusprechen, anderen jedoch nicht (Nagels Problem) und was an diesen Systemen genau Funktionen sind und was lediglich kausale Effekte (Hempels Problem).

Im Weiteren besteht die Möglichkeit, Funktionen als epistemisch subjektive Deutungen zu verstehen, die von epistemisch objektiven Tatsachen unterschieden werden müssen, denen sich die Naturwissenschaften ansonsten verschreiben. Diese Möglichkeit erscheint unattraktiv, weil es den üblichen Ansprüchen an naturwissenschaftliche Forschung nicht gerecht wird. Wenn wir dieser Konsequenz entgehen wollten, müssten wir uns um ein Kriterium bemühen, das unsere Intuitionen zu diesem Thema einfängt (richtige Extension). Dabei darf das gesuchte Kriterium nicht den Rahmen naturwissenschaftlicher Biologie verlassen und uns die Verpflichtung zu bestimmten naturphilosophischen oder religiösen Vorstellungen abverlangen. Die Suche nach einem geeigneten Kriterium habe ich als eine naturalisierende Agenda identifiziert, also als ein Versuch, mentalistische Ausdrücke in naturwissenschaftlichen Konzepten neu zu definieren.

In Abschnitt 5.4 ging es um die Frage, welche Möglichkeiten vorhanden sind, diese Kriterien zu erfüllen. Dabei steht zunächst die These im Mittelpunkt, dass unsere teleologischen Intuitionen denjenigen teleologischen Motiven entspringen, die ich zu Anfang in Bezug auf Artefakte eingeführt habe, vor allem der externen und internen Normsetzung, indem wir uns auf die Suche nach einem naturwissenschaftlichen Kriterium begeben müssen, das zwei Kriterien erfüllt: Es soll „gesunde“ und „richtige“ Merkmale und Mechanismen von „krankhaften“ und „falschen“ abgrenzen können (Hempels Problem) und außerdem diejenigen Systeme kennzeichnen, deren Merkmale Funktionen besitzen können.

Es gab mehrere Anläufe von Philosophen, sich mit der Frage zu befassen, welche Art von System die Funktionen F_C haben sollte: der Rekurs auf *intelligent design*, die Beschränkung auf zielgerichtete Feedback-Mechanismen, die Einbeziehung von Kants Naturzweckkonzept sowie die Bedingung eines Designs. Beim letzten Punkt habe ich noch einmal unterschieden zwischen der Bedingung eines vergangenen Designprozesses nach Kitcher (insb. Evolution

durch natürliche Selektion) und der Bedingung eines gegenwärtigen Designmechanismus nach Krohs. Alle diese Versuche scheitern an einer der beiden oben genannten Forderungen.

Die Suche nach naturalistischen Korrelaten zu unseren vor-wissenschaftlichen Intuitionen erweist sich als nicht zweckmäßig. Stattdessen sollten wir uns darauf beschränken, Funktionen F_C in der Weise zu nutzen, wie sie in der Biologie nützlich sind, nämlich als kausale Rollen. Dann können wir kognitiv und kulturgeschichtlich bedingte Inkonsistenzen als Resultat kognitiver Metaphern auf sich beruhen lassen. Die oben beschriebenen Versuche dem Funktionsbegriff Herr zu werden, können wir nun als Klärungen und Erkundungen unserer Intuitionen und Deutungen anerkennen.

Der Funktionsbegriff der kausalen Rollen F_C ist zwar aus der Artefaktmetapher entstanden, wird aber dennoch erfolgreich in der Biologie angewendet. Er umfasst die Tätigkeiten des Artefakts, seine Bestandteile und deren hierarchische Ordnung.

Abbildung 8 zeigt noch einmal das Schema des teleologischen Denkens über Artefakte. Die Bereiche des Schemas, die bei F_C metaphorisch auf Merkmale von Lebewesen übertragen werden, sind mit einem dunklen Feld unterlegt. Die äußeren Bereiche sind hingegen jene Aspekte, die ungenutzte Bereiche der kognitiven Metapher abbilden. Es ist zu erkennen, dass weder die hinter dem Artefakt stehende Absicht des Designers Z_1 noch der Vorgang der Entstehung des Designplans oder die Auswirkungen der Tätigkeit des Artefakts in größeren Zusammenhängen Z_2 übertragen wird. Die Einbeziehung dieser Elemente führt im Rahmen von F_C zu Widersprüchen, weil sie sich auf andere Funktionsbegriffe beziehen. Alle diese hier ausgeklammerten Elemente der externen Teleologie führen weg von dem Dienst, den F_C in der Biologie leistet, nämlich kausale Rollen zu benennen. Irreführende Versuche, die externe Teleologie in F_C hineinzutragen, habe ich bei Boorse und Kitcher vorgestellt. Das Thema von kausalen Rollen wird entweder auf Fitness-Vorteile oder auf naturgeschichtliche Adaptionprozesse gelenkt.

Der Designplan und die Tätigkeit des Artefakts sind hingegen zumindest zur Hälfte in F_C enthalten. Damit möchte ich zum Ausdruck bringen, dass Vorstellungen bezüglich eines Designs, wie wir sie bei Krohs finden, durchaus ein Teil von F_C sein können, ohne dem Projekt von F_C abträglich zu sein. Diese Aussage gilt auch für Toepfers Konzept der Interdeterminiertheit. Die biologische Aufklärung kausaler Rollen kann sicherlich von einem naturphilosophischen Konzept kausaler Ganzheit begleitet sein oder die Forschungen sogar persönlich motivieren. Wir können aber nicht davon ausgehen, dass derartige Konzepte unbedingt notwendig sind, um auf diesem Feld der Biologie erfolgreich zu sein.

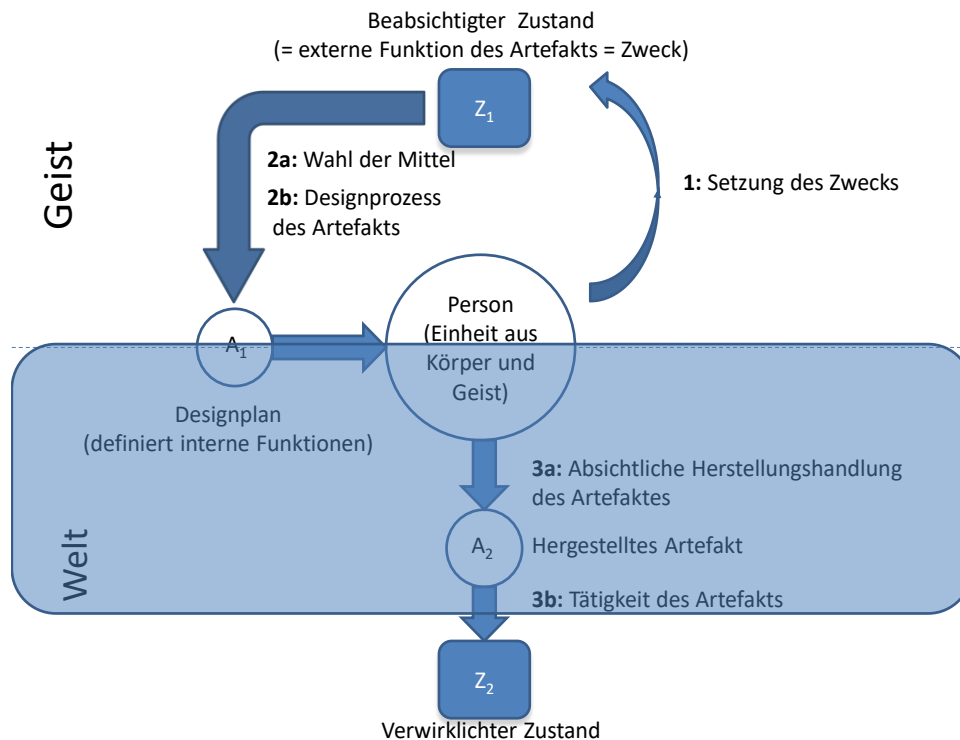


Abbildung 8: Schema zur Reichweite der Artefaktmetapher für den Funktionsbegriff der kausalen Rollen

5.5 Funktionen als Fitness-Beiträge (F_F)

In diesem Kapitel möchte ich das klassische Beispiel des Industriemelanismus des Birkenspanners heranziehen, um zu illustrieren, welche biologisch relevante Aufgabe das Sprechen über Funktionen hat. Als biologisch relevant verstehe ich Informationen, die zum mechanistischen Erklären des Phänomens, zum Prognostizieren und zum Intervenieren nützlich sind (siehe Abschnitt 5.1.1 und 5.1.2). Ausgehend von diesem Beispiel beschreibe ich die Fitness-Beiträge F_F und zeige, dass dieser Funktionsbegriff durch die metaphorische Übertragung der beiden Aspekte „externe Normsetzung“ und „externe funktionale Äquivalente“ nahegelegt wird. Es handelt sich um eine teilweise Übertragung des externen Funktionsbegriffs der Artefakte F_E . Ich grenze F_F dabei vom bereits behandelten Funktionsbegriff der kausalen Rollen F_C ab, der sich ausschließlich auf Aspekte des internen Funktionsbegriffes F_I bezieht.

Wie schon bei F_C werde ich auch hier die Schwierigkeiten darstellen, die sich ergeben, wenn wir unsere teleologischen, metaphorisch begründeten Intuitionen an den Funktionsbegriff F_F herantragen. Diese Schwierigkeit beschreiben Bigelow and Pargetter (1987/1998) mit der Einführung einer „normalen“ Umwelt. Aus naturwissenschaftlicher Sicht wird nichts gewonnen, wenn wir versuchen, unsere vor-wissenschaftlichen Intuitionen zu naturalisieren.

5.5.1 Der Fall des Birkenspanners

Ein häufig zitiertes Indiz für das Wirken von Mikroevolution durch Fitness-Unterschiede ist die drastische Veränderung der Farbverteilung, die in der Population des Birkenspanners in England während der Industriellen Revolution zu beobachten war (Majerus, 2008). Der Birkenspanner (*Biston betularia*) ist ein Falter, der sich während seiner Ruhephasen auf Birken niederlässt und üblicherweise eine helle Flügelfarbe aufweist. Eine schwarze Farbvariante tritt

aufgrund einer Genvariante ebenfalls auf, ist jedoch nur in geringer Anzahl in der Population vertreten. Erst vor wenigen Jahren konnte der Genlocus für die beiden Farbvarianten identifiziert werden (van't Hof, Edmonds, Dalikova, Marec, & Saccheri, 2011).

Eine bemerkenswerte Beobachtung zeigte sich im Laufe der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts in Manchester, als die Anzahl der hellen Birkenspanner abnahm, während die anfangs seltenen dunklen Exemplare proportional in der betreffenden Population zunahm und bald die überwältigende Mehrzahl bildeten. Offenbar hatte eine Selektion innerhalb der Population von der hellen zur dunklen Färbung stattgefunden.¹³⁶ Die Erklärung war laut zeitgenössischen Naturkundlern in der veränderten Umwelt der Birkenspanner zu suchen: Die Rinde der Birken hatte sich durch den Ruß der Fabriken dunkel verfärbt und die hellen Individuen, die sich bisher auf der hellen Birkenrinde vor Räubern tarnen konnten, waren nun deutlich sichtbar. Die dunklen Individuen, die vorher schnell zum Opfer von Fressfeinden geworden waren, hatten hingegen einen Fitnessvorteil gewonnen, weil sie sich in der neuen Umwelt überproportional vermehren konnten. Für diesen Zusammenhang spricht auch die spätere Beobachtung, dass sich die ursprüngliche Vorherrschaft der hellen Exemplare erneut eingestellt hat, nachdem durch den Einbau von Filteranlagen die Verschmutzung der Bäume reduziert wieder reduziert werden konnte. Eine Veränderung der Umwelt mischt die Karten der Fitness für alle Bewohner also stets neu.



Abbildung 9: Helle und dunkle Farbvariante des Birkenspanners

Welche Rolle spielt nun der Ausdruck Funktion in Beispielen dieser Art, in denen es um biologische Fitness geht? Wir können sagen, dass die Färbung der Birkenspanner die Funktion der Tarnung besitzt. Offensichtlich ist damit gemeint, dass die Färbung es für Fressfeinde schwerer macht, die Birkenspanner zu erkennen und zu fangen. Eine Funktion ist die Art und Weise, in der ein biologisches Merkmal die Fitness eines Individuums erhöht. Funktionen (F_F) dieser Art sind also Fitnessbeiträge.

Zu Beginn des Beobachtungszeitraums, d. h. vor der Verunreinigung durch Industrieanlagen, war es die Funktion F_F der hellen Färbung des Birkenspanners und des entsprechenden Gens, für die Tarnung zu sorgen. Die seltene dunkle Färbung übernimmt auf dem hellen Untergrund nicht die Funktion F_F . Damit ist nicht mehr gesagt, als dass die helle Färbung den hellen

136 Diese Beobachtung veröffentlichte zuerst Edleston (1868) und war Thema unter Hobby naturkundlern der Zeit. Die Färbung der Motte wurde zuerst von White (1877) als Tarnung gedeutet. Insbesondere Tutt (1894) warb schließlich erfolgreich für die Annahme eines Selektionsmechanismus zwischen beiden Farbvarianten aufgrund von Tarnung auf dem hellen oder dunklen Untergrund von Birken.

Birkenspannern einen Fitnessvorteil verschafft hat, von dem die vereinzelt, dunklen Individuen nicht profitieren.

Die Bedeutung dieser Art von Funktionsvorstellung wird deutlich, wenn wir zum Vergleich den Funktionsbegriff F_C heranziehen (siehe Abschnitt 5.3). F_C beschreibt kausale Rollen in hierarchisch geordneten Systemen, die an der Hervorbringung eines zu untersuchenden Phänomens beteiligt sind. Wenn wir als zu untersuchendes Phänomen die Färbung wählen, dann besitzt das Gen nicht mehr die Funktion der Tarnung, sondern die Funktion der Farbgebung, und zwar ungeachtet etwaiger Selektionsvorteile oder -nachteile, die diese Färbung mit sich bringt. Das Gen spielt eine kausale Rolle für die Entstehung der Färbung. Die Färbung selbst übernimmt im Übrigen keine Funktion F_C , denn sie erfüllt keine weitere kausale Rolle für den Organismus, sondern ist vielmehr das Phänomen, das als Forschungsgegenstand der Genetik oder Physiologie gewählt wurde. Die beiden Genvarianten spielen analoge Rollen bei der Hervorbringung der jeweiligen Färbungen. Das eine Allel besitzt die Funktion F_C der Hervorbringung der dunklen Färbung und das andere Allel die entsprechende Funktion F_C für die helle Färbung. Vielsagend ist in diesem Zusammenhang auch die verbreitete Redeweise, von einem „Gen für die helle Farbe“ und „für die dunkle Farbe“ zu sprechen. Eine physiologische oder genetische Beschreibung dieser Zusammenhänge hinsichtlich der Funktionen F_C der Gene würde ihre Gültigkeit behalten, ganz unabhängig von der Frage, ob die untersuchten Birkenspanner in ihrer Umwelt besser oder schlechter angepasst sind.

Wie verändern sich diese Zuschreibungen nach einer Veränderung der Umwelt wie in dem beschriebenen Fall durch die Abdunkelung der Birkenrinde? F_F setzt die jeweilige Pigmentierung in einen Bezug zu den Fitnessanforderungen der Umwelt oder (metaphorisch gesprochen) zum Nutzen für das Lebewesen. Die Färbung und auch das entsprechende Allel nach einer Abdunkelung der Birkenrinden haben ihre Funktion F_F verloren. Das Allel, das die dunkle Färbung erzeugt hat, besitzt jetzt hingegen eine neue Funktion F_F . Ich möchte die Zuschreibung von Fitnessfunktionen in folgender Tabelle G noch einmal zusammenfassen:

Tabelle G: Funktionszuschreibungen nach F_F

	Heller Untergrund	Dunkler Untergrund
Helle Flügel	Hat Tarnfunktion nach F_F	Hat keine Tarnfunktion nach F_F
Dunkle Flügel	Hat keine Tarnfunktion nach F_F	Hat Tarnfunktion nach F_F

Die Zuschreibungen der kausalen Rollen bei beiden Allelen durch die Veränderung der Umwelt ist jedoch geblieben. Beide Genvarianten erfüllen immer noch die gleichen Rollen in der Hervorbringung der jeweiligen Färbungen.

Es ist notwendig und gleichzeitig möglich, mindestens zwei Funktionsbegriffe zu unterscheiden. Wir können mit den beiden Begriffen biologische Sachverhalte präzise

umreißen, was mit dem einen Alltagsbegriff der Funktion und seinen metaphorisch geleiteten, schillernden Intuitionen nur mehrdeutig möglich wäre.

5.5.2 Ein Überblick über Fitnessbeiträge als Funktionen

Im letzten Abschnitt habe ich einen Begriff von Funktion vorgestellt, der auf Fitnessbeiträge abzielt. Dieser Gedanke ist – wenn auch jeweils mit unterschiedlicher Intention – in der Wissenschaftstheorie mehrfach geäußert worden. Im Folgenden geht es um die bisher in diesem Zusammenhang vertretenen Konzepte.

In Abschnitt 5.2 habe ich bereits die Theorie von Canfield (1964) vorgestellt, die Wouters (2005) im Rückblick als *life chances theory* bezeichnet hat. Canfield setzt die Funktionen mit dem Überlebenserfolg und der Fortpflanzung gleich.

A function of I in S is to do C means I does C; and if, ceteris paribus, C were not done in an S, then the probability of that S surviving or having descendants would be smaller than the probability of an S in which C is done surviving or having descendants. (Canfield, 1964, S. 292).

Eine Bedeutung (siehe Allen et al. (1998)) gewinnt kurz darauf der Begriff der biologischen Rolle, den Bock and von Wahlert (1965/1998) eingeführt haben.

In any sentence describing a feature of an organism, the biological roles would be that class of predicates which includes all actions or uses of the faculties (the form-function complexes) of the feature by the organism in the course of its life history, provided that these predicates include reference to the environment of the organism. (Bock & von Wahlert, 1965/1998, S. 278).

Es waren diese ersten Autoren, die zwei Funktionskonzepte voneinander trennten: Einerseits bestimmen sie den Begriff der Funktion im engeren Sinne als Beschreibung der anatomischen, physiologischen und sonstigen organismischen Fähigkeiten, während sie andererseits sie auf die Rolle hinweisen, die ein bestimmtes Merkmal für das Überleben und die Fortpflanzung des Lebewesens spielt. Die Unabhängigkeit dieses zweiten Konzepts vom ersten war für Bock und von Wahlert ein Anliegen, weshalb sie den Begriff der biologischen Rolle einführten.¹³⁷ Der durchaus passende Ausdruck hier jedoch nicht verwendet, weil eine Verwechslung mit den in dieser Arbeit bereits eingeführten kausalen Rollen möglich wäre. Ähnlich wie in der Mehrzahl der einschlägigen Literatur wird hier der Begriff der „Funktion“ verwendet.

In den 1970er und 1980er Jahren geriet die zuvor getroffene konkret biologisch begründete Unterscheidung aus dem Bewusstsein. Sprachanalytische Ansätze von L. Wright (1973/1998), Cummins (1975/1998), R. G. Millikan (1984) und Neander (1991/1998) beherrschten das Feld.

¹³⁷ Aus dem morphologischen Fachhintergrund der beiden Autoren heraus verstanden sie jedoch Funktion nicht als eine kausale Rolle, die ein Merkmal für ein Phänomen ist. Vielmehr nannten sie die Leistung, im Sinne von medizinischen Redeweisen wie Lungenfunktion oder Herzfunktion eines Merkmals selbst Funktion. In Abschnitt 4.3.2 habe ich solche Redeweisen im Anschluss an Wimsatt (1972) nicht teleologischen Funktionsbegriffe genannt.

Zu der Kategorie der Sprachanalyse gehört der in Abschnitt 5.2.2 beschriebene Ansatz von Bigelow and Pargetter (1987/1998), die Funktionen als Propensitäten deuten: Funktionen erhöhen die Überlebenschancen (*survival enhancing propensities*). Obwohl Funktionen dort als Beiträge zum Überleben bestimmt werden, fällt dieser Ansatz in meinen Augen doch in die sprachanalytische Kategorie, weil es den Autoren vor allem darum geht, unsere Bedeutungsintuitionen einzufangen, anstatt biologische Praxis abzubilden. Dies zeigt sich in dem Problem der „normalen“ bzw. „natürlichen“ Umwelt, auf die die Funktionen nunmehr bezogen werden sollen. Die Motivation, Funktionen in dieser Weise auf eine „natürliche“ Umwelt zu beziehen, liegt vor allem in unserer Intuition begründet, biologische Merkmale ließen sich in eindeutige funktionale Kategorien einordnen, so wie es bei Artefakten möglich ist. Die Umweltbezogenheit von Funktionen F_F steht im Widerspruch zu dieser Annahme. Walsh (1996) hatte schließlich eine biologisch begründete Vorstellung der Funktionen als Fitnessbeiträge. Er bestimmt Funktionen wie schon Bigelow und Pargetter als abhängig von der Umwelt, aber nicht von einer „normalen“ Umwelt, die in irgendeiner Weise hervorgehoben wäre, sondern von eben der Umwelt, die für die jeweilige Zusammenhänge relevant ist. Diese, nach Walsh benannten, *selective regimes* geben den biologischen Merkmalen unterschiedliche Funktionen. Funktionen dieser Art enthalten nur in Relation zu einem bestimmten *regime* eine sinnvolle Aussage. Walsh nennt seinen Vorschlag *relational functions*:

The/a function of a token of type X with respect to selective regime R is to m iff X's doing m positively and significantly contributes to the average fitness of individuals possessing X with respect to R.
(Walsh, 1996, S. 564)

Auch Walsh bemüht sich, seine Definition an den Maßstäben der Naturalisierung zu messen. Er legt recht überzeugend dar, warum die *relational functions* die verschiedenen Intuitionen zum Begriff der Funktion einfangen kann.

Walsh hat die biologische Fragestellung hinter Fällen wie dem des Birkenspanners präzise analysiert. Mit seiner *relational function* bezieht er sich auf Sachverhalte aus, die der Funktion F_F entsprechen. Das *selective regime* beschreibt die Umwelt der Birkenspanner, einschließlich der insektenfressenden Vögel und der Birkenrinde. Sobald sich die Färbung der Birkenrinde verändert, verändert sich auch die Relation dieses Umweltfaktors zur Färbung des Falters: Die Adaptation zwischen Merkmal und Umwelt, die etwa im aktuellen Beispiel die Tarnung ermöglicht, wird entweder besser oder schlechter als zuvor. In der Folge verändert sich die Funktion F_F der Färbung: Wenn ein Merkmal die Fitness im Vergleich zu einer (wirklichen oder hypothetischen) Alternative erhöht, übernimmt es eine Funktion in der jeweiligen Umwelt. Im Folgenden folgt der Funktionsbegriff den Fitnessbeiträgen F_F Walsh.

5.5.3 Kausale Rollen und Fitnessbeiträge im Vergleich

Im Folgenden geht es um die Unterschiede zwischen dem Funktionsbegriffen F_C und Funktionsbegriff F_F . F_F bezieht sich primär auf Typen von Merkmalen, die sich innerhalb von Populationen verbreiten oder zurückgedrängt werden. Beim Funktionsbegriff F_C verhält es sich anders: Dort kann auch die Funktion eines einzelnen Exemplars beschrieben werden. Erst

im zweiten Schritt werden Erkenntnisse aus der funktionalen Analyse des Individuums auf den biologisch interessanten Typus verallgemeinert.

F_C ist die kausale Rolle, die das Gen bei der Hervorbringung eines Phänomens einnimmt, d. h. das Phänomen der Färbung. F_F war demgegenüber die Rolle (im Sinne von Bock und von Wahlert), die das Gen (einschließlich seiner kausalen Rollen) für die Fitness des Lebewesens spielt.

Bei dieser Gegenüberstellung erscheint F_F redundant: Es ist nicht möglich, die Ausbreitung eines Merkmals in einer Population als zu erklärendes Phänomen zu verwenden, weil die Tarnung eine Art der Funktion F_C ist, die von der Färbung gespielt wird und F_F scheinbar auf F_C zurückgeführt wird.

Diese Gleichsetzung ist jedoch trügerisch. Dabei geht es zunächst um die Frage, wo die wirklichen Ähnlichkeiten zwischen beiden Funktionsbegriffen liegen und warum diese Ähnlichkeiten eine Gleichsetzung auf den ersten Blick möglich erscheinen lassen. Beide Funktionsbegriffe behandeln jedoch eine völlig andersartige Forschungsagenda: Während kausale Rollen an Individuen erforscht werden, können wir konsequenterweise nur auf der Ebene einer Population nach Fitnessbeiträgen fragen.

In beiden Fällen wird nach mechanistischen Erklärungen gesucht. Die Ausweisung von Funktionen ist gleichbedeutend mit der Ausweisung von kausalen Rollen in Bezug auf die jeweiligen Mechanismen. Tarnung mag ebenso als Element eines Selektionsmechanismus beschrieben werden wie Hormone und Metabolite für einen physiologischen Mechanismus. In beiden Fällen helfen die konstruierten Mechanismen dabei, die drei typisch biologischen Ziele zu erreichen: Erklärung, Prognose und Intervention. Der Wirkmechanismus des Auxins unterstützt darin, das Phänomen des Phototropismus und die Tarnung auf der verrußten Birkenrinde das Phänomen des Melanismus des Birkenspanners zu erklären. Durch das Wissen um Auxin lässt sich vorhersagen, welche Effekte bestimmte physiologische Eingriffe haben werden und welche Effekte die Installation von Filteranlagen in englischen Industrieanlagen haben wird. Auf diese Weise ermöglichen beide Fälle, in unserem Sinne zu intervenieren und die beabsichtigten Ergebnisse zu erreichen.

Trotz dieser Parallelen ist die Art des Phänomens in beiden Fällen völlig anders. Es besteht die Möglichkeit, etwas über die Funktion F_C eines Merkmals aussagen zu können, auch wenn nur ein Exemplar dieses Merkmals untersucht wird. Es ist zwar so, dass die Ergebnisse einer funktionalen Analyse in aller Regel vom konkreten Untersuchungsobjekt auf die gesamte Spezies oder auf andere Taxa verallgemeinert werden. Aber eine derartige Verallgemeinerung ist der eigentlichen funktionalen Analyse nachgeordnet.

Diese Annahme gilt nicht für F_F . Fitness ist in der Evolutionsbiologie ein *terminus technicus*, der in der Wissenschaftstheorie jedoch umstritten ist (A. Rosenberg & McShea, 2008 S. 51-58).¹³⁸ Futuyama definiert in seinem Evolutionslehrbuch Fitness als Reproduktionserfolg eines Genotyps bzw. eines Phänotyps unter ausschließlicher Betrachtung erblicher Bestandteile (Futuyma, 2007 insb. Kapitel 11 und 12).

138 Die Skepsis gegenüber dem Fitnessbegriff, der erfolgreich in der Biologie verwendet wird, erscheint unbegründet.

The fitness – often called reproductive success – of a biological entity is its average per capita rate of increase in numbers. When we speak of natural selection among genotypes or organisms, the components of fitness generally consist of (1) the probability of survival to the various reproductive ages, (2) the average number of offspring (e.g. eggs, seeds) produced via female function, and (3) the average number of offspring produced via male function (Futuyma, 2007 S. 251).

Im Mittelpunkt stehen die Begriffe „probability“ und „average“. Im Einzelfall sind stets unwägbarere Ereignisse möglich. Die biologische Fitness kann als Wahrscheinlichkeit¹³⁹ definiert werden, mit der die *biological entity* (was auch immer das im Einzelfall sein mag) sich erhält und fortpflanzt. Wie bei jeder Betrachtung von Wahrscheinlichkeit bestehen auch bei der Realisierung der Fitness im Individuum externe Störfaktoren und individuelle Unterschiede im Lebenslauf. Ein solcher Unterschied mag etwa das zufällige Gefressen-werden eines Exemplars sein, während ein anderes dagegen verschont bleibt.

Die Reihenfolge in der Forschungspraxis zwischen allgemeiner Aussage über einen Typus und dem Individuum bei F_F im Vergleich zu F_C ist vertauscht. Erst mit der Erfassung des Überlebens und der Ausbreitung eines Merkmalstypus oder des Typus des Merkmalsträger auf der Populationsebene sind Rückschlüsse auf die Fitness des individuellen Merkmalsträgers möglich. Aus diesem Grund definiert Walshs *relational functions* als Merkmalstypus X. Nur wenn dem Merkmal des Einzelwesens ein bestimmter Merkmalstypus zugeordnet wird, können wir sinnvoll über F_F sprechen, selbst wenn das individuelle Merkmal die Funktion F_F besitzt.

5.5.4 Funktionen als Dispositionen im Anschluss an Bigelow und Pargetter

Die scharfe Unterscheidung zwischen F_C und F_F findet sich an verschiedenen Stellen in der Literatur, insbesondere bei Bigelow and Pargetter (1987/1998). Sie beschreiben Funktionen als einen Beitrag zum Überleben des Lebewesens im Zusammenhang mit biologischer Fitness, die sie *survival enhancing propensity* (SEP) nennen. Diese Ansicht richtet sich ausdrücklich gegen die eliminativistischen Konzepte von Bigelow und Pargetter, die dabei insbesondere Cummins (1975/1998) Theorie der kausalen Rollen im Blick haben. Weiterhin wenden sich Bigelow und Pargetter auch gegen eine Gleichsetzung von Funktion mit evolutionärer Anpassung, also die ätiologische Funktionsvorstellung, die seit L. Wright (1973/1998) und R. G. Millikan (1984) im Mittelpunkt der Debatte stand. Die Autoren möchten mit ihrem „vorwärts blickenden“ Ansatz also einen Gegenentwurf zu den bis dahin etablierten „rückwärts“ und „in die Gegenwart“ blickenden Ansätzen vorlegen. Bigelow und Pargetter interpretieren den Funktionsbegriff der kausalen Rollen als eliminativistisch. Diese halte ich jedoch für unberechtigt. Im Anschluss werde ich die alternative Sichtweise der beiden Autoren erläutern und ich den skizzenhaften Vorschlag von Bigelow und Pargetter anhand des Begriffs

139 Im nächsten Abschnitt werde ich detailliert auf unterschiedliche Konzepte der Wahrscheinlichkeit und darauf aufbauend der Fitness eingehen.

der Disposition elaborieren. Unabhängig von ihrer Kritik an F_C umreißen Bigelow und Pargetter in der Tat einen weiteren sinnvollen Funktionsbegriff in der Biologie. Es ist jedoch unzutreffend, wenn sie dem Funktionsbegriff der kausalen Rollen seine Berechtigung absprechen.

In Bezug auf F_C werden Bigelow und Pargetter der *causal role theory* von Cummins nicht gerecht. Ihre Interpretation von Cummins Ansatz lautet:

The function of kidneys [im eliminativistischen Ansatz] is different for the anatomist from what it is to the chef. Insofar as function talk makes sense, it does not describe the current nature of a character (there are no functions in nature); rather, it relates a current character to a future outcome, in an interest-dependant, extrinsic manner (Bigelow & Pargetter, 1987/1998, S. 245).

Die Autoren Funktionen begreifen F_C als rein subjektiv und ohne weitergehenden Erklärungswert. Die Darstellung von kausalen Rollen als abhängig von bestimmten Interessen erscheint grundsätzlich korrekt, wird jedoch überspitzt wiedergegeben. Anhand der *causal role theories*, dass durchaus klare Kriterien der Hierarchisierung existieren, mit denen Funktionen zugeordnet oder nicht zugeordnet werden können. Es ist keineswegs so, dass jede Person, die mit einem Lebewesen Umgang hat, dessen Merkmalen willkürlich Funktionen zuschreiben kann, ganz nach biologischem, kulinarischem oder sonstigem Interesse. Stattdessen beziehen sich Funktionen als kausale Rollen auf mechanistisch beschreibbare Einheiten bei der Hervorbringung komplex hierarchisierter Phänomene und Leistungen in Organismen. So besitzt etwa das Hormon Auxin eine Funktion bei der Erzeugung von Wachstum und Phototaxis der Pflanzen.

Bigelow und Pargetter ist in Bezug auf Phänomene zuzustimmen, auf die sich Funktionen F_C beziehen und nicht selbst nach epistemisch objektiven Kriterien in der Natur individuiert sind; sie sind epistemisch subjektiv. Es ist vom subjektiven Erkenntnisinteresse abhängig, welche Phänomene umrissen und welche Funktionen ihnen zugeordnet werden. Dadurch wird aber keineswegs die Verwendung von Funktionen in der Biologie willkürlich, wie Bigelow und Pargetter befürchten, denn nicht alle Dinge der Welt sind derartig komplex organisierte Phänomene, dass es Sinn ergibt, ihnen Funktionen F_C zuzuschreiben. Wir können zwar sagen, dass die Leber für den Koch einen Nutzen bei der Zubereitung einer Mahlzeit hat. Ist das Geschehen in der Küche jedoch auf eine Art und Weise organisiert, dass wir der Leber darin die Funktion des Hervorbringens der Mahlzeit beilegen würden? Bigelow und Pargetter machen es sich also zu einfach, wenn sie Cummins vorwerfen, die Funktion auf ein subjektives Interesse oder auf einen beliebigen Nutzen zu reduzieren. Ihr ungerechtfertigter Vorwurf ist dennoch vielsagend: Aus ihm spricht die beschriebene Neigung, Funktionen, so weit wie möglich, von epistemischer Subjektivität fernzuhalten (siehe Abschnitt 5.3.4). Diese intuitive Neigung darüber, was „irgendwie falsch ist“, wird erst durch die Bewusstwerdung der kognitiven Metaphern erklärbar.

Als zweiten Einwand gegen Cummins sei auf mangelnde Erklärungskraft der Funktionen F_C verwiesen. Dieser Vorwurf ist die Folge des Missverständnisses, dem Bigelow und Pargetter

unterliegen: Funktionen besitzen bei Cummins keine *explanatory power*. Diese Fehleinschätzung bleibt nicht aus, wenn Cummins *causal role function* als eliminativistisch missverstanden wird. Wegen der unterstellten Beliebigkeit der Zuschreibung von Funktionen bleibt für Funktionen in den Augen von Bigelow und Pargetter im Grunde nichts übrig, um biologisch relevante Funktionen zu erklären. Funktionen erklären dann nur Zusammenhänge, die mit einer kausalen Analyse ohnehin bereits erklärt werden. Offensichtlich messen Biologen dem Funktionsbegriff eine Erklärungskraft bei. Daraus schließen Bigelow und Pargetter, dass der „eliminativistisch“ Ansatz die biologische Verwendung von Funktionen nicht rechtfertigen kann.

Diese Ansicht blendet jedoch aus, welche Aufgabe der Bezug auf die Funktionen F_C erfüllt. Für Fälle wie den des Auxins hat sich nämlich gezeigt, dass die Frage nach Funktionen als kausalen Rollen für den Fortschritt der Forschung relevant ist und durchaus eine Erklärung liefert. Dort lautet die Fragestellung: „Was unter den vielen Kandidaten verursacht die Effekte Phototropismus und Wachstum?“ Es geht demnach nicht darum, der kausalen Beschreibung noch einen Inhalt hinzuzufügen, der in der reinen kausalen Beschreibung noch nicht enthalten war. Vielmehr gilt es, in der Praxis der funktionalen Analyse nach Cummins aus der Vielfalt der vorhandenen Effekte, diejenigen hervorzuheben, die das fragliche Phänomen mechanistisch erklären. Diese Aufgabe der Funktionen F_C beschreiben Vermaas and Houkes (2013) zutreffend als *epistemic highlighter*.

Die Konzeption nach Bigelow und Pargetter entspricht einer Funktion als ein Beitrag zur biologischen Fitness:

[...] *a dispositional property of an individual (or species) in an environment, which bestows on that individual (or species) a certain survival potential or reproductive advantage* (Bigelow & Pargetter, 1987/1998, S. 250).

Welche Rückschlüsse lassen sich aus diesen Überlegungen über Bigelows und Pargetters Vorstellung von Fitness und den damit zusammenhängenden Funktionen F_F ziehen? Hierbei geht es zunächst um den Begriff der Disposition, den Bigelow und Pargetter ins Spiel bringen. Ich beziehe mich auf die maßgeblichen Positionen im Sammelband von Vetter and Schmid (2014b). Dispositionen bzw. dispositionale Eigenschaften werden in der aktuellen philosophischen Debatte als diejenigen Eigenschaften eines Objekts beschrieben, die sich nur unter bestimmten Bedingungen manifestieren. Leblose Objekte sind beispielsweise zerbrechlich, magnetisierbar oder elektrisch leitend. Diese Eigenschaften bedeuten keineswegs, dass sie stets und unter allen Umständen zerbrochen sind, magnetisch angezogen werden oder von Elektronen durchflossen sind. Möglicherweise wird eine bestimmte Disposition sogar niemals manifest. Ein bestimmter, zerbrechlicher Teller wird möglicherweise niemals tatsächlich zerbrechen. Ähnlich verhält es sich mit den Dispositionen der menschlichen Psyche und in vielen anderen Bereichen mit der Wirklichkeit: Ein Mensch, der reizbar ist, ist deswegen noch nicht fortwährend wütend, und ein Mensch, der ein großes Gewicht heben kann, kommt vielleicht sein ganzes Leben lang nicht in die Situation, ein solches Gewicht tatsächlich zu heben. Vielmehr braucht es in allen Bereichen der Wirklichkeit,

in denen wir von Dispositionen sprechen, bestimmte Auslöser und eine Reihe von Rahmenbedingungen, um die Dispositionen zu manifestieren. Dieses Konzept von Dispositionen passt zu der Vorstellung, die sich Bigelow und Pargetter selbst von ihrem Funktionskonzept machen:

They [functions] are specified subjunctively: they would give a survival-enhancing propensity to a creature in an appropriate manner, in the creature's natural habitat. This is true even if the creature does not survive or is never in its natural habitat (Bigelow & Pargetter, 1987/1998 S. 254).

Ich möchte diese Grundidee mithilfe einiger Überlegungen zur Dispositionstheorie ausarbeiten, damit die Rolle von Funktionen F_F in der Biologie deutlich wird: Nach einer verbreiteten Vorstellung, etwa bei D. Armstrong (1996/2014), lassen sich Dispositionen durch andere, grundlegendere Eigenschaften der Dinge erklären, die selbst nicht dispositional, sondern immer verwirklicht, d. h. kategorial sind. Es geht dabei um die kategoriale Basis einer Disposition. Weiterhin kann es auch eine Hierarchie von Dispositionen geben, wobei eher abstrakt formulierte Dispositionen ihre Basis in konkreten Dispositionen haben.¹⁴⁰

Zunächst fällt auf, dass die Rückführung von Dispositionen auf eine kategoriale Basis ausgezeichnet zu den Funktionen F_F passt. Dabei übernimmt die Funktion die Aufgabe der Basis für das funktional für die beobachteten Fitnessunterschiede. Die Fitness ist dispositional, weil der Überlebenserfolg eines Individuums nicht notwendig ist, sondern stets von bestimmten Auslösern und Randbedingungen abhängig ist. Die Benennung von Funktionen

140 Es gibt eine Diskussion zu der Frage, ob kategoriale Eigenschaften überhaupt existieren oder ob nicht (entgegen der naiven Intuition) alle Eigenschaften von Objekten in gewissem Sinne Dispositionen sind (Vetter & Schmid, 2014a). Beispielsweise könnte man die Farbe eines Gegenstands als die Disposition auffassen, bestimmte Wellenlängen des Lichts zu reflektieren, sobald Licht auf den Gegenstand fällt. Diese Debatte geht auf Shoemaker (1980/2014) zurück. In Bezug auf kategoriale Eigenschaften ist nicht auszuschließen, dass sie sich durch eine philosophische Analyse in subtiler Weise als dispositional entpuppen können. Auf dem Weg von der Fitness über die Funktion hin zur materiellen Konstitution des Wesens ist der dispositionale Charakter der Eigenschaften immer weniger offenkundig. Ein Kritiker könnte einwenden, dass dieser Eindruck täuscht. Er entsteht, weil wir auf dem Weg von der Funktion zur physischen Eigenschaft vom Allgemeinen zum konkret Anschaulichen fortschreiten: Es wird nicht konkret festgelegt, ob und durch welche Einzelereignisse Überleben und Fortpflanzung in der Lebensgeschichte des Individuums stattfinden wird. Demgegenüber ist es konkret, dass das Individuum über eine bestimmte Färbung aufgrund eines gewissen Pigments verfügt. Dann hätten wir es in Wirklichkeit nicht mit einer Unterscheidung zwischen Dispositionen und deren kategorialer Basis zu tun, sondern nur mit einer Unterscheidung zwischen abstrakten und weniger abstrakten Dispositionen. In dieser Arbeit sind beide Möglichkeiten der Konzeptualisierung allerdings gleichwertig. Wichtig ist lediglich, dass der dispositionelle Charakter von Funktionen sichtbar wird, und nicht, was metaphysisch von den üblichen naturwissenschaftlichen Eigenschaften wie Form, Farbe, Masse, Ladung usw. zu halten ist.

bedeutet, Erklärungen für eine Disposition zu liefern. Im Sinne der üblichen Nomenklatur zu Dispositionen können wir erklären, indem wir auf eine Basis verweisen, die die Fitness festlegt. Die Funktionen F_F sind jedoch ebenfalls dispositional, denn sie beschreiben die Neigung eines Merkmalstypus, durch bestimmte Effekte am Überleben und an der Fortpflanzung der Individuen mit diesem Merkmal beteiligt zu sein. Diese Effekte treten jedoch nicht notwendigerweise auf, wie das Beispiel des Birkenspanners zeigt: Nur mit der passenden Rindenfarbe kann die schwarze oder weiße Färbung ihre Tarnwirkung entfalten. Dennoch ist es noch möglich, dass ein gut getarntes Individuum von einem Fressfeind entdeckt wird. Die zweite tieferliegende Basis (hier die jeweilige Färbung) ist jedoch kategorial, falls es überhaupt kategoriale Eigenschaften gibt: Es handelt sich um die ganz gewöhnlichen physischen und chemischen Eigenschaften der Objekte. Weder Funktionen noch die Fitness verfügen über eigene explanatorische Kraft. Alle Kraft geht von der kategorialen Basis aus (oder der weniger offensichtlich dispositionalen Basis, siehe Fußnote 155). Gemeint sind die physischen Eigenschaften der Lebewesen.

Bigelow und Pargetter Funktionen schreiben sowohl den Individuen als auch dem Typus zu. In der Praxis ist jedoch, wenn die Fitness und die Funktion F_F eines Individuums gemeint ist, von der Ebene der Population auf die Ebene der Individuen wechseln: Fitness und Funktionen F_F sind von einem Merkmalstyp gekennzeichnet, weil sie für eine bestimmte Population in einer bestimmten Umwelt durch die Beobachtungen für eben diese Population erschlossen werden müssen. Die konkreten physischen Eigenschaften als kategoriale Basis der Funktion werden jedoch durch die Forschung an einzelnen Exemplaren erkannt.

Wenn nun jedoch die zugrunde liegende Basis zunächst von den Individuen ausgesagt wird, verursacht Fitness keine Veränderung der Population, sondern Fitness ist ein Maß für die Summe der einzelnen Überlebens- und Fortpflanzungsereignisse der Individuen. Fitness mag als Erklärung für eine Veränderung fungieren, aber die so erhaltene Erklärung ist nicht kausal. Kausal erklärt nur die Summe der Einzelmerkmale im Zusammenhang mit der Population als Ganzes.

In Bezug auf die Funktionen F_F richtet sich der Blick von der Praxis des Erklärens auf die Hierarchie der Kausalität und stellen fest, dass die materiellen Eigenschaften der jeweiligen Individuen in der Population ihr Überleben und ihre Fortpflanzung verursachen. Die von den einzelnen Eigenschaften regelmäßig ausgeübte Rolle können wir nach einer statistischen Auswertung herausstellen, indem ihnen diese Effekte als Funktionen zugewiesen werden. Die statistische Auswertung dieser einzelnen Schicksale innerhalb der Population erklärt auch die beobachteten Verschiebungen der Häufigkeit von Merkmalen und Genen in einer Population. Sie kann auch bei der Prognose helfen, welche Veränderungen eintreten werden und welche Interventionen bestimmte Ergebnisse erwarten lassen.

Offensichtlich geht es Bigelow und Pargetter wie auch Cummins nicht darum, im Sinne von L. Wright (1973/1998), das Dasein eines Merkmals zu erklären (Teleologie als Explanandum) sondern im Gegenteil den Verweis auf Funktionen zur Erklärung eines übergeordneten Phänomens zu nutzen (Teleologie als Explanans). Hier liegt das zu erklärende Phänomen in der Tatsache begründet, dass ein Merkmalstyp in einer Population mit einer gewissen Häufigkeit auftritt und sich innerhalb der Population ausbreitet. Die Erklärung erfolgt über die

Nennung der Funktion vor der allgemeinen Hintergrundannahme des Wirkens natürlicher Auslese. Wenn Bigelow und Pargetter Funktionen in ihrem Ansatz mit Recht eine explanatorische Rolle zubilligen, dann müssten sie das also in einem recht verstandenen *causal role*-Ansatz ebenfalls tun. Dieser Ansatz verliert das entscheidende Alleinstellungsmerkmal und ist in gewisser Weise eine spezialisierte Variante des *causal role*-Ansatzes.

Es besteht allerdings ein Unterschied zwischen der *causal role theory* und der *SEP-theory*. Er liegt aber nicht in der unterschiedlichen Art und Weise, Funktionen zu verstehen, sondern in der Einschätzung, was mit einem solchen Konzept grundsätzlich eigentlich geleistet werden kann. Im Gegensatz zu Cummins Rekonstruktion des Funktionsbegriffs wollen Bigelow und Pargetter keinen neuen Funktionsbegriff vorstellen. Vielmehr möchten sie verstehen, was Funktionen innerhalb eines ausgeprägt naturalistischen (*purely scientific*) Weltbildes wirklich sind. Für die starken Naturalisten ist diese im Grunde sehr weitläufige Frage gleichbedeutend mit der Suche danach, wovon wir „eigentlich“ reden, wenn wir innerhalb der Naturwissenschaften über Funktionen sprechen:

Hence, what role can functions have in a purely scientific description of the world: how can they be placed within the framework of current science? (Bigelow & Pargetter, 1987/1998, S. 242)

Die beiden Autoren verfolgen offensichtlich eine Agenda der Naturalisierung (Schark, 2016) oder der *concept location* (Davies, 2009). Beide Begriffe umschreiben den Wunsch vieler naturalistischer Gegenwartsphilosophen, traditionelle Konzepte aus dem Bereich des menschlichen Geistes (einschließlich der Konzepte der Teleologie) als Aussagen der Naturwissenschaften *verlustfrei* zu reformulieren oder ins *framework* einzufügen. Die Naturalisierer verfolgen dabei das Ziel, sich von dualistischen Traditionen abzusetzen.

5.5.5 Zwei Konzepte von Fitness

In diesem Abschnitt geht es um das Verhältnis zwischen F_F und dem zugrunde liegenden Konzept der biologischen Fitness von Merkmalen. Es werden die beiden Arten vorgestellt, wie die Fitness von biologischen Merkmalen beschrieben und wie sie in der Wissenschaftstheorie seit den 1970er Jahren entwickelt wird. Sober (2001) spricht auch von „*The Two Faces of Fitness*“. Es handelt sich einerseits um die Vorstellung von Fitness als einer Propensität und andererseits um die bloße Umschreibung von statistischen Mustern. Diese Unterscheidung folgt der etablierten, gleichlautenden Unterscheidung in der Probabilistik.

Zum Verständnis der beiden Analysen von Fitness ist entscheidend, dass Fitness zweifellos eine Art von Wahrscheinlichkeit beschreibt, mit der ein Organismus überlebt und sich fortpflanzt: Je höher die Fitness eines Lebewesens ist, umso höher ist auch seine Chance, bis ins fortpflanzungsfähige Alter zu überleben und sich fortzupflanzen. Nun ist es üblich, Wahrscheinlichkeiten auf eine von zwei Arten zu begreifen: als Propensität und als Ausdruck statistischer Verhältnisse.

Beginnen wir mit der Ansicht von Fitness als Propensität: Mit einer Propensität wird in der Regel eine kausale Verbindung zwischen zwei Sachverhalten benannt. So wurde dieser Begriff von C. S. Peirce (1910/1931) eingeführt und später insbesondere von Popper (1959)

popularisiert. A hat demnach die Propensität für B, falls A kausal dazu beiträgt, dass B eintritt. Brandon (1978) sowie Mills and Beatty (1979) sprechen von Fitness als einer solchen *probabilistic propensity* eines Lebewesens in einer gegebenen Umwelt, um mehr Nachkommen zu erzeugen. Später wurde diese Sichtweise vor allem durch Sober (1984/1993) vertreten. Rosenberg und McShea liefern im Anschluss an Brandon folgende Definition:

X is fitter than y in environment E =_{df} X has the probabilistic propensity to leave more offspring than y in E (A. Rosenberg & McShea, 2008, S. 56).

