

**Konzeption und Evaluation einer
Nachbereitung zum
Unfallpräventionsprogramm
„Crash Kurs NRW“**

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Doktorgrades

der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät

der Universität zu Köln

vorgelegt von

Jeremias Damian Johannes-Chrysostomos Weber

aus Troisdorf

Berichterstatter (Gutachter): Prof. Dr. André Bresges
Prof. Dr. Andreas Schadschneider

Tag der mündlichen Prüfung: 19.6.2015

Kurzzusammenfassung

Physikunterricht in der Schule wird oft als trocken und realitätsfremd empfunden. Um diesen Eindruck zu verändern, wird Physik in einem lebensweltbezogenen Kontext unterrichtet. Solche Kontexte müssen sorgfältig ausgewählt sein, sowohl von ihrer Bedeutung für Schüler und Schülerinnen her als auch von ihrer Eignung, physikalische Fachinhalte zu vermitteln.

Ein möglicher Kontext für das Teilgebiet Mechanik ist das Umfeld des Straßenverkehrs. Seit mehreren Jahren gibt es in Nordrhein-Westfalen ein Verkehrsunfallpräventionsprogramm der Polizei namens „CrashKurs NRW“, welches in Schulen stattfindet. Vorhergehenden Studien zufolge sind schulische Nachbereitungen zu diesem Programm nützlich, wahrscheinlich sogar notwendig. Anhand dieser Studien wurden verschiedene Aspekte ausgewählt, welche dann in einer eigens entwickelten fächerübergreifenden Unterrichtsreihe nochmals aufgegriffen werden.

Im Bereich Verkehrsphysik wurden hierbei im Sinne des Design-Based-Research Unterrichtsmaterialien erstellt, welche durch zwei Befragungen in Schulen weiterentwickelt wurden. Die Hauptbefragung fand über einen Zeitraum von drei Monaten an drei Schulen mit ungefähr 200 Schülern und Schülerinnen statt.

Die Ergebnisse zeigen, dass mit einer angemessenen Nachbereitung nicht nur Inhalte des Physikunterrichts, sondern auch darüber hinausgehende gesellschaftliche Werte vermittelt werden können. Auch Grenzen einer solchen Unterrichtsreihe wurden hierbei sichtbar.

In dieser Arbeit wird dargestellt, wie die Entwicklung einer solchen Unterrichtsreihe verläuft und welche Hinweise aus den Erfolgen und Misserfolgen, sowohl für weitere Iterationen als auch für vergleichbare Projekte, gezogen werden können.

Abstract

In school, physics is often perceived to be irrelevant for daily life. To correct this perception students a real-life context is used for teaching physics. Such contexts have to be chosen carefully, both because of the importance for the students' worldview as much as their capability for delivering their physics content.

One possible context is the subject of road traffic for teaching mechanics. In the state of Northrhine-Westphalia, for the last several years, a traffic accident prevention program called „CrashKurs NRW“ is used in schools. Earlier studies of this program have shown that educational follow-ups are not just a possibility, but most likely a necessity. Based on this older studies, such a follow-up was designed.

For the subject matter of physics of road traffic, a 2-hour-lesson was designed and evaluated in two distinct evaluations. The learners cycle of Design-Based-Research guided this process. The main evaluation was done in three schools with around 200 students, over a time span of three months. The evaluation showed that a proper follow-up could not only transport subject knowledge, but also values of societal importance. The limitations of such lessons was shown as well.

This thesis describes the development of such a lesson and gives advice, gathered from the successes and the mistakes of this project, both for further iterations as well as similar projects.

Danksagung

Hätte man mich vor fünf Jahren gefragt, so hätte ich mich selber kaum als ausreichend kompetent erklärt, eine Doktorarbeit zu schreiben. Dass diese Arbeit dennoch zu Papier gebracht wurde, ist vielen Leuten zu verdanken, die mich unterstützten, wertvolle Hinweise gaben und mir oft aufhalfen.

Allen voran möchte ich meinen Doktorvater, Herrn Prof. Dr. André Bresges, nennen. Er war es, der in mir die Fähigkeit zur Promotion sah und mich auf diesem Weg unterstützt hat. Ohne ihn hätte ich niemals an so eine Möglichkeit gedacht. Für die dadurch sich mir öffnenden Optionen und Wege spreche ich ihm meinen absoluten Dank aus.

Auch Prof. Andreas Schadschneider und Prof. Andreas Schulz waren eine ausgesprochene Hilfe auf dem Weg zur Promotion. Während Ersterer mich stets mit seinem unglaublichen Fachwissen verblüffte und auf den Boden der Tatsachen zurückholte, wird Letzterer mir vor allem aufgrund seiner Schaffenskraft immer in Erinnerung bleiben.

Meinen Mitdoktoranden und -doktorandin, allen voran Stefan Hoffmann und Cristal Schult, gilt mein Dank für kluge Ratschläge und gemeinsame Workshops, für Tagungsbesuche in südlichen Ländern und stete Hilfe im Alltag der Universität. Aber auch die Anmerkungen von Sebastian Mendel, Patrick Gabriel und Christoph Wollny waren unschätzbar für das letztendliche Entstehen dieser Arbeit.

Dass ich im Institut für Physikdidaktik eine solche Arbeit schreiben konnte, ist nicht zuletzt dem hervorragenden Arbeitsklima geschuldet. Unglaublich wichtig waren dabei unser Laborleiter Herr Arendt und die hochgeschätzte Frau Valdorf. Ohne die Hilfe dieser beiden Personen hätte ich oft entweder hilflos im Labor gestanden oder wäre im Angesicht der Unüberschaubarkeit der universitären Verwaltung zusammengebrochen.

Auch die studentischen Mitarbeiter, die mich bei der Arbeit unterstützten, sollen nicht unerwähnt bleiben: Dorothee Firmenich, Jakob Schöl, Markus Jonasson und Sabrina Ophoven.

Ohne die Mitarbeit der vielen Beamten der Polizei wäre diese Arbeit ebenfalls nicht möglich gewesen. Insbesondere erwähnen möchte ich Herrn LPD Uwe Hofmann mit seinen vielen wichtigen und hilfreichen Impulsen, sowie Hr. PHK Cremer, Hr. PHK Hausmann, Hr. PHK Johnen und Hr. PHK Ortmann, die mir überhaupt erst den Zugang zu den jeweiligen Schulen ermöglichten. Von Seiten der Polizei begleiteten mich außerdem unter anderem Fr. LPD'in Panhuber, Fr. PHK'in von Beesten und Hr. PHK Kressin, auch bei ihnen möchte ich mich bedanken. Mein ganz besonderer Dank gilt auch Fr. POK'in Röckinghausen, die mir Gelegenheit für erste Gehversuche gab.

Auch möchte ich mich bei den Lehrkräften bedanken, die mich bei der Durchführung der Nachbereitung in den Schulen unterstützt haben: Hr. Großmann, Hr. Wilhelmi, Fr. von Oy, Hr. Lingmann, Hr. Spaniol. Ohne sie wäre vieles nicht möglich gewesen!

Mein aufrichtiger Dank geht an die beiden Menschen, die unermüdlich jeden noch so kleinen Fehler korrigierten und voll des (angebrachten) Tadels über meine sprachlichen Fähigkeiten waren: Meinem Vater Wolfgang Weber und meiner Schwester Makrina Weber.

Ich danke meiner gesamten Familie für die emotionale Stütze und das Vertrauen, dass es mir erst möglich gemacht hat, diese Arbeit trotz aller Widrigkeiten zu beenden.

Ohne diese Familie wäre ich nicht da, wo ich heute bin.

Mein letzter Dank geht an all meine Freunde und Bekannten, die mich in dieser Zeit ertragen haben. Ich werde mich angemessen revanchieren und danke euch für euer Verständnis!

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
1.1 Verkehrsphysik aus Sicht der Physikdidaktik.....	1
1.2 Unfallgeschehen bei jungen Erwachsenen.....	2
1.3 Aufbau der vorliegenden Arbeit.....	3
2. Didaktische Grundlagen.....	4
2.1 Kompetenzorientierung.....	4
2.1.1 Entwicklung des Kompetenzbegriffes.....	4
2.1.2 Kompetenzen im Physikunterricht.....	5
2.2 Alltagsbezug der Physik.....	8
2.2.1 Physik im Kontext.....	8
2.2.2 Authentische Aufgaben.....	10
2.2.3 Straßenverkehr als Kontext.....	13
2.3 Weitere didaktische Überlegungen.....	15
2.3.1 Serious Games im Schulunterricht.....	15
2.3.2 Außerschulische Lernorte.....	17
3. Verhalten von Verkehrsteilnehmern.....	18
3.1 Kognitive Grundlagen.....	18
3.2 Modellierung der Kognition eines Verkehrsteilnehmers.....	21
3.2.1 Modi der Aufmerksamkeitssteuerung.....	21
3.2.2 Modell der Aufmerksamkeitssteuerung.....	23
3.2.3 Anwendung des Modells.....	25
3.2.4 Schlussfolgerungen.....	26
3.3 Routine des Autofahrens.....	28
3.3.1 Beschreibung der Studie und bisherige Erkenntnisse.....	28
3.3.2 Interpretation nach dem Modell der Aufmerksamkeitsauswahl.....	30
4. Präventions- und Interventionsprogramme.....	32
4.1 Modelle der Prävention und Verhaltensänderung.....	32
4.1.1 Transtheoretisches Modell.....	32
4.1.2 Health-Belief-Modell.....	34
4.1.3 Aristotelischer Ansatz.....	35
4.1.4 Synthese der Modelle und Anwendung in der Unfallprävention.....	36
4.2 Präventionsprogramme im Bereich Verkehrssicherheit.....	38
4.2.1 „B 216 – weniger Unfälle“.....	38
4.2.2 „Runter vom Gas“.....	39
4.2.3 „Be my Angel“.....	40
4.2.4 Zusammenfassung.....	41
5. CrashKurs NRW.....	42
5.1 Beschreibung der Bühnenveranstaltung.....	42
5.2 Bisheriges Konzept der schulischen Nachbereitung.....	43
5.2.1 Modul Analyse von Unfällen aus der Region.....	43

5.2.2	Modul „Physik des Straßenverkehrs“	44
5.2.3	Modul „Rollenspiel: Die letzten Minuten vor dem Crash“	44
5.2.4	Modul „Unterrichtsprojekt“	45
5.3	Prozessevaluation des CrashKurs NRW	46
5.4	Wirkungsevaluation der Nachbereitung	48
5.5	Wirkungsevaluation des CrashKurs NRW	50
6.	Entwicklung einer schulischen Nachbereitung	53
6.1	Erkenntnisse aus den bisherigen Evaluationen	53
6.2	Aufbau und Zielsetzung der Module	53
6.3	Beschreibung der Module der schulischen Nachbereitung	55
6.3.1	Ablenkungen im Straßenverkehr	55
6.3.2	Verkehrsphysik	57
6.3.3	Rollenspiel und Gespräch	57
6.3.4	Unfallortanalyse	59
6.4	Aufbau des Moduls Verkehrsphysik	60
6.4.1	Station 1 – Kräfte im Straßenverkehr	60
6.4.2	Station 2 – Reaktionsweg, Bremsweg und Anhalteweg – Geschwindigkeit im Straßenverkehr	63
6.4.3	Station 3 – Anhalteweg und Aufprallgeschwindigkeit	65
6.4.4	Station 4 – Analyse eines Unfallberichts	67
6.5	Erfolgreiche Prävention durch schulische Nachbereitung	67
7.	Design der Befragung und Methode der Evaluation	70
7.1	Entwicklung eines Fragebogens	70
7.2	Auswertung des Fragebogens	72
7.2.1	Signifikanztests und Voraussetzungen	72
7.2.2	Effektstärke	74
7.2.3	Poweranalyse und Reliabilitätsanalyse	75
7.3	Umgang mit fehlenden Werten	76
8.	Evaluation	79
8.1	Rahmenbedingungen der Evaluation	79
8.2	Analysemethode	81
8.3	Analyse der Evaluation der Schulen 1-3	83
8.3.1	Analyse der Einstellungsgrößen	84
8.3.2	Analyse der subjektiven Gefährdungseinschätzung	85
8.3.3	Analyse der Wissensfragen im Bereich Verkehrsphysik und Verkehrsunfälle	90
8.4	Analyse der Evaluation in den Schulen 2 und 3	92
8.4.1	Analyse der Einstellungsgrößen	93
8.4.2	Analyse der subjektiven Gefährdungseinschätzung	94
8.4.3	Analyse der Wissensfragen im Bereich Verkehrsphysik und Unfallursachen	98
8.5	Erkenntnisse aus der Analyse und Weiterentwicklung des Moduls „Verkehrsphysik“	100
8.5.1	Vergleich der imputierten Daten und der Originaldaten	100

8.5.2	Vergleich der Analysen „Schule 1-3“ und „Schule 2 und 3“	100
8.5.3	Vergleich der Analysen mit der Wirkungsevaluation nach Hackenfort.....	102
8.5.4	Weiterentwicklung.....	103
8.6	Zweite Befragung zum Modul „Verkehrsphysik“	104
8.6.1	Rahmenbedingungen.....	104
8.6.2	Analyse der Einstellungsgrößen.....	104
8.6.3	Analyse der subjektiven Gefährdungseinschätzung.....	106
8.6.4	Analyse der Wissensfragen im Bereich Verkehrsphysik und Unfallursachen.....	110
8.6.5	Zusammenfassung.....	112
8.7	Analyse der Fragebögen zum Modul „Unfallortanalyse“	114
8.7.1	Rahmenbedingungen.....	114
8.7.2	Analyse der Einstellungsgrößen.....	115
8.7.3	Analyse der subjektiven Gefährdungseinschätzung.....	116
8.7.4	Analyse der Wissensfragen im Bereich Verkehrsphysik und Unfallursachen.....	120
8.7.5	Zusammenfassung.....	122
8.8	Zusammenfassende Betrachtungen.....	123
8.8.1	Reliabilität der Fragebögen.....	123
8.8.2	Vergleich und abschließende Betrachtung der Analysen.....	125
9.	Fazit.....	127
9.1	Der Forschungsansatz des Design-based Research.....	127
9.2	Kontext „Straßenverkehr“ und Kompetenzentwicklung.....	127
9.3	Die Nachbereitung als Verkehrserziehung.....	129
9.4	Zusammenfassung und Ausblick.....	130
10.	Literaturhinweise.....	132
11.	Anhang.....	142
11.1	Verwendete Unterrichtsmaterialien und Lehrerhandouts.....	142
11.1.1	Station Ablenkungen im Straßenverkehr.....	142
11.1.2	Rollenspiel und Diskussion.....	143
11.1.3	Verkehrsphysik.....	149
11.1.4	Unfallortanalyse.....	166
11.2	Fragebogen.....	168
11.3	Daten.....	176

1. Einleitung

Die folgende Arbeit beschäftigt sich mit der Entwicklung und Evaluation einer schulischen Nachbereitung zum Unfallpräventionsprogramm „CrashKurs NRW“. Grundsätzlich liegen zwei verschiedene Forschungsfragen der vorliegenden Arbeit zugrunde:

Kann ein Physikunterricht mit dem Kontext „Straßenverkehr“ Kompetenzen ausserhalb des Kompetenzbereiches Fachwissen stärken?

Kann ein Physikunterricht mit dem Kontext „Straßenverkehr“ im Sinne der Verkehrserziehung einen Gewinn bringen?

1.1 Verkehrsphysik aus Sicht der Physikdidaktik

Aus Sicht der Physikdidaktik ist das Unterrichtsthema Verkehrsphysik sehr gut geeignet, grundlegende Begriffe der klassischen Mechanik wie Geschwindigkeit, Kraft, Energie mit realen Objekten zu verknüpfen. Dabei wird ein Alltagsbezug hergestellt, der über den schulischen Kontext hinaus die Schüler und Schülerinnen in die Lage versetzt, einen praktischen Nutzen aus dem Physikunterricht zu ziehen. Dass solche Verknüpfungen und authentischen Kontexte in der Physik notwendig sind, ist in der Literatur hinreichend thematisiert. Die theoretische Grundlage dieser Aussagen wird ausführlich in Kapitel 2 besprochen.

Die Entwicklung von Unterrichtseinheiten in diesem Themenbereich kann aber nicht bei der Formulierung von Unterrichtsvorschlägen (s. Kapitel 6) aufhören. Daher wurden die Unterrichtsvorschläge in mehreren Schulen durchgeführt und evaluiert. Der Aufbau dieser Evaluation sowie die verwendeten Analysewerkzeuge werden in Kapitel 7 behandelt, während die Ergebnisse in Kapitel 8 vorgestellt werden.

Inwiefern der hier erarbeitete Vorschlag einer Unterrichtseinheit in dem in Kapitel 5 vorgestellten Kontext erfolgreich den Kompetenzerwerb der Schülerinnen und Schüler unterstützen kann, wird abschließend in Kapitel 9 betrachtet.

Dabei wird unter anderem betrachtet, ob die grundlegenden Annahmen einer Sinnhaftigkeit des hier genutzten Kontext „Straßenverkehr“, genauer „CrashKurs NRW“ tatsächlich korrekt ist. (s. Kapitel 2.2.3)

1. Einleitung

1.2 Unfallgeschehen bei jungen Erwachsenen

Junge Erwachsene im Alter von 18 bis 25 Jahren sind proportional zum Rest der Bevölkerung überdurchschnittlich oft an Autounfällen beteiligt, genauso sind verglichen mit anderen Altersgruppen deutlich mehr Getöteten in diesem Alter: Nach Holte (2015) gehören „etwa ein Viertel aller bei einem Unfall als PKW-Fahrer oder -Mitfahrer Getöteten [...] im Jahr 2012 der Altersgruppe der 18- bis 24-Jährigen“ an.

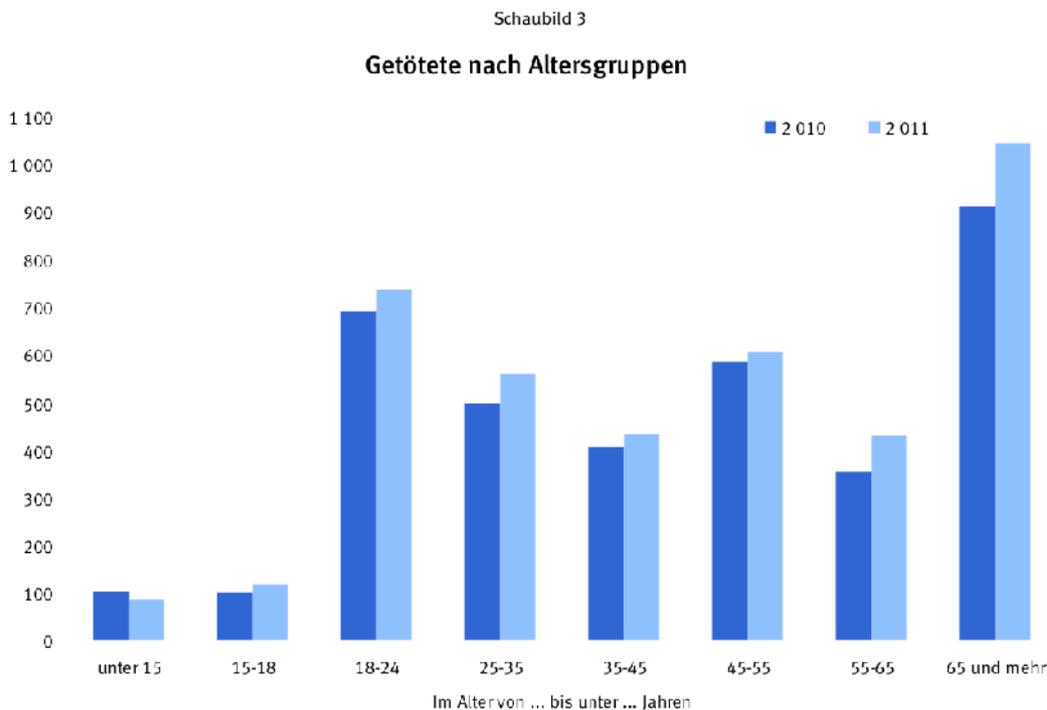


Abb. 1: Getötete nach Altersgruppen (Statistisches Bundesamt, 2011)

Daher erschien es notwendig, auf diese Zielgruppe angepasste Programme zu entwickeln, um dieser Unfallgefährdung zu begegnen (Holte, 2015). Solche Programme müssen sorgfältig vorbereitet werden, insbesondere sind dabei psychologische Grundlagen zu beachten, wie in den Kapiteln 3 und 4 beschrieben. Im Rahmen solcher Überlegungen wurde im Bundesland Nordrhein-Westfalen nach englischem Vorbild der CrashKurs NRW entwickelt (Hackenfort, Bresges, Weber und Hofmann, 2015), welcher genau diese Zielgruppe erreichen und ein Umdenken erzielen soll.

Zu der später beschriebenen Bühnenveranstaltung war dabei von Anfang an eine Zusammenarbeit mit Schulen in Form einer Nachbereitung angedacht. Im Rahmen dieser Arbeit wird in Kapitel 5 beschrieben, was die bisherigen Erkenntnisse aus Evaluationen des CrashKurs NRW sind und an welchen Stellen die vorgeschlagenen Module ansetzen um weitere Verbesserungen zu erzeugen.

Da für eine erfolgreiche Nachbereitung eines solchen Interventionsprogrammes auch Themen sinnvoll sind, die nicht im Umfeld des Physikunterrichtes liegen, wird in Kapitel 6 kurz skizziert, welche anderen Module zur Unterstützung des CrashKurs NRW sinnvoll sein könnten. Neben der Überlegung, inwiefern der untersuchte Gegenstand dieser Arbeit also aus didaktischer Sicht im Physikunterricht hilfreich sein kann, wird abschließend auch die sozial-gesellschaftliche Implikation angesprochen.

1.3 Aufbau der vorliegenden Arbeit

In der vorliegenden Arbeit sind die Kapitel so angeordnet, dass sie dem im Folgenden abgebildeten Zyklus entsprechen. Dieser ist angelehnt an den bei Bresges (Bresges et. al., 2013) entwickelten Zyklus, ist aber allgemeiner konzipiert. Inhaltlich orientiert sich der Zyklus am Design-Based Research (Design-Based-Research-Collective, 2003).

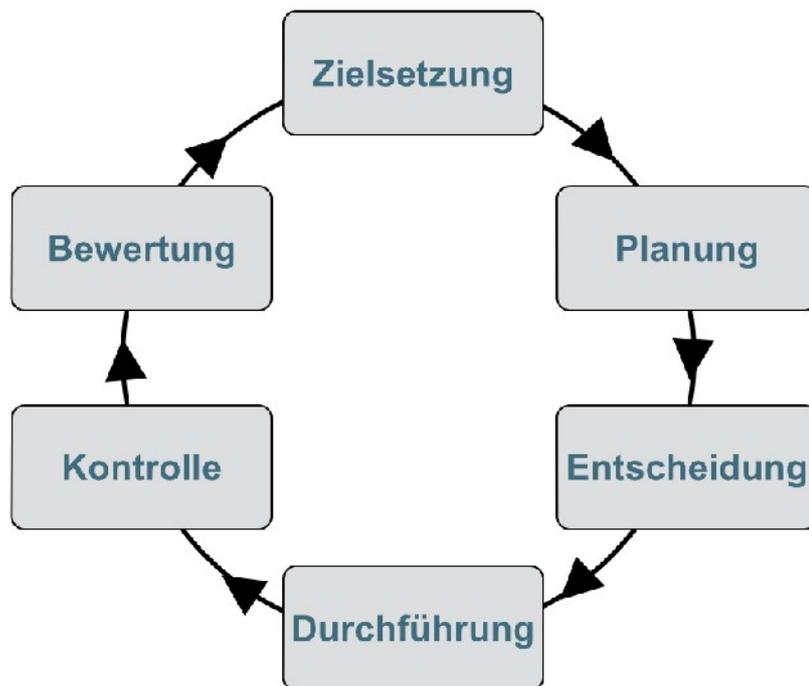


Abb. 2: Arbeitszyklus im Sinne des Design-Based-Research

Im Folgenden kann das Kapitel 1 als grundlegende Zielsetzung verstanden werden, während anhand der Kapitel 2-5 für die Unterrichtseinheiten geplant wurden. Die Entscheidung für bestimmte Unterrichtseinheiten wird in Kapitel 6 beschrieben. Die Beschreibung der Durchführung der Module findet sich in Kapitel 8, die Kontrolle wird in den Kapiteln 7 und 8 beschrieben. Eine abschließende Bewertung lässt sich in Kapitel 9 finden.

Intendiert ist durch die Nutzung eines solchen Zyklus immer ein Dreiklang aus theoretischer Grundlage, praktischer Nutzung und zukunftsweisender Reflektion. Durch diesen Zyklus sollen insbesondere die einzelnen Schritte eines Forschungsvorhabens klarer strukturiert und damit sowohl planbarer als auch verständlicher werden.

Letztlich kann der Zyklus immer wieder durchlaufen werden, wobei die Erkenntnisse des vorherigen Durchlaufs auch immer die Zielsetzung des aktuellen Zyklus bestimmen. Diese Arbeit ist also nur ein Ausschnitt einer stetig voranschreitenden Entwicklung und demonstriert den Durchlauf eines Zyklus.

In kleinem Rahmen wurde die Formalstruktur des Arbeitszyklus auch bei den Anpassungen und Optimierungen der vorliegenden Unterrichtseinheiten genutzt.

2. Didaktische Grundlagen

In der vorliegenden Arbeit werden Unterrichtseinheiten entwickelt. Insbesondere für die Unterrichtseinheiten im Fach Physik gibt es Anforderungen und Möglichkeiten, die sich aus der Fachliteratur heraus ergeben. Zentrales Element ist dabei unter anderem die Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler. Wie bereits in Kapitel 1 beschrieben, ist die Frage nach der Kompetenzentwicklung eine der beiden Forschungsfragen dieser Arbeit.

2.1 Kompetenzorientierung

Kompetenzentwicklung ist seit einigen Jahren zentrales Ziel vieler Lehramtscurricula. Was mit dem Kompetenzbegriff gemeint ist, wie dieser entstanden ist und wie er im Speziellen auf das Fach Physik verstanden werden kann, soll im Folgenden dargestellt werden.

2.1.1 Entwicklung des Kompetenzbegriffes

Die Diskussion um den Kompetenzbegriff ist in Deutschland durch die öffentliche Rezeption der Ergebnisse der Third International Mathematics and Science Study (TIMSS) entfacht worden (vgl. Weinert, 2002). Im Zuge dieser Rezeption folgt Weinert (2002) dem Vorschlag der OECD, „den vieldeutigen Leistungsbegriff generell durch das Konzept der Kompetenz zu ersetzen.“ (S. 27, Weinert, 2002). Er führt weiter aus:

Dabei versteht man unter Kompetenzen die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können. (S. 27, Weinert, 2002)

Weinert unterscheidet dabei zwischen drei Arten von Kompetenzen: Fachliche Kompetenzen, fachübergreifende Kompetenzen (bspw. Teamfähigkeit) und Handlungskompetenzen. Letztere beinhalten für ihn u.a. soziale, motivationale und moralische Kompetenzen sowie die Fähigkeit, erworbene Fähigkeiten und Kenntnisse auch erfolgreich und verantwortlich einzusetzen.

Der von Weinert entworfene Kompetenzbegriff wird von Duit, Häußler und Prenzel (2002) für die naturwissenschaftliche Bildung weiter ausformuliert. Die Autoren entwickeln den Begriff der Naturwissenschaftlichen Grundbildung, welche drei wichtige Kernpunkte beinhaltet (vgl. S. 170, Duit et al., 2002):

- Sie ermöglicht den Zugang zu den Naturwissenschaften, einem wichtigen kulturellen Erbe der Menschheit.
- Sie ist eine wichtige Voraussetzung für viele (insbesondere auch technische) Berufe oder Berufsausbildungen.
- Sie befähigt das Individuum dazu, eine natürliche und durch den Mensch veränderten Umwelt besser zu verstehen und an Entscheidungen in den Bereichen Naturwissenschaften und Technik zu partizipieren.

2. Didaktische Grundlagen

Duit et al. (2002) verweisen an dieser Stelle auch auf die Diskussion um den englischsprachigen Begriff „Scientific Literacy“. Dabei geht es bei „Scientific Literacy“ laut Duit et al. „*vor allem um die Nutzung dieses [naturwissenschaftlichen] Wissens [...] zum Verstehen und Erklären der naturwissenschaftlich geprägten Welt*“. (S. 171, Duit et al., 2002)

Duit et al. unterscheiden im weiteren sieben verschiedene Facetten von Leistungen, die sich aus der Konzeption der naturwissenschaftlichen Grundbildung ergeben (S. 172, Duit et al., 2002):

- (A) Wissen von Fakten, Konventionen und Benennungen*
- (B) Wissen von Begriffen und Prinzipien*
- (C) Verstehen von Zusammenhängen zwischen Begriffen und Prinzipien*
- (D) Verstehen von Zusammenhängen im gesellschaftlichen Raum*
- (E) Anwenden von naturwissenschaftlichen Begriffen und Prinzipien in einer problemhaltigen Situation*
- (F) Anwenden von naturwissenschaftlichen Untersuchungsmethoden und Denkweisen in einer problemhaltigen Situation*
- (G) Partizipation im gesellschaftlichen Raum sowie dem Wissen entsprechendes Handelns*

Duit et al. (2002) geben auch mehrere Beispiele, wie eine Leistungsmessung der jeweiligen Facetten erfolgen kann. Diese Beispiele sind unter anderem im Kontext der grundlegenden Forschungsfrage dieser Arbeit (s. Kap. 1), nämlich der Verbindung von Straßenverkehr und Physikunterricht, interessant.

Für die Bereiche (C) bis (G) schlagen sie verschiedene Arten der Leistungsmessung vor, entweder als offene Fragen oder bei der Erstellung eines Portfolios. So lassen Duit et al. (2002) die Schülerinnen und Schüler erklären, wovon die Verletzungsgefahr bei einem frontalen Aufprall eines PKW besteht. In der Portfolio-Methode dagegen sollen sich die Schülerinnen und Schüler unter anderem Überlegungen zu Verhaltensregeln zur Unfallrisikominimierung machen.

Dabei gehen Duit et al. noch nicht davon aus, dass durch solche Aufgaben das Verkehrsverhalten verändert wird, sondern hoffen, dass dadurch die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler herausgearbeitet werden können: Nämlich inwiefern die Schülerinnen und Schüler das physikalische Fachwissen zu einem realen Kontext zuordnen und in Diesem anwenden können.

2.1.2 Kompetenzen im Physikunterricht

Anhand der gerade besprochenen grundlegenden Überlegungen wurde in NRW seit mehreren Jahren der Lehrplan für das Fach Physik auf zu erreichenden Kompetenzen umgestellt. Dabei unterscheidet der Lehrplan in sogenannte Inhaltsfelder und Kompetenzbereiche, wobei die Kompetenzbereiche wiederum in verschiedene Stufen unterteilt sind. Wie dieses System grundsätzlich aufgebaut ist und welche Kompetenzstufen es gibt, soll im Folgenden dargestellt werden.

Die Kernlehrpläne für das Fach Physik wurden nach der eben angesprochenen Diskussion (vgl. 2.1.1) daraufhin angepasst, den Schulen definierte Zielvorgaben für fachliche Kompetenzen vorzugeben (vgl. Ministerium für Schule und Weiterbildung (MSW), 2013). Der vorliegende Lehrplan ist für die gymnasiale Oberstufe geschrieben und unterscheidet die Einführungs- und Qualifikationsphase. In der Einführungsphase sollen die Schülerinnen und Schüler

2. Didaktische Grundlagen

durch vertiefte Behandlung der Themen der Sekundarstufe I auf die Anforderungen der folgenden Qualifikationsphase vorbereitet werden. In dieser Qualifikationsphase wird wiederum zwischen grundlegendem und erhöhtem Anforderungsniveau unterschieden, wobei dies mit den schultypischen Bezeichnungen „Grundkurs“ und „Leistungskurs“ gleichgesetzt wird (MSW, 2013).

Um die fachliche Kompetenz zu definieren und dadurch messbar zu machen, unterscheiden die Autoren zwischen sogenannten „Kompetenzbereichen“ und „Inhaltsfeldern“ und kombinieren diese zu „Kompetenzerwartungen“.

Für die Einführungsphase nennt der Kernlehrplan dabei nur das Inhaltsfeld Mechanik, in der Qualifikationsphase werden als mögliche Inhaltsfelder u.a. Quantenobjekte, Elektrodynamik oder Relativitätstheorie genannt.

Kompetenzbereiche sollen im Kernlehrplan verschiedene Grunddimensionen des fachlichen Handelns repräsentieren. Im Einzelnen sind damit gemeint:

- Umgang mit Fachwissen: Die Fähigkeit, fachbezogene Aufgaben und Probleme mit bekannten physikalischen Konzepten zu lösen
- Erkenntnisgewinnung: Die Fähigkeit, naturwissenschaftliche Fragestellungen zu erkennen und zu untersuchen. Die Fähigkeit, Modelle der naturwissenschaftlichen Wirklichkeit zu bilden und diese zur Veranschaulichung, Erklärung und Vorhersage zu nutzen.
- Kommunikation: Die Fähigkeit, in einen produktiven fachlichen Austausch zu treten und sich mit Informationsquellen kritisch und sachgerecht auseinanderzusetzen. Die Fähigkeit, fachliche Erkenntnisse verständlich zu präsentieren sowie zu verteidigen, anhand der Regeln der fachlichen Argumentation.
- Bewertung: Die Fähigkeit, überlegt zu urteilen, also rationale und begründete Entscheidungen zu treffen und diese zu vertreten. Die Fähigkeit, die Möglichkeiten und Grenzen der naturwissenschaftlichen Problemlösung zu erkennen.

Kompetenzerwartungen sind im Sprachgebrauch des Kernlehrplans die kombinierten Ergebnisse von Kompetenzbereich und Inhaltsfeld. Dabei sind die Kompetenzerwartungen in aufeinander folgende Stufen aufgeteilt. Dadurch soll eine vergleichende Leistungsmessung als eine Fortschreiten in einem progressiven System verstanden werden.

Der Kernlehrplan stellt eine grundlegende Tabelle für die Kompetenzerwartungen vor, wobei dann jede Stufe mit Inhalten der jeweiligen Inhaltsfelder gefüllt werden soll:

Umgang mit Fachwissen	Die Schülerinnen und Schüler können in Zusammenhängen mit eingegrenzter Komplexität
UF1 (Wiedergabe)	übergeordneten Prinzipien/Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,
UF2 (Auswahl)	zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,
UF3 (Systematisierung)	physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren,
UF4 (Vernetzung)	Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.

2. Didaktische Grundlagen

Erkenntnisgewinnung	Die Schülerinnen und Schüler können in Zusammenhängen mit eingegrenzter Komplexität
E1 (Probleme und Fragestellungen)	in unterschiedlichen Kontexten physikalische Probleme identifizieren, analysieren und in Form physikalischer Fragestellungen präzisieren,
E2 (Wahrnehmung und Messung)	kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden,
E3 (Hypothesen)	mit Bezug auf Theorien, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten,
E4 (Untersuchungen und Experimente)	Experimente auch mit komplexen Versuchsplänen und Versuchs- aufbauten mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien durchführen,
E5 (Auswertung)	Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,
E6 (Modelle)	Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,
E7 (Arbeits- und Denkweisen)	naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

Kommunikation	Die Schülerinnen und Schüler können in Zusammenhängen mit eingegrenzter Komplexität
K1 (Dokumentation)	Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten nach Dokumentation gegebenen Strukturen dokumentieren und stimmig rekonstruieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge,
K2 (Recherche)	in vorgegebenen Zusammenhängen selbstständig physikalisch-technische Fragestellungen mithilfe von Fachbüchern und anderen Quellen, auch einfachen historischen Texten, bearbeiten,
K3 (Präsentation)	physikalische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse Präsentation adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrektin [sic!] Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen,
K4 (Argumentation)	physikalische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren

Bewertung	Die Schülerinnen und Schüler können in Zusammenhängen mit eingegrenzter Komplexität
B1 (Kriterien)	bei Bewertungen in physikalisch-technischen Zusammenhängen Bewertungskriterien angeben
B2 (Entscheidungen)	für Bewertungen in physikalisch-technischen Zusammenhängen kriteriengeleitet Argumente abwägen und einen begründen [sic!] Standpunkt beziehen,

Physikunterricht sollte nach den Vorgaben des Kernlehrplans also dazu führen, dass die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler bis zum Ende der Sekundarstufe II möglichst weit die Erwartungen erfüllen können. Daher kann die Qualität des Unterrichts daran gemessen werden, inwiefern durch den Unterricht die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler erweitert werden.

Im weiteren Verlauf der vorliegenden Arbeit wird daher die Wirksamkeit von Unterrichtseinheiten anhand dieser Kompetenzstufen beurteilt. Insbesondere werden anhand dieser Kompetenzstufen auch die Fragen der Evaluation ausgewählt, um diese Wirksamkeitsüberprüfung durchführen zu können.

2.2 Alltagsbezug der Physik

Merzyn (2010) beschreibt in seinen Artikeln das Empfinden der Schülerinnen und Schüler, dass das Unterrichtsfach Physik unbeliebt und schwierig sei. Er führt das selber unter anderem auf die Fokussierung auf abstrakte mathematische Aspekte zurück (Merzyn, 2008 u. 2010). Gleichzeitig folgt aus den oben dargestellten Forderungen zur Kompetenzerwartung auch eine stärkere Beschäftigung mit lebensweltbezogenen Problemen, insbesondere zur Schulung des Kompetenzbereiches Bewertung. Der erste Schritt zu diesem Lebensweltbezug ist eine Stärkung des kontextorientierten Unterrichts. Im zweiten Schritt sollen sich die Schülerinnen und Schüler verstärkt mit authentischen Aufgaben auseinandersetzen. Beide Schritte werden im Folgenden dargestellt.

2.2.1 Physik im Kontext

Kontextorientierter Unterricht ist seit längerer Zeit Forschungsgegenstand der Physikdidaktik. Dabei wurde in der Vergangenheit herausgearbeitet, warum ein Kontext hilfreich ist und was einen erfolgreichen Kontext ausmacht. Im Folgenden soll ein kurzer Überblick über diese bisherigen Erkenntnisse gegeben werden.

Unter anderem in der dritten intentionalen PISA-Studie (PISA-Konsortium Deutschland, 2007) wurde demonstriert, dass Anwendungsbezogenheit des Physikunterrichts und Lernmotivation miteinander korrelieren. Auch Willer (2003) bringt eine Reihe von interessanten Anmerkungen zum Thema „Interesse wecken“, insbesondere die Punkte 3 und 4 sind hierbei von Bedeutung:

„3. *Interesse besteht für ein Fach, wenn man die praktischen Zusammenhänge sieht [...]*
4. *Interesse besteht für ein Fach, wenn man auch außerhalb der Schule (z.B. in aktuellen Zeitungsmeldungen) auf den Stoff hingewiesen wurde“* (S. 36, Willer, 2003)

Davon ausgehend wurden in den vergangenen Jahren verschiedene Ansätze formuliert, wie man den Physikunterricht interessanter bzw. anwendungsbezogener gestalten kann. Insbesondere die sogenannten PIKO-Briefe des IPN Kiel (Duit, 2010, Duit & Wodzinski, 2010) lieferten dabei sowohl eine grundsätzliche Erklärung des Konzeptes „Physik im Kontext“ als auch praktische Unterrichtsvorschläge.

Dabei wird bei den Empfehlungen davon ausgegangen, dass der Lernprozess ein konstruktivistischer Lernprozess ist, das also die Schülerinnen und Schüler das vermittelte Wissen nicht passiv aufnehmen, sondern ihr eigenes Wissen aktiv konstruieren (vgl. Duit, 2010). Duit weist darauf hin, dass die Erklärungen der Lehrperson von den Schülerinnen und Schüler erst mit Bedeutung erfüllt werden müssen. Diese Bedeutung wurde vom Lehrenden in Jahren des Studiums erarbeitet, die Schülerinnen und Schüler erarbeiten sich eine Bedeutung mit eigenen, eventuell wissenschaftlich nicht haltbaren Vorstellungen. Dadurch entsteht ein Kommunikationsproblem, Lernender und Lehrender benutzen das gleiche Wort, meinen aber unterschiedliche Dinge. Duit merkt daher an: „*Im Unterricht sind Missverständnisse eher die Norm als die Ausnahme.*“ (S. 2, Duit, 2010)

2. Didaktische Grundlagen

Duit (2010) versteht den Lernprozess in der Physik dabei als Konzeptwechsel: Die Schülerinnen und Schüler wechseln von ihrem bisherigen Konzept des Naturverständnisses zu einem neuen Konzept, dem der Physik. Er geht davon aus, dass dieser Konzeptwechsel in kleinen Schritten voran geht und fordert explizit: *„Es kann deshalb lediglich das Ziel des Unterrichts sein, sie Schritt für Schritt zu überzeugen, dass die physikalische Sichtweise in bestimmten Situationen angemessener und fruchtbarer ist als ihre Schülervorstellungen.“* (S. 2, Duit, 2010) Aufgrund der zugrunde liegenden konstruktivistischen Annahme verlangt Duit (2010) eine aktive Auseinandersetzung mit dem Thema des Unterrichts und weist darauf hin, dass vorhandene Vorstellungen trotz fachlicher Inkorrektheit nur zögerlich verworfen werden. Er plädiert daher für einen kontinuierlichen Lernweg, in welchem die Schülerinnen und Schüler ohne kognitiven Konflikt zu der fachlich korrekten Aussage geführt werden. Kreiten, Bresges und Schadschneider (2010) verweisen hier darauf, dass eine solche Methode nicht immer möglich ist, exemplarisch beschreiben sie den Begriff der Kraft, der *„besonderer Anstrengung durch gezielte praktische Übungen und Experimente“* (S. 2, Kreiten, Bresges & Schadschneider, 2010) bedarf.

Weitergehend werden von Duit und Wodzinski (2010) auch verschiedene Merkmale guten Physikunterrichts beschrieben. Dabei stützen sie sich auf Beobachtungen von verschiedenen Lehrkräften. Relevant für dieses Kapitel sind bei ihrer Betrachtung insbesondere drei Merkmale (S. 2, Duit & Wodzinski, 2010):

- *Knüpft an Vorwissen, an Schülervorstellungen und Alltagserfahrungen an*
- *Vernetzt Neues auf vielfältige Weise mit bereits Bekanntem*
- *Bettet neue Inhalte in Anwendungskontexte ein*

Nach den Autoren knüpft guter Physikunterricht an Schülervorstellungen an und erlaubt es den Schülerinnen und Schüler, neue Erkenntnisse fachlich korrekt aus der Perspektive ihres Vorwissens zu betrachten. Außerdem wird sich bemüht, möglichst keine Missverständnisse zu erzeugen (s.o.), indem die jeweilige Unterrichtsthematik ausführlich mit den Schülern reflektiert wird.

Weiterhin vernetzt guter Physikunterricht nach Duit und Wodzinski (2010) neue und bekannte Inhalte miteinander. Wie auch von Kreiten (2012) beschrieben, führt dies zu einer besseren Vernetzung des Wissens auf neuronaler Ebene, wodurch die entsprechende Erinnerung leichter reaktiviert werden kann. Dabei sollen Zusammenhänge und Folgerungen durch die Schülerinnen und Schüler selbst erfasst werden.

Schließlich benennen Duit und Wodzinski (2010) eine Einbettung neuer Inhalte in einen Anwendungskontext als ein Merkmal guten Unterrichts. Gemeint ist hier vor allem ein sinnstiftender Kontext, der es den Schülerinnen und Schüler erlaubt, das fachliche Wissen in sinnvoller Weise zu erarbeiten und die Bedeutung dieses Wissens für ein Umweltverständnis unterstreicht.

Die sinnstiftende Komponente eines guten Physikunterrichts wird auch von Duit und Mikelskis-Seifert (2010) betont. Die Autoren verweisen darauf, dass durch einen sinnstiftenden Kontext die Schülerinnen und Schüler motiviert werden. Sie führen aus, warum dies wichtig ist: *„Sie erkennen durch die „Sinnstiftung“, warum es für sie wichtig ist, darüber genauer informiert sein. Folglich wird durch die Sinnstiftung das Lernen verbessert.“* (S. 1, Duit & Mikelskis-Seifert, 2010)

Weiterhin gehen sie davon aus, dass nur durch einen kontextbasierten Physikunterricht die flexible Anwendung des erlangten Wissens möglich wird. Nach Duit & Mikelskis-Seifert (2010)

2. Didaktische Grundlagen

führt ein Fehlen des Kontextes dazu, dass *„ein solcher Unterricht nicht zur naturwissenschaftlichen Grundbildung beiträgt und die in den aktuellen Bildungsstandards geforderten Kompetenzen nicht angemessen aufgebaut werden können.“* (S. 1, Duit & Mikelskis-Seifert, 2010).

An dieser Stelle verweisen Duit & Mikelskis-Seifert (2010) auf die Gefahr eines vorgeblichen Kontextes. Müller (2006) wird zum selben Thema deutlicher und spricht von dem *„Feigenblatt“* (S. 16, Müller, 2006), das insbesondere in der Motivationsphase zu Beginn einer Unterrichtseinheit genutzt wird. Er schreibt weiter: *„Charakteristischerweise wird der vorgebliche Kontext, zu deren Lösung der physikalische Inhalt angeblich eingeführt wurde, im weiteren Verlauf der Stunde mit keinem weiteren Wort erwähnt.“* (S. 16, Müller, 2006)

Müller (2006) spricht auch ein weiteres Problem eines stark anwendungsbezogenen Unterrichts an: Der fehlende Zusammenhang zu übrigen Themen des Unterrichts, da die Probleme der einzelnen Anwendung oft nicht generalisiert werden. Er verweist auf die historisch entstandene Fachsystematik, *„die den Stoff in eine Reihe von Themenfeldern (wie Optik, Mechanik) gliedert und innerhalb dieser Themenfelder vom Einfachen zum Komplizierten voranschreitet.“* (S. 17, Müller, 2006) Anschaulich demonstriert er das Problem am Anwendungsbeispiel *„Fahrrad“*, bei dem sehr viele verschiedene Themengebiete (bspw. Mechanik – Hebelwirkung der Bremse, Elektrizitätslehre – Dynamo und Licht) besprochen werden können. Er bezweifelt aber, aufgrund der zeitlichen Vorgaben des Schulunterrichts, dass durch die beispielhafte Besprechung der Fahrradbremse ein auf andere Probleme übertragbares Verständnis der Hebelwirkung entsteht.

Müller (2006) fordert daher, dass sich kontextorientierter Physikunterricht an der Struktur der Fachsystematik orientiert. Damit meint er genau nicht die Übernahme tradierter Inhalte, *„sondern die Orientierung am logischen Aufbau des physikalischen Gedankengebäudes.“* (S. 20, Müller, 2006) Dadurch soll der Lebensweltbezug nicht für sich alleine stehen, sondern ein theoretisches Verständnis des Faches mit anschaulichen Beispielen fester verankern.

Nach Müller (2006) ist also eine sorgfältige Auswahl des jeweiligen Kontext unbedingt notwendig. Ein Kontext sollte so beschaffen sein, dass sich bestimmte fachliche Inhalte direkt aus dem Kontext ergeben, ohne komplexe und künstliche Zwischenschritte.

Kortland (2007) beschreibt ähnliche Probleme im kontextorientierten Unterricht. Als Lösung schlägt er eine Einbettung authentischer Praktiken in den Unterricht vor. Die Schülerinnen und Schüler sollen nach einer generellen Einführung ein spezielles Problem erhalten, das sie dann mit ihrem Fachwissen lösen und über den Lösungsvorgang reflektieren. Je nach Kontext können dies experimentell nachstellbare Praktiken sein. Es ist aber auch möglich, Aufgaben in verschiedenen Formaten zu nutzen, die aufgrund ihrer Problemstellung einen starken Lebensweltbezug besitzen. Diese Aufgaben werden im folgenden *„Authentische Aufgaben“* genannt.

2.2.2 Authentische Aufgaben

Authentische Aufgaben basieren auf einem Realweltbezug und sollen eine Verbindung zwischen der fachlichen Problemstellung und einer realen Anwendung herstellen. Daneben erlauben authentische Aufgaben es auch, besser die Schülerinnen und Schüler auf ihre Fähigkeiten jenseits des reinen Fachwissens zu überprüfen. Insofern stellen authentische Aufgaben eine Synthese aus denen in Kapitel 2.1 formulierten Leistungsüberprüfungen und der in Kapitel

2. Didaktische Grundlagen

2.2.1 geforderten Kompetenzorientierung dar. Authentische Aufgaben nutzen einen Lebensweltbezug dabei für die gesamte Aufgabe und nicht nur für einen motivierenden Einstieg.

Bereits vor den oben erwähnten Untersuchungen (TIMSS) gab es Bestrebungen, eine andere Art von Testaufgaben für Schülerinnen und Schüler bereit zu stellen. Anderson (1998) beschreibt diese Entwicklung. Sie verweist auch darauf, dass die Art der Leistungsüberprüfung sich auch auf die Lernsituation im Klassenraum auswirkt: „*Leistungsmessung beeinflusst, was im Klassenraum gelehrt und gelernt wird.*“ („*Assessment impacts what is taught and learned in classrooms*“, S. 5, Anderson, 1998)

Anderson (1998) geht davon aus, dass traditionelle Leistungsmessung überprüfen soll, ob gewisse objektive Wahrheiten (gemeint sind abstrakte naturwissenschaftliche Erkenntnisse) den Schülerinnen und Schüler bekannt sind. Dabei wird von einer rein instruktiven Lernphilosophie ausgegangen, welche von Anderson (1998) mit Hinweis auf die Arbeiten von Piaget (1970) oder Vygotsky (1978) zum Konstruktivismus abgelehnt wird. Aufbauend auf diese Vorstellung von Lernen und Leistungsmessung entwirft Anderson eine Reihe von Vorschlägen, wie eine Alternative zur traditionellen Art der Leistungsüberprüfung aussehen kann:

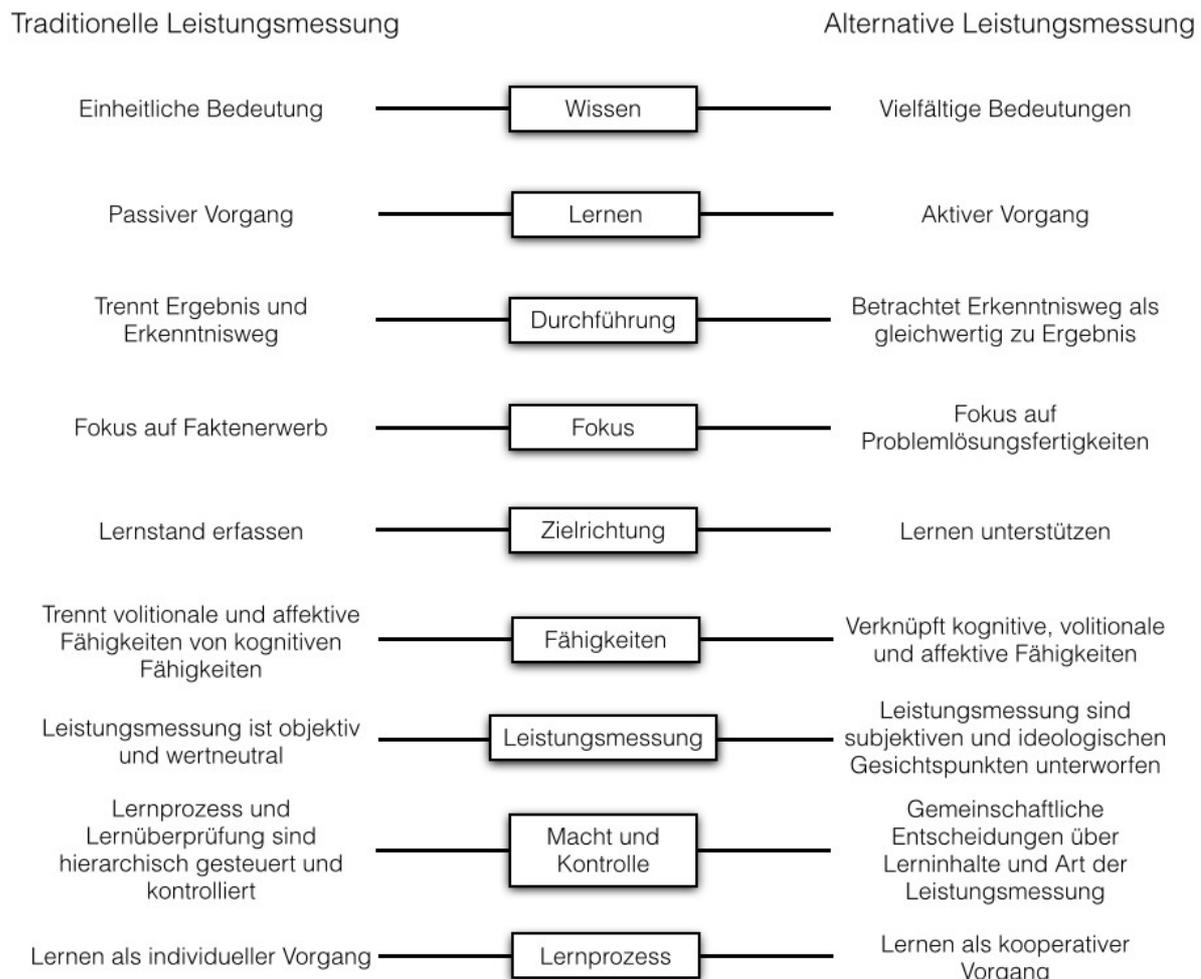


Abb. 3: Vergleich der philosophischen Annahmen und theoretischen Grundlagen von traditioneller und alternativer Leistungsmessung (vgl. S. 9, Anderson, 1998)

2. Didaktische Grundlagen

Anderson nimmt mit der von ihr vorgeschlagenen Hinwendung zu einem konstruktivistischen Paradigma der Leistungsmessung in vielen Punkten die späteren Entwicklungen vorweg. An vielen Stellen sind ihre Forderungen in ähnlicher Weise als Elemente des Kernlehrplan NRW (s.o.) wiederzufinden, beispielsweise den „Fokus auf Problemlösungsfertigkeiten“ oder die Forderung nach Kooperation im Lernprozess.

Während Anderson (1998) sich auf theoretische Grundlagen konzentriert, haben Chang und Chiu (2005) in einer empirischen Studie überprüft, ob authentische Aufgaben die naturwissenschaftliche Grundbildung („scientific literacy“, s. Kapitel 2.1.1) tatsächlich besser als traditionelle Leistungstests erfassen können. Dabei gehen die Autoren von einem kontextorientierten Curriculum aus, das als Ziel hat, die *„Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler so weit zu kultivieren, dass sie auch in der realen Welt ausserhalb der Schule genutzt werden können.“* („*To cultivate students' abilities such that they can apply them to the real world beyond school*“, S. 119, Chang & Chiu, 2005)

In der Studie wurden verschiedene authentische Aufgaben entwickelt, die sich in offene, geschlossene sowie experimentelle Aufgaben unterscheiden. Insgesamt wurden die Aufgaben von 1503 Schülerinnen und Schülern in 44 Schulen bearbeitet. Die Ergebnisse der Aufgaben wurden dann mit den Ergebnissen des universitären Zugangstest (für Taiwan) verglichen.

Chang & Chiu (2005) berichten, dass nur wenige Schülerinnen und Schüler ihre Leistungen im Zugangstest in den authentischen Aufgaben wiederholen konnten, insbesondere im experimentellen Teil. Sie schliessen daraus, dass *„der verbreitete Zugangstest unfähig war, die authentischen Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler zu evaluieren“*. („*the standardized test was unable to evaluate students' authentic ability*“, S. 128, Chang & Chiu, 2005)

Außerdem berichten die Autoren, dass bisher schwächere Schülerinnen und Schüler stärker von der Nutzung authentischer Aufgaben profitieren. Das entspricht der Anmerkung von Meryn (2010), dass traditioneller Physikunterricht, insbesondere dessen Sprache, oft auf Schülerinnen und Schüler ausgerichtet ist, die faktisches Wissen bevorzugen und daher in einem solchen Unterricht im Vorteil sind und als stärker empfunden werden.

Die Eingangs erwähnte Annahme einer besseren Überprüfung von Fähigkeiten jenseits des reinen Fachwissens scheint also gegeben zu sein. Insbesondere können nach Chang & Chiu (2005) auch geschlossene oder offene Fragen hilfreich sein. Inwiefern authentische Aufgaben aber beim Lernen hilfreich sein können, hat Kuhn (2008, in Zusammenarbeit mit Müller 2007) untersucht.

Dabei haben sich Kuhn und Müller (2007) auf Zeitungsmeldungen gestützt. Sie gehen dabei von der Annahme aus, dass ein Problem durch die Erlangung neuartigen Wissens gelöst werden kann. Dabei diskutieren die Autoren auch die bereits bei Müller (2006) diskutierten Probleme einer zu offenen authentischen Aufgabe: Durch ein zu komplexes Problem können Schülerinnen und Schüler überfordert werden und der Lernerfolg kann verringert oder gänzlich verhindert werden.

Die Autoren wollen die vorgestellten Aufgaben nicht nur als Übungs- und Testaufgabe sehen (s.o.), sondern sehen sie als Lernanlässe, die zentral im Unterricht eingebunden werden. Dabei konzentrieren sich die Autoren auf die Kompetenzbereiche Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung und erarbeiten exemplarisch am Beispiel von drei verschiedenen Zeitungsmeldungen, wie durch verschiedene Aufgabenstellungen verschiedene Kompetenzbereiche abgedeckt werden können.

Kuhn (2008) beschreibt, den Effekt der Nutzung solcher Zeitungsmeldungen (bei Kuhn auch „Ankermedien“ genannt) auf Schülerinnen und Schüler. Er stellt fest, dass sowohl Motivation

2. Didaktische Grundlagen

als Leistungsfähigkeit sich nicht nur signifikant verbessern, sondern auch über einen gewissen Zeitraum hinweg stabil höher sind als in einer vergleichenden Kontrollgruppe.

Kuhn (2008) führt weiter aus, dass in einer Befragung der teilnehmenden Lehrerinnen und Lehrer eine hohe Zustimmung zu der Nutzung solcher Ankermedien zu erkennen sei. Gleichzeitig bestehen aber Zweifel daran, ob die Auswahl und Implementierung dieser Ankermedien im Rahmen der normalen Arbeitszeit der einzelnen Lehrkraft zu bewältigen ist. Kuhn sieht dies als Gelegenheit für die Forschung, durch beständige Weiterentwicklung auch kleinerer Projekte (er vergleicht das Projekt mit den deutlich umfangreicheren Handreichungen von „Physik im Kontext“) einen Beitrag zu der Entwicklung praktikabler Lernumgebungen unter realen Bedingungen zu leisten.

Kuhn (2008) widmet sich im Weiteren der Optimierung des Einsatzes der Zeitungsmeldungen als authentische Aufgabe und schliesst letztlich:

1. *ZEITUNGSAUFGABEN fördern generell deutlich besser und andauernder Lernwirkung und Motivation.*
2. *ZEITUNGSAUFGABEN mit mittelschweren Zeitungsartikeln haben den größten positiven Einfluss auf Lernwirkung und Motivation.*
3. *Die positive Wirkung von ZEITUNGSAUFGABEN mit leichten und schweren Zeitungsartikeln unterscheidet sich nicht und ist zwar geringer als bei der Verwendung von mittelschweren Artikeln, trotzdem fördert der Einfluss beider Lernwirkung und Motivation immer noch besser als ‚traditionelle Aufgaben‘.*
4. *Während die Wirkung von ZEITUNGSAUFGABEN von der Schwierigkeit des Instruktionstextes nicht negativ beeinflusst wird, ist Lernwirkung und Motivation bei der Arbeit mit ‚traditionellen Aufgaben‘, umso geringer je schwieriger der Aufgabentext ist. (S. 245, Kuhn, 2008)*

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, dass authentische Aufgaben die beiden eingangs erwähnten Möglichkeiten durchaus haben:

- Sie können genutzt werden, um Fähigkeiten jenseits des reinen Fachwissens, insbesondere der Kompetenzbereiche Kommunikation, Erkenntnisgewinnung und Bewertung, zu testen
- Sie können genutzt werden, um die Schülerinnen und Schüler zu motivieren und ihre Lernleistung zu verbessern, insbesondere in den erwähnten Kompetenzbereichen

Im Rahmen der verlangten Kontextorientierung stellen authentische Aufgaben ein gutes Mittel dar, einen Realweltbezug für die Fachinhalte zu generieren, ohne diesen zu einem „Feigenblatt“ (Müller, 2006) zu machen. Es bietet sich also an, sofern beispielsweise eine experimentelle Aufgabe nicht durchführbar ist, mit offenen oder geschlossenen authentischen Aufgaben zu arbeiten.

2.2.3 Straßenverkehr als Kontext

Aufgrund der bisher aufgeworfenen Überlegungen zu kontextorientiertem Unterricht ergibt sich, dass ein angemessener Kontext bestimmte Kriterien zu erfüllen hat. Ausgehend von Kapitel 1 sollte also gefragt werden, ob das Thema Straßenverkehr als angemessener Kontext bezeichnet werden kann. Diese Frage ist bereits bei Weber und Bresges (2013) kurz angesprochen worden und soll im Folgenden weiter ausgeführt werden.

2. Didaktische Grundlagen

Straßenverkehr ist ein Thema, welches großen Raum im alltäglichen Leben vieler Menschen einnimmt. Nach Einig und Pütz (2007) nimmt die durchschnittliche Pendeldistanz der Berufstätigen kontinuierlich zu. Gleichzeitig ist durch die aktuelle Entwicklung, sowohl bezogen auf den altersgemäß stärker werdenden Mobilitätsbedarf junger Erwachsener als auch die Kombination aus ländlichen Wohnorten und städtischen Freizeitangeboten für junge Erwachsene, die Fahrerlaubnis eine wichtige Zäsur für viele Schülerinnen und Schüler (Limbourg, 2010). Der Lebensweltbezug des Themas Straßenverkehr ist also kaum von der Hand zu weisen. Dementsprechend haben Duit et al. (2002) bereits diesen Kontext als Beispiel für die Kompetenzmessung genommen (s. o.).

Wie in dem Fahrrad-Beispiel von Müller (2006) muss aber auch das Thema Straßenverkehr in die Fachsystematik der Physik eingebettet werden. Ein PKW beispielsweise ist ein mechanisch und elektronisch hoch komplexer Gegenstand. Von durchaus grundlegender Bedeutung für das Führen eines Fahrzeug ist aber nicht nur der technische Aufbau, sondern auch das Fahrverhalten. Es bietet sich also an, den PKW auf gewisse Objekteigenschaften zu reduzieren, beispielsweise Masse, Geschwindigkeit und Bremsverhalten. Damit würde man ein didaktisches Modell des PKW (vgl. Bresges, 2002) behandeln und hätte gleichzeitig einen ersten Hinweis auf eine Einbettung in die Fachsystematik erhalten.

Ähnlich hat auch Schaaf (2011) bereits die Nutzung des Kontextes „Mechanik des Straßenverkehrs“ begründet:

1. *Die Gesetze der Mechanik können anhand des Kontextes hervorragend erarbeitet und angewendet werden: Die Bewegungsgesetze, das Trägheitsgesetz, die Impuls- und Energieerhaltung, Reibungskräfte und Kreisbewegungen lassen sich gut daran thematisieren.*
2. *Allgemeine Zusammenhänge können verdeutlicht werden, indem man z.B. Bremsvorgänge und Beschleunigungsvorgänge vergleicht: In beiden Fällen gelten dieselben Bewegungsgesetze, nur das Vorzeichen der Beschleunigung ist unterschiedlich.*
3. *Die lebenspraktische Bedeutung ist für Schülerinnen und Schüler offensichtlich, schließlich nehmen sie zukünftig aktiv am Straßenverkehr teil und haben durch die Bühnenpräsentation [des CrashKurs NRW] die Gefährlichkeit des Straßenverkehr eindrucksvoll erfahren. (S. 24, Schaaf, 2011)*

Auch von Bresges (2007, 2011a) wurde das Thema „Straßenverkehr“ bereits als Lebensweltbezug genutzt, jeweils in Verbindung mit flankierenden Maßnahmen der Polizei. Insbesondere verweist Bresges (und auch Busse, 2006) in seinen Publikationen auch auf ältere Arbeiten hin, beispielsweise von Harreis (1988) und Treitz (1998).

Es scheint also in der Physikdidaktik relativ unstrittig zu sein, dass „Straßenverkehr“ als Kontext (zum Teil auch verkürzt Verkehrsphysik genannt) geeignet ist. Westphal (1995) geht sogar weiter und geht davon aus, dass auch die Verkehrserziehung von einer Behandlung der Verkehrsphysik profitiert. Dieser Einschätzung wird sich in dieser Arbeit angeschlossen.

2.3 Weitere didaktische Überlegungen

In der vorliegenden Arbeit werden mehrere Unterrichtseinheiten vorgestellt. Die den Modulen „Ablenkungen im Straßenverkehr“ und „Unfallortanalyse“ zugrunde liegenden didaktischen Überlegungen werden im Folgenden dargestellt.

2.3.1 Serious Games im Schulunterricht

Die Nutzung von digitalen „Spielen“ im Schulunterricht ist Thema mancher Veröffentlichungen. Es muss aber immer wieder abgewägt werden, welche Vor- und Nachteile solche „Serious Games“ bieten und welche Rahmenbedingungen für eine sinnvolle Nutzung bestehen.

Grundsätzlich muss der Begriff „Serious Games“ definiert werden. Weber und Bresges (2014) haben diese Art der Computernutzung im Unterricht in Abgrenzung zu Lernspielen (Egenfeldt-Nielsen, 2007) und Computersimulationen (Geban, Askar und Özkan, 1992) wie folgt charakterisiert: *Ein Serious Game ist ein Computer-„Spiel“, welches Lerninhalte vermittelt, ohne dass den Lernenden bewusst wird, dass Lerninhalte vermittelt werden.*

Nach Prensky (2001) ist das spielerische Element der scheinbar wichtigste Element des „Serious Game“. Dabei wird von den Autoren der Begriff „Stealth Learning“ verwendet, nach de Freitas (2006) und Sharp (2012). Damit ist gemeint, dass der Lerninhalt heimlich vermittelt wird, indem die zu lernenden Inhalte in die Spielmechanik eingebettet werden. Vergleichbar damit verwendet Crews (1997) den Begriff „Anchored Interactive Learning Environment“, was wiederum analog zu den Ankermedien von Kuhn (2008) verstanden werden kann.

De Freitas (2006) stellt fest, dass Serious Games weiterhin einen „*meaningful learning context*“ (S. 18), einen sinnstiftenden Kontext, benötigen und diesen nicht nur aus sich selbst generieren. Im Beispiel von Weber & Bresges (2014) war dies beispielsweise ein Schülerlabor, wo einzelne Elemente des Spieles durch Realexperimente nochmals aufgegriffen wurden.

Mehrfach wurde außerdem festgestellt, dass die Schülerinnen und Schüler einen Grund haben müssen, einen Fortschritt im Spiel – und damit auch beim Erarbeiten des Lerninhaltes – zu erreichen. Ohne diese Motivation haben bereits Schauble, Glaser, Duschl, Schulze und John (1995) sowie Eysink, Dijkstra und Kuper (2001) festgestellt, dass die Schülerinnen und Schüler keine neuen Theorien testen oder sich in unbekannte Situationen begeben.

Kommerziell erfolgreiche Spiele haben dies dadurch gelöst, dass eine Rahmenhandlung das Spiel umgibt, so dass die Geschichte nur dann voranschreitet, wenn der nächste Schritt im Spiel gemacht wurde. Als Beispiel kann man hier das Spiel „Genius Physik“ vom Cornelsen Verlag aufführen.

Weber & Bresges (2012, 2014) führen außerdem noch als grundsätzlich zu beachtendes Problem auf, dass das Medium „Computer“ keinen zu hohen Stellenwert einnehmen sollte. Fokus des Einsatzes eines „Serious Game“ sollte das Spiel und damit der Lerninhalt sein und nicht die Nutzung eines Computers an sich. Insofern ist fraglich, ob eine solche Methode nützlich ist, wenn das Medium Computer selten in der Schule genutzt wird. In so einem Fall muss davon ausgegangen werden, dass die Schülerinnen und Schüler der ausnahmsweisen Computernutzung mehr Aufmerksamkeit als dem Lerninhalt schenken.

2. Didaktische Grundlagen

Diesen Anmerkungen gegenüber stehen die Vorteile, die durch die Nutzung von Serious Games erwachsen. Moderne Computer können hochkomplexe Umweltveränderungen (z.B. Klimawandel, vgl. Weber & Bresges, 2012) ohne großen Aufwand und sehr realistisch modellieren. Simulationsspiele im Freizeitbereich können sehr komplexe Situationen abbilden und verständlich machen. Nach Dörner (2003) ist das Verständnis solcher Situationen von hoher Wichtigkeit, ist aber gleichzeitig noch schwach ausgeprägt. Durch die Nutzung von Computern können die Schülerinnen und Schüler also Erfahrungen mit komplexen Situationen sammeln.

Die anfängliche Motivation von Schülerinnen und Schüler, sich mit Spielen zu beschäftigen, ist ebenfalls sehr hoch. Dies wurde bereits von Geban, Askar und Özkan (1992) berichtet. Weber & Bresges (2012) beobachteten, dass die Motivation der Schülerinnen und die der Schüler ungefähr gleich stark und insgesamt hoch war. Daher können durch die Nutzung von Serious Games Barrieren abgebaut werden.

Nach Merzyn (1998) lernen Schülerinnen und Schüler eine große Menge neuer Vokabeln pro Unterrichtsstunde. Dies identifiziert er als Problem für viele Schülerinnen und Schüler. Ähnliche Zahlen vorher unbekannter oder anders besetzter Begriffe können grundsätzlich auch in kommerziell erfolgreichen Spielen erkannt werden (bspw. „Aggro-Mechanik“ bei „World of Warcraft“, vgl. Weber & Bresges, 2014). Dabei haben die Schülerinnen und Schüler jedoch weniger Lernprobleme, zumindest eine hohe Motivation zum Begriffslernen. Eine korrekte Nutzung dieser Begriffe wird mit sozialer Anerkennung und Erfolg im Spiel belohnt. Wird also nun „heimlich“ (s.o.) ein bestimmter Wissensinhalt gelehrt, kann dieser auch eine Reihe neuer Fachbegriffe beinhalten, ohne den von Merzyn (1998) beobachteten Motivationsverlust zu riskieren.

Brezinka (2009) verweist auf den Erfolg von Computerspielen in der kindlichen Verhaltenstherapie. Dabei geht sie davon aus, dass der Einsatz solcher Spiele nur beaufsichtigt stattfinden kann, sie sieht in ihnen keinen Ersatz zu klassischen Methoden der Therapie sondern eine Ergänzung. Als einen bedeutsamen Vorteil stellt sie heraus, dass Spiele leichter als gängige Materialien sprachlich angepasst werden können, was sich in der aktuellen Entwicklung der Schule als wichtig erweisen wird.

Zuletzt sei noch erwähnt, dass Schaumburg, Prasse, Tschackert und Blömeke (2007) bereits festgestellt haben, dass durch den Einsatz von Notebooks im Unterricht eine stärkere Individualisierung und Binnendifferenzierung erreicht wurde. Gleichzeitig wurden die Schülerinnen und Schüler selbstständiger und selbstbestimmter. Insbesondere schwächere Schülerinnen und Schüler profitierten dabei insgesamt vom Einsatz von Notebooks. Solche Erkenntnisse bestätigen bereits den Nutzen des Mediums an sich.

Zusammenfassend kann also davon ausgegangen werden, dass die Nutzung von Serious Games im Unterricht große Vorteile bieten kann, sofern dies theoriegeleitet richtig eingebettet wird. Damit entsprechen die Herausforderungen der Nutzung von Serious Games den Herausforderungen, die bereits in Kapitel 2.2 besprochen werden, nämlich die kluge Auswahl eines Kontextes. Entsprechend ist das in Kapitel 6.3.1 formulierte Konzept der Nutzung eines Computerspieles auch angepasst auf das bereits in 2.2.3 als nützlich betrachtete lebensnahe Umfeld „Straßenverkehr“.

2. Didaktische Grundlagen

2.3.2 Außerschulische Lernorte

Außerschulische Lernorte stellen eine Sonderform des kontextorientierten Unterrichts dar. Hier wird der zu lehrende Gegenstand nicht ins Klassenzimmer gebracht oder als Modell rekonstruiert, sondern außerschulische Lernorte sind Orte, die außerhalb der Schule liegen und an denen im weitesten Sinne gelernt werden kann. Solche Lernorte können dabei didaktisch aufbereitet sein (bspw. das K.Ö.L.N.-Projekt im Zdi-Schülerlabor Köln, vgl. Schult und Bresges, 2014), oder auch nicht (bspw. Kraftwerke, Bachläufe oder Straßenkreuzungen).

Wilhelm, Messmer und Rempfler (2007) schreiben dazu, dass viele Lehrpersonen grundsätzlich die Nutzung solcher Lernorte begrüßen, sich aber häufig aufgrund der Schwierigkeiten der Finanzierung sowie zeitlicher und organisatorischer Probleme kaum noch in der Lage sehen, außerschulische Lernorte zu besuchen. (vgl. auch MSW, 2005)

Wilhelm et al. (2007) arbeiten aus dem Modell der didaktischen Rekonstruktion (vgl. Kattmann, Duit, Gropengießer und Komorek, 1997) drei zentrale Elemente heraus, die für außerschulische Lernorte relevant sind (S. 13-16, Wilhelm et al., 2007):

- *Interessen und Präkonzepte der Lernenden*
- *Sachstruktur der originalen Begegnung*
- *Didaktische Strukturierung des außerschulischen Lernanlasses*

Zu den Interessen der Lernenden verweisen Wilhelm et al. (2007) auf widerstreitende Erkenntnisse, die sowohl die Wirksamkeit als auch die Unwirksamkeit außerschulischer Lernorte belegen. Dabei wird in keinem Fall die kurzfristige Erhöhung der Motivation bezweifelt, aber langfristige Effekte sind oft nicht messbar. Erklärbar ist dies auch mit den oben dargestellten Ausführungen zum kontextorientierten Lernen: Der Kontext muss sinnstiftend sein. Wenn wie im beispielhaft angeführten K.Ö.L.N.-Projekt (Schult & Bresges, 2014) die Lerninhalte in einen Lebensweltbezug gesetzt werden, ist eher von einer langfristigen Lernmotivation auszugehen. Anders wäre es gewesen, wenn Schult & Bresges (2014) statt dem Kölner Stadtklima die klimatischen Bedingungen an einem relativ lebensweltfernen Ort wie den Bahamas diskutiert hätten.

Unter dem Oberbegriff „Sachstruktur der originalen Bedeutung“ beschreiben Wilhelm et al. (2007) die Exemplarität des außerschulischen Lernortes. Ihre Forderung ist, dass ein außerschulischer Lernort nicht möglichst breit die Lerninhalte vorstellt, sondern an wenigen Beispielen der Lerninhalt vertieft werden kann. Darunter zählt auch eine räumliche Fokussierung oder eine klare thematische Einbettung. Diese Problematik ist abstrakt ebenfalls bereits in Kapitel 2.2 angesprochen worden, bezogen auf die übermäßige Komplexität eines Kontextes oder einer authentischen Aufgabe (vgl. Müller, 2006 sowie Kuhn und Müller, 2007).

Letztlich fordern Wilhelm et al. (2007) eine didaktische Strukturierung und Einbettung. Dabei verlangen sie keine explizit inhaltliche Forderung, sondern begnügen sich mit einer konzeptionellen Vorbereitung. Wichtig ist den Autoren dabei eine klare Aufgabenstellung, die dabei den Schülerinnen und Schülern genügend Freiheiten zum eigenständigen Forschen gibt.

Insgesamt gehen Wilhelm et al. (2007) davon aus, dass außerschulische Lernorte eine wertvolle Ergänzung des Schulalltages sind, sofern die hier kurz dargestellten Überlegungen in Betracht gezogen wurden. Vieles davon lässt sich analog (bzw. abstrakter) auch bei den Überlegungen zum kontextorientierten Unterricht finden, ist hier aber speziell für außerschulische Lernorte formuliert.

3. Verhalten von Verkehrsteilnehmern

Soll das Verhalten von Verkehrsteilnehmern beeinflusst werden, muss im Vorfeld geklärt werden, wie das vorhandene Verhalten beschrieben werden kann. Dies soll im folgenden Kapitel anhand des Modells der Aufmerksamkeitssteuerung von Engström, Victor und Markkula (2013) geschehen. Die kognitiven Grundlagen des Modells werden im Vorfeld beschrieben und das Kapitel soll durch eine Anwendung des Modells abgeschlossen werden.

3.1 Kognitive Grundlagen

Verhaltensmodelle wie das Modell der Aufmerksamkeitssteuerung (s. Kap. 3.2) basieren auf bestimmten grundlegenden Annahmen über die menschliche Kognition. Insbesondere wird in diesem Modell eine kognitive Kontrolle über bestimmte Handlungs- und Verhaltensweisen sowie eine diese kognitive Kontrolle aktivierendes Wertesystem beschrieben. Warum aber eine solche Annahme überhaupt getätigt werden kann, wird hier grundlegend anhand der Arbeiten von Kahneman (2012) und Spiegel (2012) beschrieben.

Kahneman unterscheidet zwischen zwei Systemen, die unterschiedliche Aufgaben wahrnehmen. System 1 ist für schnelle und intuitive Antworten verantwortlich, dabei werden Antworten auf Fragen abgeschätzt. Genaue Antworten sowie komplexere Fragestellungen erfordern eine Aktivität von System 2. Genauso ist System 2 für die Selbstkontrolle von Gedanken und Verhaltensweisen zuständig.

Grundsätzlich kann man eine Teilnahme am Straßenverkehr als mental belastend betrachten. Aus diesem Grund gibt es auch Untersuchungen zu altersbedingter Abnahme mentaler Fähigkeiten und dem Einfluss auf die Fahrfähigkeit (vgl. Gilani, 2013). Eine solche mentale Belastung wiederum führt nach Kahneman (2012) zu einer Aktivierung des sogenannten Systems 2 (S. 89). Dies wiederum ist, aus den nachfolgend genannten Gründen, als problematisch zu werten.

Nach Kahneman können Menschen das System 2 jedoch nicht dauerhaft und unbegrenzt nutzen (S. 58). Eine kognitive Auslastung, beispielsweise das Memorisieren mehrerer Ziffern, kann unter Anderem dazu führen, dass oberflächliche Urteile gefällt und egoistische Entscheidungen getroffen werden. Gleichzeitig kommt es zu einer „Ego-Depletion“: Versuchspersonen, die in einem Test mentale Arbeit mit ihrem System 2 verrichten mussten, schneiden in einem darauffolgenden Test schlechter ab. Kahneman (2012) listet eine beispielhafte Aufzählung von Hinweisen auf eine erschöpfte Selbstkontrolle auf:

- Von seiner Ernährung abweichen
- Zu viel Geld für Impulskäufe ausgeben
- Aggressiv auf Provokation reagieren
- Bei einer Kraftmesser-Aufgabe weniger lange durchhalten
- Bei Denkaufgaben und logischer Entscheidungsfindung schlecht abschneiden

Kahneman weist darauf hin, dass einer mentalen Erschöpfung durch starke Anreize oder Energiezufuhr durch Nahrungsmittel entgegengewirkt werden kann. Dies ist bei einer mentalen Auslastung nicht möglich.

3. Verhalten von Verkehrsteilnehmern

Schaap (2013) beschreibt Autofahren als mental anstrengend (siehe auch die eingangs erwähnte Betrachtung). Ermüdungserscheinungen spielen auch eine wichtige Rolle bei der später beschriebenen Studie von Mader et al. (2009). Es kann daher geschlossen werden, dass nach längeren Perioden des Autofahrens eine mentale Erschöpfung vorliegt und die Selbstkontrolle des Individuums nachlässt. Kahneman geht davon aus, dass in diesem Fall System 1 die Kontrolle über das Verhalten übernimmt.

Bezogen auf Kernelemente dieser Arbeit, wie beispielsweise eine korrekte Gefahreinschätzung oder Selbstreflektion hat System 1 jedoch mehrere Nachteile, beispielsweise den „Mere-Exposure-Effekt“ oder intuitive Schlussfolgerungen trotz unbekannter Situation.

Kahneman (2012) beschreibt den Mere-Exposure-Effekt (S. 91), der dazu führt, dass ein wiederholter Reiz von System 1 als ungefährlich betrachtet wird, wenn er nicht mit negativen Reaktionen verknüpft wird. Bei durchschnittlich 275,8 Verunglückten pro Milliarde Personenkilometer (Statistisches Bundesamt, 2011) kann davon ausgegangen werden, dass Unfälle auf das Individuum bezogen ein eigentlich seltenes Ereignis sind. Durch die mediale Darstellung des Unfallrisikos und die Verankerung selbst gesehener Unfälle (S. 165, S.179, Kahneman, 2012) wird das Risiko eines Unfalles jedoch subjektiv als deutlich höher empfunden. Verkehrsteilnehmer gehen daher von einem simplen Kausalzusammenhang zwischen Fahrfehler und Unfall aus, was aber statistisch nicht korrekt ist. Typische Fahrfehler, die nicht zu einem Unfall führen, werden daher in ihrem tatsächlichen Risiko unterschätzt. Daher werden auch riskante Situationen im Straßenverkehr nicht als negativ empfunden und bei mehrfacher Wiederholung führt dies zu einem falschen Sicherheitsempfinden. Ähnliche Effekte beobachtet auch Spiegel (2012) und empfiehlt daher die Einführung eines Fehlerzählers: Jeder Fehler, auch wenn er keine Konsequenzen hatte, soll vermerkt werden (beispielsweise durch ein mechanisches oder digitales Zählwerk). Dabei unterscheidet Spiegel nur zwischen absichtlich und unabsichtlich begangenen Fehlern, ihm geht es um die absichtlich begangenen Fehler. Spiegel sieht darin die Möglichkeit, dem Mere-Exposure-Effekt, den er nicht explizit benennt, zu entgehen: Durch die bewusste Klassifizierung eines Verhaltens als „Fehler“ wird der Verkehrsteilnehmer bewusster agieren und seine Selbstkontrolle stärken.

Intuitive Schlussfolgerungen sind nach Kahneman (2012) eine weitere Aufgabe von System 1. Dabei schreibt Kahneman: *„Voreilige Schlussfolgerungen sind dann effizient, wenn sie mit hoher Wahrscheinlichkeit zutreffen, wenn die Kosten eines gelegentlichen Fehlers akzeptabel sind und sie viel Zeit und Mühe sparen.“* (S. 105, Kahneman, 2012).

Auch Spiegel spricht von mangelhafter rationaler Kontrolle, wenn beispielsweise *„ein Motorradfahrer auf einer schmalen und kaum befahrenen Straße, die ihm gut bekannt ist, um eine blinde Kurve sticht und frontal auf einen Langholzlastler prallt“*. (S. 22, Spiegel, 2012).

In diesem Fall hat System 1 die Lenkung übernommen und eine Schlussfolgerung über eine unbekannt Situation getroffen, in der Annahme, dass die Situation einschätzbar sei.

Spiegel (2012) spricht üblicherweise von der „Tiefenperson“ und der „Ichperson“, wobei seine Beschreibung dieser beiden „Personen“ – womit er eine grobe Vereinfachung verschiedener Bereiche der menschlichen Psyche meint – sehr ähnlich zu der Beschreibung von System 1 und System 2 bei Kahneman (2012) ist. Bei beiden Autoren findet sich eine kritische Auseinandersetzung mit der Reflexionsfähigkeit des Individuums, sofern diese nicht bewusst gelenkt wird. Kahneman spricht hier vom „Rückschaufehler“, während Spiegel auf einer praxisnäheren Ebene direkt eine bewusste Reflexion des eigenen (oder fremden) Verhaltens fordert. Gemeint ist hier die Tendenz, vergangene Ereignisse nachträglich zu erklären, zu rechtfertigen

3. Verhalten von Verkehrsteilnehmern

oder auf eine unzulässige Art und Weise neu zu interpretieren. Im umgangssprachlichen Umfeld wird diese Tendenz mit dem Sprichwort „Nachher ist man immer schlauer“ beschrieben. Kahneman beschreibt beispielsweise die Reaktion von Ben Bradley, Chefredakteur der Washington Post auf die Terroranschläge am 11. September 2001: *„Es erscheint mir selbstverständlich, dass man eine solche Nachricht [Die der CIA im Juli vorliegende Information über einen geplanten Angriff auf die U.S.A.], die Geschichte schreiben wird, direkt dem Präsidenten mitteilt.“* (S. 253, Kahneman, 2012). Kahneman kommentiert dies: *„Aber am 10. Juli wusste niemand – hätte niemand wissen können –, dass diese Neuigkeit Geschichte schreiben würde.“* (S. 253, Kahneman, 2012).

Solche Erklärungen und Interpretationen im Nachhinein führen dazu, dass auch eigenes Fehlverhalten in einen Kontext gesetzt wird. Insbesondere fehlerhafte Entscheidungen, die keine negativen, sondern positive Ergebnisse brachten, werden so belohnt. Bei diesen Ergebnisfehlern wird dann nicht Glück, sondern Gespür und Weitblick bei einer erfolgreichen waghalsigen Unternehmung angenommen (vgl. Kahneman, 2012).

Betrachtet man diese Charakterisierungen von System 1 und System 2, wahlweise Tiefen- und Ichperson, ist festzustellen, dass die bewusste Reflektion und Selbstkontrolle einen Verkehrsteilnehmer vor falscher Gefahreinschätzung bewahren kann. Auch können auf diese Art Fehler beim Reflektieren des eigenen Verhaltens vermieden werden. Problematisch ist die eingangs beschriebene „Ego-Depletion“. Spiegel (2012) empfiehlt daher praxisnah durch Verwendung von Fehlerzählern und Vorplanung eine Fahrweise zu übernehmen, die zu lange Anstrengungen vermeidet.

Spiegel geht außerdem davon aus, dass die Tiefenperson auch positive Seiten hat. Er spricht vom „Flow“, in welchem die Tiefenperson sehr reaktionsschnelle Entscheidungen treffen kann, da der Fahrer in das Fahrzeug „hineingeschlüpft“ ist. Er beschreibt damit die Wahrnehmung, dass durch das unbewusste, antrainierte Verwenden von Verhaltensweisen das Führen eines PKW weniger anstrengend ist und dadurch längere Fahrstrecken ohne ausserordentliche Ermüdung bewältigt werden können.

Der Flow wird dabei in bestimmten Situationen durch starke Reize unterbrochen. Dieses Unterbrechen soll eine bewusste Reflektion der Verkehrssituation und dadurch eine Korrektur der eventuell gefährliche Situationseinschätzung ermöglichen.

3.2 Modellierung der Kognition eines Verkehrsteilnehmers

Mit den in Kapitel 3.1 besprochenen allgemeinen Erkenntnissen von Kahneman (2012) und den aus der Praxis beobachteten Ansätzen von Spiegel (2012) kann das folgende Modell von Engström et al. (2013) verstanden werden.

Dieses Modell wiederum basiert auf dem zweidimensionalen Ansatz der Aufmerksamkeitsauswahl von Verkehrsteilnehmern von Trick und Enns (2009). Trick und Enns gehen davon aus, dass im Normalfall die tatsächliche Aufmerksamkeit auf einzelne Elemente der Verkehrssituation fokussiert wird, also eine Aufmerksamkeitssteuerung stattfindet. Dies geschieht nach Spiegel (2012), um eine mentale Ermüdung zu verhindern.

3.2.1 Modi der Aufmerksamkeitssteuerung

Die erste Dimension ist nach Trick und Enns die Aufmerksamkeitsauswahl. Diese kann automatisch oder kontrolliert erfolgen. Dies hat unterschiedliche Folgen:

„Automatische Aufmerksamkeitsauswahl ist schnell, mühelos und unbewusst und ist schwierig zu stoppen oder zu modifizieren, sobald sie begonnen wurde.“, S.3, Trick & Enns, 2009)

Die kontrollierte Aufmerksamkeitsauswahl kostet dagegen Mühe und sie ist langsamer, kann allerdings bewusst modifiziert werden (vgl. Trick & Enns, 2009).

Trick und Enns gehen dabei nicht davon aus, dass es nur diese beiden Zustände gibt, sie halten eine Kontinuumsbetrachtung für sinnvoll. Dies entspricht insgesamt der Betrachtungsweise von Spiegel (2012), wobei die automatische Aufmerksamkeitsauswahl hier der Tiefenperson und die kontrollierte Aufmerksamkeitsauswahl der Ichperson obliegt.

Als zweite Dimension soll laut Trick & Enns die Ursache für den speziellen Fokus der Aufmerksamkeit betrachtet werden. Dabei unterscheiden sie zwischen sogenannten endogenen und exogenen Faktoren. Exogene Faktoren sind für Trick & Enns biologische Grundlagen des Menschen und gesellschaftlich anerzogene Reize. Endogene Faktoren sind im Gegensatz dazu individuelle Zielsetzungen und Vorstellungen, die anhand der jeweils erkannten Situation definiert werden. In der Rezeption von Engström et al. (2013) wird hier von Top-Down und Bottom-Up gesprochen. Dieser Namenskonvention liegt das Bild eines von oben steuernden Bewusstseins gegenüber einem von unten Reize aufnehmenden Sensorenapparates zugrunde. Im Folgenden wird sich der Namenskonvention von Engström et al. bedient.

Engström et al. definieren anhand dieser Dimensionen vier verschiedene Modi der Aufmerksamkeitssteuerung:

- Gewohnheit (Automatisch, Top-Down)
- Überlegung (Kontrolliert, Top-Down)
- Reflex (Automatisch, Bottom-Up)
- Erkundung (Kontrolliert, Bottom-Up)

Eine Aufmerksamkeitssteuerung durch Gewohnheit wird durch eine Vorahnung von Gefahrenmomenten beeinflusst. Diese Vorahnung ist bei erfahrenen Autofahrern besser ausgeprägt, bei ihnen werden diese Steuerungsmechanismen ohne bewusste Anstrengung genutzt (Trick & Enns, 2009). Die Aufmerksamkeitssteuerung wird außerdem durch den erwarteten Wert einer bestimmten Aufmerksamkeitsauswahl beeinflusst. Dieser Wert ergibt sich daraus, welcher Ge-

3. Verhalten von Verkehrsteilnehmern

winn daraus erwartet wird, beziehungsweise welcher Schaden durch mangelnde Aufmerksamkeit erwartet wird. Letzteres ist nach Engström et al. (2013) im Straßenverkehr die häufiger gemachte Einschätzung.

Wird die Aufmerksamkeitssteuerung durch Überlegung kontrolliert, dann steuert der Verkehrsteilnehmer bewusst, anhand bestimmter eigener Überlegungen, seine Aufmerksamkeit. Typisch ist dieser Modus der Aufmerksamkeitssteuerung für Situationen, in denen keine etablierten Verhaltensweisen existieren oder in denen der Verkehrsteilnehmer seine bisherigen Verhaltensweisen – durch eigene Überlegung oder aufgrund externer Hinweise – als unzulänglich erkannt hat. (Engström, et al., 2013).

Reflexhafte Aufmerksamkeitssteuerung ist nach Engström et al. (2013) stark beeinflusst durch das aktuelle Sichtfeld des Autofahrers. Solche reflexhaften Aufmerksamkeitsauswahlen können durch das Auslösen von Ausweichmanövern in letzter Sekunde („*last second rapid avoidance manoeuvre*“, S.31, Engström et al., 2013) einen Unfall vermeiden.

Beeinflusst wird die Aufmerksamkeitssteuerung neben der Exzentrizität des Sehreizes relativ zur Sehachse – wie weit ausserhalb des zentralen Sichtfeldes also etwas gesehen wird – auch durch den Reiz selber. Sichtbarkeit, Bewegung, Hintergrundkontrast und Größe sind einige der von Engström et al. benannten Einflussfaktoren, die eher eine solche reflexhafte Aufmerksamkeitssteuerung auslösen können.

Auch hier können persönliche Werte die Aufmerksamkeitssteuerung beeinflussen. Beispielsweise reagieren Personen stärker auf den eigenen Namen in einer lauten Umgebung als auf neutrale Stimuli („Cocktail-Party“-Effekt, Cherry, 1953).

Sofern keine eindeutigen Ziele oder anstrengende Situationen vorliegen, wird die Aufmerksamkeitssteuerung des Verkehrsteilnehmers durch eine Erkundung des Umfeldes dominiert. Dabei schaut sich der Autofahrer bewusst um und nimmt Schilder, Fussgänger und Häuser wahr. Solche Objekte lösen normalerweise keine reflexhafte Reaktion aus, sondern müssen mit einem gewissen mentalen Aufwand bewusst gemacht werden (Engström et al., 2013). Dieser mentale Aufwand bedingt nach Trick & Enns (2009) eine kontrollierte Aufmerksamkeitsauswahl. Nach Engström et al. findet man diesen Modus eher beim Befahren landschaftlich reizvoller Routen mit geringer Verkehrsdichte.

Engström et al. (2013) sehen diese Aufmerksamkeitssteuerung nun als eine Form des adaptiven Verhaltens („*attention selection in driving can be viewed as a form of adaptive [sic!] behavior*“, S. 33). Damit ist gemeint, dass der Autofahrer versucht, durch Aufmerksamkeitssteuerung in seiner Komfortzone zu bleiben. Die Komfortzone wird dabei dadurch definiert, dass in ihr ein für den individuellen Verkehrsteilnehmer akzeptabler Sicherheitsabstand zu einer objektiven Sicherheitszone gewahrt wird (Engström et al.). Mit Sicherheitszone ist hier der Bereich gemeint, der bei einer Unterschreitung einen Unfall objektiv unvermeidbar macht. Dieser Sicherheitsabstand und damit die Komfortzone kann sich durch das inhärente Wertesystem des Fahrers sowie durch die jeweilige Situation verändern. Es wird dabei davon ausgegangen, dass der Fahrer versucht, bei einem Unterschreiten des Sicherheitsabstandes diesen wieder einzunehmen, in dem er beispielsweise die Geschwindigkeit verringert oder eben erhöhte Aufmerksamkeit der Situation widmet. Der Sicherheitsabstand ist daher nicht als physischer Abstand, sondern als subjektive „Wohlfühlzone“ zu verstehen. Engström et al. sprechen hier auch explizit von einem Unwohlsein („discomfort“), welches der Fahrer verspürt.

3. Verhalten von Verkehrsteilnehmern

3.2.2 Modell der Aufmerksamkeitssteuerung

Die oben beschriebenen Modi der Aufmerksamkeitssteuerung werden von Engström et al. (2013) im in Abbildung 4 dargestellten Modell der Aufmerksamkeitssteuerung zusammengeführt und verknüpft. Der Begriff „Modell“ wird dabei von den Autoren auch im Sinne eines Modells der Naturwissenschaft genutzt: Die ablaufenden kognitiven Prozesse sind nicht direkt beobachtbar, aber sie können aus dem vorgeschlagenen Modell deduziert werden. Dementsprechend ist das Modell auch als eine verkürzte Darstellung der tatsächlichen Vorgänge zu verstehen. (vgl. Bresges, 2002, S. 12ff)

Dabei verwenden sie den Begriff „Schemata“ für zwei verschiedene Gruppen von Tätigkeiten. Grundschemata sind auf eine spezifische Situation bezogen. Sie beinhalten sensorisch-motorische Handlungen („Knopf drücken“, „Spur halten“) und semantische Schemata, die eine Interpretation primitiver visueller Merkmale erlauben („Auf Ampel achten“). Handlungsschemata sind komplexere Verhaltensweisen, die generischere Situationen beschreiben und verschiedene physische Handlungsweisen beinhalten können („Einem Auto folgen“, „An der T-Kreuzung rechts abbiegen“).

Im Sinne dieses Modells wird die Aufmerksamkeitssteuerung als die Auswahl einzelner Schemata beschrieben und die resultierende Aufmerksamkeit ist definiert durch die gerade aktiven Schemata.

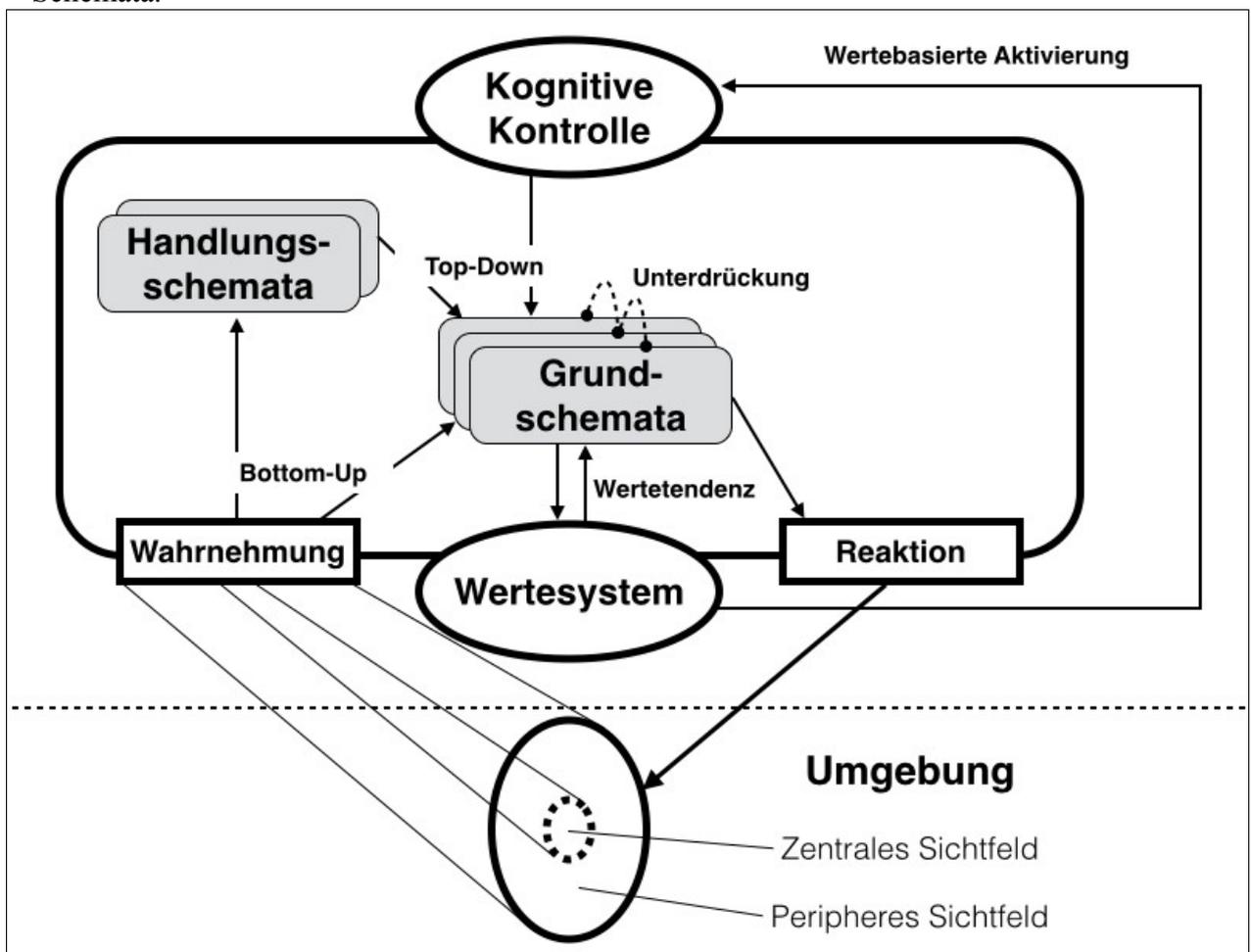


Abb. 4: Modell der Aufmerksamkeitssteuerung (übersetzt nach Engström et al., 2013)

3. Verhalten von Verkehrsteilnehmern

Diesem Modell liegt die Annahme zugrunde, dass sich einzelne Schemata gegenseitig unterdrücken und dass aktive Schema jeweils das Schema mit der höchsten Aktivierung ist. Die Aktivierung wird dabei bestimmt durch den jeweiligen Stimulus der Wahrnehmung und konkurrierende Einflüsse sowohl der andere Schemata als auch der kognitiven Kontrolle und des Wertesystems (Engström et al.).

Die von Trick und Enns (2009) vorgeschlagenen Modi der Aufmerksamkeitsauswahl kann man in diesem Modell wiederfinden (Engström et al., 2013):

- Die reflexhafte Aufmerksamkeitssteuerung ist die durch bestimmte Wahrnehmungen, insbesondere im zentralen Sichtfeld, ausgelöste Aktivierung von einzelnen Grundschemata. Dabei wird anhand des Wertesystems definiert, welche Reize zur Aktivierung welcher Schemata führen.
- Welche Grundschemata aus Gewohnheit ausgewählt werden, wird durch das jeweils aktive Handlungsschema bestimmt. Diese Verknüpfung ist erlernt und dieses Lernen wird gesteuert durch das Wertesystem.
- Die überlegte Aufmerksamkeitssteuerung ist abhängig von der Kognitiven Kontrolle. Dabei werden bewusst spezifische schwache Schemata, also Schemata mit geringer Aktivierung, aktiviert, um bestimmte Ziele zu erfüllen. Dabei können andere Schemata, die aus Reflex oder Gewohnheit aktiviert wurden, unterdrückt werden.
- Bei dem als Erkundung beschriebenen Modus der Aufmerksamkeitssteuerung werden im Gegensatz dazu durch die kognitive Kontrolle nicht spezifische Schemata aktiviert, sondern die Aktivierung aller Schemata wird erhöht. Dies führt dazu, dass einzelne Reize, die vorher nicht stark genug registriert wurden, nun mit der zusätzlichen Aktivierung der kognitiven Kontrolle andere Schemata aktiv werden lassen.

Zentrale und neue Elemente des von Engström et al. (2013) vorgeschlagenen Modells sind das Wertesystem und die kognitive Kontrolle sowie deren Einfluss auf die Aufmerksamkeitsauswahl.

Das Wertesystem stellt dabei eine Ansammlung von Werten dar, nach denen bestimmte Handlungen als gut oder schlecht für das Wohlbefinden eines Individuums eingeschätzt werden. Diese Werte werden anhand emotionaler Signale durch das Individuum wahrgenommen. Das Wertesystem ist im Modell bidirektional mit den Grundschemata verbunden und beeinflusst deren Auswahl. Ein Schema mit einer starken Werteverknüpfung wird bei gleicher sonstiger Aktivierung bevorzugt. Auch das Erlernen von neuen Schemata ist verknüpft mit dem Wertesystem, stark verknüpfte Schemata werden leichter erlernt. Werte können angeboren oder auch erlernt sein. (vgl. Engström et al., 2013)

Die kognitive Kontrolle stellt die bewusste Aktivierung einzelner Schemata dar. Dies kann geschehen, weil der Autofahrer eine ihm generell unbekannt Situation wahrnimmt (beispielsweise ein an Rechtsverkehr gewohnter Fahrer in Großbritannien) oder wenn er feststellt, dass die gewohnten Verhaltensweisen nicht ausreichend sind. Durch die kognitive Kontrolle können nun Schemata aktiviert werden, die in der jeweiligen Situation hilfreich sind, aber ohne eine zusätzliche Aktivierung durch die kognitive Kontrolle zu schwach mit Wahrnehmungsreizen oder Handlungsschemata verknüpft sind. Nach Engström et al. (2013) wird die kognitive Kontrolle durch das Wertesystem rekrutiert („*cognitive control is recruited*“, Engström et al., 2013, S. 38). Das Wertesystem erkennt einen Konflikt zwischen dem aktiven Verhaltens- und Basisschema oder ein negatives Ergebnis einer Handlung und löst dieses empfundene Problem durch die Rekrutierung der Kognitiven Kontrolle. Da eine solche Kontrolle aber auch mühsam ist und mentale Anstrengung zu einer „Ego-Depletion“ führt (Kahneman,

3. Verhalten von Verkehrsteilnehmern

2012), fungiert das Wertesystem gleichzeitig als Anreiz, um dieser mentalen Erschöpfung entgegenzuwirken.

Die von Engström et al. (2013) gemachte Annahme einer kognitiven Kontrolle führt wieder auf das in Kap. 3.1 eingeführte System 2 zurück, dessen Einfluss von Kahneman (2012) vielfach beobachtet wurde. Auch die von Spiegel (2012) eingeführte Ichperson nimmt nur einen indirekten Einfluss auf die handelnde Tiefenperson, genauso wie die kognitive Kontrolle indirekt durch Aktivierung verschiedener Schemata indirekt die Reaktion beeinflusst. Neu im Modell von Engström et al. (2013) ist vor allem die Annahme eines Wertesystems, das als eigener Akteur die Aktivierung der kognitiven Kontrolle übernimmt und hilft, die „Ego-Depletion“ zu überwinden.

Das Modell von Engström et al. (2013) stellt also eine Weiterentwicklung der von Kahneman (2012) und Spiegel (2012) beobachteten Grundlagen dar. Gleichzeitig werden diese Grundlagen in einem Modell zusammengeführt, welches für verhaltensändernde Maßnahmen wertvolle Hinweise liefert: So können durch geschickt gewählte Botschaften (siehe Kapitel 4) neue Werte definiert werden, die dann die Aktivierung des jeweiligen Schemas verändern. Auch kann auf der Ebene der kognitiven Kontrolle das Individuum in die Lage versetzt werden, bewusster ein bestimmtes Reaktionsschema auszuwählen, welches objektiv eher zu einer sicheren Fahrweise passen kann.

3.2.3 Anwendung des Modells

Durch die Anwendung des Modells kann erklärt werden, wie es zu einem Unfall kommen kann und wie dieser verhindert werden kann. Dabei wird vermutet, dass die (objektiv) korrekte Reaktion einen Unfall vermeiden kann. Diese „korrekte Reaktion“ wird im Sinne des Modells als eine Aufmerksamkeitsauswahl verstanden, die dazu führt, dass in einer bestimmten Situation die passenden Basisschemata aktiviert wurden.

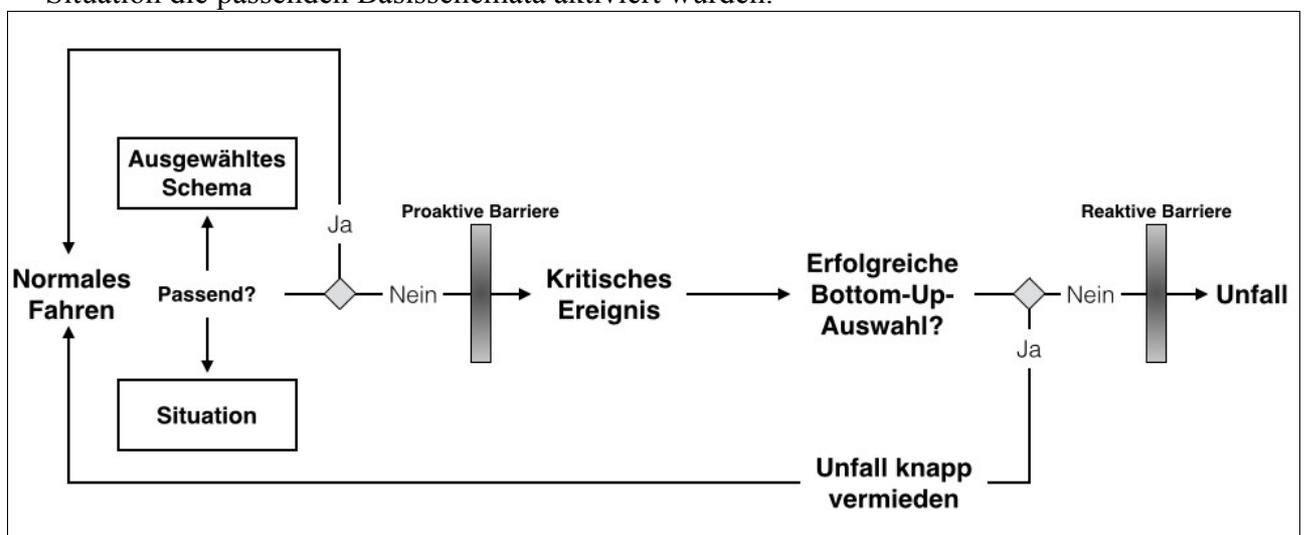


Abb. 5: Aufmerksamkeitsauswahl bei Unfällen (übersetzt nach Engström et al., 2013)

Wie in der Abbildung zu erkennen, gehen Engström et al. davon aus, dass bei einer nicht zur Situation passenden Wahl es zu einem sogenannten „Kritisches Ereignis“ kommt. Dieses Ereignis kann zu einem Unfall führen, sofern dieser nicht durch eine erfolgreiche Bottom-Up-Auswahl in letzter Sekunde, also eine reflexhafte Aufmerksamkeitsauswahl, verhindert wird.