Wenn Fitness als eine kausale Propensität verstanden wird, sind drei Möglichkeiten denkbar: Fitness kann als eine Form der objektiven, wenn auch abstrahierten Eigenschaft für die kausale Erklärung eines Phänomens dienen. Fitness verhält sich nicht anders als jede andere Art von Neigung oder Disposition von Gegenständen, Lebewesen oder Personen, sei es Zerbrechlichkeit, Wärmeleitfähigkeit, Löslichkeit, Körperstärke oder Mut. Ihnen allen ist gemein, dass sie im Gegensatz zu sogenannten kategorialen Eigenschaften nur potenziell vorhanden sind, also eine Art Auslöser zu ihrer Manifestation benötigen. Das Zerbrechliche benötigt eine Krafteinwirkung, um tatsächlich zu zerbrechen, und der Mutige muss erst in eine beängstigende Lage kommen, damit er seinen Mut beweisen kann (Vetter & Schmid, 2014a). Ebenso benötigt die Fitness einen geeigneten Auslöser, um einen Effekt (tatsächliches Überleben und reale Fortpflanzung) zu erzielen. Im Folgenden werden die Begriffe „Propensität“ aus der Wahrscheinlichkeitslehre und „Disposition“ aus der Wissenschaftstheorie und Metaphysik synonym verwendet.

Neben der Möglichkeit, diese Interpretation von Fitness (und von Wahrscheinlichkeit allgemein) zu erklären, gelingt es, Prognosen zu erstellen und kontrafaktische Aussagen zu treffen: Eine aus dem Fenster geworfene Vase würde aufgrund ihrer Zerbrechlichkeit und der Abwesenheit gewisser ungewöhnlicher Begleitumstände auf der Straße zerschellen (Martin, 1994/2014). Zudem erlaubt die Fitness eine Prognose über das Schicksal von Lebewesen, denen eine bestimmte Fitness zugeschrieben wird.

Außerdem offenbart die Sichtweise von Fitness als Propensität ein recht intuitives Bild von evolutionären Erklärungen, indem sie das Schicksal individueller, konkreter Lebewesen als fundamentale Größen benennt, zu denen die kausalen Erklärungen uns zurückführen: So wie jede einzelne Vase die eigene Zerbrechlichkeit als individuelle Disposition hat, so besitzt auch jedes Individuum eine eigene individuelle Fitness. Die Veränderungen der Population entstehen durch die intuitiv leicht einsehbare Akkumulation dieser individuellen Fitnesswerte. Nehmen wir an, der sprichwörtliche Elefant im Porzellanladen zerstört die kostbare Ware. Die Zerstörung wird durch die Zerbrechlichkeit von Porzellan gegenüber einem Elefanten erklärt. Es ist gleichbedeutend, ob wir die Zerbrechlichkeit der Porzellanware im Allgemeinen anführen oder die Zerbrechlichkeit jedes einzelnen Stücks auflisten. Die allgemeine Aussage kann durch die Auflistung der Einzelereignisse jederzeit ausgetauscht werden. Sie ist nicht mehr als die Summe ihrer Teile. Ebenso verhält es sich, wenn wir Fitness als Propensität begreifen: Das Überleben und die Fortpflanzung eines Typus von Merkmalsträgern kann jederzeit und ohne Verlust der Erklärungskraft auf die Summe der Lebensgeschichten der

Individuen zurückgeführt werden. Die Fitness von Merkmalstypen und Typen von Organismen entspricht in diesem Sinne einem nachgeordneten Konzept: Aus der Summe der Einzelschicksale ergibt sich eine allgemeine Aussage über den Typus von Merkmalsträgern. Daraus kann bei Bedarf die Fitness des gedanklich isolierten Merkmalstypus extrahiert werden. Diese *bottom up*-Vorstellung von Fitness wurde – wenn auch nicht so bezeichnet – von Bouchard and Rosenberg (2004) beschrieben.

Beim Birkenspanner zeigt sich diese explanatorische Vorgehensweise deutlich: Wir konstatieren zunächst, dass sich ein bestimmter Merkmalstypus, in diesem Fall die dunkle Färbung, in der Population durchgesetzt hat. Der Merkmalstypus „dunkle Färbung“ weist wahrscheinlich eine höhere Fitness auf als die helle Färbung. Die Erklärung für diese Fitnessunterschiede suchen wir laut der Prämisse von Fitness in der höheren Disposition des Typus der Merkmalsträger, um zu überleben und sich fortzupflanzen. Diese Disposition des Typus ist jedoch nur die zusammenfassende Aussage. Es sind die einzelnen konkret vorhandenen Individuen, die eine solche Disposition aufweisen. Am Ende dieser gedanklichen Kette stehen Untersuchungen an exemplarischen Individuen, deren konkreter Überlebenserfolg untersucht wird. Dabei zeigte sich im Falle des Birkenspanners, dass es bei den untersuchten Individuen in der Tat die Tarnung war, die den Individuen den Fitnessbeitrag geliefert hat. So verhielt es sich auch bei der Erforschung des Industriemelanismus der Birkenspanner, wie er von Majerus (2008) rekonstruiert wurde: Ausschlaggebend zur Überprüfung der von Tutt 1896 geprägten Hypothese waren die Feldstudien von Kettlewell Mitte der 1950er Jahre. Dort wurden einzelne Fangereignisse beobachtet und numerisch ausgewertet. Es zeigte sich tatsächlich ein auffallender Unterschied in der Fangquote von Vögeln von hellen gegenüber dunklen Individuen. In diesem Moment kommen die Funktionen F_F ins Spiel: Sie benennen jene Dispositionen, die kausal die Fitness des Individuums, der Typus des Merkmalsträgers und den Merkmalstypus gegenüber Alternativen erhöhen. Auf diese Weise ist die Fitness eines Merkmalstypus ein Explanandum und die Angabe der Funktion des Merkmalstypus das geeignete Explanans.

Neben dieser Form von Fitness als ein erklärungs würdiges Phänomen steht die statistische Form, Fitness zu verstehen. In ihrem aktuellen Artikel fassen Walsh, Ariew, and Matthen (2017) ihre „statistikalistische“ Herangehensweise an das Konzept der Fitness zusammen, nachdem sie in einer Reihe von Artikeln von Matthen and Ariew (2002, 2009) sowie von Walsh (1996, 2007, 2010) die Kernpunkte herausgearbeitet hatten.

Die Autoren machen in Anschluss an Grene (1961) zunächst eine bisher übersehene Unterscheidung deutlich. In ihren Augen sind mit dem Begriff Fitness in Wirklichkeit zwei Konzepte gemeint, die in jeweils anderen Fragestellungen vorkommen. Einerseits existiert für sie die sogenannte Fitness im umgangssprachlichen Sinne (*vernacular fitness*). Sie beschreibt die Veränderung von Populationen, indem sie den unterschiedlichen Überlebens- und Fortpflanzungserfolg von Individuen nachvollzieht. Damit erklärt sie kausal durch natürliche Selektion die Zusammensetzung der Population aus verschiedenen Vererbungslinien (*lineage structure*). Die Autoren kennzeichnen diese Art von Selektion „darwinistisch“ (*darwinian selection, D-selection*), weil sie jene Art von Selektionserklärungen sehen, die bereits Darwin in seinem „*Origin of Species*“ vorgestellt hat. Die Autoren sehen die kausale Erklärung für den

Industriemelanismus in der unterschiedlichen Tarnung als ein typisches Beispiel dafür, wie Biologen auf das Konzept der „darwinistischen Selektion“ durch Fitness im umgangssprachlichen Sinn zurückgreifen.

Ihnen geht es jedoch um ein anderes Konzept von Fitness, das sie nicht direkt von Darwin entnehmen, sondern aus Fishers Klassiker zur Populationsgenetik „*The Genetical Theory of Natural Selection*“ (1930/1958) und der darauf aufbauenden synthetischen Evolutionstheorie des 20. Jahrhunderts. Im Anschluss an Fisher stellen sie die Fitness von Merkmalstypen und Genen in den Mittelpunkt. Diese Form nennen sie Fitness im Sinne der modernen Synthese (*modern synthesis fitness, MS-fitness*). Selektionsprozesse werden nun auch nicht mehr als Selektion von Individuen konzeptualisiert, die leben oder sterben und sich mehr oder weniger erfolgreich fortpflanzen. Vielmehr nehmen die Statistiker die Veränderung der Frequenz von Merkmalstypen innerhalb einer Population in den Blick. Dabei nutzen sie lediglich die mathematischen Modelle der Populationsgenetik und die Fitnessparameter der einzelnen Merkmale. Eine Erklärung, warum ein bestimmter Merkmalstyp gerade diesen oder jenen Fitnesswert ausweist, ist für diese Forschungsagenda irrelevant und kann nicht vollständig durch die Angabe der Eigenschaften der Individuen geleistet werden. Zur Bearbeitung der Problemstellung der *MS-selection* muss die Fitness eines Merkmalstypus als nicht zu analysierendes Konzept (*primitive concept*) aufgefasst werden.

Empirie kann zwar dazu dienen, bestimmte *MS-fitness*-Werte anzunehmen und für Modelle anzuwenden. Keineswegs wird aber *MS-fitness* durch die Beobachtung der realen Population definiert. Handelt es sich aber nicht doch um die gleiche Größe, die nur in unterschiedlicher Weise genutzt wird? Dieser Annahme ist zuzustimmen, denn in beiden Fällen bilden die gleichen Rohdaten den Ausgangspunkt. Dennoch transformieren die Statistiker diese Rohdaten in idealisierte Fitnesswerte, die in den mathematischen Modellen der Populationsgenetik als Explanans angewendet werden. Dieser Ablauf ist nicht ohne Risiko: *MS-fitness* ist durch die Lebensgeschichten der Individuen stets unterbestimmt. Es kann bei probabilistischen Werten aus Prinzip keine Sicherheit geben, dass die Rohdaten die Merkmalsfitness so unverzerrt wiedergeben, wie es in einer idealen Population von unendlicher Größe der Fall wäre.

Wir müssen also zwei Arten von Fitness eines Merkmalstypus unterscheiden: Merkmalsfitness im Sinne von *vernacular fitness* ist ein Explanandum, eine empirisch festgestellte und kausal erklärungsbedürftige Größe. Die Fitness eines Merkmalstypus als *MS-fitness* ist hingegen nicht erklärungsbedürftig, sondern kann eine Populationsentwicklung ohne die Benennung der Ursachen erklären.

Demnach sind auch die auf *MS-fitness* bezogenen Erklärungen keine kausalen, sondern statistische Erklärungen, die sich mathematisch aus den Zahlenwerten der *MS-fitness* ergeben.¹⁴¹ In einem früheren Artikel beschreibt Walsh (2010) die Zögerlichkeit anderer

141 Unabhängig von den gegenwärtigen Statistiker hat Sober (1984/1993) bereits das sehr ähnliche Konzept der *equilibrium explanation* vorgestellt. Sober mahnt an, Fitness-Werte nicht als die eigentlichen Ursachen für evolutionäre Veränderungen zu verstehen. Es sind vielmehr mathematische Ausdrücke, deren kausaler Wert erst durch die Angabe der jeweils herrschenden *selection-for* (*D-selection* bei den Statistiker) eingelöst werden kann. Die statistische Interpretation geht jedoch über Sober hinaus. Sie behauptet, auch die Fitness-Unterschiede

Autoren, eine akasale Erklärung für Evolutionsprozesse mit der intuitiven Gleichsetzung von kausalen Erklärungen mit allgemeinen Erklärungen überhaupt gelten zu lassen. Die biologische Praxis jedenfalls spricht für Walsh eine andere Sprache.

If trait fitness is a statistical correlate and not a cause of population change, then explanations that cite it are noncausal, statistical explanations. I suspect that the causal interpretation derives much of its appeal from the intuition that to explain an occurrence one must cite its causes (Salmon 1984). If only causes explain and fitness distribution is not a cause, then one might be tempted to conclude that fitness distribution does not explain. Little, however, aside from philosophical prejudice, supports this view. Biologists appear to use fitness distribution as an explanatory concept, and it appears adequate to the task. Fitness offers us an account of why one trait changes in frequency relative to another, why one population's trajectory differs from another, even why population size has a systematic effect on population dynamics. Denying that trait fitness distribution genuinely explains requires a drastic, ad hoc revision of scientists' explanatory practices (Walsh, 2010, S. 169).

Nicht immer waren die von den Statistikalisten herangezogenen Beispiele überzeugend, um die eigenen Überzeugungen zu untermauern. In jüngerer Zeit hat Walsh (2007, 2010) etwa einige Argumente genannt, die insbesondere aus der Kausalitätsstatistik von Pearl (2000) stammen, die formulierten Prämissen missversteht: Die Prämisse der verschiedenen Problemfälle besteht darin, dass eine Kausalitätsbeziehung nur gegeben ist, wenn sie von der Art ihrer Beschreibung unabhängig bleibt. Daher zeigt Walsh Beispiele, bei denen unterschiedliche Parameter (etwa die Größe und Zusammensetzung der untersuchten Population) gewählt werden und tatsächlich zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Je nach Wahl der Population erscheint das eine oder das andere Merkmal fitter zu sein. Dieser Effekt kommt dadurch zustande, dass das eine Merkmal zwar eine größere Durchschnittsfitness besitzt, aber eine geringere Varianz in seiner Fitness. Bei kleinen Populationsgrößen erweist sich bisweilen ein Merkmal als fitter, das eine größere Varianz in seiner Fitness aufweist, auch wenn seine Durchschnittsfitness etwas geringer ausfällt. Diese Unterschiede in der resultierenden Fitness-Rangfolge machen deutlich, dass Selektion aufgrund von Fitnessunterschieden kein kausaler Prozess sein kann. Walsh beruft sich auf Pearls *Sure Thing Principle*, wonach sich Kausalitäten aus verschiedenen Subpopulationen in der Gesamtpopulation addieren. Wenn eine Ursache in allen Subpopulationen die Wahrscheinlichkeit ihres Effekts erhöht, dann muss diese Annahme auch für die Gesamtpopulation gelten, zumindest solange die Ursache selbst nicht die Population verändert. Ramsey (2013) setzt sich kritisch mit diesen Argumenten auseinander und kommt

und somit die *selection-for* stellen keine kausalen Propensitäten dar, obwohl sie (hier wieder konform mit Sober) aus gutem Grund in biologischen Erklärungen benutzt werden.

zum Schluss, dass die Beispiele, die Walsh von Pearl adaptiert, irreführend sind und somit der Propensitätsinterpretation nichts im Weg steht. Gerade die Bedingungen des Sure Thing Principle sind laut Ramsey nicht erfüllt. Walshs Fehler besteht darin, dass er die Aussage von Pearl missinterpretiert. Pearl führte sein Prinzip am Beispiel der Heilungschancen eines Medikaments ein: Wenn ein Medikament in jeder Subpopulation die Heilungschancen erhöht, dann muss diese Wirkung auch in der Gesamtpopulation gegeben sein. Dabei unterscheidet Pearl in seinem Beispiel nur zwischen geheilten und nicht geheilten Probanden. Fitness, so argumentiert Ramsey, ist aber ein gradueller Wert und nicht in dieser Weise dichotom. Es kann Fälle geben, bei denen in jeder Subpopulation ein Merkmal öfters eine höhere Fitness als konkurrierende Merkmale hat. Falls jedoch in denjenigen Fällen, in denen das scheinbar unterlegene Merkmal gewinnt, der Fitnessvorsprung gegenüber den Konkurrenten sehr hoch ist, ergibt sich in der Summe ein anderes Bild: Die wenigen Siege mit deutlichem Vorsprung führen zu einer insgesamt höheren Fitness des scheinbar unterlegenen Merkmalstypus. Unter diesen Umständen spielt es keine Rolle, ob das scheinbar überlegene Merkmal in den Subpopulationen etwas öfter einen minimalen Fitnessvorteil erzielen konnte. Die Fitness eines Merkmalstypus in den Fragestellungen der Statistiker soll nicht selbst erklärt werden. Daher spielt der Bezug auf die Funktionen F_F hier auch keine Rolle. Damit ist nicht gemeint, dass diese Dinge nach Auffassung der Statistiker nicht vorhanden wären. Die natürliche Selektion als Effekt höherer Ordnung (*higher order effect*) wird immer noch durch die kausalen Vorgänge der Individuen begründet.

[...] *evolutionary changes in population trait distribution are analytic consequences of the activities of organisms. [...] The metaphysical lesson is that one need not posit higher-order causes in order to explain a higher order effect. [...] The methodological moral is that higher order effects elicit a special kind of explanation: a higher order effect explanation. [...] It is important to note that statisticians do not deny that higher order effects can have individual-level causal explanations* (Walsh et al., 2017, S. 7-8).

Die Beschreibung der Funktionen F_F als Fitnessbeiträge, die ein Merkmalstypus seinen Trägern liefert, bezieht sich damit eindeutig auf die *vernacular fitness*. Die Frage, wie die Statistiker selbst einräumen, lässt sich mit einem Rückgriff auf *D-selection* beantworten. Dabei wird das Phänomen auf der Populationsebene, die Fitness eines Merkmalstypus, durch das fundamentale physische Geschehen, die *vernacular fitness* und die konkreten biologischen Merkmale der Individuen erklärt.

Ich möchte nun die Definition von Funktionen F_F präzisieren:

Eine Funktion F_F eines Merkmalstypus T ist derjenige kausale Beitrag zur *vernacular fitness*, den Merkmale vom Typ T seinen Trägern im Durchschnitt verleihen.

Biologische Fitness ist in diesem Sinne als *vernacular fitness* zu verstehen.

5.5.6 Die metaphorische Herkunft des Funktionsbegriffs F_F

Die Funktionen F_F sind das Ergebnis einer metaphorischen Übertragung aus dem Bereich der Artefakte. Indem bestimmte Versatzstücke der Artefaktfunktionen F_I und F_E in die Biologie übertragen werden, entsteht die Intuition, es sei auch dort angemessen, von Funktionen zu sprechen.

In Bezug auf Funktionen als Beiträge zur Fitness (*vernacular fitness*) ist ein vergleichbarer kognitiver Prozess gegeben. Welche formale Ähnlichkeit besteht also zwischen den Fitnessbeiträgen und bestimmten Elementen von Artefaktfunktionen? Beim externen Funktionsbegriff für Artefakte F_E wurde die mit einem Artefakt verbundene Absicht in den Blick genommen. Die Funktion F_E eines Artefakts liegt in der Verwirklichung derjenigen Absicht, die ursprünglich den Designprozess und die Herstellung des Artefakts auslöste. Der externe Funktionsbegriff enthält drei Kennzeichen: externe Normsetzung, externe funktionale Äquivalente und externe zweckmäßige Genese.

In Bezug auf Fitness-Beiträge dient die metaphorische Übertragung der externen Normsetzung als Bindeglied zwischen beiden Bereichen. Externe Normsetzung bedeutet, dass Normen existieren, mit denen die Effekte eines Artefakts als erfolgreich oder erfolglos bezeichnet werden können. Diese Art der externen Normsetzung in Bezug auf ein äußeres Ergebnis unterscheidet sich von der internen Art von Normsetzung, die Kriterien liefert, die sich auf die ordnungsgemäße Ausführung der charakteristischen Tätigkeit des Artefakts beziehen. Bei einem Auto bestimmt die interne Normsetzung die Kriterien für die korrekte Funktionsfähigkeit des Motors, des Lenkrades usw. anhand des Bauplans (Designplans). Die externe Normsetzung bezieht sich hingegen auf diejenigen Absichten, die mit dem Design und der Herstellung des Autos verbunden sind, etwa sich bequem und schnell fortzubewegen.

Menschen neigen aufgrund ihrer Empathie und einer intuitiven *theory of mind* dazu, eigene Absichten und Interessen auch in andere Wesen hineinzudeuten. Daher ist es im Alltag üblich, auch Lebewesen in ihrem Verhalten eine Art Absicht (je nach Grad der Abstraktion: auch Wille, Trieb, Neigung, Tendenz) zuzuschreiben, nämlich die Absicht, den Willen, den Trieb zu überleben und sich fortzupflanzen. Sogar der sachlich klingende Ausdruck des „Überlebenserfolgs“ verrät die Normativität, die wir unwillkürlich in die Tatsache des Überlebens hineindeuten: Überleben ist in unseren Augen ein Erfolg und Sterben ein Misserfolg für das Wesen. Nicht zuletzt war dies auch der Ausgangspunkt für biologistische Ideologien vom Überlebenskampf der Individuen, Völker und sogenannter "Rassen" bis ins 20. Jahrhundert. Dort wurde offensiv die moralische Pflicht mit scheinbar natürlichen externen Normen vermischt. Natürlich ist somit doppeldeutig verstanden als einerseits „auf die Natur bezogen“, andererseits also „offensichtlich wahr und gut“.

Diese Deutung liegt jedoch keinesfalls in der „Natur der Sache“. Es ist nicht selbsterklärend, was einen Erfolg in einem bestimmten, z. B. sportlichen, kulturellen oder politischen Kontext auszeichnet. Erfolg oder Misserfolg definiert sich vielmehr stets extern über vorher festgelegte Erfolgskriterien oder Siegesbedingungen. Bei Artefakten ergeben sich diese Kriterien aus den Absichten der Designer und Benutzer. Unklar bleibt jedoch zunächst, wie diese Kriterien in der Natur zuzuordnen sind

Im menschlichen Erleben sind die Absichten fundamental, zu überleben und sich fortzupflanzen oder zumindest Fürsorge für eigene Nachkommen zu leisten. Selbst nachdem wir alle komplexeren Absichten und Denkprozesse bei nicht menschlichen Lebewesen ausgeschlossen haben, so wollen wir den Lebewesen diese elementaren teleologischen Antriebe dennoch weiterhin zugestehen, und seien sie auch noch so rudimentär und abstrakt. Die alltägliche teleologische Deutung des beobachtbaren Verhaltens als zuträglich für das Überleben und die Fortpflanzung verstärkt diese anthropomorphe Intuition. Auch die Impression einer generellen Ausgerichtetheit der biologischen Merkmale beim Überleben und bei der Fortpflanzung unterfüttern diese alltäglichen teleologischen Deutungen.

Es ist nur allzu leicht, die Gleichsetzung zwischen den wortwörtlichen Normen zu ziehen, die aus den Absichten hinter Artefakten entstehen und jenen imaginierten „Normen der Natur“, dem Überleben und der Fortpflanzung. Weil Lebewesen in unserer Intuition überleben „wollen“ bzw. „sollen“ oder gar laut den Gesetzen der Natur überleben „müssen“, liegt es nahe, die überlebens- und fortpflanzungsfördernden Effekte biologischer Merkmale als ihre Funktionen für das Überleben und die Fortpflanzung aufzufassen. Obwohl die eigentliche Übertragung im Rahmen der Artefaktmetapher bleibt, können wir dennoch feststellen, dass die Handlungsmetapher – Lebewesen als zweckmäßig handelnde Wesen – ihr den Boden bereitet. Diese Einsicht ist nicht überraschend, denn auch der nicht metaphorische Funktionsbegriff F_E stammt zwar aus dem Feld der Artefakte, sein Bezug auf eine externe Normsetzung ergibt aber nur insofern Sinn, als menschliche Subjekte als Designer, Hersteller und (hier entscheidend) als Nutzer der Artefakte ins Spiel kommen. Die entsprechende teleologische Intuition lautet dann in etwa: Artefakte haben Funktionen, weil sie den Absichten der Menschen dienen und ebenso haben biologische Merkmale Funktionen, weil sie den beiden Absichten – Überleben und Fortpflanzung – der Lebewesen dienen.

Unabhängig von allen alltäglichen Intuitionen über sie, dienen Überleben und Fortpflanzung auch dazu, mithilfe des Fitnesskonzepts eine bestimmte Art biologischer Fragestellungen zu bearbeiten. Eine veränderte Merkmalsverteilung in einer Population von Birkenspannern habe ich als paradigmatisches Beispiel für derartige Fragestellungen in Bezug auf Fitness angeführt. Es erscheint natürlich, zu behaupten, dass die Färbung des Birkenspanners die Funktion der Tarnung hat, weil Fitnessbeiträge als biologische Sachverhalte überwiegend deckungsgleich mit dem alltäglichen Verständnis von „Funktion“ sind. Der biologisch relevante Sachverhalt lautet unteleologisch, dass die dunkle Farbe die Überlebens- und die Fortpflanzungswahrscheinlichkeit erhöht. Die unterschiedliche Fitness der Färbungen ist wiederum für die veränderte Frequenz der beiden Farbvarianten verantwortlich.

Im Folgenden werden Zusammenhänge aufgezeigt, in denen die Metaphorik von Überleben und Fortpflanzung als Absichten von individuellen Lebewesen das wissenschaftliche Bild verzerrt. Lakoff and Johnson (1980/1997) haben darauf aufmerksam gemacht, dass Metaphern bestimmte Aspekte des metaphorisch beschriebenen Bereichs erhellen, während sie andere Aspekte marginalisieren. Weiterhin kann das Phänomen auftreten, dass weitere Aspekte einer Metapher in die metaphorisch beschriebene Zieldomäne integriert werden.

Die Verwendung der Artefaktmetapher in Bezug auf Fitnessbeiträge kann dazu führen, dass bestimmte Fragestellungen nicht eindeutig genug formuliert werden, weil sie nicht in unser

Schema passen: Fitness ist die Verwirklichung der Maximen von Überleben und Fortpflanzung des Individuums. Zwei Beispiele sollen diese Aussage konkretisieren: 1. die Begriffsverwirrungen in der Debatte um die *levels* und die *units of selection* und 2. die eingeschränkte Sicht auf biologische Individualität und auf die biologische Fitness.

Insbesondere Dawkins Buch „Das egoistische Gen“ entfachte eine Debatte zu der Frage, welche Ebene der Selektion (*level of selection*) eigentlich die Angemessene sei, wenn man Evolution und Fitness verstehen möchte (A. Rosenberg & McShea, 2008, S. 157ff). Ein prominenter Gegner von Dawkins gen-zentrischer Sicht ist beispielsweise Stephen J. Gould (Sterelny, 2001/2007). Erwartungsgemäß war es fruchtlos, abschließend entscheiden zu wollen, ob nun Allele, Merkmale, Individuen, Populationen oder gar ganze Spezies die Träger von unterschiedlicher Fitness sind. Das Ergebnis offenbart einen Pluralismus, so etwa bei Sterelny and Kitcher (1988). Unterschiedliche Fragestellungen, so die wenig überraschende Schlussfolgerung, verlangen einen Blick auf verschiedene Ebenen. Ein Teil des Widerstands gegen Dawkins gen-zentrierte Sicht ist weniger auf wissenschaftliche Argumente zurückzuführen, die es zweifellos auch gibt, sondern vielmehr auf verstörte Intuitionen: Sind es nicht Lebewesen, die sterben und leben? Ist das Schicksal von lebenden Wesen nicht viel bedeutender als das „Schicksal von Genen“? Wie Istvan (2013) herausgearbeitet hat, besteht ein Missverständnis zwischen Gould und Dawkins darin, dass beide unterschiedliche Vorstellungen hatten, was eine *unit of selection* auszeichnet. Für Gould ist ausgemacht, dass nur die Lebewesen selbst der Umwelt ausgesetzt sind und sich den Kräften der Selektion stellen. Die Gene hingegen sind in dieser Hinsicht passiv und ihre Verteilung ändert sich nur als Folge des Selektionsprozesses. Lebewesen stehen als einzige mit der Umwelt in einer Wechselwirkung und sind die *units of selection*. Nach Dawkins sind sie die *interactors*. Dahinter verbirgt sich wiederum die ursprüngliche Vorstellung von Lebewesen als Nutznießern der biologischen Merkmale, sowie die Vorstellung von Fitness als Erfolg und Erfüllung biologischer Maximen von Überleben und Fortpflanzung. Dawkins hingegen hatte nicht diese Assoziation. Für ihn war nur entscheidend, dass die Gene die Konstanten im Selektionsprozess sind, während die einzelnen Lebewesen und sogar ganze Spezies geboren werden und sterben. Über Gene bestehen jedoch keine Intuitionen, die uns nahelegen, ob sie von etwas profitieren, ob sie sterben, überleben und sich fortpflanzen. Diese Einsicht ist möglicherweise verantwortlich dafür, dass Gould diesen Hinweis bei Dawkins Punkt übersehen haben könnte und beide aneinander vorbeiredeten, wenn es um die *unit of selection* geht.

Ein zweiter blinder Fleck bei der Anwendung der Artefaktmetapher auf Fitnessbeiträge liegt im Verständnis von Lebensformen, die nicht den Intuitionen von Individualität entsprechen. Beispielsweise gibt es gute Gründe, staatenbildende Insekten als biologische Individuen, sogenannte Superorganismen zu behandeln (R. A. Wilson & Barker, 2013). In den letzten Jahren sind daher Versuche unternommen worden, Individualität breiter zu verstehen und damit auch Konzepte von Fitness jenseits der Fälle anzuwenden, die uns die kognitiven Metaphern der Biologie nahelegen (Huneman, 2014).

Offenbar weisen die genannten Punkte Gemeinsamkeiten auf: Die Tatsache, dass eine biologische Entität eine Einheit der Selektion abbildet, ist beispielsweise ein handfestes

Kriterium, um diese Entität auch als ein biologisches Individuum anzuerkennen. Wer andersherum behauptet, dass nur biologische Individuen ein Objekt der Selektion sind, sollte sich auch der Frage widmen, was alles als ein Individuum in diesem Sinne gelten kann. Alle diese Fragen werden durch einschränkende Intuitionen über Lebewesen eher verdeckt als offengelegt.

Nun stellt sich die Frage, inwieweit die beiden anderen Aspekte von F_E , – externe zweckmäßige Genese und externe funktionale Äquivalente – auf Vorstellungen über die Funktionen F_F übergreifen. Beide Aspekte legen nahe, die Funktionen F_F als absolute Eigenschaften von biologischen Merkmalen zu verstehen. Diese Annahme entspricht jedoch nicht den biologischen Fragestellungen, bei denen die Funktionen F_F eine Verwendung finden, denn dort sind Funktionen in zweifacher Hinsicht relativ zu verstehen: einerseits in Bezug auf eine bestimmte Umwelt (einschließlich der Population) und andererseits in Bezug auf konkurrierende Merkmalsvarianten unter den Individuen der betreffenden Population.

Für die Funktionen F_F stellt sich die ähnlich gelagerte Entscheidung, ob Funktionen als *natural kinds* zu verstehen sind: Wir haben die Intuition, dass Funktionen Eigenschaften des Merkmals selbst bezeichnen. Wir sagen, das Herz habe die Funktion, Blut zu pumpen, das Blut wiederum habe die Funktion, Sauerstoff zu transportieren etc., ohne dass wir einen Eindruck davon erhalten, irgendwelche Randbedingungen einführen zu müssen, unter denen diese Sätze als wahr angenommen werden könne. Das Herz, so unsere Vorstellung, hat eine Funktion ebenso wie es ein Gewicht oder eine Farbe hat. Allenfalls ließen sich verschiedene Funktionen eines Merkmals in unterschiedlichen Graden der „Feinkörnigkeit“ ausformulieren. So könnte das Auge ein Organ mit der Funktion sein, Lichtstrahlen aufzunehmen, oder aber ein Organ mit der Funktion, Lichtstrahlen in einem gewissen Wellenlängenbereich aufzunehmen, nämlich in dem Bereich, in dem die Sehzellen reizbar sind. Es ist stets eindeutig, in welcher Beziehung die einzelnen Beschreibungsmöglichkeiten zueinanderstehen und pragmatische Entscheidungen den Ausschlag geben können.

Mit Fitness verhält es sich jedoch anders als mit dem intuitiven Funktionsbegriff. Fitness wird überwiegend in einem relativen Sinn verwendet. Zwei Relationen sind relevant: Einerseits geht es um die Relation eines Merkmals zur Umwelt einschließlich der Relation zu anderen Merkmalen des Lebewesens und andererseits um die Relation eines Merkmals zu möglichen oder vorhandenen alternativen Merkmalen.

In den Abschnitten werde ich darauf eingehen, wie die metaphorische Herkunft des Ausdrucks „Funktion“ dazu führt, auch andere Aspekte teleologischen Denkens aus dem externen Funktionsbegriff F_E in unsere Vorstellungen über die Funktionen F_F einzubeziehen, obwohl diese Ausweitung der Metaphorik die zugrunde liegenden biologischen Fragestellungen nicht beleuchtet, sondern sogar verzerrt. Im Fall von Funktionen F_F besteht die Verzerrung darin, dass wir Funktionen als absolute Eigenschaften von biologischen Merkmalen auffassen, während sie in biologischen Kontexten in unterschiedlicher Hinsicht relativ sind. Diese Relativität wird in philosophischen Rekonstruktionen zu F_F bisweilen überspielt. Es wird angestrebt, eine externe zweckmäßige Genese und externe funktionale Äquivalente entsprechend den Alltagsintuitionen einzuführen. Solche Rekonstruktionen entfernen sich unweigerlich von den biologisch relevanten Anwendungsgebieten der F_F .

5.5.7 Die Funktionen F_F in Relation zur Umwelt

Der notwendige Umweltbezug von Funktionen F_F wird von Walsh mit dem relationalen Funktionsbegriff thematisiert. Zwar passt Walshs Ansatz zu den biologischen Sachverhalten wie im Falle des Birkenspanners, ist jedoch bei mindestens zwei teleologischen Intuitionen nicht anwendbar, die wir über Funktionen mitbringen. Beide hängen mit der intuitiven Vorstellung über die Absolutheit von Funktionen zusammen. Gemeint sind mit diesen beiden teleologischen Intuitionen das Vorhandensein einer externen zweckmäßigen Genese des funktionalen Merkmals und die Eindeutigkeit von externen funktionalen Kategorien.

Der Grund für die Intuition, Funktionen müssten absolut sein und auch in absolute funktionale Kategorien fallen, ist wiederum in der metaphorischen Übertragung von Motiven des Denkens über Artefakte zu suchen. In diesem Zusammenhang spielt das Konzept der externen absichtsvollen Genese eine entscheidende Rolle: Artefakte werden ausgehend von bestimmten Absichten designt und das Zitieren dieser vorhergehenden Absichten ist Teil der Erklärung für die Existenz des Artefakts. Dieser Umstand macht Artefakte im engeren Sinn unterscheidbar gegenüber bloßen Nebenprodukten menschlicher Tätigkeiten oder gegenüber Dingen der unbelebten Natur. Bei solchen Dingen fehlen schließlich die vorhergehenden Absichten.

Diesen Zusammenhang veranschaulicht folgendes Beispiel für Artefakte: Astronauten tragen auf dem Mond einen Raumanzug aus einem besonders wärmeisolierenden Material. Die Designer des Raumanzugs wollten die Astronauten vor der Kälte auf dem atmosphärenlosen Mond schützen. Nun hat dieses Material aber auch die nützliche Eigenschaft, gefährliche kosmische Strahlung abzufangen. Die Entwickler haben jedoch nicht an diese Strahlung gedacht. Das Material hat nun gleich zwei nützliche Effekte, aber nur einer davon ist seine Funktion und ordnet den Gegenstand in eine funktionale Kategorie ein: die Wärmeisolierung. Nur auf diese Eigenschaft bezieht sich die vorhergehende Absicht und zur Erklärung bei, warum es diese Raumanzüge überhaupt gibt. Auf diese Weise konstituieren sich durch den Verweis auf Absichten – vermittelt durch den Designplan – eindeutige externe funktionale Kategorien.

Diese Möglichkeit scheint uns bei F_F jedoch versperrt: In unterschiedlichen Umwelten wandelt sich F_F oder geht ganz verloren. Wenn wir eine Variante von F_F auf den Raumanzug anwenden, scheint es so, dass in dem Moment, in dem kosmische Strahlung vorhanden ist, der Raumanzug die Funktion des Strahlenschutzes übernimmt. Sobald die Strahlung nachlässt, aber große Kälte einsetzt, verliert der Raumanzug die Funktion des Strahlenschutzes wieder und erhält die neue Funktion des Schutzes vor Kälte. Intuitiv ist diese Einordnung nicht plausibel: Wir haben zu Recht die Vorstellung, Artefakte gehören entweder einer bestimmten funktionalen Kategorie an oder eben nicht. Mitunter gehören sie auch zwei oder noch mehr Kategorien an, aber niemals je nach Situation einer bestimmten Kategorie. Aufgrund der metaphorischen Übertragung der Artefakt-Teleologie auf biologische Merkmale sagt uns unser Bauchgefühl, auch biologische Merkmale müssten *simpliciter* einer ganz bestimmten funktionalen Kategorie angehören: Das Auge ist ein Sehwerkzeug, die Hand ein Greifwerkzeug, die Färbung des Birkenspanners ist eine Tarntracht usw.

Bigelow and Pargetter (1987/1998) haben es sich zur Aufgabe gemacht, Funktionen als Fitnessbeiträge ein wenig von ihrer irritierenden Relativität zu nehmen. Sie sprechen in ihrem einflussreichen Artikel von der „normalen Umwelt“, die zu berücksichtigen sind, wenn die Funktionen F_F zugewiesen werden. Die normale Umwelt wird nach Bigelow und Pargetter eindeutig von künstlichen oder auch nur untypischen Umwelten, die wir beim Zuweisen von Funktionen außer Acht lassen sollen.

First, like the corresponding account of fitness, this account of functions must be relativized to an environment. [...] When we speak of the function of a character, therefore, we mean that the character generates propensities that are survival-enhancing in the creature's natural habitat.

Ambiguities will arise especially when there is a sudden change in the environment. At first, we will refer the creature's "natural habitat" back at the previous environment. But eventually we will transfer the term to the current environment. The threshold at which we make such a transference will be vague. The notion of natural habitat will also be ambivalent as applied to domestic animals. [...]

In each case, the natural habitat of the item in question will be a functioning, healthy, interconnected system of organs or parts of the type usual for the species in question (Bigelow & Pargetter, 1987/1998, S. 252-253).

Die helle Farbe der Birkenspanner übernimmt auch dann noch die Funktion der Tarnung, wenn die Birkenrinde sich verdunkelt hat. Bigelow und Pargetter geben nun zu, dass es nach einer gewissen Zeit notwendig sein wird, unsere Vorstellung von der „normalen Umwelt“ zu verändern und sich auf die neue Umwelt zu beziehen. Die helle Farbe des Birkenspanners besitzt jetzt nicht mehr die Funktion F_F , weil sie in der neuen Umgebung keinen Fitnessvorteil mehr hervorbringt. Jetzt hat die dunkle Färbung eine Funktion, die sie bisher nicht hatte.

Plantinga (1993) formulierte in seiner Monografie „*Warrant and Proper Function*“ drei Einwände gegen die SEP-theory von Bigelow und Pargetter: Einerseits macht er darauf aufmerksam, dass die Bedingung zirkulär ist, wonach ein Merkmal dann eine Funktion besitzt, wenn es Teil eines funktionierenden Organismus ist und in einer funktionierenden Beziehung zur Umwelt steht. Andererseits könne diese Bedingung nicht einmal dann konsequent gelten, wenn die Zirkularität außer Acht bliebe: Die Funktionen des Immunsystems werden erst aktiv, wenn ein Organismus gerade nicht mehr gesund und funktionstüchtig ist. Schließlich lassen sich Gedankenspiele konstruieren, in denen ein Merkmal zum Überleben beiträgt, ohne dass wir diesem Merkmal aufgrund unserer Intuitionen eine Funktion zusprechen würden.¹⁴²

142 Dieser dritte Kritikpunkt sei nur am Rande erwähnt: Plantinga beschreibt ein makabres Szenario, in dem böswillige Wissenschaftler Menschen mit Absicht einen Gendefekt einbauen und anschließend diejenigen töten, die von diesem Gendefekt verschont geblieben sind. Nun könnte man behaupten, der Gendefekt trage zum Überleben der betroffenen Personen bei, sei also eine SEP. Allzu exotisch sind solche Szenarien leider nicht: In ähnlicher Weise scherzte etwa einmal Maynard Smith, seine Sehschwäche habe ihm einen Überlebensvorteil

Plantinga hat die offensichtliche Schwachstelle des SEP-Ansatzes erkannt: die Notwendigkeit, eine natürliche Umwelt ohne Zirkelschluss zu charakterisieren und von sonstigen möglichen oder tatsächlichen Umwelten abzugrenzen. Allerdings könnten Bigelow und Pargetter die Kritik zurückweisen, indem sie mehr auf den Aspekt des Typischen gegenüber dem Funktionstüchtigen und Gesunden abgehoben hätten: Die Frage, was arttypisch ist, ist vielleicht immer noch mit einer gewissen Vagheit verbunden, aber sie ist empirisch und unabhängig von funktionalen Erwägungen feststellbar und damit keineswegs einfach zirkulär. Plantingas erster Kritikpunkt trifft nicht den Kern der *SEP-theory*, sondern nur eine unglückliche Ausdrucksweise. Diese Feststellung gilt auch für den zweiten Kritikpunkt. Es ist zwar so, dass gewisse Funktionen gerade erst bei einem erkrankten Individuum zum Tragen kommen. Aber auch hier hilft der Hinweis, wenn wir die Bedingung, ein gesundes Wesen zu betrachten, durch die, für unsere Zwecke gleichwertige Bedingung ersetzen, ein Wesen in arttypischen Situationen zu betrachten. Ein Organismus, dessen Immunsystem aktiviert ist, ist zwar erkrankt, dieser Zustand kann jedoch ein arttypischer Zustand sein.

Der Erfolg oder Misserfolg des Ansatzes von Bigelow und Pargetter steht und fällt also weniger mit der Vermeidung einer banalen Zirkularität. Vielmehr geht es darum, eine handhabbare Konzeption von *natural habitat* als „arttypisch“ zu schaffen und vor allem zu zeigen, dass *natural habitat* überhaupt eine notwendige Bezugsgröße für F_F ist.

Wer Bigelow und Pargetter folgt und an der Bedeutung einer natürlichen Umgebung festhält, um F_F zu bestimmen, dem bleiben nun zwei Möglichkeiten: (1) Entweder er bleibt dabei, dass der dunkle Untergrund definitionsgemäß nicht als natürlich angenommen wird und für die Funktionsbestimmung nicht relevant ist. Dann wären die Veränderungen der Merkmalsverteilung nicht auf die Funktion F_F (den Fitnessbeitrag) der dunklen Flügel zurückzuführen, sondern würden bloß durch einen zufälligen Nutzen für die Falter entstehen. Eine solche Haltung entspräche unseren Intuitionen, dass Merkmale Funktionen *simpliciter* besitzen und bei ihrer Erschaffung einen Designplan erhalten und ohne Ansehung für eine irgendwie geartete Umwelt gelten. Diese Einstellung ist aber biologisch nicht hilfreich, weil sie nicht erlaubt, das Phänomen der veränderten Merkmalsverteilung in Begriffen von Funktionen zu behandeln. Der Funktionsbegriff F_F würde seine Anwendbarkeit verlieren. (2) Alternativ könnte ein Anhänger von *SEP* die Umbenennung der gegenwärtigen Umwelt in eine natürliche Umwelt sehr schnell durchführen; so schnell zumindest, dass die Dynamik der Merkmalsverteilung in der Population anhand der Tarnungsfunktion F_F der dunklen Färbung auf dem dunklen Untergrund abgebildet würde. Dann würde der dunkle Untergrund nach ein paar Tagen die natürliche Umwelt im Sinne von Bigelow und Pargetter sein.

Dieser zweite Ansatz wird von Bigelow und Pargetter selbst vorgeschlagen. Sie waren aber nicht sicher, welche Bedingungen an das Umschalten zwischen den Umwelten geknüpft sein sollten. Bardon (2007) findet eine plausible Umschreibung, was *natural habitat* für die *SEP-theory* bedeuten könnte. Mit Bardons Ansatz werden wir in die Lage versetzt, den Zeitpunkt für die Anerkennung eines neuen Lebensraums abzuschätzen.

verschafft, weil er ihretwegen vom Militärdienst im Zweiten Weltkrieg ausgemustert worden sei (Harper (2004). Trotzdem, so Plantinga, würden wir dem Gendefekt keine Funktion zusprechen wollen.

(SEP) A character of an organ or organism has an n-function [eine naturalistische Funktion im Gegensatz zu Funktionen von Artefakten] iff: the character generates survival-enhancing propensities for the organism in circumstances that have been common both to the activity of the mechanism that produces the character and to the species to which the character belongs.*

In this context, "common" is (loosely) defined relative to the threshold that needs to be reached by the frequency and duration of an environmental factor to result in changes (via accidental mutation and natural selection) to a species' common genetic makeup (even if no such changes are actually selected for). This threshold will vary according to a number of factors; for example, which species is in question will affect the threshold, since some rapidly reproducing species (such as fruit flies) can exhibit species-wide genetic responses to environmental pressures more quickly than others (Bardon, 2007, S. 57).

Die Grundidee ist zunächst vielversprechend: Jede Umwelt, die einen Einfluss auf die Merkmals- und die Allelverteilung einer Population hat, ist ein *natural habitat*. Wir sollten jedoch nicht darauf pochen, dass eine Änderung tatsächlich die gesamte Population erfasst (*a species' common genetic make up*). Der Gedanke von Bardon lässt sich anstelle von Veränderungen der Spezies auch in Form von Selektionsdrücken beschreiben, wie es etwas später Bertrand (2013) getan hat.

(SEPS) A character C of an organ or organism in a population P has a function iff C generates survival enhancing propensities, for the organ or organism that has it, in circumstances in which P persists or will go on to persist for an evolutionarily significant time period (Bertrand, 2013, S.1514).

Evolutionär signifikant ist eine Zeitspanne, wenn Selektionskräfte genug Gelegenheit hatten, Merkmalsträger aus der Population zu entfernen. Offensichtlich wird diese Zeitspanne je nach der Geschwindigkeit der Generationsfolge, der Knappheit der Ressourcen usw. in jedem Fall neu zu bestimmen sein. Diesen Hinweis gab bereits Bardon. Bertrand entleiht dieses Konzept einem Artikel von Griffith (1993/1998).

Obwohl Bardon und Bertrand mit ihrer Konzeption der Wandelbarkeit der Funktionen F_F Rechnung getragen haben, wird durch die Beibehaltung der Populationsebene ein eindeutiger Schwellenwert gesetzt: Nicht das glückliche Überleben eines Individuums aufgrund eines Merkmals ist relevant, sondern die statistisch signifikante Veränderung der Verteilung von Merkmalen innerhalb der Population.

Die Verwendung von Griffiths Konzept der *evolutionarily significant time period* erweist sich als plausibel. Die Agenda im Fall des Birkenspanners bestand darin, die Funktion F_F der dunklen Färbung auf dem dunklen Untergrund zu entdecken. Die Untersuchung dieses Phänomen war

überhaupt nur entstanden, weil erklärungsbedürftige evolutionäre Merkmale aufgetreten waren, nämlich die Verschiebung von Merkmalsverteilungen innerhalb einer Population. Solche evolutionären Veränderungen können *per definitionem* nur in einer evolutionär signifikanten Zeitdauer abgelaufen sein. Wenn wir die Umwelt ausdrücklich nicht als urtümlich oder als natürlich, sondern als evolutionär relevant verstehen, werden wir der Art der biologischen Fragestellungen und dem Ablauf der biologisch untersuchten Phänomene gerecht.

5.5.8 Die Funktionen F_F in Relation zu anderen Merkmalsvarianten

Funktionen F_F entsprechen nicht den absoluten Eigenschaften bestimmter Merkmale. Die Funktion F_F steht immer nur in Beziehung zu einer bestimmten Umwelt, in der ein Merkmalstypus zu einem Fitnessvorteil beiträgt. In einer anderen Umwelt ändert sich die Funktion F_F eines Merkmals oder das Merkmal besitzt dort überhaupt keine Funktion, weil der entsprechende Fitnessbeitrag nicht gegeben ist. Dies entspricht nicht den aus der Artefaktmetapher stammenden Intuitionen: Funktionen F_E von Artefakten sind absolute Eigenschaften des Gegenstands, die sich durch eine zweckmäßige Genese (den Designprozess) und durch die beabsichtigte Zugehörigkeit zu einer Kategorie externer funktionaler Äquivalente auszeichnen. Beide Bedingungen suchen wir intuitiv auch bei Funktionen F_F .

Das biologische Konzept der Fitness eines Merkmals wird stets in Bezug auf anderen Merkmalsvarianten innerhalb einer Population. Für den Birkenspanner erwies sich beispielsweise eine Farbvariante im Vergleich zur anderen Farbvariante als fitter. Wenn die Funktion F_F eines Merkmals diejenige Eigenschaft dieses Merkmals ist, die den Merkmalsträgern einen Fitnessvorteil verschafft, dann muss der Hinweis folgen, gegenüber welchem Vergleichswert denn dieser Vorteil ausgesagt wird. Es gibt zwar bestimmte philosophische Rekonstruktionen von F_F , die ohne einen solchen Bezug zu einem realen Alternativmerkmal auskommen. Diese Konzepte sind jedoch nicht nutzbringend für die Biologie: Sie führen eine Vagheit in die Behandlung von Fitnessbeiträgen ein, die nicht notwendig ist, um F_F in der Biologie anzuwenden. Das einzige Argument für diese Konzepte ist, dass sie biologische Praxis kompatibler machen für gewisse Intuitionen, die für den passenden und unpassenden Gebrauch des Begriffs „Funktion“ bestehen.

Ich möchte die Rolle von Vergleichen zwischen gegebenen Merkmalstypen anhand einer Debatte aus den 1960er Jahren illustrieren, die sich zwischen den Autoren Canfield, Lehman sowie Frankfurt und Poole stattfand.¹⁴³ Nach Canfield sollten Funktionen als Fitness-Beiträge zum Überleben und zur Fortpflanzung verstanden werden. Sein ursprünglicher Ansatz war einer Reihe von Kritikpunkten ausgesetzt, die hier unter dem Stichwort „Canfields *ceteris paribus*-Problem“ zusammengefasst werden.:

A function of I in S is to do C means I does C; and if, ceteris paribus, C were not done in an S, then the probability of that S surviving or having descendants would be smaller than the probability of an S in which C is done surviving or having descendants (Canfield, 1964, S. 292).

143 Siehe Lowell A. Nissen (1997 S. 71-84) für eine Übersicht über diese Debatte.

Mit *Ceteris paribus* ist in diesem Zusammenhang gemeint, dass sich die beiden Individuen (das reale und das kontrafaktisch vorgestellte Individuum) bis auf die An- oder Abwesenheit von C nicht unterscheiden dürfen. Erst dann kann der vorteilhaften Variante eine Funktion zugeschrieben werden. Des Weiteren soll laut Canfield *ceteris paribus* implizieren, dass beide Vergleichsorganismen abgesehen von den benannten Unterschieden körperlich arttypisch-normal sind und sich außerdem in ihrer arttypisch-normalen Umwelt aufhalten. Auf diese Weise soll nach Canfield vermieden werden, dass es zu Funktionsaussagen kommt, die nur für ein besonderes Individuum (einen Mutanten etwa) oder in einer unnatürlichen Umwelt gelten und keine biologische Relevanz besitzen. Kurz nach der Veröffentlichung seiner Funktionsdefinition wurde Canfields Ansatz von Lehman (1965) sowie von Frankfurt and Poole (1966) kritisiert, die dieses Konzept aus mehreren Gründen für nicht sinnvoll hielten.

Für Lehman war die Formulierung unglücklich gewählt, sodass auch Effekte, die nicht zur Fitness beitragen, dennoch eine Funktion besitzen müssten. So ist das Fehlen von Herzgeräuschen zwar selbst keine Ursache für eine verringerte Fitness, aber weil das Fehlen von Herzgeräuschen *de facto* aber auf eine fehlende Herzaktivität hindeuten könnte, korrelieren fehlende Herzgeräusche mit einer verringerten Fitness. So wie Canfield seinen Ansatz formuliert hatte, könne dieser offensichtliche Unterschied nicht angemessen berücksichtigt werden. Sober (1984/1993) prägte für diesen Sachverhalt später die Unterscheidung zwischen *selection for* und *selection of*. Lebewesen ohne wahrnehmbare Herzgeräusche haben offensichtlich keine Überlebenschancen. Die fehlenden Herzgeräusche sind jedoch nicht der eigentliche Grund für diese Tatsache, sondern nur ein Anzeichen für den tatsächlichen Ursache, nämlich den Herzstillstand. So sei es nach Canfield rein formell kein Widerspruch, festzustellen, die Herzgeräusche hätten eine Funktion, obwohl es gewiss nicht die Absicht Canfields war, eine rein korrelatorische Aussage zuzulassen. Canfield möchte mit seiner *ceteris paribus*-Bedingung offenbar eine kausale Kette nachzeichnen, die von der Tätigkeit C zum Überlebens- und Fortpflanzungserfolg führt. Doch seine ungenaue Definition lässt auch eine bloße Korrelation zu.

Canfield (1965) antwortete mit einer Präzisierung seines ursprünglichen Konzepts: Es leicht nachzuvollziehen, wie ein Labortier durch einen chirurgischen Eingriff auf eine Art und Weise modifiziert worden wäre, der den Blutkreislauf nicht gestört hätte, die hörbaren Herzgeräusche hingegen gedämpft würden. Ein solches Tier würde nun keine Fitnessverluste durch die fehlenden Geräusche erleiden, weshalb die Herzgeräusche selbstverständlich keine Funktion in Canfields Sinne hätte. Die *ceteris paribus*-Bedingung werde unter diesen Umständen erfüllt.

Frankfurt und Poole stellen jedoch fest, dass Canfields Konzept an einer anderen Stelle scheitere, schließlich wäre ein solcherart modifizierter Organismus nicht mehr normal in dem Sinne, wie Canfield es verlangt. Außerdem wäre dieser Organismus, der notwendigerweise seine anatomische Struktur durch den chirurgischen Eingriff verändert würde, nicht mehr in jeder anderen Hinsicht gleichartig zum Vergleichsorganismus (Frankfurt & Poole, 1966).

By ceteris paribus he means, among other things, that the two specimens are alike in all relevant respects other than the performance

of the activity in question. But if a certain activity is performed in one specimen and not in another, it is impossible that the two specimens should differ only in this. An organism's activities arise out of its bodily structure, and its structure must be altered in order to change its activities. The notion of two organisms which have the same structure, but in which different activities take place, violates our ideas of causality (Frankfurt & Poole, 1966, S. 71).

Was können wir aus dieser Auseinandersetzung lernen? Einerseits wird deutlich, dass es keine offensichtliche Regel gibt, um reale Merkmale mit kontrafaktischen Alternativen zu vergleichen. Ein experimenteller Weg ist die Erzeugung von Varianten mit ausgewählten *Knock-Out*-Mutanten. Der Vergleich zwischen Mutanten und unveränderten Wildtypindividuen kann zumindest den Fitnessbeitrag der Gene klären. Gene sind im Vergleich zu ihren phänotypischen Produkten räumlich klar voneinander abgegrenzt und lassen sich isoliert verändern. Diese Experimente kommen der Vorstellung von Canfield recht nahe, weil die Manipulation sehr zielgerichtet und präzise durchgeführt wird. Unterschiede im Phänotyp können in diesen Fällen eines monokausalen Eingreifens auch monokausal erklärt werden. Aber wie verhält es sich in den Fällen, wenn wir keine zwei Varianten zur Verfügung haben? Welche Art von gedachtem Vergleichspunkt sollten wir heranziehen? Zwei Antworten sind, die jedoch alle unzureichend erscheinen. Es handelt sich einerseits um den Vergleich mit einem Totalverlust des Merkmals und andererseits um den Vergleich mit einer sogenannten „naheliegenden möglichen Welt“ in der modalen Funktionstheorie nach Nanay. Zunächst also zum Totalverlust: Nicht immer wird der Vergleich mit dem Totalverlust derart einfach durchzuführen sein. Das Beispiel des Birkenspanners macht es leicht, weil zwei Farbvarianten für einen Vergleich zur Verfügung stehen. Nehmen wir an, es würde nur die helle Farbvariante existieren. Auch in diesem Fall erhöht die weiße Farbe die Fitness der Birkenspanner durch die Tarnung und Tarnung ist die Funktion der Färbung. Aber welches Grundniveau wird in diesem Fall angesetzt, um die Fitness messen zu können? Hier können wir weder gedanklich noch tatsächlich die Flügel entfernen, um den Vergleich zu ziehen, denn die Flügel haben noch andere Funktionen als die Tarnung. Canfields *ceteris paribus*-Bedingung verbietet diesen Eingriff, denn ein Birkenspanner ohne Flügel wäre sicherlich nicht in jeder anderen Hinsicht als der Färbung identisch mit einem Geflügelten, geschweige denn arttypisch-normal. In einigen Fällen dieser Art wird sich gewiss ein naheliegender Vergleich aufdrängen, hier etwa eine fiktive dunkle Farbe der Flügel als Gegenteil zu den weißen Flügeln. In solchen Fällen können wir möglicherweise ohne eine ausdrückliche Nennung der fiktiven Referenz auskommen. In anderen Fällen mag es jedoch sinnvoll sein, den fiktiven Referenzorganismus explizit zu machen, von dem aus ein bestimmtes Merkmal als erhöhte Fitness und funktional beurteilt wird.

Was können wir aus den Schwierigkeiten lernen, an denen diese Debatte laboriert hat? In realen Fällen wie dem des Birkenspanners werden Populationseffekte erklärt, und prognostiziert. In allen Fällen spielen Vergleiche zwischen unterschiedlichen Merkmalen eine entscheidende Rolle. In ähnlicher Weise sind Vergleiche unerlässlich, wenn es um die

Veränderung von Ökosystemen geht, etwa wenn die Fitness einer einheimischen Art mit derjenigen einer eingeführten konkurrierenden Art verglichen wird. Damit ist nicht gemeint, dass das Konzept der Fitness notwendigerweise einen Vergleich zwischen zwei Merkmalsvarianten benötigt. Ein Überlebenserfolg kann auch in absoluten Zahlen ausgedrückt werden. Wo jedoch von Funktionen als Fitnessbeiträgen die Rede ist, ist ein Vergleich zwischen realen Merkmalsvarianten unumgänglich.

Es ist sicherlich eine sinnvolle Fragestellung, aus welchen Gründen genau Schreibmaschinen im Laufe der 1980er und 1990er Jahre durch computergestützte Textverarbeitungsprogramme ersetzt wurden. Aus biologischer Sicht stellt sich die Frage, warum innerhalb der Population der Schreibwerkzeuge eine Variante die andere verdrängt hat. Aus welchen Gründen ist die Text-Software fitter als die Schreibmaschinen? Eine derartige Fragestellung ist nicht notwendig, um davon zu sprechen, dass eine Schreibmaschine die Funktion F_E erfüllt, Texte zu verfassen. Die Funktion einer Schreibmaschine bereits bekannt, bevor es PCs gab, weil eine eindeutig definierte Absicht vorlag, die kenntlich macht, was mit diesem Gerät bezweckt werden sollte und zu welcher Kategorie externer funktionaler Äquivalente es somit gehört (nämlich zu den Schreibwerkzeugen, neben Faustkeil, Kugelschreiber, Federkiel usw.)

Derartige Angaben über Absichten sind bei biologischen Merkmalen nicht möglich, daher sollten wir uns von Intuitionen aus dem Bereich der Artefakte nicht beeinflussen lassen: Funktionen F_F sind relativ für eine Umwelt und in Bezug auf konkrete Alternativen. Nur in dieser Gestalt erfüllen sie eine Aufgabe für biologische Fragestellungen.

5.5.9 Die modale Funktionstheorie

Nanay (2010, 2012) hat eine alternative Vorgehensweise vorgestellt, Funktionen als Fitnessbeiträge zu beschreiben. Sein Ansatz ist eine Herausforderung für die Tradition von Bigelow und Pargetter und versteht sich selbst in Abgrenzung von deren *SEP-theory*. Dennoch operiert auch Nanay mit dem Konzept der biologischen Fitness und berücksichtigt die Frage nach unterschiedlichen Umwelten und nach unterschiedlichen Varianten. Nanay berücksichtigt ebenfalls die Verwendungsweise von Fitness in der Biologie. Ich möchte in diesem Abschnitt die Kernpunkte von Nanays Ansatz vorstellen und anschließend erläutern, warum er gegenüber dem älteren *SEP-theory* unterlegen ist, wenn es darum geht, eine teleologische Sprache in der biologischen Praxis hervorzuheben.

Den Unterschied zwischen Nanays Ansatz und den früheren Konzeptionen von Bigelow und Pargetter sowie Walsh sind zwei Punkte relevant: Bei diesen Autoren ging es um die Betrachtung einer real vorhandenen Umwelt, wie sie auch immer gewählt oder gewechselt werden mag. Bei Nanay spielt hingegen die Vorstellung kontrafaktischer Umwelten eine entscheidende Rolle. Außerdem ging es in den Augen früherer Theoretiker anders als bei den Funktionen F_C und F_F stets um die Funktion von Merkmalstypen (siehe Abschnitt 5.5.3). Nanay hingegen möchte die Funktionszuschreibung für individuelle Merkmale in den Mittelpunkt rücken.

Motivation für beide Positionen ist die wahrgenommene Schwierigkeit, Merkmalstypen eindeutig zu individualisieren, ohne bereits eine bestimmte Funktion für eine Kategorisierung heranzuziehen. Nanay zeigt, dass Merkmalskategorien häufig auf Gemeinsamkeit der

Funktion abheben. Weder eine gemeinsame Morphologie noch eine gemeinsame naturgeschichtliche Vergangenheit (Homologie) reichen aus, um die Merkmalstypen zu umreißen, wenn es um die Zuschreibung von evolutionär bestimmten Funktionen geht: Merkmale können im Laufe der Naturgeschichte in vielerlei Hinsicht eine andere Gestalt annehmen. Dennoch werden sie in gleiche funktionale Kategorien eingeordnet, damit eine Identität des Typus gedanklich beibehalten wird. Es ist aber nach Nanay auch nicht einfach, lediglich die Entwicklungslinie zu beschreiben, denn ab einem gewissen Punkt verändert sich die Funktion des Merkmalstypus möglicherweise doch und dadurch wird das Merkmal im Sprachgebrauch der Biologie nun einem anderen Typus zugeordnet: Die Vorderbeine der Landwirbeltiere entwickelten sich irgendwann zu Flügeln. Dieser Unterschied in der Identität kann für Nanay nur mit einer veränderten Funktion markiert werden. Wir können also Merkmalstypen (zumindest in zahlreichen Fällen) nur funktional bestimmen und nicht einfach die Abstammung oder die Gestalt nachzeichnen. Gleichzeitig verwenden wir aber bereits Merkmalstypen, um nach den Funktionen dieser Typen zu fragen. Nanay befürchtet einen Zirkelschluss, in dem nur das implizit Angenommene ausgesprochen wird, aber keine Erkenntnis entsteht.

Nanay möchte diesen gordischen Knoten durchtrennen, indem er die Vorstellung von Funktionen als Fitnessbeiträge zwar beibehält, aber diese Funktionen nur noch auf das individuelle Merkmal bezieht, die sehr wohl morphologisch identifiziert werden. Sobald die Funktionen einmal für ein individuelles Merkmal geklärt sind, können Merkmalstypen im zweiten Schritt über die Gleichheit der Funktion zum einzelnen Exemplar bestimmt werden. Damit steht Nanay vor einer neuen Herausforderung: Die Zuschreibung von Fitness stützt sich stets auf eine bestimmte Umwelt und im Vergleich dazu auf bestimmte reale oder möglicherweise auch implizierte Alternativen. Nanay findet einen Ersatz für diese Parameter in der Forderung, ein individuelles Merkmal müsse bestimmten kontrafaktischen Aussagen genügen. Er beruft sich auf ein berühmtes Gedankenspiel von Lewis (1973), die Vorstellung „möglicher Welten“ (*possible worlds*). In der Logik begegnet uns die Frage, wie wir die Aussage, etwas sei „notwendigerweise der Fall“, verstehen sollen. Was meint hier „notwendig“ im Gegensatz zu nur „kontingenten“ Sachverhalten? Im Gegensatz zu notwendigen Sachverhalten scheint es bei kontingenten möglich, dass es sich auch anders hätte verhalten könnte. Andere Dinge, etwa aus der Mathematik oder Logik sind hingegen nicht in der gleichen Weise kontingent. Sie wirken vielmehr zwingend und logisch notwendig. Dieser Unterschied ist alltäglich und dennoch schwer verständlich: Wir tun uns schwer damit, ein Kennzeichen zu benennen, das die eine von der anderen Art von Tatsachen unterscheidet. Die Vorstellung möglicher Welten ist für Lewis zunächst ein philosophisches Instrument, um diesen intuitiven, aber undurchsichtigen Unterschied verständlich zu machen. Eine mögliche Welt ist für Lewis eine vorgestellte Wirklichkeit, in der gewisse Tatsachen anders liegen als in unserer wirklichen Welt, ohne dass diese Welt dabei aber selbstwidersprüchlich wäre. Auf diese Weise findet Lewis einen neuen Zugang zur Unterscheidung zwischen notwendigen und lediglich möglichen (kontingenten) Sachverhalten sowie zwischen notwendigen und bloß möglichen wahren Aussagen. Aussagen über lediglich mögliche Sachverhalte können als Aussagen über Welten aufgefasst werden, in denen dieser Sachverhalt Wirklichkeit ist. Wenn

ein Sachverhalt möglich ist, „existiert“ gedanklich eine vorstellbare Welt, in der dieser Sachverhalt Wirklichkeit ist. Wenn hingegen keine mögliche Welt sich für eine kontrafaktische Aussage denken lässt, in der diese Aussage wahr ist, dann ist der entsprechende Sachverhalt notwendigerweise falsch und der reale Sachverhalt notwendig. Auch die Aussage dieses realen Sachverhalts ist notwendigerweise und nicht nur möglicherweise wahr. Beispielsweise ist eine Welt, in der Godzilla Tokio zerstört hat, genauso logisch vorstellbar wie unsere Welt, in der Godzilla nur ein fiktives Wesen ist. Daher entspricht die Handlung eines Godzilla-Films zwar nicht den Tatsachen in unserer Welt, sie bleibt aber dennoch für den Zuschauer logisch nachvollziehbar. Demgegenüber ist eine Welt, in der zwei plus zwei fünf ergibt, nicht logisch vorstellbar.¹⁴⁴

Wir können die möglichen Welten sinnbildlich in einer Entfernung von unserer Welt ordnen: Eine Welt, die sich nur marginal von unserer unterscheidet, wird unserer Welt sinnbildlich eher „nahestehen“. Radikal andere Welten werden hingegen als „fern“ von uns bezeichnet. Diese Art, das Alltagsdenken über die „Möglichkeit“ philosophisch zu deuten, verpflichtet übrigens nicht dazu, eine Kosmologie der unendlichen Welten für plausibel zu halten. Lewis vertritt die Ansicht, diese vorgestellten Welten seien allesamt real (*modal realism*) (Lewis (1986/2001)). Diese Ansicht ist jedoch nicht verzichtbar, um das Konzept der möglichen Welten als Werkzeug der Sprachlogik zu verwenden.

Bei Anwendung dieser Methodik geht es Nanay nicht um die Unterscheidung zwischen möglichen und unmöglichen Welten, sondern lediglich um die Idee von nahen und fernen möglichen Welten, d. h. solchen, die unserer wirklichen Welt mehr oder weniger ähnlich sind. Er macht sich die Charakterisierung von Fitness zunutze: Fitness kann als Wahrscheinlichkeit begriffen werden, mit der ein Merkmalsträger einen Vorteil im Überleben und in der Fortpflanzung genießen wird. Es ist wahrscheinlich, dass ein Merkmal aufgrund seiner Funktion F_F einen tatsächlichen Überlebensvorteil gewährt. Der durch F_F ausgedrückte Fitnessbeitrag ist zumindest wahrscheinlicher, als dass das Merkmal einen beliebigen anderen Vorteil gewährt oder keinen oder einen nachteiligen Einfluss hat. Übertragen auf die Vorstellung der möglichen Welten bedeutet ein wahrscheinliches Geschehnis nun eine naheliegende mögliche Welt, während ein unwahrscheinliches Geschehen eine weit entfernt liegende mögliche Welt bedeutet. Nanay schreibt:

Performing F is a function of organism O's trait x at time t if and only if some 'relatively close' possible worlds where x is doing F at t and this contributes to O's inclusive fitness are closer to the actual world than any of those possible worlds where x is doing F at t but this does not contribute to O's inclusive fitness (Nanay, 2010, S. 422).

Nanay unterscheidet zwei Arten von Welten: solche in denen das Merkmal x die Tätigkeit F ausführt, und dies zur Fitness beiträgt und solche, in denen x zwar F tut, dies aber nicht zur

144 Damit ist gewiss nicht gemeint, dass nur die Bedeutung der Worte „vier“ und „fünf“ vertauscht ist. Eine solche Welt der vertauschten Worte ist gewiss ohne Weiteres logisch kohärent. Eine Welt, in der zwei plus zwei gleich fünf ist und in der alle Worte ihre Bedeutung beibehalten, ist hingegen inkohärent.

Fitness beiträgt. Ich möchte Nanays Vorstellung am Beispiel des Birkenspanners illustrieren: In der einen Welt bewirkt die dunkle Farbe (Merkmal x) eine Tarnung (Funktion F) und diese Tarnung erhöht die Fitness des Individuums O . In der anderen Art von Welt hat die dunkle Färbung ebenfalls den Effekt, das Individuum zu tarnen, aber dieser Effekt hat keinen Einfluss auf die Fitness. Nun verlangt Nanay, dass es zumindest eine Welt des ersten Typs gibt, die der Wirklichkeit näherkommt als alle denkbaren Welten des zweiten Typs.

Nanays modale Theorie von Funktionen ist in zweifacher Hinsicht kritisch zu beurteilen: Es ist nicht zu erkennen, dass der Rückzug auf die Funktionen von Individuen überhaupt notwendig ist. Außerdem erscheint die Bedingung kaum haltbar, wonach die naheliegende erfolgreiche Welt näher an der Realität liegen muss als jede mögliche erfolglose Welt.

Zunächst halte ich Nanays Prämisse für falsch, biologische Merkmale seien lediglich oder auch nur in erster Linie funktional bestimmt. Gerade wenn es um innere Organe oder um mikroskopische Strukturen geht, war die morphologische und anatomische Charakterisierung oftmals viel ausgereifter als die funktionale Zuschreibung. So gab es in der Geschichte der Naturforschung allerlei falsche Vorstellungen über die Funktion des Gehirns, der Zirbeldrüse, der Nieren usw. Wir lesen bei Aristoteles, das Gehirn habe die Funktion, das Blut zu kühlen (Aristoteles, 1855). Trotzdem würde es doch zu weit gehen, wenn wir behaupten, Aristoteles habe nicht gewusst, was das Gehirn ist oder er habe gar das Gehirn nicht „gekannt“, nur weil er eine Reihe von gravierenden Trugschlüssen über das Gehirn hatte. Er kannte offensichtlich das Gehirn, also jenes weiche Gewebe, das Menschen im Schädel tragen. Es sind nicht in jedem Fall und vielleicht nicht einmal in erster Linie Funktionen, die die Referenzen von Merkmalstypen festlegen, sondern sehr oft ist es die Morphologie. Auch im Fall der Birkenspanner wird das betreffende Merkmal der Färbung zunächst morphologisch und nicht bereits funktional bestimmt.

Es scheint bisweilen tatsächlich so, dass biologische Merkmale in erster Linie funktional bestimmt werden. Auch einige Wissenschaftstheoretiker wie Millikan gehen von dieser Annahme aus:

Our ordinary classification of items under headings such as „heart“, „kidney“, „mating display“, or „greeting ritual“ tends to correspond to classification in accordance with direct proper function (R. G. Millikan, 1984, S. 29)

Dieser irreführende Eindruck ist auf eine lebensweltliche und eine kognitiv-metaphorische Ursache zurückzuführen. Erstens lassen sich morphologisch distinkte Merkmale oft tatsächlich distinkte Funktionen zuweisen. Im Alltag sind wir uns unmittelbar bewusst, dass morphologische und funktionale Kategorien in sehr vielen Fällen deckungsgleich in ihrer Referenz sind. So weiß bereits ein kleines Kind, dass Augen zum Sehen da sind, weil es erfährt, dass es nichts mehr sehen kann, wenn es sich die Augen zuhält. In Situationen, in denen ein lebensweltlicher Erfahrungszugang zu den Funktionen der Organe besteht, verschwimmen gedanklich die Grenzen zwischen morphologischen und funktionalen Kategorien. Dann können wir den Eindruck gewinnen, den bereits Aristoteles beschrieben hat:

Allgemein ist nun dargelegt, was die Seele [altgr. psyche, ψυχή] ist; denn sie ist das Wesen dem Begriffe nach. Wenn nämlich das Auge ein Lebewesen wäre, so wäre seine Seele die Sehkraft; denn sie ist das Wesen des Auges dem Begriffe nach. Das Auge aber ist die Materie der Sehkraft. Wenn diese sich entfernte, wäre es kein Auge mehr, es sei denn nur im namensgleichen (äquivoken) Sinne, wie das steinerne oder das gezeichnete (Auge) (Aristoteles, 1995c, Buch II, Kapitel 2, 412b).

Warum ist für Nanay die Frage der funktionalen Kategorisierung von biologischen Merkmalen so bedeutsam? Es ist anzunehmen, das obige Zitat von Aristoteles ist in dieser Hinsicht verräterisch. Artefakte werden erst durch ihre Funktion bestimmt; Artefaktkategorien sind in erster Linie funktionale Kategorien. Der Funktionsbegriff F_F greift metaphorisch auf das Motiv der externen Normsetzung durch Absichten von F_E zurück. Es liegt in Bezug auf die kognitive Artefaktmetapher nahe, auch andere Motive von F_E ins Boot zu holen wie die externen funktionalen Äquivalente. Wie Aristoteles so erscheint es auch in der Gegenwart angemessen, den Begriff eines biologischen Merkmals essenziell als einen funktionalen Begriff zu verstehen. Doch im Bereich der Artefakte liefert uns die Absicht des Designers eine eindeutige externe funktionale Kategorie (Fortbewegungsmittel, Tarnausrüstung, Kommunikationsgerät usw.). Selbst in der Praxis des *reverse-engineering* geht es nicht nur darum, eine bestimmte Struktur aufzudecken, sondern die unterstellten Absichten, d. h. die externen Funktionen F_E anhand einer funktionalen Beurteilung zu erkennen (siehe Abschnitt 4.3.10), weil die Absichten wiederum Teil der Erklärung für die Existenz des Designplans sind, der letztlich die Einzelgegenstände erklärt. Es gibt gute Gründe, Artefakte in erster Linie als funktional bestimmt anzusehen. In der Biologie liegen jedoch nicht Absichten vor und funktionale Kategorien erklären nicht die Existenz eines Merkmals, zumindest nicht in der unmittelbaren Art und Weise wie bei Artefakten. Es besteht kein Grund, externen funktionalen Kategorisierungen ungeachtet der jeweiligen Fragestellung eine Vorrangstellung vor anderen möglichen Einteilungen zu geben, seien sie nun rein morphologisch ausgelegt oder an phylogenetischer Homologie orientiert.

Nanay bemüht sich um einen Funktionsbegriff, der den Bezug auf Merkmalstypen gänzlich meidet, weil er diese Vorrangstellung funktionaler Kategorien voraussetzt. Ist dieser Funktionsbegriff ungeachtet der Motivation dennoch biologisch sinnvoll? Nanays modaler Funktionsbegriff entfernt sich von der Art und Weise, wie Funktionen F_F und Fitness in der Biologie verwendet werden. Es ist nicht notwendig, Funktionen von individuellen Merkmalen her zu konzeptualisieren.

Nanay geht davon aus, dass es eine naheliegende Welt gibt, in der ein Merkmal zur Fitness beiträgt und diese Welt naheliegender ist als alle möglichen Welten, in der dieser Zustand nicht besteht. Es sind durchaus Fälle denkbar, in denen ein individuelles Merkmal nur höchst unwahrscheinlich einen Fitnessbeitrag leistet, obwohl der Merkmalstyp eine Funktion F_F besitzt, also innerhalb der Population im Durchschnitt einen Fitnessbeitrag für die Individuen leistet. Dieser Fall läge vor, wenn das Individuum andere ungewöhnliche Merkmale besitzt, die die Leistung eines Merkmals in diesem Einzelfall zu einem Schaden werden lassen.

Genetisch bedingte Stoffwechselerkrankungen können in diese Kategorie fallen: Außerdem wandelt das Enzym das Substrat A zum toxischen Produkt B um. B wird wiederum von einem zweiten Enzym in das nützliche Endprodukt C umgewandelt. Ein Mangel am Endprodukt C wäre weniger nachteilig für die biologische Fitness für dieses Individuum als ein Übermaß am Zwischenprodukt B oder dem Ausgangssubstrat A. Wenn nun in einem erkrankten Individuum das Enzym 2 durch eine Mutation inaktiv ist, reichert sich gerade durch die Funktionstüchtigkeit (F_C) des Enzyms 1 das toxische Intermediat B an. In diesem speziellen Individuum verhindert das Merkmal Enzym 1 gerade durch seine gesunde Funktion F_C , dass es eine Funktion F_F , d. h. einen Fitnessbeitrag leisten kann. Unter der Voraussetzung eines inaktiven Enzyms 2 ist ein Individuum mit ebenfalls inaktivem Enzym 1 fitter als mit funktionsfähigem Enzym 1 (F_C). Hier zeigt sich die Stumpfheit der Definition anhand möglicher Welten: Gibt es eine Welt, in der das betreffende Individuum ein funktionstüchtiges Enzym 2 besitzt und die näher ist als alle (!) anderen Welten, in denen es erkrankt ist? Sind für diesen Zweck möglicherweise noch mehr Informationen über die Natur der Erkrankung notwendig? Besteht beispielsweise ein Unterschied, welche Art von Mutation für den Ausfall des Enzyms 2 verantwortlich ist? Nehmen wir einmal an, der Ausfall des Enzyms 2 wäre durch eine Nukleotidsubstitution eingetreten. Würde uns die Aufhebung dieser Substitution nur geringfügig von der Wirklichkeit entfernen, während die Aufhebung einer Deletion uns weiter wegführen würde? Eine Deletion führt zu einer Verschiebung des Leserasters und hat dadurch viel gravierendere Auswirkungen auf das Individuum. Unzählige derartiger Ermessensfragen stehen uns ins Haus, sobald wir uns auf die modale Funktionstheorie einlassen. Für die älteren Theorien von Walsh (1996) oder Bigelow and Pargetter (1987/1998) ist dieser scheinbare Widerspruch kein Problem: In den Arbeiten wurde ohnehin nicht das Schicksal eines Individuums betrachtet.

Lewis hat mit seiner Konzeption der möglichen Welten ein philosophisches Problem greifbar gemacht. Nanay hingegen verkompliziert durch die Übernahme dieser Konzeption unnötig die Frage nach biologischen Funktionen, indem er wenig konkrete Fragen darüber vorstellt, wie Nähe und Ferne möglicher Welten in biologischen Kontexten einzuschätzen sind. Eine Vagheit und Beschreibungsabhängigkeit des Funktionsbegriffes F_F wird suggeriert, die in den alternativen Konzeptionen von Walsh (1996) sowie von Bigelow and Pargetter (1987/1998) nicht vorhanden waren. Es mag zwar eine biologische, empirische Unklarheit geben, worin die Funktion eines Merkmals besteht oder sogar, ob eine Funktion vorhanden ist, aber nicht darüber, unter welchen theoretischen Bedingungen es überhaupt angemessen wäre, von Funktionen zu sprechen. Die Funktionsbegriffe von Walsh sowie von Bigelow und Pargetter liefern eindeutige Kriterien, auch wenn es in der Praxis der Biologie schwierig sein mag, das Vorliegen dieser Kriterien zu ermitteln.

Wenn wir am Ende biologisch relevante Aussagen treffen wollen, dann müssen wir auch Individuen auswählen, die für Biologen relevant sind. Das sind nun einmal also solche die Repräsentanten des biologischen Normalfalls oder Idealtypus darstellen und eine repräsentative Stichprobe abbilden. Nanay (2012) betont zu Recht, dass sich biologische Funktionszuschreibungen immer auf konkrete Forschungsfragen beziehen. Bereits Canfield (1964, 1965) setzte voraus, Funktionen und Fitness sinnvoll aufeinander zu beziehen. Damit

ist aber ein biologisch relevanter Funktionsbegriff erneut nur möglich, wenn die Population insgesamt betrachtet wird, aus der ein Normal- oder Durchschnittsindividuum abstrahiert wird. In Bezug auf die Umwelt müssen wir die realen Einzelfälle ausschließen: Für jedes konkrete Individuum lässt sich im Prinzip eine konkrete Umwelt benennen, in der es existiert, einschließlich seiner Stellung und Beziehung zur Population insgesamt. Ein abstraktes Durchschnittsindividuum besitzt aber keine konkrete Umwelt, sondern nur eine ebenfalls abstrahierte Durchschnittsumwelt. Ausgehend von einem Durchschnittsexemplar und einer Durchschnittsumwelt können wir auf die modale Herangehensweise verzichten. Sobald das Merkmal x des Durchschnittsindividuums O in der durchschnittlichen Umwelt E die Tätigkeit F ausführt und F damit die inklusive Fitness erhöht, dann ist F die Funktion von x . Die Modaltheorie von Lewis sollte für Nanay die Notwendigkeit von Durchschnittswerten beseitigen und muss dennoch auf Durchschnittswerte zurückgreifen, um auf biologische relevante Fälle anwendbar zu sein.

5.5.10 Fazit zum Funktionsbegriff der Fitness-Beiträge (F_F)

Als Fitnessbeiträge dient die Benennung von Funktionen dazu, Veränderungen in Populationen zu erklären. Es handelt sich um die Funktionen F_F . Im Unterschied zu den in den Abschnitten 5.3 und 5.4 vorgestellten Funktionen F_C beziehen sich Funktionen F_F auf Merkmalstypen und nicht auf individuelle Merkmale.

Der Erklärungsgehalt von Funktionen F_F besteht darin, die Präsenz eines Merkmalstypus in der Population zu erklären, indem auf den Vorteil verwiesen wird, den dieses Merkmal den Individuen der Population durchschnittlich gewährt. Obwohl der Merkmalstypus der biologischen Fragestellung zugrunde liegt, verweist die Erklärung auf die Fitness von Individuen. Damit handelt es sich beim verwendeten Fitnessbegriff um die sogenannte *vernacular fitness* und nicht um den rein statistischen Fitnessbegriff von Merkmalstypen.

Die kognitive Begründung, warum eine teleologische Sprache angewendet wird, liegt im Merkmal der externen Normsetzung. Dinge mit Funktionen wie Artefakte verfügen über externe Normen, die Kriterien für den Erfolg bzw. Misserfolg festlegen. Diese Normen gehen auf die Absichten und Interessen der Designer und Nutzer des Artefakts zurück. Indem wir das Überleben und den Fortpflanzungserfolg von Lebewesen in unserem Alltagsverständnis als deren Absichten und Interessen zu identifizieren, neigen wir dazu, die Werkzeuge zur Verwirklichung dieser unterstellten Absichten funktional, d. h. in der Artefaktmetapher zu beschreiben.

Für eine höhere Aussagekraft werden diese Erklärungen stets zu einer relevanten Umwelt und zu den vorhandenen alternativen Merkmalen in Beziehung gesetzt. Dadurch stehen die Funktionen F_F im Gegensatz zu metaphorischen Intuitionen aus der Artefaktmetapher, die wir über Funktionen in der Alltagssprache mitbringen: Intuitiv gehen wir davon aus, dass Dinge, die Funktionen besitzen, epistemisch objektiv zu einer externen funktionalen Kategorie gehören und dass die Zuordnung zu einer solchen Kategorie durch eine zweckmäßige Genese begründet ist. Beide Bedingungen sind bei biologischen Merkmalen aber nicht gegeben. Es sind nur relative Aussagen möglich, während die Artefaktfunktionen F_E absolut feststehen.

Die vorliegende Konzeption der Funktionen F_F stützt sich auf Walsh (1996) Ansatz der *relational function*. In der Praxis vermittelt die *SEP theory* im Anschluss an Bigelow and Pargetter (1987/1998) eine einleuchtende Vorstellung davon vermittelt, welche Arten von Umwelt für Fälle von F_F in Betracht kommen, nämlich solche, die für einen evolutionär relevanten Zeitraum andauern.

Die *modal theory of function* von Nanay (2010, 2012) rekurriert ebenfalls auf Fitnessbeiträge, aber aus theoretischen Gründen beim individuellen Merkmal ansetzt und auf Lewis' Konzept der möglichen Welten zurückgreift. Nicht zutreffend ist Nanays Ansicht, wonach biologische Merkmalstypen bereits funktional bestimmt sind und deshalb die Funktionen von Merkmalstypen nicht ohne Zirkelschluss zu definieren sind. Weiterhin besteht die Notwendigkeit, in biologisch relevanten Fällen nicht von einem beliebigen Individuum und einer beliebigen Umwelt auszugehen, um nahe und weniger nahe Welten zu bestimmen. Vielmehr muss ein idealisiertes Durchschnittsexemplar und eine idealisierte Durchschnittsumwelt verwendet werden. Mit diesem Vorgehen wird aber die Modalanalyse überflüssig.

5.6 Funktionen als naturgeschichtliche Erklärung (F_H)

In diesem Abschnitt wird die dritte Form vorgestellt, in der Funktionen in der Biologie verwendet werden, nämlich als naturgeschichtliche Erklärung für das Vorhandensein eines bestimmten Merkmalstyps. Als Beispiel für ein rudimentäres Merkmal dient die Schilddrüse des Axolotls. Die Funktionen (F_H) verweisen auf die evolutionäre Vergangenheit des Merkmals, selbst dann noch, wenn dieses Merkmal inzwischen keinen Fitnessbeitrag mehr leistet und auch nicht mehr an biologisch relevanten Phänomenen beteiligt ist.

Im Anschluss geht es um die Frage, in welcher Weise die kognitive Artefaktmetapher die Verwendungsweise des Ausdrucks „Funktion“ verursacht. Daran schließt sich der Nachweis an, wie die Ausweitung der Metapher zu Irrwegen in der theoretischen Ausarbeitung des Funktionsbegriffs geführt hat. Diese Irrwege sind auf den Versuch zurückzuführen, aus dem reinen Funktionsbegriff F_H einen *modern history account* und einen *continued usefulness account* zu formulieren, der keinen Bezug zur ursprünglichen biologischen Fragestellung besitzt, zu deren Beantwortung Funktionen F_H beitragen sollen.

Abschließend geht es um die passende Variante von F_H , der *generalized selected effects-theory*, die aufzeigt, wie vielfältig die Anwendungsgebiete von F_H tatsächlich sind.

5.6.1 Der Fall des Axolotls

Axolotl (*Ambystoma mexicanum*) ist eine Spezies aus der Familie der Querzahnmolche und in Mexiko heimisch. Ihre ungewöhnliche Anatomie rührt von einem Phänomen mit Neotenie her: Körperlich ähneln Axolotl den kiemenatmenden Larvenstadien anderer Amphibien. Doch im Gegensatz zu den allermeisten anderen Arten dieser Klasse verbleiben Axolotl während ihres gesamten Lebenszyklus in dieser Form. Sie werden auch in ihrem larvenartigen Zustand geschlechtsreif und pflanzen sich fort. In der Evolutionsgeschichte entstand die Neotenie des Axolotls durch die Etablierung einer veränderten Schilddrüse in der Population. Das Hormon Thyroxin, das bei Amphibien die Metamorphose in die adulte Form auslöst, wird bei Axolotl in zu geringen Mengen produziert. Eine experimentelle Gabe von Thyroxin kann

dementsprechend eine Metamorphose künstlich induzieren. Die so entstehenden Individuen ähneln dann den nicht neotenen Querzahnmolchen (Wolpert et al., 1998/2007, S. 518-519). Die teleologische Sprache dient dazu, dass die Schilddrüse des Axolotls die Funktion übernimmt, Thyroxin zu sezernieren und die Metamorphose auszulösen. Es handelt sich um einen rein naturhistorischen Funktionsbegriff (F_H). Welcher biologisch relevante Sachverhalt ist gemeint, wenn wir beim Axolotl von Funktionen der Schilddrüse sprechen und inwieweit ist der Funktionsbegriff F_H tatsächlich eindeutig von den bisher behandelten Funktionsbegriffen F_C und F_F zu unterscheiden?

Aus physiologischer Sicht sind in Bezug auf den Axolotl zwei Eigenschaften bemerkenswert: Die Schilddrüse, die zur Metamorphose führt, ist immer noch im Axolotl vorhanden. Ihre Existenz verlangt also nach einer kausalen mechanistischen (naturgeschichtlichen) Erklärung. Gleichzeitig spielt sie in der Natur aber keine kausale Rolle für irgendein hierarchisch höherstehendes Phänomen, weil die Metamorphose in der Natur schlicht nicht stattfindet. Aus diesem Grund greift F_C nicht. Außerdem leistet die Schilddrüse keinen Beitrag zur Fitness, denn der Lebenszyklus der Axolotl verläuft inzwischen ohne Metamorphose und auch ohne die Funktion der Schilddrüse. Eine künstlich herbeigeführte Metamorphose ist insbesondere für ältere Individuen eine lebensbedrohliche Belastung.

Wir können also weder behaupten, die Schilddrüse besitze eine F_C oder F_F Funktion. Biologisch handelt es sich hier um ein Rudiment.¹⁴⁵ Nichtsdestotrotz würden wir bisweilen feststellen, dass die rudimentäre Schilddrüse bei Vorfahren des Axolotls die Funktion hatte, die Metamorphose auszulösen, obwohl sie keinen aktuellen Beitrag zur Fitness leistet und obwohl sie auch keine kausale Rolle innerhalb von komplexen Phänomenen spielt.

In Fällen dieser Art steckt hinter der Funktionszuschreibung eine naturgeschichtliche Aussage und keine Aussage über kausale Rollen innerhalb eines Systems oder über Fitnessbeiträge: Sie dient nur dazu, zu erklären, wie es dazu kam, dass Axolotl heute eine Schilddrüse besitzen. Indizien für die Plausibilität einer solchen Erklärungsgeschichte könnte die Möglichkeit sein, die künstliche Induzierbarkeit oder eventuelle archäologische Funde und genetische Vergleiche mit rezenten nicht neotenen Molchen heranzuziehen. Wenn Biologen behaupten, dass die Schilddrüse eine Funktion besitzt, dann beziehen sie sich nicht auf die Gegenwart, sondern auf die Vergangenheit.

Es versteht sich, dass diese Art des Funktionsbegriffs nur eine Erklärung liefern kann, wenn sie zumindest implizit mit einer glaubhaften Evolutionsgeschichte unterfüttert werden kann. Wir müssen also zumindest annehmen, dass sich biologische Merkmale durch darwinsche Evolutionsprozesse herausbilden und erhalten. In Sobers Unterscheidung zwischen „*selection for...*“ und „*selection of...*“ erklärt uns F_H die Existenz eines Merkmals, indem eine „*selection for...*“ zunächst bestätigt wird (das Merkmal hat also eine Funktion F_H) und die evolutionäre Ursache dieses Selektionsprozesses benannt wird. Damit unterscheiden sich Merkmale funktional von solchen Merkmalen, die nur als Nebeneffekt anderer Selektionsprozesse erhalten werden (nur „*selection of...*“) oder die ihre Existenz nicht adaptiven evolutionären

145 Nehmen wir der Einfachheit halber einmal an, dass die Schilddrüse des Axolotls nicht noch weitere Effekte besitzt, denen wir F_C und F_F zuschreiben können.

Prozessen verdanken. Wir erinnern uns an das bekannte Beispiel der Herztöne, wie es in der Debatte um Canfield zur Sprache kommt (siehe Abschnitt 5.2.1): Dort wird herausgestellt, dass die Herzgeräusche selbst funktionslos sind, sich aber als Nebeneffekt der Pumpleistung des Herzens erhalten.

Beispiele vom Schlage des Axolotls sind in der wissenschaftstheoretischen Literatur weit verbreitet, wenn es darum geht, zu rekonstruieren, was Biologen unter Funktionen verstehen. Diese Ansätze berufen sich auf L. Wright (1973/1998), der sagte, Funktionen seien Teil von Erklärungen, warum etwas existiert. Wright selbst bezieht sich noch nicht ausschließlich auf die Biologie. Dort geht es um das allgemeine Konzept von Funktionen, die sich gleichermaßen auf Artefakte wie auf biologische Merkmale beziehen. Wenn nun ein Biologe feststellt, dass ein Merkmal eine bestimmte Funktion hat und sich Wrights Ansatz bedient, dann ist damit im Grunde gemeint: Die so ausgezeichnete Tätigkeit oder Eigenschaft bei vergangenen Merkmalsträgern kann durch Annahme eines Selektionsprozesses erklären, warum (kausal) dieses Merkmal mit genau dieser Eigenschaft oder diesem Verhalten in heutigen Merkmalsträgern vorkommt.

Wie ist Wrights Prinzip angewendet auf den Fall der Schilddrüse des Axolotls vor dem Hintergrund der darwinschen Evolutionstheorie zu verstehen? Wenn wir behaupten, die Funktion der Schilddrüse des Axolotls sei die Induktion der Metamorphose durch die Abgabe des Hormons Thyroxin, dann hat nach Wright in der evolutionären Vergangenheit die Abgabe von Thyroxin die Metamorphose in den Vorfahren der heutigen Axolotl ausgelöst und damit den Reifeprozess, die Entwicklung der Fortpflanzungsfähigkeit und schließlich die Weitergabe dieses Merkmals bei diesen Axolotl-Vorfahren vorangetrieben. So sind die Merkmale (oder je nach Bezugsrahmen die entsprechenden Allele) auch an den heutigen Axolotl vererbt worden, welchen Einfluss und welche Rolle sie dort auch immer haben mögen.

Bekanntere Vertreter dieser Sicht auf Funktionen sind R. G. Millikan (1984, 1989/1998) und Neander (1991, 1991/1998) und in neuerer Zeit etwa Huneman (2013) und Garson (2016). Diese Tradition firmiert unter den Namen ätiologische Theorie (*etiological theory*) von Funktionen, Theorie der selektierten Effekte (*selected effects*) bei Neander oder auch Theorie der eigentlichen Funktionen (*proper functions*) bei Millikan.¹⁴⁶

Stellvertretend für diesen Zusammenhang kann Hunemans aktuelle und knappe Formulierung stehen, die er als eine „ökumenische“ Formulierung dieser gesamten Denkrichtung versteht:

Roughly put, the etiological thesis says:

Function of trait X is Z if X has been selected for doing Z (Huneman, 2013, S. 106).

Auch wenn inzwischen weitgehende Einigkeit darüber herrscht, dass neben der ätiologischen Theorie auch noch zumindest die Theorie kausaler Rollen relevant ist, bleibt doch Ätiologie

¹⁴⁶ Alle drei Namen werden synonym verwendet, auch wenn später noch wichtig wird, dass Millikans Ansatz der *proper functions* eine besondere Zielsetzung beinhaltet. Sie versteht *proper function* ausdrücklich als theoretisches Konzept und nicht als Ergebnis einer Analyse der Konzepte unserer Sprache (R. G. Millikan, 1989/1998).

ein wichtiger, vielleicht sogar der wichtigste Bezugspunkt der heutigen Debatte (R. G. Millikan, 2002) (Brandon, 2013).

Ich habe dieses Fallbeispiel ausgewählt, um die dritte Form der biologisch relevanten Funktionen zu illustrieren. Es handelt sich um die Suche nach einem nach dem hervorbringenden Mechanismus (Craver & Darden, 2013), der für die Existenz des Merkmals der Schilddrüse verantwortlich ist. Nach Tinbergen (1963) handelt es sich um eine evolutionäre Fragestellung. Mayr (1988/1991a) sieht darin sogar eine ultimate Erklärung, weil sich der zu beschreibende Mechanismus nicht auf die Entwicklung des Individuums beschränkt, der dieses Individuum nicht einmal ausdrücklich einbeziehen muss. Wenn innerhalb von solchen Forschungsprojekten von Funktion die Rede ist, wird der Begriff in folgender Weise verwendet:

Historischer Funktionsbegriff F_H : Eine Funktion nach F_H eines Merkmalstyps T ist Bestandteil von Selektions-Erklärungen, warum dieser Merkmalstyp in der vorliegenden Form existiert.

Selektions-Erklärung: Eine Selektions-Erklärung ist eine mechanistische, ultimate Erklärung der Existenz eines Merkmalstyps T unter Berufung auf natürliche Auslese. Die Tatsache, dass an einem Punkt in der Vergangenheit Selektion für F_H stattfand, kann zumindest zum Teil erklären, warum T existiert.

5.6.2 Aufgaben des Funktionsbegriffs F_H ?

Funktionen dienen als naturhistorische Erklärungen für die Existenz eines bestimmten Merkmalstyps. Aus dieser Aufgabe ergeben sich die Funktionsbegriffe F_{H1} und F_{H2} .

F_{H1} : F_H kann sich auf den Adaptionsprozess beziehen, der ursprünglich zur Herausbildung des Merkmalstyps geführt hat. F_{H2} : F_H kann sich aber auch auf den Prozess der Erhaltung des Merkmals beziehen, also die fortdauernde Überlegenheit gegenüber anderen Merkmalsvarianten, die im Laufe der Zeit entstanden sind.

In beiden Fällen liefert der Verweis auf die Funktionen F_H eine bestimmte Art von naturgeschichtlicher Erklärung. In vielen Fällen werden die Antworten auf beide Varianten identisch sein. Dennoch sollten wir uns über die möglichen Fälle im Klaren sein, in denen je nach Variante unterschiedliche Antworten gegeben werden.

Eine naheliegende Möglichkeit für Abweichungen zwischen F_{H1} und F_{H2} ergibt sich im Fall von sogenannten Exaptationen. Der Begriff Exaptation ist von Gould (1991, 1997); Gould and Vrba (1982/1998) geprägt worden, um eine Sachlage in der Evolutionsgeschichte zu charakterisieren, die nach Ansicht der Autoren begrifflich bisher noch nicht angemessen erfasst worden war. Exaptation beschreibt ein biologisches Merkmal, das einen positiven Beitrag zur Fitness des Organismus leistet, ohne dass dieses Merkmal in einer Selektionsgeschichte an seine Aufgabe adaptiert wurde.

But what is the unselected, but useful character itself to be called? Indeed, it has no recognized name [...] We suggest that such characters, evolved for other usages (or for no function at all), and later "coopted" for their current role, be called exaptations. [...] They are fit

*for their current role, hence aptus, but they were not designed for it, and therefore not ad aptus, or pushed towards fitness. They owe their fitness to features present for other reasons, and are therefore fit (aptus) by reason of (ex) their form, or ex aptus (Gould & Vrba, 1982/1998, S. 522-523).*¹⁴⁷

Beispiele für solche Fälle sind etwa die Knochen von Wirbeltieren: Es scheint heute plausibel, dass Skelette im Körper von Fischen zunächst als Speicherort für Calcium dienen. Bei der Entstehung von Landwirbeltieren waren diese Calciumablagerungen dann aber nützlich, weil sie in einer Umwelt ohne den Auftrieb des Wassers dem Körper Stabilität verliehen (Halstead, 1969). Bei den ersten Landbewohnern war das Skelett noch keine Adaptation an das Landleben, sondern eine Exaptation, d. h. ein zufälligerweise nützliches Merkmal mit einem völlig anderen evolutionären Hintergrund. Nichtsdestotrotz ist die spätere Funktion F_{H2} der Stabilität eine Erklärung dafür, warum sich das Skelett bei Landwirbeltieren erhalten hat.