3. Verhalten von Verkehrsteilnehmern

Während eine gute Bottom-Up-Auswahl nur trainiert werden kann (siehe dazu Spiegel, 2012), ist die Schemaauswahl vor der proaktiven Barriere geleitet durch die Werte des Verkehrsteilnehmers (tatsächlich sind die Werte auch wichtig für das Trainieren, dies ist aber nicht der Fokus dieser Arbeit). Das Wertesystem weist zum Einen darauf hin, dass ein Schema nicht zur Situation passt, zum Anderen gibt es dem Individuum die „Kraft“ (Ego-Depletion, s.o.), sich mental anzustrengen und sein Verhalten durch die kognitive Kontrolle zu regulieren.

Damit überprüft werden kann, wie gut Schema und Situation zueinander passen, darf die akute mentale Belastung nicht zu hoch werden. Nach Engström et al. (2013) ist bei einer hohen Belastung durch sekundäre Tätigkeiten (die physisch nicht mit den normalen Handgriffen des Autofahrens konkurrieren) davon auszugehen, dass die Fähigkeit, die kognitive Kontrolle zu aktivieren, verringert wird.

Dagegen konkurrieren im Wertesystem auch andere Handlungen mit hohem emotionalen Wert. Nach Engström et al. zählt beispielsweise „sozialer Kontakt“ zu Tätigkeiten, die einen hohen emotionalen Wert besitzen, zum Teil höher als die subjektiven Kosten eines Fehlverhaltens im Straßenverkehr.

3.2.4 Schlussfolgerungen

Betrachtet man sowohl das Modell der Aufmerksamkeitsauswahl als auch die daraus abgeleitete Überlegung zur Unfallvermeidung, werden bestimmte Ansatzpunkte für diese Arbeit und Schnittpunkte zur Physik in der Schule erkennbar.

Das Wertesystem des Verkehrsteilnehmers steht in Beziehung zur Fähigkeit des Individuums, Entscheidungen zu treffen. Bestimmte Werte sind dabei sicherheitsförderlich (d.h.: Sie führen in manchen Situationen zu Entscheidungen, die die Unfallwahrscheinlichkeit verringern), andere Werte sind sicherheitskritisch (d.h.: Sie können in manchen Situationen zu Fehlentscheidungen führen, die die Unfallwahrscheinlichkeit zumindest erhöht). Dies kann mit der Fähigkeit einer Schülerin oder eines Schülers verglichen werden, zwischen einer richtigen und falschen Lösung einer Physikaufgabe zu entscheiden oder eine naturwissenschaftliche Aussage in den Massenmedien zu bewerten.

Das hier formulierte Wertesystem kann geformt werden durch ein Aufbau von Kompetenzen im Bereich Bewertung. Dementsprechend kann davon ausgegangen werden, dass ein Unterricht, der solche Kompetenzen aufbauen kann, auch das Wertesystem beeinflussen kann. Da das Wertesystem aber für die Einschätzung einer Situation im Straßenverkehr relevant ist, kann vermutet werden, ausgehend von dem obigen Modell und den Überlegungen in Kapitel 2, dass Schulunterricht, Physikunterricht im Speziellen, einem Individuum sicherheitsförderliche Werte vermitteln kann.

Weiterhin gilt, dass die kognitive Kontrolle überhaupt ein sicherheitsförderliches Schema auswählen *kann*. Engström et al. (2013) gehen davon aus, dass dies immer möglich ist (oder andere Maßnahmen wie Geschwindigkeitsverringerung ergriffen werden). Aber gerade bei Fahranfängern kann nicht davon ausgegangen werden, dass ein sicherheitsförderliches Schema bekannt ist. Sofern man davon ausgeht, dass Schulunterricht Inhalte vermitteln kann, kann man auch davon ausgehen, dass im Schulunterricht auch hier dem Fahranfänger gezeigt werden kann, welches Schema, welches Verhalten sicherheitsförderlich ist.

3. Verhalten von Verkehrsteilnehmern

Aus diesem Modell heraus kann man also schliessen, dass eine schulische Behandlung des Themas Straßenverkehr mit dem Ziel einer sicherheitsförderlichen Verhaltensweise folgende Bereiche abdecken sollte:

- Schülerinnen und Schüler können beurteilen, ob und warum ein spezielles Verhalten sicherheitsförderlich ist.
- Schülerinnen und Schüler können eine Verringerung eigener Fähigkeiten im Bereich Autofahren erkennen.
- Schülerinnen und Schüler benennen gefährliche Situationen im Straßenverkehr.
- Schülerinnen und Schüler erkennen, ob ihr Verhalten zur Situation passt.
- Schülerinnen und Schüler beschreiben Verhaltensweisen in gefährlichen und unbekannt Situationen.
- Schülerinnen und Schüler reflektieren und bewerten ihr Verhalten.

Diese Bereiche liegen den in Kapitel 4.1.4 formulierten Methoden der Prävention im Bereich Straßenverkehr zugrunde.

3.3 Routine des Autofahrens

Modelle wie das hier beschriebene sind nutzbar, wenn mit ihnen experimentell gewonnene Daten erklärbar sind. Eine Studie zum Verhalten von Verkehrsteilnehmer, beschrieben von Mader et al. (2009) sowie Bresges (2007), untersucht den Einfluss von Gewöhnung und Routine auf die Hirnaktivität männlicher Autofahrer mit Fahrerfahrung. Die Erkenntnisse aus dieser Studie unterstützen das obengenannte Modell, nach zunehmender Gewöhnung wird die Kognitive Kontrolle nicht mehr aktiviert und es kommt zu einer rein reflexhaften Handlung.

3.3.1 Beschreibung der Studie und bisherige Erkenntnisse

Bresges (2007) bringt die erwähnte Studie von Mader et al. (2009) in Zusammenhang mit der Triune-Brain-Theory (MacLean, 1993). Dort werden drei miteinander verknüpfte, aber unabhängig voneinander operierende Teile des Gehirns vorgestellt: Der Reptilienkomplex, das Zwischenhirn und das Großhirn. In einer kritischen Auseinandersetzung mit dieser Theorie vermutet Bresges, dass eine experimentelle Untersuchung von jungen Verkehrsteilnehmern den Nutzen dieser Theorie für ein tieferes Verständnis der Denkweise von Verkehrsteilnehmern im Allgemeinen belegen kann. Nach Patton (2008) ist die Triune-Brain-Theory nicht mehr dem aktuellen Stand der neurobiologischen Forschung entsprechend, was die Erkenntnisse von Bresges (2007) nicht schmälert. Die experimentellen Ergebnisse sollten anhand moderne Theorien der Neurobiologie interpretiert werden. Bresges selber verwendet in späteren Publikationen die Triune-Brain-Theory nicht mehr.

Zu diesem Zweck wird die bei Mader et al. (2009) beschriebene Studie durchgeführt. In der Studie soll mithilfe der Magnetresonanztomographie (MRT) untersucht werden, inwiefern sich jeweils die Hirnaktivität während des Befahrens einer bekannten und des Befahrens einer unbekanntes Strecke verhält. Dazu wird die von Ogawa (1990) beschriebene Methode, die Aktivität von Hirnregionen anhand der im MRT erkennbaren Blutflussänderung zu bestimmen, genutzt.

Als Versuchspersonen fungierten 16 männliche, rechtshändige Polizeistudenten der Fachhochschule für öffentliche Verwaltung Nordrhein-Westfalen (ohne bekannte neurologischen Vorerkrankungen). Diese Studenten müssen im Verlauf ihrer Ausbildung eine zweiwöchige Fahrausbildung absolvieren. Die Fahrausbildung besteht aus einem schulischen Teil – theoretischer Unterricht und praktische Übungen in der Fachhochschule – sowie aus Ausbildungsmaßnahmen in realen Verkehrssituationen, beispielsweise Hochgeschwindigkeitsfahren oder Navigieren im Berufsverkehr (vgl. Mader et al., 2009).

Während der Studie wurde die Verkehrssimulationssoftware „Mechanik und Verkehr 2.0“ genutzt. Diese Software war mit besonderem Augenmerk auf eine realistische Fahrphysik entwickelt worden, bei bewusstem Verzicht auf grafisch ansprechende Umgebung (vgl. Bresges, 2007). Die Probanden sollten zuerst 6 Minuten lang das simulierte Fahrzeug beobachten (Pre-Phase), welches sich auf einer vorprogrammierten Bahn bewegte. Danach wurden sie in einen Nachbarraum geführt und steuerten 30 Minuten lang selber das Fahrzeug an einem bereitgestellten Computer, bis sie die Bahn selber fehlerfrei durchfahren konnten. Die letzte fehlerfreie Fahrt wurde dann gespeichert und im MRT erneut, über einen Zeitraum von 6 Minuten, abgespielt, während die Probanden diese passiv beobachteten (Post-Phase).

Der Sinn dieser komplexen Methode wird von Bresges (2007, S. 69) beschrieben:

3. Verhalten von Verkehrsteilnehmern

Durch diese auf den ersten Blick ungewöhnliche Maßnahme wird wirksam verhindert:

- *Dass das simulierte Auto aufgrund der ungewohnten Lage der Versuchsperson im MRT oder anderen untypischen Schwierigkeiten mit der Steuerung außer Kontrolle gerät.*
- *Das bei der Versuchsperson Angst, die Kontrolle über das Auto zu verlieren aufkommt - eine Emotion, die für die tägliche Pendleroutine als untypisch bezeichnet werden muss. [...].*
- *Das die Versuchsperson zur Bekämpfung der Langeweile bewusst andere Fahrstrategien entwickelt; ein Prozess, der auf langweiligen Autofahrten durchaus vorkommen kann, den wir hier aber nicht beobachten wollten.*

Es sollte also im Rahmen der Studie explizit erreicht werden, dass der Proband in der Post-Phase die typischen Reize einer langen Autofahrt erfährt, ohne dass er Schritte unternommen hat, etwaige eintönige Strecke zu vermeiden. Bresges (2007) schreibt ergänzend zu Mader et al. (2009) auch, dass Probanden nach dem fehlerfreien Umrunden der virtuellen Fahrbahn dazu angehalten wurden, wenigstens 10 Minuten die Strecke weiter zu durchfahren.

Im Folgenden wurde dann für verschiedene Hirnareale untersucht, inwiefern sich die Aktivität zwischen Pre- und Post-Phase signifikant unterscheidet. Mader et al. (2009) schliessen aus dieser Untersuchung, dass die für aktive Entscheidungen zuständigen Hirnareale signifikant häufiger aktiviert werden, wenn sich die Probanden auf einer unbekanntem Fahrbahn befinden. Außerdem scheinen Areale, die für eine selektive Wahrnehmung (beispielsweise Straßenschilder) zuständig sind, bei unbekanntem Fahrstrecken signifikant häufiger aktiv zu sein. Die Autoren betonen, dass die untersuchten Probanden eine Fahrerfahrung von ca. 9 Jahre (im Durchschnitt) sowie spezielle Fahrausbildung besitzen und gehen daher davon aus, dass ein Fahrtraining auch dem typischen Berufspendler keine besonderen Vorteil bringt.

Bresges geht anhand dieser Erkenntnisse davon aus, dass die verschiedenen Hirnbereiche zum Teil gar nicht mehr angesprochen werden. Er schreibt: *„Wir müssen als Schlussfolgerung davon ausgehen, dass die höheren Gehirnfunktionen, die unser Mensch-sein im normalen Tagesgeschehen bestimmen und durch die wir uns definieren, bei der Bedienung von Fahrzeugen zumindest nicht durchgehend genutzt werden.“* (S.102, Bresges, 2007)

Davon ausgehend entwickelt er verschiedene Erkenntnisse zur Verkehrserziehung. Er geht davon aus, dass plötzliche Ereignisse des Straßenverkehrs vom Kleinhirn verarbeitet werden (als Reiz-Reaktionsschemata) und dabei das davon unabhängige arbeitende Großhirn (vgl. MacLean, 1993) keinen Einfluss mehr nehmen kann. Nach Spiegel (2012, bei Bresges frühere Auflage) benutzt er die Begriffe der Ich- und Tiefenperson und identifiziert die Kombination aus Kleinhirn und Zwischenhirn als Tiefenperson, während das Großhirn als Ichperson agiert. Er geht daher davon aus, dass eine unfallpräventive Verkehrserziehung zwei Aspekte zum Ziel haben muss (S.107, Bresges, 2007):

- dem Fahrer die für Gefährdungseinschätzung und Handlungsplanung notwendigen Informationen zur Verfügung zu stellen und
- ihn dazu anzuhalten, sein eigenes Fahrverhalten ständig reflektierend zu beobachten und gezielte Selbstkontrolle auszuüben.

Dabei meint er mit „Fahrer“ eigentlich die kontrollierende Ichperson. Die Beziehung, in der diese Person zur Tiefenperson steht, beschreibt Bresges in folgendem Schaubild:

3. Verhalten von Verkehrsteilnehmern

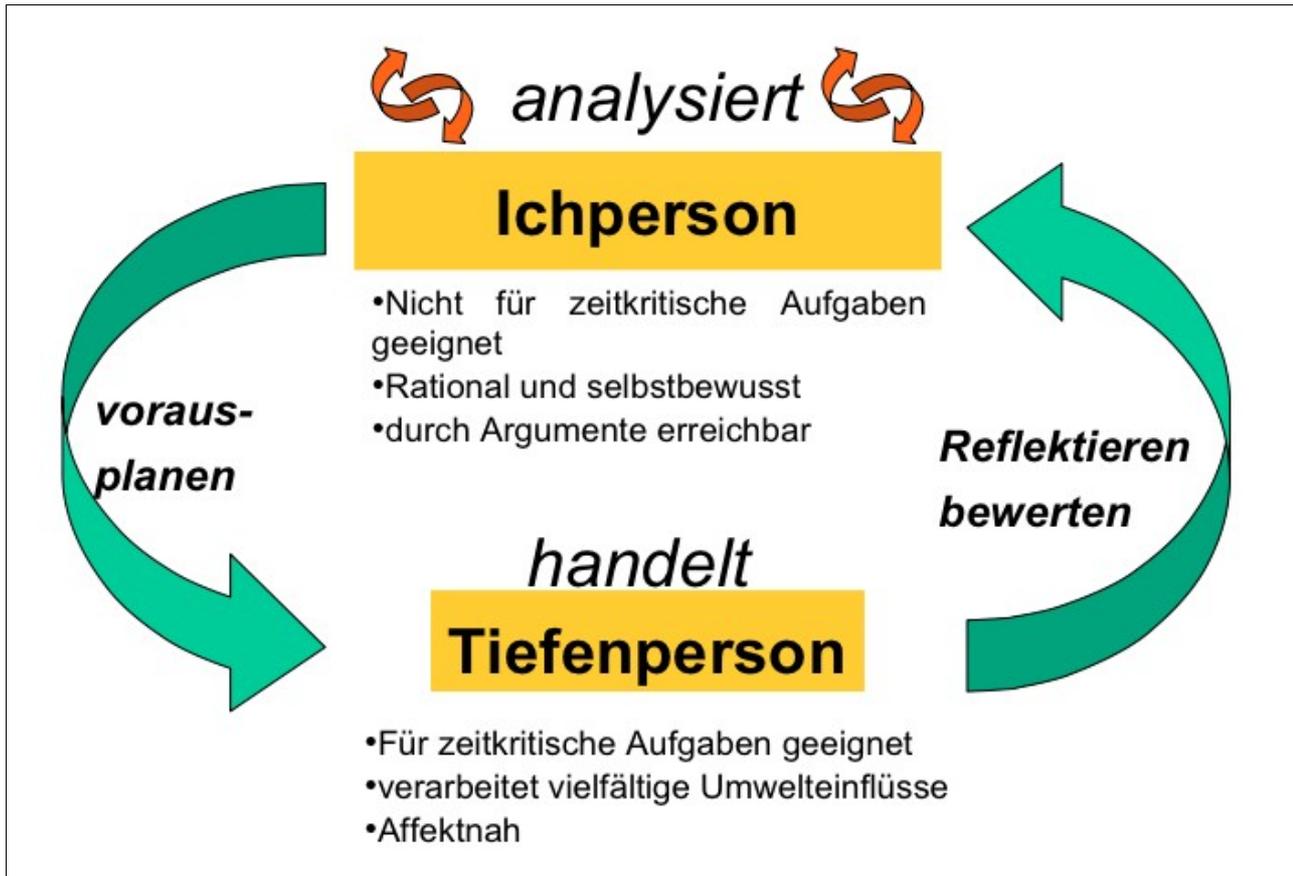


Abb. 6: Zwei-Personen-Modell des routinierten Autofahrers nach Bresges (S. 106, 2007)

Er geht also davon aus, dass die Ichperson durch gute Vorausplanung und entsprechende Reflexion die affektiven Reaktionen der Tiefenperson steuern kann.

In Bresges' folgenden Überlegungen (S. 115f, 2007) führt er außerdem die Emotion als flankierendes Element ein, die dieser rein rational definierten Ichperson unterstützend zur Seite steht und das Lernen „richtiger“ (im Sinne eines unfallpräventiven Ansatzes) Überzeugungen vereinfacht.

3.3.2 Interpretation nach dem Modell der Aufmerksamkeitsauswahl

Das Modell der Aufmerksamkeitsauswahl nach Engström et al. (2013) erlaubt eine weitergehende Interpretation der oben beschriebenen Studie. Dabei werden durch diese Interpretation die bisherigen Erkenntnisse von Bresges (2007) und Mader et al. (2009) nicht obsolet, sondern sie werden ausschliesslich erweitert.

Grundsätzlich könnte der beobachtete Effekt der Studie auch durch das Modell der Aufmerksamkeitsauswahl vorhergesagt werden. Im Modell wird davon ausgegangen, dass bei unbekanntem Situationen eine kognitive Kontrolle vorgenommen wird, um die passenden Schemata auszuwählen. Nach Kahneman (2012) führt diese Nutzung der kognitiven Kontrolle dann zu einer Ego-Depletion, so dass nach einer gewissen Zeit es dem Individuum gar nicht mehr möglich ist, eine kognitive Kontrolle zu aktivieren. Das führt dazu, dass nur die durch äussere

3. Verhalten von Verkehrsteilnehmern

Reize beeinflussbaren erlernten Schemata genutzt werden. Solche Reize sind jedoch teilweise missverständlich sind oder werden zu spät erkannt (Engström et al., 2013).

Genau dieser Effekt ist auch bei der Interpretation der Magnetresonanztomographie beobachtet worden: Nach einer längeren Phase der Konzentration sind die Areale des Hirns, die mit aktiven Entscheidungen verbunden werden, weniger aktiv (Mader et al., 2009). Diese geringere Aktivierung entspricht nach den in Kapitel 3.2.1 besprochenen Überlegungen eben genau den Modi der Aufmerksamkeitsauswahl, die keine kognitive Kontrolle der Aufmerksamkeitsauswahl beinhalten.

Problematisch wird nach Engström et al. (2013) die Konsequenz dieser Studie, weil die in Kapitel 3.2.3 besprochene Passung von Situation und Schema bei langen und ermüdenden Autofahrten nicht mehr überprüft wird. Dies kann dazu führen, dass es häufiger zu kritischen Situationen kommt und die Unfallwahrscheinlichkeit steigt.

Dementsprechend sollte sich ein unfallpräventives Training für Berufspendler auch nach diesem Modell darauf konzentrieren, spezielle Maßnahmen für genau solche Fahrten zu entwickeln.

Ähnliche Erkenntnisse konnte auch Bresges (2007) bereits gewinnen. Das Modell von Engström et al. (2013) integriert nun aber die von Bresges bereits thematisierten emotionalen Aspekte der menschlichen Psyche (s.o.), in Form des Wertesystems. Es wird davon ausgegangen, dass die Emotion nicht nur unterstützend wirkt, sondern als Teil des Wertesystems zentral mitverantwortlich für die Aktivierung der kognitiven Kontrolle ist. Außerdem kann nach dem Modell der Aufmerksamkeitsauswahl auch davon ausgegangen werden, dass ein Fahrer auch ohne kognitive Kontrolle keine reinen Reiz-Reaktions-Verhaltensweisen zeigt. Er wird immer noch durch bestimmte Ziele geleitet, die sich in den Handlungsschemata zeigen. Diese Ziele sind erlernt, wobei dieses Erlernen mitgesteuert wird durch das Wertesystem.

Durch die Anwendung des Modells von Engström et al. (2013) können also insgesamt die gewonnenen Erkenntnisse von Bresges (2007) und Mader et al. (2009) auf theoretischer Ebene erklärt und eingeordnet werden. Es ist außerdem bei konsequenter Anwendung möglich, zusätzlich zu den bereits von Bresges vorgeschlagenen rationalen Ansatzpunkten für unfallpräventive Maßnahmen, weitere Ansatzpunkte zu finden, die eine Optimierung solcher Maßnahmen ermöglichen.

Gleichzeitig werden bei konsequenter Anwendung des Modells die gefundenen, erfolgreichen Methoden von Bresges nicht vernachlässigt, sondern integriert. Daher kann die Verwendung des Modells als Weiterentwicklung verstanden werden sowie als Grundlage der Planung zukünftiger unfallpräventiver Maßnahmen.

4. Präventions- und Interventionsprogramme

Das im nachfolgenden Kapitel beschriebene Programm will Unfälle verhindern, ist also präventiv tätig. Was für eine erfolgreiche Prävention nötig ist, wird in diesem Kapitel theoretisch beschrieben und anhand von Programmen aus der Praxis dargestellt.

4.1 Modelle der Prävention und Verhaltensänderung

„Eine Kampagne verspricht dann erfolgreich zu sein, wenn bei ihrer Planung und Umsetzung die psychologischen Wirkmechanismen berücksichtigt werden, die mit dieser Form der Sicherheitskommunikation verbunden sind.“ (Holte & Pfafferott 2015). In diesem Sinne schlägt Anderson (2011) eine Synthese von drei Modellen zur Verhaltensänderung als theoretische Grundlage erfolgreicher Prävention vor:

- Das transtheoretische Modell (Stadien der Verhaltensänderung) von Prochaska und DiClemente (1983)
- Das Health-Belief-Modell (Glanz, Rimer & Su, 2005)
- Der aristotelische Ansatz (Anderson, 2011)

4.1.1 Transtheoretisches Modell

In diesem Modell werden nach Maurischat (2001) sechs verschiedene Stadien bzw. Stufen unterschieden:

1. Stufe oder Stadium der Sorglosigkeit
2. Stufe oder Stadium der Bewusstwerdens
3. Stufe oder Stadium der Vorbereitung
4. Stufe oder Stadium der Handlung
5. Stufe oder Stadium der Aufrechterhaltung
6. Stufe oder Stadium der Stabilität

Maurischat erwähnt dabei ausdrücklich, dass die Verwendung des Begriffes „Stadium“ oder „Stufe“ verschiedene Konnotationen haben:

Zu vermuten ist, dass durch die Bezeichnung „Stufe“ implizit eine Ausschlusskategorie am treffendsten symbolisiert wird und daher für Algorithmen geeignet ist. Stadien repräsentieren im Gegensatz hierzu etwas „Kontinuierliches“, etwas das eine Ausprägung besitzen kann und demnach dem dimensionalen Modell mehr entspricht. Hierbei mag auch der Gedanke eine Rolle spielen, dass Stadien fließend ineinander übergehen können, während bei Stufen schon ein (deutlicher) „Sprung“ notwendig ist. (Maurischat, 2001)

Im Folgenden wird daher der Begriff „Stadium“ gewählt. Damit soll impliziert werden, dass eine Veränderung im Bereich der Prävention eben nicht sprunghaft verläuft.

Das Modell wurde durch Beobachtung von Menschen entwickelt, die mit dem Rauchen aufhören. Dabei wurden nicht formale Programme evaluiert, sondern Menschen untersucht, die

4. Präventions- und Interventionsprogramme

eigenständig „Tabakrauchen“ als Problem identifizierten und es daher aufgaben. In dieser Untersuchung wurden ursprünglich die ersten fünf Stadien (Prochaska und DiClemente, 1983) entwickelt, diese wurden dann um das sechste Stadium (der Stabilität) erweitert, welches „sich bislang nur im Bereich der Rauchergewöhnung bewährt hat“ (Maurischat, 2001). Anderson (2011) beschreibt daher auch nur die ersten fünf Stadien. Der Vollständigkeit halber werden im Folgenden alle Stadien (nach Maurischat, 2001) beschrieben, eine kritische Anmerkung zum sechsten Stadium folgt:

- Das Stadium der Sorglosigkeit ist die Phase, in welcher ein Problembewusstsein nicht existiert, entweder durch Nichtwissen oder Verleugnen. Langfristige Konsequenzen sind nicht hinreichend bekannt. Das Individuum hat kein Interesse, sein Verhalten zu ändern, zumindest nicht in absehbarer Zukunft.
- Im Stadium des Bewusstwerdens denkt das Individuum bewusst und ernsthaft über Veränderungen im nächsten halben Jahr nach. Dabei geht das Individuum aber weder sich selbst noch Anderen gegenüber eine Verpflichtung ein, wirklich etwas zu verändern.
- Das Stadium der Vorbereitung beschreibt die Phase, in der Veränderungsversuche unternommen werden. Dies kann dadurch geschehen, dass das Individuum äussert, ihr Verhalten in näherer Zukunft (gewöhnlich im ersten Monat) zu ändern. Alternativ hat es in dieser Phase bereits erste, bisher erfolglose, Versuche zur Verhaltensänderung unternommen.
- Im Stadium der Handlung fängt das Individuum an, Verhalten, Erfahrungen oder Umwelt aktiv zu verändern, um das Problem zu lösen. In diesem Stadium wendet das Individuum sehr viel Energie und Zeit auf, daher gilt dieses Stadium als sehr aktiv und wird oft vermehrt durch die Umwelt wahrgenommen.
- Das Stadium der Aufrechterhaltung beschreibt eine Phase, während der ein Individuum bereits länger (mehr als sechs Monate) sein Verhalten verändert hat und sich vorbeugend gegenüber eventuellen Rückfällen verhält. Dabei wendet es erlernte Fähigkeiten und Strategien routiniert an.
- Im Stadium der Stabilität gibt es kein problematisches Verhalten mehr. Es wird davon ausgegangen, dass keinerlei Versuchung mehr besteht, ein altes Verhalten wieder aufzunehmen und dass das veränderte Verhalten auch in Belastungssituationen stabil bleibt.

Gerade im Bereich der Unfallprävention kann momentan kein Stadium der Stabilität ausgemacht werden. Die Anforderungen an Verkehrsteilnehmer sind sehr umfangreich und mit steigender Fahrpraxis werden neue Erfahrungen gesammelt, die dann durch das Wertesystem (s. Kapitel 3) reflektiert und bewertet werden müssen. Im Gegensatz zu der ursprünglichen Problematik bei Prochaska und DiClemente (1983) geht es im Umfeld des Straßenverkehrs auch selten um einzelne, binäre Entscheidungen wie „Rauche ich oder rauche ich nicht?“, sondern Schemata (s. Kapitel 3) werden aufgrund der erfassten Situation ausgewählt und können viele einzelne Entscheidungen beinhalten.

Maurischat (2001) weist darauf hin, dass die einzelnen Stadien nicht linear durchlaufen werden. Die Stadien sind zwar aufeinanderfolgend, es ist aber jederzeit ein Rückfall in ein früheres Stadium möglich. Er erwähnt außerdem, dass es für eine erfolgreiche Prävention nötig sein kann, verschiedene Stadien mehrfach zu durchlaufen.

4. Präventions- und Interventionsprogramme

4.1.2 Health-Belief-Modell

Hayden (2014) beschreibt im vierten Kapitel das Health-Belief-Modell. Dieses Modell wurde in den 50er Jahren des 20. Jahrhunderts entwickelt, um zu erklären, warum nur wenige Menschen sich einer Tuberkulose-Vorsorgeuntersuchung unterzogen. Durch Beobachtung wurden verschiedene sogenannte Hauptvariablen im Bereich der persönlichen Meinungen oder Ansichten gefunden, die das subjektive Verhalten zum Thema Gesundheit erklärten.

Das ursprüngliche Modell kennt vier Hauptvariablen (übersetzt bei Weber & Bresges, 2013):

1. Wahrgenommene Schwere
2. Wahrgenommene Gefahr
3. Wahrgenommene Vorteile
4. Wahrgenommene Barrieren

Hayden beschreibt außerdem zwei weitere Hauptvariablen („belief“), welche erst in späterer Überarbeitung hinzukamen:

5. „Cues to action“, Handlungsanreize
6. „Self-Efficacy“, Selbstwirksamkeit

Die wahrgenommene Schwere beschreibt, inwiefern ein Individuum eine Krankheit oder ein Verhalten als gesundheitsschädlich bis lebensbedrohend ansieht. Dabei wird diese Wahrnehmung sowohl durch faktisches Wissen, beispielsweise medizinische Informationen, als auch durch persönliche Erfahrungen und persönliche Rahmenbedingungen verändert. So wird ein Asthma-Kranker eine Erkältung als gefährlicher einschätzen als ein ansonsten gesunder Mensch. (vgl. Hayden, 2014). Persönliche Erfahrungen als Verkehrsteilnehmer führen beispielsweise auch zu einer anderen Einschätzung einzelner Situationen oder Verhaltensweisen (vgl. Kapitel 3, Wertesystem).

Die wahrgenommene Gefahr beschreibt, inwiefern ein Individuum davon ausgeht, dass ihn eine Krankheit oder negative Folgen eines Verhaltens betreffen. Bei Hayden wird als Beispiel einer geringen wahrgenommenen Gefahr die Tatsache erwähnt, dass ältere Menschen, verglichen mit jungen Menschen, sich seltener durch eine HIV-Infektion gefährdet sehen und daher eher zu ungeschütztem Geschlechtsverkehr bereit sind (vgl. Hayden, 2014). Grundsätzlich wird in der Literatur davon ausgegangen, dass eine als gering wahrgenommene Gefahr gesundheitsgefährdend sein kann. (Turner et al., 2004; Glanz et al., 2005; Hayden, 2014).

Hayden beschreibt außerdem, dass eine Kombination einer hohen wahrgenommenen Schwere sowie einer großen wahrgenommenen Gefahr zu einer wahrgenommenen akuten Bedrohung führt. Als Beispiel einer solchen wahrgenommenen Bedrohung und deren Folgen beschreibt sie die im Jahre 2001 in Deutschland aufgekommene Angst vor der Creutzfeldt-Jakob-Krankheit. Dabei wurde die Krankheit von der Bevölkerung als lebensbedrohlich wahrgenommen. Außerdem sah sich die Bevölkerung aufgrund des starken Fleischkonsums und mangelnder Abwehrmaßnahmen gegen BSE-kontaminiertes Fleisch als sehr gefährdet an. In Folge änderten sich die Essgewohnheiten, der Fleischkonsum wurde stark eingeschränkt.

Wahrgenommene Vorteile sind die Vorteile, die subjektiv durch eine Verhaltensänderung oder das Durchführen einer bestimmten Aktion entstehen. Vorteile meint hier unter anderem, inwiefern durch eine Verhaltensweise die subjektive empfundene Anfälligkeit für ein Problem sinkt (Glanz et al., 2005). Hayden (2014) beschreibt als Beispiel das Verhalten von Eltern: Eltern, die der Meinung sind, dass Impfungen ihren Kindern Vorteile, in diesem Fall ein gerin-

4. Präventions- und Interventionsprogramme

geres Infektionsrisiko, bringen, die eventuelle Nebeneffekte überwiegen, werden ihre Kinder eher impfen lassen als Eltern, die nicht von diesem Vorteil überzeugt sind.

Wahrgenommene Barrieren sind nach Hayden (2014) eine der wichtigsten Hauptvariablen, um eine Verhaltensänderung vorherzusagen. Während die wahrgenommenen Vorteile einen positiver Effekt der Verhaltensänderung darstellen, beschreiben die Barrieren die Hindernisse, die das Individuum sieht, wenn es sein Verhalten ändert. Dabei vergleicht das Individuum nicht altes und neues Verhalten, sondern es bedenkt nur, wie beim neuen Verhalten Anstrengung und Vorteile in Beziehung stehen: „Believe costs of taking action are outweighed by the benefits“. (Glanz et al., 2005)

Mit Handlungsanreizen meint Hayden (2014) beispielsweise Ereignisse, Personen oder Medienberichte. Dazu zählt unter anderem die Krankheit eines Familienmitglied, Warnmeldungen im Fernsehen oder Schilder zum Verkehrsverhalten an Straßen. Diese erhöhen die Wahrscheinlichkeit, dass ein Individuum sein Verhalten ändert.

Selbstwirksamkeit, also der Glauben, dass man etwas bewirken kann (Bandura, 1977), ist laut Hayden (2014) eine wichtige Hauptvariable. Wenn Menschen nicht glauben, dass sie wahrgenommene Barrieren überhaupt überwinden können, werden sie es laut Hayden auch nicht versuchen.

Insgesamt versucht das Health-Belief-Modell nicht, den Prozess der Meinungsänderung oder Verhaltensänderung abzubilden. Das Modell soll anhand der Hauptvariablen Hinweise darauf liefern, welche Anknüpfungspunkte für erfolgreiche Präventionsmaßnahmen zur Verfügung stehen, um Meinungs- oder Verhaltensänderungen anzuregen.

4.1.3 Aristotelischer Ansatz

Im dritten von Anderson (2011) beschriebenen Ansatz werden Konzepte der aristotelischen Rhetorik aufgegriffen. Dabei wird nach Anderson davon ausgegangen, dass es drei Ansatzpunkte für einen Redner gibt, um ein Individuum zu überzeugen:

1. Logos
2. Pathos
3. Ethos

Mit Logos ist gemeint, den angesprochenen Menschen auf einer rationalen und logischen Ebene anzusprechen. Dabei wird auf wissenschaftliche Erkenntnisse zurückgegriffen und oft werden falsche Annahmen, auf denen bestimmte Entscheidungen aufbauen, angesprochen und korrigiert.

Die Ebene, die mit Pathos beschrieben wird, ist eine rein emotionale Ebene. Die Ansprache erfolgt hier anhand von Emotionen, sozialen Wünschen oder Zielen des angesprochenen Menschen. Dabei greift ein Redner oft auf tragische Ereignisse zurück, ohne diese weiter zu reflektieren.

Ethos beschreibt die Wahrnehmung der Person eines Redners. Ein Redner muss als kompetent und vertrauenswürdig vor den Zuhörern erscheinen. Die Authentizität und Glaubwürdigkeit erzeugt die Bereitschaft der Zuhörerschaft, die Aussagen des Redners für sich zu übernehmen. Der aristotelische Ansatz konzentriert sich dabei nicht auf den Zuhörer, sondern liefert Hinweise auf eine möglichst überzeugende Rede. Damit unterscheidet sich dieser Ansatz funda-

4. Präventions- und Interventionsprogramme

mental von den beiden vorherigen Modellen (welche beide den Fokus auf das zu überzeugende Individuum legen) liefert aber wichtige Hinweise für eine erfolgreiche Präventionsmaßnahme.

4.1.4 Synthese der Modelle und Anwendung in der Unfallprävention

Nach Anderson (2014) bieten die drei beschriebenen Modelle verschiedene Vorteile. Das transtheoretische Modell kann beschreiben, wo sich die Zielgruppe eines spezifischen Präventionsprogrammes jeweils befindet. Aussagen über die Vorstellungen und Wünsche der Zielgruppe können anhand des Health-Belief-Modell getroffen werden. Wie die Zielgruppe dann letztlich angesprochen wird, kann anhand des aristotelischen Ansatzes konstruiert werden.

Eine Zielgruppe muss also zuerst daraufhin überprüft werden, inwiefern bestimmte Probleme überhaupt bekannt sind, ob also die Mitglieder der Zielgruppe bereits das Stadium der Sorglosigkeit verlassen haben. Beispielhaft beschreibt Anderson die Tatsache, dass manchen Verkehrsteilnehmern nicht bewusst ist, dass eine Nutzung von Mobiltelefonen während des Autofahrens oder eine nicht an die Umweltverhältnisse angepasste Geschwindigkeit mit Risiken verbunden ist.

Sofern ein solches Problembewusstsein jedoch bereits geschaffen wurde (beispielsweise durch Massenmedien oder Fahrschulen), muss identifiziert werden, inwiefern die Zielgruppe tatsächlich noch eine riskante Handlung durchführt, oder sich bereits aktiv damit auseinandersetzt, diese Handlung zu ändern. In diesem Falle muss beispielsweise die Zielgruppe darin unterstützt werden, sich weiter in diese Richtung zu entwickeln.

Ist die Zielgruppe bereits im Stadium der Aufrechterhaltung, ist es nach Anderson (2014) klug, sie weiter in ihrem Verhalten zu unterstützen, beispielsweise durch finanzielle Anreize für das Anlegen eines Sicherheitsgurtes.

Anhand der in Kapitel 1 erwähnten Zahlen kann davon ausgegangen werden, dass in Zielgruppe der jungen Erwachsenen sich viele Menschen eher im zweiten bis vierten Stadium des transtheoretischen Modells befinden.

Welche Vorstellungen die Zielgruppe nun hat, kann bei einem gegebenem Stadium anhand des Health-Belief-Modell herausgearbeitet werden. Anderson (2014) beschreibt beispielhaft, wie einige typische Themen der Unfallprävention im Kontext des Health-Belief-Modells in Verbindung mit verschiedenen Hauptvariablen dargestellt werden können:

Hauptvariable	Thema der Unfallprävention	Darstellung
Wahrgenommene Schwere	Fahren unter dem Einfluss von Alkohol	Rechtliche und finanzielle Konsequenzen, Reaktion des Umfelds
Wahrgenommene Gefahr	Geschwindigkeitsüberhöhung	Unfallwahrscheinlichkeit, Schadenshöhe
Wahrgenommene Vorteile	Motorradhelm	Verletzungsvermeidung bei einem Unfall
Wahrgenommene Barrieren	Mobiltelefon	Zeit- und Komfortverlust durch den Verzicht auf Telefonieren während der Fahrt
Handlungsanreize	Sicherheitsgurt	Erinnerung durch visuelle oder akustische Signale
Selbstwirksamkeit	Kindersitz	Anleitung zur schnellen und sicheren Montage

Tab. 1: Zuordnung von Themen zum Health-Belief-Modell (vgl. Anderson, 2014)

4. Präventions- und Interventionsprogramme

So könnte man das Thema „Motorradhelm“ (eigentlich: „Das Tragen eines Motorradhelms ist nützlich“) beispielsweise besser behandeln, wenn man Vorteile darstellt, nämlich die bessere Vermeidung von Verletzungen bei Unfällen. Dadurch wird direkt an der Hauptvariable „Wahrgenommene Vorteile“ angesetzt und Menschen dieser Vorteil vor Augen geführt. Genauso kann man an der Hauptvariablen „Wahrgenommene Gefahr“ ansetzen, wenn man beim Thema „Geschwindigkeitsüberhöhung“ die erhöhte Unfallwahrscheinlichkeit darstellt.

Für das Thema „Fahren unter dem Einfluss von Alkohol“ demonstriert er beispielhaft, wie jede Hauptvariable bei einem Thema angesprochen werden kann:

Hauptvariable	Darstellung
Wahrgenommene Schwere	Rechtliche und finanzielle Konsequenzen, Reaktion des Umfelds
Wahrgenommene Gefahr	Kontrollverlust durch Alkohol, Unfallwahrscheinlichkeit durch alkoholisiertes Verhalten, erhöhte Gefahr von Verletzung und Tod
Wahrgenommene Vorteile	Besseres Gefühl durch nüchternes Fahren, Nutzen von ÖPNV, in der Gruppe einen auf Alkohol verzichtenden Fahrer („designated driver“) finden
Wahrgenommene Barrieren	Umstände durch das Besorgen einer sicheren Fahrmethode, kurzfristige Mehrkosten durch diese Methoden
Handlungsanreize	Selber entweder die Planung für den „designated driver“ vorantreiben oder sich als solcher anzubieten, wenn jemand unter Alkoholeinfluss fahren will
Selbstwirksamkeit	Sich sicher genug fühlen, um sich sowohl im Planungsprozess einzubringen und sich in einer unsicheren Situation zu äussern

Tab. 2: Health-Belief-Modell mit Fokus auf „Fahren unter dem Einfluss von Alkohol“ (vgl. Anderson, 2014)

Dadurch kann nach Anderson definiert werden, welche Hauptvariablen zentral für das jeweilige Unfallpräventionsprogramm sind. Anhand dieser Hauptvariablen können dann bestimmte Botschaften vermittelt werden, die auf die Zielgruppe angepasst sind.

Wie diese Botschaften vermittelt werden, kann dann anhand des aristotelischen Ansatzes definiert werden. Im Gegensatz zu oben muss dabei die Übermittlung nicht per Redner passieren, es ist genauso möglich, Schilder an Autobahnen oder kurze Videobotschaften in den Massenmedien zu lancieren.

Aus der Beschreibung dieses Ansatzes erschliesst sich, dass ein ganzheitlicher Ansatz schwierig in einem Redner zu vereinen ist: Es ist kaum möglich, emotionale und rationale Aussagen gleichwertig und glaubwürdig zu vermitteln. An dieser Stelle sei auf die folgenden Kapitel verwiesen: Auf der Grundlage dieser Überlegungen soll die Bühnenveranstaltung des Crash-Kurs NRW durch eine schulische Nachbereitung unterstützt werden, so lassen sich nämlich am ehesten die verschiedenen Ansatzpunkte kombinieren, ohne an Glaubwürdigkeit zu verlieren.

Mit einem solchem kombinierten Ansatz kann die eingangs erwähnte Forderung von Holte & Pfafferott (2015) für eine erfolgreiche Präventionskampagne erfüllt werden. Auch die in dieser Arbeit vorgestellte schulische Nachbereitung sollte zu einem solchen theoretischen Fundament passen. In Kapitel 6 wird dies in einem gesondertem Unterkapitel dargestellt.

4.2 Präventionsprogramme im Bereich Verkehrssicherheit

Da der Kern der vorliegenden Arbeit ein Verkehrssicherheitsprogramm ist, sollte auch ein Vergleich zu bisherigen Arbeiten möglich sein. Günzel, Ketzner, Koslowsky und Mönninghoff (2009) schreiben jedoch, dass sich *„bis vor einigen Jahren nur wenige Forschungsarbeiten mit der Fragestellung [beschäftigen], welche Maßnahmen unter wirtschaftlichkeits- und wirksamkeitsrelevanten Faktoren zur Verbesserung der Verkehrssicherheitslage beigetragen haben.“* (S. 223, Günzel et al., 2009) Ein Ausschnitt des dennoch vorhandenen Materials soll im Folgenden dargestellt werden.

4.2.1 „B 216 – weniger Unfälle“

Das Programm „B 216 – weniger Unfälle“ zielte darauf ab, die Unfallzahlen auf der Bundesstraße 216, welche nach dem Wegfall der innerdeutschen Grenze eine deutlich erhöhte Verkehrsbelastung zeigte, zu verringern (Günzel et al., 2009).

Hierzu nutzten die örtlichen Polizeiinspektionen Lüneburg und Lüchow-Dannenberg ein kombiniertes Konzept, welches über *„massive Öffentlichkeitsarbeit und Überwachungstätigkeit eine Veränderung der Unfallzahlen herbeiführen sollte.“* (S. 240, Günzel et al., 2009) Die Aktion wurde durch verdeckte Geschwindigkeitsmessungen und Befragungen über den gesamten Zeitraum von Februar 1998 bis März 2000 evaluiert.

Im Verlaufe der Befragung wurden insgesamt 950 Personen zu vier Zeitpunkten befragt, wobei die Rücklaufquote der Befragungen von anfangs 63,7% bis auf letztlich 36,7% sank (Günzel et al., 2009). Zu Anfang gaben laut Günzel et al. (2009) nahezu alle Beteiligten an der Befragung „riskantes Überholen“ als Unfallursache an, ungefähr die Hälfte aller Befragten nannten jeweils „zu schnelles Fahren an Kurven/Gefahrenstellen“, „generell zu schnelles Fahren“, „nötigendes Drängeln“. Mehrfachantworten waren wahrscheinlich möglich, auch wenn das bei Günzel et al. (2009) nicht angegeben wird.

Ab März 1998 wurde Informationsmaterial an regionale und überregionale Medien ausgegeben. Gleichzeitig wurden verschiedene Handlungsanreize (weiße Holzkreuze, Stelltafeln, Unfall-PKW sowie Funkstreifenwagen, vgl. S. 241, Günzel et al., 2009) bereitgestellt. Dies wurde kombiniert mit einer großen Anzahl an Geschwindigkeitskontrollen durch die Polizeibehörden.

Günzel et al. (2009) berichten von einer hohen Akzeptanz durch die Befragten zu *„Geschwindigkeitsbegrenzungen, Überholverbote und der polizeilichen Überwachungstätigkeit.“* (S.241) Weiter berichten sie von einer Reduktion (im Jahresdurchschnitt) von Verkehrsunfällen allgemein (-9,1%) und der Anzahl der Schwerverletzten (-27%) sowie der Toten (-37,5%) bei Verkehrsunfällen.

Den Erfolg dieser Aktion begründen Günzel et al. (2009) mit der *„Vielfalt der eingesetzten Methoden sowohl in der Überzeugungs- als auch in der Überwachungsarbeit.“* (S. 241) Außerdem betonen sie die *„spezifische Regionalität der der Maßnahmen“* (S. 242) als vorteilhaft für die Akzeptanz und Wirksamkeit der Kampagne.

4. Präventions- und Interventionsprogramme

4.2.2 „Runter vom Gas“

Klimmt und Maurer (2012, 2015) beschreiben die Kampagne „Runter vom Gas“ als Präventionskampagne mit dem Ziel, durch Furcht-Appelle eine eindrückliche Wirkung auf Verkehrsteilnehmer zu erzielen. Die Kampagne findet in regelmässigen Wellen statt, in den vorliegenden Arbeiten beziehen sich Klimmt und Maurer (2012, 2015) auf die Jahre 2008-2010.

Grundsätzliches Kommunikationselement der Kampagne sind *„aufrüttelnde Appelle, [die sich] vom Einheitsbrei kommerzieller Wohlfühl-Werbung absetzen“* (S. 120, Klimmt und Maurer, 2015). Neben Kinowerbung und verschiedener Aktionen (bspw. das Verteilen von Warnwesten an Motorradfahrer, vgl. Klimmt und Maurer, 2015) ist das zentrale Element der Kampagne eine breit angelegte Plakataktion an den Bundesautobahnen. Dabei werden fiktive Todesanzeigen, verunfallte Autos oder trauernde Angehörige gezeigt (beispielhafte Bilder können unter <http://www.dvr.de/aktionen/runter-vom-gas.htm> abgerufen werden).

Klimmt und Maurer (2012) haben sich auf eine Untersuchung der Medienrezeption konzentriert. Dabei stellten sie fest, dass die Kampagne in der Berichterstattung überwiegend positiv aufgenommen wurde. In späteren Befragungen (Klimmt und Maurer, 2015) stellte sich ebenfalls heraus, dass nur ein kleiner Anteil der Bevölkerung die Motive als „geschmacklos“ bezeichnete, von den Motiven wurden Todesanzeigen am ehesten so bezeichnet (vgl. S. 125, Klimmt und Maurer, 2015).

Grundsätzlich gehen Klimmt und Maurer (2015) davon aus, dass im Rahmen der Möglichkeiten, nämlich einer umfassenden Plakatkampagne im gesamten Bundesgebiet, die Kampagne durchaus als erfolgreich zu werten ist. Sie räumen ein, dass *„auf der Ebene der Modifikation individuellen (Fahr-)Verhaltens [...] vermutlich Vorgehensweisen [gibt], die im Durchschnitt wirksamer sind als reine Furchtappellstrategien“* (S. 126, Klimmt und Maurer, 2015), räumen aber der vermuteten Breitenwirkung einen höheren Stellenwert ein als dieser Verhaltensmodifikation.

Im Rahmen der Kampagne wurden unter anderem bestimmte Zielgruppen definiert, insbesondere sollten junge Erwachsene im Alter von 18-24 Jahren angesprochen werden (vgl. Klimmt und Maurer, 2015). Um die Wirkung auf diese Zielgruppe zu untersuchen, wurde im Rahmen von verschiedenen Befragungen erst der Bekanntheitsgrad der Kampagne bei jungen Fahrerinnen und Fahrern in Relation zur Gesamtbevölkerung untersucht. Dabei stellte sich heraus, *„dass ‚Runter vom Gas!‘ bei der Hauptrisikogruppe der jungen Fahrer zumindest nicht übermäßig starke Resonanz erzeugt.“* (S. 26, Klimmt und Maurer, 2012).

Bei der Bewertung der Motive zeigte sich ein deutlicher Unterschied zur restlichen Bevölkerung. Während junge Fahrerinnen sich überdurchschnittlich stark berührt zeigten, wurden die Motive bei jungen Fahrern zum Teil als *„belehrend, besserwisserisch“* (S. 128, Klimmt und Maurer, 2015) empfunden und über mehrere Untersuchungen hinweg als weniger geeignet bewertet, eine Selbstreflexion zu erzeugen.

Klimmt und Maurer (2012) schliessen mit mehreren Handlungsempfehlungen. Sie diskutieren kritisch die reine Verwendung von Furchtappellen und empfehlen eine verstärkte Verzahnung mit einer konstruktiven Nachbereitung. Auch betonen sie die Wichtigkeit einer wissenschaftlichen Begleitung einer solchen Kampagne.

Grundsätzlich beurteilen sie die Kampagne als einen Erfolg: *„Runter vom Gas! hat sich erwiesenermaßen als wichtiger Baustein im Kampf gegen den täglichen Unfalltod in Deutschland etabliert.“* (S. 49, Klimmt und Maurer, 2012) Sie gehen davon aus, dass eine Fortfüh-

4. Präventions- und Interventionsprogramme

rung einer solchen Kampagne, bei einer Beachtung ihrer Handlungsempfehlungen, einen nachhaltigen Einfluss auf die Einstellung zur Verkehrssicherheit in Deutschland haben kann.

4.2.3 „Be my Angel“

Limbourg und Mühlenbruch (2012) beschreiben das Gütersloher Projekt „Schutzengel“ bzw. „Be my Angel“ (die Begriffe werden zielgruppenspezifisch verwendet, der englische Ausdruck findet sich in der Kommunikation mit den jungen Erwachsenen). Das „Schutzengel“-Programm sollte über die Altersgenossen der gefährdeten Zielgruppe der jungen Erwachsenen einen unfallpräventiven Einfluss ausüben.

Dazu wurden junge Erwachsene, Männer wie Frauen, im Alter von 16 bis 24 Jahren angeschrieben und über das Projekt informiert. Über eine Projektwebsite sollten sich die jungen Menschen für das Projekt registrieren, um als „Schutzengel“ aktiv zu werden. Sie erhielten einen „Schutzengel“-Ausweis, der ihnen ermöglicht, verschiedene Vergünstigungen bei Sponsoren (bspw. Schwimmbäder oder Diskotheken) in Anspruch zu nehmen. Diese „Schutzengel sollen dann *„in ihrer Altersgruppe auf emotionaler Ebene Einfluss auf Freunde und Bekannte [...] nehmen.“* (S. 13, Limbourg und Mühlenbruch, 2012) Konzentrieren sollten sich die Jugendlichen auf die Kernbotschaften „Alkohol/Drogen“, „Gurt“ und „Geschwindigkeit“ (vgl. Limbourg und Mühlenbruch, 2012).

Drei wichtige Unterschiede zu früheren „Schutzengel“-Projekten in anderen Behörden führen Limbourg und Mühlenbruch (2012) an:

- Einbeziehung von jungen Männern. In anderen Schutzengel-Projekten wurden nur junge Frauen angesprochen. Laut Limbourg und Mühlenbruch (2012) ging man davon aus, dass sich andere junge Männer eher durch gleichgeschlechtliche Altersgenossen ansprechen lassen.
- Die Zielgruppe wurde weiter gefasst. Andere Schutzengel-Projekte sprachen nur 18- bis 24-jährige Personen an. Limbourg und Mühlenbruch (2012) gehen davon aus, dass Jugendliche im Alter von 16 bis 18 Personen bereits als Beifahrer Teilnehmer im Verkehrsgeschehen sind.
- Potentielle Schutzengel müssen sich aktiv registrieren. Dadurch geben diese zukünftigen Schutzengel eine positive Willenserklärung ab.

Das Projekt wurde durch eine Befragung der jungen Erwachsenen, die sich als Schutzengel meldeten sowie einen Vergleich der Unfallzahlen in Gütersloh und vergleichbaren Kreisen evaluiert.

Angestrebt war ein Rückgang der Unfallzahlen um 20% im Zeitraum von 2007 bis 2010. Dieser konnte laut Limbourg und Mühlenbruch (2012) bereits 2009 erreicht werden. Bei einem Vergleich mit den Kreisen Heinsberg und Minden-Lübbecke stellte sich diese Verringerung nicht als signifikant unterschiedlich heraus: *„Allerdings wurde das Signifikanzniveau von 5% beim Kontrollraumvergleich mit Minden-Lübbecke und Heinsberg nur knapp verpasst (Jahresvergleich 2007/2009).“* (S. 17, Limbourg und Mühlenbruch, 2012)

Die Befragung der Schutzengel ergab, dass sich sehr viele Teilnehmer (83,4%, Grafik 1, Limbourg und Mühlenbruch, 2012) bei dem Projekt beteiligen, weil sie Verkehrsunfälle als Problem ansehen. Deutlich weniger Teilnehmer (43,3% bzw. 40,8%, ebenda) gaben als Grund für die Teilnahme materielle Vorteile, also Rabatte bzw. Angebote und Aktionen, an. Die überwiegende Mehrheit der Schutzengel (78,2%, Grafik 2, Limbourg und Mühlenbruch, 2012) gaben

4. Präventions- und Interventionsprogramme

an, bereits einmal aktiv gehandelt zu haben. „Am häufigsten wurden die Schutzengel bisher beim Thema 'Geschwindigkeit' aktiv.“ (S. 14, Limbourg und Mühlenbruch, 2012)

Insgesamt bewerten Limbourg und Mühlenbruch (2012) das Projekt als erfolgreich. Insbesondere die Anzahl der registrierten Schutzengel (ca. 9600, S.14, Limbourg und Mühlenbruch, 2012) lässt sie davon ausgehen, dass das Projekt in der Zielgruppe der jungen Erwachsenen wohlwollend aufgenommen wurde.

Sowohl Projekt wie auch Evaluation wurden laut Limbourg und Mühlenbruch (2012) bis zum Jahr 2014 verlängert. Zu dem Zeitpunkt, an dem diese Arbeit verfasst wird, ist diese Evaluation nicht veröffentlicht worden.

4.2.4 Zusammenfassung

Neben den hier vorgestellten Studien gibt es auch Studien zur Verkehrssicherheit, die sich stärker auf die Überwachungsaspekte der Verkehrssicherheit konzentrieren (bspw. PopKo, Stephan und Zimmermann, 2007). Wie aber bereits eingangs erwähnt, gibt es insgesamt wenige wissenschaftlich fundierte Studien zum Thema Verkehrssicherheitsarbeit allgemein (vgl. Günzel et al., 2009) und daher auch zum Thema Prävention im Speziellen.

Die wenigen Arbeiten haben gemein, dass sie entweder von einem konkreten Problem (4.2.1) ausgehen oder eine Verhaltensmodifikation erzielen wollen (4.2.2, 4.2.3). Gerade bei letzteren Studien wird die Wichtigkeit der wissenschaftlichen Begleitung und Theoriebildung hervorgehoben.

Die Erfolgsmessung findet bisher hauptsächlich durch eine Beurteilung der Akzeptanz in der Bevölkerung statt. Ein Vergleich der Unfallzahlen wie in 4.2.3 ergab keine signifikanten Unterschiede. Letzteres ist wenig verwunderlich, die Fallzahlen für einzelne Einzugsgebiete sind ausgesprochen gering, so dass ein Effekt schon sehr groß sein muss, um als signifikant angesehen zu werden. Außerdem sind manche externe Störeffekte (insbesondere Witterungsverhältnisse oder Kraftstoffpreise) kaum zu erkennen, können aber großen Einfluss haben.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die in den Kapiteln 3 und 4 thematisierten theoretischen Vorüberlegungen grundlegend für eine erfolgreiche Präventionskampagne sind. Wissenschaftlich fundierte Kampagnen erzeugen eine hohe Akzeptanz in der Bevölkerung und können gleichzeitig besser evaluiert werden.

Gleichzeitig zeigt sich ein Bedarf an einer weitergehenden Evaluierung des Kampagnenerfolgs. Im folgenden Kapitel wird daher eine Präventionskampagne vorgestellt, die die Wirkung anhand anderer Mittel überprüft.

5. CrashKurs NRW

Der CrashKurs NRW stellt ein Unfallpräventionsprogramm der Polizei dar. Im folgendem Kapitel soll dieses Programm sowie die bisherigen Maßnahmen der Nachbereitung und die dazu durchgeführten Studien beschrieben werden.

5.1 Beschreibung der Bühnenveranstaltung

Die Bühnenveranstaltung ist der Kern des CrashKurs NRW und hat gewisse landeseinheitliche Eckpunkte, die im Folgenden dargestellt werden.

Entstanden ist der CrashKurs NRW aus dem sogenannten „Crash Course“ in der Grafschaft Staffordshire in England. Dort wurden in den Jahren 2006 bis 2008 Bühnenveranstaltungen durchgeführt, von denen Folgendes berichtet wird: *„Nach flächendeckender Durchführung der „Crash Course“ Veranstaltungen [...] sank die Anzahl der Verkehrsunfälle mit tödlich Verletzten um ca. 50 Prozent. Im Umfeld gab es keine vergleichbare Entwicklung.“* (Bresges, 2011a) Diese Bühnenveranstaltungen bestanden aus einer „Mischung von filmischen Beiträgen, und authentischen Berichten, vorgetragene Unfallanalysen der Polizei, einem Mitarbeiter der Feuerwehr und zwei Mitarbeiterinnen der 'Youth Service and Victim Support'“. (Hackenfort et al., 2015)

Das Ministerium für Inneres und Kommunales des Landes NRW, sowie das Landesamt für Aus-, Fort- und Weiterbildung der Polizei haben das Konzept des „Crash Course“ übernommen und in Zusammenarbeit mit der Universität zu Köln und der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften auf die Verhältnisse in Nordrhein-Westfalen angepasst und pilotiert. (Hackenfort et al., 2015)

Die Zielgruppe des CrashKurs NRW sind Schülerinnen und Schüler zwischen 17 und 19 Jahren in Gruppen von 100 bis 400 Schülerinnen und Schülern. Ihnen soll im Rahmen einer Bühnenveranstaltung in den Aulen allgemeinbildender Schulen auf authentische Weise das Geschehen um verschiedene Verkehrsunfälle dargestellt werden. Der Ablauf dieser Bühnenveranstaltung ist durch ein Modulhandbuch definiert worden, um einen einheitlichen Rahmen für die Zusammenarbeit zwischen Schule und Polizei zu gewährleisten (Bresges, 2011b; Bresges & Hofmann, 2011; Hackenfort et al., 2015).

Zu Beginn der Bühnenveranstaltung werden durch die Polizei die Schwerpunkte der Veranstaltung, die aus Unfallanalysen bekannten Hauptunfallursachen, thematisiert: Geschwindigkeitsüberschreitung, Drogen und Alkohol und Ablenkung des Fahrers. Zusätzlich wird auf fehlerhaftes Anlegen des Sicherheitsgurtes als eine der Hauptursachen für eine Verschlimmerung der Unfallfolgen eingegangen (Hackenfort et al., 2015).

Die Bühnenveranstaltung orientiert sich im Groben an der sogenannten Rettungskette, der Reihenfolge des Eintreffens von Helfern an einer Unfallstelle. Solche Helfer stehen, stellvertretend für den jeweiligen Abschnitt der Rettungskette, als sogenannte Akteure auf der Bühne und halten einen Vortrag über ihre jeweiligen Aufgabengebiete:

- Polizeibeamte berichten von ihren persönlichen Erlebnissen bei der Sicherung einer Unfallstelle oder der Ermittlung der Unfallursachen

5. CrashKurs NRW

- Rettungskräfte der Feuerwehr berichten von Bergung bzw. Rettung von schwerverletzten Autofahrern
- Notärzte erklären auf sachlicher Ebene die Folgen von Verkehrsunfällen
- Notfallseelsorger oder Angehörige von Unfallopfern berichten häufig von den emotionalen Folgen solcher Verkehrsunfälle

Den Akteuren wird jeweils empfohlen, Medien, wie Bilder und Videoaufnahmen, mit Bedacht auszuwählen, und zwar mit Hinblick auf die gewünschte Wirkung und die Zielgruppe (Bresges & Hofmann, 2011). Bresges und Hofmann schreiben, dass der Eindruck des CrashKurses durch die Schilderung der Unfälle und nicht durch möglichst schockierende Bilder entstehen soll.

Der CrashKurs NRW schliesst mit einem Appell an die Schüler, auch als Bei- und Mitfahrer auf die Fahrer einzuwirken um einen Unfall zu vermeiden.

Die exakte Ausgestaltung dieser Bühnenveranstaltung bleibt der jeweiligen Kreispolizeibehörde überlassen. Die einzelnen Bühnenveranstaltungen unterscheiden sich daher sehr stark. Eine beispielhafte Aufzählung von verschiedenen Behörden findet sich unter anderem in der Prozessevaluation des CrashKurs NRW (Bresges, 2011b).

An dieser Stelle sollte erwähnt werden, dass Schülerinnen und Schüler, die Vorerfahrungen mit Unfällen im engsten Familien- oder Freundeskreis haben, bewusst separiert werden. Dies geschieht, um eventuelle spätere Belastungsfolgen bis hin zur posttraumatischen Belastungsstörung zu vermeiden (Bresges & Hofmann, 2011).

Zur Verbreitung des CrashKurs NRW schreiben Hackenfort et al. (2015): „Ende 2011 waren mit 180 Veranstaltungen bereits 35.000 Teilnehmer erreicht, Ende 2013 waren es schon über 300.000. Angestrebtes Ziel ist, jährlich möglichst 200.000 Teilnehmer zu erreichen.“

5.2 Bisheriges Konzept der schulischen Nachbereitung

Von Seiten der Polizeibehörde soll die Bühnenveranstaltung in eine Vor- und Nachbereitung eingebettet werden. Im Umfeld der Nachbereitung sind regional einzelne Projekte entstanden, im Modulhandbuch vorgestellt und überregional verbreitet sind vor allem die Vorschläge aus der Universität zu Köln, zu finden unter www.crashkurs-nrw.uni-koeln.de. Das Modulhandbuch (Bresges & Hofmann, 2011) konzentriert sich hierbei auf die Rahmenbedingungen sowie die zu erlangenden Kompetenzen, die explizite Ausführung ist den Lehrkräften vorbehalten.

5.2.1 Modul Analyse von Unfällen aus der Region

Das Modul „Analyse von Unfällen aus der Region“ soll die zentrale Botschaft „Unfälle [...] geschehen hier, in eurer Nähe“ (Bresges & Hofmann, 2011) vermitteln. Dazu soll eine Beamte oder ein Beamter der Polizei aus der Region im Klassenplenum anhand von statistischen Daten und regionalem Kartenmaterial die Schüler über lokale Unfälle aufklären. Die Schülerinnen und Schüler sollen dann selbstständig diese Unfallorte analysieren und in Einzelarbeit

5. CrashKurs NRW

herausarbeiten, warum der jeweilige Ort gefährlich ist und wie Unfälle zu vermeiden wären. Dabei sollen die den Schülerinnen und Schülern zur Verfügung gestellten Daten möglichst plastisch dargestellt werden.

Die hier zu erlangenden Kompetenzen sind bei Bresges & Hofmann (2011) folgendermassen definiert:

- *Die Schüler können sich selbstständig über Unfallhäufungspunkte in ihrem Wohn- und Arbeitsumfeld informieren.*
- *Sie können erklären, warum Unfallhäufungspunkte oft eher ungefährlich aussehen.*
- *Sie zeigen grundlegende Fähigkeiten darin, einen Unfall zu analysieren und zeigen dabei Objektivität. [sic!]*
- *Sie können aus einer Unfallanalyse Schlüsse über notwendige Änderungen des Fahrverhaltens ziehen und diese Schlüsse sachlich begründen.*

5.2.2 Modul „Physik des Straßenverkehrs“

Im Modul „Physik des Straßenverkehrs“ werden als zentrale Botschaften u.a. „Die Regeln der Physik kann auch der beste Fahrer nicht aushebeln“ und „10 km/h zu schnell hören sich nicht viel an, haben aber eine ungeahnt hohe Wirkung“ (Bresges & Hofmann, 2011) genannt. Konkret wird auf die Software „Mechanik und Verkehr“ eingegangen. Des Weiteren finden sich auf dem Mandantenserver www.crashkurs-nrw.uni-koeln.de weitere Arbeitsblätter der Physik, aus den Arbeiten von Dreisbach (2010) und Schaaf (2011). Die hier genannten Kompetenzen sind wie folgt:

- Schüler können beschreiben, was in den Sekunden des Unfalls im Auto passiert.
- Sie können mit weniger als 30% Schätzfehler angeben, wie hoch die Aufprallgeschwindigkeit bei Geschwindigkeitsüberhöhungen von 10 km/h und 20 km/h sind.
- Sie können korrekt angeben, wie eine gemischte Ladung aus verschiedenen, z.T. schweren und sperrigen Gegenständen richtig geladen und gesichert wird.

5.2.3 Modul „Rollenspiel: Die letzten Minuten vor dem Crash“

Im Modul „Rollenspiel: Die letzten Minuten vor dem Crash“ soll ein sozialer Aspekt beleuchtet werden, nämlich den Umgang der verschiedenen Fahrzeuginsassen untereinander. Dieses Modul wurde auch in der hier beschriebenen Neukonzeption in abgeänderter Form weiter verwendet.

In diesem Modul sollen die Schülerinnen und Schüler eine fiktive Situation in einem Auto nachstellen. Sie erhalten Rollenkarten zu den vier Fahrzeuginsassen und sollen unvoreingenommen die Situation spielen. Sie erhalten zusätzlich die Information, dass ohne weitere Einflüsse das Fahrzeug nach zwei Minuten verunglücken wird. Die Schülerinnen und Schüler sollen diesen Unfall in diesem ersten Durchgang nicht verhindern. Dieses Rollenspiel soll vor dem Klassenverband durchgeführt werden.

Im Anschluss an den fiktiven Unfall soll die gesamte Klasse mit den ausführenden Teilnehmern die Szene analysieren und alternative Handlungsstrategien erarbeiten. Diese Strategien sollen für alle Insassen, auch scheinbar passive Mitfahrer, entwickelt werden. Unter Ausnut-

5. CrashKurs NRW

zung dieser Strategien soll das Rollenspiel erneut durchgeführt werden, wobei diesmal der Ausgang positiv sein soll, der Unfall also vermieden wird.

Zur Erklärung für die Lehrer wurden einige Videos erstellt, in denen beispielhaft die Klassensituation gezeigt wird. Diese sind ebenfalls auf dem Mandantenserver zu finden.

Als zu erreichende Kompetenzen geben Bresges und Hofmann (2011) an:

- Die Schüler sollen mit ihrem im Crash Kurs NRW gewonnen Wissen die letzten zwei Minuten vor dem Aufprall darstellen. Sie sollen aus ihrer eigenen Kenntnis von vergleichbaren Situationen abschätzen, ob Alkohol, Ablenkung des Fahrers und überhöhte Geschwindigkeit aus Zeitdruck eine Rolle gespielt haben können.
- Sie sollen sich in die Rolle jeder Person an Bord versetzen und einzeln, in Gruppen oder im Klassengespräch erörtern, welche Möglichkeiten jeder Einzelne gehabt hat, um den tödlichen Ausgang abzuwenden.
- Die Schüler als Mitfahrer sollen mindestens 5 Strategien nennen, mit denen Sie auf Gefahrenmomente wirksam hinweisen und das Tempo der Fahrt oder die Ablenkung des Fahrers reduzieren können.
- Die Schüler als Fahrer sollen Signale von Mitfahrern erkennen und ernst nehmen, ihre eigene Impulsivität kontrollieren, Streit und belastende Gespräche auf die Zeit nach der Fahrt verschieben.

5.2.4 Modul „Unterrichtsprojekt“

Das Modul „Unterrichtsprojekt“ soll Raum schaffen für nicht pauschal erfassbare Schülerprojekte. Dies wird auch durch die zentrale Botschaft charakterisiert: „Durch eine Informationsveranstaltung, eine Ausstellung oder ein Theaterstück könnt Ihr Sie [die Mitschüler] aber rechtzeitig erreichen und ein Unglück verhindern.“ (Bresges & Hofmann, 2011)

Die Schülerinnen und Schüler sollen in diesem Modul selber die Botschaften der Bühnenveranstaltung ihrer Altersgruppe darstellen. Dadurch sollen sie sich zum Einen stärker mit der Veranstaltung CrashKurs NRW identifizieren und zum Anderen sollen sie ihre subjektiv empfundene Hilflosigkeit gegenüber den Gefahren des Straßenverkehrs verringern. Im Modulhandbuch werden die Kompetenzen wie folgt definiert:

- Die Schüler können eine Darstellung entwickeln, die die hohe Unfallgefährdung Ihrer Altersgruppe und die damit verbundenen Hauptunfallursachen darstellt.
- Sie entwickeln eine zielgruppengerechte Ansprache durch Poster, Collagen, Ausstellungen, Theaterstücke, Amateurvideo o.ä. und demonstrieren damit, dass sie sich für die Sicherheit ihrer Mitschüler einsetzen.

5.3 Prozessevaluation des CrashKurs NRW

Die Prozessevaluation (Hackenfort et al., 2015; Bresges, 2011b) ist als Bericht der wissenschaftlichen Begleitung zu verstehen. Die wissenschaftliche Begleitung sollte die Anpassung des CrashKurs NRW auf das deutsche Zielpublikum beobachten und unterstützen, die Prozessevaluation ist der dazugehörige Abschlussbericht. Die Prozessevaluation hatte die folgenden zehn Leitfragen (S. 181, Hackenfort et al., 2015):

1. *Wie wurden die Akteure für die Crash Kurs NRW-Teams identifiziert und aktiviert?*
2. *Wie wurde das erste Zusammentreffen vorbereitet und durchgeführt?*
3. *Welche Führungs- und Kommunikationsstruktur wurde innerhalb der Teams etabliert?*
4. *Wie wurde der Input der Akteure gesammelt und zu einem Gesamtkonzept gebündelt?*
5. *Wie hat sich der Vortrag der Akteure während der ersten Veranstaltungen entwickelt?*
6. *Welche personellen Ressourcen wurden benötigt?*
7. *Wie wird der Bedarf an Supervision und Betreuung eingeschätzt?*
8. *Welche Schwierigkeiten ergaben sich in der Aktivierung von Schulen?*
9. *Wie wurden die Lehrer vorbereitet?*
10. *Welche Medien wurden an die Schulen ausgegeben, welche zusätzlich gefordert?*

Aus diesen Leitfragen sollten Empfehlungen zur Entwicklung eigener Kurse durch Folgebehörden abgeleitet werden.

Bresges (2011b) kam in der Prozessevaluation zu dem Ergebnis, dass die Übertragung des englischen Vorbildes Crash Course als gelungen zu bezeichnen ist. In 15 teilnehmenden Schulen wurde im Laufe der Prozessevaluation die Reaktion von Lehrpersonen und Schülerinnen und Schüler beobachtet, an einer Lehrerbefragung nahmen insgesamt 32 Lehrer aus 8 Schulen teil. Bresges hebt insbesondere hervor, dass das Kernelement der hohen Authentizität und Glaubhaftigkeit erfolgreich im CrashKurs NRW umgesetzt werden konnte. Eine wichtige Erkenntnis für die interne Arbeit der Polizeibehörden ist die erkannte hohe Bedeutung der „*Arbeit eines Teilprojektleiters bzw. Teamleiters vor Ort.*“ (S. 185, Hackenfort et al., 2015)

Ein Großteil der Empfehlungen von Bresges beziehen sich auf die interne Zusammenarbeit der Teams der Polizeibehörden. Erkennbar ist aber auch aus der Lehrerbefragung, dass einzelne Lehrer mehr ausgearbeitete Unterrichtsreihen wünschen.

5. CrashKurs NRW

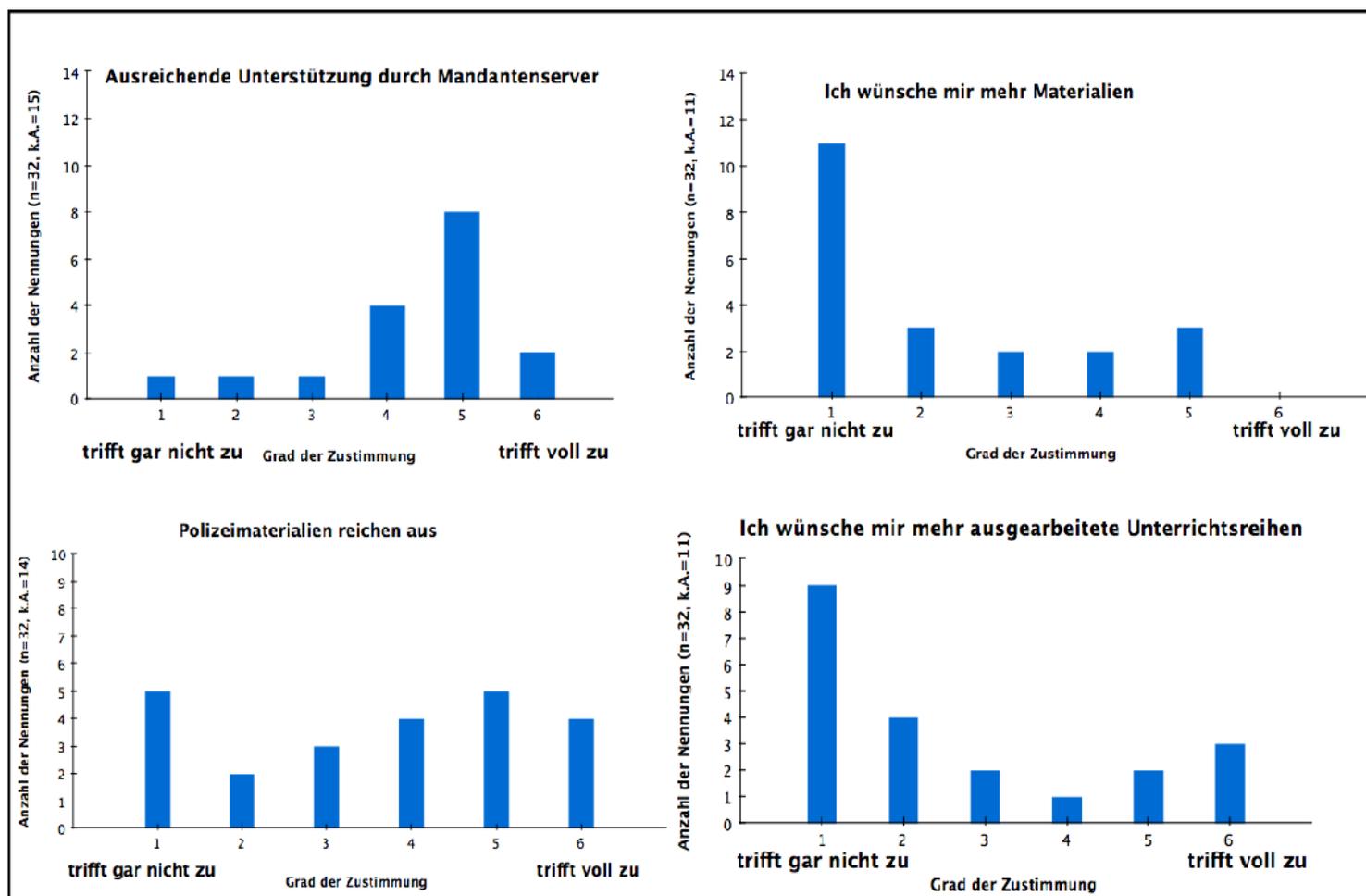


Abb. 7: Antworten aus der Lehrerbefragung (Bresges, 2011b)

Dazu passt auch folgendes Zitat aus der Prozessevaluation:

Lehrer (Mathematik/Sozialwissenschaft, Gymnasium): „Breitere thematische Streuung der bereitgestellten Materialien zur Nachbereitung“ und „Mehr Angebote unter soziologischem, psychologischem Aspekt; oder aus dem Bereich Verhaltensforschung.“ (S. 52, Bresges, 2011b)

Bresges schliesst des Weiteren aus den Antworten der Lehrpersonen zu den von ihnen durchgeführten Schulstunden, dass beim Zeitaufwand der schulischen Nachbereitung ein Übergewicht im Bereich von zwei Schulstunden (90 Minuten) liegt.

Nicht aus der Lehrerbefragung und -beobachtung ersichtlich, aber wünschenswert sind weiterhin einheitliche Qualitätsstandards für die Nachbereitung im Unterricht. Dies soll in enger Abstimmung mit dem Ministerium für Schule und Weiterbildung erfolgen. (vgl. Hackenfort et al., 2015).

5.4 Wirkungsevaluation der Nachbereitung

In der Examensarbeit von Janssen (2011) wird ein Ansatz zu einer qualitativen Analyse einer Nachbereitung des CrashKurs NRW beschrieben. Dabei unterscheidet Janssen zwischen zwei Schulen, die verschiedene Arten der Nachbereitung durchführten.

Diese qualitative Analyse wurde von Janssen anhand zweier Fragen durchgeführt:

1. Wie kam es ihrer Meinung nach zu diesem Unfall?
2. Wie hätten Fahrer oder Beifahrer diesen Unfall vermeiden können?

Nach Bresges wurde nach der Bühnenveranstaltung auf „eine differenziertere Beschreibung der vermuteten Unfallursachen, weniger Rückgriff auf naive Ursachenzuschreibungen und eine höhere Bereitschaft zur Nutzung physikalischer Methoden der Unfallanalyse“ gehofft. Janssen stellte diese Frage vor und nach der Bühnenveranstaltung und unterteilte die Antworten in acht bzw. sechs Kategorien für die erste bzw. zweite Frage. Er verglich 50 Schüler aus zwei Schulen, in Schule 1 wurde ein eigenes Nachbereitungskonzept genutzt, in der anderen Schule das Nachbereitungskonzept vom Mandantenserver des CrashKurs NRW. (S. 4, Weber & Bresges, 2013)

Die Ab- bzw. Zunahme von Antworten einzelner Kategorien wird in den folgenden Diagrammen dargestellt:

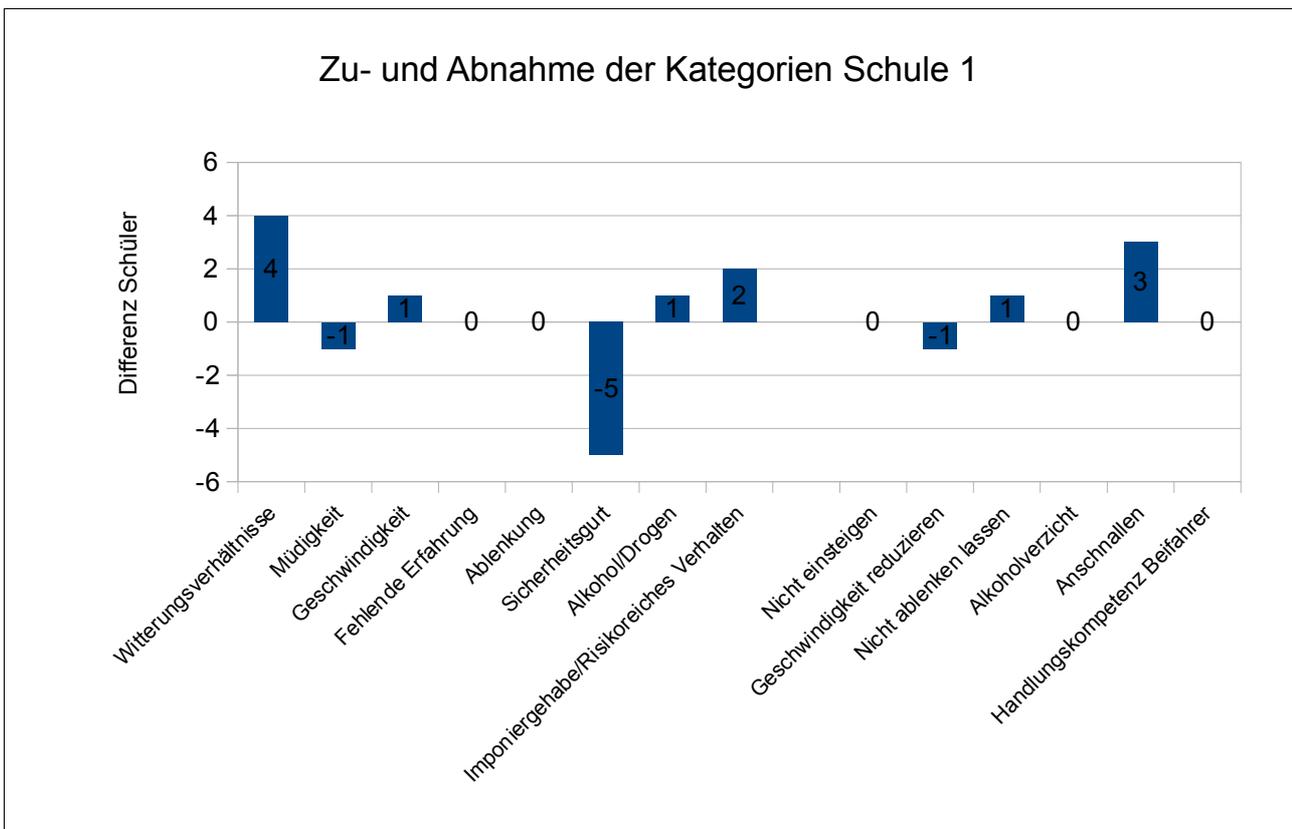


Abb. 8: Antwortkategorien in Schule 1 (Janssen, 2011)

5. CrashKurs NRW

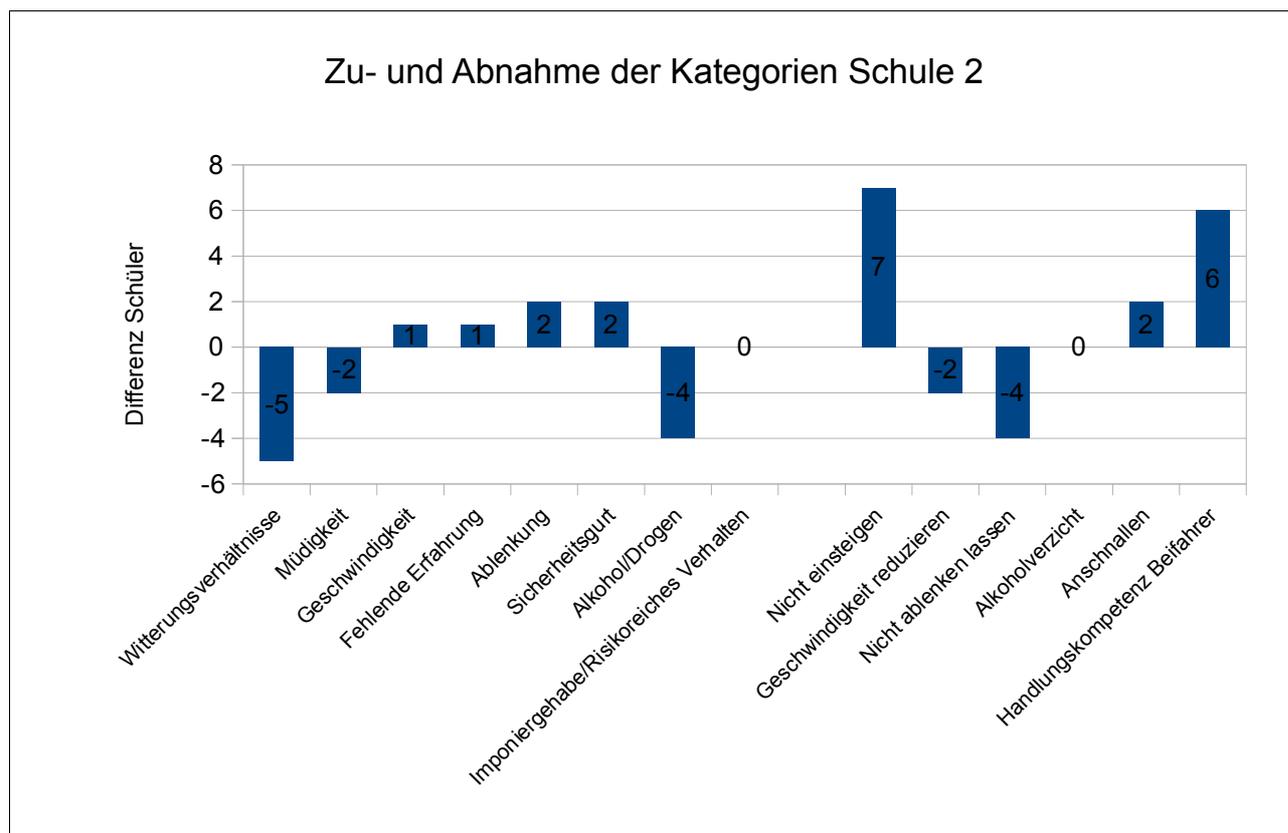


Abb. 9: Antwortkategorien in Schule 2 (Janssen, 2011)

In Schule 1 werden die Ursachen des Unfalles nach dem CrashKurs NRW realistischer eingeschätzt. So ist das Anlegen des Sitzgurtes nur relevant für die Schwere der Unfallfolgen, hat aber keinen Einfluss darauf, ob der Unfall geschieht.

In Schule 2 können die Schüler nach dem CrashKurs NRW allerdings deutlich besser beantworten, wie sich vor Unfällen schützen („Nicht einsteigen“) oder einen Unfall vermeiden („Handlungskompetenz Beifahrer“, bspw. die Aussage „Mir ist schlecht“) können.

Janssen schließt, dass das aktuelle Nachbereitungskonzept den Schülern ausreichende Fachkompetenz in der Unfallvermeidung gibt, aber noch mangelhaft den Schülern vermittelt, dass zu geringe Fahrerfahrung einer der Hauptunfallursachen bei jungen Autofahrern ist. (S. 4, Weber & Bresges, 2013)

Aus den Antworten ist des weiteren erkennbar, dass Geschwindigkeitsübertretungen nicht als Unfallursache wahrgenommen werden und eine Reduzierung der Geschwindigkeit auch nicht als Mittel zur Unfallvermeidung gewählt wird. Im Jahr 2011 stellten jedoch bei Unfällen mit Personenschäden Fehlverhalten im Bereich Geschwindigkeit eine der Hauptunfallursachen dar, bei Unfällen mit Getöteten sogar die Hauptunfallursache (Statistisches Bundesamt, 2012). Diese Einschätzung ist daher als kritisch im Sinne des CrashKurses NRW zu interpretieren.

5.5 Wirkungsevaluation des CrashKurs NRW

Die Wirkungsevaluation von Hackenfort stellt einen wichtigen Baustein für die Entwicklung der Nachbereitung in dieser Arbeit dar. Daher werden im Folgenden kurz die Rahmenbedingungen und Erkenntnisse dieser Evaluation skizziert. Diese Wirkungsevaluation wird außerdem in den folgenden Kapiteln, insbesondere Kapitel 8, rezipiert.

Hackenfort hat im Rahmen des CrashKurs NRW die Wirkung des Programms analysiert (Hackenfort, 2013a; Hackenfort, 2015). Dazu wurden die Probanden – Schülerinnen und Schüler, welche die Bühnenveranstaltung besucht hatten – an drei Testzeitpunkten gebeten, einen Fragebogen auszufüllen. Die Testzeitpunkte waren wie folgt (S. 2, Hackenfort, 2013a) aufgeteilt:

- *Die Vorher-Messung («prae») wurde direkt vor Durchführung des Bühnenprogramms bei allen Teilnehmenden realisiert.*
- *Eine erste Nachher-Messung (« post1 ») erfolgte nach Abschluss der durch die Polizei erwünschten schulischen Nachbereitung in der Regel etwa zwei Wochen nach der prae-Messung.*
- *Nach vier Monaten wurde eine zweite Nachher-Messung (« post2 ») durchgeführt.*

Hackenfort berichtet, dass insgesamt 2.174 Personen zum ersten Messzeitpunkt befragt werden konnten, darunter waren 57% männlich. Die Mehrheit (54%) der Schülerinnen und Schüler besuchte das Berufskolleg, 26% der Teilnehmer eine Gesamtschule und 20,3% ein Gymnasium.

Ungefähr die Hälfte aller Teilnehmer besass eine Fahrerlaubnis, ein weiteres Viertel gab an, diese gerade zu erwerben. (Hackenfort, 2015)

Neben diesen demographischen Daten wurden im Fragebogen Fragen gestellt, die zu mehreren psychologischen Konstrukten passen, nämlich „dem subjektiven Gefährlichkeitsurteil, der Selbstkompetenzeinschätzung, der Einstellung (zur Verkehrssicherheit), dem sicherheitsrelevanten Wissen sowie der Akzeptanz der Intervention“ (Hackenfort, 2015).

Hackenfort weist darauf hin, dass innerhalb der Bühnenveranstaltung keine Botschaften zum sicherheitsrelevanten Wissen zu finden sind und solche Botschaften auch nicht in der Nachbereitung zu erwarten sind. Die Erhebung geschah auch im Hinblick auf zu erkennendes Optimierungspotential (vgl. Hackenfort, 2013).

In der Beantwortung der Fragen kann Hackenfort über den Zeitraum von vier Monaten nur wenige signifikante Veränderungen feststellen (Hackenfort, 2013).

Aus den Fragen zur Einstellung zur Geschwindigkeit kann er nur eine Einstellung („Auf der Autobahn sollte man nicht schneller als 120 km/h fahren“) identifizieren, die sich in die gewünschte Richtung mit einem mindestens schwachen Effekt (cohens $d > 0,2$; Cohen, 1992) verändert.

Im Umfeld der Selbstkompetenzeinschätzung identifiziert Hackenfort zwei Veränderungen mit mindestens schwachem Effekt. Dies ist zum einen die im Sinne der Bühnenveranstaltung positive Erhöhung der subjektiven Wahrscheinlichkeit, in einen Unfall verwickelt zu werden („Glauben Sie, dass Sie mehr oder weniger wahrscheinlich in einen Autounfall verwickelt sein könnten als andere Menschen in Ihrem Alter?“). Zum Anderen ist dies eine Erhöhung der

5. CrashKurs NRW

subjektiv empfundenen Fahrerfahrung („Glauben Sie, dass Sie ein mehr oder weniger erfahrener Fahrer sind als andere Menschen in Ihrem Alter?“), welche negativ bewertet wird. In den Bereichen der subjektiven Gefährlichkeitsurteile sowie des sicherheitsrelevanten Wissens sind die Befunde laut Hackenfort uneinheitlich. Zwar sind einzelne als positiv zu bewertende Veränderungen zu finden, aber auch im Sinne des CrashKurs NRW negativ zu bewertende Veränderungen sichtbar. (vgl. Hackenfort, 2013)

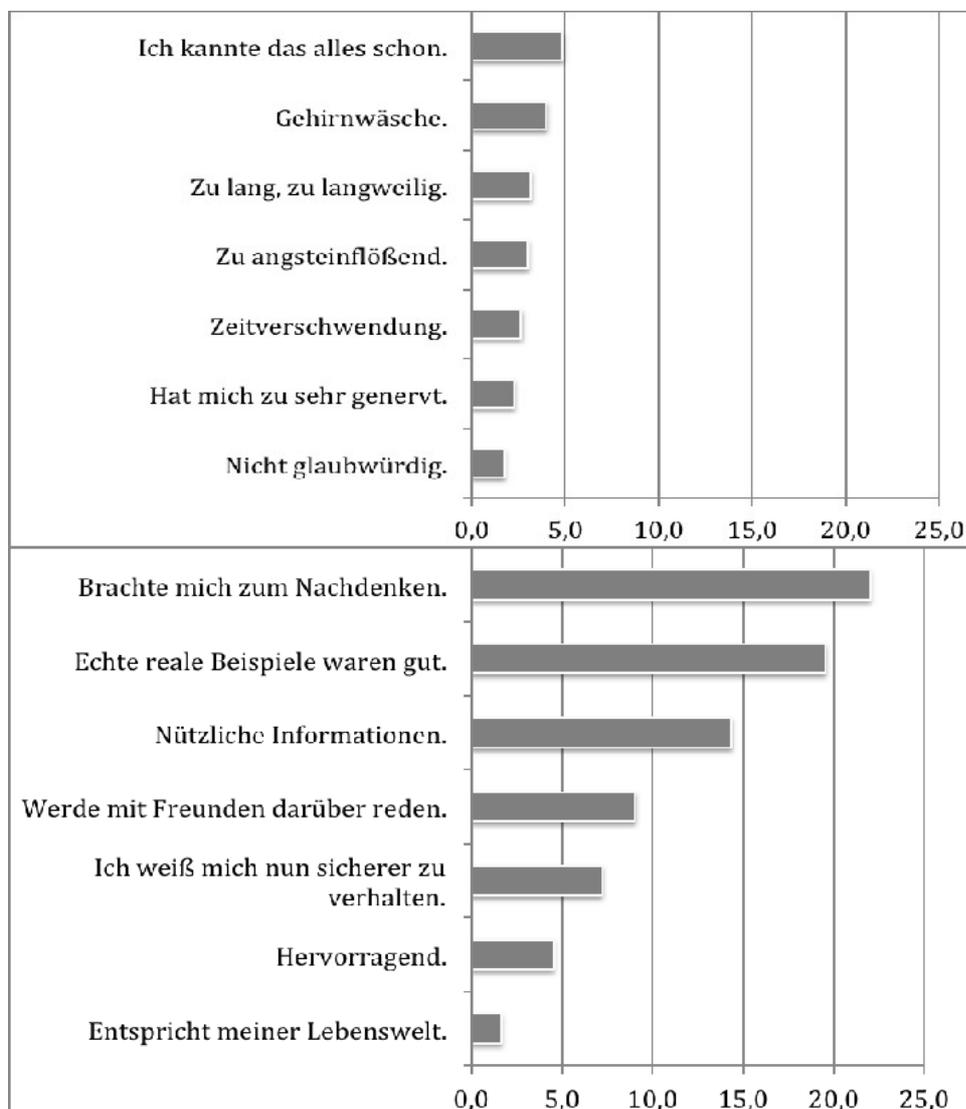


Abb. 10: Verteilung der Rückmeldung der befragten Schülerinnen und Schüler zu Aspekten des CrashKurs NRW (in Prozent). (Hackenfort, 2015)

Hackenfort beschreibt die große Anzahl an positiven Rückmeldungen zur Bühnenveranstaltung, es „wurden von den Teilnehmenden fast 80% positive Aspekte gewählt“ (Hackenfort, 2015). Er schreibt weiter: „Auch nach mehreren Monaten hielt die deutliche Akzeptanz [...] an.“ (Hackenfort, 2015)

5. CrashKurs NRW

Hackenfort empfiehlt aufgrund dieser Akzeptanzwerte eine Weiterführung des Programmes CrashKurs NRW (Hackenfort, 2013). Er benennt zusätzlich mehrere Optimierungsmöglichkeiten:

- Eine weitergehende Thematisierung von Unfallursachen und -bedingungen, anstatt der Unfallfolgen, mit Hinblick auf die Einschätzung der individuellen Eintrittswahrscheinlichkeit. Dazu empfiehlt er unter anderem die Nutzung lokaler Unfallschwerpunkte. (Hackenfort, 2013a)
- Eine Bereitstellung von Handlungsempfehlungen für die Schülerinnen und Schüler, um Verkehrsunfällen zu verhindern, die für diese Zielgruppe realisierbar sind (Hackenfort, 2015)
- Eine schulische Nachbereitung, die zeitlich nah zur Bühnenveranstaltung liegt und mit dieser stärker verknüpft ist. (Hackenfort 2013, Hackenfort 2015)

6. Entwicklung einer schulischen Nachbereitung

Im folgenden Kapitel soll die Entwicklung einer neuen Nachbereitung zum CrashKurs NRW anhand der aus den vorhergehenden Evaluationen erkannten Desiderate dargestellt werden. Dabei wird dem verkehrshysikalischen Anteil der Nachbereitung als zentralem Element ein eigenes Unterkapitel gewidmet.

6.1 Erkenntnisse aus den bisherigen Evaluationen

Entsprechend dem zugrundeliegenden Forschungszyklus (s. Kap. 1.3) wären die bisher durchgeführten Maßnahmen des CrashKurs NRW, aufbauend auf den theoretischen Vorüberlegungen der Projektleitung des CrashKurs NRW und die dazugehörige Evaluation durch Bresges (2011b, 2015), Janssen (2011) und Hackenfort (2013a, 2015) ein abgeschlossener Kreislauf. Im Sinne der Forschungsparadigma des Design-Based-Research (Design-Based-Research-Collective, 2003) sollte ausgehend von den Erkenntnissen des abgeschlossenen Kreislaufs ein neuer Zyklus beginnen.

Die Zielsetzung (vgl. Abb. 2) ist hier durch die Rahmenbedingungen des schulischen Umfelds und die Verbesserungsvorschläge der abgeschlossen Evaluationen definiert:

- Anpassung der schulischen Nachbereitungsmodule an die durch das Ministerium für Schule und Weiterbildung vorgegebenen Kompetenzkriterien (Kap. 2.5)
- Ausgearbeitete Unterrichtsvorschläge (Kap. 5.3)
- Breitere thematische Streuung (Kap. 5.3)
- Anpassung an einen Zeitrahmen von 90 Minuten (Kap. 5.3)
- Stärkere Thematisierung der Unfallursache Geschwindigkeit (Kap. 5.4)
- Stärkere Thematisierung des Themas Fahrerfahrung (Kap. 5.4)
- Nutzung lokaler Unfallschwerpunkte (Kap. 5.5)
- Die schulische Nachbereitung zeitlich näher zur Bühnenveranstaltung und besser mit dieser verzahnt (Kap. 5.5)

Diese Ziele sollten im folgenden Planungsschritt weiter ausformuliert werden und führten zu den im Weiteren beschriebenen Modulen.

Insbesondere im Modul „Verkehrshysik“ war es außerdem gewünscht, das Modul passend zu einer weitergehenden Unterrichtsreihe im Bereich der Mechanik zu machen. Theorien aus dem kontextorientierten Physikunterricht und der Entwicklung authentischer Aufgaben (s. Kap. 2.1 u. 2.2) lagen diesen Überlegungen zugrunde.

6.2 Aufbau und Zielsetzung der Module

Die in Kapitel 6.1 definierten Ziele werden nun einzelnen Modulen der schulischen Nachbereitung zugeordnet:

Verkehrshysik:

- Anpassung der schulischen Nachbereitungsmodule an die durch das Ministerium für Schule und Weiterbildung vorgegebenen Kompetenzkriterien (Kap. 2.5)

6. Entwicklung einer schulischen Nachbereitung

- Ausgearbeitete Unterrichtsvorschläge (Kap. 5.3)
- Anpassung an einen Zeitrahmen von 90 Minuten (Kap. 5.3)
- Stärkere Thematisierung der Unfallursache Geschwindigkeit (Kap. 5.4)

Unfallortanalyse:

- Ausgearbeitete Unterrichtsvorschläge (Kap. 5.3)
- Breitere thematische Streuung (Kap. 5.3)
- Nutzung lokaler Unfallschwerpunkte (Kap. 5.5)
- Die schulische Nachbereitung zeitlich näher zur Bühnenveranstaltung und besser mit dieser verzahnt (Kap. 5.5)

Rollenspiel und Gespräch:

- Ausgearbeitete Unterrichtsvorschläge (Kap. 5.3)
- Breitere thematische Streuung (Kap. 5.3)
- Stärkere Thematisierung des Themas Fahrerfahrung (Kap. 5.4)
- Die schulische Nachbereitung zeitlich näher zur Bühnenveranstaltung und besser mit dieser verzahnt (Kap. 5.5)

Ablenkungen im Straßenverkehr:

- Ausgearbeitete Unterrichtsvorschläge (Kap. 5.3)
- Breitere thematische Streuung (Kap. 5.3)
- Stärkere Thematisierung des Themas Fahrerfahrung (Kap. 5.4)

Diese Module sind auf ein 90-minütiges Stundenraster angepasst. Allen gemein ist, dass sie so konstruiert sind, dass sie anhand eines Verlaufsplanes direkt in der Schulstunde eingesetzt werden können. Unterrichtsmaterialien, die über die gegebenen Arbeitsblätter hinausgehen, müssen von der Schule bereitgestellt werden.

Die Module können auch als fachübergreifende Unterrichtsreihe umgesetzt werden. Jedes Modul soll in einer solchen Reihe unterschiedliche Kompetenzen schulen. Sie sind so konzipiert, dass sie sich nicht überschneiden und dass Lehrpersonen verschiedener Fächer sie verwenden können. Bei einer Nutzung als Unterrichtsreihe soll das Modul „Analyse von Unfallbrennpunkten“ die übrigen Module untereinander verknüpfen.

Sofern es aus organisatorischen Gründen nicht möglich sein sollte, jedes Modul durchzuführen, wird die Empfehlung ausgesprochen, eine Auswahl zu treffen. Bedacht werden sollte dabei die Persönlichkeit und individuelle Neigungen der durchführenden Lehrperson sowie die ins Auge gefasste Lerngruppe. Bei Bresges und Hofmann (n. veröff.) findet sich folgende beispielhafte Auswahl:

Naturwissenschaftslehrer	Sprach- oder Gesellschaftslehrer
Verkehrsphysik Unfallortanalyse	Rollenspiel und Gespräch Unfallortanalyse
zusätzlich: Ablenkungen im Straßenverkehr	

Tab. 3: Empfehlung für die Modulauswahl (Bresges & Hofmann, n. veröff.)

6.3 Beschreibung der Module der schulischen Nachbereitung

6.3.1 Ablenkungen im Straßenverkehr

In diesem Modul sollen die Schülerinnen und Schüler eine Rennspiel-Simulation nutzen. Je nach Ausstattung der Schule kann dies in einem Computerraum oder auf tragbaren PCs durchgeführt werden. Die zentrale Botschaft soll hierbei sein, dass Ablenkungen einen deutlichen Einfluss auf das Fahrvermögen haben und zu vermeiden sind.

Vor Beginn der Unterrichtseinheit muss die Lehrperson sich für ein Rennspiel entscheiden und dies den Schülerinnen und Schüler zur Verfügung stellen. Dies kann anhand einer regelmäßig aktualisierten Internet-Liste oder anhand folgender Rahmenbedingungen für das Spiel geschehen:

- Es muss auf der vorhandenen Hardware flüssig abspielbar sein
- Genutzte Autos und Strecken sollten möglichst realitätsnah aussehen
- Die Fahrleistung kann gemessen werden, üblicherweise durch die Anzeige von Rundenzeiten
- Fahrzeuge können zwischen konsekutiven Durchgängen nicht verändert werden
- Die Spielsteuerung ist für die Schülerinnen und Schüler verständlich und eingängig
- Einzelne Spieldurchgänge sind innerhalb von 3-5 Minuten durchzuführen

Anhand dieser Rahmenbedingungen ist nachvollziehbar, dass insbesondere einfachere Spiele, die üblicherweise kostenfrei zu beziehen sind, sich gut für diese Unterrichtseinheit eignen.

Die Schülerinnen und Schüler sollen sich im Rahmen der Unterrichtseinheit mit dem zur Verfügung gestellten Rennspiel vertraut machen. Dazu werden sie in Kleingruppen von 3-5 Personen aufgeteilt und jede Kleingruppe erhält die Aufgabe, sich mit dem Spiel zu beschäftigen und im Spiel kompetitiv die beste Fahrleistung, üblicherweise die beste Rundenzeit, zu erlangen. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass innerhalb der Kleingruppen der Unterschied in Vorerfahrung nicht zu groß ist, um auch zurückhaltenden Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit zur Partizipation zu geben.

Sobald beobachtet wird, dass die Schülerinnen und Schüler sicher mit dem Spiel umgehen, wird diese Phase beendet und das Spiel unterbrochen. Die Schülerinnen und Schüler sollen nun verschiedene Handlungen oder Situationen, die die Aufmerksamkeit für den Straßenverkehr beeinträchtigen, erarbeiten. Diese sollen sie nach dem Grad der jeweiligen Ablenkung sortieren und auf einem Plakat darstellen. Jede Gruppe soll einen einminütigen Kurzvortrag über ihr jeweiliges Plakat vorbereiten und dadurch ihre jeweilige subjektive Einschätzung dem gesamten Klassenverband darstellen.

In den Kleingruppen sollen im Anschluss an diese Präsentation diese Handlungen und Situationen nachgespielt bzw. nachgestellt werden. Dabei soll eine Schülerin oder ein Schüler das Spiel spielen, also das Fahrzeug lenken und ihre Mitschülerinnen und -schüler sollen versuchen, sie abzulenken. Dies kann verschiedene Formen annehmen, beobachtet wurde unter anderem die Bedienung eines Handys, um ein Navigationsgerät zu simulieren sowie eine aktive Unterhaltung zwischen den Schülerinnen und Schüler zur Simulation von Telefonaten (die Schülerinnen und Schüler entwickelten diese Ideen eigenständig). Wie in der Eingewöhnungsphase sollen die Schülerinnen und Schüler wieder im Wettstreit Bestzeiten erreichen. Dabei

6. Entwicklung einer schulischen Nachbereitung

sollen sie ihre jetzt erteilten Bestzeiten mit den Bestzeiten aus der Eingewöhnungsphase vergleichen.

Unter dem Eindruck dieser Erfahrung sollen die Schülerinnen und Schüler im Plenum diskutieren, inwiefern sie ihre vorherige Einschätzung in Bezug auf den Grad der jeweiligen Ablenkung revidieren müssen. Besonderes Augenmerk soll die Lehrperson dabei auf jene Situationen und Handlungen legen, die vorher als irrelevant empfunden wurden und deren Relevanz in Schüleraugen nun gestiegen ist.

Nach der Durchführung der Einheit sollen die Schülerinnen und Schüler folgendes können:

- Ablenkungen im Straßenverkehr benennen
- Das eigene Verhalten im Umgang mit solchen Ablenkungen reflektieren
- Ihre Fahrleistung unter Ablenkung besser einschätzen
- Ablenkungen im Straßenverkehr besser einschätzen

Die Unterrichtseinheit wurde in zwei Klassen eines Berufskollegs als Pilotprojekt getestet. Dabei wurde beobachtet, dass die Schülerinnen und Schüler sehr viel Motivation für die Einheit aufbrachten.



Abb. 11: Schüler in den verschiedenen Phasen (Eingewöhnung, Zusammentragen von Ablenkungen, Simulieren der Ablenkungen)

Von Seiten der Schülerinnen und Schüler wurde angemerkt, dass es einen Unterschied zwischen den Steuerungen eines Rennspiels und eines PKW gäbe. Als probate Antwort erwies sich der Hinweis darauf, dass die Steuerung des Spiels deutlich einfacher sei als die Steuerung eines PKW und trotzdem Probleme durch die Ablenkungen entstehen. Des Weiteren sind die Konsequenzen von bereits kleinen Fehlern im realen Straßenverkehr deutlich lebensgefährlicher als im Spiel.