Zu der Frage, welche Funktion F_H das Skelett der Wirbeltiere hat, sind zwei Antworten möglich: Einerseits ist die Speicherung von Calcium relevant, weil erklärt wird, wie dieser Merkmalstyp entstanden ist. Gleichzeitig ist aber auch die spätere Stützfunktion bei Landtieren wichtig. Sie erklärt, warum dieses Merkmal langfristig bei Landwirbeltieren erhalten geblieben ist. Beispielsweise existiert die Erbkrankheit *Osteogenesis Imperfecta*, die auch Glasknochenkrankheit genannt wird. Nicht das Merkmal der Glasknochen hat sich evolutionär durchgesetzt, sondern die Knochenstruktur, wie sie in gesunden Individuen üblich ist. Mutmaßlich besaßen Individuen mit Glasknochen eine verringerte Fitness, weil die wichtige Stützfunktion verloren gegangen ist. Eine Antwort auf die Frage, warum die menschlichen Knochen in ihrer gegenwärtigen Form vorliegen, lässt sich aus der Funktion F_{H1} Speicherung von Calcium und die spätere Stützfunktion F_{H2} ableiten. In derartigen Fällen besteht ein eindeutiger Unterschied zwischen F_{H1} und F_{H2} , also zwischen dem Fitness-Vorteil, der bei der Entstehung des Merkmals relevant war, und dem späteren, der die Erhaltung des Merkmals erklärt.

Auch in der philosophischen Reflexion über den ätiologischen Funktionsbegriff wurde dieser Unterschied erkannt: R. G. Millikan (1989/1998) und Neander (1991/1998) stehen für F_{H1} ,

¹⁴⁷ Der Ausdruck Exaptation steht in Konkurrenz zum älteren Begriff Präadaptation. Gould and Vrba (1982/1998) erwähnen ausdrücklich, dass dieser ältere Ausdruck fallengelassen werden sollte („*should be dropped*“, S. 533). Ein Merkmal, das für eine bestimmte Funktion (F_F) geeignet wäre, aber tatsächlich diese Funktion (noch) nicht erfüllt, nennen die Autoren Präaptation ohne die Vorsilbe „ad“. Der Fachausdruck „Exaptation“ hat sich in der Fachwelt nicht durchgesetzt und erst recht nicht so, wie Gould and Vrba (1982/1998) es erhofft hatten. Die Grenze zwischen Exaptation und Präadaptation wird inzwischen unterschiedlich gezogen. Das einschlägige Evolutionslehrbuch von Futuyma (2007) nutzt beide Ausdrücke, indem Exaptationen als Unterbegriff der Präadaptation gesehen werden. Exaptationen seien nur Fälle, in denen eine Adaptation für eine Situation genauso für eine neue Situation mit adaptiert wird (*co-opted*), wie etwa Vögel, die ihre Flügel nutzen, um unter Wasser ähnlich wie in der Luft zu „fliegen“. Dieses Beispiel sei zu unterscheiden von Präadaptation. Im Folgenden wird der Begriff Exaptation im Sinne von Gould verwendet, also Merkmale die Fitnessbeiträge liefern, ohne dass diese Fitnessbeiträge (bis jetzt) einen Selektionsprozess in Gang gesetzt haben. Präaptation (ohne „ad“) taucht hingegen bei Futuyma (2007) überhaupt nicht auf.

während Buller (1998) später auf die Bedeutung von F_H2 aufmerksam macht. In der Literatur wird F_H2 auch die schwache ätiologische Theorie (*weak etiological theory*) genannt (Garson, 2016; Lewens, 2004). Schwach ist hier im Sinne einer großzügigen Funktionszuschreibung gemeint. Buller betont, dass ein Merkmal überhaupt nicht das Resultat von Selektion sein muss, damit wir ihm eine Funktion F_H zusprechen können. Trotzdem ist selbst diese großzügige Interpretation noch historisch, indem auch das nicht selektionierte Merkmal zum Überleben des Wesens beiträgt, erhält es sich selbst im Laufe der Naturgeschichte. Diese Merkmale haben in meiner Nomenklatur zwar F_H2 , aber nicht F_H1 .

5.6.3 Gegenüberstellung von Designprozess und Adaptionprozess

Warum wird gerade diese Art naturgeschichtlicher Aussage mit dem metaphorisch aufgeladenen Ausdruck Funktion bezeichnet? Es scheint sich erneut um die Übertragung eines Aspekts des teleologischen Denkens wie der zweckmäßigen Genese zu handeln: Wir sind es gewohnt, die Existenz von Artefakten durch die zugrunde liegenden Absichten und instrumentellen Überlegungen des Herstellers oder der Designerin zu erklären, die wiederum die Herstellungshandlung erklären. Diese Erklärung – mit einer absichtsvollen Herstellungshandlung vermittelt – funktioniert auch noch, wenn wir der Meinung sind, das Artefakt könne seine Funktionen überhaupt nicht ausführen, etwa durch einen internen Konstruktionsfehler oder durch falsche Vorstellungen, wie das Artefakt mit der Außenwelt interagieren würde. So ließe sich behaupten, ein Traumfänger habe die Funktion Alpträume abzuwehren, selbst wenn die Überzeugung bestände, dass Träume auf diese Weise nicht ferngehalten werden können. Ein Artefakt zu erklären, bedeutet eine Handlung mitsamt der dahinterstehenden Absicht zu beschreiben, die dieses Artefakt hervorgebracht hat.

Auf welche Weise findet nun eine Übertragung von diesem Bereich der Artefakte in den Bereich der Biologie statt? In der Biologie kann der Verweis auf die Adaptiongeschichte als Erklärung dienen, warum ein biologisches Merkmal existiert. Doch die Ähnlichkeit besteht nicht nur in der Tatsache, dass beides Ursachen für die Existenz bestimmter Entitäten sind. Ich sehe drei Punkte, an denen Absichten und Adaptionprozesse formale Ähnlichkeiten aufweisen:

(1) Absichten und Adaptionprozesse bringen historische Typen von Objekten hervor.

Zunächst erklären beide die Absichten und Adaptionprozesse, die Existenz von Typen von Objekten und nicht in erster Linie von Einzelgegenständen durch Angabe eines spezifischen historischen Prozesses. Der Designplan der Artefakte umreißt nicht einen konkreten Gegenstand, sondern liefert die Vorgaben für einen allgemeinen Typ. An dieser fundamentalen Tatsache ändert sich auch nichts, wenn nur ein Exemplar eines Artefakttyps hergestellt wird oder von vornherein nur ein Einzelstück geplant war. Allein die logische Möglichkeit, ein weiteres Exemplar nach demselben Designplan herzustellen, reicht, um auch das Unikum zum Exemplar oder nach C. S. Peirce (1906) erklären zu könnte, d. h. zum *token* eines *types*. Die Erklärung der Existenz des Exemplars ist für Artefakte demnach abhängig von der Erklärung der Existenz des Typus, d. h. des entsprechenden Designplans. Auch bei einem Selektionsprozess erklärt der Prozess nicht primär die Existenz des konkreten Merkmals eines bestimmten Individuums. Vielmehr sorgt die Selektion für das Entstehen eines Merkmalstypen bzw. des entsprechenden Gens. Rein formal nimmt die Selektionsgeschichte

den Platz ein, den bei Artefakten die Absicht und die instrumentellen Überlegungen besetzen. Die selektionistische Erklärung besteht unabhängig von der Frage, ob das Merkmal auch in der Gegenwart noch einen Fitness-Beitrag leistet oder eine kausale Rolle bei der Hervorbringung eines biologischen Phänomens spielt. Biologische Merkmale besitzen auch dann noch die Funktionen F_H , wenn sie Rudimente sind. Hier besteht eine zweite formale Ähnlichkeit zu Funktionen von Artefakten, weil die Funktionen stets gedanklich von der tatsächlichen Leistung eines Merkmals unterschieden werden. Der Designplan weist notwendigerweise eine Begrenztheit in der Präzision seiner Beschreibung des Typus auf. Beispielsweise wird die Größe der passenden Schrauben in einer Maschine nicht auf den Mikrometer genau vorgegeben sein. Auch bei biologischen Merkmalen besteht eine solche Toleranzgrenze der Norm. So sind Menschen innerhalb einer bestimmten Grenze noch „normal groß“ und erst unterhalb dieser Grenze klein- oder großwüchsig.

Was diese Art von Erklärungen bei Artefakten und biologischen Merkmalen von anderen Typ-Erklärungen in den Naturwissenschaften unterscheidet, ist ihr Bezug zu einem geschichtlich, respektive naturgeschichtlich einmaligen Einzelprozess: Wir können darum eine Antwort auf die Frage liefern, wie ein Blitz, eine Wolke oder Magmagestein entsteht, aber es ergibt keinen Sinn zu fragen, wie Telefone erfunden werden. Das Telefon als Typus wurde an einem bestimmten Ort zu einem bestimmten Zeitpunkt der Geschichte erfunden und ist aus diesem Prozess als Typus überhaupt erst hervorgegangen: Vor der Erfindung des Telefons gab es schlicht keine Telefone. Wir können aber nicht in dem gleichen Sinne fragen, wann Blitze, Wolken und Magmagestein als Typus von Naturgegenständen entstanden sind und wie sich die Entstehung des Typus unterscheidet von der Entstehung eines Exemplars, das zufälligerweise das erste seiner Art im Universum ist. Die natürlichen Gegenstandstypen sind in gewissem Sinne also zeitlos, während Artefakttypen historisch sind. Weiterhin scheinen die Artefakttypen auch eine Existenz unabhängig von den einzelnen Exemplaren zu besitzen, die wir bei Naturgegenständen nicht annehmen. Daher können auch Patente auf Artefakte ausgestellt werden, von denen kein Exemplar vorhanden ist und möglicherweise auch niemals existieren werden. Daher können Typen von Naturgegenständen rein logisch überall und zu jeder Zeit neu entstehen, sobald die einschlägigen physischen Bedingungen erfüllt sind. Wir können uns vor dem chronologisch ersten Auftreten eines Blitzes im Universum logisch einen weiteren Blitz vorstellen, der noch weiter vorher stattfand. Wir können uns aber nicht vorstellen, dass vor der Erfindung des Typus bereits ein Telefon hergestellt wurde. Falls dennoch irgendwo ein Gegenstand in einer Inkapyramide entdeckt wird, der den neuzeitlichen Telefonen ähnelt, bedeutet das nur, dass ein sehr ähnlicher Typus von Artefakt früher als vermutet erfunden wurde. An der Entstehungsgeschichte des „echten“ Telefons ändert dieser Fund jedoch nichts.

Wie passen biologische Merkmalstypen in diese Unterscheidung? Es ist zu erwarten, dass sie ebenso zeitlos sind wie der Typus des Blitzes oder der Typus des Magmagesteins. Tatsächlich gehen wir aber mit Merkmalstypen in der Biologie aus gutem Grund ähnlich um wie mit Artefakten: Biologische Merkmalstypen sind ebenso wie Artefakttypen durch einzelne zeitlich und räumlich eingrenzbar Prozesse entstanden sowie historisch bedingt. Nicht die phänotypische Ähnlichkeit bestimmt die Identität eines Merkmalstypus, sondern seine

Geschichte. Warum ein Merkmal trotz aller Ähnlichkeit nicht zu einem Exemplar eines bestimmten Typus wird, kann durch einen Exkurs in den biologischen Speziesbegriff erhellt werden. Die Argumentation kann auf Merkmalstypen angewendet werden: Ein Angehöriger einer biologischen Spezies, so argumentiert beispielsweise Mayr, ist keineswegs gleichbedeutend damit, ein Objekt zu sein, das über bestimmte notwendige und hinreichende Eigenschaften verfügt, etwa ein Flamingo seine Federn, seinen Schnabel, seine rosa Farbgebung usw. Diese nicht biologische Vorstellung von Spezies als Objektklasse mit einem definierbaren Set notwendiger Eigenschaften nennt Mayr den typologischen Speziesbegriff. Der Fachbegriff der Spezies ist in der modernen Biologie allerdings nicht typologisch definiert, sondern zeigt sich vielmehr die Beschreibung einer Fortpflanzungsgemeinschaft bzw. Population. Spezies können als Typus entstehen und auch wieder untergehen, indem die Population evolutionär entsteht oder ausstirbt (Mayr, 1988/1991a, S. 226-254). Die Ähnlichkeit der körperlichen Merkmale, und sei es auch vollkommene Gleichheit, spielt in letzter Konsequenz keine Rolle, auch wenn sie natürlich oft ein guter Hinweis auf evolutionäre Verwandtschaft ist. Mayr beruft sich auf eine klassische Definition von Dobzhansky (1951) einer Population als reproduktiver Gemeinschaft.

(2) Absichten und Adaptionsprozesse dienen als einheitliches Erklärungsprinzip für unterschiedliche Eigenschaften des Objekts.

Weiterhin erklären sowohl Absichten als auch Selektionsprozesse nicht nur die Existenz bestimmter Klassen von Entitäten, sondern auch deren spezifische Form. Die Form eines Artefakttypus ist Ausdruck der dahinterstehenden Absichten und instrumentellen Überlegungen und die Form eines Merkmalstypus ist das Resultat der im Hintergrund stehenden Arten des Selektionsdrucks. In beiden Fällen liegt ein einheitliches Erklärungsprinzip vor, das in der Lage ist, sehr unterschiedliche Eigenschaften der Gegenstände gedanklich zu verbinden. Dieser Gedanke ist von Aristoteles betont worden, wenn er vom Zweck als dem primären Erklärungsprinzip spricht (siehe Abschnitt 3.2). Eine Hinwendung zum Adaptionismus, vor dem Gould and Lowentin (1978) gewarnt hat, ist nicht notwendig: Wir sind gerne bereit, bei Artefakten bestimmte Eigenschaften des Artefaktes als unvollkommen anzuerkennen. Dabei können sich die Unvollkommenheiten entweder auf einen unvollkommenen Designplan beziehen oder auf eine unvollkommene Umsetzung des Designplans. Beide Phänomene sind auch in biologischen Merkmalen vorhanden: Dort sind ebenfalls Individuen, die aus entwicklungsbiologischen oder genetischen Gründen ein Merkmal nur unvollkommen ausprägen, oder Merkmalstypen, für die die menschliche Fantasie eine besser angepasste Alternative erdichten kann. Bei unbelebten Naturgegenständen können wir die Form nicht durch ein einheitliches und historisches Prinzip wie Absicht oder Selektion erklären. Teilweise müssen wir auf unhistorische Naturgesetze verweisen oder auf eine Vielzahl von physischen Einwirkungen. Für die Erklärung der unregelmäßigen Form eines bestimmten Felsbrockens könnten wir über die chemische Struktur des Felsens sprechen und über Witterungsverhältnisse zu bestimmten Zeitpunkten, die die gegenwärtige Form des Felsens hervorgebracht haben. Ein vereinendes Prinzip liegt jedoch nicht vor. Auch geht es um die Frage, ob Selektionsprozesse in der gleichen Weise als „einheitliches Prinzip“ geeignet sind wie Absichten.

(3) Absichten und Adaptionsprozesse besitzen einen ähnlichen Ablauf.

Die dritte Ähnlichkeit zwischen dem Adaptionsprozess und menschlichen Absichten liegt im Ablauf beider Vorgänge. Einige Autoren haben darauf hingewiesen, dass menschliche Designprozesse ebenfalls durch eine Art von geistiger Selektion gekennzeichnet sind (Griffith, 1993/1998; Lewens, 2004; Wimsatt, 1972). Das Abwägen möglicher Alternativen, das Lernen anhand von Versuch und Irrtum, Testläufe und sogar die Rolle des Zufalls stehen in Analogie zu evolutionären Vorgängen oder ganz nach Belieben die biologische Evolution in Analogie zum menschlichen Designprozess. Beispielsweise entwickelt die Mem-Theorie nach Dawkins (1976/1994) und Blackmore (1999/2000) diese plausibel klingende Analogie. Inwieweit trägt aber dieser Vergleich? In Bezug auf die Diskussion um Design als Bedingung für Funktionen F_C , ist diese Frage bereits aufgeworfen worden (Abschnitte 5.4.6-5.4.8).

Diesen drei Kriterien folgend ähnelt der Selektionsprozess tatsächlich dem menschlichen Designprozess eines Artefakts. Die Anwendung der Artefaktmetapher beruht aber nicht auf einer theoretischen Reflexion, sondern auf kulturgeschichtlich kontingente Gründe: Historisch ist die Verwendung der Artefaktmetapher in der Evolutionsbiologie nicht ungewöhnlich, schließlich hat sich die darwinsche Evolutionstheorie in Auseinandersetzung mit dem geistigen Klima der teleologischen Physikotheologie entwickelt. Beide Vorstellungen versprechen Antworten auf die Frage nach der externen Ursache der zweckmäßigen oder funktionalen Formgebung der Lebewesen. Die Konkurrenzsituation in der Gelehrtenwelt führte zu einer direkten rhetorischen Gegenüberstellung „Gott oder Evolution“, wie sie auch heute noch in der einschlägigen Literatur zu finden ist (Klose & Oehler, 2008). Wie Lennox (1993) in seiner historischen Studie gezeigt hat, wurde die Theorie der natürlichen Auslese als direkte Antwort auf die gleiche Frage nach der externen Ursache der Zweckmäßigkeit ins Feld geführt. Zum gleichen Ergebnis kommt Riskin (2016) in ihrer aktuellen Monografie über die Geschichte der biologischen Gedankenwelt. Auch Ayala (1968, 1998) steht noch in dieser Tradition, obwohl er vorsichtig durch das Minenfeld missverständlicher Begrifflichkeiten schreitet. In dieser Hinsicht kann die Rede von Funktionen als Erklärung für die Anwesenheit eines Merkmals weiter benutzt werden, auch wenn anstelle der Absichten des Schöpfers nur noch das metaphorische Surrogat des Adaptionsprozesses als vermeintlich nicht kausale Entstehungsgeschichte dient. Diese Rhetorik ist nach wie vor aktuell, wie christliche und muslimische Fundamentalisten belegen, die für einen Kreationismus eintreten. Für sie, wie schon für Paley, ist es unvorstellbar, dass die erstaunliche Komplexität und Zweckmäßigkeit der belebten Natur „durch Zufall“ entstanden ist. Auch Ayalas eigenwilliges Insistieren auf die Rolle von Teleologie (*a la* Asa Gray) wird durch diese jahrzehntelange Debatte verständlich: Ayala ist nicht nur prominenter Biologe, sondern auch ein katholischer Priester. Möglicherweise kennt er die Argumente und Intuitionen christlicher Fundamentalisten nur zu gut. Ayala (2009) hat immer wieder betont, dass die Evolution auch für Christen annehmbar ist und Kreationismus keine seriöse Wissenschaft ist. Die Teleologie der Natur anhand der Artefaktmetapher ist für dieses Argument lediglich eine rhetorische Hilfe.

5.6.4 Die nicht durchhaltbare Analogie zwischen Absicht und Adaptionsprozess

Es gibt zwei Gründe, warum Adaptionsprozess und menschlicher Designprozess parallel verlaufen. Einerseits sind tatsächlich gewisse Ähnlichkeiten zwischen beiden Prozessen

vorhanden, die eine Gleichsetzung nahelegen. Außerdem hat auch die historische Entstehung des Selektionsgedankens die Parallelisierung befördert.

In diesem Abschnitt werden die drei oben angeführten Ähnlichkeiten zwischen beiden Bereichen aufgegriffen und herausgestellt. Trotz dieser Gemeinsamkeiten bestehen jedoch auch fundamentale Unterschiede. Die kognitive Artefaktmetapher betont bestimmte Aspekte biologischer Sachverhalte, während sie andere verdeckt. Drei Schlussfolgerungen lassen sich daraus ableiten:

(1) Die natürliche Selektion erzeugt im Gegensatz zum menschlichen Designprozess keine realen Designplan

Der erste Unterschied zwischen beiden Bereichen liegt in der fehlenden Unabhängigkeit des Typus bei biologischen Merkmalen. Durch den Designplan im Kopf von Entwicklern und dessen unterschiedlichen Manifestationen auf Papier, in der Sprache und in Dateien existiert ein Artefakttypus auch dann, wenn es kein Exemplar dieses Typus mehr gibt oder noch nicht gibt. Ein Gegenstandstyp ist bereits erfunden, wenn der Designplan erstellt wurde, auch wenn noch kein einziges Exemplar dieses Gegenstands hergestellt wurde oder auch nur je hergestellt wird. Doch bei biologischen Typen gibt es keine Existenz, die von den einzelnen Exemplaren getrennt wäre. Wenn alle Löwen ausgestorben sind, ist auch der Typus des Löwen in einer Weise verloren, in der etwa das Hochrad nicht verloren ist, bloß weil es in der Gegenwart keine Hochräder mehr gibt. Jederzeit könnte ein Hersteller neue Hochräder anhand des in einem Museum aufbewahrten Designplans produzieren. Erst wenn sämtliche Erinnerungen, Unterlagen und Hinweise über den Artefakttypus vernichtet sind, ist der Gegenstandstyp tatsächlich verloren.

Diese Unterscheidung klingt möglicherweise überzogen. In dem Roman „*Jurassic Park*“ von Michael Crichton sind die Dinosaurier auch ausgestorben, konnten aber erneut hergestellt werden, indem das Genom der Dinosaurier verwendet wurde. Dies bedeutet aber nicht, dass das Genom eines Lebewesens die Informationen des Typus enthält und in dieser Hinsicht eine Parallele zwischen Artefakten und biologischen Merkmalen besteht? Das Genom kann aus dem Zellkern extrahiert werden und besitzt dann fraglos eine materielle Existenz unabhängig von den einzelnen Organismen. Das Genom kann als Computerdatei oder als niedergeschriebener Text eine rein geistige Existenz führen, die nicht anders zu sein scheint als die Existenz des Designplans im Museum. Ist das Genom also der Designplan des Lebewesens, so wie die Blaupause der Designplan des Artefakts ist?

Dieser Vergleich ist verführerisch, aber letztlich irreführend. Es war ja nicht „die Natur“, die im Roman aus dem genetischen Code die Dinosaurier zurückgeholt hat, sondern Menschen. Die DNA der Dinosaurier ist zunächst ein unbelebtes Makromolekül und enthält erst Bedeutung durch die Gentechniker des *Jurassic Park*, die anhand der Basenabfolge Rückschlüsse über den Bau von Proteinen ziehen können. Sie nutzen die DNA als Informationsquelle in der gleichen Weise, in der ein Naturkundiger dunkle Wolken als Informationsquelle über ein bevorstehendes Gewitter nutzt. Hier erscheint die Unterscheidung zwischen einem natürlichen Anzeichen für etwas (*natural sign*) und einem semiotischen Zeichen anhand von Sprachkonventionen (*conventional sign*) hilfreich (Grice, 1957/1989). Ein Grund für die Verwechslung im Fall der DNA ist die gewaltige

Informationsfülle, die das DNA-Molekül auf kleinem Raum und auf einheitliche Weise (lineare Abfolge von vier Nukleotiden) bereithält. Diese drei Eigenschaften sind wir von natürlichen Anzeichen in unserem Alltag nicht gewohnt, wohl aber von semiotischen Zeichenabfolgen, etwa einem Buch. Neben der Verwendung als Informationsquelle wird DNA im Roman auch als Werkzeug genutzt, um ein Bio-Artefakt, ein lebendes, aber dennoch künstliches Wesen zu produzieren. Gerade dieser Gegensatz zwischen der Urtümlichkeit der Dinosaurier und den hoch artifiziiellen Umständen ihrer Wiederkehr macht gerade eine Pointe des Romans aus. In all dem ist die DNA einerseits ein „epistemisches Ding“, andererseits ein „technisches Ding“, wie es Rheinberger (1997/2006) mit Bezug auf die reale Molekularbiologie ausgedrückt hat. Der Designplan, der die Dinosaurier in *Jurassic Park* wiederbelebt hat, ist also kein natürlicher Designplan, den die Adaptation hervorgebracht hätte, sondern ein Designplan des Menschen, der die Natur zur Informationsquelle und zum Werkzeug, kurzum zum Gegenstand seiner menschlichen Absichten macht. Außerhalb dieses Zusammenhangs menschlicher Wissenschaft und Biotechnik haben wir es wiederum mit einer Metapher zu tun, wenn die genetische Information der DNA gemeint ist. Diesen Zusammenhang hat Kay (2001) ausführlich in ihrer Geschichte des genetischen Codes nachgezeichnet.

Die Vorstellung, natürliche Adaptation würde zu einer Art Designplan in der DNA führen, der die Informationen über die verschiedenen Merkmale einer Art enthält, ist tatsächlich weit verbreitet. Kay zeigt in ihrer Studie, wie derartige Vorstellungen in den 1950er Jahren zu raffinierten informationstheoretischen und kryptoanalytischen Versuchen führten, den „genetischen Code zu knacken“. Sie nennt insbesondere die informationstheoretische Agenda von Quastler and Dancoff (1953) und die verschiedenen theoretischen Ansätze von Watson, Gamow und ihrem „RNA-Krawattenclub“ (*RNA tie club*) (J. D. Watson, 2002). Diese Ansätze waren trotz ihrer theoretischen Raffinesse erfolglos, weil sich der genetische Code in entscheidender Hinsicht nicht wie eine menschliche Sprache verhält. Beispielsweise unterliegt die Abfolge der Nukleotide der DNA nicht den gleichen Beschränkungen, wie es bei der Abfolge von Buchstaben in der menschlichen Schriftsprache der Fall ist (Gamow, Rich, & Ycas, 1956). Zwar In den 1960er Jahren wurde der „Code“ zwar tatsächlich „geknackt“, jedoch nicht mithilfe rein theoretischer Überlegungen und mathematischer Berechnungen nach der Analogie der Sprache, sondern erst praktische Versuchsanordnungen mithilfe künstlicher RNA-Moleküle. Biochemiker wie Nirenberg and Matthaei (1961) sowie Khorana (1965) und viele andere erforschten die Spezifitäten zwischen Nukleotiden und Aminosäuren, den sogenannten „genetischen Code“. Wäre die Suggestionskraft der Metapher von natürlicher Selektion als einem Designprozess nach menschlichem Vorbild nicht so groß gewesen, hätten sich die Vorstellungen der DNA als schriftlicher Designplan der Natur möglicherweise nicht derart ausbreiten können.

(2) Natürliche Selektion ist im Vergleich zum menschlichen Designprozess kein einheitliches Erklärungsprinzip.

Im Bereich der Artefakte eignet sich die Absicht des Designers, um eine Vielzahl von unterschiedlichen Eigenschaften und Designelementen des Gegenstands zu erklären. Merkmale von Lebewesen erwecken den Eindruck, dass natürliche Selektion etwas Vergleichbares leistet. Auch biologische Merkmale sind in vielerlei Hinsicht durch das Wirken

der Selektion zu erklären. Sie bilden oft Adaptionen, sind also für eine bestimmte Tätigkeit geeignet und verfügen über die Disposition, einen bestimmten Effekt hervorzubringen.

Dieser Vergleich ist zwar durch die kognitive Artefaktmetapher naheliegend, übersieht jedoch die Natur von Adaptation und Selektion. Im Gegensatz zum Designprozess von Artefakten ist der Selektionsprozess hin zu Adaptionen ein Vorgang, der vor allem von Zufallsereignissen gesteuert wird. Es ist Sober (1984/1993) zu verdanken, dass dieser oft übersehene Aspekt von Selektion mehr Aufmerksamkeit bekommen hat.

Sober (1984/1993, S. 135ff) betont, dass Erklärungen vermittelt über Selektion sich in entscheidender Hinsicht von menschlichen Designprozessen unterscheiden. Der Unterschied liegt bereits in der Art der Fragestellung, auf die beide Erklärungen eine Antwort geben können. Vor Darwin, also in der Zeit der Artefaktmetaphysik, konnte die Frage nach dem Ursprung der Angepasstheit gleichermaßen auf der Ebene der Individuen und der Art gestellt werden. Der Verweis auf Gott konnte sowohl als Erklärung der Einzelwesen als auch der Art als Ganzes dienen. Eine Population war nicht mehr als die Summe der Individuen, die allesamt und jedes für sich die Ideen bzw. Prinzipien des Schöpfers verkörpern. Bei Artefakten kann die Absicht sowohl die Existenz des Designplanes als auch die Existenz der einzelnen Exemplare erklären. Darwin hingegen kann, so Sober, keine Antwort darauf liefern, warum ein einzelnes Wesen innerhalb der Population über bestimmte Merkmale verfügt. Eine Antwort gibt er auf die Frage, warum ein bestimmtes, bereits vorhandenes Merkmal in einer Population von vielen oder sogar allen Mitgliedern der Population geteilt wird. Diese Erklärung nennt Sober Erklärungen der Verteilung (*variational explanations*) und stellt sie Entwicklungserklärungen (*developmental explanations*) gegenüber, die die Herkunftsgeschichte eines Merkmals von der ursprünglichen Mutation bis zum aktuellen Merkmalsträger schildern. Bei Artefakten haben wir es ausschließlich mit *developmental explanations* zu tun: Von der ursprünglichen Absicht bis zur Herstellung eines aktuellen Exemplars kann eine gradlinige „Entwicklungsgeschichte“ erzählt werden.

Die Natur der Selektion und der *variational explanations* lässt sich anhand eines Gedankenspiels illustrieren: *Stellen wir uns vor, eine große Anzahl ganz verschiedenartiger Steine liegt am Rand eines Abgrundes. Ein starker Wind weht regelmäßig in Richtung des Abgrundes und reißt dabei Steine mit sich, die schließlich am Boden des Abgrundes zerschellen. Bestimmte Arten von Steinen werden vom Wind häufiger mitgerissen als andere: Steine, die ein besonders großes Gewicht haben oder besonders flach auf dem Boden liegen, bleiben eher auf der Klippe liegen als solche, die leicht sind und/oder dem Wind viel Angriffsfläche bieten. Nach einiger Zeit kommt ein Wanderer an diese Klippe und stellt verblüfft fest, dass alle Steine dort so gestaltet sind, dass sie dem Wind widerstehen können. Er würde möglicherweise schließen, dass ein Landschaftsarchitekt die Steine in ihrem Material so ausgewählt und ihre Form handwerklich so bearbeitet hat, dass sie an der Klippe nicht fortgeweht werden. Zumindest würde er behaupten, die Steine haben genau deshalb ihre Merkmale, damit sie dem Wind widerstehen können. Tatsächlich würde es nicht widersinnig erscheinen, wenn sich herausstellte, dass tatsächlich ein Steinmetz die erfolgreichen Steine hergestellt und dort platziert hat, vielleicht aus rein ästhetischen Gründen. Um das Wegräumen der übrigen Steine*

hat sich der Steinmetz nicht gekümmert, wohl wissend, dass der Wind ihm diese Arbeit abnehmen wird.

Natürliche Selektion verläuft für Sober nach dem gleichen Muster wie bei den Steinen an der Klippe: Aus einer bereits vorhandenen Variabilität innerhalb einer Population werden Exemplare mit bestimmten Eigenschaften (in der Biologie: Individuen mit bestimmten Merkmalen) eliminiert. Unbeantwortet bleibt die Frage, warum (kausal) der eine Stein (oder das eine Lebewesen) überhaupt diese oder jene Merkmale aufweist. Es könnte immer noch ein Designer, etwa Gott oder auch eine Kultur hoch entwickelter Aliens, existieren, der die zweckmäßigen Merkmale ursprünglich erschaffen hat. Aufgrund seines Wissens über die natürliche Auslese hielt der weise Designer es nicht für notwendig, die anderen Varianten zu beseitigen. Diese Arbeit überließ der Designer der Selektion.

Die bloße Möglichkeit dieses Gedankenspiels zeigt, dass die Selektion und Entstehung der Merkmale zwei logisch verlaufende unabhängige Prozesse sind, die nach unabhängigen Erklärungen verlangen. Die biologische Evolution liefert im Gegensatz zur Schöpfung nur Zufallsprozesse als Erklärung für die Frage nach dem Ursprung der Merkmale. Der Beginn des Merkmals, ob angepasst oder nicht, kann daher innerhalb der Evolutionstheorie nur proximat erklärt werden, etwa über biochemische Vorgänge, die zu Mutationen geführt haben, niemals aber „im Hinblick auf das Bessere“, wie es die klassische Teleologie vielleicht ausgedrückt hätte und wie wir es bei innovativen Ideen im menschlichen Design erleben. Eine ultimate Erklärung, warum ein solches Merkmal entstanden ist oder warum diese Mutation gerade dergestalt und zu diesem Zeitpunkt aufgetreten ist, kann es im Darwinismus nicht geben.¹⁴⁸ Beatty (2010) bringt diesen Unterschied zwischen zufälliger Entstehung und nicht zufälliger Frequenz eines Merkmals (ohne expliziten Bezug zu Sober) auf den Punkt:

But the probability of a particular variation occurring in an individual is not increased by the fact that that variation would promote the survival and reproduction of that individual. In that sense, it is a matter of “chance” that an organism would be born with a variation that promotes its survival and reproduction, though, again, not a matter of chance that that variation further increases in frequency in subsequent generations (Beatty, 2010, S. 67).

148 Dieser ultimativen Erklärung kommt die Entdeckung der adaptiven Mutation sehr nahe: Bestimmte Stresssituationen können in Bakterien dazu führen, dass die Replikation der DNA fehleranfälliger wird, weil anstelle der regulären DNA-Polymerase eine noch fehleranfälligere Polymerase für die Replikation verwendet wird. Daneben finden auch weitere genom-verändernde Prozesse statt, etwa *frameshift*-Mutationen usw. Die Argumentation verläuft in folgender Richtung: Eine Stresssituation ist häufig ein Anzeichen dafür, dass der Organismus, der Stress erfährt, ungünstig an seine gegenwärtige Umwelt angepasst ist. Daher dient die Verwendung der fehleranfälligen Polymerase dazu, Veränderungen in der DNA und damit neue Merkmalsvarianten zu erzeugen, von denen einige möglicherweise eine höhere Fitness aufweisen werden. Aber mit der hohen Mutationsrate entsteht keine „biologische Erfindung“, die dazu geschaffen wäre, um ein Problem zu lösen. Lediglich die Anfälligkeit für Mutationen und damit die Adaptierbarkeit als solche kann als Adaption verstanden werden (S. M. Rosenberg, 2001).

Diese Ansicht Sobers, wonach sich die Verbreitung von Merkmalen zwar nicht zufällig durch den Prozess der Selektion verändert, aber dieser Prozess keine Erklärung für „Erfindungen der Evolution“ sein kann, wird in der Literatur als negative Sicht auf die Selektion bezeichnet.

Dieser Beschreibung wurde mehrfach widersprochen. Besonders bekannt ist die Entgegnung von Neander (1995). Sie erinnert an die Tatsache der allmählichen Akkumulation von vorteilhaften Mutationen. Durch diesen Prozess können im Laufe der Naturgeschichte eben nicht nur Merkmalsvarianten eliminiert werden, sondern auch neuartige Merkmale durch iterative Mutation und Selektion über viele Generationen hinweg entstehen. Dieser Prozess verläuft also keinesfalls zufällig, auch wenn laut Sober jede Mutation, isoliert betrachtet, zufällig ist und jeder einzelne Selektionsprozess nur eliminierend ist. Mutation, Selektion und Vererbbarkeit können zusammengenommen sehr wohl erklären, warum ein einzelnes Lebewesen Merkmale besitzt, die seine Fitness erhöhen und eine Anpassung bewirken.

Forber (2005) präzisiert diesen Einwand Neanders gegen die negative Sicht der Selektion, indem er eine wichtige Unterscheidung trifft: Insbesondere wenn wir uns einen Merkmalskomplex vor Augen führen, dessen einzelne Bestandteile jeweils für sich gesehen bereits Fitness-Vorteile gewähren, ist es leicht einzusehen, wie Selektion die Merkmale eines Individuums erklären kann: Das Vorhandensein dieser Bestandteile wird als Gesamtheit in einem Angehörigen der Filialgeneration erklärt, weil die jeweiligen Merkmalsbestandteile sich einzeln innerhalb der Parental-Generation verbreiten werden. Forber geht davon aus, dass der Widerwille Sobers und anderer Autoren gegen diese Beschreibung lediglich dadurch verständlich wird, dass sie wegen ihrer Verpflichtung zur Trennung (*preemptive commitment*) befangen sind. Damit meint Forber, dass Sober und andere es für generell unangemessen halten, eine *developmental explanation*, also einer Entstehungsgeschichte eines Individuums, mit *variational explanations* zu vermischen, die mit Wahrscheinlichkeiten und Verteilungen innerhalb einer Population operieren. Forber findet diesen Vorbehalt jedoch zumindest aus biologischer Sicht unbegründet und plädiert für eine *continuous commitment*, also den Übergang zwischen beiden Arten von Erklärung.

Diese Debatte lässt sich mit einer Begriffsunterscheidung entschärfen. Sobers Annahme ist zutreffend, wenn er die Selektion im engeren Sinne als reinen Eliminationsprozess auffasst. Aber Selektionsprozesse sind nur ein Teil des gesamten Adaptationsvorgangs. Hinzu kommen Mutations- und Rekombinationsereignisse sowie die Regeln der Vererbung von Merkmalen. Diese drei Phänomene gemeinsam erklären die Akkumulation von Anpassung und rechtfertigen die Metapher der innovativen Evolution.

Welche Bedeutung haben diese Thesen für den Vergleich zwischen Selektion und dem menschlichen Designprozess? Forber betont, Erklärungen sind für die Existenz eines biologischen Merkmals und seiner angepassten Eigenschaften hybrid. Einerseits liegt ihnen der rein kausale und zufällige Prozess der Mutation zugrunde sowie der ebenfalls zufällige Prozess genetischer Rekombination in der sexuellen Fortpflanzung. Andererseits ist nach der Entstehung einer Mutation ein Wechsel auf die Ebene der Population notwendig, um die veränderte Frequenz des Merkmals durch Fitness-Unterschiede zu betrachten. Die Frage nach der Häufigkeit eines Merkmals ist unerlässlich, wenn es um die Akkumulation von nützlichen Mutationen geht und um die Entstehung komplexer Adaptationen: Je häufiger ein bestimmtes

Merkmal in einer Population auftritt, desto größer ist auch die Chance, dass ein Exemplar dieses Merkmalstypus eine Mutation erfährt. Erst diese Bedingung öffnet die Möglichkeit für eine noch besseren Anpassung. Je angepasster und verbreiteter ein Merkmal bereits ist, desto größer ist die Chance, dass es zum Ausgangspunkt eines noch besser angepassten und somit noch verbreiteteren Merkmals wird. Bei Artefakten gibt es hingegen keine Notwendigkeit zum Wechsel der Erklärungsebene. Es ist nicht deshalb wahrscheinlicher, dass ein Artefakttypus sich weiterentwickelt, nur weil es mehr Exemplare von diesem Typus gibt.

Für Biologen stellt also immer wieder die Frage, inwieweit ein bestimmtes Merkmal und seine spezifischen Eigenschaften durch Selektion (also auf der Populationsebene) oder durch die Anhäufung neutraler Veränderungen (d. h. rein auf der Ebene von *developmental explanations*) zu erklären sind. Die bedeutende Rolle des Zufalls bei der Gestaltung der biologischen Formen widerspricht den metaphorischen Vorstellungen von Lebewesen als durch Adaptation zweckmäßig gestaltete Gebilde. Wenn wir dem Zufall in der Biologie begegnen, wirkt er zunächst irritierend und wir sind geneigt, eine verborgene Zweckmäßigkeit zu vermuten. Dieses Phänomen zeigt sich vor allem im Bereich der Molekularbiologie: Viele Abschnitte der DNA sind nicht codierend und besitzen vermutlich auch keine andere Funktion. Weiterhin finden wir Unterschiede zwischen Gensequenzen und Proteinstrukturen, die nicht auf unterschiedlichen Adaptionen beruhen, sondern auf die Akkumulation evolutionär neutraler Mutationen. Dieser Umstand wurde von Kimura (1968, 1983) beschreiben, aber die Generalisierbarkeit ist bis heute Gegenstand von Debatten. Auch die Struktur bestimmter niedermolekularer Naturstoffe ist möglicherweise nur teilweise zweckmäßig. Gleiches gilt für den Ablauf von Stoffwechselwegen, die dazu führen, den medizinischen Effekt natürlicher Wirkstoffe durch Modifikation der Molekülstruktur zu optimieren (Xiao, Morris-Natschke, & Lee, 2016).¹⁴⁹ Auch die Menge der DNA im Zellkern zeigt keine erkennbare Korrelation zur intuitiv angenommenen Komplexität des jeweiligen Organismus (C. A. Thomas, 1971). Gerade auch in grundlegenden Fragen müssen wir den Zufall berücksichtigen: Warum finden sich in der DNA gerade diese vier Nukleotide? Warum sind die proteinogenen Aminosäuren L- und nicht D-? (Jakschitz & Rode, 2012),

Es ist jedoch nicht so, dass in diesen Fällen tatsächlich Zufallsereignisse die entscheidende Rolle gespielt haben. Nur empirische und statistische Untersuchungen können diesen Zusammenhang belegen, im Falle von Mutationen etwa der McDonald-Kreitman-Test (McDonald & Kreitman, 1991). Mein Argument ist lediglich, dass die Tendenz bestehen kann, den Zufall als Evolutionsfaktor, beispielsweise in Form von Drift, zu unterschätzen.

(3) Zwischen dem Ablauf der natürlichen Selektion und dem Ablauf des Designprozesses anhand von Absichten bestehen vielfältige Unterschiede.

Bisweilen entsteht der Eindruck, die naturgeschichtliche Entwicklung von biologischen Merkmalen verläuft auf ähnliche Weise wie der Designprozess eines Artefakts. Beispielsweise

¹⁴⁹ Einschränkung sei hinzugefügt, dass die Optimierung natürlich für eine medizinische Anwendung vorgesehen ist und nicht für die Funktion F_H , die zur Evolution des Stoffes führte. Allerdings ist zu vermuten, dass die beabsichtigte Wirkung des späteren Wirkstoffes (Funktion F_I) immer noch der kausalen Rolle (Funktion F_C) entspricht, die der Naturstoff bei der Hervorbringung der ursprünglich entdeckten Wirkung gespielt hat.

scheinen wir auch in technischen Entwicklungen materielle oder erdachte Alternativen abzuwägen und zu testen. Dabei kommen immer widerscheinbar zufällig neue Ideen ins Spiel und werden überprüft. Sollten wir nicht den Designprozess durch den Menschen als eine Art geistige Evolution betrachten? Diese Parallelisierung ist jedoch nur eine oberflächliche Betrachtung.

Der offensichtliche Unterschied besteht in der Tatsache, dass sich der Designprozess von Artefakten überwiegend im Geist der Designer abspielt, während biologische Adaptationsprozesse ausschließlich materielle Vorgänge sind. Wie schwerwiegend dieser Unterschied jedoch ist, hängt zweifellos von unseren Vorstellungen über den menschlichen Geist ab. Sind beispielsweise geistige in gewisser Weise nicht auch materielle Gehirnprozesse? Ohne jetzt auf diese grundlegende philosophische Frage einzugehen, gebe ich zu bedenken, dass die Beweislast wohl bei denjenigen liegt, die entgegen dem Alltagsverständnis keinen Unterschied zwischen Materie und Geist sehen möchten.

Anstatt auf dem prinzipiellen philosophischen Unterschied zwischen Geist und Materie zu bestehen, lassen sich drei konkrete Unterschiede anführen. Es liegt nahe, diese Unterschiede als Hinweise auf die Natur des Geistes aufzufassen, aber ich möchte es bei der phänomenologischen Betrachtung bewenden lassen. Die drei Unterschiede liegen (a) in der Art, wie neue Exemplare entstehen; (b) in der Art von Hindernissen, die auf dem Weg zum Überwunden werden müssen; (c) in der Art, wie Eigenschaften erworben werden können.

(a) Am Ende des Kinderbuchs „Jim Knopf und Lukas der Lokomotivführer“ von Michael Ende bringt die Dampflokomotive Emma eine kleine Dampflok namens Molly zur Welt. Die technischen Details werden dem Leser nicht verraten, aber offenbar kann sich die bemerkenswerte Lok Emma fortpflanzen. Das Schweigen über die Umstände hat einen guten Grund, denn es ist Zauberei, dass ein Artefakt wie Emma einen Nachkommen von sich erzeugen kann. Wenn in der Realität eine neue Lok entsteht, dann wird sie aufgrund eines vorher bestehenden Bauplans produziert. Soll sich die neue Lok von früheren Exemplaren unterscheiden, müssen wir einen neuen Designplan entwickeln, der als Referenz für den neuen Typ von Lok dient.

Im Bereich der Biologie existieren jedoch keine Designpläne dieser Art und die Entstehung eines neuen Exemplars ist nicht durch ein externes Dokument möglich, sondern nur durch die bestehenden Exemplare. Dieser Unterschied lässt sich mit den zwei Arten vergleichen, wie Fotokopien erstellt werden. Als Vorlage für alle Kopien wird praktisch immer ein Blatt verwendet. Es ist keineswegs so, dass jede Kopie als Vorlage für die jeweils nächste Kopie dient. Im ersten Fall können dauerhafte Änderungen in der Population der Kopien nur eintreten, wenn die Vorlage verändert wird. Jede Veränderung, die die Kopie gegenüber dieser Referenz aufweist – etwa im Kontrast –, ist eine Sackgasse, weil die Kopie nicht ihrerseits kopiert wird. Es ist leicht zu erkennen, dass der biologische Fall ähnlich wie das Kopieren einer Kopie ist. Insofern sind heutige Exemplare Kopien von Kopien von Kopien etc.¹⁵⁰ Schon anhand dieses Gedankens ist erkennbar, dass etwa die Übertragung von Fitness-

150 Es lassen sich Beispiele in der Natur finden, bei denen Exemplare eines Objekts sich nicht durch Fortpflanzung vermehren, sondern aus einer einheitlichen Quelle stammen. Exemplarische Beispiele sind Abstammungen der Arbeiterinsekten von der Königin oder die Bildung von Körperzellen aus Stammzellen. Der Vergleich zur

Vorstellungen in den Bereich der Artefakte wenig hilfreich ist. Streng genommen haben Artefakte als Individuen keine Fitness, weil sie sich nicht im wortwörtlichen Sinne fortpflanzen, sondern alle anhand eines Designplans erzeugt werden. Vielmehr wird die Verbreitung eines technischen Produkts auch von der Marktmacht seines Herstellers bestimmt. Ein Hersteller mit umfangreichen Produktionskapazitäten kann eine enorme Anzahl an Exemplaren herstellen und dabei vielleicht sogar Verluste verschmerzen.

Lewens (2004, S. 139ff) beschreibt einen anderen Ablauf der Entstehung von Artefakten: Artefakte pflanzen sich bisweilen fort, indem sie von Menschen wahrgenommen werden und im Geist des Beobachters ein neues Exemplar des Designplans entsteht. Bisher habe ich nur von dem einen Designplan gesprochen, der einen bestimmten Typus von Artefakt festlegt, in der gleichen Weise, wie es nur einen Roman „Die Leiden des jungen Werthers“ unabhängig von den verschiedenen Editionen des einen Romans gibt. Wenn jedoch ein Unterschied zwischen dem einen Designplan und seinen vielfältigen Manifestationen in den Köpfen einzelner Menschen, dann besteht die berechtigte Annahme, dass das Exemplar des Artefakts ein Exemplar des Designplans erzeugt, der dann ein neues Artefaktexemplar hervorbringen kann, usw. Die Überlieferung von Handwerkskunst in schriftlosen Kulturen kann in dieser Art verstanden werden. Es scheinen Fälle zu existieren, in denen auch im technischen Bereich Kopien von Kopien von Kopien entstehen. Es bleibt aber trotzdem dabei: Jedes Exemplar eines Artefakts entsteht aus einem unabhängig existierenden Designplanexemplar. Darüber hinaus sind es weiterhin Menschen, die sich das Wissen um das beobachtete Artefakt aneignen. Es ist also irreführend zu behaupten, das Artefakt bringe ein neues Exemplar des Designplans in einer Weise hervor, die auch nur entfernt mit der Fortpflanzung eines Lebewesens vergleichbar wäre.

(b) Wenn wir diese Unterschiede bedenken, die zwischen der Reproduktion von Lebewesen und der Produktion von Artefakten besteht, liegt die Vermutung nahe, dass sich auch Adaptionsprozess und Designprozess unterschiedlich entwickeln: Ein neues Design, das besser an bestimmte Aufgaben angepasst ist als sein Vorgänger, wird sicherlich nach dem Vorbild seines geistigen Vorläufers angefertigt. So ähnelte das Design der frühen Automobile noch dem Bau zeitgenössischer Pferdekutschen. Oft sind Designer bei neuen Designs noch sehr an die Parameter des Vorgängerdesigns gebunden und entwickeln nicht genug Vorstellungskraft, um wirklich frei zu entwickeln. Ein kuriose Beispiel dafür liefert uns der Automobilpionier Gottlieb Daimler. Daimler schätzte, so geht das Gerücht, dass der Bedarf an Automobilen wohl eine Million nicht überschritten würde, schon alleine, weil es nicht genug Chauffeure geben würde.¹⁵¹ Offenbar war Daimler damals nicht in der Lage, sich von den Paradigmen der Kutschen und Kutscher zu entfernen. In der Biologie haben wir es mit einem ähnlichen Phänomen zu tun. Nicht jede beliebige Entwicklung ist möglich, vielmehr existieren zahlreiche Beschränkungen für das Erreichen von adaptiven Veränderungen. Für ein besseres

Produktion anhand eines Designplans taugt aber nur begrenzt, denn die Stammzellen und Insektenköniginnen selbst sind durch Fortpflanzung entstanden. Außerdem sind weder Stammzellen noch Insektenköniginnen selbst Designpläne noch verfügen sie über einen solchen.