Bei der Konzeption dieses Moduls war unklar, inwiefern die spielerische Leichtigkeit, mit der hier das Thema „Straßenverkehr“ direkt nach der Bühnenveranstaltung des CrashKurs NRW aufgegriffen wird, die Schülerinnen und Schüler negativ beeinflussen könnte. Aber auch wenn weiterhin Unterrichtszeit bereitgehalten werden sollte für eine Thematisierung von emotionalen Befindlichkeiten der Schüler, erwies sich diese spezielle Sorge als unnötig.

Aus diesem Pilotprojekt und der teilnehmenden Beobachtung kann geschlossen werden, dass diese Unterrichtseinheit einen guten Einblick in das Thema Ablenkungen gibt. Am Ende der Durchführung in beiden Klassen wurden im Sinne der oben formulierten Fähigkeiten von den Schülerinnen und Schüler adäquate Antworten gegeben. (Weber & Bresges, 2014)

6. Entwicklung einer schulischen Nachbereitung

6.3.2 Verkehrsphysik

In diesem Modul sollen die Schülerinnen und Schüler durch die Erarbeitung von physikalischem Fachwissen einen Einblick in die physikalisch-technischen Möglichkeiten und Beschränkungen ihrer Fahrzeuge erhalten.

Die Schülerinnen und Schüler werden in diesem Modul wiederum in Kleingruppen aufgeteilt. Zur Durchführung werden verschiedene Materialien vorbereitet, insbesondere müssen die Karten aus Station 1 (s. Anhang) bereitgestellt werden und PCs mit der Software „Mechanik und Verkehr“ bestückt werden.

Nach der Aufteilung in Kleingruppen werden die benötigten Materialien bereitgestellt. Die Stationen behandeln verschiedene Themen:

- Station 1 behandelt Kräfte und Energien im Straßenverkehr, die Schülerinnen und Schüler berechnen die Kräfte, die beschleunigende und abbremsende Autos ausüben können, die auf einen Fahrer wirkende Kraft bei einem Unfall sowie die Kraft und Energie verschiedener PKW berechnen. Die so berechnete Energie soll mit beispielhaften Energien (gehender Mensch, Gewehrkugel) verglichen werden.
- Station 2 behandelt Geschwindigkeiten im Straßenverkehr und den daraus resultierenden Reaktionsweg, Bremsweg und Anhalteweg. Die Schülerinnen und Schüler sollen diese Wege, auch unter Beachtung verschiedener Reaktionszeiten oder Anfangsgeschwindigkeiten, berechnen.
- In Station 3 beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler mit der Software „Mechanik und Verkehr“. Sie sollen einschätzen, wie sehr sich der Anhalteweg bei geringfügiger Geschwindigkeitsänderung verlängert und diese Einschätzung mit der Software überprüfen. Sie sollen außerdem Reaktionsweg und Bremsweg mathematisch beschreiben sowie die Art der Bewegung identifizieren.

Nach der Bearbeitung der Arbeitsblätter wird in den Gruppen gemeinsam ein realer Unfall anhand eines Polizeiberichtes analysiert. Die Schülerinnen und Schüler sollen ihre aus den Arbeitsblättern gewonnenen Erkenntnisse auf diesen realen Fall anwenden. Dies soll dann von allen Kleingruppen im Plenum zum Abschluss kurz vorgestellt werden.

Dieses Modul wird in Kapitel 6.4 noch einmal ausführlicher beschrieben, insbesondere in Hinblick auf den Aufbau der Arbeitsblätter. Es wurde ausführlich evaluiert, wie in Kapitel 8 beschrieben wird.

6.3.3 Rollenspiel und Gespräch

Die Schülerinnen und Schüler sollen in diesem Modul verschiedene Verhaltensweisen im Straßenverkehr erleben und diskutieren. Dabei sollen sie auch die Folgen dieser Verhaltensweisen im gesamtgesellschaftlichen Kontext betrachten. Kern des Moduls sind ein Rollenspiel und eine Pro-Contra-Debatte. Das Rollenspiel soll die Schülerinnen und Schüler in die Lage versetzen, verschiedene Verhaltensweisen direkt zu erleben und zu erproben. In der Debatte sollen die Schülerinnen und Schüler gemeinsam Verhaltensweisen diskutieren und reflektieren.

Das Modul ist in zwei Teile geteilt. Im ersten Teil wird ein Rollenspiel durchgeführt, welches in dieser Form auch schon in der bisherigen Nachbereitung existierte, siehe Kapitel 5.2. Im

6. Entwicklung einer schulischen Nachbereitung

Rahmen dieser Arbeit wurde dieses Rollenspiel nur durch weitere Rollenkarten erweitert und nicht inhaltlich verändert (s. Anhang).

Im Vorfeld müssen von der Lehrperson geeignete Rollenkarten ausgewählt werden. Diese sollten an die Schülergruppe angepasst sein. Beispielsweise könnten bei rein männlichen oder weiblichen Klassen, gerade in Berufskollegs, entsprechende Rollenkarten gewählt werden. Dies ist in Rückmeldungen von Lehrerinnen und Lehrern öfter angesprochen worden. Außerdem müssen von der Lehrperson für den zweiten Teil der Unterrichtseinheit Beispielargumente ausgewählt werden.

Der zweite Teil des Moduls soll die Schülerinnen und Schüler in eine Diskussion führen. Diese sollte den formalen Regeln der Pro-Contra-Debatte aus der politischen Bildung (vgl. Masing, 1999) folgen, kann aber auch als unstrukturierte Diskussion im Plenum durchgeführt werden, je nach Stand der Lerngruppe. Grundlegendes Thema der Diskussion ist eine Entscheidung über zu schnelles Fahren, das im Rahmen der Unterrichtsmaterialien folgendermaßen beschrieben wird: „Als Definition für zu schnelles Fahren sei gegeben: Geschwindigkeiten entweder über der jeweilig zugelassen Höchstgeschwindigkeit oder unangepasst zu den Straßenverhältnissen“ (s. Anhang)

Auf dieses Ziel bezogen sollen die Schülerinnen und Schüler in zwei Gruppen aufgeteilt werden und erst in Einzelarbeit und dann in ihrer Gruppe mit dem Thema beschäftigen. Die Gruppen sollen jeweils die Vor- oder Nachteile 'zu schnellen Fahrens' aufzeigen und eine positive oder negative Bewertung eines solchen Verhaltens durchführen. Nach einer angemessenen Einarbeitungsphase sollen die Gruppen gegeneinander argumentieren, moderiert durch die Lehrperson.

Schwierigkeiten können hier dadurch auftreten, dass eine oder beide Gruppen keine passenden Argumente zum Thema finden. An dieser Stelle können die im Vorfeld ausgewählten oder die in den Unterrichtsmaterialien vorgeschlagenen Beispielargumente zur Verfügung gestellt werden.

Vorteilhaft ist es in dieser Phase, ausgewählte Schülerinnen und Schüler, die bereits eine Meinung zu dem Thema haben, zu der Gruppe zuzuteilen, die nicht ihrer Meinung entspricht. Dadurch soll der Wechsel der Perspektive gefördert werden (vgl. Siebert, 2009).

In der Argumentationsphase sollen beide Gruppen versuchen, die jeweilige andere Gruppe von ihrem Standpunkt zu überzeugen. Beendet wird diese Phase durch die Lehrperson, sobald entweder eine vorher festgelegte Zeitperiode abgeschlossen ist oder in der Diskussion keine neuen Argumente mehr eingebracht werden.

Problematisch im Sinne des zugrundeliegenden Zieles des CrashKurs NRW wäre der Fall, dass die Schülerinnen und Schüler zum Schluss kommen, dass 'zu schnelles Fahren' positiv ist. Dies wird in der Praxis aufgrund der vorher erfahrenen Bühnenveranstaltung unwahrscheinlich sein, hängt aber im Einzelfall von der Einstellung der Gruppe ab. Lehrerinnen und Lehrer sollten daher bei der Modulauswahl diese Problematik berücksichtigen.

Zum Abschluss des gesamten Modules sollen die Schülerinnen und Schüler in maximal zwei Sätzen ihr persönliches Fazit in Form eines Blitzlichtes (in einem Satz) formulieren. Dadurch erhalten Lehrerinnen und Lehrer eine schnelle Rückmeldung über den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler. Für die Schülerinnen und Schüler bildet diese Art der Rückmeldung eine abschließende Evaluation ihrer eigenen Ansichten (vgl. Reich, 2007a).

6. Entwicklung einer schulischen Nachbereitung

6.3.4 Unfallortanalyse

Um das Gelernte besser mit realen Gegebenheiten zu verknüpfen, stehen reale Unfallbrennpunkte als ausserschulische Lernorte (s. Kap. 2.4) zur Verfügung.

Das Modul „Unfallortanalyse“ sieht eine Zusammenarbeit von Polizeibehörde und Schule vor. Die jeweiligen Polizeibehörden sollen den Schulen reale Unfallbrennpunkte nennen, möglichst mit Art und Anzahl der Unfälle. Die Schülerinnen und Schüler sollen mit diesen Informationen diese Orte erkunden.

Aufgrund der juristischen Rahmenbedingungen geschieht diese Erkundung entweder virtuell in Form von Luftbildern (oder Filmen) und Zeitungsrecherche oder persönlich im Rahmen von Hausarbeiten in der unterrichtsfreien Zeit. Dabei kann die persönliche Erkundung nicht verpflichtend sein. Hier bietet sich auch die Einbeziehung der Eltern an.

Schülerinnen und Schüler sollen im Fall der persönlicher Erkundung mithilfe von Kamera und direkter Inaugenscheinnahme den Unfallbrennpunkt dokumentieren. Dies soll aus verschiedenen Blickwinkeln und Perspektiven (bspw. Fahrradfahrer, Fussgänger, Autofahrer) geschehen, mit besonderem Augenmerk auf verdeckte Gefahrenstellen.

Im weiteren Verlauf sollen die Schülerinnen und Schüler den Unfallbrennpunkt in einem Vortrag, Flyer oder Poster dokumentieren (anhand der virtuell oder persönlich erarbeiteten Informationen) und Unfallursachen benennen. Die Schülerinnen und Schüler sollen darüber hinausgehend Empfehlungen für verschiedene Zielgruppen aussprechen, wie Unfälle an dem jeweiligen Ort vermieden werden können.

Die Lehrperson muss darauf achten, dass diese Empfehlungen sich nicht nur auf bauliche Veränderungen beschränken, sondern auch explizite Handlungsempfehlungen für die Verkehrsteilnehmer beinhalten.

Aufgrund der Evaluation und Rückmeldungen aus dem Lehrkörper hat es sich außerdem als sinnvoll erwiesen, bei den Schülerinnen und Schülern die Motivation für dieses Thema zu erhöhen. Dies kann durch eine direkte Würdigung guter Beiträge durch die Beamtinnen und Beamten der örtlichen Polizei oder lokale Zeitungen geschehen, aber auch durch die Vergabe von Schulnoten, sofern das Modul in einem unterrichtlichen Kontext steht. Insbesondere bei der persönlichen Erkundung konkurriert dieses Modul nämlich mit den Freizeitinteressen der Schülerinnen und Schüler.

Abschließendes Ziel ist auch hier wieder der Perspektivenwechsel der Schülerinnen und Schüler (vgl. Siebert, 2007). Die Schülerinnen und Schüler sollen erkennen, dass ihnen sichtbare Gefahren und Probleme nicht durch jeden Verkehrsteilnehmer erkennbar sind. Des Weiteren sollen die Schülerinnen und Schüler durch ein erweitertes Wissen des lokalen Verkehrsgeschehen Sicherheit erlangen im Umgang mit erfahrenen Verkehrsteilnehmern. Dadurch soll die subjektiv empfundene Selbstwirksamkeit steigern, was sich wiederum förderlich auf einen Lernprozess auswirkt (Bandura, 1977).

6.4 Aufbau des Moduls Verkehrsphysik

Das Modul Verkehrsphysik ist anhand vorhergehender Arbeiten entwickelt worden. Dabei wurden einzelne Elemente von Dreisbach (2010), Schaaf (2011) und Jonasson (2014) übernommen. Diese wurden in den Zusammenhang des CrashKurs NRW gesetzt und dabei insbesondere die Erkenntnisse aus den Evaluationen dieser Arbeiten umgesetzt. Das daraus entwickelte Modul führt die Schülerinnen und Schüler in verschiedene Aspekte der Physik des Straßenverkehrs in kompakter Form ein. Die Schülerinnen und Schüler sollen abschließend mit diesem Wissen eine authentische Aufgabe, eine rationale Analyse und Bewertung eines Verkehrsunfalls, durchführen.

Für das Modul wurde die Methode des Stationenlernens gewählt. Dabei werden verschiedene Aufgabengebiete auf Stationen aufgeteilt, die die Schülerinnen und Schüler nacheinander bearbeiten sollen. Von der üblichen freien Reihenfolge der Stationen (vgl. Reich, 2007b) wird hier mit Station 4 abgewichen:

Zum Abschluss analysieren die Schülerinnen und Schüler hier einen Polizeibericht. Anschließend fällen sie anhand der in den Stationen erarbeiteten Informationen eine begründete Entscheidung zur Schuldfrage im dargestellten Unfall. Dies soll die bereits in Kapitel 2 angesprochenen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler stärken.

Die Stationen wurden so aufgebaut, dass sie in sich abgeschlossen sind und verschiedene Aspekte der Mechanik behandeln. Niveau und Umfang der Aufgaben sind dabei so angepasst, dass jede Station in ca. 15-20 Minuten durchgeführt werden kann.

6.4.1 Station 1 – Kräfte im Straßenverkehr

In dieser Station sollen die Schülerinnen und Schüler die Kräfte, die im Straßenverkehr auftreten, rechnerisch kennenlernen.

In der ersten Aufgabe sollen die Schülerinnen und Schüler den Kraftbegriff nach Newton kennenlernen. Dazu erhalten sie das zweite Newtonsche Gesetzes in einer nicht-vektoriellen Form:

$$F = m \cdot a$$

(F: Kraft in Newton; m: Masse in Kilogramm; a: Beschleunigung in Meter pro Sekunde)

Die nicht-vektorielle Form wurde hier gewählt, weil auch im weiteren Verlauf nur eindimensionale Bewegungen betrachtet wurden. Die Richtung kann hier also rein durch das Vorzeichen bestimmt werden. Die Grundlagen solcher Berechnungen sollten den Schülerinnen und Schüler laut Kernlehrplan bereits bekannt sein, im Rahmen des normalen Schulunterrichtes werden bei der Zielgruppe des CrashKurs NRW zum gleichen Zeitpunkt vektorielle Berechnungen der Kraft eingeführt (Ministerium für Schule und Weiterbildung, 2013).

In dieser Aufgabe sollen die Schülerinnen und Schüler anhand von drei Teilaufgaben Kräfte bei bekannten Massen und Beschleunigungen berechnen. Dabei wurden Massen aus dem PK-W-Bereich gewählt.

6. Entwicklung einer schulischen Nachbereitung

In der zweiten Aufgabe sollen die Schülerinnen und Schüler Beschleunigungen und daraus resultierende Kräfte berechnen. Dafür erhalten sie eine Formel vorgegeben:

$$a = \frac{v^2}{2s}$$

a: Beschleunigung eines Objekts in Meter pro Sekunde zum Quadrat

v: Geschwindigkeit, die erreicht oder von der aus abgebremst werden soll, in Meter pro Sekunde

s: Strecke, über welche beschleunigt oder abgebremst werden soll, in Meter

Diese Formel wird im vorliegenden Kontext der Station für einen PKW genutzt, welcher auf ein Hindernis aufprallt und dabei auf eine Geschwindigkeit $v(t) = 0$ m/s abgebremst wird.

Durch die sich verformenden Bauteile der Vorderwagenstruktur (im Folgenden „Knautschzone“ genannt) wird im Falle eines Aufpralls der PKW möglichst langsam abgebremst, um die Insassen zu schützen. Im realen Fall sind diese Bauteile sehr komplex angelegt und sollen verschiedene Anforderungen erfüllen, bspw. eine abgestufte Verformung abhängig von der Aufprallgeschwindigkeit. Dies wird bei Kröger (2002) ausführlich besprochen, für die Berechnung im Schuleinsatz kann an dieser Stelle eine Beschleunigungsstrecke $s = 1$ m angenommen werden, in welcher der PKW vollständig abgebremst wird. Das reale Verhalten dieser „Knautschzone“ ist aufgrund seiner Komplexität für die Schülerinnen und Schüler kaum zu berechnen und auch für die Thematik des CrashKurs NRW nicht relevant, da die Bauteile vor allem für Geschwindigkeiten unter 15 km/h optimiert werden. Damit soll eine Reparatur billiger werden (Kröger, 2002). Bei den im Arbeitsblatt besprochenen oft deutlich höheren Aufprallgeschwindigkeiten ist die vorgenommene Vereinfachung der Beschleunigungsstrecke daher zulässig.

Abgeleitet ist die obere Formel aus den Formeln für eindimensionale Bewegungen:

$$s(t) = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t + s_0 \quad [1]$$

$$v(t) = at + v_0$$

$$\text{Sei } v(t) = 0 \quad \frac{m}{s} :$$

$$0 = at + v_0 \Leftrightarrow -v_0 = at \Leftrightarrow -\frac{v_0}{a} = t$$

Sei $s(t) = 0$ m und setze t in Gleichung [1] ein:

$$0 = \frac{1}{2} a \left(\frac{-v_0}{a} \right)^2 + v_0 \left(\frac{-v_0}{a} \right) + s_0 \Leftrightarrow 0 = \frac{1}{2} \left(\frac{v_0^2}{a} \right) - \left(\frac{v_0^2}{a} \right) + s_0 \Leftrightarrow \frac{1}{2} \left(\frac{v_0^2}{a} \right) = s_0$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2} \left(\frac{v_0^2}{s_0} \right) = a \Leftrightarrow \frac{v_0^2}{2s_0} = a$$

Die Schülerinnen und Schüler sollen also erkennen, dass eine Halbierung des Anhalteweges eine Verdopplung der Beschleunigung und damit der wirkenden Kraft bedeutet. Außerdem sollen sie erkennen, dass eine Verdopplung der Geschwindigkeit eine Vervierfachung der Beschleunigung, also der wirkenden Kraft bedeutet. Dadurch soll das nichtlineare Verhältnis zwischen Geschwindigkeit und Beschleunigung thematisiert werden.

6. Entwicklung einer schulischen Nachbereitung

Bei zwei gegebenen Startgeschwindigkeiten (und der oben definierten Beschleunigungsstrecke) sollen die Schülerinnen und Schüler in zwei Teilaufgaben die Beschleunigungen berechnen, die ein PKW bei einem Aufprall erfährt.

In der dritten Teilaufgabe sollen die Schülerinnen und Schüler anhand dieser Beschleunigungen die auf einen Fahrer mit einer Masse $m = 80 \text{ kg}$ einwirkende Kraft berechnen. Dazu soll wieder die in der ersten Aufgabe vorgegebene Formel genutzt werden.

In der abschließenden vierten Teilaufgabe sollen die Schülerinnen und Schüler berechnen, welche Masse nötig wäre, um die in der dritten Teilaufgabe berechnete Kraft bei einer Beschleunigung $a = 10 \text{ m/s}^2$ auszuüben. Dies wird durch die Aufgabenstellung direkt in Zusammenhang mit dem Fahrer gesetzt:

„Welche Masse müsste man auf einen [sic!] am Boden liegende Person auflegen, um die Kräfte aus c) zu erzeugen?“ (s. Anhang)

In der dritten Aufgabe sollen die Schülerinnen und Schüler anhand verschiedener vorgegebener PKW ausrechnen, welche Energie ein beschleunigendes Fahrzeug haben kann. Dazu erhalten sie erst die folgende Formel:

$$E_{\text{Auto}} = F_{\text{Auto}} * s$$

Dabei ist s eine noch zu definierende Beschleunigungsstrecke. Die Schülerinnen und Schüler erhalten insgesamt 12 Karten mit verschiedenen PKW:

1	Citroen DS3	5	Citroen 2CV	9	Ford Focus 1.6
					
Gewicht: 1080 kg Beschleunigung: $3,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ Verbrauch: $6,7 \frac{\text{l}}{100 \text{ km}}$ Welche Kraft kann das Auto ausüben? Welche Energie hat es nach einer Beschleunigungsstrecke von 18 Metern?		Gewicht: 560 kg Beschleunigung: $0,9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ Verbrauch: $6,0 \frac{\text{l}}{100 \text{ km}}$ Welche Kraft kann das Auto ausüben? Welche Energie hat es nach einer Beschleunigungsstrecke von 25 Metern?		Gewicht: 1400 kg Beschleunigung: $3,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ Verbrauch: $6,1 \frac{\text{l}}{100 \text{ km}}$ Welche Kraft kann das Auto ausüben? Welche Energie hat es nach einer Beschleunigungsstrecke von 16 Metern?	

Abb. 12: Beispiele für PKW-Karten

Auf jeder Karte ist für einen bestimmten PKW sowohl Masse als auch maximale Beschleunigung angegeben. Daraus sollen die Schülerinnen und Schüler die Kraft bestimmen und dann berechnen, welche Energie der PKW nach der auf der Karte angegebenen Beschleunigungsstrecke hat.

abschließend sollen die Schülerinnen und Schüler die so berechneten Kräfte und Energien in eine Tabelle eintragen und in einer Freitextaufgabe die Größenordnung der Energien der PKW mit der Größenordnung der Energien diverser anderer Objekte und Vorgänge vergleichen:

Hier sind einige Beispiele für verschiedene Energiemengen:

Energie einer Luftgewehrkugel: 7,5 J

6. Entwicklung einer schulischen Nachbereitung

Energie eines gehenden Menschen: 73,5 J

Energie einer Pistolenkugel: 450 J

Energie, die nötig ist, einen Menschen um 3 Meter anzuheben: 2.060 J

Energie einer Gewehrkugel: 3500 J

[...]

Diskutiert abschließend die Ergebnisse und vergleicht die Energie der Autos mit den oben angegebenen Energien. Was könnt ihr aus euren Berechnungen schliessen? (s. Anhang)

Ziel dieser Aufgabe ist, den Schülerinnen und Schülern bewusst zu machen, dass die Größenordnung der Energie eines PKW deutlich höher liegt als beispielsweise die Energie einer Gewehrkugel.

In der Entwicklung der Station wurde eng mit Jonasson (2014) zusammengearbeitet. Jonasson beschreibt in seiner Arbeit eine frühere Version der Station, in welcher die letzte Teilaufgabe den Stoßprozess einführt. Bei Jonasson meldeten die Schülerinnen und Schüler mehrheitlich zurück, dass die Aufgabenstellungen „verständlich“ oder „sehr verständlich“ seien, über die Hälfte der beteiligten Schülerinnen und Schüler hatten einen „sehr positiven“ Gesamteindruck der von Jonasson durchgeführten Stationen (Abb. 11 u. Abb. 14, Jonasson, 2014).

Jonasson schliesst in seiner Evaluation, dass die von ihm vorgeschlagenen Stationen eine Differenzierung erlauben sollten. Dieser Anmerkung wurde dadurch Rechnung getragen, dass es der Lehrperson nun durch eine Änderung der Kartenanzahl möglich ist, die Bearbeitungsdauer der Station für alle Schülerinnen und Schüler zu verändern und einzelne Gruppen auch entscheiden können, nicht alle Karten zu bearbeiten.

In der vorliegenden Station wurde die Berechnung des Impulses durch eine weitere Berechnung der Kräfte und Energie ersetzt. Zum Einen sollte dadurch das zugrundeliegende Thema „Kräfte“ stärker betont werden und zum Anderen sollten den Schülerinnen und Schülern durch die Nutzung von PKW-Karten (s.o.) eine Abwechslung zur Bearbeitung des Arbeitsblattes gegeben werden. Diese Abwechslung wurde in einer früheren Vorstellung des Konzeptes vor Lehrkräften verschiedener Schulen von diesen als relevant beschrieben.

Im Verlaufe der Evaluation wurden die Stationen angepasst, dabei wurde in dieser Station der letzte Arbeitsauftrag (Vergleich der Größenordnungen verschiedener Energien) präzisiert. Aus der Beobachtung der durchgeführten Unterrichtsstunden ergab sich, dass die Schülerinnen und Schüler an dieser Stelle Verständnisschwierigkeiten hatten.

6. Entwicklung einer schulischen Nachbereitung

6.4.2 Station 2 – Reaktionsweg, Bremsweg und Anhalteweg – Geschwindigkeit im Straßenverkehr

Die Aufgaben dieser Station sollen die Schülerinnen und Schüler mit den physikalischen Gegebenheiten von Bremsvorgängen vertraut machen. Die Schülerinnen und Schüler berechnen hier Reaktionswege, Bremswege und Anhaltewege.

Die grundlegende Formel für die Schülerinnen und Schüler ist folgende:

$$s_a = s_r + s_b = v_0 t_r + \frac{v_0^2}{2a}$$

Dabei bedeuten:

s_a : Anhalteweg ; s_r : Reaktionsweg ; s_b : Bremsweg
 v_0 : Anfangsgeschwindigkeit ; t_r : Reaktionszeit ; a : Bremsverzögerung

Dabei wurde nach dem ersten Evaluationsdurchgang obige farbliche Kennzeichnungen eingeführt, um die Formeln für Reaktionsweg und Bremsweg besser zu erkennen. Diese Formeln sind analog zu Kapitel 6.4.2 hergeleitet worden.

In der ersten Aufgabe sollen die Schülerinnen und Schüler den linearen Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Reaktionsweg bei gleichbleibender Reaktionszeit rechnerisch erarbeiten. In einer zweiten Teilaufgabe soll errechnet werden, wie sich der Reaktionsweg bei einem abgelenkten Autofahrer (hier: Ablenkung durch Lesen einer Kurznachricht) verändert. Die zweite Aufgabe besteht aus drei Teilaufgaben. Hierbei soll jeweils der gesamte Anhalteweg, bestehend aus Reaktionsweg und Bremsweg, berechnet werden. Die ersten beiden Teilaufgaben beziehen sich dabei auf eine gleiche Situation (Gefahrenbremsung in einem Wohngebiet), es wird nur die Anfangsgeschwindigkeit verändert.

Die Aufgabenstellung ist so gewählt, dass der schnellere Fahrer dabei nicht mehr rechtzeitig zum Stehen kommt (ein Ball rollt in einem bestimmten Abstand auf die Straße).

Die dritte Teilaufgabe thematisiert die Veränderung der Reaktionszeit durch kleine Mengen Alkohol (vorgegeben sind 0,8 Promille). Die Schülerinnen und Schüler sollen selbstständig errechnen, dass solche Mengen bereits in einem Fall wie in der ersten Teilaufgabe zu einem Unfall führen könnten, obwohl sich der Fahrer an die vorgegebene langsamere Maximalgeschwindigkeit gehalten hat.

In der dritten Teilaufgabe sollen Bremszeiten und Bremswege anhand verschiedener Bremsverzögerungen und Anfangsgeschwindigkeiten berechnet werden. Für die Bremszeit erhalten die Schülerinnen und Schüler die folgende Formel vorgegeben:

$$t_b = \frac{v_0}{a}$$

Diese Formel ist analog zu Kapitel 6.4.1 entstanden. Anhand der Berechnungen sollen die Schülerinnen und Schüler den Einfluss von unterschiedlichen Bremsverzögerungen rechnerisch erarbeiten und in einer Tabelle auftragen (s. Anhang).

Die Aufgaben dieser Station basierten zum Teil auf der Arbeit von Dreisbach (2010). Die erste Aufgabe wurde in Teilen und die zweite Aufgabe vollständig übernommen. Dreisbach hat in

6. Entwicklung einer schulischen Nachbereitung

ihrer Arbeit die vorliegenden Aufgaben für die schulische Nachbereitung des CrashKurs NRW entwickelt, daher sind sie auch unter der Internetadresse www.crashkurs-nrw.uni-koeln.de zu finden. In der vorliegenden Arbeit wurden diese Aufgabenstellungen in einen Gesamtkontext eingebunden und evaluiert.

Bei Dreisbach gab es eine offene Frage nach Veränderungen der Bremsverzögerung (durch schlechte Bremsen oder Veränderung des Reibungskoeffizienten, bspw. nasse Fahrbahn). In der hier beschriebenen Aufgabe wurden diverse Bremsverzögerungen vorgegeben. Ohne weitere Vermittlung von Vorwissen kann nicht davon ausgegangen werden, dass die Schülerinnen und Schüler aus einer offenen Frage eigene, realistische Zahlenwerte für eine Bremsverzögerung finden, die es erlauben, eine Rechnung durchzuführen.

6.4.3 Station 3 – Anhalteweg und Aufprallgeschwindigkeit

In der folgenden Station sollen die Schüler anhand der Computersimulation Mechanik&Verkehr 3.0 die Auswirkungen von leichten Geschwindigkeitsveränderungen nachstellen und diskutieren.

Diese Station und das zugehörige Arbeitsblatt stützen sich auf die gleichzeitig zur Verfügung gestellte Computersimulation. Mechanik und Verkehr 3.0 ist eine Weiterentwicklung vorheriger Versionen von Mechanik und Verkehr, wie sie bereits von Busse (2006) erfolgreich im Unterricht eingesetzt wurde. Auch Bresges & Hoffmann (2011) empfehlen die Nutzung der Computersimulation in der Schule und haben dazu auf dem CrashKurs-Server (www.crashkurs-nrw.uni-koeln.de) Arbeitsblätter zur Verfügung gestellt.

Im hier genutzten Arbeitsblatt erhalten die Schülerinnen und Schüler auf der ersten Seite eine kurze Erklärung der wichtigsten Einstellmöglichkeiten der Computersimulation. In den durchgeführten Unterrichtsstunden erwies sich das als relevant, denn obwohl die Schülerinnen und Schüler sehr frei mit der Simulation arbeiteten, nahmen sie auch immer wieder diese Hilfe in Anspruch.

Die Schülerinnen und Schüler sollen in der ersten Aufgabe erkennen, dass geschätzte Anhaltewege und reale Anhaltewege nicht deckungsgleich sein müssen. Dazu werden sie aufgefordert, eine Restgeschwindigkeit zu schätzen (s. Anhang, Station 3):

1. Wenn ein Fahrzeug mit 70 km/h fährt, kann es unmöglich an derselben Stelle zum Stehen kommen wie ein Fahrzeug, das mit einer Geschwindigkeit von 50 km/h fährt. Das Fahrzeug wird mit einer Restgeschwindigkeit auf ein Hindernis treffen.

*a) **Schätzt** zunächst, wie hoch die Restgeschwindigkeit ist. Begründet eure Antwort!*

Üblicherweise beantworteten die Schülerinnen und Schüler diese Aufgabe mit Werten im Bereich von 20-40 km/h (s. Anhang). In der folgenden Aufgabe sollten die Schülerinnen und Schüler diese Aufgabe dann in der Simulation nachstellen („b) Testet eure Vermutung mit der Simulation. Lagt ihr richtig? Analysiert das Ergebnis der Simulation. Wenn ihr falsch lagt, warum lagt ihr falsch?“, s. Anhang) und ihr Ergebnis mit ihrer Schätzung vergleichen. Dabei sollten die Schüler immer wieder ihren Gedankengang darlegen und ihre Antworten begründen. Dies ist allerdings bei nahezu allen Schülerinnen und Schülern nicht geschehen. Man

6. Entwicklung einer schulischen Nachbereitung

kann vermuten, dass hier die intrinsische Motivation fehlte, einen längeren Satz zu schreiben. Unklar ist jedoch, inwiefern die Abschätzung überhaupt reflektiert wurde. Sofern die Schülerinnen und Schüler nur aus „dem Bauch heraus“ geschätzt haben, wird es ihnen schwer fallen, ihre Antwort zu begründen.

In der zweiten Aufgabe sollen die Schüler sich vertiefend mit ähnlichen Situationen beschäftigen und diese in der Simulation nachstellen. In beiden Fällen ist ein Fahrzeug 10 km/h schneller als das andere Fahrzeug. Dadurch soll den Schülerinnen und Schülern vermittelt werden, dass auch scheinbar geringe Geschwindigkeitsübertretungen im Falle eines Unfalles unangenehme Folgen haben können.

Die dritte Aufgabe erfordert von den Schülerinnen und Schülern eine Analyse einer Aussage, um die Situation in der Simulation nachzustellen (s. Anhang):

3. Ein junger Autofahrer wurde von der Polizei gestoppt, nachdem er mit 120 km/h auf einer Bundesstraße (erlaubt waren 80 km/h) gefahren ist. Er äussert im Gespräch mit den Polizisten folgende Sätze:

„Ich spiele viele Rennspiele und mache Karate, deswegen habe ich sehr gute Reaktionen. Ich vermute, dass ich ungefähr doppelt so schnell reagieren kann wie meine Altersgenossen. Außerdem habe ich ein sehr gutes Auto mit Bremsen, die viel schneller ansprechen. Daher kann ich auch ein wenig schneller fahren als Andere.“

Prüft die Behauptung des Autofahrers in der Simulation und nehmt Stellung zu seiner Aussage.

Die für die Schülerinnen und Schüler wichtigen Informationen für die Simulation sind im Einzelnen:

- Der Fahrer fuhr 120 km/h statt den erlaubten 80 km/h
- Die Reaktionszeit des Fahrers ist halbiert
- Die Bremsverzögerung seines Fahrzeugs ist deutlich größer

Alle drei Elemente können von den Schülerinnen und Schülern nachgestellt werden. In der Simulation wird dann deutlich, dass die Argumentation des fiktiven Fahrers nicht schlüssig ist. Die Aufgabe wurde aus dem Arbeitsblatt auf dem CrashKurs-Server übernommen und um das Argument der größeren Bremsverzögerung erweitert.

In Diskussion mit verschiedenen Schülerinnen und Schülern wurde an dieser Stelle deutlich, dass die Schülerinnen und Schüler die Aussagen als unrealistisch empfinden, aber sie trotzdem erwartet hätten, dass die Argumentation dennoch stimmt.

In der letzten Aufgabe des Arbeitsblattes sollen die Schülerinnen und Schüler fachsprachliche Ausdrücke, graphische Darstellung, Abbildungen aus der Simulation und mathematische Beschreibungen korrekt zu den Begriffen „Reaktionsweg“ und „Bremsweg“ zuordnen. Diese Aufgabe wurde ohne Veränderung aus dem vorhergehenden Arbeitsblatt übernommen. Das Ziel dieser Aufgabe ist, noch einmal zu die physikalischen Grundlagen des Anhaltevorgangs zu vertiefen und stärker zu verankern.

Insgesamt ist diese Station stark angelehnt an das bereits vorhandene Modul (und zum Teil daraus direkt übernommen), wird hier aber in eine gesamte Unterrichtseinheit eingebettet. In

6. Entwicklung einer schulischen Nachbereitung

der vorliegenden Arbeit sollte diese Station nur eine Facette des Themas „Verkehrsphysik“ darstellen. Inwiefern diese veränderte Einbettung die Schüler beeinflusst hat, kann anhand der Evaluation (s. Kap. 7 und Kap. 8) dargestellt werden.

6.4.4 Station 4 – Analyse eines Unfallberichts

Die letzte Station der Unterrichtseinheit wird von den Schülerinnen und Schüler gleichzeitig bearbeitet und soll die zuvor erarbeiteten Inhalte in einen realen Kontext bringen. Diese Station wird den Schülerinnen und Schüler dazu erst zur Verfügung gestellt, wenn die anderen Stationen vollständig bearbeitet wurden. Hier wird von der üblichen Vorgehensweise einer freien Stationswahl abgewichen, damit gewährleistet ist, dass die Inhalte aus den vorherigen Stationen als Grundlage für diese Station vorausgesetzt werden können.

Der dazu genutzte Unfallbericht in der Evaluationsphase ist als Platzhalter zu verstehen, idealerweise sollten hierzu lokale Zeitungsberichte (vgl. auch Kuhn, 2008) genutzt werden. Der verwendete Unfallbericht wurde bereits bei Busse (2006) mit Erfolg genutzt. Busse hat diesen Bericht dazu verwendet, eine Unterrichtsreihe zu motivieren und hat in diesem Zusammenhang auch den dargestellten Unfall mathematisch analysiert.

Die Schülerinnen und Schüler sollten anhand des Arbeitsblattes den Unfall darstellen und bewerten. Dazu sollten sie zuerst den Unfall in eigenen Worten selber wiedergeben und dann drei Fragen zur Geschwindigkeit, dem Reaktionsvermögen und der Bremsmöglichkeiten des Fahrers beantworten. Die vorletzte Frage soll die Schülerinnen und Schüler dazu auffordern, Maßnahmen zu benennen, mit denen beide Fahrer den Unfall hätten vermeiden können.

Alle Aufgaben können dabei anhand der vorher erarbeiteten Inhalte aus den Stationen 1-3 beantwortet werden. Dazu werden die Schülerinnen und Schüler mündlich auch nochmal explizit aufgefordert.

abschließend sollen die Schülerinnen und Schüler die Schuldfrage bewerten. Im vorliegenden Unfall ist dies einfach (Überhöhte Geschwindigkeit und Fahren unter Alkoholeinfluss), dies ist allerdings eher die Ausnahme als die Regel in ähnlichen Fällen, wo den Schülern kein vollständiger Polizeibericht zur Verfügung stehen wird.

Jonasson (2014) hat den Unfallbericht exemplarisch in einer Klasse in ähnlichen zeitlichen Rahmenbedingungen genutzt. Er ging dabei explizit auf die mathematisch-physikalischen Aspekte ein, in der vorliegenden Arbeit sollen die Bewertungsaspekte in den Vordergrund gerückt werden.

In der Durchführung in der Schule fiel auf, dass Schülerinnen und Schüler oft die Antworten auf die einzelnen Fragen nur in kurzen Sätzen formulierten. Ausformulierte Begründungen fehlten explizit. Es wird daher, auch unter Betrachtung der Ergebnisse aus Kap. 8, an späterer Stelle auch nochmal kritisch hinterfragt, inwiefern bei dieser Station Verbesserungsbedarf besteht.

6.5 Erfolgreiche Prävention durch schulische Nachbereitung

In Kapitel 4.1 wurden Grundlagen für eine erfolgreiche Präventionskampagne aufgestellt. Inwiefern diese Grundlagen zu den hier vorgestellten Modulen passen, soll im Folgenden dargestellt werden.

Grundsätzlich können die vorgestellten Module den Aristotelischen Ansatz (vgl. Kapitel 4.1.3) nur im Ansatzpunkt des Logos erfüllen. Die gesamte schulische Nachbereitung ist auf den Einsatz in der Schule nach der Bühnenveranstaltung des CrashKurs NRW angepasst. Es wird davon ausgegangen, dass sowohl der Ansatzpunkt des Ethos als auch der des Pathos bereits in der Bühnenveranstaltung genutzt wurden. Dagegen kann davon ausgegangen werden, dass die rationale Ansprache (Logos) nicht Ziel einer Bühnenveranstaltung sein kann.

Die schulische Nachbereitung setzt nach dem transtheoretischen Modell (vgl. Kapitel 4.1.1) hauptsächlich im Stadium der Vorbereitung und der Handlung an. Es wird davon ausgegangen, dass durch die Vorbereitung des CrashKurs NRW die Schülerinnen und Schüler bereits das Stadium des Bewusstwerdens durchlaufen haben. Dementsprechend sollten die Module hauptsächlich erste Veränderungsversuche unterstützen oder mögliche Problemlösungen aufzeigen.

Das Modul „Ablenkungen im Straßenverkehr“ ist vor allem für Schülerinnen und Schüler gedacht, die gerade das Stadium des Bewusstwerdens verlassen haben. Hier wird das Problem der Ablenkung noch einmal plastisch dargestellt. Die Schülerinnen und Schüler sollen im Modul erste Absichten einer Verhaltensänderung ausdrücken.

Das Modul „Rollenspiel und Diskussion“ ist vor allem für Schülerinnen und Schüler hilfreich, die im Stadium der Handlung sind. Es bietet Möglichkeiten zum Austausch und zum Erarbeiten von Problemlösungsstrategien.

Das Modul „Verkehrsphysik“ kann sowohl im Stadium der Vorbereitung dabei helfen, erste Veränderungsversuche anzuregen, ist aber für Schülerinnen und Schüler im Stadium der Handlung gedacht, die dort Problemlösungsstrategien erarbeiten.

Das Modul „Unfallortanalyse“ ist aufgrund seines Aufbaus dazu geeignet, Schülerinnen und Schülern zu helfen, eigene Verhaltensweisen aktiv zu ändern und ihre Umwelt aktiv zu beeinflussen. Daher eignet es sich am besten für Schülerinnen und Schüler im Stadium der Handlung.

Alle Module wurden unter dem Gesichtspunkt des Health-Belief-Modells entwickelt. Nach dem Health-Belief-Modell wird angenommen, dass die Wahrnehmung eines Individuums, welche manchmal von den objektiven Tatsachen abweicht, dazu führen kann, dass gewisse Verhaltensweisen nicht verändert werden. Alle Module haben entsprechend dem aristotelischen Ansatz zum Ziel, unfallförderliche Handlungsweisen rational zu betrachten. Dadurch soll die subjektive Wahrnehmung der Schülerinnen und Schüler verändert werden. Grundsätzlich lässt sich daher in mehr oder großem Anteil jeder der Hauptvariablen (vgl. 4.1.2) in allen Modulen wiederfinden.

Die wahrgenommene Schwere wird vor allem im Modul „Verkehrsphysik“ thematisiert. Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten sich die Kräfte und Energien, die im Straßenverkehr alltäglich sind. Dadurch soll ein besseres Verständnis der realen Schwere eines Verkehrsunfalls vermittelt werden. Durch die abschließende Bearbeitung eines Verkehrsunfalls soll dies auch nochmal an einem realen Fall verdeutlicht werden.

6. Entwicklung einer schulischen Nachbereitung

Die wahrgenommene Gefahr wird in den Modulen „Ablenkungen im Straßenverkehr“ und „Verkehrsphysik“ behandelt. Bei der Durchführung des erstgenannten Moduls erfahren die Schülerinnen und Schüler, welche Gefährdung durch bereits kleine Ablenkungen entstehen kann. Das Modul „Verkehrsphysik“ zeigt dagegen den Kontrollverlust durch Ablenkungen und technisch bedingte maximale Bremsverzögerungen auf. Dadurch soll vermittelt werden, dass die Gefahr eines Verkehrsunfalles bei bestimmten Rahmenbedingungen höher als eigentlich erwartet ist.

Die wahrgenommenen Vorteile und wahrgenommenen Barrieren sind hauptsächlich Thema beim Modul „Rollenspiel und Diskussion“. Hier sollen die Schülerinnen und Schüler sowohl eigene vorteilhafte Verhaltensweisen erproben als auch im gemeinsamen Gespräch ausloten, welche dieser Verhaltensweisen für sie überhaupt durchführbar sind. Durch die erfolgreiche Nutzung neuer Verhaltensweisen können sie das Rollenspiel erfolgreich zum Abschluss bringen. In der anschließenden Diskussion dagegen treffen die Schülerinnen und Schüler im kontrollierten Umfeld auf die auch von ihnen selbst wahrgenommenen sozialen Barrieren, die sie dann versuchen zu überwinden.

Die Hauptvariablen Handlungsanreize und Selbstwirksamkeit findet man thematisch im Modul „Unfallortanalyse“ wieder. Dort lernen die Schülerinnen und Schüler Unfallorte in ihrer näheren Umgebung kennen. Diese dienen dann als stete Erinnerung an den CrashKurs NRW und die Nachbereitung und regen zum Überdenken ihrer eigenen Verhaltensweisen an. Dagegen ist die Analyse und Darstellung sowie die eigene Erarbeitung von spezifischen Methoden der Unfallvermeidung eine gute Möglichkeit für die Schülerinnen und Schüler, sich auszudrücken und damit ihren Glauben, etwas bewirken zu können, zu stärken.

Insbesondere das Modul „Verkehrsphysik“ vereint also zwei wichtige Hauptvariablen in sich. Nach Hayden (2014) führt eine Kombination einer hohen wahrgenommenen Schwere sowie einer großen wahrgenommenen Gefahr zu einer wahrgenommenen akuten Bedrohung. Diese führt dann zu sofortigem Handeln (siehe das Beispiel der Creutzfeldt-Jakob-Krankheit in Kapitel 4.1.2). Daher nimmt dieses Modul eine Sonderrolle in der Reihe der vorgestellten Module ein.

Wie hier dargestellt, passen die vorgestellten Module der schulischen Nachbereitung zu den Anforderungen, die in Kapitel 4.1 gestellt wurden. Sie stellen also im Sinne der Forderung von Holte & Pfafferott (2015) eine gute theoretische Basis für eine erfolgreiche Präventionskampagne dar. Nach dem in Kapitel 1 dargestellten Arbeitszyklus kann nun also von Planung und Entscheidung zu den Schritten der Durchführung und Kontrolle übergegangen werden.

7. Design der Befragung und Methode der Evaluation

Im Rahmen des in Abbildung 2 vorgestellten Arbeitszyklus des Design Based Research (Bresges et al., 2013, Design-Based-Research-Collective, 2003) ist die Kontrolle der erfolgten Durchführung ein wichtiger Schritt. Die Durchführung wird in der vorliegenden Arbeit in Kapitel 8.1 beschrieben und die Ergebnisse der Kontrolle liegen in den Kapiteln 8.3-8.8 vor.

Zu Beginn der Studie wurde jedoch bereits geplant, wie die Befragung in der Kontrolle auszu-sehen hat und es wurden die möglichen Auswertungsmethoden gesichtet. Dieser Anteil der Phasen Planung und Entscheidung soll im folgenden Kapitel dargestellt werden.

7.1 Entwicklung eines Fragebogens

In der vorliegenden Arbeit wurde ein Fragebogen genutzt, um die Wirkung der Nachbereitung auf die Schülerinnen und Schüler zu untersuchen. Dabei wurden zu bestimmten Zeitpunkten vor und nach der Durchführung der Unterrichtseinheit die Schülerinnen und Schüler befragt und ihre Antworten untereinander verglichen. Die Auswahl der Fragen geschah dabei nach bestimmten Kriterien.

Grundsätzlich ist die Evaluation so angelegt, dass sie dem Within-Subjects-Design mit nicht äquivalenter Kontrollgruppe entspricht (Sedlmeier und Renkewitz, 2013). Dabei werden die Einstellungen von Probanden zu verschiedenen Zeitpunkten untersucht und die Veränderungen zwischen den Zeitpunkten dokumentiert. Aufgrund der schulischen Rahmenbedingungen kann eine zufällige Auswahl der Schülerinnen und Schüler nicht vorgenommen werden, der Klassenverband kann nicht ohne weiteres aufgebrochen werden. Es bleibt also zu untersuchen, inwiefern es Störvariablen gibt, die die Vergleichbarkeit der Ergebnisse und die letztendliche Auswertung erschweren.

Das Design der Evaluation wurde von Hackenfort (2013a, 2015) übernommen. Dadurch sollte es möglich sein, die Wirkung der dieser Arbeit mit Wirkungsevaluation nach Hackenfort zu vergleichen. Dazu zählte insbesondere auch der Abstand der drei Untersuchungszeitpunkte. Die Schülerinnen und Schüler sollten dem Fragebogen zum ersten Mal direkt vor der Bühnenveranstaltung des CrashKurs NRW ausfüllen (im Folgenden Prä-Test genannt). Während die schulische Nachbereitung in den Tagen nach der Bühnenveranstaltung stattfand, wurde der zweite Test (im Folgenden Post-I-Test genannt) zwei Wochen nach der Bühnenveranstaltung durchgeführt. Der für die langfristige Wirkung interessante dritte Test sollte drei Monate nach der Bühnenveranstaltung stattfinden (im Folgenden Post-II-Test genannt).

Beim Within-Subjects-Design muss gewährleistet werden, dass dieselben Schülerinnen und Schüler miteinander verglichen werden. Um trotzdem eine Anonymisierung zu gewährleisten, enthielt der Fragebogen eine Frage zur Codegenerierung, welcher dann aus nichtveränderlichen Daten der Schülerinnen und Schüler bestand.

Die einzelnen Fragen des Fragebogens wurden nach der Wirkungsevaluation von Hackenfort (2013a) ausgewählt. Die Auswahl richtete sich vorrangig daran, ob mit den einzelnen Fragen gemessen werden könnte, inwiefern die Schülerinnen und Schüler höhere Kompetenzstufen (siehe Kapitel 2.1) erreicht haben.

Im ersten Teil des Fragebogens sollten die Schülerinnen und Schüler neben ihrem persönlichen Teilnehmer-Code demographische Daten wie Alter, Geschlecht, persönliche Fahrerfahrung, etc. angeben. Dies dient einer eventuellen Unterteilung nach Geschlechtern oder zur Untersuchung, inwiefern Fahrerfahrung die Antworten beeinflusst.

7. Design der Befragung und Methode der Evaluation

Der zweite Teil bestand aus verschiedenen Fragen zur persönlichen Einstellung der Schülerinnen und Schüler. Hauptsächlich bestand dieser Teil aus 10 Aussagen, zu denen die Schülerinnen und Schüler in einer vierstufigen Skala Zustimmung oder Ablehnung ausdrücken sollten. Diese Fragen wurden von Holte (1996) formuliert. Holte hat durch die Formulierung von ursprünglich 98 Fragen, die er später auf 15 Fragen reduziert hat, einen Zusammenhang zwischen Unfallgefahr und bestimmten Einstellungen untersucht.

Dabei stellte Holte (1996) eine hohe Reliabilität der Fragen untereinander fest. Außerdem stellte er eine hohe Validität fest, der Test mass tatsächlich das Unfallrisiko. Den Zusammenhang zwischen Test und Unfallrisiko prüfte er durch eine Befragung nach Unfallverwicklung der Probanden. Holte (1996) hat dabei drei Komponenten der Einstellung ermittelt: Kognition, Affekt und Verhalten. Die in der Evaluation verwendeten Fragen (s. Anhang) teilen sich dabei wie folgt auf die Komponenten auf:

- Affektkomponente: E1-E3
- Kognitionskomponente: E4-E7
- Verhaltenskomponente: E8-E10

Nach Holte können die Antworten folgendermassen interpretiert werden: Bis auf E4 und E5 sind größere Werte verknüpft mit einer Zunahme an Unfallverwicklungen. Daher wird in Kapitel 8 eine höhere Zustimmung auch als sicherheitskritisch bezeichnet, mit der Ausnahme von E4 und E5, bei denen eine Zustimmung als sicherheitsförderlich betrachtet wird.

Diese Einstellungsfragen wurden so ausgewählt, dass sie auch Hinweise auf den Kompetenzzuwachs der Schülerinnen und Schüler geben können. Insbesondere die affektiven Anteile der Kompetenzstufen, aber auch die von Weinert (2001) formulierten volitionalen Aspekte der Kompetenz sind hier abgebildet.

Die Fragen E11 und E12 sollten die Einstellung der Schülerinnen und Schüler zu aggressiven Verhalten im Straßenverkehr beziehungsweise der Nutzung von Mobiltelefonen abfragen. Es stellte sich in der Auswertung aber heraus, dass die Antworten zu diesen beiden Fragen sehr uneinheitlich waren und ein Großteil der Schülerinnen und Schüler „Weiß nicht“ ankreuzten. Daher wurden diese Fragen im Nachhinein nicht weiter in die Analyse einbezogen.

Der dritte Teil des Fragebogens beinhaltet Fragen zur Gefahrenereinschätzung. Die subjektive Einschätzung einer Gefahr bestimmt die in Kapitel 4 angesprochene Einstellung zu einem akuten eigenen Verhalten. Nach Hackenfort (2007) wird hier aber nicht nur eine einfache Gefahrenereinschätzung abgefragt, sondern die Schülerinnen und Schüler sollen in drei Dimensionen die Gefährlichkeit einer Situation abschätzen:

- Kontrollierbarkeit („In welchem Ausmaß wären sie in der Lage, einen drohenden Unfall zu vermeiden“)
- Schadenshöhe („Wie hoch könnte der Schaden sein, falls ein Unfall passiert“)
- Kenntnis („Für wie wahrscheinlich halten sie es, dass in einer solchen Situation generell Unfälle geschehen?“)

Letztere Dimension wird nochmal in die generelle Kenntnis und die Kenntnis auf den jeweiligen Probanden bezogen untersucht.

Die Relevanz des subjektiven Gefährlichkeitsurteils wird auch anderer Stelle von Hackenfort (2012) beschrieben. Der Wertung von Hackenfort entsprechen auch die Hauptvariablen des Health-Belief-Modells (vgl. Kapitel 4.1.2). Die Dimensionen der Kenntnis und der Schadens-

7. Design der Befragung und Methode der Evaluation

höhe sind analog zu den Hauptvariablen „wahrgenommene Schwere“ und „wahrgenommene Gefahr“. Nach dem Health-Belief-Modell wird vermutet, dass hohe wahrgenommene Gefahr und hohe wahrgenommene Schwere wichtige Elemente einer Verhaltensänderung sind. Daher wird davon ausgegangen, dass eine Erhöhung der vermuteten Schadenshöhe und der generellen wie persönlichen Unfallwahrscheinlichkeit sicherheitsförderlich ist. Hackenfort (2012) geht davon aus, dass die Selbstüberschätzung junger Erwachsener durch die Dimension der Kontrollierbarkeit ausgedrückt wird. Junge Erwachsene überschätzen sich also selbst, indem sie vermuten, dass sie den Unfall kontrollieren und damit vermeiden können. Hackenfort (2012) schreibt daher, dass eine als gering vermutete Unfallvermeidbarkeit auch eine geringe Selbstüberschätzung bedeutet. Daher kann eine Intervention, die die vermutete Unfallvermeidbarkeit senkt, als sicherheitsförderlich betrachtet werden.