151 Die Authentizität dieses Zitats ist ungesichert.

Verständnis können wir uns auf das Modell der Fitness-Landschaft von S. Wright (1935) berufen. In einer sinnbildlichen Fitness-Landschaft bilden die Maxima die Orte hoher Fitness und der Weg zu diesen Maxima steht für den evolutionären Prozess.

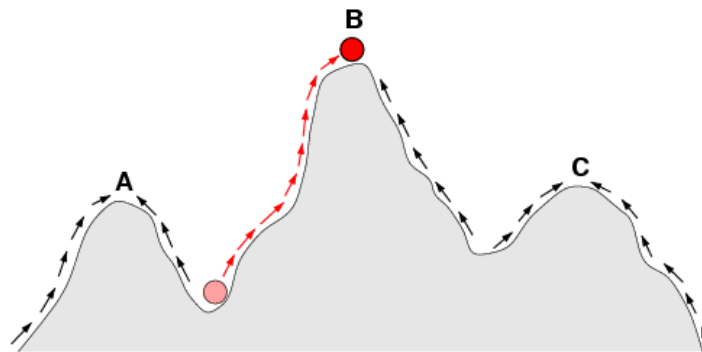


Abbildung 10: Einfache Darstellung einer Fitness-Landschaft

In Abbildung 10 stehen die Punkt A, B und C für drei Fitness-Maxima. Eine Population, die ganz links startet, wird sich wahrscheinlich in einer Weise anpassen, sodass sie problemlos Punkt A erreicht. Dieser Punkt ist jedoch nicht das absolute Maximum, also der Zustand höchster Anpasstheit. Dennoch wird der Adaptationsprozess wahrscheinlich bei Punkt A verharren, weil jeder Schritt weg von A zunächst eine Verringerung der Fitness zur Folge hätte. Eine Population, die sich zu Beginn bereits im Tal zwischen A und B aufhält, könnte hingegen den Weg zum absoluten Maximum B einschlagen. Dennoch ist der Pfad zu Punkt A einfacher, erfordert also weniger Mutations- bzw. Rekombinationsereignisse. Bemerkenswert für den Vergleich zu den Artefakten ist die Tatsache, dass die Entfernung der Luftlinie zwischen A und B nicht die entscheidende Rolle spielt: Ein kurzes, aber sehr tiefes Fitness-Tal kann zwei Populationen an ihren jeweiligen Maxima effektiv voneinander isolieren, auch wenn nur wenige evolutionäre Ereignisse zwischen beiden Maxima liegen mögen. Bei Artefakten besteht der Effekt, dass die menschliche Fantasie eingeschränkt ist und gewisse Innovationen daher nicht stattfinden. Aber eine derartige Pfadabhängigkeit wie in der biologischen Evolution liegt nicht vor. Im Bild der Fitness-Landschaft gesprochen, bedeutet dies: Auch die menschliche Innovationskraft tut sich schwer, große Distanzen zurückzulegen, um von Punkt A zu Punkt C zu gelangen. Aber sie muss die Zwischenschritte nicht durchschreiten, d. h. nicht inkrementell vorgehen. Ein älteres Design kann durch ein neues ersetzt werden, ohne dass weitere Zwischenschritte berücksichtigt werden müssen. Dieser Unterschied wird noch deutlicher, wenn wir uns vor Augen führen, dass eine Änderung des Phänotyps, etwa der Austausch einer Aminosäure in einem Protein, durch entsprechende Mutationen entstehen muss. Durch die Degeneration des genetischen Codes und je nach verwendetem Codon sind daher einige Varianten des Aminosäureaustauschs deutlich wahrscheinlicher als andere.

(c) Ein dritter Punkt liegt in der Leichtigkeit, wie bestimmte Sinnelemente aus geändert werden können. Im Fall des menschlichen Designs können bestimmte abstrakte Sinnaspekte schnell verändert werden, was in biologischen Adaptationsprozessen undenkbar ist. Das augenfälligste Beispiel ist die menschliche Fähigkeit, Form und Materie in einem Design getrennt zu denken. Es fällt Menschen leicht, beim Entwicklungsschritt von einem zum anderen Designplan, ein Material gedanklich zu ändern. So sind heute viele Waren auch aus Kunststoff, die ursprünglich nur aus Metall hergestellt wurden. Plastikbesteck hat sich

kulturgeschichtlich zweifellos aus dem Metallbesteck entwickelt. Die Form blieb erhalten, während „einfach nur“ das Material verändert wurde. Die Änderung des Materials unter Beibehaltung der Form ist im geistigen Designprozess kein Problem. In der Evolution ist jedoch ein derartiges Vorgehen praktisch nicht möglich. Tatsächlich ist es ein anerkanntes Homologie-Kriterium, wenn zwei biologische Merkmale trotz unterschiedlicher Form aus dem gleichen Material bestehen. Diese Tatsache deutet auf naturgeschichtliche Verwandtschaft hin. Es wäre jedoch falsch zu behaupten, dass ein PE-Plastikmesser geschichtlich mit einem PE-Plastikeimer verwandt ist. Ein zweites Beispiel liegt im raschen Einbau von abstrakten Konzepten mithilfe gedanklicher Modularisierung. Mit Einführung des Elektromotors begann ein Innovationsschub, indem die neue Antriebstechnik auf alle denkbaren Haushaltsgeräte angewandt wurde. Aus dem Schneebesen wurde der Elektrorührer, aus dem Handschraubenzieher wurde der Akku-Schrauber usw. Ein derartiger zeitgleicher Einbau des nun verfügbaren Konzepts „Elektromotor“ in verschiedenen Bereichen hat in der Natur kein Äquivalent. Wenn nicht verwandte Arten identische Merkmale besitzen, kann dieser Prozess nur das Ergebnis von konvergenter Evolution sein. Die Fledermäuse haben sich also das Fliegen nicht den Vögeln „abgeschaut“, sondern mussten es „neu erfinden“.

In Bezug auf die Artefaktmetapher besteht eine Fehlvorstellung über den Adaptionismus (Gould & Lowentin, 1978). Die Gefahr des Adaptionismus besteht immer dort, wo die Unterschiede zwischen beiden Prozessen übersehen oder zumindest unterschätzt werden. Beispielsweise können Merkmale mit ähnlichen Formen, aber unterschiedlicher Materialstruktur fälschlicherweise für homolog gehalten werden. Vielleicht werden Aminosäureunterschiede voreilig als adaptiv verstanden. Möglicherweise wird die DNA auch zum Designplan erklärt, was etwa die Auswirkungen epigenetischer Effekte vernachlässigt. Was auch immer geschieht, Verzerrungen und Vorurteile drohen überall dort, wo die Metapher der zweckmäßigen Genese nach dem Muster der Artefakte leichtfertig verwendet wird.

Alle diese Unterschiede belegen, dass der Vergleich zwischen dem menschlichen Designprozess und dem biologischen Adaptationsprozessen nicht überstrapaziert werden sollte. Vielmehr haben wir es mit einem Aspekt der Artefaktmetapher zu tun, einer Übertragung des Aspekts der zweckmäßigen Genese.

5.6.5 Die Ausweitung der Metapher: Die Rolle der Normativität

Bei den beiden anderen biologischen Funktionsbegriffen, F_C und F_F , habe ich Lakoffs und Johnsons Vorbehalt ernst genommen, dass kognitive Metaphern dazu neigen, ihren Anwendungsbereich auszuweiten und sich weitere Gebiete des metaphorisch gedeuteten Bereichs einzuverleiben. Im Fall von F_C war es die interne Normativität und die interne zweckmäßige Genese, die sich über die Vorstellung eines Designplans in die Betrachtung kausaler Rollen hineindrängte (siehe Abschnitte 5.3.4 und 5.4). Im Fall von F_F war es hingegen externe zweckmäßige Genese, die die Aussagen über Fitness-Beiträge ergänzte. In gleicher Weise können wir diese Tendenz auch in Bezug auf den historischen Funktionsbegriff F_H beobachten.

Wie in den anderen beiden Fällen ist auch eine Leitintuition vorhanden, die die metaphorische Anwendung in Fällen wie dem Axolotl angemessen klingen lässt: In beiden Fällen liegt eine

Erklärung vor, die eine Art externe zweckmäßige Genese beschreibt. Die externe zweckmäßige Genese ist Teil des externen Funktionsbegriffs F_E für Artefakte. Diese Übertragung erscheint nicht als eine tiefgehende philosophische Gleichartigkeit, sondern als eine tief verwurzelte und intellektuell verführerische Metapher. Diese Redeweisen bezieht sich zwei biologisch sinnvolle Sachverhalte meinen können: zum einen Adaptationsvorgänge, die zur Entstehung eines Merkmals geführt haben (F_{H1}), zum anderen die vergangenen Fitness-Beiträge, die zur Erhaltung des Merkmals beigetragen haben (F_{H2}).

In diesem Abschnitt wird untersucht, wie die kognitive Artefaktmetapher in der Wissenschaftstheorie ausgeweitet wurde und den angemessenen Anwendungsrahmen dieser Ausdrucksweisen verlassen hat. Dieser Prozess ist insbesondere mit der Entwicklung der ätiologischen Funktionstheorie durch Godfrey-Smith (1994/1998) und Schwartz (2002) verbunden. Zwei Irritationen stehen in Bezug auf F_H im Mittelpunkt: die Funktionszuschreibung bei einer evolutionären Innovation und der Umgang mit Rudimenten. Wie in den vorherigen Fällen verstehen die betreffenden Autoren ihre Gedanken als Naturalisierung der mentalistischen Konzepte. Sie wollen eine Gleichsetzung von traditionellen Begriffen aus der Welt des menschlichen Geistes mit etablierten naturwissenschaftlichen Konzepten erreichen. Diese Gleichsetzung soll die allgemeine Frage beantworten, was „Funktion“ in der Biologie bedeutet. Im Erfolgsfall entsteht ein universeller biologischer Funktionsbegriff ohne Differenzierung hinsichtlich konkreter Fragestellungen der Biologie.

Der erste Schritt in der naturalisierenden Agenda ist die Beobachtung, dass der enge Funktionsbegriff F_{H1} die Normativität nicht abbilden kann, die wir gemeinhin mit dem Wort „Funktion“ verbinden. Dieser Widerspruch zu unseren Intuitionen der Normativität wurde von Bigelow and Pargetter (1987/1998) ausgesprochen, um die ätiologische Theorie als defizitär darzustellen. Die Kritik der Autoren entzündet sich an der befremdlichen Folge von F_H , dass das erste Auftreten eines Merkmals (in der ersten Generation nach einem Mutationsereignis) noch keine Funktion besitzt.¹⁵² Das erste Exemplar eines Merkmals hat streng genommen noch keine Funktion, weil es noch nicht durch einen Selektionsprozess gegangen ist. Diesbezüglich bringt Bigelow und Pargetter dazu, ihre *SEP theory* vorzuschlagen und den Rückgriff auf die Naturgeschichte als irreführend zu beschreiben.¹⁵³

Diese Lücke in F_H irritiert nicht, wenn bereits eine Akzeptanz für die metaphorische Natur der biologischen Funktionsbegriffe besteht. Die Fragestellungen, bei denen F_H angewendet wird, sind naturgeschichtlich. In Bezug auf geschichtliche Fragen ist es üblich, Dingen rückblickend bestimmte Attribute zuzuschreiben, die sie erst zu einem bestimmten Zeitpunkt erhalten. So

152 Dieser Punkt ist nicht mehr machbar, wenn wir komplexe Adaptionen als Beispiele heranziehen, weil während ihrer Entstehung zahlreiche Selektionsschritte stattgefunden haben.

153 In diese Richtung geht das Gedankenexperiment des *accidental doubles* und des *hopeful monsters* (siehe Abschnitt 3.4.7). Die Vorstellung eines spontan entstandenen Doppelgängers dient dort als Argument dafür, dass es sinnvolle Funktionszuschreibungen gibt, die von naturgeschichtlichen Fragen unabhängig sind. Dies waren Fragen nach kausalen Rollen F_C bei größeren biologischen Phänomenen, um die Unabhängigkeit von Design-Bedingungen zu verdeutlichen. Diese Unabhängigkeit von der Naturgeschichte kann auch hier ins Feld geführt werden.

können wir auf ein Bild von Friedrich dem Großen als junger Kronprinz zeigen und zutreffend behaupten, „Das ist der Auftraggeber von Schloss Sanssouci“, auch wenn Friedrich das Schloss erst als König errichten ließ und nicht bereits als Kronprinz. Warum sollten wir aus dem historischen Rückblick also nicht ebenfalls zu folgender Aussage gelangen: „Das ist das erste Exemplar des Typus, der einen Selektionsvorteil verleiht.“ So können wir beispielsweise feststellen, dass die Flügel des Archäopteryx das Merkmal sind, den Vögeln den Fitness-Vorteil des Fliegens (zur Jagd, zur Flucht etc.) verleihen wird. Diese Annahme gilt auch, wenn Archäopteryx selbst noch nicht flugfähig war und sogar, wenn wir uns auf das allererste Individuum beziehen wollen, das überhaupt Flügel besaß. Nichts von alledem deutet auf ein konzeptionelles Problem mit F_H hin.

Warum ist dieser Punkt dann aber für Theoretiker mit der Agenda der Naturalisierung in dieser Form relevant? Nach unserem Alltagsverständnis verfügen Artefakte, die aus einer zweckmäßigen Genese (dem Designprozess) hervorgehen, über einen Designplan, der die Anwendung von Normen erlaubt: Es existieren im Designplan Angaben darüber, was das Artefakt tun soll (interne Normgebung) und welche Absichten damit verwirklicht werden sollen (externe Normgebung). Sobald ein erstes Artefaktexemplar hergestellt worden ist, werden bereits Normen an diesen Gegenstand angelegt. Wenn jedoch versucht wird, diese Logik auf biologische Merkmale anzuwenden, verstricken wir uns in Widersprüche: Wir erwarten auch bei einem biologischen Merkmal von Beginn an eine Normsetzung. Es erscheint unzutreffend, dass eine Funktion erst im Laufe der Zeit entsteht, denn so sind wir es bei Artefakten nicht gewohnt.

Wenn wir hingegen einen anderen Teil der Artefaktmetapher heranziehen, wonach Überleben und Fortpflanzung die Normen der Biologie sind (Abschnitt 5.5), dann entsteht an anderer Stelle eine Sackgasse. Die externen Normen des Überlebens und der Fortpflanzung sind gedanklich unabhängig von der Selektion und seit jeher Teil unserer Intuitionen über die Natur, so etwa bereits im Mythos von Epimetheus, wie er bei Plato wiedergegeben wird (siehe Abschnitt 3.2). Insbesondere ist es in der naturwissenschaftlichen Biologie Konsens, dass die externen Normen „Überleben und Fortpflanzung“ in keiner Weise verursacht haben, dass Mutation hin zu einem neuen Merkmal geschehen ist, das besser in der Lage ist, diese Normen zu erfüllen. Diese Erkenntnis ist keineswegs ein Teil unserer Intuitionen über die Natur, sondern im Gegenteil für Laien schwierig im Blick zu behalten (siehe Abschnitt 1.2). Normen dieser Art sind insofern untätig. Sie stehen im Gegensatz zur Sachlage bei den Artefakten. Dort verursachen die Absichten, die Menschen haben, auch die Normen, denen die Artefakte unterliegen.

Insgesamt können wir Normsetzung metaphorisch übertragen und von der Genese des Merkmals trennen. Alternativ können wir auch Selektion als metaphorische zweckmäßige Genese auffassen. Wir müssen aber in Kauf nehmen, dass diese Metapher erst im Laufe der Selektion zu wirken beginnt.

Am anderen Ende der Zeitleiste entsteht ein vergleichbares Problem: Sobald ein Merkmal rudimentär geworden ist, führt die gleichzeitige Akzeptanz der metaphorischen Normsetzung und metaphorischen zweckmäßigen Genese in die Irre: Nach unserem Alltagsverständnis sind rudimentäre Merkmale nicht identisch mit erkrankten Merkmalen. Beispielsweise ist das

menschliche Steißbein ein rudimentärer Schwanz. Dennoch würde ein Arzt das normale menschliche Steißbein nicht als einen verkrüppelten Schwanz bezeichnen. Tatsächlich würden wir im Gegenteil bei einem Menschen mit einer atavistischen Schwanzbildung von einer Missbildung sprechen. In den seltenen Fällen, wo solche Phänomene bei Neugeborenen tatsächlich auftreten, werden sie daher auch chirurgisch entfernt (Lu, Wang, Teng, & Yau, 1998). Ein Hund mit einem „Steißbein“ hätte hingegen einen verkrüppelten Schwanz.

Bevor es um die Frage geht, aus welchen Gründen Rudimente ein Problem für die Naturalisierung von teleologischer Sprache, sind einige allgemeine Anmerkungen zu Rudimenten, Missbildungen und den damit verbundenen normativen Vorstellungen notwendig. Es ist deutlich geworden, dass durch die Kombination dieser Vorstellungen eine ätiologische Funktionstheorie entsteht.

Boorse (1977/2012) beschreibt eine statistische Definition von Gesundheit. Unsere Konzepte von Gesundheit und Krankheit haben zweifellos genetische, soziale und psychologische Dimensionen, , die im Folgenden aber keine Rolle spielen (Schramme, 2012). Boorse versteht Gesundheit schlicht als biologische Funktionalität. Laut der statistischen Ansicht ist es unsere Neigung, den statistisch normalen Zustand in Bezug auf die zu betrachtende Spezies auch als den gesunden Zustand zu bezeichnen. Dabei bilden wir induktiv die Vorstellung eines Speziesdesigns.

Für meinen Ansatz ist das Speziesdesign von Interesse, weil Gesundheit als Übereinstimmung mit diesem Design bestimmt werden soll. [...] Normale Funktionalität bei einem Mitglied der Referenzklasse besteht darin, dass jeder innere Teil alle seine statistisch typischen Funktionen mit mindestens statistisch typischer Effizienz ausführt, das heißt auf einem Effizienzniveau, das innerhalb oder oberhalb eines gewählten mittleren Bereichs der Populationsverteilung liegt (Boorse, 1977/2012, S. 89).

Weil es statistisch normal ist, dass Axolotl eine rudimentäre Schilddrüse und Menschen einen rudimentären Schwanz besitzen, ordnen wir dem Rudiment die Eigenschaft „gesund“ zu. In diesem Zusammenhang bringt Boorse das Gedankenspiel der Pandemie ins Spiel: Stellen wir uns vor, eine pandemische genetische Veränderung würde alle Menschen einschließlich ihrer Nachkommen erblinden lassen. Würden wir irgendwann, vielleicht nach ein paar Generationen beginnen, erblindete Augen als gesund zu betrachten? Reicht es zu behaupten, dass jetzt Blindheit normal ist und deshalb nicht mehr als Krankheit gelten kann?

Denkbar sind unterschiedliche Intuitionen, weil Menschen ja gerade Absichten verfolgen, die unabhängig von Statistik sind. Außerdem könnte beim Menschen das kulturelle Gedächtnis die Erinnerung an den früheren sehenden Zustand bewahren. Bei Tieren würden wir aber wahrscheinlich sagen, dass ein universelles Ausfallen eines Merkmals nichts anderes ist als die Entstehung eines Rudiments, wie beispielsweise bei Fällen von Höhlenfischen, die nur noch über rudimentäre Augen verfügen.

Diese These von Boorse wirkt zunächst unvollständig. Wir stellen uns vor, dass Menschen oder andere „Augentiere“, wenn sie erblinden, erschreckend hilflos sind. Schon allein aufgrund

dieser Hilflosigkeit fällt es schwer, erblindete Augen jemals als gesund anzusehen. Der Verlust des Augenlichts wäre bei den meisten Tierarten mit dem Verlust der Fitness verbunden. Wir sehen Dysfunktionalität in Verbindung mit einem Verlust an den erwarteten Fähigkeiten für die erfolgreichen Interaktion mit der Umwelt (Kraemer, 2013). Offensichtlich hängen solche Vorstellungen davon ab, was wir als Umwelt ansehen. Es wird eine gewisse statistisch normale Umwelt angenommen, ähnlich wie eine statistisch normale körperliche Ausstattung als Bezugsgröße (siehe Abschnitt 5.5.6).

Beides zusammen schafft eine konkrete Vorstellung davon, was Menschen mit Erkrankung im Gegensatz zum Rudiment meinen: eine körperliche Abweichung, die in der normalen Umgebung einen Nachteil zur Folge hat. Die Schilddrüse des Axolotls löst keine Metamorphose aus, dieser Zustand ist für diese Art jedoch üblich. Es liegt nicht unmittelbar auf der Hand, worin der Vorteil der Metamorphose im Axolotl liegen würde. Ein Tierarzt bezeichnet die Schilddrüse des Axolotls nicht als erkrankt, sondern als Rudiment, weil diese beiden Bedingungen erfüllt sind. Wenn eines der beiden Kriterien nicht mehr gilt, reden wir eher von einer Verletzung der biologischen Norm, d. h. von einer Erkrankung, einer Missbildung oder einer Behinderung. Der menschliche atavistische Schwanz ist derart ungewöhnlich, dass das Kriterium der Normalität verletzt ist, auch wenn dieses Merkmal keinen medizinisch oder biologisch relevanten Nachteil verursacht. Eine universelle Erblindung würde im statistischen Sinne zwar normal sein, es liegt aber auf der Hand, dass diese Veränderung in drastischer Weise nachteilig ist, weil wir dennoch von der Erkrankung und nicht von einem Rudiment sprechen, solange die frühere Situation in Erinnerung bleibt. Der Grund, warum wir bei Menschen, Tieren und Pflanzen in solchen Fällen eine teleologische, normative Sprache sprechen, ist wiederum die Artefaktmetapher, also der Intuition von Designplan und Absichten. Im Bereich der Artefakte liefern diese beiden Dinge eine interne und externe Normsetzung. Die statistische Normalität dient als Surrogat für die interne Normativität und der Erfolg im Überleben und in der Fortpflanzung dient als Surrogat für externe Normativität, weil es in der Natur keine objektiv gegebenen Designpläne gibt. Ist eine dieser beiden imaginierten Normen verletzt, sprechen wir in einer teleologischen normativen Sprache von Missbildung, Behinderung oder Erkrankung.

Mit Intuitionen wenden wir interne und externe Normen an oder im Fall von Rudimenten auch gerade nicht an. Was folgt aus dieser Erkenntnis für die Parallelisierung zwischen Selektion und zweckmäßiger Genese? Wenn wir den Selektionsprozess als Gegenstück zur zweckmäßigen Genese wörtlich nehmen, lässt sich die Unterscheidung des „gesunden Menschenverstands“ zwischen Rudiment und Erkrankung nicht mehr aufrechterhalten. Wir müssen den rudimentären Merkmalen eine Verletzung der natürlichen Norm zusprechen, wenn natürliche Normen durch Selektion entstanden sind. Diese merkwürdige Konsequenz ergibt sich aus der Unvereinbarkeit von Funktionen bei Artefakten: Auch wenn alle Autos eines Herstellers einen defekten Scheibenwischer hätten, wäre der Defekt kein Normalzustand. Der Designplan legt die Normen fest, mit denen das Artefakt bewertet wird.¹⁵⁴ Die intuitive

¹⁵⁴ Natürlich mag es zusätzliche Nutzen geben, die einem Artefakt zu eigen sind. Achinstein (1977) nennt dies beispielsweise *use functions* im Gegensatz zu den *design functions*. Beispielsweise könnte nach Achinstein ein Thron als repräsentative Sitzgelegenheit eines Monarchen *designed* worden sein, inzwischen aber als

Stimmigkeit wirkt in Bezug auf biologische Merkmale befremdlich: Laut der ätiologischen Sichtweise der Naturalisierer hat auch der Selektionsprozess der Schilddrüse eine Norm festgelegt, der die Funktion des Organs objektiv bestimmt. Die Schilddrüse ist jedoch dysfunktional bzw. erkrankt, weil sie ihre Aufgabe nicht erfüllt. Kein Tierarzt würde jedoch bei einem Axolotl, der eine arttypische rudimentäre Schilddrüse besitzt, eine Erkrankung attestieren. Der Axolotl ist mitsamt seiner rudimentären Schilddrüse völlig gesund, genauso wie ein Mensch, der einen rudimentären Schwanz in Form seines Steißbeins besitzt. Wir haben keine Möglichkeit mehr, den Verlust von Normen zu beschreiben. Wir müssen die Normen auch dann noch anwenden, wenn das dysfunktionale Merkmal zum Teil des üblichen, „normalen“ Typus des Lebewesens geworden ist. Diese Schwierigkeit für die ätiologische Funktionstheorie wird unter anderem von Griffith (1993/1998) benannt:

Any theory of proper function needs to distinguish currently functional traits from vestigial traits. [...] A successful account must allow non-atrophied vestiges. But it will not do to make every trait that cannot perform its function vestigial (Griffith, 1993/1998, S. 444).

Die nachfolgenden Beiträge machten es sich deswegen zur Aufgabe, zwischen rudimentären Merkmalen ohne Funktion von denjenigen Merkmalen zu unterscheiden, die es lediglich nicht schaffen, ihre Funktion zu erfüllen.

5.6.6 Modern History und Continued Usefulness

Der Verweis auf eine Selektionsgeschichte gibt in vielen Fällen nicht das Bild wieder, das in der Praxis unter Funktionen verstanden wird: Erstens liefert die Selektionsgeschichte keine Grundlage, dem ersten Exemplar eines Merkmals eine Funktion zuzuschreiben. Zweitens gelingt es durch Nennung einer Selektionsgeschichte auch nicht, Dysfunktionalitäten im erkrankten Individuum und arttypische Rudimente klar voneinander abzugrenzen. Weder in Bezug auf interne noch auf externe Normsetzung hilft uns der ätiologische Ansatz weiter. Wir scheinen entweder die Normsetzung oder die zweckmäßige Genese naturalisieren zu können. Beide zusammen ergeben jedoch kein in sich widerspruchsfreies Bild.

Aus diesem Grund begannen einige Autoren Godfrey-Smith (1994/1998); Griffith (1993) und schließlich Schwartz (2002), die Reichweite von naturgeschichtlichen Funktionen F_H immer mehr einzuschränken. Nur noch Effekte an der Schnittstelle zwischen beiden Intuitionen sollten als Funktionen F_H gelten. Diese Einschränkungen entsprechen zwar unseren Intuitionen, die Erfordernisse der Biologie geraten dabei jedoch aus dem Blick.

Besonders einflussreich ist Godfrey-Smith (1994/1998) mit seiner *modern history theory of functions*. Er erkannte, dass es unseren Gebrauch des Wortes Gewalt antut, wenn wir

Touristenattraktion in einem Museum dienen. Die Unterscheidung von Achinstein lässt sich jedoch relativieren: Die *use functions* treten bei Artefakten zu den *design functions* hinzu und ersetzen sie nicht. Es sind außerdem immer noch die *design functions*, die die funktionale Kategorie eines Artefakts definieren, und nicht die *use functions*. Ein Thron ist und bleibt ein Thron, auch wenn er nicht als Sitzgelegenheit, sondern als Touristenattraktion verwendet wird.

evolutionäre Rudimente einfach mit dysfunktionalen Merkmalen (*malfunctions*) gleichsetzen. Er sieht ein, dass evolutionäre Erklärungen für die Existenz eines Merkmals nicht identisch sind mit Aussagen über dessen Funktionen:

It might appear that we are painting ourselves in an analytical corner. Historical analyses are unacceptable because they fail to respect an apparently important distinction in biology between functional and evolutionary explanation. Forward-looking analyses are unacceptable because they distort our understanding of functions' explanatory role.
(Godfrey-Smith, 1994/1998, S. 468).

Godfrey-Smith sieht ebenfalls die Pattsituation, anstatt jedoch die metaphorische Natur und kontraintuitiven Konsequenzen von Funktionsaussagen in der Natur zu akzeptieren, beginnt er eine Zwischenebene zu suchen, in der beide Intuitionen ihre Geltung entfalten. Aus dieser Agenda heraus entwickelt Godfrey-Smith eine Variante der ätiologischen Theorie, die sich auf Aspekte beschränkt, die einerseits durch Selektion entstanden sind, aber in der jüngeren Vergangenheit (*recent past*) immer noch einen Fitness-Vorteil bedeuten.

The function of m is to F iff:

- i. m is a member of family T,*
 - ii. members of family T are components of biologically real systems of type S,*
 - iii. among the properties copied between members of T is property or property cluster C, which can do F,*
 - iv. one reason members of T such as m exist now is in fact that past members of T were successful under selection in the recent past, through positively contributing to the fitness of systems of type S, and*
 - v. members of T were selected because they did F, through having C*
- (Godfrey-Smith, 1994/1998, S. 473).

Eine ähnliche Lösung für den konzeptionellen Zwiespalt zwischen Normsetzung und zweckmäßiger Genese schlug ungefähr zur gleichen Zeit Griffith (1993/1998) vor. Ihm ging es vor allem um die oben eingeführte Unterscheidung zwischen Rudimenten und immer noch funktionalen Merkmalen:

Where i is a trait of systems of type S, a proper function of i in Ss is F iff a selective explanation of the current non-zero proportion of Ss with i must cite F as a component in the fitness conferred by I (Griffith, 1993/1998, S. 442).

Beide Autoren fragen zurecht, welcher Maßstab für die Definition von *recent* oder *current* angesetzt werden kann. Eine prägnante Definition liefert Griffith mit dem Begriff der *evolutionary significant period* (Griffith, 1993/1998, S. 444). Damit ist ein Zeitraum gemeint, in dem Selektionsprozesse genug Gelegenheit hatten, bei mangelnden Fitness-Beiträgen eines

Merkmals eine regressive Evolution hin zum Rudiment einzuleiten.¹⁵⁵ Je nach Mutationsrate und Populationsgröße wird diese Zeitspanne sehr unterschiedlich sein. Ein Rudiment ist ein Merkmal, das innerhalb einer solchen Zeitspanne keinen Beitrag zur Fitness mehr geleistet hat. Es sind ausdrücklich auch Rudimente erlaubt, die sich (noch) nicht zurückgebildet haben, etwa weil sich zufälligerweise keine entsprechenden Mutationen ereignet haben.

Den beiden Autoren Griffith und Godfrey-Smith ist daran gelegen, neben der zweckmäßigen Genese auch noch die Normsetzung in ein Funktionskonzept aufzunehmen. Darin ähnelt ihr Projekt dem Anliegen von Bertrand (2013), jedoch in umgekehrter Richtung: Bertrand versucht, eine zweckmäßige Genese in das *SEP*-Konzept einzuführen, indem er erneut die Selektionsgeschichte berücksichtigt. Es besteht eine bemerkenswerte Konvergenz beider Ansätze, zweckmäßige Genese und Normsetzung als Einheit zu verstehen. Wenn wir Funktionen als konzeptionelle Metaphern begreifen, fällt es nicht schwer zu verstehen, warum die Autoren beider Seiten mit ihrem ursprünglichen reinen Ansatz unzufrieden waren und zu diesem Schritt tendierten. In der Konzeptmetapher „Lebewesen und ihre Teile sind Artefakte“ liege die beiden Momente Normsetzung und zweckmäßige Genese vor. Dies formt unsere Intuitionen darüber, über welche Merkmale die Funktionen in der Biologie verfügen sollten.

In den folgenden Jahren war es vor allem Buller (1998), der darauf hingewiesen hat, dass eine Selektionsgeschichte, ob in der fernen oder der nahen Vergangenheit, eine zu manifeste Bedingung sein mag, um eine Funktion zu begründen. Er hat Fälle im Sinn, bei denen zwar in der Vergangenheit ein Merkmal einen Fitness-Beitrag geleistet hat, aber keine Selektion stattfand, weil schlichtweg keine alternativen Phänotypen aufgetreten sind. Möglicherweise wissen wir auch nicht, wie es sich im gegebenen Fall verhalten hat. Auch in solchen Fällen liegt die Annahme nahe, dass ein Merkmal eine Funktion besitzt und diese Funktion wiederum erklärt, warum ein Merkmal in der Gegenwart vorhanden ist. Daher schlägt Buller eine schwache ätiologische Theorie vor (*weak etiological theory*). Ausschlaggebend ist für ihn nicht Selektion, sondern die Fitness der Vorfahren eines Individuums.¹⁵⁶ Es besteht in diesem Fall ein Zugewinn an Normsetzung, während das Merkmal der nicht zufälligen Genese aufgeweicht wird. Nun werden auch historische Prozesse und Umstände einbezogen, die nicht die Gerichtetheit und Nichtzufälligkeit besitzen, die Selektionsprozesse überhaupt erst so vielversprechend für die Naturalisierung von Funktionen machen.

Thus, the weak theory enjoys the following advantages over the strong: The weak theory can attribute functions to (1) traits produced by genetic drift, (2) traits that have not faced actual competition from

¹⁵⁵ Im Zusammenhang mit der von Bertrand (2013) weiterentwickelten Version der *SEP*-Theorie von Bigelow and Pargetter (1987/1998) habe ich dieses Konzept bereits erwähnt.

¹⁵⁶ Garson (2016) betont, dass Buller mit der Nachzeichnung einer direkten Abstammungslinie auch den Schwerpunkt funktionaler Erklärungen im Vergleich zu den früheren ätiologischen Theorien verschoben hat. Ging es dort noch darum, die Anwesenheit eines Merkmalstyps innerhalb einer Population zu erklären (Warum haben Vögel dieser Art in aller Regel Schnäbel dieser Art?), kann Buller nur die Frage nach dem Individuum beantworten (Warum hat dieser eine Vogel diesen einen Schnabel?)

alternatives during evolutionary history, and (3) all hereditary components of complex functional traits, while the strong theory withholds function attributions in all such cases (Buller, 1998, S. 513).

Einen Schritt weiter in der Vereinigung von Normsetzung und nicht zufälliger Genese geht Schwartz (2002). Er plädiert dafür, dass eine Funktion nur dann in der Gegenwart gegeben sein kann, wenn sie auch jetzt noch einen Nutzen (*usefulness*) für das Lebewesen besitzt.

A trait-type X has the proper function F (at time t) if and only if

- C1 X has arisen, been modified, or been maintained by natural selection at some point (prior to t) because its doing F contributed to the fitness of individuals with X, and*
- C2 X's doing F has recently and importantly (before t) causally contributed to the survival and reproduction of organisms in this species with this trait (Schwartz, 2002, S. 253).*

Diese Aussage ist den Vorschlägen von Griffith (1993/1998) und Godfrey-Smith (1994/1998) zunächst sehr ähnlich. Der entscheidende Unterschied liegt in der Bedingung 2: Anstatt, dass es auch in der näheren Vergangenheit Selektion gegeben haben muss, ist Schwartz großzügiger. Ihm reicht es, wenn das Merkmal in der jüngsten Vergangenheit einen Beitrag für das Überleben und die Reproduktion geleistet hat. Damit sind Fälle gemeint, in denen es in der jüngeren Vergangenheit keine Selektion mehr für dieses Merkmal gegeben hat oder eine Selektion des Merkmals aus anderen Ursachen heraus im Sinne von *selection of* anstelle von *selection for*.

Mit Schwartz (2002) ist endgültig die Brücke geschlagen: Zweckmäßige Genese und Normsetzung stehen gleichberechtigt, aber letztlich unverbunden nebeneinander. Im Fall der Birkenspanner geht es uns um Veränderungen der Merkmalsverteilungen innerhalb einer Population. Dafür reicht nach Schwartz Bedingung 2 aus: Die dunkle Färbung leistet einen Beitrag zur Fitness. Bedingung 1 scheint hingegen nicht zuzutreffen: Bevor die Verdunklung der Rinde eingetreten ist, war die schwarze Farbvariante bereits in der Population vorhanden, wenn auch nur mit einem sehr geringen Anteil. Es ist unzulässig zu behaupten, dass der Melanismus eine Folge der Selektion ist, durch ihn erhalten oder auch nur erhalten wurde. In Bezug auf die Selektion gilt die Annahme, dass die vereinzelt schwarzen Individuen trotz des Selektionsdruckes vorhanden waren. Die rudimentäre Schilddrüse des Axolotls steht für eine Selektionsgeschichte, die die Anwesenheit des Organs naturgeschichtlich erklärt. Wir werden also Schwartz Bedingung 1 nutzen, aber werden auf Bedingung 2 verzichten müssen. Es wäre in beiden Fällen falsch, von Funktionen zu sprechen. Wir können diese Ansicht einerseits gut nachvollziehen, denn die Schnittstelle beider Intuitionen hinterlässt naturgemäß den stärksten Eindruck, eine Funktion vorliegen zu haben. Vielleicht empfinden wir es als schief, dem rudimentären Organ eine Funktion zuzuschreiben. Oder wir sträuben uns dagegen, einem Merkmal, das sich nur einer einzelnen Mutation verdankt und keine vorhergehende Selektionsgeschichte vorzuweisen hat, eine Funktion zuzuschreiben. Nichts von alledem ändert aber die Tatsache, dass die Bezugnahme auf Funktionen in ganz

bestimmte biologische Fragestellungen eingebunden ist, die nicht immer mit den üblichen Intuitionen konform gehen. Einige dieser Fragestellungen werden auf Fitness-Beiträge abheben, die die Populationsveränderungen erklären. Andere werden nach der Entstehung und dem Fortbestand eines Merkmals in der Naturgeschichte oder nach den kausalen Rollen fragen, die die Merkmale bei der Hervorbringung komplexer biologischer Phänomene einnehmen. In diesem Fall spielt weder die Fitness noch die Naturgeschichte eine Rolle.

Sicherlich wird Schwartz' Analyse in sehr vielen Fällen zutreffen, die paradigmatisch sind. Paradigmatische Fälle werden immer wieder ins Feld geführt, weil sie starke Intuitionen hervorrufen: „Das Auge hat die Funktion zu sehen.“ „Das Herz hat die Funktion, Blut zu pumpen.“ Bei diesen komplexen Merkmalen ist eine Selektionsgeschichte eindeutig gegeben, der Fitness-Beitrag liegt auf der Hand und ist in der Gegenwart ebenso und von gleicher Art vorhanden wie in der Vergangenheit.

Die Frage nach der Funktion impliziert in solchen paradigmatischen Fällen, dass nach einem fundamentalen und tiefen Wissen gesucht wird. Solche Fälle möchte Schwartz adeln. Wie bei so vielen fundamentalen Fragen verbirgt sich jedoch hinter ihrer bedeutungsschweren Grundsätzlichkeit eine bestürzende Vieldeutigkeit. Was interessiert uns wirklich, wenn wir nach den Funktionen fragen?

5.6.7 Die *Generalized Selected-Effects-Theory*

In den folgenden beiden Abschnitten werden zwei Konzeptionen vorgestellt, mit denen F_H angewendet werden kann, auch wenn sie nicht unseren Intuitionen über natürliches Design, natürliche Normen usw. entsprechen. Es geht darum, den Geltungsbereich von historischen Funktionsbegriffen nicht künstlich zu beschränken, sondern den Blick für die Vielfalt von Selektionszusammenhängen und den damit verbundenen Funktionen auszuweiten.

Der aktuelle Abschnitt beschäftigt sich mit der *generalized selected-effects-theory* nach Garson (2011, 2016), die in mehreren Bereichen der Biologie angewendet werden kann, in denen die Entstehung eines Merkmals durch einen kontingenten Prozess erklärt werden kann. Der nächste Abschnitt beschäftigt sich mit der Theorie der *proper functions* nach R. G. Millikan (1984, 1989/1998, 2002).

Eine Variante der ätiologischen Theorie von Funktionen hat Garson (2011, 2016) ausgearbeitet. Der entscheidende Unterschied zum bisher besprochenen naturgeschichtlichen Funktionsbegriff F_H ist, dass die Zuschreibung von Funktionen nicht mehr auf sich reproduzierende Entitäten beschränkt bleibt. Funktionen sollen auch dort zu finden sein, wo keine Reproduktion von Mitgliedern einer Population – im weitesten Sinne – besteht, sich aber dennoch eine Selektionsgeschichte im weitesten Sinne abgespielt hat. Garson spricht von der allgemeinen Theorie selektierter Effekte (*generalized selected-effects-theory*) und verweist insbesondere auf Hull, Langman, and Glenn (2001). Die Autoren entwickeln eine abstrakte Konzeption von Selektion, die neben evolutionären Adaptationen auch auf die Entstehung von spezifischen Antikörpern im menschlichen Immunsystem und auf die Entstehung bestimmter Verhaltensmuster durch *trial and error* in einem einheitlichen Begriffssystem fassen kann. In allen drei Fällen vollzieht sich zunächst eine Generierung von unterschiedlichen Varianten einer „Population“, die durch Interaktion mit einer Umwelt

entweder verworfen werden oder sich erhalten. Die erhaltenen Exemplare bilden anschließend den Ausgangspunkt für die nächste Generierungsrunde. Auf diese Weise findet in allen drei Fällen eine Anpassung durch iterative Selektion statt. Hull *et al.* äußern sich zwar nicht direkt zum Thema des Funktionsbegriffs. Garson erkennt aber, dass eine derart weit gefasste Theorie die Möglichkeit eröffnet, historische Funktionen auch dort zuzuschreiben, wo es nicht um Naturgeschichte, sondern um die Entwicklungsgeschichte eines Individuums geht.

Garson erweitert den Katalog der Selektionsprozesse noch einmal um neuronale Entwicklungsprozesse: Innerhalb des menschlichen Nervensystems werden Synapsen zwischen Neuronen ausgebildet oder abgebaut. Synapsen erhalten sich aufgrund von erworbenen Funktionen, die sie im Gesamtkontext des Lebewesens spielen, etwa beim Vollzug von Lernvorgängen. Analog kann auch von der Selektion ganzer Neuronen und Gruppen von Neuronen durch den Erwerb von Funktionen gesprochen werden. Garson folgert aus Fällen dieser Art, dass Funktionen nicht nur von früheren Generationen ererbt werden, die einer naturgeschichtlichen Selektion ausgesetzt waren. Vielmehr kann auch eine ontogenetische Selektion zu Funktionen führen. Die Analogie geht so weit, dass auch diese Funktionen erklären können, warum ein bestimmtes Merkmal, im Beispiel eine bestimmte Synapse oder Nervenzelle, sich im Individuum erhalten hat (*persistence*).

Garson erweitert die Bedingung der Reproduktion angesichts solcher Fälle um den Begriff der Verstärkung (*reinforcement*). Diese zusätzliche Abstraktionsstufe gegenüber dem Entwurf von Hull *et al.* ist gegeben, wenn ein Mechanismus die Wahrscheinlichkeit für die Erhaltung (*persistence*) einer Struktur erhöht.

Die *generalized selected effects theory* halte ich für überzeugend, weil sie für die Art und Weise geeignet ist, wie biologische Fragestellungen in Bezug auf F_H gestellt werden. Ganz unabhängig davon, ob die Antwort letzten Endes phylogenetisch oder ontogenetisch sein wird, ist die Fragestellung in allen Fällen identisch: „Was ist der Grund für die Existenz eines bestimmten Merkmals in seiner vorliegenden Gestalt?“ In einigen Fällen wird die Antwort auf diese Frage evolutionär ausfallen, in anderen Fällen ontogenetisch. Die Art der Antwort wird von empirischen Erkenntnissen bestimmt und ist nicht bereits durch die Art der Fragestellung vorgegeben. In einigen Fällen ist es in der Tat nicht von vornherein klar, ob ein beobachtetes Verhalten, eine bestimmte Immunreaktion oder ein anderes biologisches Merkmal das Ergebnis evolutionärer Adaptation ist oder das Ergebnis von Lernprozessen oder physiologischen Vorgängen.

Einen entscheidenden Unterschied zwischen der naturgeschichtlichen Fassung von F_H und der erweiterten Fassung von Garson liegt jedoch in der Rolle, die Individuen und Typen jeweils spielen: Die naturgeschichtliche Antwort auf eine Fragestellung nach F_H bezieht sich auf einen Merkmalstypus: Dieses individuelle Merkmal ist ein Exemplar dieses Typus, der durch die folgende Selektionsgeschichte bestimmt wird. Bei der erweiterten Variante von Garson steht das Individuum im Mittelpunkt. Eine Maus, die ein bestimmtes Verhalten erlernt hat, die spezifischen Antikörper eines einzelnen Patienten und die Synapsen in einem bestimmten Nervensystem werden nicht durch die Referenz eines Typus erklärt. Vielmehr wird der Typus dort erst nachträglich induktiv konstruiert, indem von gleichartigen Fällen abstrahiert wird.

Dieser Unterschied wird von Garson in Kauf genommen, wenn er Selektion nicht nur an unterschiedlichen Reproduktionsraten (biologischer Fitness) festmacht, sondern auch an unterschiedlichen Graden der *persistence*.

Vielleicht klingt es widersprüchlich, wenn in Abschnitt 5.5.6 die Unterschiede zwischen Adaptationsprozessen und geistigen Designprozessen betont werden, hier jedoch eine umfassende Vorstellung von Selektion im Mittelpunkt steht, die auch psychische Lernprozesse beinhaltet. Es besteht jedoch ein fundamentaler Unterschied: Es liegt eine qualitative Differenz zwischen tierischen Lernprozessen und rationalen menschlichen Überlegungen vor. Es ist zutreffend, dass tierische Lernprozesse mit mentalen Zuständen verbunden sein können (Angst, Schmerz, Lust, Neugierde etc.), aber dadurch besitzen die lernenden Tiere noch keine begrifflichen Konzepte, der sie affizierenden Dinge. Erst die begriffliche Stufe ermöglicht die Durchführung eines bewussten Designprozesses und ganz allgemein das planmäßige Umsetzen expliziter Absichten.

5.6.8 *Proper Functions*

Millikan versuchte in ihrem einflussreichen Buch „*Language, Thought and Other Biological Categories*“ (R. G. Millikan, 1984) sprachliche Phänomene und mentale Zustände in einen naturalistischen Zusammenhang zu stellen.

In der Debatte um biologische Funktionen wird Millikan als eine weitere bekannte Fürsprecherin der ätiologischen Theorie gesehen (Allen et al., 1998), doch ihr Forschungsinteresse unterscheidet sich in zwei wichtigen Punkten von der Agenda anderer Autoren: Zunächst versteht Millikan ihr Konzept nicht als naturalisierende Konzeptanalyse, sondern als eine theoretische Definition. Sie baut zwar auf allgemeinsprachliche Bedeutungen von „Funktion“ auf, sieht sich aber nicht in der Pflicht, alle Intuitionen einzufangen, die Menschen dafür mitbringen. Der zweite Unterschied liegt im eigentlichen Forschungsinteresse von Millikan. Ihr geht es anfangs nicht um Wissenschaftstheorie der Biologie oder gar Naturphilosophie. Sie möchte vielmehr einen neuen Ansatz in die Sprachphilosophie einführen, der eine Perspektive liefern soll, die in der Sprachphilosophie seinerzeit in Zweifel gezogen worden war: Bedeutungsrealismus. Darunter ist die Vorstellung zu verstehen, dass die Bedeutung von Worten und anderen sprachlichen Phänomenen einerseits und die gedanklichen Konzepte hinter den Worten andererseits, beide in einem nicht zufälligen oder willkürlichen, sondern in einem reproduzierbaren, stabilen Verhältnis zu den Dingen der Welt stehen. Für einen Realisten ist es jedoch geboten, aufzuzeigen, wie die Entstehung dieser Reproduzierbarkeit und diese Stabilität gedacht werden können. Was ist das Bindeglied zwischen der Welt und unserer Sprache sowie unseren Konzepten? Millikans Hauptwerk trägt den Untertitel „*A new foundation for realism*“, womit sie ihren Anspruch bekundet, eben diese Verbindung plausibel zu machen. Sie findet es in einer direkten Fortschreibung unserer natürlichen Evolution:

If man is a natural creature and a product of evolution. It is reasonable to suppose that man's capabilities as a knower are also a product of evolution. If we are capable of believing and knowing things, it must be because these capacities, and the organs in us or organization of us

that are responsible for these capacities, historically performed a service that helped us to proliferate (R. G. Millikan, 1984, S. 7).

Der Grundgedanke von Millikan erfasst zwei Ebenen: Der erste, sicherlich weniger innovative Gedanke besteht in der Vorstellung, wonach die menschlichen Fähigkeiten zum Wissenserwerb aus der natürlichen Evolution hervorgegangen sind. Zweitens schließt Millikan daraus jedoch, dass nicht nur die Fähigkeit insgesamt, sondern auch die konkreten Inhalte durch einen quasinatürlichen evolutionären Prozess entstehen. Millikan beruft sich auf den Ausspruch von Wittgenstein (1953/2003), wonach sprachliche Ausdrücke (*language devices*) Werkzeuge sind, mit denen Menschen ihre Ziele anzustreben versuchen. Dabei orientiert sich die Verbreitung oder das Aussterben eines Werkzeugs, Merkmals, oder sprachlichen Ausdrucks auch am Erfolg, den Anwender mit ihm erfahren: Erfolgreich angewendete Werkzeuge, Merkmale oder sprachliche Ausdrücke werden sich verbreiten, erfolglose werden hingegen vom Markt, aus der Population oder aus der gelebten Sprache verschwinden.

Dabei bedient sich Millikan einer abstrakten Vorstellung von Selektion, die von Reproduktionszusammenhängen ausgehen. Millikan legt überzeugend dar, dass auch sprachliche Ausdrücke in einem abstrakten Sinne einer im weitesten Sinne biologischen Selektion unterliegen. Wie schon bei den Beispielen, die Hull et al. (2001) oder Garson (2011, 2016) anführen, kann ein abstraktes Konzept von Selektion sehr unterschiedliche Sachverhalte umfassen. Die Gegenstände der Selektion sind bei Millikan nicht Merkmale von Lebewesen, Synapsen, spezifische Antikörper oder individuelle Verhaltensweisen, sondern sprachliche Elemente.

Millikans Theoriegebäude ist facettenreich und tiefgreifend. Es sei dahingestellt, ob ihre Sprachphilosophie und die sich daraus ergebende Epistemologie erfolgreich sind. Entscheidend ist vielmehr, dass Millikans *proper functions* ein Beispiel dafür sind, wie auch in anderen Bereichen ein Funktionsbegriff F_H angewendet werden kann, der über evolutionäre Selektion hinausgeht, aber dennoch im Bereich biologischer Phänomene bleibt. Im Rahmen des mittelstarken Naturalismus, den ich vertrete, können Spracherwerb und bestimmte Facetten der sprachlichen Bedeutung durchaus in biologischer Weise betrachtet werden.

Die Funktion eines sprachlichen Ausdrucks besteht darin, im Gesamtzusammenhang eines Satzes ein vorhersagbares Verhalten bei anderen Menschen hervorzurufen. Damit diese Funktion erfüllt sein kann, müssen sprachliche Ausdrücke eine stabile Bedeutung aufweisen. In der naturalistischen Sprache bedeutet dies: Sie müssen auf regelmäßig wiederkehrende Art und Weise mit der Welt interagiert haben und weiterhin interagieren. Die Häufigkeit der Interaktion ist jedoch nicht so sehr entscheidend. Schauen wir uns zwei willkürlich herausgegriffene Beispiele an: Bestimmte Ausdrücke wie „*Habemus papam!*“ werden seltener verwendet als andere wie beispielsweise „Einen Kaffee, bitte!“ Insofern mag es vielleicht statistisch nicht „normal“, d. h. alltäglich oder üblich sein, „*Habemus papam!*“ zu sagen, es existiert jedoch eine regelmäßig wiederkehrende Art und Weise, in der dieser Satz mit der Welt interagiert. Die Art und Weise sind zumindest mit dafür verantwortlich, dass dieser Satz auch weiterhin geläufig ist. Solche regelmäßigen, wenn auch vielleicht seltenen Interaktionen bezeichnet Millikan mit dem technischen Ausdruck „*Normal*“ (mit großem „N“, im Gegensatz

etwa zu einer rein statistischen Normalität). Zerbricht die Bedeutung (die „Normale“ Interaktion mit der Welt) kann der Ausdruck nicht mehr angewendet werden und verschwindet aus der gelebten Sprache. Der Sprecher wird den Ausdruck nicht mehr entsprechend der Bedeutung äußern und/oder Zuhörer nicht mehr entsprechend der Bedeutung auf den Ausdruck reagieren. So kann es beispielsweise keine echte Privatsprache geben, denn Sprache setzt immer eine öffentliche Bedeutung des Gesagten voraus, die Kommunikation überhaupt erst möglich macht und beim Hörer das erwünschte Verhalten auslöst. Millikan benennt diese Zweckhaftigkeit von Sprache:

Hearers who are too often manipulated in ways that go against their own purposes will stop responding to language as the once would have done [...] And if hearers stop listening or stop responding in ways that show some uniformities, speakers will in turn stop speaking. Hence one of the proper functions of language devices must be to do things that keep hearers responding in the old ways with some degree of uniformity (R. G. Millikan, 1984, S. 31).

Ich möchte diesen Punkt anhand Äsops berühmter Fabel vom Hirten, der „Wolf!“ ruft, erläutern. In der Fabel der junge Hirte ruft zum Scherz „Wolf!“, obwohl kein Wolf in der Nähe ist. Das Wort „Wolf“ verliert als Folge bei den Zuhörern seine Bedeutung als Warnruf, weil sie lernen, dass dieses Wort, zumindest wenn der Hirte es ausspricht, nicht die Anwesenheit eines Wolfes anzeigt. Die Zuhörer reagieren nicht mehr so wie zu Beginn. Schließlich wurde der Junge von einem Wolf gefressen, weil das Wort nicht mehr erfolgreich anwenden konnte, als er es wirklich benötigte. Laut Millikan hätte die Geschichte auch ein weniger dramatisches Ende nehmen können: Wenn der Hirte bemerkt hätte, dass sich die anderen nicht mehr zum Narren halten lassen, hätte er seinerseits aufgehört, „Wolf!“ zu rufen, und sich vielleicht einen anderen Streich überlegt.

Millikan versteht die Funktion sprachlicher Ausdrücke in dieser Weise: Nur wenn ein Wort in verlässlicher Weise eine Reaktion hervorruft, erhält es sich und wird erneut geäußert. Die *proper function* des Ausdrucks ist diejenige Reaktion, die für den Erhalt des Ausdrucks durch immer wieder neue Äußerungen geführt hat. Vieles von dem, was im Alltag als Bedeutung eines Ausdrucks gemeint wird, kann durch die *proper function* dargestellt werden: Die Bedeutung des Wortes „Wolf“ ist beispielsweise eine ganz bestimmte Tiergattung. Die *proper function* besteht nun darin, bestimmte Reaktionen hervorzurufen, die auch bei einer anderweitigen Assoziation mit dieser Tiergattung stattfindet, etwa durch das Zeigen der Abbildung eines Wolfes. Die beabsichtigte Art der Reaktion wird erst durch die Art des Satzes bestimmt: Ein Indikativ hat die Funktion, eine Annahme im Zuhörer hervorzurufen, während ein Imperativ eine Handlung im Zuhörer bewirken soll. Die Reaktion kann unterschiedlich sein und die *proper function* ist nicht so speziell, dass sie eine bestimmte Reaktion vorschreibt. Das Wort „Wolf“ ist nicht einfach gleichbedeutend mit dem Imperativ „Flieh!“, ebenso wie auch das Erblicken eines Wolfes nicht immer Flucht verursacht, etwa wenn es während eines Zoobesuchs geschieht.

Weiterhin bedeutet das Vorhandensein einer *proper function* nicht, dass jedes Mal, wenn ein Ausdruck fällt, genau diese *proper function* gemeint sein muss. Das Wort „Wolf“ ist beispielsweise auch der Name eines Bundeswehrfahrzeugs und eines thüringischen Adelsgeschlechts. Dennoch ist die *proper function* des Wortes weder das Fahrzeug noch das Adelsgeschlecht, sondern das Tier. Die Fähigkeit, mit „Wolf“ ein bestimmtes Tier zu bezeichnen, ist der Grund, warum sich dieser Ausdruck erhalten hat. Mehr noch, wenn der Laut „Wolf“ nicht bereits vorher ein Tier bezeichnet hätte, dann wäre es auch nicht für die anderen Bezeichnungen ausgewählt worden. Alle anderen Bedeutungen sind von der Hauptbedeutung, der *proper function*, abhängig. Millikan spricht in solchen Fällen von einer parasitischen Verwendungsweise des Wortes. Auch wenn ein kleines Kind das Wort „Wolf“ lernt und damit eine Katze bezeichnet, ändert diese Bezeichnung nicht an der eigentlichen Bedeutung, also derjenigen Verwendung, die zum Erhalt des Wortes in der Vergangenheit beigetragen hat. Das Kind verwendet das Wort „Wolf“ also nicht einfach nur anders, sondern falsch, wenn es damit eine Katze bezeichnet.

Wie auch in der Naturgeschichte wird bei Millikans Ansatz nicht die Entwicklung eines Individuums betrachtet, also etwa der individuelle Spracherwerb eines Kindes oder das persönliche Erlernen einer Fremdsprache in der Schule. Stattdessen sind es Typen von Sprachelementen, etwa das Wort „Wolf“, die hier selektiert werden. In beiden Fällen liegt eine Erklärung auf der Ebene der Population vor: einerseits der Population von Merkmalsträgern, andererseits der Population von sprachlichen Äußerungen in einer Sprachgemeinschaft. Millikan nennt solche sprachlichen oder biologischen Typen durch die Reproduktion etablierte Familien (*reproductively established families*). Es gibt beispielsweise die Familie, zu der alle jemals getroffenen Äußerungen des Wortes „Wolf“ gehören. Diese Familien werden von Millikan in Familien erster Ordnung (*first order*) und höherer Ordnung (*higher order*) unterteilt. In Familien erster Ordnung reproduzieren sich die Dinge selbstständig. In Familien höherer Ordnung reproduzieren sich die Mitglieder einer Familie nicht selbst, sondern sie werden von sich reproduzierenden Systemen hervorgebracht. Dieser Fall ist bei biologischen Merkmalen und bei sprachlichen Elementen ebenfalls gegeben: Merkmale wie Herzen oder Federn reproduzieren sich nicht direkt, sondern nur als Teil eines Organismus. Ebenso wenig erzeugt eine Äußerung des Wortes „Wolf“ aus sich selbst heraus eine weitere Äußerung dieses Wortes, sondern immer nur über den Umweg sprachbefähigter Menschen, die diese Worte lernen und in bestimmten Situationen wiedergeben.

Any set of entities having the same or similar reproductively established characters derived by repetitive reproductions from the same character of the same model or models form a first-order reproductively established family (R. G. Millikan, 1984, S. 23).

Any set of similar items produced by the same device, when it was one of the proper functions of this device to make later items match earlier items, and these items are alike in accordance with a Normal explanation for performance of this function, form a higher-order reproductively established family (R. G. Millikan, 1984, S. 24).

Letztlich führt Millikans Ansatz der *proper function* zu folgender Erkenntnis:

Where m is a member of a reproductively established family R and R has the reproductively established or Normal character C , m has the function F as a direct proper function iff:

- (1) Certain ancestors of m performed F .*
- (2) In part because there exists a direct causal connection between having the character C and performance of the function F in the case of these ancestors of m , C correlated positively with F over a certain set of items S which included these ancestors and other things not having C .*
- (3) One among the legitimate explanations that can be given of the fact that m exists makes reference to the fact that C correlated positively with F over S , either directly causing reproduction of m or explaining why R was proliferated and hence why m exists (R. G. Millikan, 1984, S. 28).*

Ein Mitglied m einer Familie R kann ebenso gut eine bestimmte Äußerung eines Wortes (z. B. „Wolf“) sein wie ein bestimmtes individuelles Exemplar eines biologischen Merkmalstypus. In beiden Fällen kann die Existenz des Individuums m durch eine Wirkung F erklärt werden, die andere Mitglieder der Familie R in der Vergangenheit mithilfe der Eigenschaft C hatten. Die Wirkung F ist die *proper function*.

Auch hier soll nicht der Eindruck entstehen, entgegen der bisherigen Argumentation den bewussten Sprachgebrauch mit biologischer Selektion gleichzusetzen. Die Art und Weise, wie Millikan über Sprache nachdenkt, betrifft gerade nicht in erster Linie die bewusste Nutzung von Sprache, sondern die vorbewusste Art und Weise, wie sprachliche Bedeutung entsteht. Im Gegensatz zu Artefakten, die bewusst mit einem Design ausgestattet, verfügen Worte und andere sprachliche Ausdrücke gerade nicht über diese Eigenschaft. Niemand hat das Wort „Wolf“ absichtsvoll in der Art und Weise erfunden, wie wir sagen, das Automobil wurde erfunden. Solche Fälle gibt es selbstverständlich auch immer wieder, betrifft aber weder die Art und Weise, wie basale Worte in der Naturgeschichte entstanden sind, noch, wie sie sich im Laufe der Sprachentwicklung von Kindern erhalten. In beiden Fällen ist die biologische Sichtweise von Millikan angemessen.

Abschließend stellt sich die Frage, wie überzeugend Millikans Ansatz einen neuartigen Bedeutungsrealismus in der Philosophie begründet. Ihr Ansatz ist jedoch ein weiterer Beleg für die Vielfalt historischer Funktionsbegriffe F_H in der Biologie.

5.6.9 Fazit zum Funktionsbegriff der Selektionsgeschichte F_H

In diesem Kapitel wird der geschichtliche Funktionsbegriff beschrieben, wie er in der Biologie verwendet wird. Die Schilddrüse des Axolotls ist als exemplarisches Beispiel gewählt worden. Die Existenz dieses Organs verlangt wie jedes biologische Merkmal eine Erklärung, die in der teleologischen Sprache der Funktionen gegeben werden, wobei mit Funktion eine Adaptationsgeschichte gemeint ist.

Anhand dieses Beispiels habe ich die zwei Aufgaben des geschichtlichen Funktionsbegriffs F_H umrissen: Er dient dazu, die evolutionäre Entstehung eines Merkmals anhand eines

Adaptationsprozesses zu erklären (F_H1). Außerdem kann er auch dafür verwendet werden, die Erhaltung eines Merkmalstyps durch einen vergangenen Fitnessbeitrag zu erklären (F_H2).

Der Grund für die Verwendung einer teleologischen Sprache liegt im metaphorischen Vergleich des Adaptationsprozesses mit dem menschlichen Designprozess. Die Aspekte der externen zweckmäßigen Genese und der externen funktionalen Äquivalente werden in die biologische Praxis übertragen. Ich habe anschließend anhand von mehreren Kriterien klargestellt, dass der Vergleich nicht auf einer tiefen Gleichartigkeit beider Prozesse beruht, sondern nur auf oberflächlichen Gleichsetzungen. Drei Aspekte sind relevant: (1) Natürliche Selektion erzeugt im Gegensatz zum menschlichen Designprozess keine realen Designplan. (2) Natürliche Selektion bildet im Gegensatz zum menschlichen Designprozess kein einheitliches Erklärungsprinzip. (3) Zwischen dem Ablauf der natürlichen Selektion und dem Ablauf des Designprozesses anhand von Absichten bestehen vielfältige Unterschiede.

Trotz dieser Unterschiede wird nachgezeichnet, wie sich die philosophische Debatte um historische Funktionsbegriffe von biologischen Fragestellungen entfernt hat, um den metaphorischen Intuitionen nachzugeben, die wir mit dem Wort „Funktion“ verbinden. Konkret geht es um den teleologischen Aspekt der externen Normsetzung, also den aktuellen Beitrag zum Überleben und zur Fortpflanzung. Das Fehlen der Normsetzung in F_H wurde für zwei Situationen sichtbar: Das erste Auftreten eines Merkmals nach einem Mutationsereignis hat noch keine Funktion F_H und ein Rudiment hat immer noch eine Funktion F_H . Beides stimmt nicht mit unseren Intuitionen überein, die dem externen Funktionsbegriff F_E von Artefakten entstammen, der im Zusammenhang mit dem Funktionsbegriff F_H keine Rolle spielt, aber zunehmend für artifizielle Hybridkonzepte hinzugezogen wird. Dazu zählte zunächst die *modern history theory* und anschließend die *continued usefulness theory*.

Anstelle die Reichweite der historischen Funktionsbegriffs immer mehr einzuschränken, geht es in dieser Arbeit darum, den Blick für weitere Themenbereiche zu weiten, bei denen historische Funktionsbegriffe eine Rolle spielen: die Bildung spezifischer Immun-Antikörper, das Erlernen von Verhaltensweisen bei Tieren, unterschiedliche Entwicklungsprozesse im Nervensystem und schließlich sogar die Entstehung von bestimmten Arten sprachlicher Bedeutung.

5.7 Zur Angemessenheit der biologischen Metaphern

Zunächst möchte ich noch einmal die Ergebnisse des 3. Kapitels zusammenfassen und schließlich anhand einiger pragmatischer Kriterien klarstellen, wo Artefakt- und Handlungsmetapher sinnvoll angewendet werden können und wo sie ungeeignet sind. Schließlich wird anhand eines exemplarischen Falls beleuchtet, wenn beide Metaphern unvereinbar nebeneinanderstehen. Es wird aufgezeigt, wie eine Entscheidung getroffen werden kann, welche Art der metaphorischen oder nicht metaphorischen Denkfigur biologisch geeignet ist.

5.7.1 Zusammenfassung zu den drei Funktionsbegriffen der biologischen Praxis

Funktionen können sich beziehen auf: kausale Rollen bei der funktionalen Analyse komplexer biologischer Phänomene (F_C), Fitnessbeiträge zur Erklärung von Verschiebungen der

Merkmalsverteilungen innerhalb einer Population (F_F), Naturgeschichtliche oder andere historische Prozesse, die die Existenz eines biologischen Merkmals erklären (F_H).

In allen drei Fällen dient die Verwendung der teleologischen Sprache als Mittel zum Ausdruck eines genuinen biologischen Erkenntnisinteresses. Dieses Interesse ist aber in keinem der betrachteten Fälle selbst irreduzibel teleologisch. Es handelt sich stets um die Suche nach mechanistischen Erklärungen ultimativer oder proximativer Art. Ultimate Erklärungen zielen auf Erklärungen für Merkmalstypen ab. Proximate Erklärungen beziehen sich demgegenüber auf die individuelle Entstehung und Erhaltung im Individuum. Der Funktionsbegriff F_C bezieht sich in diesem Schema auf proximate Erklärungen, die erst durch unser Hintergrundwissen zu allgemeinen Aussagen, etwa über eine ganze Spezies, führen können. F_F und F_H greifen hingegen ultimate Fragestellungen auf. Sie beziehen sich also nach ihrer inneren Logik auf Typen von Merkmalen und fragen nach den Ursachen ihrer Verteilungsänderung (F_F) oder den Ursachen ihrer Entstehung durch Adaptationsprozesse (F_{H1}) und ihrer Erhaltung (F_{H2}).

In allen drei Fällen habe ich vor Augen geführt, welche metaphorischen Übertragungen dafür sorgen, dass diese biologischen Fragen in eine teleologische Sprache gekleidet werden:

Im Fall von F_C ist der interne Funktionsbegriff F_I hilfreich, d. h. die Möglichkeit interner funktionaler Äquivalente. Im Rahmen der kausal-mechanistischen funktionalen Analyse wird sowohl nach denjenigen Elementen eines Mechanismus gesucht, die eine bestimmte notwendige Rolle erfüllen, als auch nach den funktionalen Rollen, die materielle Komponenten erfüllen. Insofern liegt tatsächlich eine zweifache Kategorisierung vor, die derjenigen bei Artefakten ähnelt: einerseits die Einteilung anhand der materiellen Struktur, andererseits anhand der kausalen Rolle. Das pflanzliche Wachstumshormon wird stofflich als Indol-3-essigsäure bezeichnet, in seiner Rolle innerhalb des Phänomens „Pflanzenwachstum“ trägt es jedoch den Namen Auxin. Im Gegensatz zu den wortwörtlichen internen Funktionen F_I sind die Funktionen F_C epistemisch subjektiv. Sie sind also nicht Eigenschaften, die den Dingen der Natur objektiv zukommen, sondern sie sind nur innerhalb menschlicher Fragestellungen vorhanden. Nichtsdestotrotz sind sie, sobald eine Fragestellung erst einmal formuliert ist, nicht beliebig, sondern werden an relevanten kausalen Zusammenhängen festgemacht. Es existieren mehrere Ansätze, um F_C diese Subjektivität zu nehmen: Intelligent Design, naturphilosophische Organismuskonzepte, naturalisierte Vorstellungen von Zielgerichtetheit und unterschiedliche Annahmen zu einem natürlichen Design. Keiner dieser Ansätze kann die grundlegende epistemische Subjektivität jedoch beseitigen. Sie tragen aber zur Veranschaulichung bei, in welchen Zusammenhängen eine funktionale Analyse *de facto* stattfindet.

Bei F_F ist der Aspekt der externen Normsetzung aus F_E maßgeblich für die metaphorische Übertragung: Indem Überleben und Fortpflanzung als metaphorische Absichten und Zwecke von Lebewesen konstruiert werden, erhält der technische Begriff der biologischen Fitness eine normative Dimension. Organe und Verhaltensweisen sind in diesem Bild Werkzeuge der Lebewesen, mit denen sie ihr Überleben und ihre Fortpflanzung sichern. Im Gegensatz zu wortwörtlichen Werkzeugen, den Artefakten, sind die Funktionen im Sinne von Fitnessbeiträgen nicht absolut zu verstehen. Sie sind vielmehr nur aussagefähig im Vergleich zu anderen Merkmalsvarianten und in Bezug auf eine vorher benannte Umwelt. Zur

Vermeidung dieser Relativität werden Ansätze verfolgt, die eine „normale Umgebung“ verwenden, oder den gedanklichen Vergleich mit kontrafaktischen möglichen Welten suchen. Beide Ansätze sind allerdings Beispiele für vorausseilenden Gehorsam: Die Fragestellungen, die F_F einschließen, beziehen sich bereits auf konkrete Situationen, sodass eine Einführung entsprechender Einschränkungen nicht notwendig ist. Sie entsprechen vielmehr dem Wunsch, Funktionen entsprechend der Intuition eine zweckmäßige Genese zu geben und die Möglichkeit funktionaler Kategorien zu bescheren.

F_H hingegen bezieht sich auf eine metaphorisch zweckmäßige Genese. Indem der Adaptationsprozess mit dem menschlichen Designprozess verglichen wird, erscheint die Entstehung von externen funktionalen Kategorien und insbesondere externer Normsetzung gegeben. Tatsächlich bestehen jedoch nur oberflächliche Ähnlichkeiten zwischen beiden Bereichen. Daher gibt es Fälle, in denen wir Funktionen in der Biologie anders zuordnen, als es die Intuition verlangt: Das erste Exemplar hat noch keine Funktion und Rudimente behalten ihre Funktion. Mehrere Autoren haben versucht, die Bedingung der externen Normativität wieder einzuführen, um diese Irritationen zu beseitigen. Dabei haben sie aber erneut die Reichweite des Funktionsbegriffs unnötig eingeschränkt. Anhand einiger Beispiele habe ich hingegen dafür plädiert, F_H als evolutionäre Erklärung für des Vorhandenseins eines Merkmals zu verstehen. Dadurch haben wir ein sinnvolles biologisches Forschungsinteresse umrissen, auch wenn wir dabei nicht allen Intuitionen gerecht werden, die wir aufgrund der Artefaktmetaphorik hineintragen.

5.7.2 Angemessenheit der Artefaktmetapher in der Biologie

Welche Schlüsse können wir aus diesen Arten von Funktionen ziehen? Alle Funktionsbegriffe beziehen sich auf bestimmte Aspekte der beiden Funktionsbegriffe für Artefakte, F_I und F_E . Nun ist eine Beurteilung zu der Frage möglich, ob es für die biologische Praxis hilfreich oder hinderlich ist, sich diese beiden Funktionsbegriffe mithilfe der Artefaktmetapher zu eigen zu machen.

Erstens muss eine intuitive Sicherheit vorhanden sein, den Bereich zu benennen, aus dem die Metapher entliehen wurde. Wer den Ursprungsbereich der Metapher nicht genug kennt, wird auch keinen Nutzen aus ihr schlagen können. Diese Bedingung halte ich für weniger bedeutend, denn es ist anzunehmen, dass sich überhaupt nur solche Metaphern erhalten und Relevanz erlangen, die für den Nutzer einen Anknüpfungspunkt bieten. Nicht ohne Grund werden die besonders weit verbreiteten kognitiven Metaphern aus universellen leiblich-menschlichen Grunderfahrungen abgeleitet, wie der Oben-Unten-Orientierung oder der Leer-Voll-Unterscheidung. Die Artefaktmetapher gewinnt an Bedeutung, sobald Mechanik und Technik zum Kanon des Bekannten hinzutreten.

Die zweite Bedingung für das Gelingen einer kognitiven Metapher ist eine gewisse Ähnlichkeit im Umgang mit beiden Domänen. Die Metapher rät im Falle der nur metaphorisch bezeichneten Dinge, wie mit dem intuitiv bekannten Original zu verfahren. Eine solche pragmatische Ähnlichkeit des Umgangs ist nicht zu verwechseln mit der Behauptung einer ontologischen Ähnlichkeit. Die Forderung nach Ähnlichkeit im Umgang ist deshalb so wichtig, weil der Umgang, den Menschen mit einem metaphorisch bezeichneten Gegenstand haben, zweifellos wechseln kann. Eine Metapher, die aber in einem Kontext zu Recht eine Ähnlichkeit

des Umgangs empfohlen hat, mag bei einer neuen Situation einen schädlichen Einfluss haben, weil die nahegelegte Handlungsweise keinen Sinn mehr ergibt. So hat die Metapher „Gefühle sind Wetter“ einen pragmatischen Nutzen, wenn sie dazu ermuntert, von vorübergehend schlechten Stimmungen Abstand zu gewinnen, weil wir wie auch beim Wetter auf „sonnige Tage“ hoffen dürfen. Wenn jedoch ein Mensch unter Depressionen leidet, mag ihn die Metapher des Wetters in die falsche Richtung locken. Der Mensch kann das Wetter nicht kontrollieren. Ein Mensch mit Depression mag in die Passivität gedrängt werden, anstelle sich professionelle Hilfe zu suchen.

Ein weiteres Indiz für eine treffende Metapher besteht in ihrer Lückenlosigkeit und Erweiterbarkeit. Für jedes momentan relevante Element der vorliegenden Situation findet sich ein metaphorisches Pendant innerhalb der Ursprungsdomäne der Metapher. Sofern eine Metapher ausgeweitet wird, bietet die treffende Metapher auch für die neu hinzugekommenen Aspekte Analoga an. Eine unpassende Metapher ist hingegen entweder bereits in ihrer minimalen Form lückenhaft oder stößt spätestens im Fall einer Erweiterung alsbald an die Grenzen ihrer pragmatischen Nützlichkeit. Sie ist dann möglicherweise sogar irreführend. Mit Lückenlosigkeit ist ausdrücklich nicht gemeint, dass sich auch für jedes denkbare Element der Ursprungsdomäne ein Gegenstück in der Zieldomäne findet. Diese Forderung ist nicht erfüllt und eine Passung zwischen Metapher und Zieldomäne wird ebenfalls nicht vollkommen sein.

Welche Bedeutung haben diese Erkenntnisse für die Artefaktmetapher? Die Artefaktmetapher enthält in mindestens drei Kontexten eine teleologische Sprache. Zum einen ermutigt sie uns, Bestandteile von Organismen hinsichtlich ihrer biologischen Rollen zu katalogisieren. Diese Praxis ähnelt der *Reverse Engineering*-Methode im Bereich der Artefakte, die anhand des internen Funktionsbegriffs (F_I) verläuft. Der in F_I – somit auch im biologischen Gegenstück F_C – geforderte Designplan und die Herstellungshandlung kann mit dem übertragenen Design-Konzept von Krohs ein metaphorisches (!) Äquivalent bilden. Krohs forderte *token-type-fixation* und *assembly*, im biologischen Fall ein genetisches Material sowie die molekularbiologischen Prozesse, die dieses Genmaterial exprimieren. In beiden Fällen ist dieses *Reverse Engineering*-Vorgehen erfolgreich, wie etwa die Entdeckung des Auxins und seiner Wirkung auf das Pflanzenwachstum belegt. Die Metapher ist lückenlos, weil es für jedes Element des Originals (Designplan, Herstellungshandlung, und charakteristische Tätigkeit) ein entsprechendes Element innerhalb des Rahmens der betreffenden Anwendung gefunden wurde.

Auch für die Zuschreibung von Fitness-Beiträgen wird die Artefaktmetapher angewendet, indem sich die biologische Praxis am externen Funktionsbegriff (F_E) für das Artefakt orientiert. Als metaphorisches Äquivalent des beabsichtigten Weltzustands Z_1 im Geist des Designers tritt das Überleben und die Fortpflanzung des Lebewesens. Im Sinne eines *Reverse Engineerings* kann nach dem Nutzen eines biologischen Merkmals gefragt werden, gleichsam wie nach dem Nutzen eines Artefaktes für angenommene Absichten der Designerin. Die methodische Unterstellung von „Absichten der Natur“, d. h. die externe Normsetzung regt dazu an, bestimmten Merkmalen fitnesssteigernde oder fitnessmindernde Eigenschaften als Funktionen zuzuschreiben. Außen vor bleibt jedoch die Erklärung für die Entstehung des

Designplans und dadurch auch die des Artefakts durch die Absicht. Die Vorstellung dieser Kausalkette gelingt bei Artefakten zwanglos, muss aber bei biologischen Merkmalen vermieden werden. Wir sind geneigt, die natürliche Selektion als metaphorisches Gegenstück zur Entstehung eines Designplanes anzuerkennen. Doch selbst wenn wir uns darauf einlassen, so bleibt die Metapher doch lückenhaft: Nicht alles, was die Fitness steigert, ist auch ein Produkt der natürlichen Selektion, wie etwa im Fall der Birkenspanner. Dort war der Industriemelanismus kein komplexes Merkmal, das durch iterative Mutation und Selektion entstanden wäre, sondern das Ergebnis einer einzelnen Mutation.¹⁵⁷ Die Mutation, die das Merkmal der schwarzen Färbung hervorgebracht hat, bleibt wie bei allen Mutationen zufällig. Die Artefaktmetapher stößt an ihre Grenzen und der Mehrwert schwindet, überhaupt noch von Lebewesen in Kategorien von Artefakten, Design-Plänen und Absichten zu denken. Die Aussagen „A hat die Funktion F_F B für das Lebewesen“ und „A erhöht mittels B die Fitness des Lebewesens“ sind äquivalent und es gibt keinen biologischen Grund, sich auf die missverständliche teleologische Ausdrucksweise einzulassen.

Drittens wird die Artefaktmetapher auch bei der naturgeschichtlichen Entstehung von Merkmalen verwendet, d. h. in der Evolutionsbiologie, indem der externe Funktionsbegriff F_E metaphorisch als Funktion im naturgeschichtlichen Sinne F_H genutzt wird. Im Bereich der Artefakte beschreibt F_E , dass die Entstehung eines Artefakts über eine Herstellungshandlung und die Herstellungshandlung wiederum durch die Absichten des Designers (den beabsichtigten Zweck des Artefaktes) sowie dem Vorhandensein eines vom ihm (oder einer anderen Akteurin) erdachten Designplans erklärt wird. Bei F_F wird das Vorhandensein einer Absicht aus F_E als Metapher entnommen, während die Verursachung eines metaphorischen Designplans durch diese Absicht außen vorgelassen wird. Bei F_H vollzieht sich dieser Prozess in die umgekehrte Richtung: Wir entnehmen der Metapher die Verursachung eines Designplanes, ohne behaupten zu können, dieser Prozess – die iterative Mutation und Selektion – wäre eine auch nur metaphorisch verstandene Absicht. Untauglich wird diese lückenhafte Metapher im Fall der Atavismen und Rudimente, die zwar immer noch Teil des metaphorischen Designplans sind, aber keine Absichten verfolgen, d. h., sie sind nicht fitnesssteigernd. Der Fall der Metamorphose des Axolotls führt diese Widersprüchlichkeit vor Augen. Auch die bekannte Adaptionismusdebatte im Anschluss an Gould and Lowentin (1978) ruft in Erinnerung, dass nicht alles, was im metaphorischen Designplan enthalten und genetisch fixiert ist, auch Ergebnis eines Selektionsprozesses ist. In diesem dritten Fall wird die Artefaktmetapher überdehnt, wenn sie auf die zeitgenössische Biologie angewendet wird. Eine ausdrückliche Beschreibung im Hinblick auf Selektionsprozesse kann eine missverständliche Teleologie ersetzen.

Die metaphorische Übertragung des internen Funktionsbegriffs F_I vom Bereich der Artefakte in den Bereich biologischer Merkmale gelingt gut, die Übertragung des externen Funktionsbegriffs F_E provoziert hingegen Missverständnisse.

157 Nur die Verbreitung innerhalb der Population ist ein Ergebnis von Selektionsprozessen. Diese Tatsache spielt aber für die Entstehung des Merkmals keine Rolle.

Es ist eine legitime Frage, ob dieser Unterschied in der Historie der Artefaktmetapher zu suchen ist: Als diese Metapher entstand, also in der frühen Neuzeit, war eine Anwendung des externen Funktionsbegriffs auf die Lebewesen schließlich nicht naturalistisch-naturgeschichtlich gemeint. Lebewesen waren „göttliche Maschinen“ (Sutter, 1988) und es erschien durchaus legitim, nach Gottes Absichten für jede einzelne Spezies zu fragen. Auch wenn Gottes Schöpfungswerk bereits in der Antike als Metapher verstanden wurde, weil Gott nicht wortwörtlich mit Hammer und Meißel vorgegangen sein wird, so war es doch immerhin noch eine treffende Metapher: Der göttliche Wille, geheimnisvoll und unergründlich, wie er auch sein mag, besaß in den damaligen Vorstellungen der Menschen doch noch genug Ähnlichkeit zu menschlichen Absichten, um die Metapher des externen Funktionsbegriffs zu rechtfertigen. Unsere Vorstellungen von Naturgeschichte haben sich seitdem radikal verändert. Der modernen Evolutionsbiologie scheint es unabhängig von unseren persönlichen religiösen Einstellungen nicht mehr sinnvoll, nach Absichten hinter der Natur zu fragen, und seien sie auch metaphorisch. Die Fragestellungen nach Naturgeschichte und Überlebenswert, wie Tinbergen sie benennt, passen nicht mehr zur Artefaktmetapher: Weder verursacht eine Absicht die Entstehung der Merkmale (F_H), noch bildet der Nutzen der Merkmale die Erfüllung einer solchen Absicht (F_F).

Die Betrachtung von Lebewesen hinsichtlich des internen Funktionsbegriffs (F_I) hat sich hingegen seit dieser Zeit nicht grundsätzlich verändert. Damals wie heute gehen Biologen von metaphorischen Design-Plänen aus, wenn auch aus anderen weltanschaulichen Gründen. Aus diesem Grund ist nichts daran auszusetzen, Harveys Entdeckung der internen Funktion des Herzens zu akzeptieren, auch wenn er von einer anderen naturgeschichtlichen Entstehung dieses Organs überzeugt war.¹⁵⁸ In diesem Sinne war Dobzhansky (1973) vielleicht voreilig, als er behauptete, nichts in der Biologie ergebe Sinn, es sei denn im Lichte der Evolution.

5.7.3 Die Herstellungshandlung im Rahmen der Artefaktmetapher

Die Artefaktmetapher ist für den Funktionsbegriff der kausalen Rollen F_C zutreffend, jedoch nicht für die metaphorischen Übertragungen im Falle von F_F und F_H . Damit ist die Differenzierung sichtbar geworden, dass die Übertragung des internen Funktionsbegriffs F_I in den Bereich der Biologie fruchtbar ist, während die Übertragung des externen Funktionsbegriffs F_E zu Widersprüchen führt. Ursache für diesen Unterschied war der Verweis auf Absichten, die unweigerlich mit F_E verbunden sind. Erst Absichten begründen die Möglichkeit der zweckmäßigen Genese des Designplans und liefern Kriterien der externen Normsetzung. Für Absichten gibt es allerdings kein metaphorisches Analogon in der naturwissenschaftlichen Biologie. Externe Normsetzung und externe zweckmäßige Genese können zwar jeweils für sich metaphorisch übertragen werden: Normsetzung als biologische Fitness und zweckmäßige Genese als Adaptationsprozess. Beides gleichzeitig ist jedoch nicht möglich. Die beiden Aspekte der Artefaktmetapher ergeben kein stimmiges Gesamtbild.

¹⁵⁸ Es wäre aufschlussreich, Harveys Einschätzung zu den heute bekannten Fällen zu hören, in denen Design-Pläne dem metaphorischen Nutzen für den Organismus entgegenstehen, etwa der oben besprochene Fall der *segregation distorters*. Vermutlich hätte er dort nicht unumwunden von Funktionen sprechen wollen, weil die externen Funktionen von biologischen Merkmalen ja stets in ihrem Nutzen für den Organismus bestehen.

Ein Aspekt von F_I zieht die bescheidenere Übertragung des internen Funktionsbegriffs F_I für die funktionale Analyse in Zweifel: die Herstellungshandlung. Ein paradigmatisches Artefakt wird anhand eines Designplans hergestellt, und zwar mit der bewussten Absicht. Die Herstellungshandlung ist – im Gegensatz zur externen zweckmäßigen Genese des Designplanes selbst anhand grundlegender Absichten – die interne zweckmäßige Genese des Artefakts. Eine Herstellungshandlung besteht aus zwei Eigenschaften: Einerseits bedarf sie eines kausal wirksamen Exemplars des Designplans, beispielsweise einer Programmierung, eines Handbuchs oder auch der Erinnerung an eine Instruktion im Gehirn des Handelnden. Zweitens benötigt sie offensichtlich auch die handelnde Person selbst. Diese Person muss über den Willen und die Möglichkeit verfügen, zunächst aus dem Designplan den benötigten Inhalt zu entnehmen und anschließend die notwendigen Verrichtungen durchzuführen, um für eine Herstellungshandlung infrage zu kommen und um ein Artefaktexemplar herzustellen. Ich möchte beide Fähigkeiten mit dem Begriff der Kompetenz zusammenfassen. Der herstellende Akteur muss über eine einschlägige Kompetenz verfügen, um Teil einer internen zweckmäßigen Genese (der Herstellungshandlung) zu sein. Mit dieser Bedingung wird vermieden, dass die nur zufällig erfolgreiche Herstellung eines Artefakts bereits eine zweckmäßige Genese ist.¹⁵⁹

Die Angemessenheit der Artefaktmetapher für F_C wird sich also zumindest auch daran messen lassen müssen, ob es für den Designplan und dem kompetenten Akteur gelingt, jeweils ein treffendes Analogon zu finden.

Zunächst ist das offensichtliche Gegenstück zur internen zweckmäßigen Genese die biologische Ontogenese. So wie ein Artefaktexemplar durch eine Herstellungshandlung entsteht, so entsteht das biologische Individuum im Rahmen seiner Individualentwicklung. Krohs (2004) bietet einen begrifflichen Rahmen an, um die Ontogenese mit der Herstellung eines individuellen Artefakts zu parallelisieren. Dazu dienten ihm die *assembly*-Bedingung und die *type token fixation*-Bedingung. In Krohs' Design-Konzept ist die *type token fixation* ein Prozess, der bestimmte Gegenstände als Exemplare eines bestimmten Typus von Gegenständen bezeichnet. Eine bestimmte Schraube in einer Maschine ist Repräsentant eines Schraubentypus, der an dieser Stelle vorgesehen ist. Mit *Assembly* ist ein biologischer oder technischer Apparat gemeint, der die Entstehung des Gegenstands verursacht. In der Ontogenese sind dies die molekularbiologischen Vorgänge in der Zelle, im Bereich der Artefakte ist es das Handeln des kompetenten Akteurs.

Im Falle des intentionalen Designs besteht der „type-fixation-token-link“ in einer Konvention über die Typbezeichnungen von Komponenten [...]. Aufgrund der Konvention zwischen Designer und Monteur, die im Design (Konstruktionsplan) zur Bezeichnung der Komponenten

¹⁵⁹ Ich erinnere daran, dass für die zweckmäßige Genese, und somit für die Diskriminierbarkeit von Handlungen gegenüber zufälligen Ereignissen, auch eine Kausalkette „von der richtigen Art und Weise“ nötig ist. Gedankenexperimente abweichender Kausalketten führen uns diese Bedingung vor Augen, helfen aber nicht, die Natur des fehlenden Zusatzelements zu erhellen.

verwendet wird, kann der Monteur token des jeweils vorgesehenen types auffinden (Krohs, 2004, S. 84).

Für biologische Systeme gilt nach Krohs hingegen folgende Annahme:

Die Konstanz dieser Umsetzungsmechanismen [der Genexpression] entspricht damit der Verbindlichkeit der Bezeichnungskonventionen im intentionalen Design. Als „type-fixation-token-link“ ist damit im biologischen Fall der genetische Code anzusehen, ggf. auch genetische Programme (Krohs, 2004, S. 85).

Eine Fundamentalkritik an der metaphysischen Gleichartigkeit zwischen beiden Domänen, wie sie etwa von Janich durchgeführt wurde, geht für ihn am Thema vorbei, weil sich die Gleichsetzung, das gemeinsame „Kommunikations-Modell“ oder „semiotische Modell“, wie er schreibt, pragmatisch bewährt hat (Krohs, 2004, S. 209ff).

Auch Krohs sieht seine „Modelle“ als pragmatische Werkzeuge des Denkens und Sprechens über die bezeichneten Sachverhalte, ebenso wie es bei den Metaphern der Fall ist. Krohs legt auch an die Güte eines Modells vergleichbare Ansprüche an wie in dieser Arbeit bei den Metaphern, nämlich eine strukturelle Ähnlichkeit im relevanten Anwendungsbereich. Gegenüber dem ontologischen Status beider Bereiche wird keine Aussage getroffen. Beispielsweise wird nichts darüber ausgesagt, ob der genetische Code eine wortwörtliche Sprache ist oder ein wortwörtlicher Code oder ob die DNA tatsächlich Informationen in einem reichhaltigen, alltagssprachlichen Sinne enthält. Alles, was nach einer irgendwie gearteten geistigen oder inhaltlichen Bedeutung fragt, kann im Rahmen des „semiotischen Modells“ außer Acht gelassen werden. Die Frage nach dem ontologischen Status von Intensionalität und Intentionalität wird bei Krohs bewusst nicht analysiert.

Damit das „semiotische Modell“ gelingend angewendet werden kann, verlangt Krohs nicht mehr als die Möglichkeit, gleichartige Wirkungen durch mehrere Ursachen hervorzurufen. Dazu zählt beispielsweise die Einfügung gleichartiger Aminosäuren durch unterschiedliche Basentriplets der DNA (degenerierter Code).

Die Möglichkeit unterschiedlicher Aktualisierung von Zeichen ist ein nicht-intentionaler Aspekt der Semiose. Ein Modell, das unterschiedliche Prozesse und Zustände als Aktualisierungen desselben types repräsentiert, kann insofern als semiotisches Modell klassifiziert werden. Intentionalität und die Bedeutung von Zeichen spielen dabei keine Rolle (Krohs, 2004, S. 211).

Damit sagt Krohs aber nicht, dass nicht außerhalb des Geltungsbereichs des „semiotischen Modells“ Disanalogien zwischen Information im menschlichen Geist und Information im Sinne der Genetik auftreten können. Ein Beispiel für eine solche Disanalogie sieht Krohs im Unterschied zwischen Deskription und Instruktion: Eine alltagssprachliche Information im menschlichen Kontext ist immer auch eine Beschreibung eines Gegenstands, sie handelt also von einem Inhalt, während die genetische Information bloß „instruiert“. In diesem Sinne

handelt etwa das Gen des Casein-Proteins nicht vom Casein, auf die Art und Weise wie etwa ein Lexikoneintrag vom Casein handeln könnte.¹⁶⁰ Krohs vergleicht die genetische Information mit einem Kuchenrezept, das auch nicht den Kuchen intensional beschreibt, sondern durch eine bestimmte Interaktion mit dem Bäcker den Kuchen verursacht. Das Rezept in seiner kausalen Rolle und nicht dieses oder jenes bestimmte materielle Schriftstück ist also eine Ursache des Kuchens, nicht aber dessen Repräsentation oder Beschreibung. Das Gen in seiner kausalen Rolle und nicht diese oder jene Molekularstruktur oder auch nur ist Art von Molekül ist eine Ursache des Proteins. Aus dieser Strukturähnlichkeit und aus keinem tieferen ontologischen Grund ist es auch eine treffende Metapher, vom Gen als Information und Instruktion für ein Protein zu sprechen.¹⁶¹

Krohs zu verlangt viel, wenn er die biologische Rede von Funktionen im Sinne kausaler Rollen an die Bedingungen seines semiotischen Modells knüpfen will. Wir können uns Fälle vorstellen, in denen es möglich sein sollte, von Funktionen F_C zu sprechen, ohne dass Krohs' Bedingungen erfüllt sind. Nichtsdestotrotz erfasst Krohs' Konzeption den größten Teil der Fälle, die den Funktionen F_C entsprechen. Wenn seine Rekonstruktion von Design als Teil der treffenden Artefaktmetapher beschrieben wird, ist damit nicht gemeint, dass Krohs zu folgen ist, um die „wahre“ Bedeutung des Wortes „Funktion“ zu begreifen. Dies wäre erneut die in dieser Arbeit kritisierte Denkungsart der Naturalisierung. Krohs kann uns nicht dazu zwingen, seine Einschränkungen von F_C anzunehmen, aber er gibt uns die Möglichkeit, das Bild der Artefaktmetapher, um eine metaphorische Herstellungshandlung zu erweitern. Eine derartige Erweiterung ist ein entscheidendes Kennzeichen von treffenden Metaphern.

¹⁶⁰ Es sei daran erinnert, dass die quasisprachlichen Begriffsbildungen der Genetik (Instruktion, Botschaft, Information, Code usw.) letztlich dem Informationskonzept der sog. Informationstheorie nach Shannon (1948) verpflichtet sind. In diesem Rahmen ist immer wieder auf den Unterschied zwischen einem technischen und alltagssprachlichen Informationsbegriff hingewiesen worden. Der technische Alltagsbegriff verzichtet auf jeden Bezug zur Semantik einer Nachricht und betrachtet lediglich die syntaktische Ebene anhand mathematischer Parameter. Siehe dazu wiederum Kay (2001).

¹⁶¹ Über die Grenzen und die historische Bedingtheit der Informationssprache in der Genetik ist umfassend debattiert worden. Einen historischen Überblick über das komplexe Wechselspiel zwischen Linguistik und Molekulargenetik liefert Kay (2001) in ihrer Monografie „*Das Buch des Lebens*“. Siehe dazu auch in neuerer Zeit Levy (2011), der unumwunden von einem *fictionalistic account* von Information in der Biologie spricht.

6. Ergebnisse

In dieser Arbeit geht es um die Fragestellung, in welchen Zusammenhängen teleologische Sprache über Merkmale von Lebewesen in der Biologie verwendet wird und wie dieser Sprachgebrauch kognitiv zu erklären ist. Dabei habe ich zwei Grundthesen vertreten: 1. Teleologische Aussagen in der heutigen Biologie sind allesamt als mechanistische Aussagen rekonstruierbar. 2. Die kognitionswissenschaftliche Erklärung für die Verwendung teleologischer Sprache ist eine metaphorische Übertragung aus dem Bereich der menschlichen Absichten, d. h. aus dem Bereich der absichtsvoll erschaffenen Artefakte. Metaphern sind im Sinne von kognitiven Konzeptmetaphern als unbewusste Denkmuster zu verstehen, die menschliche Vorstellungen und Handlungen leiten, indem sie gewisse Aspekte der Sache hervorheben und andere verhüllen.

Beide Gesichtspunkte sah ich in Abgrenzung von naturalisierenden Ansätzen, Teleologie in der Biologie zu verstehen: Die naturalisierende Vorgehensweise stammt aus dem von mir im Vorwort charakterisierten starken Naturalismus. Sie schickt sich an, naturwissenschaftliche Sachverhalte aufzuzeigen, die dazu berechtigen, intentionale Begriffe anzulegen. Im Anschluss an so unterschiedliche Denker wie Davies und Millikan ist die Fruchtbarkeit dieser Methode fragwürdig. Stattdessen ist eine Deskription der Praxis – begleitet von einer kulturgeschichtlichen Genealogie – sinnvoll. Die allgegenwärtige Artefaktmetapher und ihre Kehrseite, die Handlungsmetapher, ist auf frühere, ernsthaft metaphysische Gleichsetzungen zurückzuführen. Der Ursprung der Artefaktmetaphysik geht auf Sokrates und Plato zurück, während die Handlungsmetapher ihren Anfang als philosophisch reflektiertes Prinzip bei Aristoteles nahm. Von Plato und Aristoteles ausgehend folgte diese Arbeit dem Bogen durch die Philosophie: Im Laufe der westlichen Geistesgeschichte dominierte mal die eine, mal die andere metaphysische Gleichsetzung. Die Spätantike war von platonistischen Schulen geprägt, in deren Umkreis sich auch christliche Vordenker wie Augustinus bewegten. Dementsprechend wurde die Natur als Abbild göttlicher Schöpfungsideen gesehen. Im Aristotelismus des Hochmittelalters herrschte hingegen die Handlungsmetaphysik vor. Im Spätmittelalter und insbesondere in der frühen Neuzeit wurde die Handlungsmetaphysik dann ausdrücklich von der Artefaktmetaphysik des Mechanismus verdrängt. Trotz eines verwickelten Wiederauflebens der Handlungsmetaphysik in der vitalistischen Biologie bei Blumenbach und anderen Vertretern der romantischen Naturkunde, konnte das mechanistische Verständnis des Lebens stets seine Vormachtstellung wahren. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wandelten sich schließlich beide Metaphysiken des Lebendigen zu Metaphern. Auslöser für diesen Wandel war im Fall der Artefaktmetapher der beginnende Darwinismus, der die Vorstellung eines ordnenden Schöpferverstandes überflüssig machte. Für die Handlungsmetapher hatte die objektivierende Verhaltens- und Entwicklungsforschung einen ähnlichen Effekt. Beide Entwicklungen von der Metaphysik zur Metapher fanden nicht nur als Umschwung innerhalb der Wissenschaften statt, sondern waren spätestens seit Mitte des 19. Jahrhunderts der Anlass für weitreichende anthropologische, weltanschauliche und sogar politische Auseinandersetzungen. Diese Konflikte setzen sich in verschiedener Form und unter verschiedenen Bezeichnungen bis heute in der Philosophie fort. Ebenso kam es immer wieder zu Versuchen des Brückenschlags, etwa durch die philosophische Anthropologie der

Weimarer Zeit in Deutschland oder eine Umdeutung der Teleologie durch philosophisch interessierte Biologen wie Mayr oder Ayala in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts.

Die Gegenwart ist von einer Metapherndrehtür gekennzeichnet. Lebewesen werden in Zeiten der Biotechnologie mehr denn je als Artefakte verstanden, während unter dem Eindruck zunehmend autonomer Maschinen und einem allgegenwärtigen kybernetischen Vokabular Roboter und Computer einer neuartigen Handlungsmetapher unterliegen. Das Künstliche wirkt zunehmend natürlich, während das Natürliche durch den Zugriff der Technik selbst technisch erscheint. Während also unser Denken und Sprechen über Lebewesen mehr denn je von der Artefaktmetapher durchdrungen ist, hat die Biologie sich zu einer Naturwissenschaft der mechanistischen Erklärungen entwickelt, die über keine teleologischen Anteile mehr verfügt. Für eine Plausibilität dieser These werden klassische Fragestellungen der Biologie von Tinbergen und Mayr in Beziehung zu den neuen mechanistischen Konzeptionen von Darden und Craver gesetzt.