Den Abschluss bildeten mehrere Wissensfragen im Umfeld Straßenverkehr. Diese wurden in Anlehnung an Hackenfort (2013a) von Busse (2006) übernommen. Beide Autoren sehen in den Antworten auf diese Fragen wichtige Hinweise darauf, ob eine Schülerin oder ein Schüler überhaupt die Kenntnis besitzt, eine korrekte Gefahreinschätzung machen zu können. Im Sinne der in Kapitel 2 formulierten Relevanz des Kontextes „Straßenverkehr“ ist natürlich auch interessant, inwiefern die Behandlung des Themas im Unterricht eine Veränderung bei physikalischen Wissensfragen in einem scheinbar psychologischen Fragebogen hervorruft.

Insgesamt wurden die Fragen der Evaluation so ausgewählt, dass sie trotz der Einschränkung einer Auswahl aus der Befragung von Hackenfort (2013a, 2015) Hinweise darauf liefern, ob die Schülerinnen und Schüler ihre Kompetenzen erweitert haben. Welche Hinweise erhalten wurden, soll abschließend in Kapitel 9 besprochen werden.

7.2 Auswertung des Fragebogens

Die Antworten auf die verschiedenen Fragen wurden mit Hilfe der Software SPSS miteinander verglichen und auf statistisch signifikante Änderungen untersucht. In Kapitel 8.2 wird besprochen, welche Analyseverfahren gewählt wurde. Die in der dort beschriebenen Analyseverfahren verwendeten statistischen Tests werden im Folgenden dargestellt. Insbesondere soll nochmal im Detail dargestellt werden, wie mit fehlenden Daten umgegangen werden kann.

7.2.1 Signifikanztests und Voraussetzungen

Um festzustellen, ob Antworten vor und nach einer Intervention sich signifikant unterscheiden, kann ein sogenannter t-Test genutzt werden. Sobald mehr als zwei Testzeitpunkte verglichen werden, wird eine sogenannte einfaktorielle Varianzanalyse (mit abhängigen Stichproben) durchgeführt. All diese Tests haben bestimmte Voraussetzungen, die erfüllt sein müssen, damit diese Tests verwendet werden können. Dazu zählt grundlegend eine Intervallskaliertheit der Daten sowie eine Normalverteilung der Daten. Ob diese Tests durchgeführt werden können, wenn diese Annahmen verletzt sind, soll ebenfalls Teil der folgenden Betrachtungen sein.

Soll bei einer Studie wie der in Kapitel 7.1 dargestellten Evaluation die Wirkung analysiert werden, untersucht man üblicherweise, ob sich die Antworten der einzelnen Probanden vor und nach der Intervention unterscheiden. Eine solche Veränderung kann im Einzelfall auch rein zufällig entstehen, daher untersucht man üblicherweise, ob die Veränderung bei genügend

7. Design der Befragung und Methode der Evaluation

Individuen stattgefunden hat. Um dies festzustellen, wird bei einer Within-Subjects-Messung der „t-Test für abhängige Stichproben“ genutzt (Sedlmeier & Renkewitz, 2013).

Um einen solchen Test durchzuführen, müssen die vorliegenden Daten eigentlich einige Voraussetzungen erfüllen:

Die Daten müssen intervallskaliert sein. Das bedeutet, dass bei einer Antwort auf die Frage alle Antwortmöglichkeiten den gleichen Abstand besitzen. Dies ist beispielsweise bei einer Antwort auf die Frage „Wie groß ist der Kölner Dom“ möglich, da der Abstand zwischen 150 Meter und 151 Meter gleich dem Abstand zwischen 178 Meter und 179 Meter ist. Bei den in der Sozialwissenschaft häufig verwendeten Rating-Skalen (siehe auch die Fragen zur Einstellung und zur Gefährlichkeit im Anhang) ist dies eigentlich zweifelhaft. Es hat sich allerdings *„in den Sozialwissenschaften überwiegend die Auffassung durchgesetzt [...], Messungen mit Rating-Skalen seien intervallskaliert.“* (S. 65, Sedlmeier & Renkewitz, 2013) Dieser Auffassung wird sich in der folgenden Arbeit angeschlossen.

Weiterhin gilt, wie auch von Markowski und Markowski (1990) festgestellt, dass die Daten eigentlich sowohl normalverteilt wie auch varianzhomogen sein sollten. Es hat sich aber in der Literatur gezeigt, dass diese Voraussetzungen verletzt werden können, sofern die Stichprobengröße gleich bleibt (Markowski & Markowski, 1990, Sedlmeier & Renkewitz, 2013, Schmidt, 2010). Aufgrund des Within-Subject-Designs der Evaluation war gewährleistet, dass die zu vergleichenden Stichproben gleich sind: Es wurden nur Datensätze verglichen, die zu allen drei Testzeitpunkten repräsentiert waren. Übrige Datensätze wurden gestrichen oder imputiert (siehe Kapitel 7.3).

Aufgrund dieser Erkenntnisse aus der vorliegenden Literatur konnten die beiden folgenden Testmethoden genutzt werden:

- t-Test für abhängige Stichproben
- Einfaktorielle Varianzanalyse mit abhängigen Stichproben

Der t-Test prüft, ob sich der Mittelwert zweier Stichproben zufällig unterscheidet. Im Falle von Stichproben wie im Within-Subjects-Design, wo dieselben Probanden mehrfach befragt werden, wird somit die von den Testzeitpunkten abhängige Änderung des Mittelwerts der Antworten zu einer bestimmten Frage untersucht. Dazu wird ein sogenannter t-Wert berechnet. Dieser wird mit einem kritischen t-Wert verglichen, der anhand der statistischen Freiheitsgrade und des Signifikanzkriteriums bestimmt wird (tabellarisch zu finden u.a. bei Sedlmeier & Renkewitz, 2013). Ist der empirisch bestimmte t-Wert nun größer als der kritische t-Wert, so ist die Wahrscheinlichkeit p , dass die Änderung rein zufällig ist, kleiner als das Signifikanzkriterium. Dieses Signifikanzkriterium wird in dieser Arbeit mit 5% gewählt. Die üblicherweise angenommene Nullhypothese, dass die Änderung zufällig ist, wird also abgelehnt, wenn $p < 0,05$ ist.

Berechnet wird der t-Wert anhand der Mittelwertdifferenz (x_{diff} für einzelne Wertepaare) zwischen zwei Stichproben A und B, mit der Stichprobengröße n :

$$t = \frac{\bar{x}_{diff}}{\hat{\sigma}_{x_{diff}}}$$

$$\bar{x}_{diff} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{Ai} - x_{Bi}$$

$$\hat{\sigma}_{x_{diff}} = \frac{\hat{\sigma}_{diff}}{\sqrt{n}}, \quad \text{wobei gilt: } \hat{\sigma}_{diff} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{i,diff} - \bar{x}_{diff})^2}$$

7. Design der Befragung und Methode der Evaluation

Prinzipiell kann man den t-Test nur für zwei Stichproben berechnen. Hat man wie im vorliegenden Fall mehr als zwei Messzeitpunkte, wäre es möglich, mehrere t-Tests durchzuführen, dadurch wird aber die Wahrscheinlichkeit größer, dass die Nullhypothese fälschlicherweise abgelehnt wird. Dieses Problem wird durch die Varianzanalyse gelöst, welche ebenfalls eine Wahrscheinlichkeit für die Nullhypothese einer rein zufälligen Änderung berechnet. Die Varianzanalyse soll hier aber nicht im Detail dargestellt werden, an dieser Stelle soll auf die einschlägige Fachliteratur verwiesen werden (beispielsweise Sedlmeier & Renkewitz, 2013).

7.2.2 Effektstärke

Ein weiteres wichtiges Bewertungsmass ist die Stärke der eben angesprochenen Veränderung. Veränderungen können signifikant (also nicht zufällig) sein, obwohl sie nur sehr schwach ausgeprägt sind. Für die Interpretation der sogenannten Effektstärke wird oft das Cohen's d angegeben, ein Mass, das den Abstand der Mittelwerte zweier Stichproben und die Varianz der Stichproben nutzt, um festzustellen, wie stark ein bestimmter Effekt ist (Cohen, 1992, Thalheimer und Cook, 2002):

$$d = \frac{m_A - m_B}{s_{pooled}}$$
$$s_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_A - 1)s_A^2 + (n_B - 1)s_B^2}{n_A + n_B}}$$

m_A, m_B : Mittelwert der Stichproben A und B

s_A, s_B : Standardabweichung der Stichproben A und B

Dabei wird die Stärke des Effekts von Cohen (1992) wie folgt interpretiert:

Cohen's d	Effektstärke
$0,2 > d$	vernachlässigbar
$0,5 > d > 0,2$	schwach
$0,8 > d > 0,5$	mittel
$d > 0,8$	stark

Holte und Pfafferott (2015) verweisen darauf, dass bisherige Präventionskampagnen bis auf eine Ausnahme (Kondomnutzung zur AIDS-Prävention, $d = 0,36$) keine Effektstärke von mehr als 0,3 vorweisen können. Nach Cohens' Einschätzung sind daher bisherige Präventionskampagnen, insbesondere auch Kampagnen zur Verkehrssicherheit, als schwach wirksam zu bezeichnen.

Für die weitere Interpretation ist daher auch eine Betrachtung der absoluten Ergebnisse nötig. Ein schwacher Effekt kann bei einer entsprechend großen Probandenzahl immer noch einen gesellschaftlichen Nutzen haben.

In der vorliegenden Arbeit wurde darauf verzichtet, eine Effektstärke für den Zeitraum zwischen Prä-Test und Post-I-Test zu berechnen. Aufgrund des Aufbaus der Studie schien es interessanter zu sein, die langfristige Wirkung zu messen.

7.2.3 Poweranalyse und Reliabilitätsanalyse

Während aus dem t-Test abgelesen wird, ob die Nullhypothese abgelehnt werden kann, soll anhand der post hoc-Poweranalyse festgestellt werden, ob bei einer gegebenen Stichprobengröße und Effektstärke die Nullhypothese überhaupt überprüft werden könnte. Man spricht dabei von einem Fehler zweiter Art (Sedlmeier & Renkewitz, 2013). Üblicherweise wird die Poweranalyse dabei „a priori“ durchgeführt, um die notwendige Stichprobengröße festzulegen. Im vorliegenden Fall war das leider nicht möglich, daher wurde nur nachher überprüft, ob die Teststärke ausreichend war.

In Übereinstimmung mit der vorhandenen Literatur wurde hier eine Power von 0,8 gewählt. Das entspricht einer Wahrscheinlichkeit von 80%, dass ein Fehler zweiter Art nicht vorliegt, die Nullhypothese also nicht fälschlicherweise als richtig angesehen wird. In Kombination mit dem Signifikanzkriterium aus 7.2.1 kann davon ausgegangen werden, dass aus einem Test mit einer Power größer 0,8 und $p < 0,05$ zu recht die Ablehnung der Nullhypothese zur Folge hat.

Sedlmeier & Renkewitz (2013) schreiben, dass die korrekte Berechnung der Teststärke mathematisch aufwendig ist und empfehlen alternativ das Programm G*Power. Wie auch in Kapitel 8.2 kurz dargestellt, wurde dieses Programm dann auch in der vorliegenden Arbeit verwendet.

Neben der Teststärke der verwendeten Tests ist die Zuverlässigkeit der Tests ebenfalls ein zu untersuchendes Kriterium. Aus den vorhergehenden Überlegungen in 7.1 ergibt sich, dass sowohl die Einstellungskomponenten nach Holte (1996) als auch die Gefahreinschätzungsdimensionen nach Hackenfort (2007) mehrfach durch unterschiedliche Fragen in der Evaluation untersucht werden. Sofern diese Fragen tatsächlich dieselbe Komponente oder Dimension messen so sollten die Antworten auch ähnlich ausgeprägt sein. Im Falle der Fragen E1-E10 zur Einstellung der Schülerinnen und Schüler sollte dies im Weiteren auch für die gesamte Reihe an Fragen gelten: Eine höhere Gefährdung sollte sich in der gesamten Ausprägung der Antworten widerspiegeln.

Diese innere Konsistenz wird untersucht, indem das sogenannte Cronbach-Alpha (α) berechnet wird (Cronbach, 1951). Die verwendete Formel ist nach Rammstedt (2004) wie folgt:

$$\alpha = \frac{n \bar{r}}{1 + \bar{r}(n - 1)}$$

n := Grösse der Stichproben

\bar{r} := mittlere Interkorrelation der Fragebogen – Items (Fragen)

Die Größe von α beschreibt dann die innere Konsistenz dieser Fragen. Dabei ist α keine Maßzahl für eine Eindimensionalität des Fragebogens. Wie groß α minimal sein muss, wird weder bei Cronbach (1951) noch in gängigen Werken wie bei Sedlmeier & Renkewitz (2013) festgelegt. Schmitt (1996) schreibt sogar: „*The use of any cutoff value [...] is shortsighted.*“ („*Die Nutzung irgendeines Minimalwertes [...] ist kurzsichtig.*“, S. 2 Schmitt, 1996)

Daher wird in dieser Arbeit kein erwarteter Minimalwert für α festgelegt. Stattdessen wird, sofern α entsprechend niedrige Werte annimmt, eine weitere Betrachtung der Antworten nötig. Denn auch niedrige α können interessante Erkenntnisse für die Wirksamkeit einer Intervention liefern (vgl. Schmitt, 1996).

7.3 Umgang mit fehlenden Werten

In Befragungen sozialwissenschaftlicher Natur kommt es immer wieder zu sogenannten „fehlenden Werten“. Es gibt verschiedene Methoden, mit dem Fehlen dieser Werte umzugehen, die über das grundlegende Verwerfen solcher Datensätze hinausgehen. Dabei wird wichtig, in welcher Art die Daten fehlen und wie ein solches Fehlen zu interpretieren ist.

Grundsätzlich können Daten auf verschiedene Arten fehlen. Dabei werden nach Sedlmeier & Renkewitz (2013) drei verschiedene Arten unterschieden (vgl. auch Wirtz, 2004 und Schafer und Graham, 2002):

Daten können vollständig zufällig fehlen (Missing completely at random, MCAR). Das bedeutet, dass das Fehlen einer Antwort nicht zusammenhängt mit einer anderen Ausprägung des Datensatzes. Die Annahme, dass Daten auf diese Art fehlen, ist beispielsweise verletzt, wenn alle Personen, die eine Frage nach dem Einkommen nicht beantworten, jünger sind als Personen, die diese Frage beantworten.

Daten können zufällig fehlen (Missing at random, MAR). Dann ist das Fehlen der Antwort verknüpft mit einer anderen Ausprägung des Datensatzes, aber nicht mit der fehlenden Antwort selber. Im obigen Beispiel würde also das Fehlen bei der Antwort auf die Einkommensfrage zusammenhängen mit dem Alter. Für einzelne Alterskategorien würden dann die Daten immer noch vollständig zufällig fehlen, aber nicht für die gesamte Stichprobe.

Daten können nicht zufällig fehlen (Not missing at random, NMAR). Hier hängt das Fehlen einer Antwort nicht nur von einer anderen Ausprägung, sondern auch von der Antwort auf die Frage ab. Im bisherigen Beispiel tendieren beispielsweise Befragte mit hohen Gehältern dazu, die Frage nicht zu beantworten. Problematisch ist, dass durch diese Art des Fehlens Mutmassungen über die Muster des Fehlens angestellt werden können, aber die fehlenden Daten mangels Informationen nicht ersetzt werden können.

Ob Daten vollständig zufällig fehlen oder nur zufällig fehlen, kann oft nicht unterschieden werden. Sedlmeier & Renkewitz (2013) schlagen zwei Verfahren vor, die „*allerdings keine eindeutigen Ergebnisse*“ (s. 783, Sedlmeier & Renkewitz) liefern. In der vorliegenden Arbeit wurde daher der Little-Test genutzt. Little (1988) hat diesen Test so entwickelt, dass er eine Nullhypothese formuliert („Die Daten fehlen vollständig zufällig“) und anhand eines t-Tests diese Nullhypothese testet. Dabei warnt Little davor, die Nullhypothese voreilig zu akzeptieren, auch wenn die Signifikanz deutlich über der üblichen Schwelle von 0,05 (s.o.) liegt: „*Since power may be low, it is prudent to keep in mind that accepting the null hypothesis of MCAR does not imply its correctness.*“ („*Da die Teststärke niedrig sein kann, ist es angeraten, im Sinn zu behalten, dass auch ein Akzeptieren der Nullhypothese des MCAR nicht deren Korrektheit impliziert.*“ S.4, Little, 1988)

Ob Daten nicht zufällig fehlen, ist oft nur durch eine Betrachtung der Daten möglich. Zeigen sich bei der Bearbeitung der Fragebögen entsprechende Hinweise, könnten im Nachgang der Evaluation Interviews mit einzelnen Personen durchgeführt werden. Im vorliegenden Fall wäre diese Option aufgrund der Anonymisierung nicht möglich gewesen. Es zeigte sich aber bei Holte (1996), Hackenfort (2007) und Busse (2006) keine entsprechenden Anzeichen bei der Beantwortung dieser Fragen. Sofern sich aber im einzelnen Fall eine signifikante Ablehnung der Nullhypothese des Little-Tests ergibt, wird in Kapitel 8 dieses Problem im Einzelnen nochmal behandelt.

Sedlmeier & Renkewitz (2013) unterscheiden beim Umgang mit fehlenden Werte verschiedene Möglichkeiten. Sie gruppieren diese in die Kategorien „*traditioneller (suboptimaler) Um-*

7. Design der Befragung und Methode der Evaluation

gang mit fehlenden Daten“ (S. 783, Sedlmeier & Renkewitz, 2013) und „empfehlenswerte Ersetzungsverfahren“ (S. 785, Sedlmeier & Renkewitz, 2013).

Unter die traditionellen Verfahren zählen die Autoren jede Form des Löschens einzelner Datensätze, aber auch eine Ersetzung (Imputation) der fehlenden Daten mit dem Mittelwert. Aus verschiedenen Gründen empfehlen sie diese Verfahren nicht, insbesondere wenn die MCAR-Annahme nicht zutrifft. Bei der Löschung von Datensätzen (was beim Within-Subjects-Design der hier besprochenen Studie nötig wäre, da ein Prä-Post-Vergleich untersucht wird) kann eine systematische Verzerrung der Daten entstehen. Wichtig ist unter anderem die Verringerung der Stichprobengröße, aber auch die Verfälschung von Mittelwerten, wenn Daten nur zufällig fehlen (MAR). Bei einer Mittelwertsimputation dagegen sinkt die Varianz der Antworten, was zu einer Verzerrung der Signifikanztests und zu einer Unterschätzung der tatsächlichen Effekte führt.

Sedlmeier & Renkewitz (2013) empfehlen dagegen zwei Verfahren zur Imputation von fehlenden Daten: Den Expectation-Maximization-Algorithmus (EM-Algorithmus) und die multiple zufallsbasierte Imputation. Beide Verfahren arbeiten mit einer zufälligen Ersetzung von Daten, die dann anhand verschiedener Algorithmen angepasst werden. Beide Verfahren erhalten dadurch die Varianz und Größe der Stichprobe, ohne sie zu verzerren. Dieser Empfehlung schliessen sich auch andere Autoren an, unter anderem Schafer & Graham (2002) und Wirtz (2004). Aufgrund dieser Empfehlung wurde sich in der vorliegenden Arbeit dazu entschieden, für die Imputation den EM-Algorithmus zu verwenden.

Der EM-Algorithmus nach Dempster, Laird und Rubin (1977) ist ein mathematisches Verfahren, mit dem fehlende Daten imputiert werden können. Dies geschieht in zwei, sich wiederholenden Schritten. Im ersten Schritt, dem sogenannten Expectation-Schritt, werden die fehlenden Daten anhand der vorhandenen Daten abgeschätzt. Man könnte die fehlenden Daten anhand von aus den vorhandenen Daten erstellten Regressionsgleichungen generieren. Dies würde jedoch zu einer falschen Einschätzung der Varianzen führen und damit die statistische Aussagekraft der Auswertung negativ beeinflussen. Daher wird ein Modell entwickelt, das aus Parametern wie Mittelwert und Varianzen besteht und dabei möglichst alle Daten beinhaltet. Aus diesen Parametern wird eine Wahrscheinlichkeitsfunktion, die sogenannte Likelihood-Funktion, erstellt, die dann im zweiten Schritt, dem Maximization-Schritt optimiert wird. Dies ist als Maximum-Likelihood-Methode bekannt, da bei der Optimierung nach einem lokalen Maximum der Likelihood-Funktion gesucht wird. Dabei wird die Likelihoodfunktion unter der Annahme maximiert, dass die fehlenden Daten bekannt seien. Die im Expectation-Schritt abgeschätzten Daten nehmen also den Platz der fehlenden Daten ein. Diese Schritte werden solange wiederholt, bis die abgeschätzten Daten sich durch die Durchführung des Maximization-Schrittes nicht mehr ändern, sie also konvergieren.

Prinzipiell geht man nach Bilmes (1998) davon aus, dass bei der Maximum-Likelihood-Abschätzung eine Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion $p(x|\Theta)$ existiert. Dabei ist Θ eine Ansammlung von Parametern, die für x gelten (bspw. Mittelwerte und Varianzen). Außerdem seien x verschiedene, voneinander unabhängige Daten aus einer Verteilung $X = \{x_1, x_2, \dots, x_N\}$. Daraus folgt:

$$p(X|\Theta) = \prod_{i=1}^N p(x_i|\Theta) = \Lambda(\Theta|X)$$

Die Funktion $\Lambda(\Theta|X)$ ist die sogenannte Likelihood-Funktion. Diese Funktion schätzt die Parameter Θ für einen festen Datensatz X ab. Das Ziel ist jetzt, ein Θ zu finden, für das diese Likelihoodfunktion maximal wird: $\Theta^x = \underset{\Theta}{\operatorname{argmax}} \Lambda(\Theta|X)$

7. Design der Befragung und Methode der Evaluation

Um das Problem von fehlenden Daten zu lösen, geht man grundsätzlich davon aus, dass die vorhandenen Daten X und die fehlenden Daten Y zu einem gemeinsamen Datensatz Z gehören, so dass gilt: $Z = (X, Y)$. Nach Bilmes (1998) gilt nun diese gemeinsame Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion:

$$p(z|\Theta) = p(x, y|\Theta) = p(y|x, \Theta) p(x|\Theta)$$

Daraus folgt für die Likelihoodfunktion:

$$\Lambda(\Theta|Z) = \Lambda(\Theta|X, Y) = p(X, Y|\Theta)$$

Anhand der Q-Funktion (vgl. Karagiannidis & Lioumpas, 2007) kann nun der i -te Iterationsschritt des EM-Algorithmus definiert werden. Zuerst der E-Schritt:

$$\text{Definition der Q-Funktion: } Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

$$\Rightarrow Q(\Theta, \Theta^{(i-1)}) = E[\log \Lambda(\Theta|Z)|X, \Theta^{(i-1)}] = E[\log p(X, Y|\Theta)|X, \Theta^{(i-1)}]$$

Dabei sind die Parameter, die in der Q-Funktion mit $\Theta^{(i-1)}$ bezeichnet wurden, die oben erwähnten Parameter aus dem vorhergehenden Schritt. Die Parameter Θ dagegen sind die Parameter, die im folgenden Schritt, dem M-Schritt, maximiert werden sollen:

$$\Theta^i = \underset{\Theta}{\operatorname{argmax}} Q(\Theta, \Theta^{(i-1)})$$

Die Schritte werden dann solange wiederholt, bis Θ^i sich kaum noch ändert, also eine vordefinierte Abbruchbedingung erreicht wird. Dann können die fehlenden Daten anhand dieser Modellparameter berechnet werden.

Mehrere Rechenbeispiele für die EM-Algorithmus findet man in den angegebenen Quellen. Allerdings wird selbst bei sehr simplen Datenmatrizen die Rechnung sehr komplex, warum sie auch in der vorliegenden Arbeit mit einem Auswertungsprogramm durchgeführt wurde.

Der EM-Algorithmus wurde bereits mehrfach auf seine Aussagekraft hin untersucht. Wirtz (2004) vergleicht die Informationsstruktur des Datensatzes vor und nach einer Imputation mit dem EM-Algorithmus. Diese müssen identisch sein. Wirtz schlägt daher eine Stichprobengröße von mindestens 100 Personen vor und er geht davon aus, dass der EM-Algorithmus gute Ergebnisse liefert, sofern nicht mehr als 30% der Daten fehlen. Nielsen (2000) hat dagegen in Simulationen mit Stichprobengrößen von $n = 50$ den EM-Algorithmus zuverlässig einsetzen können. Er geht davon aus, dass bei größeren Stichproben auch Fehlquoten von über 30% zulässig sind. Beide Autoren arbeiteten dabei mit vollständigen Datensätzen, aus denen per Zufall Daten gelöscht wurden. Dadurch konnten sie untersuchen, inwiefern die imputierten Datenmodelle sich von Modellen, die anhand aller Daten generiert wurden, unterscheiden.

Aufgrund dieser Unsicherheiten im Umgang mit dem EM-Algorithmus wird davon abgesehen, in Kapitel 8 nur imputierte Werte zu präsentieren. Auch wenn aufgrund des Within-Subjects-Design eine fallweise Löschung bei der Auswertung vorgenommen wird, so bietet doch die parallele Anwendung beider Methoden eine höhere Sicherheit, nicht irrtümlich einen signifikanten Effekt anzunehmen.

8. Evaluation

Die in Kapitel 6 beschriebenen Module wurden teilweise in verschiedenen Schulen evaluiert. Insbesondere die Module „Verkehrsphysik“ und „Unfallortanalyse“ wurden im Rahmen der in Kapitel 7 dargestellten quantitativen Evaluation untersucht. Im Folgenden werden sowohl die Rahmenbedingungen als auch die Ergebnisse der Evaluation dargestellt.

8.1 Rahmenbedingungen der Evaluation

Verschiedene Schulen waren bereit, die Module durchführen zu lassen und zu evaluieren. Dies geschah immer im Rahmen einer „CrashKurs NRW“-Veranstaltung, war also organisatorisch an diese gebunden. Im Zusammenhang mit der oft vorhandenen Arbeitsbelastung der Schülerinnen und Schüler ergaben sich also besondere Rahmenbedingungen je nach Schule.

Die Module wurden immer von einem Team der Universität zu Köln durchgeführt, alle Materialien wurden ebenfalls durch das Team den Schulen zur Verfügung gestellt. Je nach Schule führte das Team ebenfalls die Evaluation durch.

Die Kontaktaufnahmen mit den Schulen fand mit Hilfe verschiedener Kreispolizeibehörden statt. Diese stellten dem Team ihre „CrashKurs NRW“-Termine und die jeweiligen Ansprechpartner in den Schulen zur Verfügung. Die Kontaktaufnahme mit den Schulen erfolgte dann über E-Mail und Telefon.

Insgesamt wurden im Verlauf von drei Evaluationen Unterrichtseinheiten in fünf Schulen durchgeführt:

Schule 1 ist ein Gymnasium in ländlicher Umgebung. Die Schule wird von knapp 900 Schülerinnen und Schüler besucht und das Kollegium besteht aus ca. 80 Lehrerinnen und Lehrern. In dieser Schule wurde das Modul „Verkehrsphysik“ in insgesamt 6 Kursen mit insgesamt ca. 120 Schülern durchgeführt. Aufgrund der Zeitplanung der Schule wurde das Modul „Verkehrsphysik“ im Nachmittagsunterricht durchgeführt, direkt anschließend an den „CrashKurs NRW“. Der Prä-Test wurde direkt vor der Bühnenveranstaltung durchgeführt. Das Team berichtete im Verlaufe des Nachmittags von Motivationsproblemen der Schülerinnen und Schüler. Kernprobleme waren zum einen die Uhrzeit und zum anderen die Thematik, da viele Schülerinnen und Schüler laut eigenem Bekunden Physik abgewählt hätten. Organisatorische Zwänge führten im Anschluss dazu, dass sowohl der Post-I-Test als auch der Post-II-Test von den jeweiligen Lehrpersonen an die Schülerinnen und Schüler verteilt wurde, die diese in Heimarbeit bearbeiteten. Von der Schule wurde außerdem zurückgemeldet, dass sowohl das Lehrpersonal als auch die Schülerinnen und Schüler offenbar eine andere, stärker emotional ausgerichtete, Art der Nachbereitung zum „CrashKurs NRW“ erwartet hätten. Insgesamt gab es eine sehr hohe Fehlquote bei den Fragebögen. Nur ca. 25% der im Prä-Test identifizierten Schülerinnen und Schüler gaben einen Post-I-Test ab, im Post-II-Test erhöhte sich die Rücklaufquote wieder auf 70%. Die Implikationen werden bei der Analyse weiter diskutiert. Vermutlich hängen die erwähnten Probleme und diese Rücklaufquote eng miteinander zusammen.

Schule 2 ist ein Berufskolleg in stadtnaher Umgebung. Es ist in zwei Standorte aufgeteilt, nur an einem Standort fand dabei die Moduldurchführung statt. Dort werden insbesondere Auszu-

8. Evaluation

bildende mit den Schwerpunkten Metalltechnik und Gestaltung beschult, es gibt aber auch Berufsgrundschuljahrklassen sowie Klassen mit dem Ausbildungsziel Fachhochschulreife oder allgemeine Hochschulreife. Insgesamt wird die Schule an beiden Standorten von ca. 2000 Schülern besucht. Das Modul „Verkehrsphysik“ wurde in 5 Klassen durchgeführt, mit nominell ca. 80 Schülern. Insgesamt bearbeiteten nur ca. 60 Probanden die Fragebögen, wobei nicht jeder Proband an jedem Messzeitpunkt anwesend war. Es gab eine Rücklaufquote von ca. 70% über alle Messzeitpunkte. Im Falle dieser Schule wurden alle Evaluationen durch das Team der Universität zu Köln durchgeführt.

Schule 3 ist ebenfalls ein Gymnasium in ländlicher Umgebung. Die Schule wird von ca. 900 Schülerinnen und Schülern besucht. Das Kollegium besteht aus ca. 70 Lehrerinnen und Lehrern. In dieser Schule wurde das Modul „Verkehrsphysik“ in zwei Kursen mit insgesamt 37 Schülern durchgeführt, wobei hier durch die Schule explizit die Physikkurse ausgewählt wurden. Der Prä-Test wurde in der Woche vor der Bühnenveranstaltung durchgeführt, während die Post-I- und Post-II-Tests durch die beiden Kurslehrerinnen durchgeführt wurden. Insgesamt konnte, auch aufgrund der hohen Motivation des unterstützenden Lehrpersonals, eine Rücklaufquote von ca. 85% über alle drei Messzeitpunkte erreicht werden.

Schule 4 ist ein Gymnasium in stadtnaher Umgebung. Die Schule wird von ca. 900 Schülerinnen und Schülern besucht, das Kollegium besteht aus ca. 80 Lehrerinnen und Lehrern. In dieser Schule wurde das Modul „Unfallortanalyse“ durchgeführt. Im Gegensatz zu anderen Schulen wurde hier der Fragebogen immer durch das Team der Universität zu Köln ausgeteilt, aber die Fragebögen sollten nach Wunsch der Schule und aufgrund enger Zeitvorgaben nicht im Unterricht ausgefüllt werden. Daher wurde das Modul selber auch stark gekürzt. Die insgesamt ca. 120 Schülerinnen und Schüler erhielten nur den Arbeitsauftrag und die zugehörigen Unterlagen, sie sollten die hauptsächliche Arbeit jedoch ausserhalb der normalen Schulzeit machen. Grundsätzlich zeigte sich der Lehrkörper sehr aufgeschlossen gegenüber der Evaluation. Trotzdem sank die Rücklaufquote im Post-1-Test auf 40%, im Post-2-Test stieg sie nur auf 65% aller Fragebögen. Der Arbeitsauftrag wurde nur von einem Schüler bearbeitet. In Kapitel 8.7 wird diese Problematik ausführlich thematisiert.

Schule 5 ist ein Gymnasium in stadtnaher Umgebung. Die Schule wird von ca. 1000 Schülerinnen und Schülern besucht und das Kollegium besteht aus ca. 75 Lehrerinnen und Lehrern. In dieser Schule wurde eine veränderte Version des Moduls „Verkehrsphysik“ gewählt, angepasst aufgrund der Erkenntnisse aus der Evaluation in den Schulen 1-3. Das Modul und die zugehörige Evaluation wurde in zwei Physikkursen mit insgesamt ca. 60 Schülern der Qualifikationsstufe durchgeführt. Die Evaluation wurde durchgeführt durch das Team der Universität zu Köln, mit einer Rücklaufquote von ca. 80% über alle drei Messzeitpunkte.

Die Vorgaben des Prä-Post-Designs (s. Kapitel 7.1) wurden möglichst genau abgebildet, mit einigen Abweichungen. In der folgenden Tabelle sind alle Evaluationstermine eingetragen, wobei rote Schrift bedeutet, dass der jeweilige Termin nicht durch das Team wahrgenommen wurde, sondern so von der Schule gemeldet wurde:

	Prä-Test	CrashKurs NRW	Moduldurchführung	Post-I-Test	Post-II-Test
Schule 1	06.02.2014	06.02.2014	06.02.2014	27.02.2014	26.06.2014
Schule 2	18.02.2014	19.02.2014	21.02.2014	26.03.2014	12.06.2014
Schule 3	19.03.2014	26.03.2014	02.04.2014	09.04.2014	25.06.2014
Schule 4	12.02.2014	13.02.2014	17.02.2014	24.02.2014	24.06.2014
Schule 5	26.08.2014	26.08.2014	28.08.2014	11.09.2014	03.12.2014

8. Evaluation

In keinem Fall wurde der Post-I- oder Post-II-Test vor dem theoretisch anvisierten Datum durchgeführt. Die starken Verzögerungen beim Post-II-Test in Schule 1 und Schule 3 lagen an zeitlichen Engpässen zum Ende des Schuljahres. Die Verzögerung beim Post-I-Test an Schule 1 ergab sich aufgrund eines Klassenausfluges und der in dieser Schulform üblichen Blockpraktika und war nicht zu vermeiden.

8.2 Analysemethode

Die Fragebögen wurden zuerst digitalisiert. Anschließend wurde anhand der Schüler-Codes eine Zuordnung von Antworten über verschiedene Testzeitpunkte durchgeführt. Die so über alle Messzeitpunkte generierten Daten wurden dann mit verschiedenen statistischen Tests analysiert. Nach Sedlmeier & Renkewitz (2013) wird den im Fragebogen genutzten Rating-Skalen eine Intervallskaliertheit zugesprochen. Dementsprechend können die im Folgenden beschriebenen Verfahren genutzt werden.

Im ersten Schritt wurden die Antworten auf die Fragen E1-E10 (s. Kap. 7, Anhang) umtransformiert. Dabei wurde Anzahl der Antwortmöglichkeiten und Ordnungsrelation beibehalten. Durch diese Transformation konnten Artefakte bei der Analyse vermieden werden ($-2 \rightarrow 1$; $-1 \rightarrow 2$; $1 \rightarrow 3$; $2 \rightarrow 4$).

Im zweiten Schritt wurde der EM-Algorithmus (s. Kapitel 7) zur Ersetzung fehlender Daten genutzt. Dabei wurde der Little-Test (Little, 1988) durchgeführt, um festzustellen, ob die fehlenden Daten nicht vollständig zufällig fehlen (MCAR). Die folgenden Schritte wurden jeweils mit den Originaldaten und den imputierten Daten durchgeführt.

Im dritten Schritt wurde für die Ratingfragen (E1-E10, G1-G8) sowie die Wissensfragen (W1, W2, W4, W5) Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet. Dies geschah nur für die Langzeitmessung (Prä-Test \rightarrow Post-II-Test). Mit diesen Werten wurde dann nach Cohen (1988) die Effektstärke „Cohen's d“ der Veränderungen berechnet. Zwar wurden die Mittelwerte aller Messzeitpunkte berechnet, um den Verlauf darzustellen, für die Darstellung der Langzeitwirkung ist aber die berechnete Effektstärke ausreichend.

Im vierten und fünften Schritt wurde für diejenigen Messwerte, bei denen nach Cohen (1992) wenigstens ein kleiner Effekt ($d > 0,2$) vorliegt weitere Analysen durchgeführt:

1. Signifikanz des Effekts anhand einer einfaktoriellem Varianzanalyse über alle drei Messzeitpunkte (mit Bonferroni-Korrektur für mehrere t-Tests). Dabei wird hier die übliche Konvention angewandt, dass die Wahrscheinlichkeit für die Nullhypothese („Es gibt keinen Unterschied“) unter 5% liegt.
2. Eine Post-hoc-Poweranalyse mit G*Power, in Abhängigkeit von den jeweiligen Stichprobengrößen. Dadurch soll untersucht werden, ob der Test hätte feststellen können, ob die Nullhypothese („Es gibt keinen Unterschied“) vorliegt. Als Konvention wird hier angenommen, dass die Power größer als 0,8 sein soll.

Die letzten beiden Analysen wurden deswegen nur für wenigstens kleine Effekte durchgeführt, um zu vermeiden, dass zu viele t-Tests ein falsch-positives Ergebnis liefern (s. S. 422, Sedlmeier & Renkewitz, 2013). In Ausnahmefällen wurden einzelne Effekte, die knapp die Schwelle eines schwachen Effekts verfehlen, ebenfalls untersucht. Dies ist im Einzelnen dokumentiert.

8. Evaluation

In den Diagrammen dieses Kapitels werden alle Fragen, bei denen wenigstens ein kleiner Effekt auftritt und bei denen die Kriterien der letzten beiden Analysen erfüllt werden, mit einem Sternsymbol („*“) markiert. Außerdem findet man die Effektstärke im Diagramm grundsätzlich in Klammern hinter der Fragennummer.

Beispielsweise würde „E27 (0,73)*“ bedeuten, dass der Unterschied zwischen zwei Messzeitpunkten bei der Frage E27 signifikant ist, die nötige Teststärke besitzt und ein „Cohen's d“ von 0,73 aufweist. Dagegen würde beispielsweise „E15 (0,2)“ eine kleine Effektstärke (vgl. Cohen, 1992) bedeuten, aber der Unterschied wäre entweder nicht signifikant oder die Teststärke zu gering, um den Effekt als sicher zu betrachten.

8.3 Analyse der Evaluation der Schulen 1-3

Bei der Analyse der Fragebogen aus allen drei Schulen wurde die Teststärke stark durch die Fehlquote aus Schule 1 beeinflusst. In Folge mussten bei den nicht imputierten Originaldaten bis zu 50% aller Daten verworfen werden, da sich die Fehlquoten aufsummierten. Der bei der Imputation durchgeführte Little-Test wies außerdem darauf hin, dass die ihm zugrunde liegende Nullhypothese („Die fehlenden Daten fehlen vollständig zufällig, MCAR“) abgelehnt werden muss (Sig. = 0,000). Nach Sedlmeier & Renkewitz (2013) ist in so einem Fall ein listenweiser oder paarweiser Ausschluss von Fällen, wie bei der Analyse der nicht imputierten Originaldaten, nicht zulässig. Hierdurch kann es zu einer zu starken Verzerrung der Daten kommen.

Dies ist auch bei Betrachtung der Rahmenbedingungen nachvollziehbar: Die Daten fehlen nach Schule bezogen unterschiedlich stark. Anhand dieser Betrachtung kann die Annahme, dass die Daten nicht zufällig fehlen (MNAR) aber auch abgelehnt werden, denn innerhalb der Schulen gab es kein Anzeichen dafür, dass spezielle Gruppen eine Bearbeitung des Fragebogens ablehnten.

Die Anwendung des EM-Algorithmus führte in der Auswertung zu dem Problem, dass aufgrund der sehr hohen Fehlquote zum Post-I-Testzeitpunkt eine Konvergenz auch nach 10.000 Iterationen nicht möglich war. Auch ist die Fehlquote selbst in Anbetracht der großen Stichprobe sehr groß (vergleiche Kapitel 7.3). Es wurden also nur die fehlenden Daten zum Prä- und Post-II-Test imputiert. In der Analyse der Ergebnisse hatte das keinen Einfluss, dadurch jedoch sinkt der Informationsgehalt zu dem Verlauf der Einschätzungen der Schülerinnen und Schüler.

Es wurde aufgrund solcher Probleme und der bereits erwähnten Rahmenbedingungen während der Evaluation diskutiert, inwiefern es sinnvoll ist, die Daten aus Schule 1 in die Auswertung einzubeziehen. Vor der hier dargestellten Analyse konnte jedoch nicht festgestellt werden, inwiefern dadurch die Teststärke auf ein zu niedriges Mass fallen könnte.

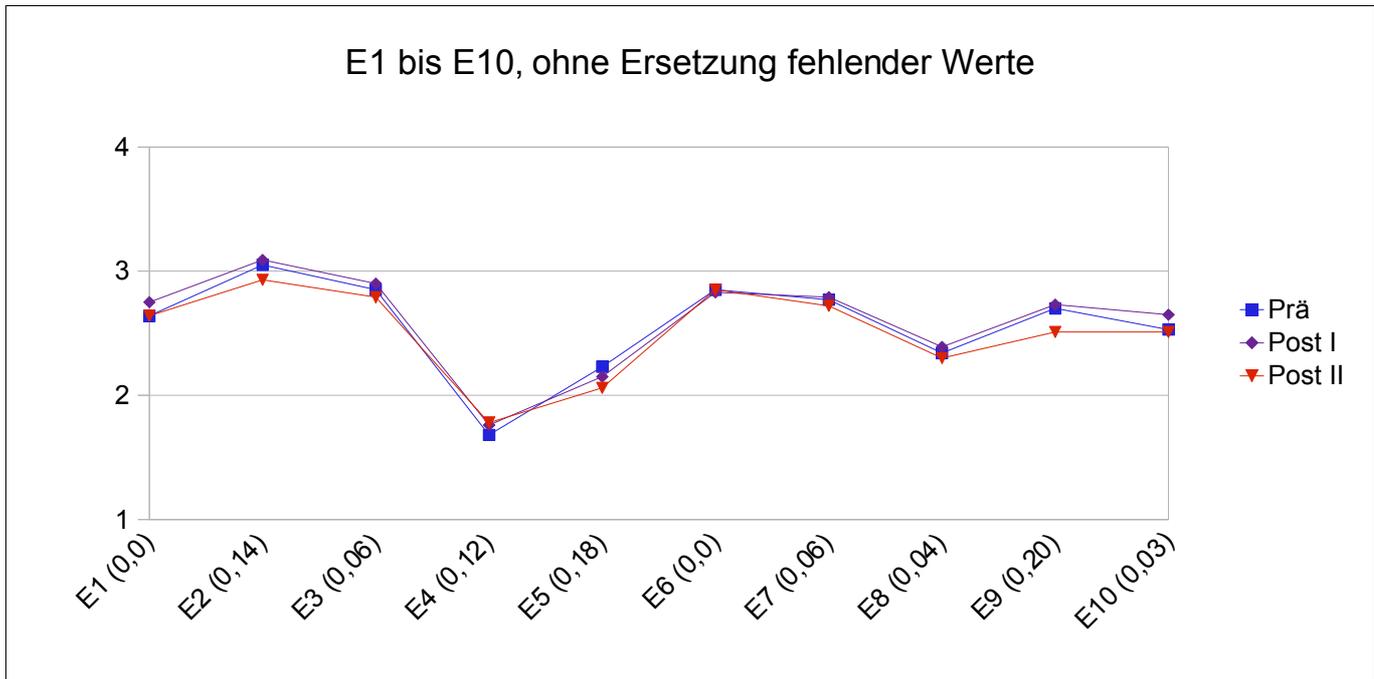
Wichtiger jedoch ist die Tatsache, dass die motivationalen und organisatorischen Probleme dieser Schule keine Ausnahme darstellen. Daher kann vermutet werden, dass die dort erfahrenen Probleme auch an anderen Schulen auftreten können. Für eine landesweite Nutzung dieser Unterrichtseinheiten ist es wichtig, zu überprüfen, ob trotz solcher Probleme immer noch eine Wirkung festzustellen ist.

Am Ende fiel daher die Entscheidung, die Analysen der Evaluation mit und ohne Schule 1 zu erstellen und die Ergebnisse zu vergleichen. Im Folgenden werden dabei erst die Analysen mit Schule 1 anhand von Diagrammen dargestellt.

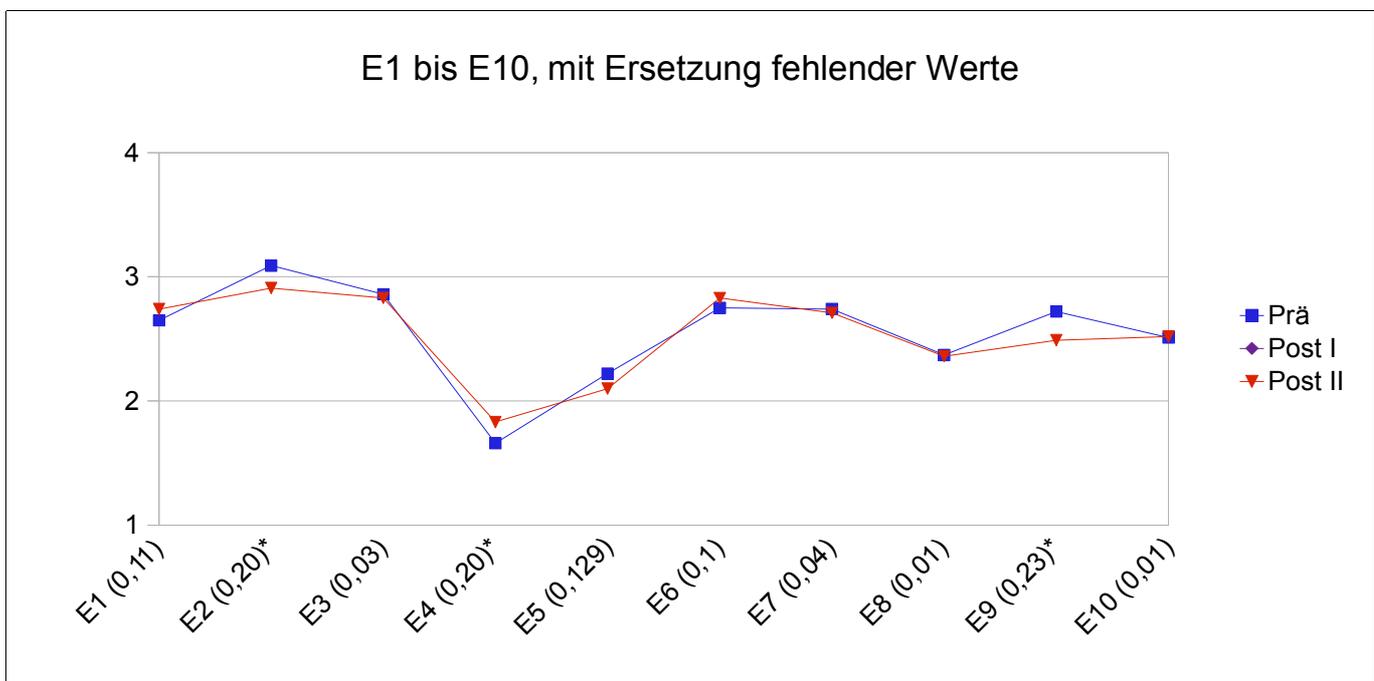
Dabei werden jeweils Diagramme aus dem originalen Datensatz und dem imputierten Datensatz miteinander verglichen und in einzelnen Fällen Vergleiche mit der Wirkungsevaluation von Hackenfort (2013a) gezogen. Die Gegenüberstellung zwischen den Datensätzen soll hierbei dokumentieren, welche Veränderungen durch die Imputation mit dem EM-Algorithmus auftraten. Der Vergleich mit Hackenfort (2013a) soll dagegen einen Hinweis darauf liefern, ob die schulische Nachbereitung zusätzlich zum CrashKurs NRW tatsächlich einer Optimierung der Wirkung des CrashKurs NRW dienen kann, wie von Hackenfort gefordert.

8. Evaluation

8.3.1 Analyse der Einstellungsgrößen



Diagr. 1: Einstellungsgrößen im nicht imputierten Datensatz, Schulen 1-3



Diagr. 2: Einstellungsgrößen im imputierten Datensatz, Schulen 1-3

Im nicht imputierten Datensatz zeigt sich nur in der Antwort auf E9 ein kleiner Effekt, dieser ist aber nicht signifikant. Dieser Effekt wird in der Imputation deutlicher und durch die Ersetzung der fehlenden Werte auch signifikant. Des Weiteren ist die Veränderung in eine sicher-

8. Evaluation

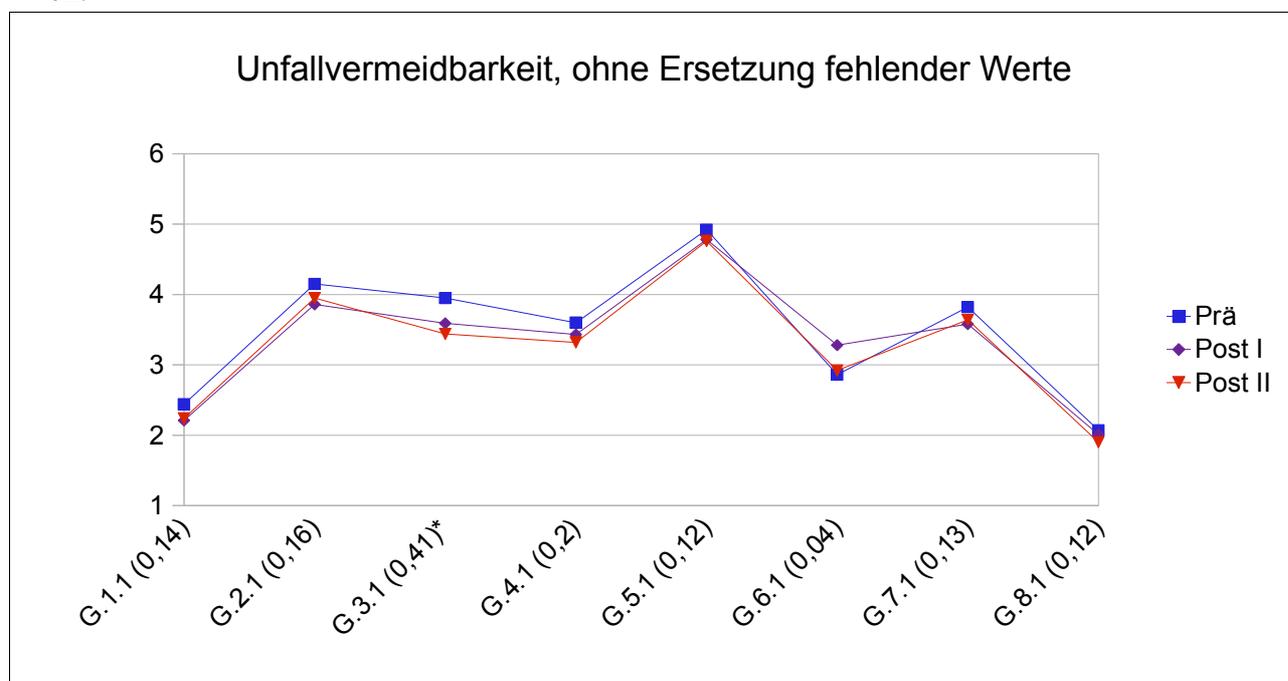
heitsförderliche Richtung, die Zustimmung zu „Wenn ich pünktlich sein will, fahre ich manchmal schneller als erlaubt“ sinkt.

Einen schwachen Effekt beobachtet man im imputierten Datensatz bei E2 und E4, in beiden Fällen ist der Unterschied zwischen Prä- und Post-2-Test signifikant ($p < 0,01$) und die Teststärke ist größer als 80%. Während bei E2 die Zustimmung zu „Das Autofahren macht Spass, wenn man Vollgas geben kann“ sinkt, steigt die Zustimmung zu „Auf der Autobahn sollte man nicht mehr als 120 km/h fahren dürfen“. Beide Änderungen können als sicherheitsförderlich bezeichnet werden.

Bei Hackenfort (2013a) finden sich hier ähnliche Werte nur für Frage E4 (bei Hackenfort E16), die übrigen Veränderungen finden sich bei Hackenfort nicht, zumindest nicht mit einem wenigstens schwachen Effekt.

8.3.2 Analyse der subjektiven Gefährdungseinschätzung

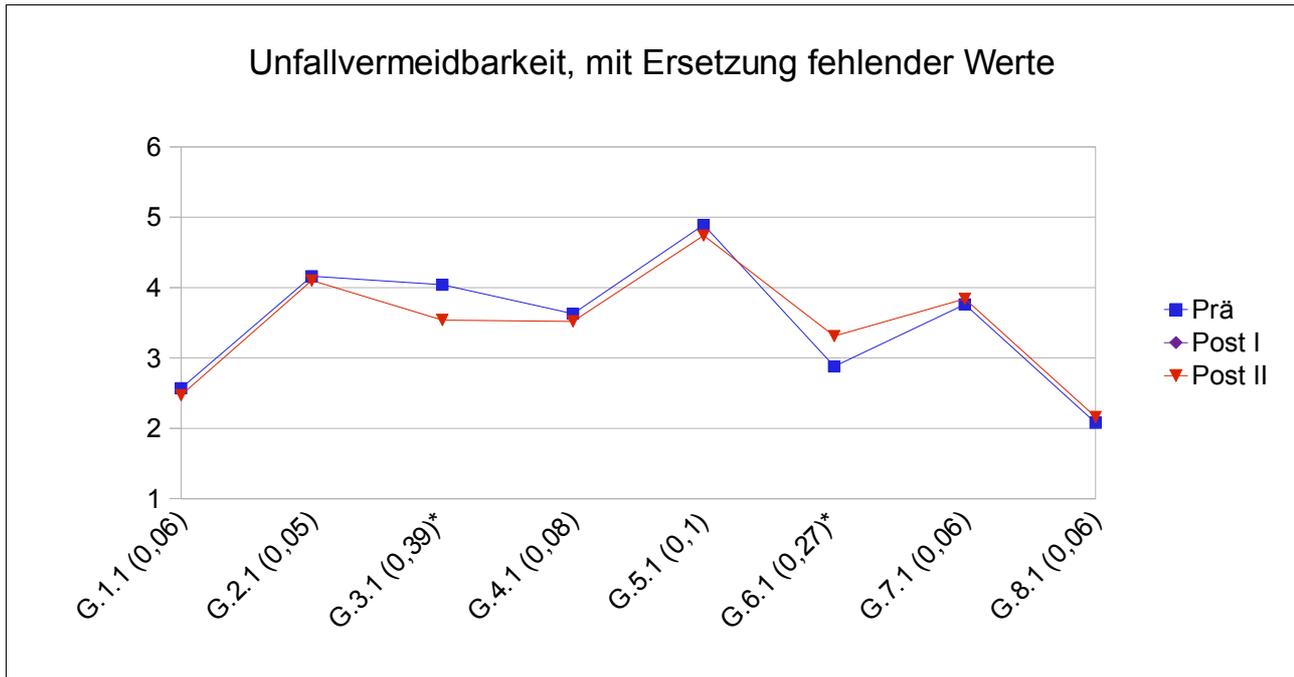
Die Fragen zur Gefährdungseinschätzung werden in vier Teilfragen zu den 8 Situationen unterteilt. Die Analyse gruppierte die Antworten nach Teilfragen und nicht nach Verkehrssituation.



Diagr. 3: „In welchem Ausmass wären sie in der Lage, einen drohenden Unfall zu vermeiden“, nicht imputierter Datensatz, Schulen 1-3

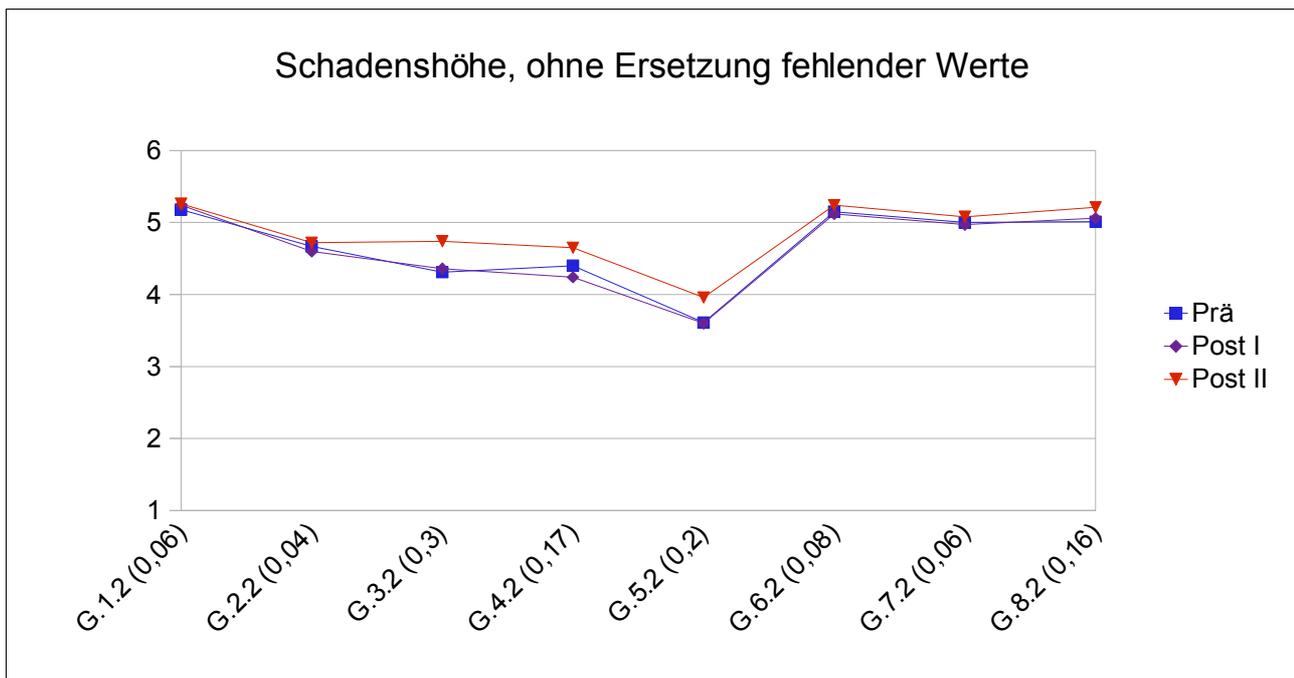
Betrachtet man die Kurve für den Prä-Testzeitpunkt, stellt man fest, dass die Schülerinnen und Schüler nach CrashKurs NRW und Nachbereitung scheinbar sich selbst eine geringere Fähigkeit zugestehen, einen drohenden Unfall zu vermeiden. Statistisch bedeutsam ist dies nur für die Verkehrssituation „unter dem Einfluss einer geringen Menge Alkohol“ (G3). Bereits zum Prä-Testzeitpunkt bewerten die Schülerinnen und Schüler ihre Fähigkeiten zur Unfallvermeidung sowohl „unter dem Einfluss einer großen Menge Alkohol“ (G1) als auch als Beifahrer während eines schnellen Fahrens (G8) als sehr gering. Ihre Fähigkeit, während sie „wie alltäglich fahren“ (G5), schätzen sie als eher hoch ein.

8. Evaluation



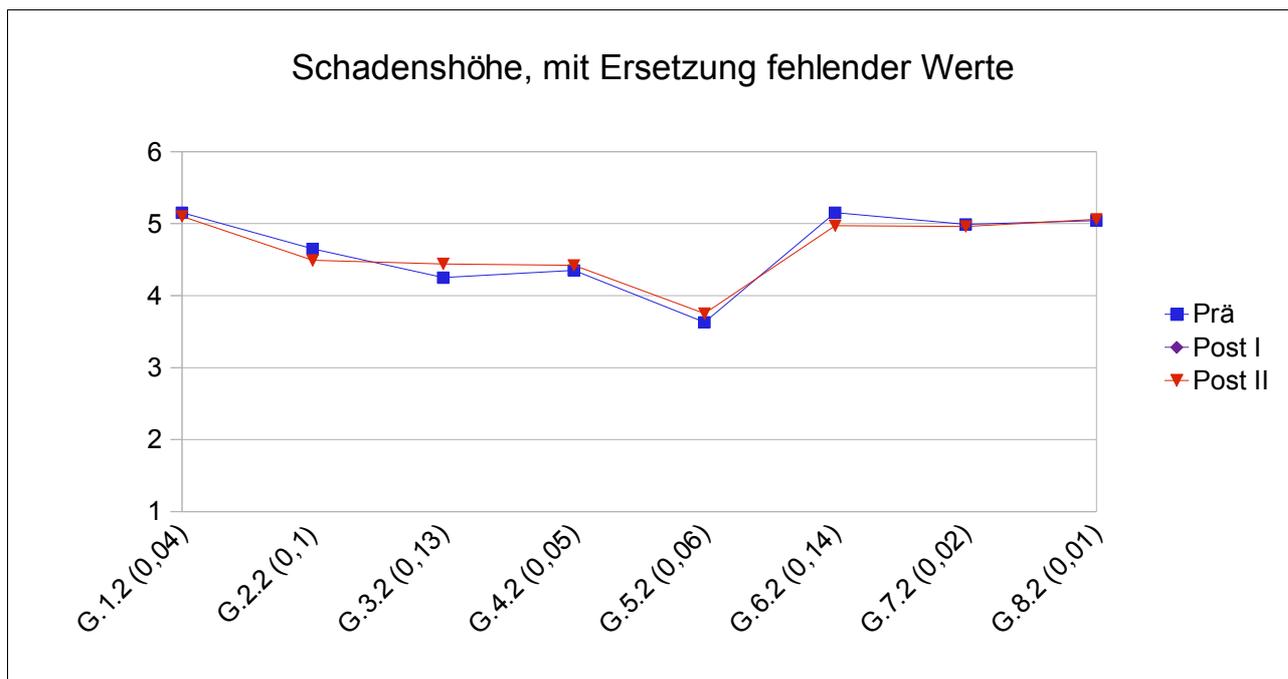
Diagr. 4: „In welchem Ausmass wären sie in der Lage, einen drohenden Unfall zu vermeiden“, imputierter Datensatz, Schulen 1-3

Durch die Imputation werden die im nicht-imputierten Datensatz beobachteten Unterschiede in den meisten Fällen sehr gering. Weiterhin bleibt die abnehmende Einschätzung der eigenen Fähigkeiten „unter dem Einfluss einer geringen Menge Alkohol“ (G3) mit einer Effektstärke $d = 0,39$. Dies ist eine sicherheitsförderliche Veränderung. Im Gegensatz dazu nimmt die subjektiv empfundenen Unfallvermeidungsfähigkeit zu, wenn man „nachts auf einer Landstraße mit 140 km/h“ (G6). Diese Zunahme ist mit einer Effektstärke von $d = 0,27$ zwar nur schwach, stellt aber eine sicherheitskritische Veränderung dar.



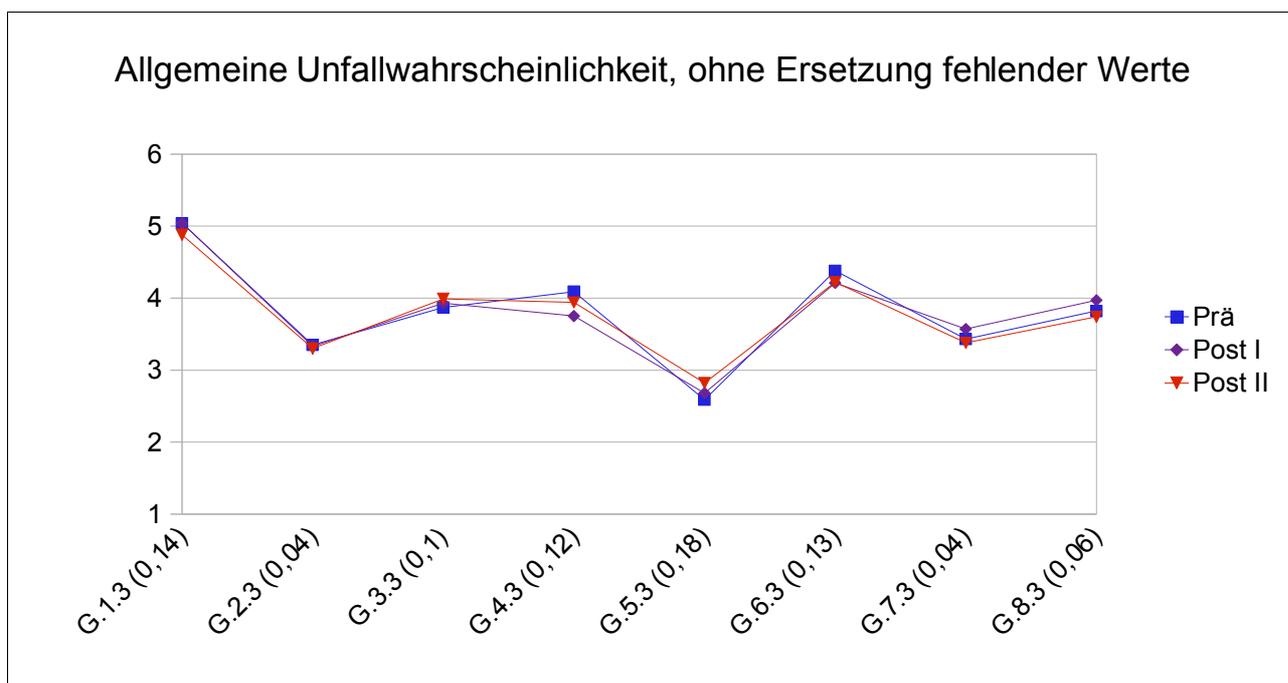
Diagr. 5: Einschätzung der Schadenshöhe bei einem Unfall im nicht imputierten Datensatz, Schulen 1-3

8. Evaluation



Diagr. 6: Einschätzung der Schadenshöhe bei einem Unfall im imputierten Datensatz, Schulen 1-3

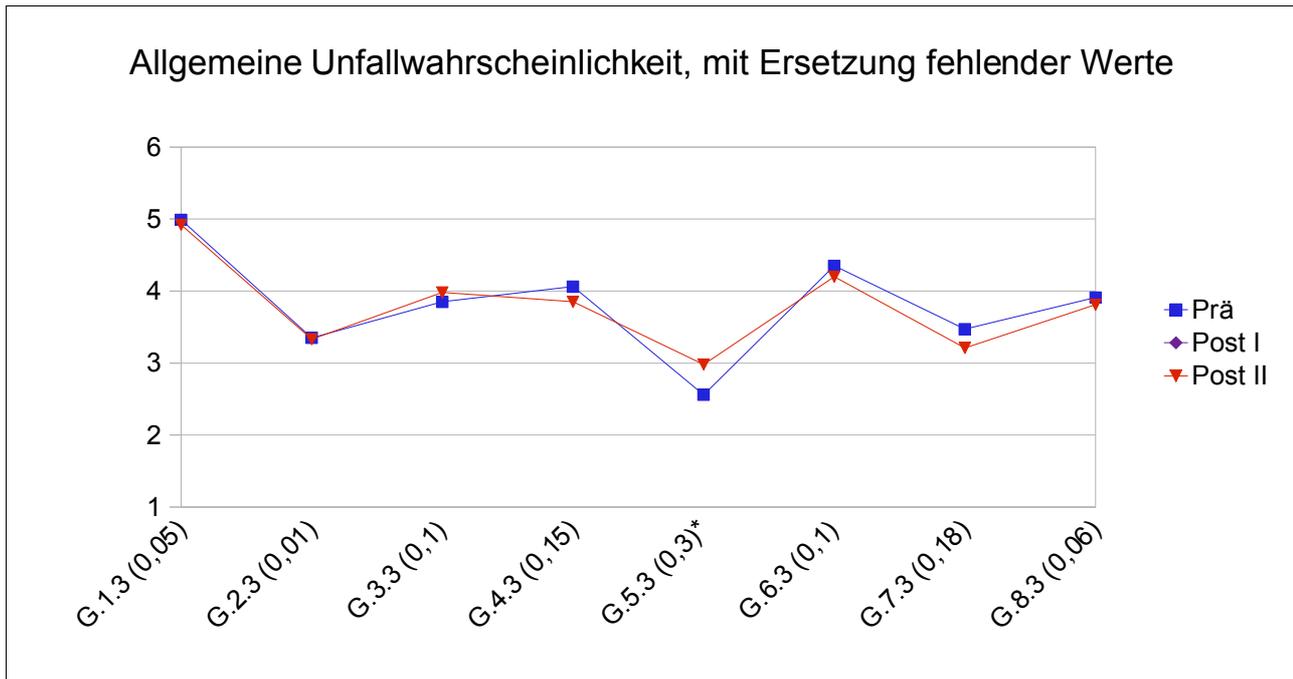
Während bei der Einschätzung der Schadenshöhe bei einem Verkehrsunfall im Original-Datensatz noch schwache Effekte zu finden sind, die im Falle der Situation „unter einem geringen Einfluss von Alkohol“ (G3) nur knapp nicht signifikant ($p = 0,061$) sind, so finden sich nach Ersetzung der fehlenden Daten keine Veränderungen mit einem mindestens schwachen Effekt wieder. Wie aber auch bereits von Hackenfort (2013a) festgestellt, schätzen die Schülerinnen und Schüler bereits vor Besuch der Bühnenveranstaltung und Durchführung des Moduls „Verkehrsphysik“ die Schadenshöhe als hoch ein. Es ist daher fraglich, inwiefern hier überhaupt eine starke Verbesserung erwartet werden darf.



Diagr. 7: Einschätzung der generellen Unfallwahrscheinlichkeit, nicht imputierter Datensatz, Schulen 1-3

8. Evaluation

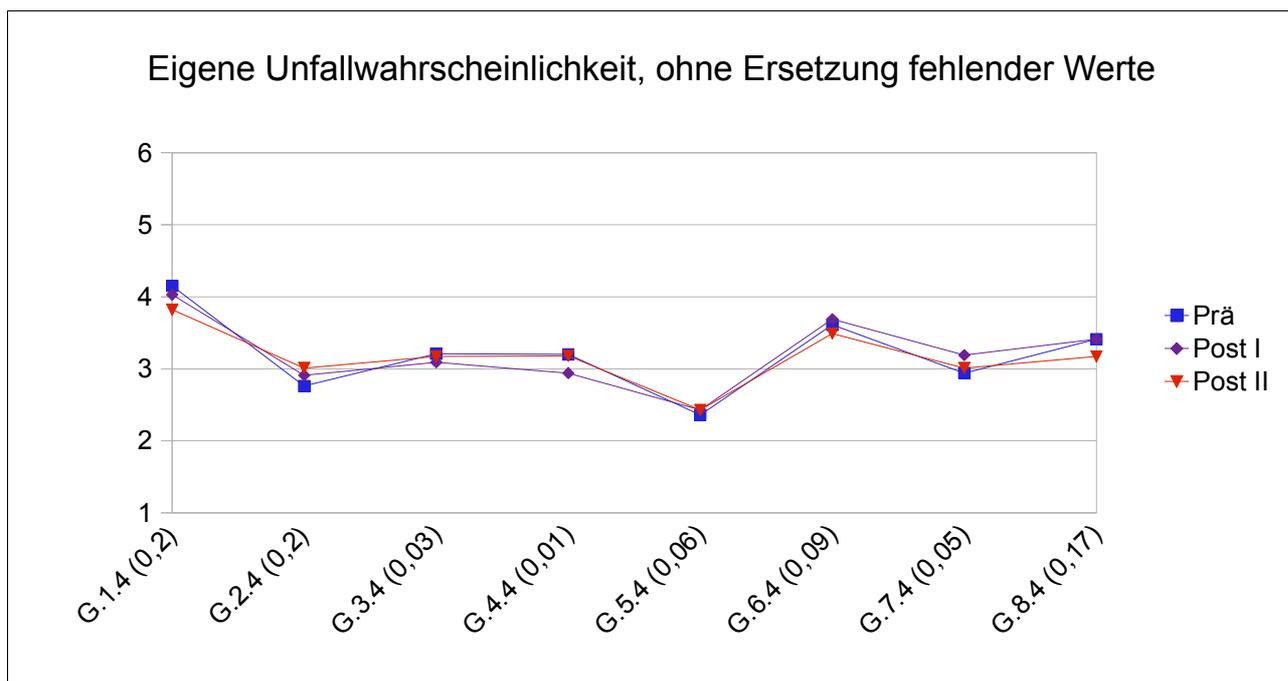
Im originalen Datensatz zeigt sich auch bei der Frage nach der generellen Unfallwahrscheinlichkeit eine uneinheitliche Veränderung. Hervorzuheben ist hier die Veränderung in der Einschätzung in der Verkehrssituation „Fahren während eines Telefonats mit dem Handy am Ohr“ (G4), wo sich zwar im Post-II-Test die Antworten wieder dem Ursprungsniveau annähern, kurz nach CrashKurs NRW und Modul aber die vermutete Wahrscheinlichkeit stark sinkt. Der Effekt ist allerdings nicht signifikant ($p=1,000$), daher kann man ihn vernachlässigen. Knapp kein schwacher Effekt zeigt sich hier bereits bei der Verkehrssituation „fahren wie alltäglich“ (G5).



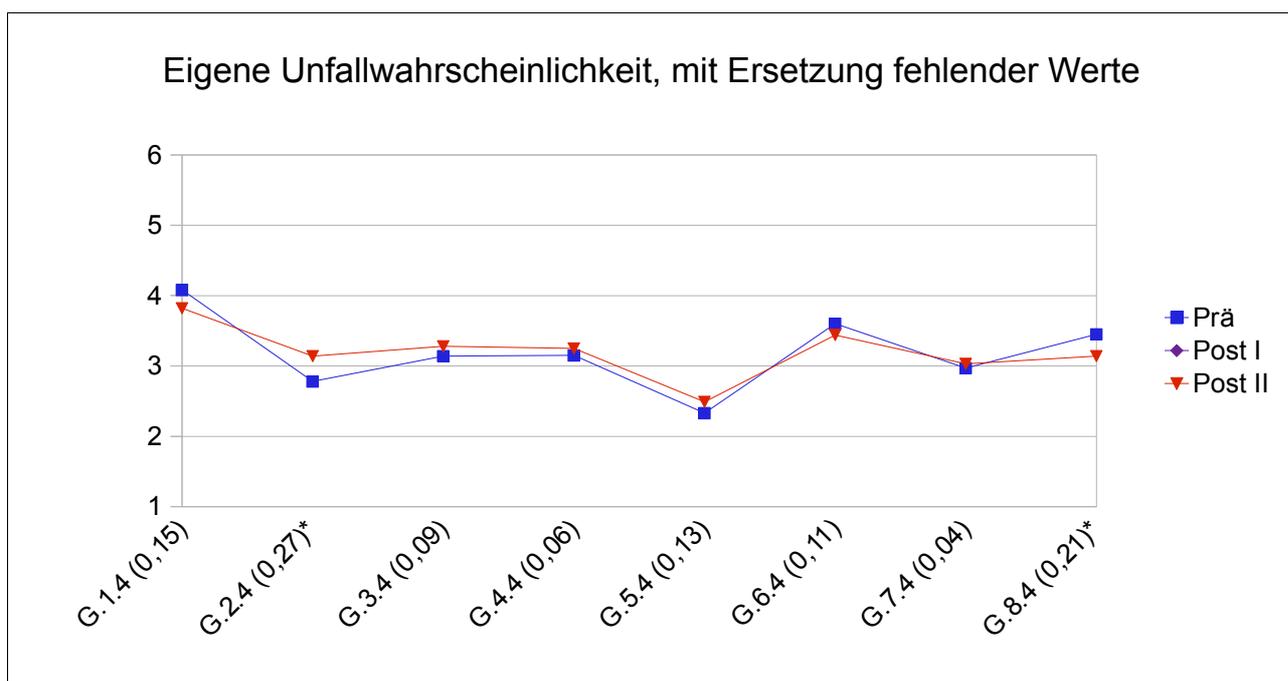
Diagr. 8: Einschätzung der generellen Unfallwahrscheinlichkeit im imputierten Datensatz, Schulen 1-3

Im imputierten Datensatz bleibt die Änderung der Einschätzung der generellen Unfallwahrscheinlichkeit grösstenteils weiter uneinheitlich. In der Verkehrssituation „fahren wie alltäglich“ (G5) schätzen allerdings die Schülerinnen und Schüler die generelle Unfallwahrscheinlichkeit als signifikant höher ein, wobei diese Veränderung als schwacher Effekt zu klassifizieren ist ($d=0,3$). Dies ist als sicherheitsförderlich anzusehen.

8. Evaluation



Diagr. 9: Einschätzung der persönlichen Unfallwahrscheinlichkeit im nicht imputierten Datensatz, Schulen 1-3



Diagr. 10: Einschätzung der persönlichen Unfallwahrscheinlichkeit im imputierten Datensatz, Schulen 1-3

Grundsätzlich schätzen die Schülerinnen und Schüler bei vielen Verkehrssituationen ihre eigene Unfallwahrscheinlichkeit als deutlich niedriger ein als die der Allgemeinheit. Das entspricht der Selbstüberschätzung junger Erwachsener, die auch bei Hackenfort (2013a) bereits nachgewiesen wurde (vgl. auch Holte, 2015).

Im originalen Datensatz können nur kleine, aber nicht signifikante Effekte gefunden worden. Insbesondere die Verkehrssituation „unter dem Einfluss einer großen Menge Alkohol“ (G1) scheint sich dabei in sicherheitskritischer Art zu verändern, die Veränderung ist aber nicht si-

8. Evaluation

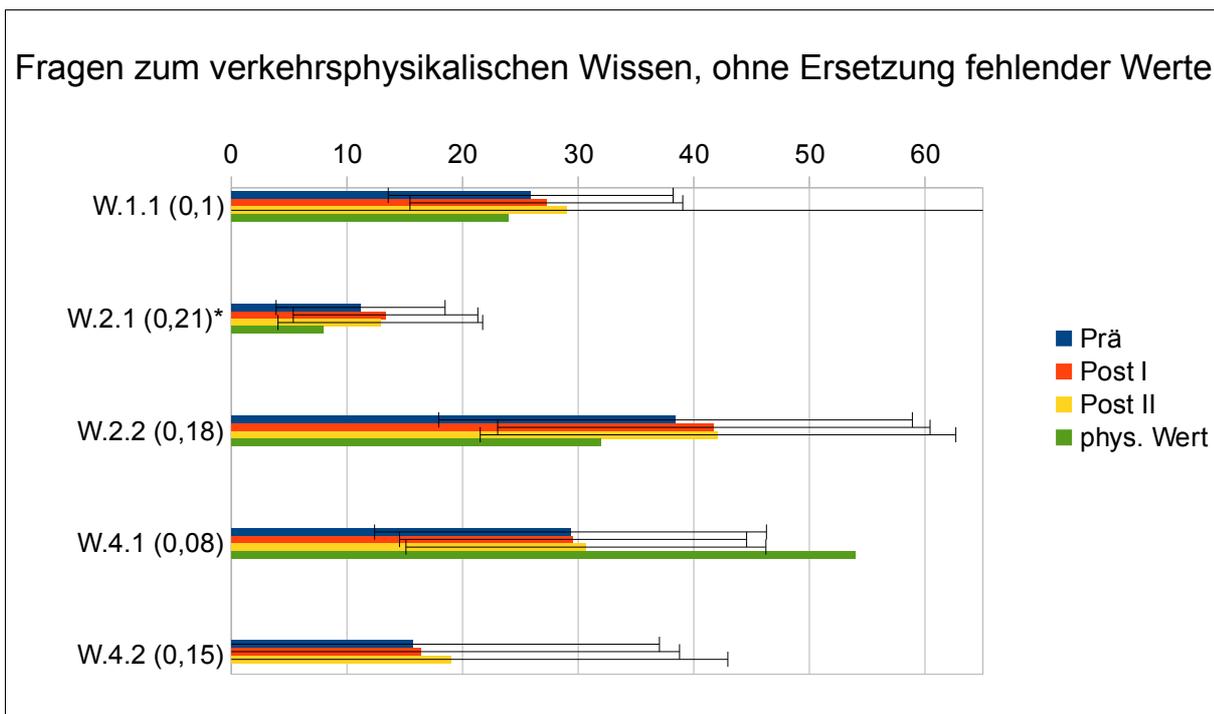
gnifikant ($p=0,849$). Im Allgemeinen muss man hier aber von uneinheitlichen Veränderungen sprechen, die insofern auch den Erkenntnissen Hackenforts (2013a) entsprechen.

Im imputierten Datensatz finden sich zwei signifikante Veränderungen mit wenigstens kleiner Effektstärke. So wird die eigene Unfallwahrscheinlichkeit zum Post-II-Testzeitpunkt in der Verkehrssituation „tagsüber mit 100 km/h auf der Landstraße“ (G2) als signifikant höher eingeschätzt, mit einem schwachen Effekt ($d= 0,27$). Ein ebenfalls schwacher, aber signifikanter Effekt ($d= 0,21$) findet sich bei der sicherheitskritischen Veränderung der Einschätzung der Verkehrssituation „Als Beifahrer nachts mit 140 km/h auf der Landstraße“ (G8).

8.3.3 Analyse der Wissensfragen im Bereich Verkehrsphysik und Verkehrsunfälle

Die Fragen zum verkehrsphysikalischen Wissen werden gruppiert in die Antworten zu Geschwindigkeitseinschätzungen und zu den Unfallursachen.

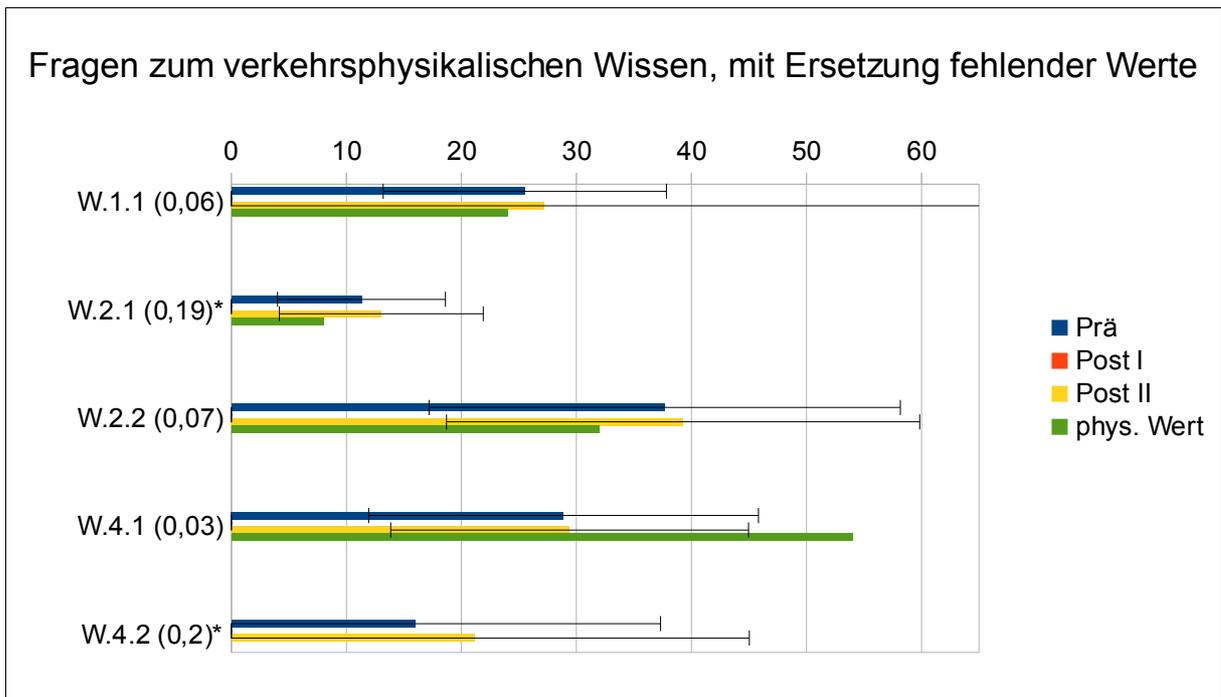
Bei den Fragen W1, W2 und W4 wurde jeweils der physikalisch korrekte Wert mit angegeben. Dadurch soll festgestellt werden, inwiefern die Antworten der Schülerinnen und Schüler physikalisch korrekt sind.



Diagr. 11: Verkehrsphysikalisches Wissen im nicht imputierten Datensatz, Schulen 1-3

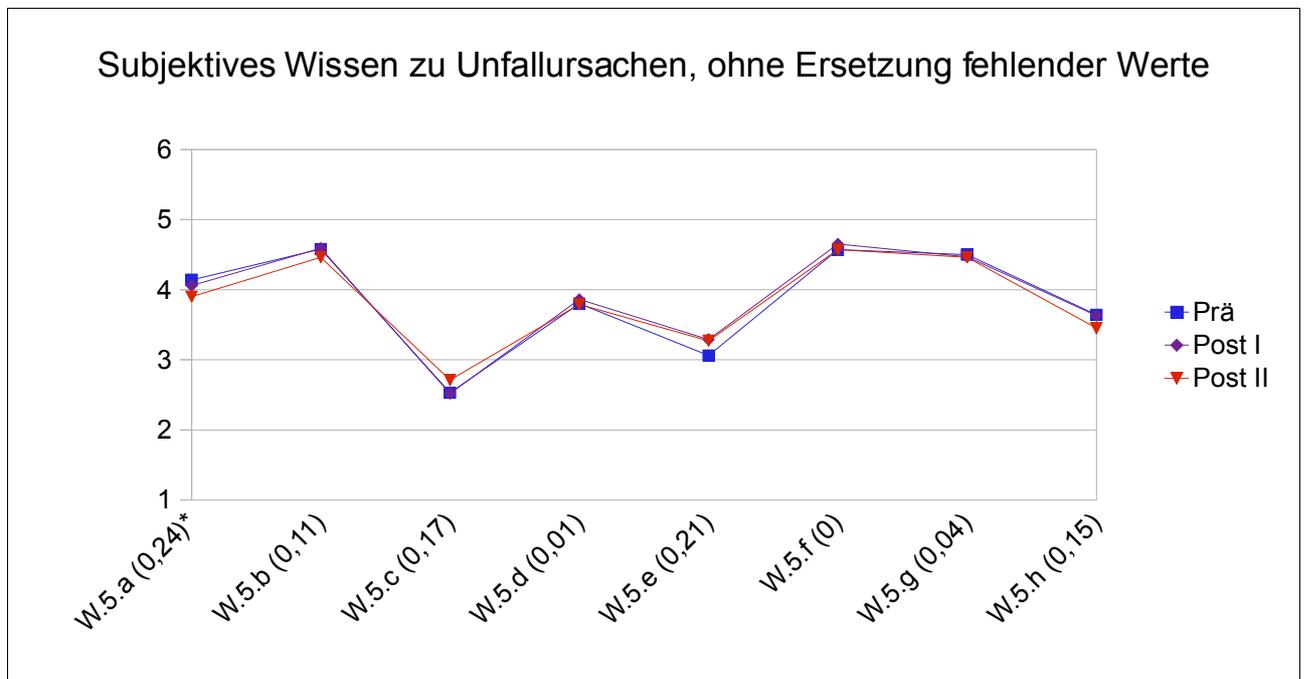
In allen Fällen steigt zwar der vermutete Weg (W1, W2) bzw. Geschwindigkeit und Überlebenswahrscheinlichkeit (W4), was außer bei der Überlebenswahrscheinlichkeit als sicherheitsförderlich zu bezeichnen ist, aber nur bei der Einschätzung des Bremsweges in W2.1 ist dies eine signifikante Veränderung mit mindestens schwachem Effekt ($d= 0,21$).

8. Evaluation



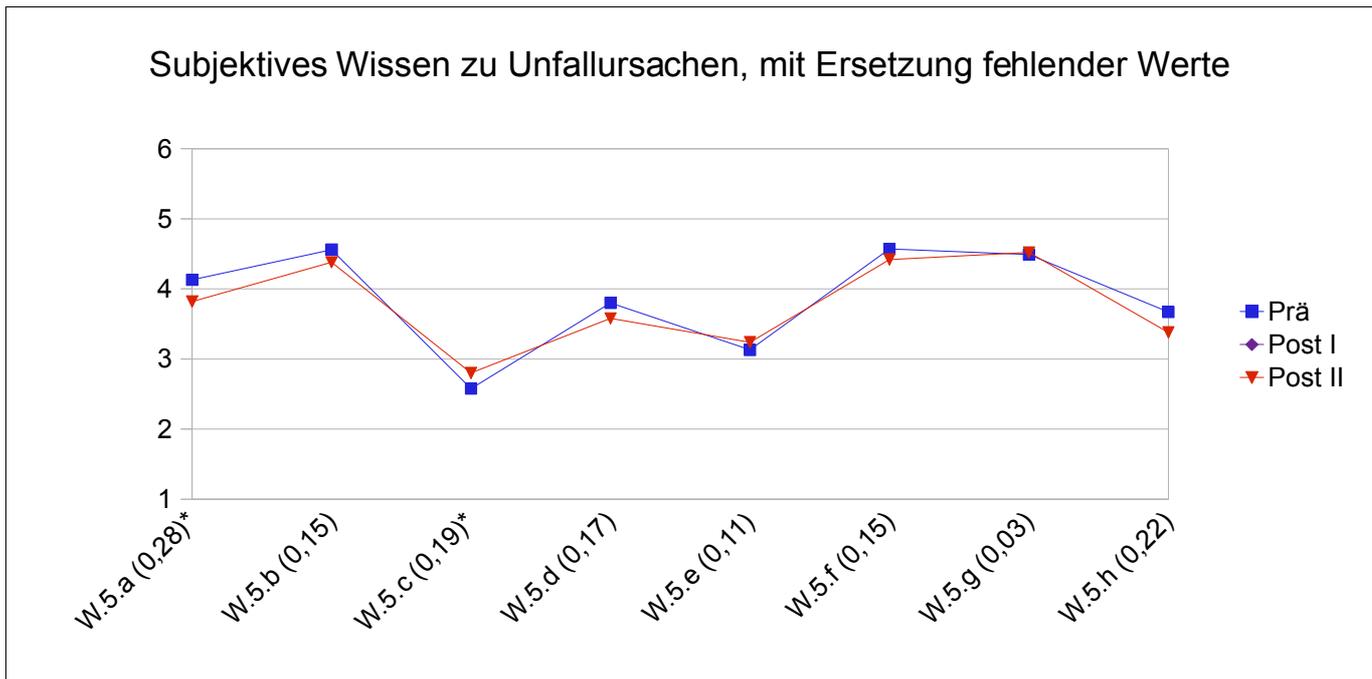
Diagr. 12: Verkehrsphysikalisches Wissen im imputierten Datensatz, Schulen 1-3

In der Imputation stellt man fest, dass der Effekt bei W2.1 knapp die nach Cohens (1992) definierte Schwelle für einen schwachen Effekt verfehlt, obwohl die Veränderung signifikant zu nennen ist. Dagegen stellt sich hier heraus, dass die sicherheitskritische Änderung bei W4.2 nicht nur signifikant ist, sondern auch einen schwachen Effekt darstellt.



Diagr. 13: Wissen über Unfallursachen im nicht imputierten Datensatz, Schulen 1-3

8. Evaluation



Diagr. 14: Wissen über Unfallursachen im imputierten Datensatz, Schulen 1-3

Ein direkter Vergleich des originalen und des imputierten Datensatzes zeigt, dass es in beiden Fällen nur eine signifikante Veränderung mit mindestens schwachem Effekt ($d = 0,24$ bzw. $d = 0,28$) gibt. Die Schülerinnen und Schüler vermuten nach Post-II-Testzeitpunkt eine geringere Beteiligung von Müdigkeit als Unfallursache. Dies ist schwierig zu deuten, da Müdigkeit als Unfallursache in Unfallstatistiken nicht erhoben wird (Statistisches Bundesamt, 2012). Im norwegischen Umfeld zeigen frühere Studien, dass 4% aller Unfälle durch Müdigkeit verursacht werden (Sagberg, 1999), eine Verringerung des überdurchschnittlich hohen Prä-Testwertes ist daher nachvollziehbar.

Eine signifikante Veränderung, die knapp die Schwelle zum schwachen Effekt nach Cohens (1992) verfehlt, ist die Einschätzung der Nutzung von Mobiltelefonen mit Freisprechanlage als Unfallursache.

8.4 Analyse der Evaluation in den Schulen 2 und 3

Betrachtet man nur die Ergebnisse der Schulen 2 und 3, ist die Fehlquote je nach Frage und Testzeitpunkt zwischen 25%-39%. Die höchste Fehlquote ist dabei beim Post-II-Test, welcher zeitlich nahe zu den Sommerferien lag.

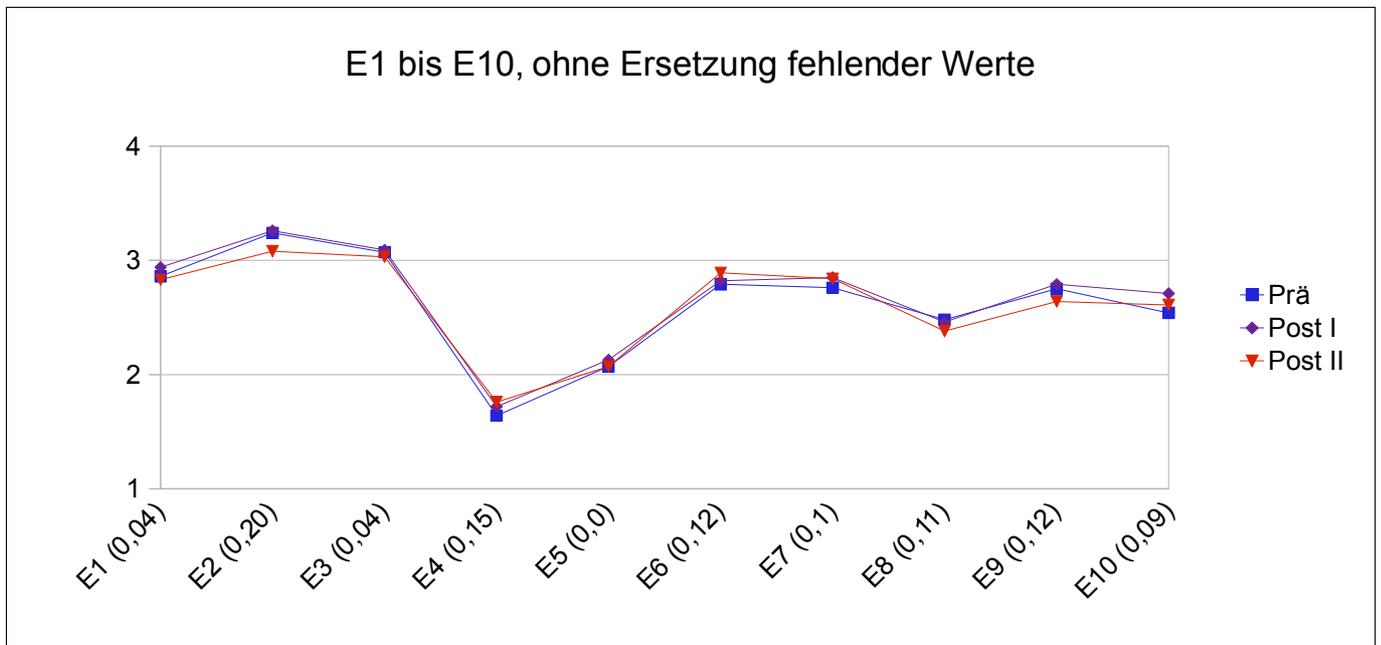
Mit Hilfe des EM-Algorithmus ist es hier nun möglich, über alle Testzeitpunkte die fehlenden Daten zu imputieren und eine Konvergenz zu erreichen. Nach den in Kapitel 7.3 dargestellten Überlegungen kann aufgrund der Stichprobengröße davon ausgegangen werden, dass der EM-Algorithmus hier gute Ergebnisse erzielt.

In diesem Fall ergab der Little-Test, dass die Nullhypothese eines vollständig zufälligen Fehlens von Daten nicht abgelehnt werden kann. Dass muss zwar nicht bedeuten, dass die Daten auf jeden Fall völlig zufällig (MCAR) fehlen (s. Kapitel 7.3), jedoch sind hier nun auch Me-

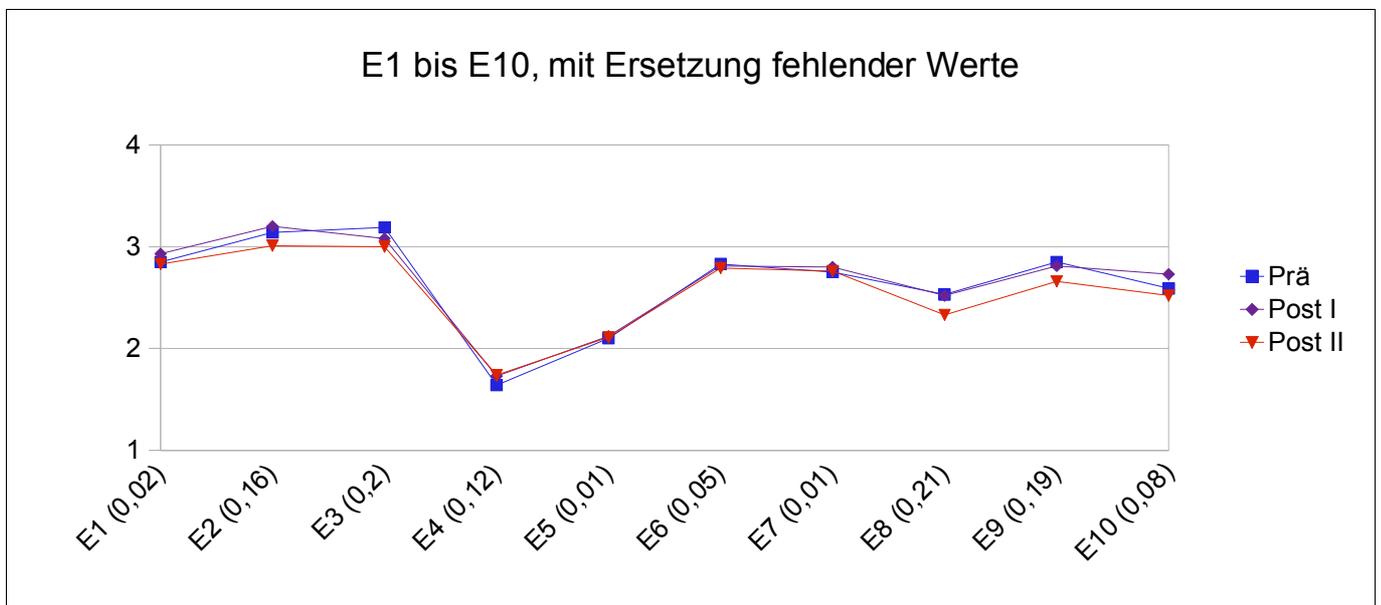
8. Evaluation

thoden wie der listenweise oder paarweise Ausschluss erlaubt, die der Analyse der Originaldaten zugrunde liegen. Da aber weiterhin Sedlmeier & Renkewitz (2013) diese Methode nicht empfehlen, soll im Folgenden wieder Original-Datensatz und imputierter Datensatz verglichen werden.

8.4.1 Analyse der Einstellungsgrößen



Diagr. 15: Einstellungen zum Straßenverkehr im nicht imputierten Datensatz, Schulen 2 und 3

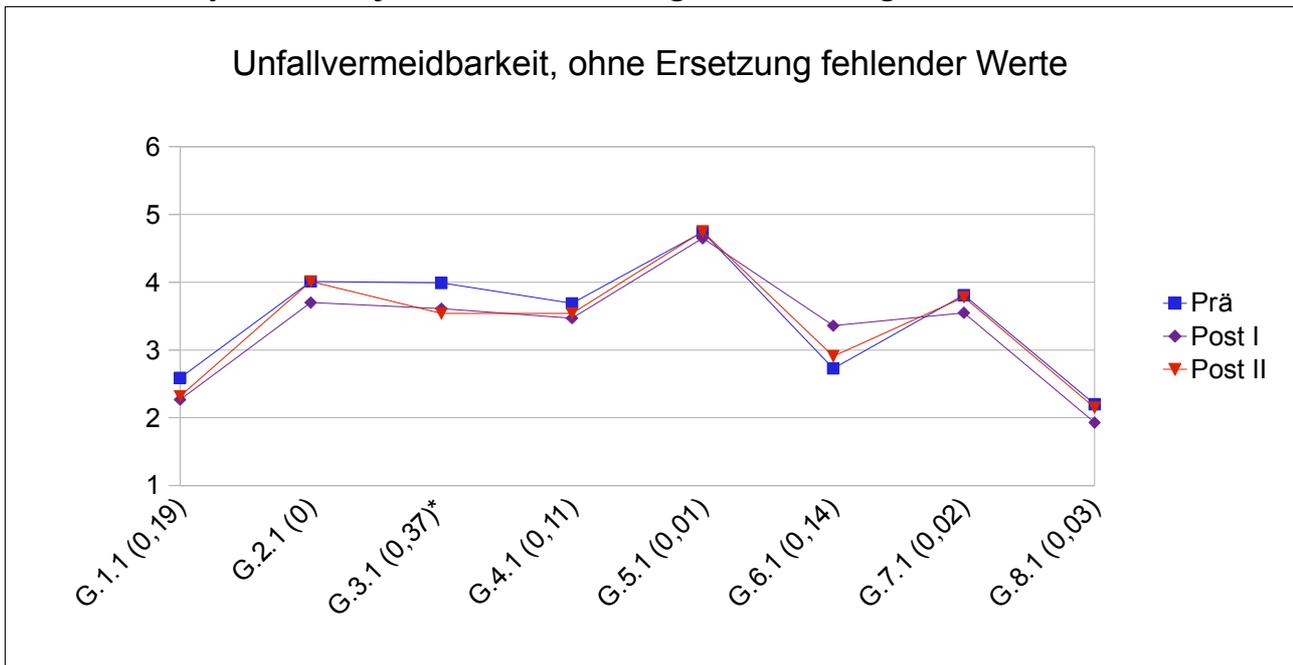


Diagr. 16: Einstellungen zum Straßenverkehr im imputierten Datensatz, Schulen 2 und 3

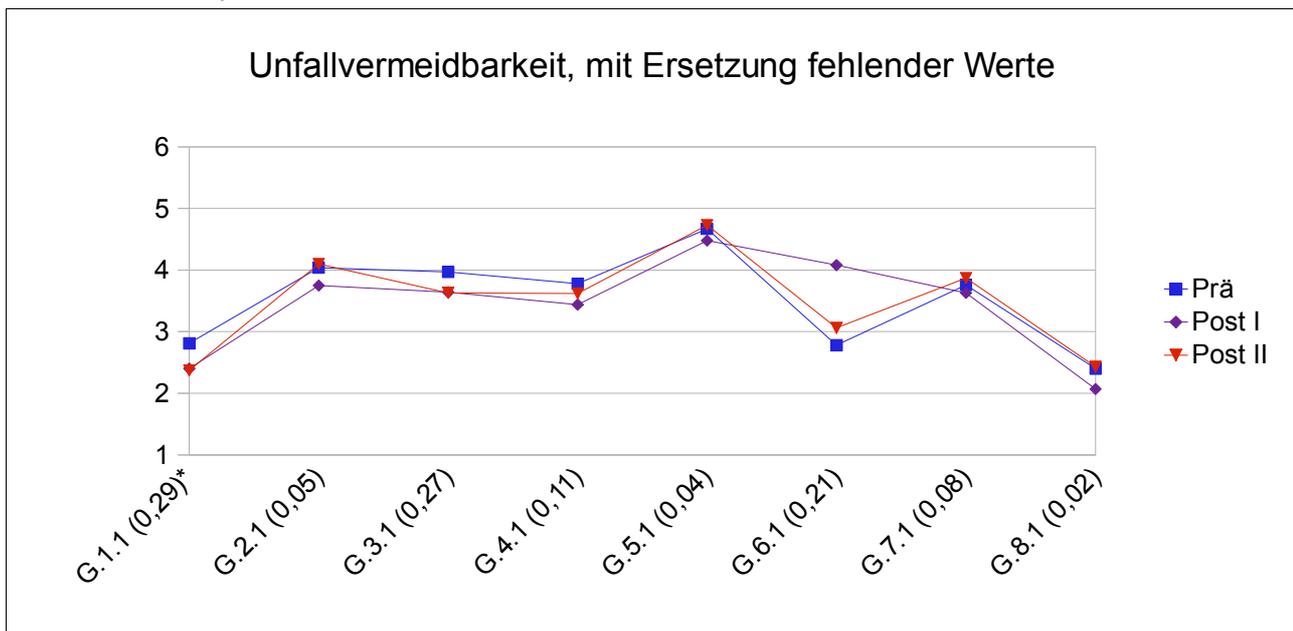
In beiden Datensätzen ist keine signifikante Veränderung sichtbar. Tendenziell kann man zwar im imputierten Datensatz sicherheitsförderliche Veränderungen erkennen (insbesondere bei E3, E8 und E9). Diese weisen aber aufgrund der geringeren Stichprobengröße keine angemessene Teststärke (nur ca. 65%) auf, ihre Aussagekraft muss daher bezweifelt werden.