Im Anschluss an diesen historischen und wissenschaftstheoretischen Überblick geht es um die Frage, was teleologisches Denken des Menschen auszeichnet, um so schlussendlich zu begreifen, wie teleologische Metaphern aufgebaut sind. Drei Merkmale des teleologischen Denkens sind hervorzuheben: Normsetzung in Bezug auf Absichten, multiple Realisierbarkeit aufgrund von rationalen Überlegungen und zweckmäßige Genese von Handlungen. Weiterhin habe ich darauf hingewiesen, dass Handlungen des Menschen immer auch in eine Hierarchie von größeren Sinnzusammenhängen geordnet sind. Normsetzung ist die Möglichkeit, das Ergebnis einer Handlung als erfolgreich oder erfolglos zu bewerten, indem der im Geist des Handelnden bestehende Zustand als Referenz herangezogen wird. Als multiple Realisierbarkeit ist die Fähigkeit des Geistes zu verstehen, verschiedene Mittel rational zu wählen, um eine bestimmte Handlung auszuführen. Dabei wird die Handlung unabhängig von der jeweiligen physischen Realisierung unter einer einheitlichen teleologischen, auf die Absicht bezogene Typbezeichnung (z. B. Reisen, Mitteilen oder Kaufen) gefasst. Die zweckmäßige Genese der Handlung beschreibt die plausibel klingende, aber schwer zu explizierende, Auffassung, dass Absichten und Wahl der Mittel eine Handlung auf bestimmte Weise hervorbringen oder verursachen.

Danach wendete ich die Kennzeichen von teleologischem Denken über menschliche Handlungen auf das teleologische Denken über Artefakte an. Diese Argumentation sollte dabei helfen, die Art und Weise zu präzisieren, in der unser Denken über Artefakte metaphorisch auf biologische Merkmale in unterschiedlichen Bereichen der Biologie angewendet wird. Artefakte sind Gegenstände, die durch absichtsvolle Handlungen entstehen und einen Designplan besitzen, der die Arten der beabsichtigten Verrichtungen enthält. Artefakten können ebenfalls diesen drei Kennzeichen zugeordnet werden, eine weitere Differenzierung ist jedoch notwendig: Jedes der drei Merkmale tritt bei den Artefakten einmal innerhalb und einmal außerhalb des Artefakts auf. Demnach ergeben sich für Artefakte zwei ein interner und ein externer Funktionsbegriffe. Die interne Funktion (auch Zweck genannt) bezeichnet eine Tätigkeit, die durch einen Designplan beschrieben wird. Demgegenüber spricht die externe Funktion von der Absicht, die hinter der Entwicklung des Designplans und der Herstellung des konkreten Artefakts steht.

Es gibt drei Kontexte beschrieben, in denen die Artefaktmetapher, insbesondere mit dem Begriff der Funktion, eine Rolle spielt: 1. F_C : die Zuschreibung von kausalen Rollen in hierarchisch geordneten Systemen mit Design. 2. F_F : die Zuschreibung von Fitness-Beiträgen innerhalb einer als relevant erachteten Umwelt. 3. F_H : der Verweis auf eine Selektionsgeschichte. In allen drei Fällen werden bestimmte Aspekte des teleologischen Denkens über Metaphern wieder aufgegriffen, was der teleologischen Sprache eine intuitive Angemessenheit verleiht. F_C greift die drei internen Aspekte wieder auf. F_F nutzt hingegen die beiden externen Aspekte von funktionalen Äquivalenten und von Normsetzung. F_H schließlich nimmt die externe zweckmäßige Genese wieder auf. Es zeigte sich, dass der Funktionsbegriff der kausalen Rolle F_C auf Individuen anwendbar ist, während die anderen beiden Funktionsbegriffe sich auf Typen beziehen.

Die teleologische Sprache in der Biologie ist Teil der mechanistischen Erklärungen im Sinne von Craver und Darden. Keineswegs spielt dabei eine irreduzible Teleologie eine Rolle, wie wir sie vom teleologischen Denken des Menschen kennen. Sämtliche Intuitionen über irreduzible Teleologie der Natur sind das Resultat von historisch und psychologisch wirkmächtigen Metaphern, die vollständig von der konkreten Praxis der Biologie abgezogen werden können. Gerät diese Erkenntnis aus den Augen, so kann es in gewissen Fällen zu fehlerhaften Vorstellungen wie Informationismus, Adaptionismus und schließlich sogar Kreationismus kommen.

7. Diskussion

Diese Arbeit leistet einen Beitrag für die Einordnung der Teleologie in der Biologie. Es geht darum, teleologische Ausdrucksweisen kritisch zu hinterfragen, sodass die Biologie nicht für außerwissenschaftliche Agenden in Anspruch genommen werden kann. Zum Abschluss dieser Arbeit werde ich nun darüber sprechen, an welchen Stellen derartige Agenden auftreten und inwiefern meine Arbeit dabei hilft, die Biologie vor entsprechenden Übergriffen zu schützen. Ich unterscheidet zwei Zusammenhänge, in denen es zu solchen Übergriffen kommt. Einerseits kommt es immer wieder zur biologistischen Rechtfertigung menschlicher Entscheidungen und kultureller Konventionen durch Verweis auf vermeintliche Normen der Natur, andererseits kommt es zur Naturalisierung menschlicher Zusammenhänge. Beide gemeinsam ergeben eine anti-humanistische Synergie, weil sie zusammen unsere Konzepte des genuin und autonom Menschlichen durch eine verfehlt Konzeption von Natur korrodiert werden.

Zunächst zum Biologismus: Das, was in der belebten Natur als erfolgreich, gesund und normal erlebt wird, dient immer wieder als Richtschnur für die Werte und Normen in Form von Gesetzen, Sitten und Gesellschaft. Beispiele für diese Praxis gibt es zahlreich, und zwar nicht nur aus vormodernen Epochen, sondern gerade auch aus den Zeiten der modernen Naturwissenschaft. Im ersten Teil meiner Arbeit bin ich bereits auf diese Praxis eingegangen: Sowohl der Sozialdarwinismus des 19. Jahrhunderts, die rassistischen Biologismen des europäischen Kolonialismus und der Nationalsozialismus und auch religiös-biblisch motivierte Kreationismen sind allesamt Erfindungen der Neuzeit. Tatsächlich ist es paradoxerweise gerade die Tugend der Objektivität, die in modernen Ideologien zur

Postulierung besonders selbstbewusster Normativität verführt: Wenn in der Natur bestimmte Gesetzmäßigkeiten gelten, ist es müßig, darüber zu diskutieren. Dann kann man sich nur entweder beugen oder sie auf eigene Gefahr missachten. Diese Schlussfolgerungen können nur gezogen werden, wenn implizit doch eine Art natürlicher Teleologie angenommen wird. Diese implizite Teleologie überbietet kulturell die ausdrückliche Teleologie des alltäglichen menschlichen Lebens: Menschliche Werte und das menschliche Gewissen werden als subjektiv abqualifiziert. Gegenüber den Normen der Natur erscheinen Gewissensregungen und humanistische Moral als naive Sentimentalität, die vor den Erfordernissen des Gegebenen weichen muss. Die teleologische Sprache in der Biologie ist in dieser Dialektik das Einfallstor derartiger biologistischer Ideologien. Erst durch die Bannung der Teleologie kann das Tor geschlossen werden. Dies habe ich durch Unterscheidung ihrer mechanistischen Substanz und ihres metaphorischen Überschusses unternommen. Wenn wir verstehen, dass sich hinter der teleologischen Redeweise Metaphern verbergen, von denen wir uns frei machen können, beginnen wir zu fragen: Wir können uns fragen, welches Verhältnis zwischen menschlichen Zwecken und den Gegebenheiten der Natur wir anstreben? Gestehen wir der Natur einen moralischen Eigenwert zu? Sehen wir sie als Mittel für menschliche Zwecke? Welche menschlichen Interessen haben dabei Vorrang und welche müssen zurückstehen? Wie auch immer die Antworten aussehen mögen, derartige Grundsatzfragen können wir als freie Akteure erst stellen, sobald wir aus dem Bannkreis der Naturteleologie herausgetreten sind. Philosophie wird uns helfen, diese Fragen zu beantworten und zur vermeintlichen Objektivität der Biologie können wir keine Zuflucht nehmen. Daher werden die Antworten stets durch andere Argumente anfechtbar sein und können niemals geradeheraus aus den Fakten abgelesen werden. Doch dies ist der Preis, den wir zahlen müssen.

Nun komme ich zur Naturalisierung: Ich habe bereits an mehreren Stellen vom philosophischen Projekt der Naturalisierung gesprochen, da viele Analysen von biologischer Teleologie naturalisierend motiviert sind. Zur Erinnerung: Mit Naturalisierung meine ich alle philosophischen Versuche, Phänomene des Geistes, wie eben die Teleologie, verlustfrei in naturwissenschaftlicher Sprache zu reformulieren und sie so auf Naturwissenschaft zu reduzieren. Zunächst scheint es, als sei die Naturalisierung ein Antidot zur oben beschriebenen Vereinnahmung der Biologie durch den Biologismus: Wie ich gerade beschrieben habe, besteht der vereinnahmende Biologismus darin, Zwecke der Natur zu formulieren, die dann als natürliche Handlungsnormen ausgegeben werden. Doch wenn die Naturalisierung unsere menschlichen Absichten und Zwecke in die Sprache der Naturwissenschaft übersetzt, kann da nicht der Eindruck entstehen, die Natur werde nunmehr „ent-teleologisiert“? Nein, denn ich halte das für eine oberflächliche Beurteilung: In der Praxis verfolgen Menschen schließlich stets Absichten und Zwecke. Daran ändert sich auch nichts, wenn eine naturalistische Philosophie diese Absichten und Zwecke in den Begriffen der Naturwissenschaft aufgehen lässt. Niemand kann konsequent die Absicht haben, sein Leben unter die Maxime zu setzen, es gäbe in einer idealen Beschreibung der Welt gar keine Absichten. Erreicht wird durch solche eine Philosophie lediglich die Delegitimierung unserer menschlichen Absichten. Sie sind in einer vollständig naturalisierten Weltbeschreibung aufgelöst. An dieser Stelle wird jene anti-humanistische Synergie von Biologismus und

Naturalisierung deutlich, von der Eingangs die Rede war: Beide Male findet die Abschaffung menschlichen Geistes als eines Phänomens *sui generis* statt. In meiner Arbeit habe ich beschrieben, dass naturalisierende Deutungen der teleologischen Sprache versuchen, diese Redeweisen eindeutig in naturwissenschaftliche Begriffe zu überführen, zuerst im Bereich der Natur und schließlich im Bereich des Menschen. Ich habe hingegen gezeigt, dass es sich dabei um ein vergebliches Unterfangen handelt. Die Existenz teleologischer Redeweisen in der Biologie erklären sich nicht durch die Naturwissenschaft oder gar durch die Natur selbst. Solche Redeweisen sind vielmehr in unserer Psyche angelegt und wurden durch eine lange geistesgeschichtliche Traditionslinie gefestigt. Sie sind nie alternativlos, sondern kulturell, historisch und psychisch kontingent. Wenn es aber schon nicht möglich ist, Teleologie in der Biologie zu naturalisieren, um wieviel weniger kann es dann gelingen den menschlichen Geist allein von einer objektiven Warte zu beschreiben?

Eine vollständige Beschreibung des Verhältnisses zwischen Natur und Geist kann, wenn sie nicht anti-humanistisch werden will, nicht durch Beanspruchung der Naturwissenschaft allein gegeben werden. Vielmehr bedarf es einer Naturphilosophie und Philosophie des Geistes, die zwar naturwissenschaftlich informiert sind, aber dennoch eigenständige Fragen behandelt. Sie wird die Aufgabe haben, Dinge über die Natur und den Geist mitzuteilen, die zwar im Einvernehmen mit den Naturwissenschaften stehen, aber Fragen aufwerfen, die in der Methodik der Naturwissenschaften nicht sichtbar werden können. In erster Linie ist darunter die Frage zu verstehen, wie der Mensch gleichzeitig ein Produkt der Natur sein kann, aber dennoch als geistiges Wesen gelten kann. Als Produkt der Natur können wir seine graduelle Evolution nachzeichnen. Er unterscheidet sich damit auch nur quantitativ von anderen Naturgegenständen. Als geistiges Wesen scheint der Mensch hingegen qualitativ unterschieden von der Natur. Eine Naturphilosophie müsste daher versuchen, beide Aspekte des Menschseins in ein kohärentes Bild zu bringen.

Gemeint ist hier ein mittelstarker Naturalismus, der zu Beginn der Arbeit eingeführt wird. Auf zwei Denker sei verwiesen, die in je eigener Weise eine eigenständige Naturphilosophie vertreten und dennoch in Tuchfühlung mit den Erkenntnissen der Naturwissenschaften bleiben. Sie sind in meinen Augen Vorbilder im Hinblick auf die Frage, welchen Anliegen sich die Naturphilosophie annehmen sollte. Beiden gelingt es auf je eigene Art, den starken Naturalismus und seinen Hang zur Naturalisierung zu überwinden. Sie rücken das Problem des menschlichen Bewusstseins im Verhältnis zur Natur in den Mittelpunkt. Der erste der beiden Vorbilder ist Helmuth Plessner, dessen Hauptwerk „Die Stufen des Organischen und der Mensch“ (1928/1975) eine Erklärung der Geistigkeit des Menschen im Angesicht der Naturgeschichte zu liefern, ohne dabei die Grenze zwischen Natur und Geist zu verwischen. David Chalmers wiederum befasst sich in seiner herausfordernden Philosophie des Geistes mit dem Konzept des Panpsychismus: Wenn es keine naturwissenschaftliche Erklärung geben kann, wie Bewusstsein aus Materie entstehen kann, dann bleibt nur das Urteil der Naturphilosophie übrig, die eingeschliffenen Konzepte von Materie und Bewusstsein fallenzulassen.

Dies sind offensichtlich nur zwei von vielen Denkmöglichkeiten über die Natur und den Menschen, die sich eröffnen, wenn es uns gelingt, aus dem Schatten der Metaphern der Natur herauszutreten.

8. Danksagungen

Meine Arbeit wäre nicht möglich gewesen ohne die Bereitschaft meiner beiden Betreuer Prof. Roth und Prof. Hüttemann, sich auf dieses ungewöhnliche Projekt einzulassen. Immer wieder bewiesen sie Geduld und Zuversicht, wenn es zu Verzögerungen oder Umwegen kam. Beide haben sich auch immer wieder Zeit genommen, um meine Arbeit zu begleiten und haben mir dennoch viel Freiheit gelassen, meine eigenen Ziele zu verfolgen. Die intensiven Gespräche mit Prof. Roth über Biologie, Philosophie und allem dazwischen sowie die anspruchsvollen Diskussionen in Prof. Hüttemanns Seminaren am Donnerstagabend sind mir in guter Erinnerung.

Es gab mehrere Menschen, die mich durch ihre Unterstützung gerade als Fachfremde weitergebracht haben. An erster Stelle steht da Herr Hillen, der mich auf viele sprachliche Schwierigkeiten hingewiesen hat und das in einer Zeit der globalen und persönlichen Krisen. Weiterhin hat mein geschätzter Lehrer-Kollege Herr Penschinski vom Wilhelm-Dörpfeld-Gymnasium in Wuppertal mich durch die Lektüre meiner Arbeit mit dem Blick eines echten Philosophen und echten Pädagogen weitergebracht. Auch mein Schwager Wolfgang Sobotzick hat sich viel Mühe gegeben, meine Arbeit gründlich zu durchdenken. Vielen Dank, Worai!

Apropos Familie: Bei derartigen Danksagungen läuft die Familie außer Konkurrenz. Ihre Bedeutung ist so unschätzbar, dass man es nicht mit anderen Unterstützern vergleichen kann. Vielen Dank also an meine Frau Rita, die mich stets unterstützt hat, und die an manchen durchgearbeiteten Wochenenden und Ferien auf mich verzichten musste. Nicht nur das, sie wurde von mir auch immer wieder in Gespräche über Grundsatzfragen der Teleologie in der Biologie verwickelt, manchmal sogar freiwillig. Sie hat also gewusst, worauf sie sich einlässt, als sie den Bund fürs Leben mit mir geschlossen hat. Das kann ich ihr nicht hoch genug anrechnen. Meine Eltern wussten hingegen nicht, worauf sie sich einließen, als ich vor knapp vierzig Jahren in die Welt kam. Nun, sie machten das Beste aus der Situation und vermittelten mir die Leidenschaft für anspruchsvolle Bücher und den Ehrgeiz, ein Projekt auch über lange Zeit zu verfolgen. Die Liebe meiner Eltern hat mich also zu dem gemacht, was ich bin und die Liebe meiner Frau hat mir erlaubt, so zu bleiben, wie ich bin.

9. Abbildungsverzeichnis

Alle Abbildungen aus der Wikimedia-Bibliothek werden unter den Creative Commons Lizenzen verwendet. Der letzte Aufruf fand jeweils am 20.09.2021 statt.

Abb. 1, S. 17: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bee_dance.svg

Abb. 2, S. 23: Die Abbildung ist einem Artikel von persoendlich.ch (2009) entnommen, dem Branchenportal der Schweizer Kommunikationswirtschaft. <https://www.persoendlich.com/kategorie-werbung/natuerlichkeit-von-butter-betont-289458>

Abb. 3, S. 49: https://de.wikipedia.org/wiki/IGEM#/media/File:IGEM_official_logo.png unter Verwendung der Abbildung auf der iGEM-Homepage: <http://2010.igem.org/>

Abb. 4, S. 79: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:God_the_Geometer.jpg; abgebildet ist eine mittelalterliche Buchmalerei aus dem Codex Vidobonensis 2554, f. 1 verso

Abb. 5, S. 142: Selbst erstellt mit Microsoft PowerPoint

Abb. 6, S. 174: Selbst erstellt mit Microsoft PowerPoint

Abb. 7, S. 192: Selbst erstellt mit Microsoft PowerPoint

Abb. 8, S. 294: Selbst erstellt mit Microsoft PowerPoint

Abb. 9, S. 295: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Biston.betularia.7200.jpg> (helle Farbvariante) und <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Biston.betularia.f.carbonaria.7209.jpg> (dunkle Farbvariante)

Abb. 10, S. 346: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fitness-landscape-cartoon-vector.svg>

10. Literaturverzeichnis und benutzte Hilfsmittel

10.1 Hinweise und benutzte Hilfsmittel

Quellenangaben: Falls bei den Quellenangaben zwei Jahreszahlen angegeben sind, bezieht sich die erste Angabe auf das Ersterscheinungsjahr des Werks in der Originalsprache. Die zweite Angabe bezieht sich auf das Erscheinungsjahr der (mitunter übersetzten und/oder überarbeiteten) Version, die als Quelle für die vorliegende Ausarbeitung dient. Falls ich Zugriff auf ein Onlinefaksimile genommen habe, ist das Erstellen dieses Faksimiles nicht als Jahreszahl angegeben, wohl aber die Quelle und mein letztes Zugriffsdatum. Bei elektronischen Büchern, wie sie von zeno.org bereitgestellt werden, bin ich ebenso verfahren.

Weitere Angaben, etwa zum Verlag, sind stets als Informationen über die von mir benutzte Ausgabe zu verstehen und nicht als Informationen über die Erstausgabe. Bei reinen Onlinequellen, etwa der Stanford Online Enzyklopädie der Philosophie, ist das Jahr der letzten Bearbeitung der verwendeten Textversion angegeben. Bei antiken und mittelalterlichen Texten vor der Erfindung des Buchdrucks bezieht sich die Jahreszahl lediglich auf die mir vorliegende Edition. Auf die Nennung eines oft nur mutmaßlichen oder geschätzten Ersterscheinungsjahres habe ich bei diesen ursprünglich handschriftlich erstellten Werken verzichtet.

Titel und Zitate: Die Titelangaben im Literaturverzeichnis geben den Titel der verwendeten Ausgabe wieder, nicht notwendigerweise den originalsprachlichen Titel. Wörtliche Zitate habe ich bei englisch- und deutschsprachigen Quellen im Original belassen. Sonstige fremdsprachigen Zitate, etwa aus dem Altgriechischen, Lateinischen oder Französischen, gebe ich in einer mir vorliegenden deutschen Übersetzung wieder. Falls mir in Ausnahmefällen eine deutsche Fassung nicht vorlag, habe ich stattdessen auf eine englische Übersetzung zurückgegriffen. Sämtliche wörtlichen Zitate sind kursiv gehalten, ob im Fließtext oder als eigenen Absatz. Titelangaben von Texten, die ich im Fließtext erwähne, sind in Anführungszeichen gesetzt, ebenso wörtliche Zitate im Fließtext. Als Hilfsmittel zur Verwaltung von Quellen diente mir Endnote X8.

Nennen und Benutzen von Begriffen: Begriffe, über die ich als Wörter spreche, ohne dass je mit diesem Wort Bezeichnete zu meinen, stehen ebenfalls in Anführungszeichen. Damit möchte ich Rücksicht auf die *use mention distinction* nehmen, wie sie etwa von Quine (1940/1981) und anderen Autoren beschrieben wurde. Ein Beispiel soll dieses Vorgehen verdeutlichen: „Keller“ ist ein Substantiv mit sechs Buchstaben. Das Wort „Keller“ wird im vorherigen Satz zwar erwähnt (*to mention*), jedoch ohne dabei das Wort im einschlägigen Sinn zu benutzen (*to use*), um damit etwas über einen Keller oder über Keller im Allgemeinen auszusagen. Fremdsprachige Begriffe im Text, einschließlich fremdsprachiger Titel einzelner Werke, habe ich kursiv geschrieben.

Sämtliche Bildnachweise sind im Abbildungsverzeichnis aufgeführt. Die Mehrzahl der verwendeten Bilder fällt unter die Lizenz der *Creative Commons* von Wikimedia. Eine Reihe von Bildern sind von mir selbst mit dem Programm Microsoft Powerpoint erstellt.

Der Text ist mit Hilfe von Microsoft Word in der Schriftart Calibri sowie Calibri Light für die Überschriften geschrieben.

10.2 Literaturverzeichnis

- Achinstein, P. (1977). Function Statements. *Philosophy of Science*, 44(3), 341-367.
- Aertsen, J. A. (1988). *Nature and Creature: Thomas Aquinas's Way of Thought*. Leiden: E. J. Brill.
- Alison, R. (1892). *The Anecdote of Glasgow*. Glasgow; London: Simpkin, Marshall, & Co.
- Allen, C., & Bekoff, M. (1995/1998). Biological Function, Adaptation, and Natural Design. In C. Allen, M. Bekoff, & G. V. Lauder (Eds.), *Nature's Purposes. Analyses of Function and Design in Biology* (pp. 571-587). Cambridge; London: MIT Press.
- Allen, C., Bekoff, M., & Lauder, G. V. (Eds.). (1998). *Nature's Purposes. Analyses of Function and Design in Biology*. Cambridge; London: MIT Press.
- Amundson, R., & Lauder, G. V. (1994/1998). Function without Purpose: The Uses of Causal Role Functions in Evolutionary Biology. In C. Allen, M. Bekoff, & G. V. Lauder (Eds.), *Nature's Purposes. Analyses of Function and Design in Biology* (pp. 335-370). Cambridge; London: MIT Press.
- Anderson, J. T., & Aukofer, C. (2013). *Warum wir (an Gott) glauben. Eine kompakte Einführung in die Wissenschaft der Religion*. Berlin: Springer.
- Andreas, H., & Zenker, F. (2014). Basic Concepts of Structuralism. *Erkenntnis*, 79(8), 1367-1372. doi:10.1007/s10670-013-9572-y
- Anscombe, G. E. M. (1957/2000). *Intention* (Second Edition ed.). Cambridge: Harvard University Press.
- Ariew, A. (2002). Platonic and Aristotelian Roots of Teleological Arguments. In A. Ariew, R. Cummins, & M. Perlman (Eds.), *Functions : New Essays in the Philosophy of Psychology and Biology* (pp. 7-32). Oxford: Oxford University Press.
- Aristoteles. (1855). Über die Theile der Thiere. In Stuttgart: Hoffmann'sche Verlagsbuchhandlung.
- Aristoteles. (1959). Über die Zeugung der Tiere (M. Grünwald, Trans.). In P. Gohlke (Ed.), *Über die Zeugung der Tiere*. Paderborn: Ferdinand Schöningh.
- Aristoteles. (1970). Physik. In *Physik*.
- Aristoteles. (1995a). Nikomachische Ethik. In *Aristoteles Philosophische Schriften 3*. Hamburg: Felix Meiner.
- Aristoteles. (1995b). Physik. In *Aristoteles Philosophische Schriften 6* (Aristoteles Philosophische Schriften ed.). Hamburg: Felix Meiner
- Aristoteles. (1995c). Über die Seele. In *Aristoteles Philosophische Schriften 6*. Hamburg: Felix Meiner.
- Aristoteles. (2014). In On the Parts of Animals. Retrieved from <http://ebooks.adelaide.edu.au/a/aristotle/parts/>.
- Armstrong, D. (1996/2014). Dispositionen als kategorische Zustände: Ein Versuch, die Debatte darzustellen. In B. Vetter & S. Schmid (Eds.), *Dispositionen: Texte zur zeitgenössischen Debatte*. Berlin: Suhrkamp.
- Armstrong, P. (2000). *The English Parson-Naturalist: A Companionship between Science and Religion*. Trowbridge: Cromwell Press.
- Artico. (2017). Designing a Customizable Synthetic Cell Compartment Toolbox. Retrieved from <http://2017.igem.org/Team:Cologne-Duesseldorf>
- Ayala, F. J. (1968). Biology as an Autonomous Science. *American Scientist*, 56(3), 207-221.
- Ayala, F. J. (1970/1998). Teleological Explanations in Evolutionary Biology. In C. Allen, M. Bekoff, & G. V. Lauder (Eds.), *Nature's Purposes. Analyses of Function and Design in Biology* (pp. 29-50). Cambridge; London: MIT Press.
- Ayala, F. J. (1998). Teleological Explanations versus Teleology. *History and Philosophy of the Life Sciences*, 20, 41-50.
- Ayala, F. J. (2009). There Is No Place for Intelligent Design in the Philosophy of Biology: Intelligent Design Is Not Science. In F. J. Ayala & R. Arp (Eds.), *Contemporary Debates in Philosophy of Biology*. Chichester: Wiley-Blackwell.
- Bacon, F. (1623/1829). *De dignitate et augmentum scientiarum*. Nürnberg: Sumptibus Riegelii et Wiessneri.

- Bacon, F. (1625/1884). On Atheism. In B. Montagu (Ed.), *The Works of Francis Bacon* (Vol. 1, pp. 24-25). New York: R. Worthington. Retrieved from <https://ebooks.adelaide.edu.au/b/bacon/francis/b12e/essay16.html>.
- Bacon, F. (1641/1884). Francis Bacon's Confession of Faith. In B. Montagu (Ed.), *The Works of Francis Bacon* (Vol. 2, pp. 407-409). New York: R. Worthington.
- Banchetti-Robino, M. (2011). Ontological tensions in sixteenth and seventeenth century chemistry: between mechanism and vitalism. *Foundations of Chemistry*, 13(3), 173-186. doi:10.1007/s10698-011-9126-9
- Bantel, O., & Schaefer, D. (1963/1983). Metapher. In *Grundbegriffe der Literatur*. Berlin: Cornelsen.
- Bardon, A. (2007). Reliabilism, Proper Function, and Serendipitous Malfunction. *Philosophical Investigations*, 30(45-64).
- Bartelborth, T. (2007). *Erklären*. Berlin; Boston: De Gruyter.
- Basl, J. (2012). Nothing Good Will Come from Giving Up on Aetiological Accounts of Teleology. *Philosophy & Technology*, 25(4), 543-546. doi:10.1007/s13347-012-0079-2
- Baudrillard, J. (1976/2009). *Der symbolische Tausch und der Tod*. Berlin: Matthes & Seitz
- Bayertz, K., Gerhard, M., & Jaeschke, W. (2012a). *Der Darwinismus-Streit*. Hamburg: Felix Meiner.
- Bayertz, K., Gerhard, M., & Jaeschke, W. (Eds.). (2012b). *Der Materialismus-Streit*. Hamburg: Felix Meiner.
- Bayne, S. R. (2010). *Elizabeth Anscombe's Intention*. Leipzig: Amazon Distribution.
- Beatty, J. (2010). Chance and Natural Selection. In A. Rosenberg & R. Arp (Eds.), *Philosophy of Biology: An Anthology* (pp. 65-83). Chichester: Wiley-Blackwell.
- Bechtel, W., & Richardson, R. (1993). *Discovering Complexity: Decomposition and Localization as Strategies in Scientific Research*. Princeton: Princeton University Press.
- Bedau, M. (1991). Can Biological Teleology be Naturalized? *Journal of Philosophy*, 88(11), 647-655.
- Bedau, M. (1992/1998). Where is the Good in Teleology? In C. Allen, M. Bekoff, & G. V. Lauder (Eds.), *Nature's Purposes. Analyses of Function and Design in Biology* (pp. 261-291). Cambridge; London: MIT Press.
- Bedau, M., & Packard, N. H. (1996). Measurement of Evolutionary Activity, Teleology, and Life. In C. Langton, C. Taylor, D. Farmer, & S. Rasmussen (Eds.), *Artificial Life II* (pp. 431-461). Redwood City, CA: Addison-Wesley.
- Beer, C., Bethe, T., & von Uexküll, J. J. (1899). Vorschläge zu einer objektivierenden Nomenklatur in der Physiologie des Nervensystems. *Biologisches Zentralblatt*, 19(6), 517-521.
- Behe, M. J. (2010). Irreducible Complexity: Obstacle to Darwinian Evolution. In A. Rosenberg & R. Arp (Eds.), *Philosophy of Biology: An Anthology*. Chichester: Wiley-Blackwell.
- Belzer, S. (2010). *Die genialsten Erfindungen der Natur: Bionik für Kinder*. Frankfurt am Main: S. Fischer.
- Benett, P., & Tanaka, S. (2016). *Bionik: Hightech aus der Natur*. Köln: Fackelträger.
- Bergson, H. (1912/2013). *Schöpferische Evolution*. Hamburg: Felix Meiner.
- Berry, R. J. (2001). John Ray, Father of Natural Historians. *Science and Christian Belief*, 13(1), 25-38.
- Bertrand, M. (2013). Proper environment and the SEP account of biological function. *Synthese*, 190(9), 1503-1517.
- Bigelow, J., & Pargetter, R. (1987/1998). Functions. In C. Allen, M. Bekoff, & G. V. Lauder (Eds.), *Nature's Purposes. Analyses of Function and Design in Biology* (pp. 241-260). Cambridge; London: MIT Press.
- Blackmore, S. (1999/2000). *Die Macht der Meme. Oder die Evolution von Kultur und Geist*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Bloom, P. (2005). *Descartes' Baby: How The Science Of Child Development Explains What Makes Us Human*. New York: Basic Books.
- Blumenbach, J.-F. (1779). *Handbuch der Naturgeschichte*. Göttingen: Dieterich.
- Bock, W., & von Wahlert, G. (1965/1998). Adaptation and the Form-Function-Complex. In C. Allen, M. Bekoff, & G. V. Lauder (Eds.), *Nature's Purposes. Analyses of Function and Design in Biology* (pp. 117-168). Cambridge; London: MIT Press.
- Boorse, C. (1976). Wright on Functions. *The Philosophical Review*, 85, 70-86.

- Boorse, C. (1977/2012). Gesundheit als theoretisches Konzept. In T. Schramme (Ed.), *Krankheitstheorien* (pp. 63-110). Berlin: Suhrkamp.
- Boorse, C. (2002). A Rebuttal on Functions. In *Functions : New Essays in the Philosophy of Psychology an Biology* (pp. 63-112). Oxford: Oxford University Press.
- Bouchard, F. (2013). How Ecosystem Evolution Strengthens the Case for Functional Pluralism. In P. Huneman (Ed.), *Functions : Selection and Mechanism* (pp. 82-96). Dordrecht: Springer.
- Bouchard, F., & Rosenberg, A. (2004). Fitness, Propability and the Principle of Natural Selection. *British Journal for the Philosophy of Science*, 55, 693-712.
- Boudry, M., & Pigliucci, M. (2013). The mismeasure of machine: Synthetic biology and the trouble with engineering metaphors. *Stud Hist Philos Biol Biomed Sci*, 44(4 Pt B), 660-668. doi:10.1016/j.shpsc.2013.05.013
- Boyd, R. (1991). Realism, Anti-Foundationalism and the Enthusiasm for Natural Kinds. *Philosophical Studies*, 61(1), 127-148.
- Boyle, R. (1688). A disquisition about the final causes of natural things. In T. Birch (Ed.), *The Works of the Honourable Robert Boyle* (Vol. 5). London: John Taylor.
- Bradie, M., & Harms, W. (2017). Evolutionary Epistemology. In E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2017 Edition)*.
- Braithwaite, R. B. (1953). *Scientific Explanation. A Study of the Function of the Theory, Probability and Law in Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Brandom, R. (2001). Reason, Expression, and the Philosophical Enterprise. In C. Ragland & S. Heidt (Eds.), *What is Philosophy?* New Haven: Yale University Press.
- Brandon, R. N. (1978). Adaptation and Evolutionary Theory. *Studies in History and Philosophy of Science*, 9, 181-206.
- Brandon, R. N. (2013). A General Case for Functional Pluralism. In P. Huneman (Ed.), *Functions : Selection and Mechanism* (pp. 96-103). Dordrecht: Springer.
- Breitenbach, A. (2009). Teleology in Biology : A Kantian Perspective. *Kant Yearbook*, 1(1), 31-56.
- Brentano, F. (1874). *Psychologie vom empirischen Standpunkt*. Leipzig: Duncker & Humblot.
- Brigandt, I. (2012a). The Dynamics of Scientific Change. In U. Feest & F. Steinle (Eds.), *Scientific Concepts and Investigate Practice* (pp. 75-104). Berlin: De Gruyter.
- Brigandt, I. (2012b). Intelligent Design and the Nature of Science: Philosophical and Pedagogical Points. In K. Kampourakis (Ed.), *Philosophical Issues in Biology Education*. Berlin: Springer.
- Brigandt, I., & Love, A. C. (2017). Reductionism in Biology. In E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2017 Edition)*.
- Buller, D. J. (1998). Etiological Theories of Function: A Geographical Survey. *Biology & Philosophy*, 13, 505-527.
- Burda, H., Hilken, G., & Zrzavy, J. (2008). *Systematische Zoologie*. Stuttgart: Eugen Ulmer.
- Cairns-Smith, A. G. (1985). The First Organisms. *Scientific American*, 252(6), 90-100.
- Cameron, R. (2004). How to be a realist about sui generis teleology Yet feel at home in the 21th century. *The Monist*, 87(1), 72-95.
- Canfield, J. (1964). Teleological Explanation in Biology. *British Journal of the Philosophy of Science*, 14(56), 285-295.
- Canfield, J. (1965). Teleological Explanation in Biology: A Reply. *British Journal of the Philosophy of Science*, 15(60), 327-331.
- Capener, J. (Writer). (2012). Revolution Bionik: Die besten Ideen der Natur. In *Terra Mater: Polyband*.
- Cassirer, E. (1925/1997). Das Mythische Denken. In *Philosophie der Symbolischen Formen* (Vol. 2). Darmstadt: Primus
- Chalmers, D. J. (1996). *The Conscious Mind*. New York; Oxford: Oxford University Press.
- Chalmers, D. J. (2002). Consciousness and its Place in Nature. Retrieved from <http://consc.net/papers.html>
- Chang, K.-M. (2002). Fermentation, Phlogiston and Matter Theory: Chemistry and Natural Philosophy in Georg Ernst Stahl's Zymotechnia Fundamentalis. *Early Science and Medicine*, 7(1), 31-64.

- Cheung, T. (2007). Tonische Bewegung, Energie und 'ratio': Georg Ernst Stahls Agentenmodell des „Organismus" und die kategorielle Differenz zwischen Lebendigem und Unlebendigem. *Early Science and Medicine*, 12(4), 337-375.
- Cheung, T. (2007). Tonische Bewegung, Energie und _ratio_: Georg Ernst Stahls Agentenmodell des „Organismus" und die kategorielle Differenz zwischen Lebendigem und Unlebendigem. *Early Science and Medicine*, 12(4), 337-375.
- Chrisholm, R. M. (1966). Freedom and action. In K. Lehrer (Ed.), *Freedom and Determinism*. New York: Random House.
- Cicero, M. T. (1896). On the Nature of the Gods. In.
- Cicero, M. T. (1918). *Tusculanae Disputationes*. In M. Pohlenz (Ed.). Leipzig: Teubner.
- Clarke, D. (2007). Intelligent Design: neither scientific nor religious. *Theoria*, 73(2), 148-171.
- Conrad-Martius, H. (1955). *Utopien der Menschenzüchtung*. München: Kösel.
- Craver, C. F. (2013). Functions and Mechanisms: A Perspectivalist View. In P. Huneman (Ed.), *Functions: Selection and Mechanism* (pp. 131-159). Dordrecht: Springer.
- Craver, C. F., & Darden, L. (2013). *In Search for Mechanisms - Discoveries across the Life Sciences*. Chicago, London: University of Chicago Press.
- Crick, F. (1966/2004). *Of Molecules and Men*. Amherst, NY: Prometheus Books.
- Crilly, N. (2010). The Roles that artefacts play: technical, social and aesthetic functions. *Design Studies*, 31, 311-344.
- Cummins, R. (1975/1998). Functional Analysis. In C. Allen, M. Bekoff, & G. V. Lauder (Eds.), *Nature's Purposes. Analyses of Function and Design in Biology* (pp. 169-196). Cambridge; London: MIT Press.
- d'Holbach, P. H. T. (1772/2016). *Der gesunde Menschenverstand*. Aschaffenburg: Alibri.
- Darwin, C. (1859/1872). *On the Origin of Species through Natural Selection* (sixth edition ed.). London: John Murray.
- Darwin, C. (1880). *The Power of Movements in Plants*. London: John Murray.
- Darwin, C. (1984). *The Various Contrivances by Which Orchids are Fertilised by Insects* (Second Edition, Revised, with a new foreword by Michael Ghiselin ed.). Chicago: University of Chicago Press.
- Daston, L., & Galison, P. (2007). *Objektivität*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Davidson, D. (1963/2010). Handlungen, Gründe und Ursachen. In C. Horn & G. Löhrer (Eds.), *Gründe und Zwecke. Texte zur aktuellen Handlungstheorie* (pp. 46-69). Berlin: Suhrkamp. (Reprinted from: *Gründe und Zwecke - Texte zur aktuellen Handlungstheorie*).
- Davidson, D. (1973/1990). Handlungsfreiheit. In *Handlung und Ereignis* (pp. 99-124). Berlin: Suhrkamp.
- Davidson, D. (1987). Knowing one's own mind. *Proceedings and Addresses of the American Philosophical Association*, 60(3), 441-458.
- Davidson, D. (1990). *Handlung und Ereignis*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Davies, P. S. (2001). *Norms of Nature - Naturalism and the Nature of Functions*. Cambridge; London: MIT Press.
- Davies, P. S. (2009). *Subjects of the World - Darwin's rhetoric and the study of agency in nature*. Chicago; London: University of Chicago Press.
- Dawkins, R. (1976/1994). *Das egoistische Gen: Ergänzte und überarbeitete Neuauflage*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Dawkins, R. (1986/1987). *Der blinde Uhrmacher: Ein neues Plädoyer für den Darwinismus*. München: Kindler.
- de La Mettrie, J. O. (1748/2001). *L'homme machine / Der Mensch eine Maschine (zweisprachige Ausgabe)*. Stuttgart: Reclam.
- De Laguna, G. A. (1962). The Role of Teleonomy in Evolution. *Philosophy of Science*, 29(2), 117-131.
- de Monet de Lamarck, J. B. P. A. (1809). *Philosophie zoologique: ou Exposition des considérations relative à l'histoire naturelle des animaux*. Paris: Dentu et L'Auteur.
- Dennett, D. C. (1989). *The Intentional Stance*. Cambridge; London: MIT Press.
- Dennett, D. C. (1991). *Consciousness Explained*. New York; Boston; London: Little, Brown and Company.
- Dennett, D. C. (1995). *Darwin's Dangerous Idea*. London: Pinguin.
- Densmore, F. (1929/1979). *Chippewa Customs*. St. Paul, MN: Minnesota Historical Society Press.

- Descartes, R. (1637/1863). *Abhandlung über die Methode des richtigen Vernunftgebrauchs und der wissenschaftlichen Wahrheitsforschung*. In P. Kietzmann (Ed.). Retrieved from <http://www.textlog.de/descartes-methode.html>
- Descartes, R. (1644/1870). *Die Prinzipien der Philosophie*. In Philosophische Bibliothek. Retrieved from <http://www.zeno.org/Philosophie/M/Descartes,+Ren%C3%A9/Prinzipien+der+Philosophie>
- Descartes, R. (1664/1969). *Über den Menschen*. Heidelberg: K. E. Rothschuh.
- Diderot, D. (1754). *Pensées sur l'interprétation de la nature*. Paris: Garnier.
- Dobzhansky, T. (1951). Mendelian populations and their evolution. In L. C. Dunn (Ed.), *Genetics in the 20th century* (pp. 573-589). New York: Macmillan.
- Dobzhansky, T. (1973). Nothing in Biology Makes Sense except in the Light of Evolution. *The American Biology Teacher*, 35(3), 125-129. doi:10.2307/4444260
- Driesch, H. (1909/2016). *Philosophie des Organischen. Gifford-Vorlesungen* (Vol. 2). Leipzig: Wilhelm Engelmann.
- Ducasse, C. J. (1926). Explanation, Mechanism, and Teleology. *Journal of Philosophy*, 23.
- Dunshirn, A. (2008/2013). *Griechisch für das Philosophiestudium*. Wien: Facultas.
- Dupont, J.-C. (2007). Pre-Kantian Revival of Epigenesis: Casper Friedrich Wolff's *De Formatione Intestinatorum* (1768-1769). In P. Huneman (Ed.), *Understanding Purpose: Kant and the Philosophy of Biology* (pp. 37-49). Rochester: University of Rochester Press.
- Egeblad, M., Nakasone, E. S., & Werb, Z. (2010). Tumors as Organs: Complex Tissues that Interface with the Entire Organism. *Developmental Cell*, 18(6), 884-901. doi:<https://doi.org/10.1016/j.devcel.2010.05.012>
- Eliade, M. (1949/2007). *Kosmos und Geschichte. Der Mythos der ewigen Wiederkehr*. Frankfurt am Main; Leipzig: Insel.
- Enc, B., & Adams, F. (1992/1998). Functions and Goal-Directedness. In C. Allen, M. Bekoff, & G. V. Lauder (Eds.), *Nature's Purposes. Analyses of Function and Design in Biology* (pp. 371-394). Cambridge; London: MIT Press.
- Engels, E. M. (1982). *Die Teleologie des Lebendigen. Kritische Überlegungen zur Neuformulierung des Telologieproblems in der angloamerikanischen Wissenschaftstheorie*. Berlin: Duncker & Humblot.
- Esfeld, M. (2002/2011). *Einführung in die Naturphilosophie, 2. Auflage*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Esfeld, M. (2008). *Naturphilosophie als Metaphysik der Natur*. Stuttgart: Suhrkamp.
- Feynman, R., Leighton, R., & Sands, M. (1963/2013). *The Feynman Lectures on Physics Vol. 1*. In Vol. 1. Retrieved from <http://www.feynmanlectures.caltech.edu/>
- Fichte, J. G. (1795/1952). *Grundriss des eigentümlichen der Wissenschaftslehre*. Leipzig: Felix Meiner.
- Fisher, R. A. (1930/1958). *The Genetic Theory of Natural Selection*. New York: Dover Publications.
- FitzPatrick, W. J. (2000). *Teleology and the norms of nature*. New York: Garland Pub.
- Floridi, L. (2011). *The Philosophy of Information*. Oxford: Oxford University Press.
- Fodor, J. (1974). Special Sciences: Or the Disunity of Science as a Working Hypothesis. *Synthese*, 28, 97-115.
- Fodor, J. (1983). *The Modularity of Mind*. Cambridge; London: MIT Press.
- Foot, P. (2001). *Natural Goodness*. Oxford: Oxford University Press.
- Forber, P. (2005). On the Explanatory Roles of Natural Selection. *Biology & Philosophy*, 20(2-3), 329-342. doi:10.1007/s10539-005-5588-2
- Forsyth, D. R. (2014). *Group Dynamics* (6th edition ed.). Belmont, CA: Wadsworth Cengage Learning.
- Francis, R. C. (1990). Causes, proximate and ultimate. *Biology and Philosophy*, 5(4), 401-415. doi:10.1007/bf02207379
- Frankfurt, H. G., & Poole, B. (1966). Functional Analysis in Biology. *British Journal of the Philosophy of Science*, 17(1), 69-72.
- Franssen, M. (2009). The Inherent Normativity of Functions in Biology and Technology. In *Functions in biological and artificial worlds : comparative philosophical perspectives* (pp. 103-125).
- Fritsche, O. (2013). *Die neue Schöpfung. Wie Gen-Ingenieure unser Leben revolutionieren*. Reinbek; Berlin: Rowohlt.

- Futuyma, D. J. (2007). *Evolution - Das Original mit Übersetzungshilfen*. München: Elsevier.
- Gamow, G., Rich, A., & Ycas, M. (1956). The Problem of Information Transfer from Nucleic Acids to Proteins. *Advances in Biological and Medicinal Physics*, 4, 23-68.
- Garson, J. (2011). Selected effects and causal role functions in the brain: the case for an etiological approach to neuroscience. *Biology & Philosophy*, 26(4), 547-565. doi:10.1007/s10539-011-9262-6
- Garson, J. (2016). *A Critical Overview of Biological Functions*. Heidelberg: Springer.
- Gibson, D. G., Glass, J. I., Lartigue, C., Noskov, V. N., Chuang, R., Algire, M. A., . . . Venter, J. C. (2010). Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically Synthesized Genome. *Science*, 329(5987), 52-56. doi:10.1126/science.1190719
- Godfrey-Smith, P. (1994/1998). A Modern History Theory of Functions. In C. Allen, M. Bekoff, & G. V. Lauder (Eds.), *Nature's Purposes. Analyses of Function and Design in Biology* (pp. 453-478). Cambridge; London: MIT Press.
- Goldberg, J. (2014). Were There Dinosaurs on Noah's Ark? . *The Atlantic*, 157(October 2014). Retrieved from https://www.theatlantic.com/magazine/archive/2014/10/the-genesis-code/379341/?utm_source=hpfb
- Goldschmidt, R. B. (1952). Evolution, as viewed by one geneticist. *American Scientist*, 40, 84-98.
- Gorham, G. (1994). Mind-Body Dualism and the Harvey-Descartes Controversy. *Journal of the History of Ideas*, 55(2), 211-234. doi:10.2307/2709897
- Gotthelf, A. (1987). Aristotle's Conception of Final Causality. *Review of Metaphysics*, 30, 226-254.
- Gould, S. J. (1991). Exaptation: A Crucial Tool for an Evolutionary Psychology. *Journal of Social Issues*, 47(3), 43-65.
- Gould, S. J. (1997). The exaptive excellence of spandrels as a term and prototype. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94(20), 10750-10755. doi:10.1073/pnas.94.20.10750
- Gould, S. J., & Lowentin, R. C. (1978). The Spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm: A Critique of the Adaptionist Programme. *Proceedings of the Royal Society of London*, 205, 581-598.
- Gould, S. J., & Vrba, E. S. (1982/1998). Exaptation - A Missing Term in the Science of Form. In C. Allen, M. Bekoff, & G. V. Lauder (Eds.), *Nature's Purposes. Analyses of Function and Design in Biology* (pp. 519-540). Cambridge; London: MIT Press.
- Goyal, A., Szarzynska, B., & Fankhauser, C. (2013). Phototropism: at the crossroads of light-signaling pathways. *Trends in Plant Science*, 18(7), 393-401.
- Grene, M. (1961). Statistics and Selection. *British Journal for the Philosophy of Science*, 45, 25-42.
- Grey, K., & Wegner, D. (2010). Blaming God for Our Pain: Human Suffering and the Divine Mind *Personality and Social Psychology Review*, 14, 7-16.
- Grice, P. (1957/1989). Meaning. In *Studies in the Way of Words*. Harvard, Mass.: Harvard University Press.
- Grice, P. (1989). Logic and Conversation. In *Studies in the Way of Words* (pp. 23-40). Cambridge: Harvard University Press.
- Griffith, P. E. (1993). Functional Analysis an Proper Functions. *British Journal of the Philosophy of Science*, 44, 409-422.
- Griffith, P. E. (1993/1998). Functional Analysis and Proper Functions. In C. Allen, M. Bekoff, & G. V. Lauder (Eds.), *Nature's Purposes. Analyses of Function and Design in Biology* (pp. 435-452). Cambridge; London: MIT Press.
- Griffith, P. E. (1996). The Historical Turn in the Study of Adaptation. *British Journal for the Philosophy of Science*, 47, 511-532.
- Griffiths, P. E. (2007). The phenomena of homology. *Biology & Philosophy*, 22(5), 643-658. doi:10.1007/s10539-007-9090-x
- Gurney, P. W. V. (1999). Is our 'inverted' retina really 'bad design'? *Journal of Creation*, 13(1), 37-44.
- Guthrie, S. E. (1993). *Faces in the Clouds - A New Theory of Religion*.
- Haig, D. (2013). Proximate and ultimate causes: how come? and what for? *Biology & Philosophy*, 28(5), 781-786. doi:10.1007/s10539-013-9369-z
- Halstead, L. B. (1969). *The Pattern of Vertebrate Evolution*. Edinburgh: Oliver and Boyd.

- Hampe, M. (2007). *Eine kleine Geschichte des Naturgesetzbegriffs* (Vol. 1864). Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Hardcastle, V. G. (2002). On the Normativity of Functions. In *Functions : New Essays in the Philosophy of Psychology an Biology* (pp. 144-156). Oxford: Oxford University Press.
- Harper, D. (2004). John Maynard Smith. Leading evolutionary biologist, keen to make his ideas understood, Nachruf. *The Guardian*.
- Hartmann, N. (1951/1966). *Teleologisches Denken* (Zweite, unveränderte Auflage ed.). Berlin: DeGruyter.
- Heinzmann, R. (1998). Grundstrukturen griechischen und christlichen Denkens. In *Philosophie des Mittelalters* (2. Auflage ed., pp. 17-25): Kohlhammer Urban.
- Heisenberg, W. (1965). *Physik und Philosophie*. Frankfurt am Main; Berlin: Ullstein.
- Hempel, C. G. (1959/1965). The Logic of Functional Analysis. In L. Gross (Ed.), *Aspects of Scientific Explanation and other Essays in the Philosophy of Science* (pp. 271-307). New York: The Free Press.
- Hempel, C. G., & Oppenheim, P. (1948). Studies in the Logic of Explanation. *Philosophy of Science*, 15(2), 135-175.
- Herder, J. G. (1772/2011). *Abhandlung über den Ursprung der Sprache*. Berlin: Voß.
- Herder, J. G. (1791/1965). *Ideen zur Philosophie der Geschichte der Menschheit* (Vol. 1). Berlin; Weimar: Aufbau Verlag.
- Hesiod. (1999). Theogonie. In O. Schönberger (Ed.), *Theogonie Griechisch/Deutsch*. Stuttgart: Philip Reclam jun.
- Hirst, B. H. (2004). Secretin and the exposition of hormonal control. *The Journal of Physiology*, 560.2, 339.
- Hodge, C. (1874). *What is Darwinism?* In M. Fraser-Cunliffe & M. Pettit (Eds.). Retrieved from <http://www.gutenberg.org/files/19192/19192-h/19192-h.htm>
- Hofstadter, A. (1941). Objective Teleology. *Journal of Philosophy*, 38(2), 29-39.
- Holm, S. (2017). The Problem of Phantom Functions. *Erkenntnis*, 82(1), 233-241.
- Horn, C., Müller, J., & Söder, J. (Eds.). (2009). *Platon Handbuch*. Stuttgart; Weimar: J. B. Metzler
- Hull, D. L. (1982). Philosophy and Biology. In G. Floistad (Ed.), *Philosophy of Science* (Vol. 2, pp. 280-316). Den Haag: Nijhoff.
- Hull, D. L., Langman, R. E., & Glenn, S. S. (2001). A general account of selection: Biology, immunology, and behavior. *Behavioral and Brain Sciences*, 24(3), 511-528.
- Hume, D. (1739/2003). *A Treatise of Human Nature*. Mineola, NY: Dover.
- Hume, D. (1779/2012). *Dialogues concerning Natural Religion*. In.
- Huneman, P. (2013). Weak Realism in the Etiological Theory of Functions. In P. Huneman (Ed.), *Functions : Selection and Mechanism* (pp. 101-130). Dordrecht: Springer.
- Huneman, P. (2014). Individuality as a Theoretical Scheme. I. Formal and Material Concepts of Individuality. *Biological Theory*, 9(4), 361-373.
- Hüttemann, A. (2013). *Ursachen*. Berlin/Boston: De Gruyter.
- Huxley, J. (1942/2009). *Evolution. The Modern Synthesis*. Cambridge; London: MIT Press.
- Huxley, T. (1864/2001). *Criticisms on "The Origin of Species"*. In A. E. Zelmer (Ed.). Retrieved from <https://ia902605.us.archive.org/22/items/criticismontheor02930gut/thx1010.txt>
- Huxley, T. (1893). On the hypothesis that animals are automata, and its history. In *Collected Essays: Volume I, Method and Results* (pp. 195-250). London: Macmillan.
- Israel, J. I. (2001). *Radical Enlightenment: Philosophy and the Making of Modernity. 1650–1750*. Oxford: Oxford University Press.
- Istvan, M. A. (2013). Gould Talking Past Dawkins on the Unit of Selection Issue. *Studies in History and Philosophy of Science Part C*, 44(3), 327-335.
- Jablonka, E., & J., L. M. (2002). The Changing Concept of Epigenetics. *Annals of the New York Academy of Science*, 981, 82-96.
- Jackson, F. (1998). *From Metaphysics to Ethics*. Oxford: Clarendon Press.
- Jacob, P. (1997). *What minds can do. Intentionality in a Non-Intentional World*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Jacobi, F. H. (1785/1789/2013). *Über die Lehre des Spinoza in Briefen an den Herrn Moses Mendelssohn*. North Charleston, South Carolina: CreateSpace.
- Jakschitz, T. A., & Rode, B. M. (2012). Chemical evolution from simple inorganic compounds to chiral peptides. *Chem Soc Rev*, 41(16), 5484-5489. doi:10.1039/c2cs35073d
- Janich, P., & Weingarten, M. (1999). *Wissenschaftstheorie der Biologie: Methodische Wissenschaftstheorie und die Begründung der Wissenschaften*. München: W. Fink.
- Johnson, M. R. (2005). *Aristotle on teleology*. Oxford; New York: Clarendon Press ; Oxford University Press.
- Kaiser, M. I., & Krickel, B. (2016). The Metaphysics of Constitutive Mechanistic Phenomena. *British Journal for the Philosophy of Science*, axv058.
- Kaiser, M. I., Kronfeldner, M., & Meunier, R. (2016). Problems and Prospects of Interdisciplinarity: The Case of Philosophy of Science. *Interdisciplinary Science Reviews*, 41(1), 61-70.
- Kant, I. (1786/2010). *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*: Contumex.
- Kant, I. (1790/1974). *Kritik der Urteilskraft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Kauffman, S. A. (1971). Articulation of parts explanations in biology. *Boston Studies in the Philosophy of Science*, 8, 257-272.
- Kay, L. E. (2001). *Das Buch des Lebens. Wer schrieb den genetischen Code?* München; Wien: Carl Hanser.
- Keil, F. C. (1992). The Origin of an Autonomous Biology. In *Modularity and constraints in language and cognition*: Lawrence Erlbaum Assoc.
- Keil, G. (2011). *Quine*. Stuttgart: Reclam.
- Keleman, D. (1999). Function, goals and intention; children's teleological reasoning about objects. *Trends in Cognitive Science*, 3(12), 461-468.
- Keleman, D., & Rosset, E. (2009). The Human Function Computation: Teleological explanation in adults. *Cognition*. Retrieved from doi:10.1016/j.cognition.2009.01.001
- Kernlehrplan für das Gymnasium - Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen Biologie, (2008).
- Khorana, H. G. (1965). Polynucleotide Synthesis and the Genetic Code. *Federation Proceedings*, 24, 1473-1487.
- Kiellmeyer, C. F. (1806). *Allgemeine Zoologie, oder Physik der organischen Körper*. Kiellmeyer Nachlass. Württembergische Landesbibliothek. Stuttgart.
- Kiellmeyer, C. F. (1938). Über die Verhältnisse der organischen Kräfte untereinander in der Reihe der verschiedenen Organisationen: Die gesetze und Folgen dieser Verhältnisse. In F. H. Holler (Ed.), *Gesammelte Schriften*. Berlin: Keiper.
- Kimura, M. (1968). Evolutionary Rate at the Molecular Level. *Nature*, 217, 624-626.
- Kimura, M. (1983). *The Neutral Theory of Molecular Evolution*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kitcher, P. (1993/1998). Function and Design. In C. Allen, M. Bekoff, & G. V. Lauder (Eds.), *Nature's Purposes. Analyses of Function and Design in Biology* (pp. 479-503). Cambridge; London: MIT Press.
- Klose, J. H., & Oehler, J. H. (2008). *Gott oder Darwin?: Vernünftiges Reden über Schöpfung und Evolution*. Heidelberg: Springer.
- Knortz, K. (1871/1979). *Märchen und Sagen der nordamerikanischen Indianer*. Jena: Lothar Borowsky.
- Koch-Grünberg, T. (1909/1920). *Indianermärchen aus Südamerika*. Jena: Diederichs.
- Köchy, K. (2016). Organismen und Maschinen. Das historische Fallbeispiel der Debatte von Plessner, Driesch und Köhler. In G. Toepfer & F. Micheli (Eds.), *Organismus. Die Erklärung der Lebendigkeit* (pp. 163-188). Freiburg; München: Karl Alber.
- Kraemer, D. M. (2013). Statistical theories of functions and the problem of epidemic disease. *Biology & Philosophy*, 28(3), 423-438. doi:10.1007/s10539-013-9365-3
- Kroes, P., & Meijers, A. (2006). The dual nature of technical artefacts. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 37(1), 1-4. doi:<https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2005.12.001>
- Krohs, U. (2004). *Eine Theorie biologischer Theorien : Status und Gehalt von Funktionsaussagen und informationstheoretischen Modellen*. Hamburg: Springer.
- Krohs, U. (2009). Functions as based on a concept of general design. *Synthese*, 166(1), 69-89. doi:10.1007/s11229-007-9258-6

- Krohs, U. (2016). Der Organismusbegriff als epistemisches Werkzeug. In K. Köchy & S. Majetschak (Eds.), *Organismus - Die Erklärung der Lebendigkeit*. Freiburg/München: Karl Alber.
- Krohs, U., & Kroes, P. (2009). Philosophical Perspectives on Organismic and Artifactual Functions. In U. Krohs & P. Kroes (Eds.), *Functions in biological and artificial worlds : comparative philosophical perspectives* (Vol. Vienna Series in Theoretical Biology, pp. 3-12). Cambridge; London: MIT Press.
- Kuhn, W. (1973). *Biologischer Materialismus - Der Mensch ist keine Maschine* (Vol. 32). Osnabrück: A. Fromm.
- Ladyman, J., & Ross, D. (2007). *Every Thing Must Go. Metaphysics Naturalized*. Oxford: Oxford University Press.
- Laertes, D. (2014). Lives and Opinions of Ancient Philosophers. In.
- Lakoff, G., & Johnson, M. R. (1980/1997). *Leben in Metaphern - Konstruktion und Gebrauch von Sprachbildern*. Heidelberg: Carl-Auer.
- Lange, F. A. (1873/1875/2012). Darwinismus und Teleologie. In K. Bayertz, M. Gerhard, & W. Jaeschke (Eds.), *Der Darwinismus-Streit* (pp. 286-347). Hamburg: Felix Meiner.
- Largent, M. A. (2009). The So-Called Eclipse of Darwinism. In J. Cain & M. Ruse (Eds.), *Descended from Darwin: Insights into the History of Evolutionary Studies 1900-1970* (Vol. 99).
- Larracuente, A. M., & Presgraves, D. C. (2012). The Selfish Segregation Distorter Gene Complex of *Drosophila melanogaster*. *Genetics*, 192, 33-53.
- Lauder, G. V. (1982/1998). Historical Biology and the Problem of Design. In C. Allen, M. Bekoff, & G. V. Lauder (Eds.), *Nature's Purposes. Analyses of Function and Design in Biology* (pp. 507-518). Cambridge; London: MIT Press.
- Lee, P. Y. (1998). The meaning of molluscs: Léonce Reynaud and the Cuvier-Geoffroy Debate of 1830. *The Journal of Architecture*, 3, 231-240.
- Lee, S. (2016). Occasionalism. In E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2016 Edition).
- Lehman, H. (1965). Functional Explanation in Biology. *Philosophy of Science*, 32(1), 1-20. doi:10.2307/186706
- Leibniz, G. W. (1710/1879). *Die Theodicee*. Leipzig: Georg Weiss.
- Leibniz, G. W. (1714/1954/1966). *Monadologie*. Stuttgart: Reclam.
- Lennox, J. G. (1993). Darwin was a Teleologist. *Biology & Philosophy*, 8, 409-421.
- Lennox, J. G. (2001). Plato' unnatural teleology. In *Aristotle's Philosophy of Biology* (pp. 280-302). Cambridge: Cambridge University Press.
- Lenoir, T. (1989). *The strategy of life : teleology and mechanics in nineteenth-century German biology*. Chicago: University of Chicago Press.
- Leunissen, M. (2010). *Explanation and Teleology in Aristotle's Science of Nature*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Levy, A. (2011). Information in Biology: A Fictionalist Account. *Nous*, 45(4), 640-657.
- Lewens, T. (2004). *Organisms and Artifacts*. Cambridge; London: MIT Press.
- Lewens, T. (2007). *Darwin*. New York: Routledge.
- Lewis, D. K. (1970). How to Define Theoretical Terms. *Journal of Philosophy*, 63, 427-446.
- Lewis, D. K. (1973). *Counterfactuals*: Blackwell Publishers.
- Lewis, D. K. (1986/2001). *On the Plurality of Worlds*. Padstow, Cornwall: Blackwell Publishers.
- Liebig, J. (1842). *Die Thierchemie, oder die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie*. Braunschweig: Vieweg.
- Light, A. (2009). Ecological Restoration: From Functional Descriptions to Normative Prescriptions. In *Functions in biological and artificial worlds : comparative philosophical perspectives* (pp. 147-161).
- Lilienthal, O. (1889). *Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst. Ein Beitrag zur Systematik der Flugtechnik*. Berlin: R. Gaertner.
- Loeb, J. (1912). *The Mechanistic Conception of Life*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lombrozo, T. (2009). Explanation and categorization: How "why?" informs "what?". *Cognition*, 110, 248-253.

- Lombrozo, T., & Carey, S. (2006). Functional Explanation and the Function of Explanation. *Cognition*, 99, 167-204.
- Lombrozo, T., Keleman, D., & Zaitchik, D. (2007). Inferring Design - Evidence of a Preference of Teleological Explanations in Patient's with Alzheimer's Disease. *Psychological Science*, 18(11), 999-1006.
- Longy, F. (2013). Artifacts and Organisms: A Case for a New Etiological Theory of Functions. In P. Huneman (Ed.), *Functions: Selection and Mechanism* (pp. 184-212). Dordrecht: Springer.
- Lovejoy, A. O. (1936/1985). *Die große Kette der Wesen. Geschichte eines Gedankens*: Suhrkamp.
- Löw, R. (1994a). Teleologische Beurteilung der Natur. In J.-E. Pleines (Ed.), *Teleologie. Ein philosophisches Problem in Geschichte und Gegenwart* (pp. 85-97). Würzburg: Königshausen & Neumann.
- Löw, R. (1994b). Teleologische Beurteilung der Natur. In J.-E. Pleines (Ed.), *Teleologie - ein philosophisches Problem in Geschichte und Gegenwart* (pp. 85-97). Würzburg: Königshausen & Neumann.
- Lu, F. L., Wang, P. J., Teng, R. J., & Yau, K. I. (1998). The human tail. *Pediatr Neurol*, 19(3), 230-233.
- Luhmann, N. (1962). Funktion und Kausalität. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 14, 617-644.
- Lukrez. (2014). Über die Natur der Dinge (H. Diels, Trans.). In *Über die Natur der Dinge*. Berlin: Galiani.
- Luther, M. (1544/1928). Crucigers Sommerpostille. In *D. Martin Luthers Werke (Weimarer Ausgabe)* (Vol. 21, pp. 509). Weimar: Böhlau.
- Majerus, M. E. N. (2008). Industrial Melanism in the Peppered Moth, *Biston betularia*: An Excellent Teaching Example of Darwinian Evolution in Action. *Evolution: Education and Outreach*, 2(1), 63-74. doi:10.1007/s12052-008-0107-y
- Majima, H., & Hoshino, T. (1925). Synthetische Versuche in der Indol-Gruppe, VI.: Eine neue Synthese von β -Indolyl-alkylaminen. *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft (A and B Series)*, 58(9), 2042-2046.
- Martin, C. B. (1994/2014). Dispositionen und Konditionale. In B. Vetter & S. Schmid (Eds.), *Dispositionen: Texte zur zeitgenössischen Debatte* (pp. 119-151). Berlin: Suhrkamp.
- Mattes, M. (2014). Glaube und Vernunft bei Luther im gegenwärtigen Diskurs. In R. Rausch (Ed.), *Glaube und Vernunft. Wie vernünftig ist die Vernunft?* (pp. 99-132). Hannover: Lutherisches Verlagshaus.
- Matthen, M. (1988). Biological Functions and Perceptual Content. *Journal of Philosophy*, 85(5-27).
- Matthen, M., & Ariew, A. (2002). Two Ways of Thinking about Fitness and Natural Selection. *Journal of Philosophy*, 99, 55-83.
- Matthen, M., & Ariew, A. (2009). Selection and Causation. *Philosophy of Science*, 76, 201-224.
- Maupertuis, P. L. (1745). *Venus Physique*.
- May, G. (1978). *Schöpfung aus dem Nichts: Die Entstehung der Lehre von der creatio ex nihilo*. Berlin: Walter de Gruyter.
- Mayr, E. (1961/1988/1991). Ursache und Wirkung in der Biologie. In *Eine neue Philosophie der Biologie* (pp. 36-50). München: Piper.
- Mayr, E. (1982/2002). *Die Geschichte der biologischen Gedankenwelt* (K. de Sousa Ferreira, Trans.). Berlin; Heidelberg: Springer.
- Mayr, E. (1988/1991a). *Eine neue Philosophie der Biologie*. München: Piper.
- Mayr, E. (1988/1991b). Ist die Biologie eine autonome Wissenschaft? In *Eine neue Philosophie der Biologie* (pp. 16-35). München: Piper.
- Mayr, E. (1998). The Multiple Meanings of 'Teleological'. *History and Philosophy of the Life Sciences*, 20(1), 35-40.
- McDonald, J. H., & Kreitman, M. (1991). Adaptive protein evolution at the Adh locus in *Drosophila*. *Nature*, 351, 652-654.
- McLaughlin, P. (2001). *What Functions Explain*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- McMichael, J. (2006). Micro Air Vehicles - Special Challenges. *DARPA Airplane on a Chip Workshop*. Arlington, VA: DARPA.

- Melander, P. (1997). *Analyzing Functions: An Essay on a Fundamental Notion in Biology*: Almqvist & Wiksell International.
- Meret, S. (2016). Insect Cyborgs & HI-MEMS/MAVS/NAVS. Retrieved from <https://bkofsecrets.wordpress.com/2016/10/>
- Miller, K. R. (2010). The Flagellum Unspun: The Collapse of Irreducible Complexity. In A. Rosenberg & R. Arp (Eds.), *Philosophy of Biology: An Anthology*. Chichester: Wiley-Blackwell.
- Millikan, R. A. (1911). The Isolation of an Ion, a Precision Measurement of its Charge, and the Correction of Stokes's Law. *Physical Review (Series 1)*, 32(4), 349-397.
- Millikan, R. A. (1913). On the Elementary Electrical Charge and the Avogadro Constant. *Physical Review (Series 2)*, 2(2), 109-143.
- Millikan, R. G. (1984). *Language, Thought, and other Biological Categories*. Cambridge; London: MIT Press.
- Millikan, R. G. (1989/1998). In Defense of Proper Functions. In *Nature's Purposes. Analyses of Function and Design in Biology* (pp. 295-312). Cambridge; London: MIT Press.
- Millikan, R. G. (2002). Biofunctions: Two Paradigms. In A. Ariew, R. Cummins, & M. Perlman (Eds.), *Functions : New Essays in the Philosophy of Psychology and Biology* (pp. 113-143). Oxford: Oxford University Press.
- Millikan, R. G. (2012). Learning Language. In *Biosemantik - Sprachphilosophische Aufsätze* (pp. 85-115). Berlin: Suhrkamp.
- Mills, S., & Beatty, J. (1979). The propensity interpretation of fitness. *Philosophy of Science*, 46, 263-286.
- Mitchell, S. D. (1995/1998). Function, Fitness and Disposition. In C. Allen, M. Bekoff, & G. V. Lauder (Eds.), *Nature's Purposes. Analyses of Function and Design in Biology* (pp. 395-415). Cambridge; London: MIT Press.
- Monod, J. (1971). *Zufall und Notwendigkeit* (F. Giese, Trans.). München: Piper.
- Moore, G. E. (1903). *Principia Ethica*. In. Retrieved from <http://fair-use.org/g-e-moore/principia-ethica/>
- Mossio, M., Saborido, C., & Bergareche, A. M. (2009). An Organizational Account of Biological Functions. *British Journal for the Philosophy of Science*, 60(4), 813-841.
- Müller, W. A. (2015). *R-Evolution - des biologischen Weltbildes bei Goethe, Kant und ihren Zeitgenossen*. Berlin; Heidelberg: Springer.
- Mutschler, H.-D. (2014). *Halbierte Wirklichkeit: Warum der Materialismus die Welt nicht erklärt*. Kvelaer: Butzon & Bercker.
- Nagel, E. (1953). *Teleological explanation and teleological systems*. New York: Appleton.
- Nagel, E. (1961). *The structure of science; problems in the logic of scientific explanation*. New York,: Harcourt.
- Nagel, E. (1977/1998). Teleology Revisited. In C. Allen, M. Bekoff, & G. V. Lauder (Eds.), *Nature's Purposes. Analyses of Function and Design in Biology* (pp. 197-240). Cambridge; London: MIT Press.
- Nagel, T. (1974/2016). *What Is It Like to Be a Bat?* Stuttgart: Reclam.
- Nagel, T. (2012/2014). *Geist und Kosmos: Warum die materialistische neodarwinistische Konzeption der Natur so gut wie sicher falsch ist* (5. Auflage ed.). Berlin: Suhrkamp.
- Nanay, B. (2010). A Modal Theory of Function. *Journal of Philosophy*, 106(8), 412-431.
- Nanay, B. (2012). Function Attributions Depend on the Explanatory Context: a Reply to Neander and Rosenberg's critic to Nanay. *Journal of Philosophy*, 109(10), 623-627.
- Neander, K. (1991). The Teleological Notion of Function. *Australasian Journal of Philosophy*, 69, 454-468.
- Neander, K. (1991/1998). Functions as Selected Effects: The Conceptual Analyst's Defense. In C. Allen, M. Bekoff, & G. V. Lauder (Eds.), *Nature's Purposes. Analyses of Function and Design in Biology* (pp. 313-334). Cambridge; London: MIT Press.
- Neander, K. (1995). Pruning the Tree of Life: . *British Journal for the Philosophy of Science*, 46, 59-80.

- Neander, K. (2002). Types of Traits: The Importance of Functional Homologies. In A. Ariew, R. Cummins, & M. Perlman (Eds.), *Functions: New Essays in the Philosophy of Psychology and Biology* (pp. 390-415). Oxford: Oxford University Press.
- Newton, I. (1704/1730). *Opticks: or a Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections and Colours of Light* (4. ed.). London: William Innys
- Ney, A. (2014). *Metaphysics. an introduction*. London; New York: Routledge.
- Nirenberg, M. W., & Matthaei, J. H. (1961). The Dependence of Cell-Free Protein Synthesis in *E. Coli* Upon Naturally Occuring or Synthetic Polyribonucleotides. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 47(10), 1588-1602.
- Nissen, L. A. (1997). *Teleological language in the life sciences* Lanham, Md.: Rowman & Littlefield Publishers.
- Nissen, L. A. (1997). *Teleological language in the life sciences / Lowell Nissen*. Lanham, Md.: Rowman & Littlefield Publishers.
- Nunes-Neto, N., Moreno, A., & El-Hani, C. N. (2013). Function in ecology: an organizational approach. *Biology & Philosophy*, 29(1), 123-141. doi:10.1007/s10539-013-9398-7
- Nunziante, A. N. (2008). Back to the Roots. 'Functions' and 'Teleology' in the Philosophy of Leibniz In *Purposiveness - Teleology between Nature and Mind*. Heusenstamm: Ontos.
- Oberhaus, D. (2016). Marvin Minsky on Making 'The Most Stupid Machine of All'. *Vice*. Retrieved from https://motherboard.vice.com/en_us/article/vv7enm/marvin-minsky-on-making-the-most-stupid-machine-of-all-artificial-intelligence
- Oldemeyer, E. (1994). Die beiden Wurzeln des teleologischen Denkens. In J.-E. Pleines (Ed.), *Teleologie : ein philosophisches Problem in Geschichte und Gegenwart* (pp. 132-146). Würzburg: Königshausen & Neumann.
- Paley, W. (1802/1811). *Natural Theology; or, Evidences of the Existence and Attributes of the Deity* (13th ed.). Weybridge: S. Hamilton.
- Papineau, D. (2016). Naturalism. In E. N. Zalta (Ed.), *Winter 2016 Edition of the Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Stanford: The Metaphysics Research Lab.
- Pearl, J. (2000). *Causality: Models, Reasoning, and Inference*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Peirce, C. S. (1906). *Prolegomena to an Apology for Pragmatism*.
- Peirce, C. S. (1910/1931). Notes on the Doctrine of Chance. In C. Hartshorne & P. Weiss (Eds.), *Collected Papers of Charles Saunders Peirce* (Vol. 2, pp. 405-414). Cambridge: Harvard University Press.
- Peirce, G. J. (1936). F. A. F. C. Went (1863-1935). *Plant Physiology*, 11(2), 219-223.
- Perler, D. (2001). Ordnung und Unordnung in der Natur. Zum Problem der Kausalität bei Malebranche. In A. Hüttemann (Ed.), *Kausalität und Naturgesetz in der Frühen Neuzeit*. Stuttgart: Franz Steiner.
- Perlman, M. (2009). Changing the Mission of Theories of Teleology: DOs and DON'Ts for Thinking About Function. In *Functions in biological and artificial worlds : comparative philosophical perspectives* (pp. 17-36).
- Piaget, J. (1978). *Das Weltbild des Kindes*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Pittendrigh, C. S. (1958). Adaptation, Natural Selection, and Behaviour. In A. Roe & G. G. Simpson (Eds.), *Behaviour and Evolution* (pp. 390-416). New Haven: Yale University Press.
- Plantinga, A. (1993). *Warrant and Proper Function*. Oxford: Oxford University Press.
- Platon. (1855). Protagoras (F. Schleiermacher, Trans.). In (pp. 320d-322a): Reimer.
- Plessner, H. (1928/1975). *Die Stufen des Organischen und der Mensch. Einleitung in die philosophische Anthropologie* (3. Unveränderte Auflage ed.). Berlin: de Gruyter.
- Popper, K. (1959). The Propensity Interpretation of Probability. *British Journal for the Philosophy of Science*, 10, 25-42.
- Premack, D., & Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences*, 1(4), 515-526.
- Preston, B. (1998). Why is a Wing Like a Spoon? A Pluralist Theory of Function. *Journal of Philosophy*, 95(5), 215.
- Preston, B. (2013). *A philosophy of material culture*. New York: Routledge.
- . Psalm 104. (1912). In *Luther-Bibel*.

- Putnam, H. (1960). Minds and Machines. *Journal of Symbolic Logic*, 1, 57-80.
- Putnam, H. (1967). Psychological Predicates. In W. H. Capitan & M. D. D. (Eds.), *Art, Mind and Religion*. Pittsburgh, USA: University of Pittsburgh Press.
- Putnam, H. (1975). The Meaning of 'Meaning'. *Minnesota Studies in Philosophy of Science*, 7, 131-193.
- Putnam, H. (1988). *Representation and Reality*. Cambridge; London: MIT Press.
- Quarfoot, M. (2006). Kant on biological teleology. Towards a two-level interpretation. *Studies in History and Philosophy of Biological & Biomedical Sciences*, 37(4), 735-747.
- Quastler, H., & Dancoff, S. M. (1953). The Information Content and Error Rate of Living Things. In H. Quastler (Ed.), *Essays on the Use of Information Theory in Biology*. Urbana: University of Illinois.
- Quine, W. v. O. (1940/1981). *Mathematical Logic Revised Edition*. Cambridge, London: Harvard University Press.
- Quine, W. v. O. (1948). On What There Is. *The Review of Metaphysics*, 2(5), 21-38.
- Quine, W. v. O. (1951). Two Dogmas of Empiricism. *Philosophical review*, 60(1), 20-43.
- Quine, W. v. O. (1960/1980). *Wort und Gegenstand*. Stuttgart: Reclam.
- Quine, W. v. O. (1995). Naturalism; Or, living Within One's Means. *Dialectica*, 49(2-4), 251-261.
- Reilly, K. (2011). *Automata and Mimesis on the Stage of Theatre History*. London: Palgrave Macmillan.
- Reiss, J. O. (2009). *Not by Design. Retiring Darwin's Watchmaker*. Berkeley; Los Angeles; London: University of California Press.
- Rheinberger, H.-J. (1997/2006). *Experimentalsysteme und epistemische Dinge. Eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas*. Berlin: Suhrkamp.
- Richards, R. J. (2002). *The Romantic Conception of Life. Science and Philosophy in the Age of Goethe*. Chicago, London: University of Chicago Press.
- Richtlinien zur Durchführung des Übereinkommens zum Schutz des Kultur- und Naturerbes der Welt, (2005).
- Riskin, J. (2016). *The Restless Clock. A History of the Centuries-Long Argument over What Makes Living Things Tick*. Chicago: University of Chicago Press.
- Robinson, W. (2015). Epiphenomenalism. In E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2015 Edition)*. Stanford.
- Rosenberg, A., & Arp, R. (2010). *Philosophy of biology : an anthology*. Chichester, U.K. ; Malden, MA: Wiley-Blackwell.
- Rosenberg, A., & McShea, W. (2008). *Philosophy of Biology : A Contemporary Introduction*. New York; Oxon: Routledge.
- Rosenberg, S. M. (2001). Evolving Responsibly: Adaptive Mutation. *Nature Reviews Genetics*, 2, 504-515.
- Rosenbluth, A., Wiener, N., & Bigelow, J. (1943). Behavior, Teleology and Purpose. *Philosophy of Science*, 10(1), 18-24.
- Roth, S. (2011). Evolution und Fortschritt. Zum Problem der Höherentwicklung in der organischen Evolution. In T. Schlicht (Ed.), *Zweck und Natur : Historische und systematische Untersuchungen zur Teleologie* (pp. 195-247). München: Wilhelm Fink Verlag.
- Roth, S. (2014). Kant, Polanyi, and Molecular Biology. In E. Watkins & I. Goy (Eds.), *Kant's Theory of Biology* (pp. 275-292): De Gruyter.
- Ruse, M. (2002). Evolutionary Biology and Teleological Thinking. In A. Ariew, R. Cummins, & M. Perlman (Eds.), *Functions : New Essays in the Philosophy of Psychology and Biology* (pp. 33-59). Oxford: Oxford University Press.
- Ruse, M. (2003). *Darwin and Design: Does evolution have a purpose?* Cambridge, London: Harvard University Press.
- Ruse, M. (2016). *Darwinism as Religion. What Literature tells us about Evolution*. Oxford: Oxford University Press.
- Russell, B. (1912). On the Notion of Cause. *Proceedings of the Aristotelian Society*, 13 (New Series), 1-26.
- Saint-Hilaire, E. G. (1830).
- Saporiti, K. (2001). Kausalität und Naturgesetz bei Berkeley. In A. Hüttemann (Ed.), *Kausalität und naturgesetz in der Frühen Neuzeit*. Stuttgart: Franz Steiner.

- Sauve Meyer, S. (1992). Aristotle, Teleology, and Reduction. *Philosophical review*, 101(4), 791-825.
- Schäffler, W. (2010). The Design Turn. Eine wissenschaftliche Revolution im Geist der Gestaltung. In C. Mareis, G. Joost, & K. Kimpel (Eds.), *Entwerfen - Wissen - Produzieren* (pp. 33-46). Bielefeld: transcript.
- Schaffner, K. (1993). *Discovery and explanation in biology and medicine*. Cambridge; London: MIT Press.
- Schark, M. (2016). Der Organismusbegriff, der Lebewesenbegriff und die Frage der Naturalisierbarkeit des Funktionsbegriffs. In G. Toepfer & F. Micheleni (Eds.), *Organismus - Die Erklärung der Lebendigkeit* (pp. 213-235). Freiburg/München: Karl Alber.
- Scheffler, I. (1959). Thoughts on Teleology. *British Journal for the Philosophy of Science*, 9, 265-284.
- Scheibe, E. (2006/2007). *Die Philosophie der Physiker*. München: C.H.Beck.
- Scherer, A. (2008). Ätiologie. Retrieved from <http://www.bibelwissenschaft.de/stichwort/12673/>
- Schmid, S. (2010). *Finalursachen in der frühen Neuzeit*. New York/Berlin: Walter de Gruyter.
- Schnabel, U. (2009). *Die Vermessung des Glaubens*. München: Karl Blessing.
- Schneider, S. M., & Morris, E. K. (1987). A History of the Term *Radical Behaviorism*: From Watson to Skinner. *The Behavior Analyst*, 10, 27-39.
- Schnepf, R. (2001). Zum kausalen Vokabular am Vorabend der "wissenschaftlichen Revolution" des 17. Jahrhunderts - Der Ursachenbegriff bei Galilei und die "aristotelische" *causa efficiens* im System der Ursachen bei Suarez. In A. Hüttemann (Ed.), *Kausalität und Naturgesetz in der Frühen Neuzeit* (pp. 15-46). Stuttgart: Franz Steiner.
- Schopenhauer, A. (1859/2004). *Die Welt als Wille und Vorstellung*. Köln: Anaconda.
- Schramme, T. (Ed.) (2012). *Krankheitstheorien*. Berlin: Suhrkamp Verlag.
- Schrauwers, A., & Kamphuis, A. (2013). *Synthetische Biologie. Der Mensch als Schöpfer?* Heidelberg; Berlin: Springer.
- Schumann, H. W. (1996). *Die großen Götter Indiens: Grundzüge von Hinduismus und Buddhismus* (Vol. 129). München: Diederichs.
- Schwartz, P. (2002). The Continuing Usefulness Account of Proper Function. In A. Ariew, R. Cummins, & M. Perlman (Eds.), *Functions : New Essays in the Philosophy of Psychology an Biology* (pp. 244-260). Oxford: Oxford University Press.
- Schweitzer, A. (1963/2013). Die Lehre der Ehrfurcht vor dem Leben. In *Die Ehrfurcht vor dem Leben - Grundtexte aus fünf Jahrzehnten* (10. ed.). München: C.H.Beck.
- Schweitzer, B. (2016). *Design in der Natur. Von der Physikotheologie zum Intelligent Design*. Gießen: Brunnen.
- Searle, J. R. (1991). *Intentionalität: Eine Abhandlung zur Philosophie des Geistes*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Searle, J. R. (1995). *The Construction of Social Reality*. New York: Free Press.
- Searle, J. R. (1998). *Mind, Language and Society: Philosophy in the Real World*. New York: Basic Books.
- Sehon, S. R. (1997/2010). Abweichende Kausalketten und die Irreduzibilität der teleologischen Erklärung. In C. Horn & G. Löhrer (Eds.), *Gründe und Zwecke. Texte zur aktuellen Handlungstheorie*. Berlin: Suhrkamp.
- Seneca, L. A. (2006). *Naturales Quaestiones*. In: Wikisource.
- Sextus. (1970). Gegen die Wissenschaftler VII, 132. In *Die Anfänge der abendländischen Philosophie* (pp. 54-55). Lausanne, Schweiz: Editions Rencontre.
- Shannon, C. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27, 379-423, 623-656.
- Shoemaker, S. (1980/2014). Kausalität und Eigenschaften. In *Dispositionen: Txe zur zeitgenössischen Debatte* (pp. 80-118). Berlin: Suhrkamp.
- Sober, E. (1984/1993). *The Nature of Selection: Evolutionary Theory in Philosophical Focus* (University of Chicago Press ed.). Chicago: University of Chicago Press.
- Sober, E. (1999). The Multiple realizability Argument against Reductionism. *Philosophy of Science*, 66(4), 542-564.

- Sober, E. (2001). The Two faces of Fitness. In R. S. Singh, C. B. Krimbas, D. P. Paus, & J. Beatty (Eds.), *Thinking about Evolution. Historical, Philosophical, and Political Perspectives* (pp. 309-321). Cambridge: Cambridge University Press.
- Sommerhoff, G. (1950). *Analytic Biology*. London: Oxford University Press.
- Sorabji, R. (1964). Function. *Philosophical Quarterly*, 14(57), 289-302.
- Spaemann, R., & Löw, R. (1981/2005). *Natürliche Ziele - Geschichte und Wiederentdeckung des teleologischen Denkens*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Spinoza, B. (1677/2017). *Ethik*. North Charleston: CreateSpace.
- Sterelny, K. (2001/2007). *Dawkins vs. Gould: Survival of the Fittest*. Cambridge: Icon Books.
- Sterelny, K., & Kitcher, P. (1988). The return of the Gene. *Journal of Philosophy*, 85(7), 339-361.
- Sutter, A. (1988). *Göttliche Maschinen: Die Automaten für Lebendiges bei Descartes, Leibniz, La Mettrie und Kant*. Frankfurt am Main: Athenäum
- Taylor, C. (2007/2010). *Ein säkulares Zeitalter*. In.
- Tetens, H. (2015). *Gott denken: Ein Versuch über rationale Theologie*. Stuttgart: Reclam.
- Theißen, G. (2009). Saltational evolution: Hopeful monsters are here to stay. *Theory in Biosciences*(128), 43-51.
- Thibodeau, P. H., & Boroditsky, L. (2011). Metaphors We Think With: The Role of Metaphor in Reasoning. *PLOS ONE*, 6(2), e16782. doi:10.1371/journal.pone.0016782
- Thierry, B. (2005). Integrating proximate and ultimate causation: Just one more go! *Current Science*, 89, 1180-1183.
- Thomas. (1954). *Commentaria in octo libros Physicorum*. In.
- Thomas. (1974-1996). *Summe gegen die Heiden*. In (Vol. 5). Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Thomas. (1979/2008). *De ente et essentia*. Stuttgart: Reclam.
- Thomas. (2011). Die fünf Wege (Summe der Theologie I, Frage 2, Artikel 2-3). In J. Bromand & G. Kreis (Eds.), *Gottesbeweise von Anselm bis Gödel* (pp. 91-98). Berlin: Suhrkamp.
- Thomas, C. A. (1971). The genetic organization of chromosomes. *Annual Review of Genetics*, 5, 237-256.
- Thomas, K. (1983). *Man and the Natural World*. London: Allan Lane.
- Thompson, N. S. (1987). The Misappropriation of Teleonomy. In P. P. G. Bateson & P. H. Klopfer (Eds.), *Perspectives in Ethology: Volume 7 Alternatives* (Vol. 7, pp. 259-274): Springer.
- Tinbergen, N. (1963). On aims and methods of Ethology. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 20(4), 410-433. doi:10.1111/j.1439-0310.1963.tb01161.x
- Toepfer, G. (2004). *Zweckbegriff und Organismus*. Würzburg: Königshausen & Neumann.
- Toepfer, G. (2012). Teleology and its constitutive role for biology as the science of organized systems in nature. *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 43(1), 113-119. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.shpsc.2011.05.010>
- Tolman, E. C. (1949). *Purposive Behaviour in Animals and Men*. Berkeley: University of California Press.
- Topitsch, E. (1958). *Vom Ursprung und Ende der Metaphysik*. München: dtv.
- Tutt, J. W. (1894). *Woodside, Burnside, Hillside and Marsh Swan*. London: Sonnenschein.
- Uebel, T. (2006). Vienna Circle. In E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2016 Edition)*. Stanford.
- v. Frisch, K. (1923). Über die "Sprache" der Bienen. Eine tierpsychologische Untersuchung. *Zoologische Jahrbücher (Physiologie)*, 40, 1-186.
- v. Helmholtz, H. (1847). *Über die Erhaltung der Kraft*. Berlin: Reimer.
- van't Hof, A. E., Edmonds, N., Dalikova, M., Marec, F., & Saccheri, I. J. (2011). Industrial Melanism in British Peppered Moths Has a Singular and Recent Mutational Origin. *Science*, 332(6032), 958-960.
- Varela, F. G., Maturana, H. R., & Uribe, R. (1974). Autopoiesis: The organization of living systems, its characterization and a model. *Biosystems*, 5(4), 187-196. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/0303-2647\(74\)90031-8](http://dx.doi.org/10.1016/0303-2647(74)90031-8)

- Vermaas, P. E. (2006). The physical connection: engineering function ascriptions to technical artefacts and their components. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 37(1), 62-75. doi:<https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2005.12.017>
- Vermaas, P. E. (2009). On Unification: Taking Technical Functions as Objective (and Biological Functions as Subjective). In *Functions in biological and artificial worlds : comparative philosophical perspectives* (pp. 69-87).
- Vermaas, P. E., & Houkes, W. (2006). Technical functions: a drawbridge between the intentional and structural natures of technical artefacts. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 37(1), 5-18. doi:<https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2005.12.002>
- Vermaas, P. E., & Houkes, W. (2013). Functions as Epistemic Highlighters: An Engineering Account of Technical, Biological and Other Functions. In P. Huneman (Ed.), *Functions: Selection and Mechanism* (pp. 212-232). Dordrecht: Springer.
- Vetter, B., & Schmid, S. (2014a). Einleitung. In B. Vetter & S. Schmid (Eds.), *Dispositionen: Texte aus der zeitgenössischen Debatte* (pp. 7-57). Berlin: Suhrkamp.
- Vetter, B., & Schmid, S. (Eds.). (2014b). *Dispositionen: Texte zur zeitgenössischen Debatte*. Berlin: Suhrkamp.
- Vollmer, G. (2002). *Evolutionäre Erkenntnistheorie* (8. Auflage ed.). Stuttgart: Hirzel.
- Voltaire. (1759/1844). *Kandid oder die beste Welt*. In. Retrieved from www.zeno.org/Philosophie/M/Voltaire/Kandid+oder+die+beste+Welt/
- Wajant, H., Pfizenmaier, K., & Scheurich, P. (2003). Tumor necrosis factor signaling. *Cell Death And Differentiation*, 10, 45. doi:10.1038/sj.cdd.4401189
- Walsh, D. M. (1996). Fitness and Function. *British Journal for the Philosophy of Science*, 47(4), 553-574.
- Walsh, D. M. (2006). Organisms as natural purposes: The contemporary evolutionary perspective. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 37, 771-791.
- Walsh, D. M. (2007). The pomp of superfluous causes: The interpretation of evolutionary theory. *Philosophy of Science*, 74(3), 281-303.
- Walsh, D. M. (2010). Not a sure thing: Fitness, probability, and causation. *Philosophy of Science*, 77(2), 147-171.
- Walsh, D. M., Ariew, A., & Matthen, M. (2017). Four Pillars of Statisticalism. *Philosophy, Theory, and Practice in Biology*, 9(1).
- Watson, J. B. (1913). Psychology as the Behaviorist Views it. *Psychological Review*, 20, 158-177.
- Watson, J. D. (2002). *Girls, Genes and Gamow: After the Double Helix*. New York: Random House.
- Weber, A., & Varela, F. J. (2002). Life after Kant: Natural purposes and the autopoietic foundations of biological individuality. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 1(2), 97-125.
- Weber, A., & Varela, F. J. (2008). Naturalizing Teleology: Towards a Theory of Biological Subjects. In L. Illetterati & F. Micheli (Eds.), *Purposiveness - Teleology between Nature and Mind* (pp. 201-220). Frankfurt/Paris/Lancaster/New Brunswick: Ontos.
- Weber, M. (2017). How Objective Are Biological Functions? *Synthese*, 194(12), 4741-4755.
- Weinberg, S. (1993). *Der Traum von der Einheit des Universums*. München: Bertelsmann.
- Went, F. W. (1926). On growth-accelerating substances in the coleoptile of *Avena sativa*. *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen*, 30, 10-19.
- White, F. B. (1877). Melanochroism, etc., in Lepidoptera. *Entomologist*, 10(126-129).
- Wieland, W. (1975). The Problem of Teleology. In J. Barnes, M. Schofield, & R. Sorabji (Eds.), *Articles on Aristotle, vol.1: Science* (pp. 141-160).
- Wiener, N. (1963/1968). *Kybernetik - Regelung und Nachrichtenübertragung in Lebewesen und Maschine*. Reinbek: Rowolth Taschenbuch.
- Wildish, P. (2002). *Daoismus im Überblick*. Freiburg: Herder.
- Wilson, E. O. (1975). *Sociobiology: The New Synthesis*. Cambridge: Harvard University Press.
- Wilson, G. M. (1997/2010). Gründe als Ursachen für Handlungen. In C. Horn & G. Löhner (Eds.), *Gründe und Zwecke. Texte zur aktuellen Handlungstheorie* (pp. 112-138). Berlin: Suhrkamp.
- Wilson, R. A., & Barker, M. J. (2013). The Biological Notion of Individual. In *Stanford Encyclopedia of Philosophy*.

- Wimsatt, W. C. (1972). Teleology and the Logical Structure of Function Statements. *Studies in History and Philosophy of Science*, 3(1), 1-80.
- Wimsatt, W. C. (2002). Functional Organisation, Analogy and Inference. In A. Ariew, R. Cummins, & M. Perlman (Eds.), *Functions : New Essays in the Philosophy of Psychology an Biology* (pp. 173-221). Oxford: Oxford University Press.
- Wittgenstein, L. (1953/2003). *Philosophische Untersuchungen*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Wolff, C. (1728). *Philosophia rationalis sive logica*. Frankfurt: Officina libraria Rengeriana.
- Wolpert, L., Jessell, T., Lawrence, P., Weyerowitz, E., Robertson, E., & Smith, J. (1998/2007). *Principles of Development - Das Original mit Übersetzungshilfen*. Berlin; Heidelberg: Springer.
- Woodfield, A. (1976). *Teleology*. Cambridge ; New York: Cambridge University Press.
- Workman, L., & Reader, W. (2008). *Evolutionary Psychology* (Second Edition ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Wouters, A. G. (2003). Four notions of biological function. *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 34(4), 633-668. doi:10.1016/j.shpsc.2003.09.006
- Wouters, A. G. (2005). The Function Debate in Philosophy. *Acta Biotheoretica*, 53, 123-151.
- Wright, L. (1968). The case against teleological reductionism. *British Journal for the Philosophy of Science*, 19, 211-223.
- Wright, L. (1973/1998). Functions. In C. Allen, M. Bekoff, & G. V. Lauder (Eds.), *Nature's Purposes. Analyses of Function and Design in Biology* (pp. 51-78). Cambridge; London: MIT Press.
- Wright, L. (1976). *Teleological explanation: An Etiological analysis of goals and functions*. Berkley & Los Angeles: University of California Press.
- Wright, L. (2013). Revisiting Teleological Explanations: Reflections Three Decades On. In P. Huneman (Ed.), *Functions: selection and mechanisms* (pp. 233-243). Dordrecht: Springer.
- Wright, S. (1935). *The Roles of Mutation, Inbreeding, Crossbreeding, and Selection in Evolution*. Paper presented at the Sixth International Congress of Genetics, Ithaca, USA.
- Wuketits, F. M. (2009). *Evolution ohne Fortschritt: Aufstieg und Niedergang in Natur und Gesellschaft*. Aschaffenburg: Alibri.
- Wundt, W. (1874). *Grundzüge der physiologischen Psychologie*. Leipzig: Wilhelm Engelmann.
- Xenophon. (2008). Apomnemonemata. In *Xenophon's Erinnerungen an Sokrates*.
- Xiao, Z., Morris-Natschke, S. L., & Lee, K.-H. (2016). Strategies for the Optimization of Natural Leads to Anticancer Drugs or Drug Candidates. *Medicinal Research Reviews*, 36(1), 32-91.
- Zammito, J. H. (2006). Teleology then and now: The question of Kant's relevance for contemporary controversies over function in biology. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 37, 748-770.
- Zittel, K. (1871/2012). Der Darwinismus und die Religion. In K. Bayertz, M. Gerhard, & W. Jaeschke (Eds.), *Der Darwinismus-Streit* (pp. 122-140). Hamburg: Felix Meiner.

11. Erklärung zur Dissertation

Erklärung zur Dissertation gemäß der Promotionsordnung vom 12. März 2020

***Diese Erklärung muss in der Dissertation enthalten sein.
(This version must be included in the doctoral thesis)***

„Hiermit versichere ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation selbstständig und ohne die Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel und Literatur angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten und nicht veröffentlichten Werken dem Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Ich versichere an Eides statt, dass diese Dissertation noch keiner anderen Fakultät oder Universität zur Prüfung vorgelegen hat; dass sie - abgesehen von unten angegebenen Teilpublikationen und eingebundenen Artikeln und Manuskripten - noch nicht veröffentlicht worden ist sowie, dass ich eine Veröffentlichung der Dissertation vor Abschluss der Promotion nicht ohne Genehmigung des Promotionsausschusses vornehmen werde. Die Bestimmungen dieser Ordnung sind mir bekannt. Darüber hinaus erkläre ich hiermit, dass ich die Ordnung zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis und zum Umgang mit wissenschaftlichem Fehlverhalten der Universität zu Köln gelesen und sie bei der Durchführung der Dissertation zugrundeliegenden Arbeiten und der schriftlich verfassten Dissertation beachtet habe und verpflichte mich hiermit, die dort genannten Vorgaben bei allen wissenschaftlichen Tätigkeiten zu beachten und umzusetzen. Ich versichere, dass die eingereichte elektronische Fassung der eingereichten Druckfassung vollständig entspricht.“

Teilpublikationen:

Datum, Name und Unterschrift

19.03.22, Sebastian Schumacher