8. Evaluation

8.4.2 Analyse der subjektiven Gefährdungseinschätzung



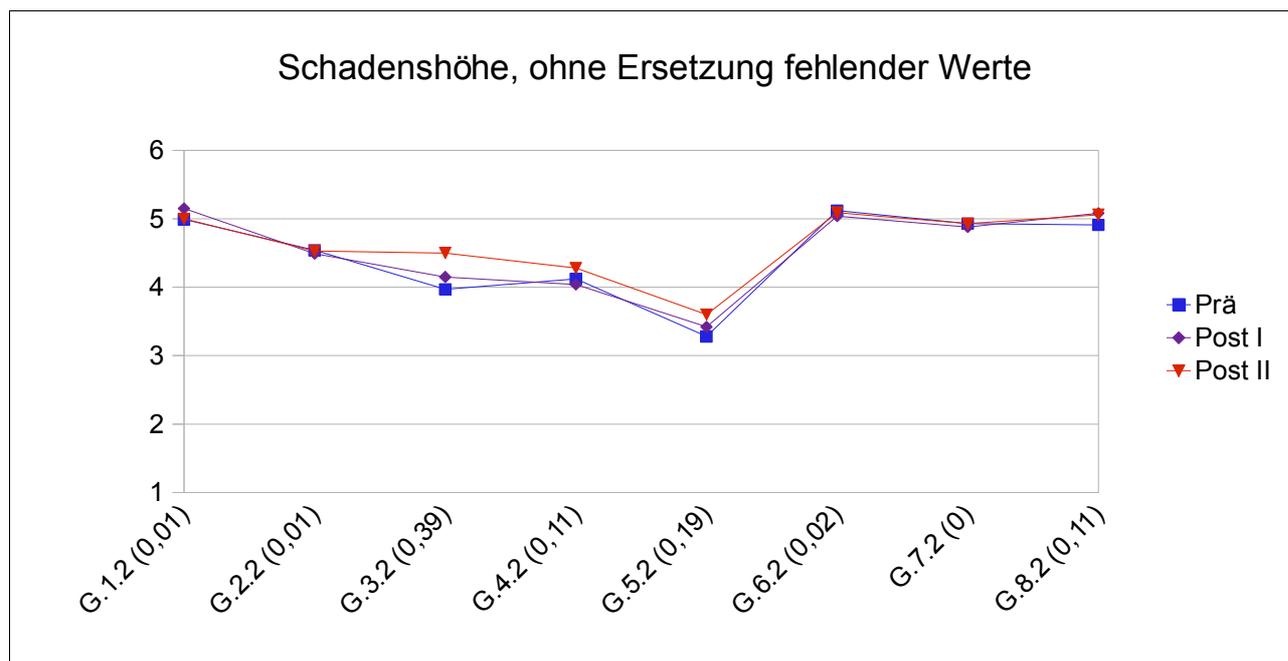
Diagr. 17: „In welchem Ausmass wären sie in der Lage, einen drohenden Unfall zu vermeiden“, nicht imputierter Datensatz, Schulen 2 und 3



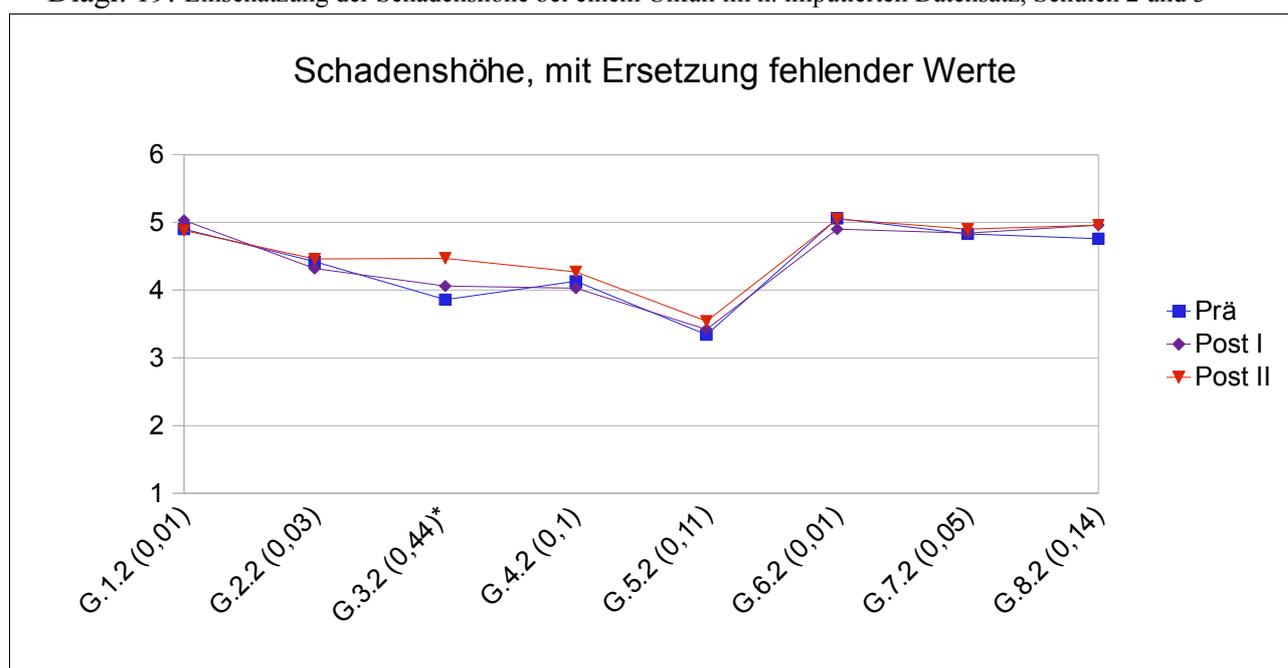
Diagr. 18: „In welchem Ausmass wären sie in der Lage, einen drohenden Unfall zu vermeiden“, imputierter Datensatz, Schulen 2 und 3

Die jeweils sicherheitsförderliche Veränderung der subjektiven Unfallvermeidungsfähigkeit in den Verkehrssituationen „unter dem Einfluss einer großen Menge Alkohol“ (G1) und „unter dem Einfluss einer geringen Menge Alkohol“ (G3) fallen auf. Während im originalen Datensatz der Effekt von G1 knapp die Schwelle eines schwachen Effekts verfehlt, so verliert der Effekt von G3 durch die Imputation die Signifikanz ($p=0,126$). Unabhängig vom Datensatz wird scheinbar der negative Einfluss von Alkohol auf die Fähigkeit der Unfallvermeidung von den Schülerinnen und Schülern im Post-II-Test als signifikant höher eingeschätzt.

8. Evaluation



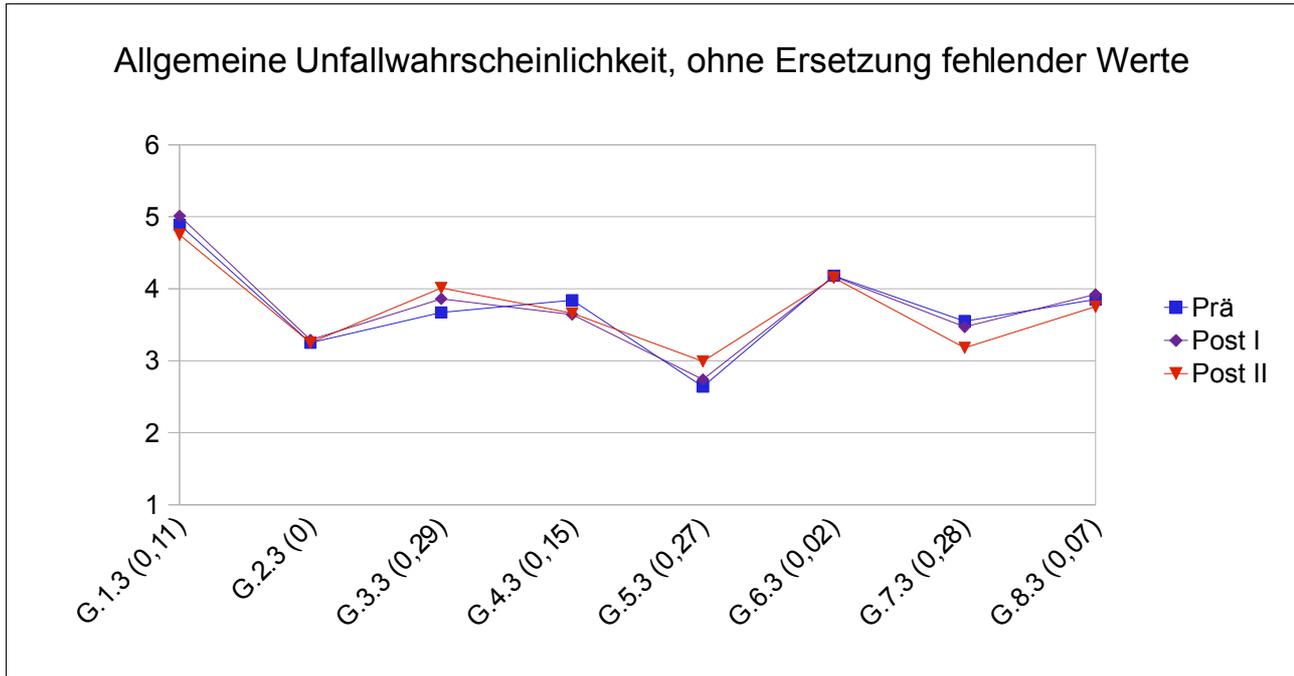
Diagr. 19: Einschätzung der Schadenshöhe bei einem Unfall im n. imputierten Datensatz, Schulen 2 und 3



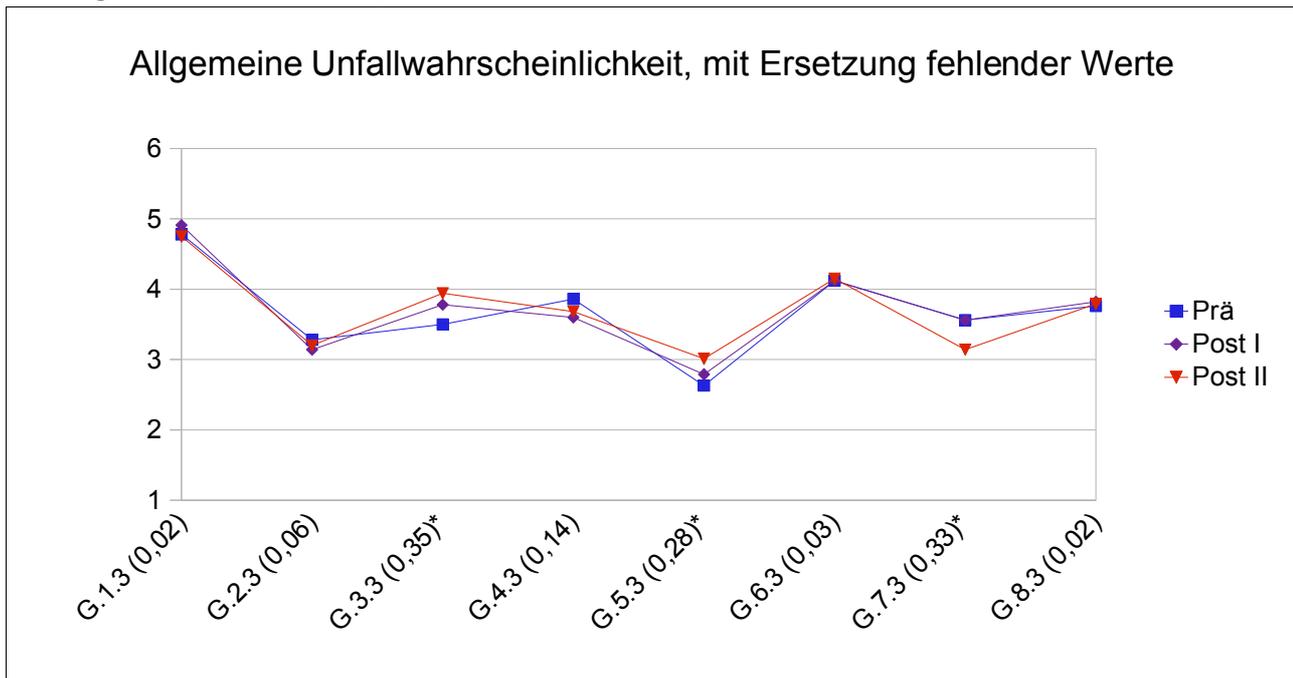
Diagr. 20: Einschätzung der Schadenshöhe bei einem Unfall im imputierten Datensatz, Schulen 2 und 3

Der bereits im originalen Datensatz erkennbare Effekt bei G3 („unter dem Einfluss einer geringen Menge Alkohol“) wird durch die Imputation deutlicher und erscheint als signifikante Veränderung mit einer fast mittleren Effektstärke. Wie auch von Hackenfort (2013a) beobachtet, schätzen die Schülerinnen und Schüler bereits zum Prä-Test-Zeitpunkt die Schadenshöhe bei einem Unfall als relativ hoch ein, daher ist die sicherheitsförderliche Veränderung bei G3 als bedeutsam zu bezeichnen. Der gesamte Verlauf deutet daraufhin, dass die Schülerinnen und Schüler nach der Durchführung die Erkenntnisse aus Nachbereitung und CrashKurs NRW weiter rezipiert haben. Äussere Effekte sind dabei unwahrscheinlich, da die Schulen in unterschiedlichen Landkreisen liegen sowie andere Schulformen darstellen.

8. Evaluation



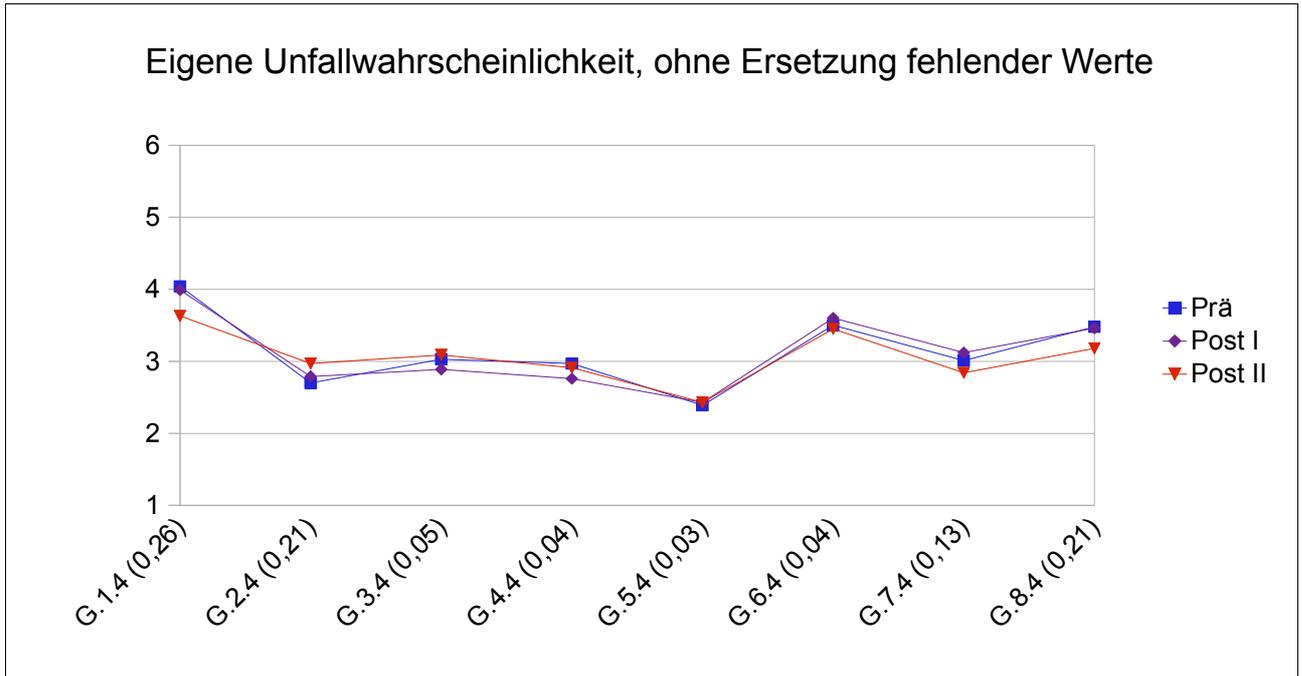
Diagr. 21: Einschätzung der generellen Unfallwahrscheinlichkeit im n. imp. Datensatz, Schulen 2 und 3



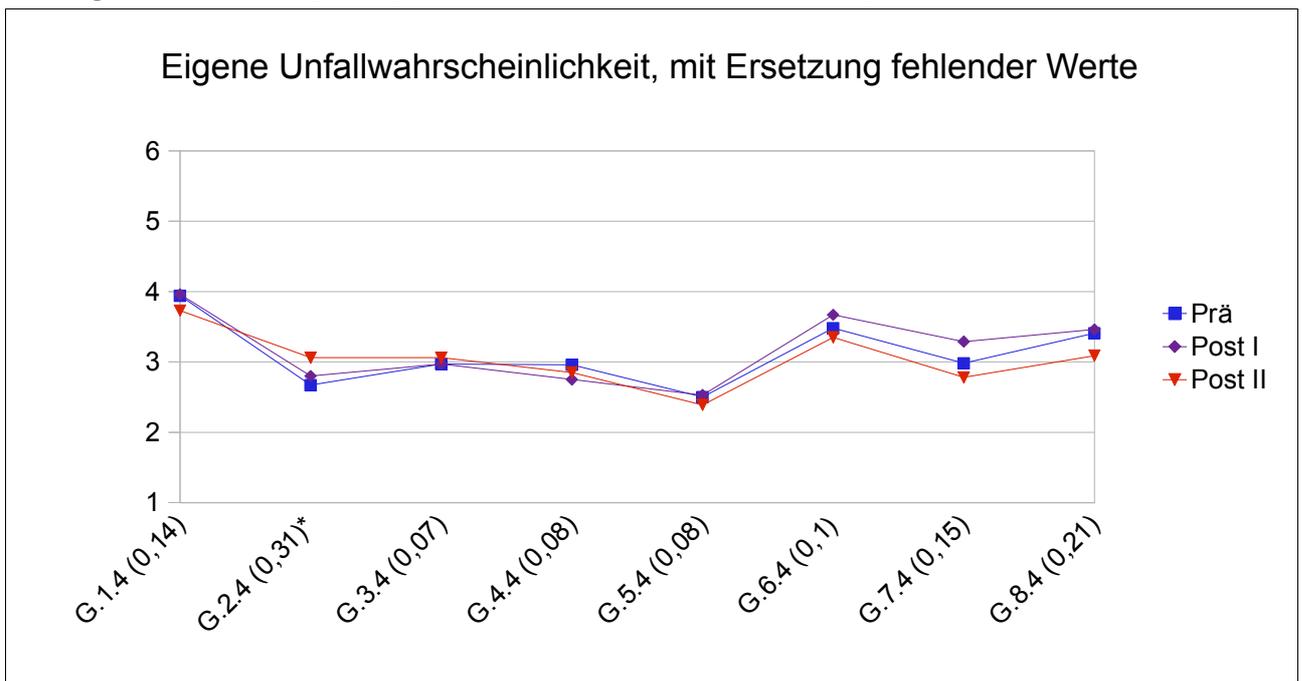
Diagr. 22: Einschätzung der generellen Unfallwahrscheinlichkeit im imp. Datensatz, Schulen 2 und 3

Bei der Einschätzung der generellen Unfallwahrscheinlichkeit ist auffallend, dass die schwachen, aber nicht signifikanten Effekte im originalen Datensatz in der Imputation stärker herausgearbeitet werden und nun als signifikant bezeichnet werden können. Im Einzelnen sind das die Verkehrssituationen „unter dem Einfluss einer geringen Menge Alkohol“ (G3), „fahren wie alltäglich“ (G5), „nachts auf einer Autobahn mit 140 km/h“ (G7). Letztere Veränderung muss als sicherheitskritisch bezeichnet werden, dem gegenüber stehen aber die beiden sicherheitsförderlichen Veränderungen bei G3 und G5.

8. Evaluation



Diagr. 23: Einschätzung der eigenen Unfallwahrscheinlichkeit im nicht imputierten Datensatz, Schulen 2 und 3



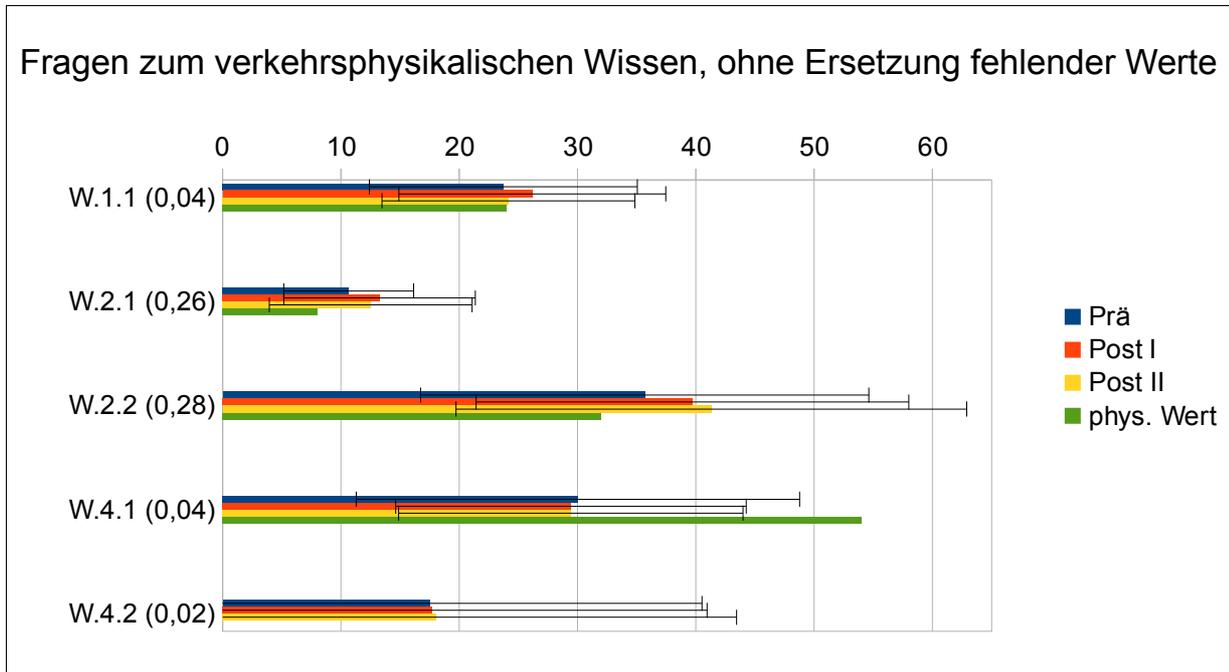
Diagr. 24: Einschätzung der eigenen Unfallwahrscheinlichkeit im imputierten Datensatz, Schulen 2 und 3

Wie bereits in 8.3.2 festgestellt, schätzen die Schülerinnen und Schüler ihre eigene Unfallwahrscheinlichkeit als niedrig ein, nämlich als unter dem allgemeinen Durchschnitt der Verkehrsteilnehmer liegend. Signifikant ändert sich nur die Einschätzung der eigenen Unfallwahrscheinlichkeit in der Situation „tagsüber mit 100 km/h auf der Landstraße“ wobei der schwache Effekt dabei in eine sicherheitsförderliche Richtung geht.

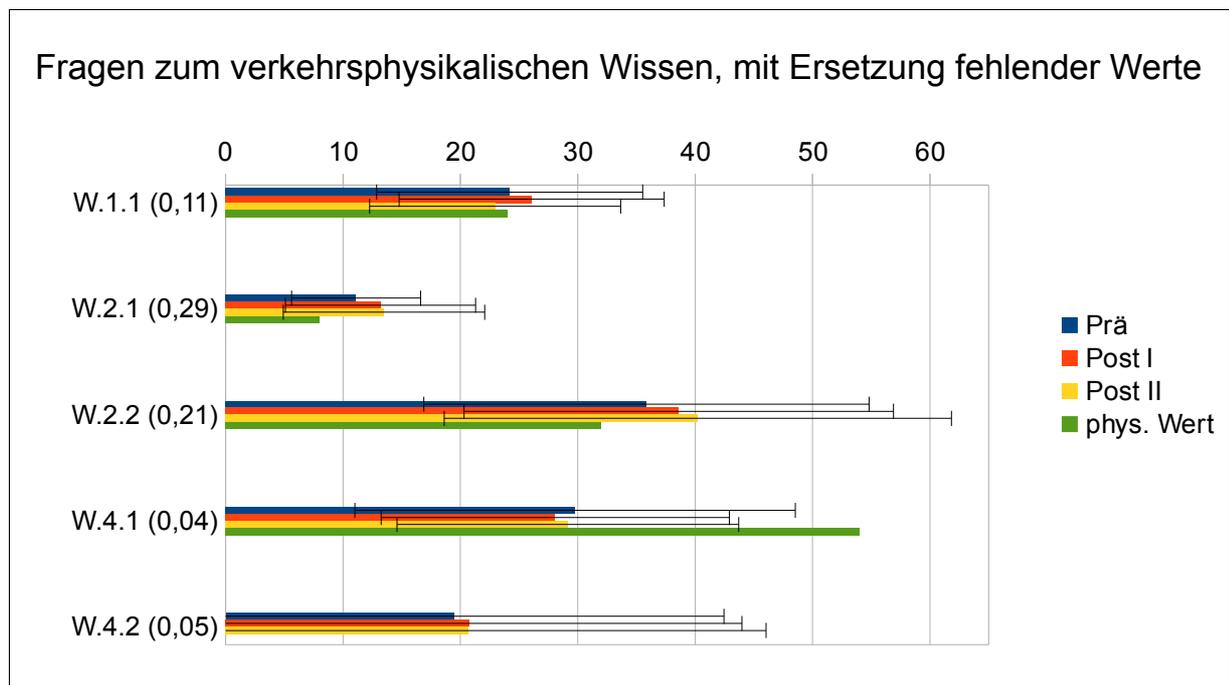
Nicht signifikant ($p=0,339$) ist dabei die sicherheitskritische Veränderung bei G8.

8. Evaluation

8.4.3 Analyse der Wissensfragen im Bereich Verkehrsphysik und Unfallursachen



Diagr. 25: Verkehrsphysikalisches Wissen im nicht imputierten Datensatz, Schulen 2 und 3

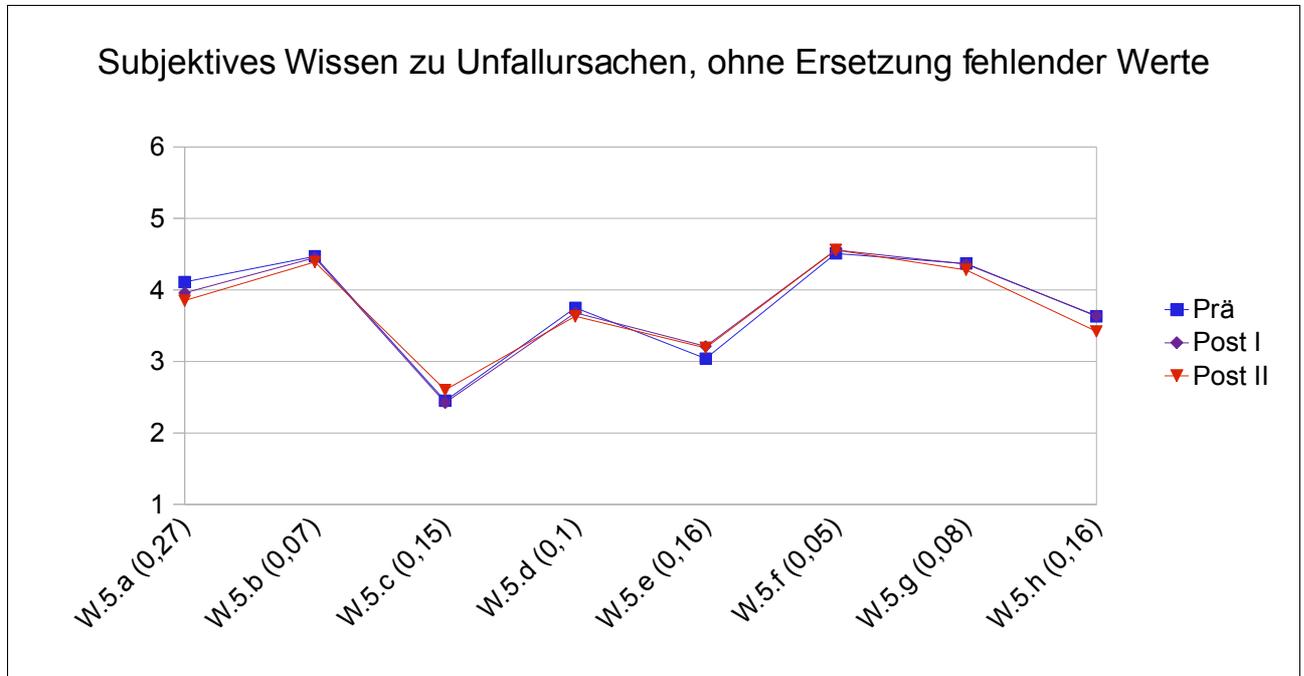


Diagr. 26: Verkehrsphysikalisches Wissen im imputierten Datensatz, Schulen 2 und 3

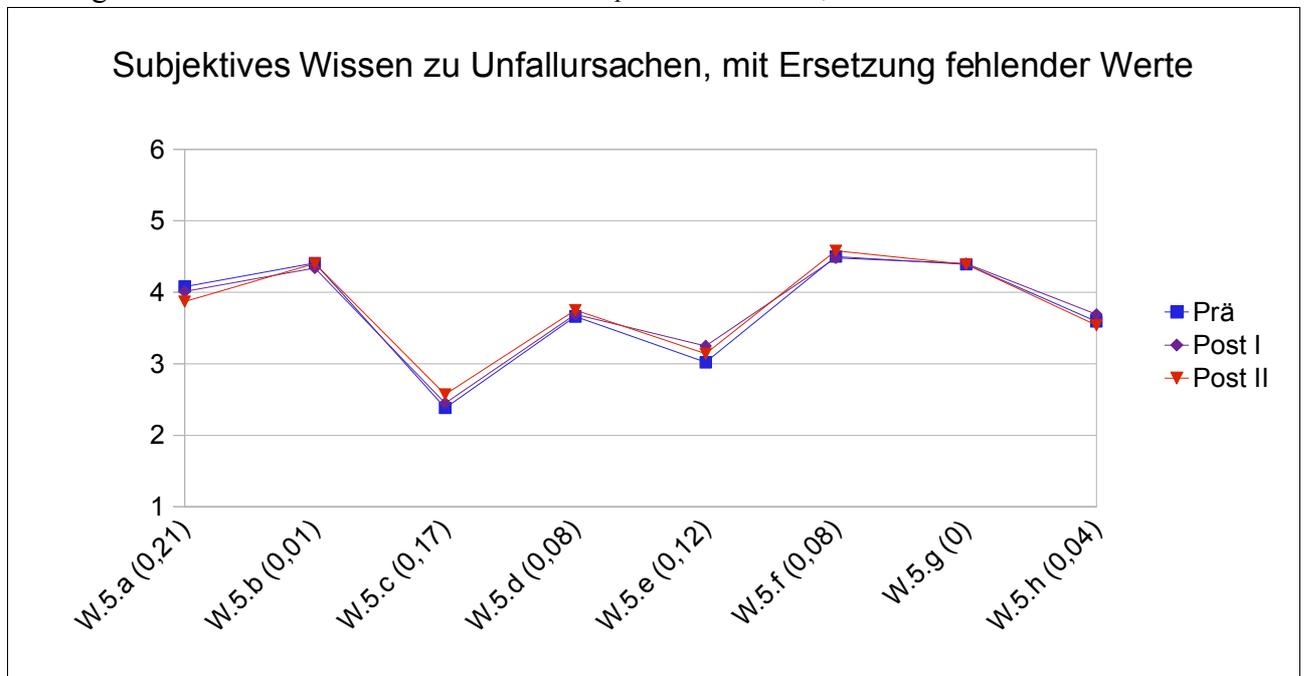
In beiden Datensätzen können schwache Effekte bei der Veränderung der Antwort zu W2.1 und W2.2 erkannt werden. In beiden Fällen sind die Effekte allerdings nicht signifikant ($p=0,154$ bzw. $p=0,284$). Die Varianz der Antworten (ausgedrückt über die Fehlerbalken) steigt im Verlauf der Nachbereitung.

8. Evaluation

Insbesondere bei der Frage W1 ist allerdings die Einschätzung der Schülerinnen und Schüler bereits zum Prä-Testzeitpunkt sehr nahe an der korrekten Antwort. Für W2 gilt, dass die Schülerinnen und Schüler den Bremsweg deutlich überschätzen. Es ist daher nicht zu erwarten, dass diese Werte sich deutlich sicherheitsförderlich verändern, wenn eine physikalische Nachbereitung mit den Schülerinnen und Schüler durchgeführt wird.



Diagr. 27: Wissen über Unfallursachen im nicht imputierten Datensatz, Schulen 2 und 3



Diagr. 28: Wissen über Unfallursachen im imputierten Datensatz, Schulen 2 und 3

Auch beim subjektiven Wissen über Unfallursachen finden sich keine signifikanten Änderungen. Sichtbar ist nur eine nichtsignifikante Tendenz bei W5a, die der Änderung, die bereits in 8.3.3 besprochen wurde, entspricht.

8.5 Erkenntnisse aus der Analyse und Weiterentwicklung des Moduls „Verkehrsphysik“

8.5.1 Vergleich der imputierten Daten und der Originaldaten

Insbesondere bei der Analyse aller Schulen ist bereits auf theoretischer Ebene, aufgrund des Ergebnisses des Little-Tests, die Analyse der nichtimputierten Daten eigentlich abzulehnen. Im Falle der Analyse der Schulen 2 und 3 gilt diese theoretische Annahme nicht. Daher muss untersucht werden, in welcher Art die imputierten Daten eine bessere Analyse ermöglichen:

- Betrachtet man im Einzelnen die Diagramme, so findet man in den imputierten Diagrammen manchmal eine klarere Herausarbeitung von vermuteten Effekten so beispielsweise bei der Schadenshöhen einschätzung in Kapitel 8.4.2.
- Grundsätzlich wird in der Literatur (vgl. Sedlmeier & Renkewitz, 2013, Böwing-Schmalenbrock & Jurczok, 2011, Dempster, Laird & Rubin, 1977) davon ausgegangen, dass eine Imputation mit dem EM-Algorithmus zu einer Stärkung der Aussagekraft eines Datensatzes führt (vgl. Kapitel 7.3). Ähnliche Regressionsalgorithmen werden dabei auch in der Analyse naturwissenschaftlicher Daten genutzt, bspw. die Methode der kleinsten Quadrate. (Papageorgiou, Leibold & Buss, 2012).
- Die Analyse der Fragebögen dieser Studie soll, im Sinne des Design-Based Research (Design Based Research Collective, 2003), zur Weiterentwicklung der Module der Nachbereitung dienen. Die durch die Imputation und anschließende Analyse gewonnenen zusätzlichen Hinweise sollen daher nicht als „Wirksamkeitsbeweis“ dienen, auch wenn dies im Einzelnen vielleicht möglich wäre, sondern Optimierungsmöglichkeiten aufzeigen. In diesem Sinne können die zusätzlichen Daten sehr wohl verwendet werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden: Die doppelte Analyse von nicht-imputierten und imputierten Daten liefert mehr und häufig aussagen-stärkere Daten. Des weiteren ist es für die weitere Entwicklung und Erforschung gut, mehr Hinweise auf Optimierungsmöglichkeiten zu finden. Daher wird im Folgenden das Prinzip der doppelten Analyse fortgesetzt und Empfehlungen zur Weiterentwicklung werden anhand aller gefundenen Hinweise gegeben.

8.5.2 Vergleich der Analysen „Schule 1-3“ und „Schule 2 und 3“

Wie bereits am Anfang von Kapitel 8.3, der Beschreibung der ersten Analyse, thematisiert, sind die Ergebnisse der beiden Analysen sehr unterschiedlich. Insbesondere durch die Fehlquoten entstehen Verzerrungen im Datensatz, die schwierig zu eliminieren sind.

Im Bereich der Einstellungsgrößen führt die größere Stichprobe der ersten Analyse (siehe Kapitel 8.3) dazu, dass einige Effekte im Sinne der Effektstärke sichtbar werden oder der Unterschied zwischen Prä-Test und Post-II-Test signifikant wird. Qualitativ gesehen sind also kaum Unterschiede in der Einstellungsänderung zwischen den beiden Analysen erkennbar.

Bei der Frage der Unfallvermeidbarkeit sind die Analyseergebnisse für die nichtimputierten Datensätze nahezu identisch. Nach Ersetzung der fehlenden Daten ändert sich das Bild. Durch die Zunahme der Schule 1 wird eine sicherheitskritische Veränderung (G.6.1) signifikant und

8. Evaluation

an anderer Stelle verschiebt sich die Signifikanz von einer Verkehrssituation zu einer Ähnlichen (G.1 → G3).

Ein qualitativer Unterschied zwischen den Analysen kann dadurch allerdings nicht belegt werden. Es scheint graduelle Änderungen zu geben, die bei den zum Teil kleinen Effekten, die hier vorliegen, proportional stark über Signifikanz oder Einschätzung der Effektstärke unterschieden.

Bei der Frage nach der Einschätzung der Schadenshöhe unterscheiden sich die imputierten Datensätze deutlich. Während durch die Imputation in der ersten Analyse eine Änderung nahezu vollständig verschwindet (G3), so wird in derselben Frage in der zweiten Analyse die sicherheitsförderliche Änderung in den Antworten der Schülerinnen und Schüler durch die Imputation deutlich herausgearbeitet und damit stärker sichtbar. Bei einer Betrachtung der Antworten für den Prä-Testzeitpunkt kann in der ersten Analyse schon ein grundlegend höherer Mittelwert gefunden werden.

Wie bereits in Kapitel 8.4.2 geschrieben, ist dieser Unterschied wahrscheinlich nicht auf einen äusseren Effekt zurückzuführen. Es bleibt zu untersuchen, ob die höhere Motivation in den Schulen 2 und 3, sich mit dem gesamten Modul zu beschäftigen, insbesondere dem Unfallbericht zum Abschluss, hier den entscheidenden Unterschied machte.

Auch bei der Einschätzung der allgemeinen Unfallwahrscheinlichkeit zeigen sich ähnlich starke Unterschiede, vor allem wieder bei der Verkehrssituation G3 („fahren unter dem Einfluss kleiner Mengen Alkohol“). Bei einem Vergleich der imputierten Datensätze stellt sich heraus, dass in der zweiten Analyse viele Effekte deutlich werden, die in der ersten Analyse nur tendenziell erkennbar waren. Dazu zählt auch die sicherheitskritische Veränderung von G.7.3.

Wie bei der Einschätzung zur Schadenshöhe ist es unwahrscheinlich, dass hier ein äusserer Effekt sichtbar wurde. Dies könnte ebenfalls auf die unterschiedlichen Rahmenbedingungen in den Schulen hinweisen, was Gegenstand zukünftiger Untersuchungen sein kann.

Bei der Frage nach der eigenen Unfallwahrscheinlichkeit ändert sich durch das Ausklammern von Schule 1 aus der Analyse dagegen sehr wenig. Die Änderung in G.8.4 hat in beiden Analysen dieselbe Effektstärke, wobei in der zweiten Analyse aufgrund der kleineren Stichprobe die Signifikanz nicht mehr nachweisbar ist.

Insgesamt scheinen die Schülerinnen und Schüler in der zweiten Analyse zum Post-I-Testzeitpunkt eine zum Teil höhere eigene Unfallwahrscheinlichkeit zu vermuten. Dies fällt aber zum Einen wieder auf den Ausgangswert zurück und ist zum Anderen aufgrund der in 8.3 diskutierten Einschränkungen nicht mit der ersten Analyse vergleichbar.

Bei den Fragen zum verkehrsphysikalischen Wissen fällt auf, dass die Effektstärke der Änderungen in der zweiten Analyse bei den sicherheitsförderlichen Veränderungen größer ist und bei den sicherheitskritischen Änderungen kleiner wird. Durch die Verringerungen der Stichprobengröße sind jedoch diese Veränderungen nicht mehr signifikant zu nennen.

Gerade im Bereich der Verkehrsphysik zeigten die Schülerinnen und Schüler in Schule 1 deutliches Desinteresse (s. Kapitel 8.1). Es steht zu vermuten, dass an dieser Stelle ebenjener Motivationsmangel deutlich abgebildet wird.

Das subjektive Wissen zu Unfallursachen verändert sich nicht, abgesehen von einer verschwindenden Signifikanz aufgrund der kleineren Stichprobe in der Analyse der Schulen 2 und 3. Man kann also annehmen, dass die Antworten auf diese Fragen unabhängig von der Motivation sind.

8. Evaluation

Zusammenfassend wird festgestellt, dass in den Bereichen der Schadensvermutung und der Unfallwahrscheinlichkeitsschätzung sowie im Bereich des verkehrsphysikalischen Wissens Unterschiede zwischen den Analysen vorliegen. Gleichzeitig fällt auf, dass in der größeren Stichprobe Effekte, die nicht abhängig von der Motivation der Schülerinnen und Schüler sind, besser herausgearbeitet werden.

Empfehlenswert ist grundsätzlich natürlich ein Ausklammern von Rahmenbedingungen wie in Schule 1. Dies ist aber in der Realität oftmals nicht möglich. Aus dem Vergleich der beiden Analysen können daher Hinweise gewonnen werden, welchen Einfluss organisatorische Rahmenbedingungen auf solche Programme haben.

8.5.3 Vergleich der Analysen mit der Wirkungsevaluation nach Hackenfort

Betrachtet man die Anzahl der sicherheitsförderlichen und sicherheitskritischen Änderungen, so stellt man zuerst fest, dass die Menge signifikanter Änderungen insgesamt gering ist. Die meisten Änderungen der Einstellung zur Gefahreinschätzung oder des verkehrsphysikalischen Wissens sind uneinheitlich.

Zur Einschätzung der Wirkung der schulischen Nachbereitung können die Effektstärken aus den Analysen mit der Wirkungsevaluation von Hackenfort (2013a) verglichen werden.

Begonnen bei den Änderungen der Einstellung ist der Effekt bei E9 („wenn ich pünktlich sein will, fahre ich schonmal schneller als erlaubt“) in 8.3.1 stärker als der korrespondierende Effekt bei Hackenfort. Der Effekt bei E4 („auf der Autobahn sollte man nicht mehr als 120 km/h fahren dürfen“) ist zwar geringer als bei Hackenfort (2013a), aber immer noch sicherheitsförderlich und widerspricht der in Deutschland üblichen Meinung.

Ein direkter Vergleich kann bei den Fragen zum Gefährlichkeitsurteil nicht gezogen werden, Hackenfort schreibt nur, „dass wenige Veränderungen ein Ausmass mit mindestens einem kleinen Effekt erreichten“. Im Kontrast dazu findet man in der vorliegenden Analyse mehrere signifikante sicherheitsförderliche Veränderungen, die aber alle schwache Effekte darstellen. Die signifikanten sicherheitskritischen Veränderungen beziehen sich ausschließlich auf die nächtlichen Verkehrssituationen mit hohen Geschwindigkeiten (auf Autobahnen und Landstraßen) und sind zahlenmässig deutlich seltener. Zwar tangiert dies die Kernbotschaft „Geschwindigkeit“ des CrashKurs NRW, deutet aber vor allem daraufhin, dass die Schülerinnen und Schüler der Meinung sind, dass bei einer geringeren Verkehrsdichte höhere Geschwindigkeiten möglich und kontrollierbar sind. Dies entspricht der normalen Lebenserfahrung und ist auch in Verkehrssimulationen reproduzierbar (bspw. Nagel-Schreckenberg-Modell, vgl. Schadschneider, 2000). Insbesondere gibt es im Gegensatz zu Hackenfort keine sicherheitskritische Veränderung der Einschätzung der Wirkung von Alkohol, sondern in sicherheitsförderlicher Weise gehen die Schülerinnen und Schüler beispielsweise zum Post-II-Testzeitpunkt von einer verringerten Fähigkeit zur Unfallvermeidbarkeit aus (imputierter Datensatz zu G.1.1, 8.4.2).

Bei den Fragen zum verkehrsphysikalischen Wissen sind die hier vorgestellten Analysen sehr ähnlich zu den Befunden bei Hackenfort. So kann die bei Hackenfort gefundene Überschätzung des Bremsweges hier zum Teil wiedergefunden werden (vgl. 8.4.3), auch wenn das nötige Signifikanzniveau von $p < 0,05$ nicht erreicht wird.

8. Evaluation

Bei der Wissensüberprüfung zu Unfallursachen ist die von Hackenfort beobachtete sicherheitskritische Veränderung zur Ursache „Fahren unter Alkoholeinfluss“ nicht aufgetreten, aber auch die sicherheitsförderliche Änderung zur Ursache „Handybenutzung mit Freisprechanlage“ fehlt. Zur Letzteren findet sich ein Hinweis in Kapitel 8.3.3, der Effekt verfehlt aber knapp die Schwelle zu einem schwachen Effekt, obwohl er als statistisch signifikant betrachtet werden kann. Der in Kapitel 8.3.3 gefundene Effekt zu W.5.a, eine im Post-II-Test geringere Einschätzung von „Müdigkeit“ als Unfallursache ist eher als Annäherung an den zumindest im norwegischen Umfeld gefundenen Wert (4% aller Unfälle werden durch Müdigkeit verursacht, vgl. Sagberg, 1999) zu verstehen. Andere Autoren gehen von einer deutlich größeren Gefahr der Müdigkeit aus, schlüssige Ergebnisse gibt es aber nicht (vgl. Hackenfort, 2007).

Zusammenfassend kann daher vermutet werden, dass die schulische Nachbereitung, im besonderen Fall also das 90-minütige Modul „Verkehrsphysik“, einen unterstützenden Effekt zur Bühnenveranstaltung „CrashKurs NRW“ hat. Die erhoffte Wirkung im Bereich des verkehrsphysikalischen Wissens konnte dagegen nicht mit statistischer Signifikanz gezeigt werden. Diese Wirkung war dabei nicht unabhängig von der durch das Team beobachteten Motivation der Schülerinnen und Schüler und ihrer Fähigkeit, dieses spezielle Modul erfolgreich zu beobachten.

8.5.4 Weiterentwicklung

Die Veränderungen der Antworten zu den verkehrsphysikalischen Fragen sind grösstenteils nichtsignifikant. Das deutet auf Schwächen in den Arbeitsblättern hin. Daher wurden diese angepasst und die Aufgaben sprachlich präziser formuliert.

Diese Änderungen bezogen sich insbesondere auf zeitliche Anpassungen, also Verkürzungen der Aufgabenblätter sowie sprachliche Vereinfachungen der Aufgabenstellungen. Beispielsweise wurde die Aufgabe 1 aus Station 1 auf zwei Teilaufgaben gekürzt und die Formel in der Einführung von Station 2 farblich markiert, um die Zuordnung zu verbessern (was zu einem schnelleren Verständnis der Formel führte). Oder die dritte Aufgabe in Station 2 fiel vollständig weg.

Die einzige inhaltliche Änderung war eine Veränderung in Aufgabe 3 in Station 3. Die Aufgabenstellung wurde im Sinne des Gesamtkontextes abgeändert, der Fahrer mit der überhöhten Geschwindigkeit kann trotz aller Ausreden eben nicht mehr rechtzeitig zum Stehen kommen. Aufgrund der Rückmeldung der Schülerinnen und Schüler wurde vermutet, dass solche kleinen Veränderungen bereits eine gewisse Veränderung der Effekte erzeugen können. Diese Vermutung wurde im Folgenden überprüft.

Im Rahmen der weiteren Empfehlungen zur Nutzung dieser und ähnlicher Nachbereitungen sollte angemerkt werden, dass störende Effekte durch eine verringerte Motivation sehr stark werden können. Gerade im Kontext des CrashKurs NRW und seiner gesellschaftlichen Bedeutung sollte eine Schule daher passgenau das Modul für die jeweilige Gruppe von Schülerinnen und Schüler auswählen. In Erwartung dieser Effekte wurden in Kapitel 6 auch Module vorgestellt, die jenseits des verkehrsphysikalischen Fokus dieser Arbeit liegen.

Interventionsprogramme leben immer auch von der Akzeptanz der Zuschauer, in diesem Fall der Schülerinnen und Schüler. Die an sich hohen Akzeptanzwerte des CrashKurs NRW (vgl. Hackenfort et. al., 2015) sollten daher nicht durch eine unpassende Auswahl der Unterrichtsmodule verringert werden.

8.6 Zweite Befragung zum Modul „Verkehrsphysik“

Anhand der weiterentwickelten Form des Moduls konnte eine zweite, kleinere Befragung durchgeführt werden. Diese hatte eigene Rahmenbedingungen, die im Folgenden kritisch diskutiert werden. abschließend soll der Vergleich mit den Erkenntnissen aus Kapitel 8.4 gezogen werden.

8.6.1 Rahmenbedingungen

Die Evaluation fand an Schule 5 (s. Kapitel 8.1) statt. Die Schule hat ein abweichendes Stundenraster, jede Schulstunde dauert dort 60 Minuten. Wie in 6.2 beschrieben, sind alle Module der in dieser Arbeit konzipierten Nachbereitung auf ein 90-minütig Stundenraster angepasst. Daher mussten das Modul entsprechend angepasst werden. Die Ergebnisse dieser Anpassung können daher auch dazu genutzt werden, zu analysieren, inwiefern die Nachbereitung in einer 60-minütigen Einheit eingesetzt werden kann.

Die Veränderung betraf nur die Streichung der vierten Station „Analyse eines Unfallberichts“. Nach der Anpassung der physikalischen Arbeitsblätter wurde vermutet, dass die Schülerinnen und Schüler die restlichen Stationen innerhalb der 60 Minuten bearbeiten können. Die „Analyse eines Unfallberichts“ wurde daraufhin nur als abschließendes Unterrichtsgespräch mit einer Dauer von 3-5 Minuten eingeplant.

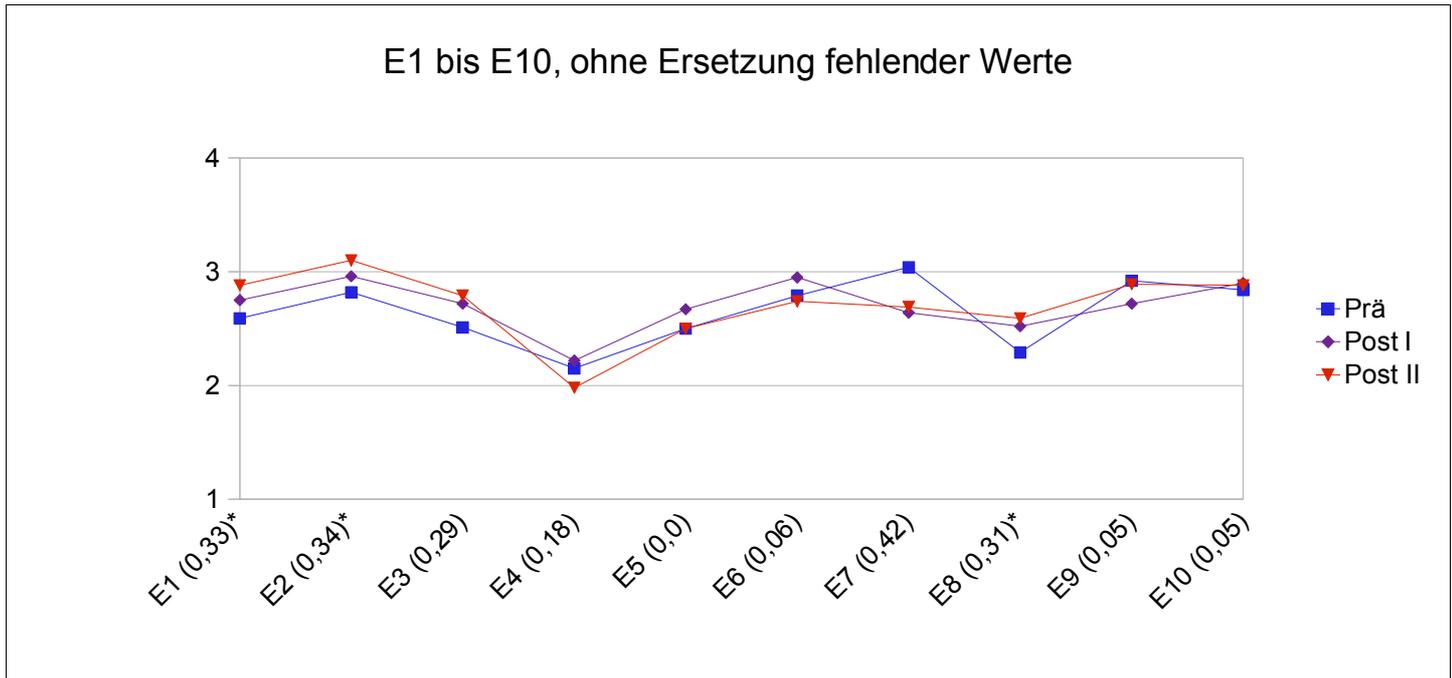
8.6.2 Analyse der Einstellungsgrößen

Auch bei der Imputation der Daten aus Schule 2 wurde der Little-Test durchgeführt, welcher wie bei Kapitel 8.4 dazu führte, dass die Nullhypothese der völlig zufällig fehlenden Daten (MCAR) nicht abgelehnt werden kann. Nichtsdestotrotz finden wir hier ebenfalls fehlende Daten, die ca. 20% aller Daten über alle Testzeitpunkte ausmachen.

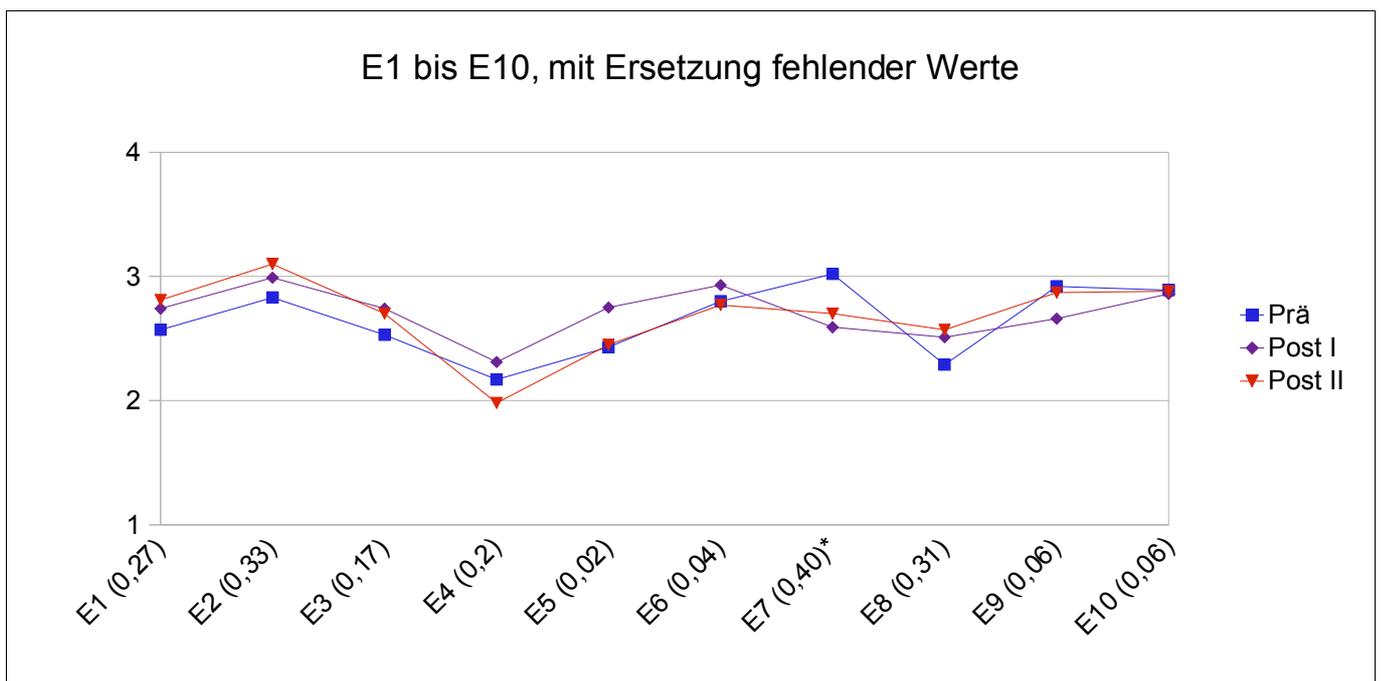
Daher wird mit derselben Begründung wie in Kapitel 8.4 ebenfalls wieder die Imputation durchgeführt und im Anschluss beide Datensätze miteinander verglichen.

Zwar ist aufgrund der kleinen Stichprobengröße hier davon auszugehen, dass der EM-Algorithmus etwas weniger aussagekräftig ist, andererseits ist die Fehlquote hier deutlich geringer als in den vorhergehenden Evaluationen. Nach Nielsen (2000) kann also auch hier der Algorithmus verwendet werden.

8. Evaluation



Diagr. 29: Einstellungsgrößen im nicht imputierten Datensatz, Schule 5



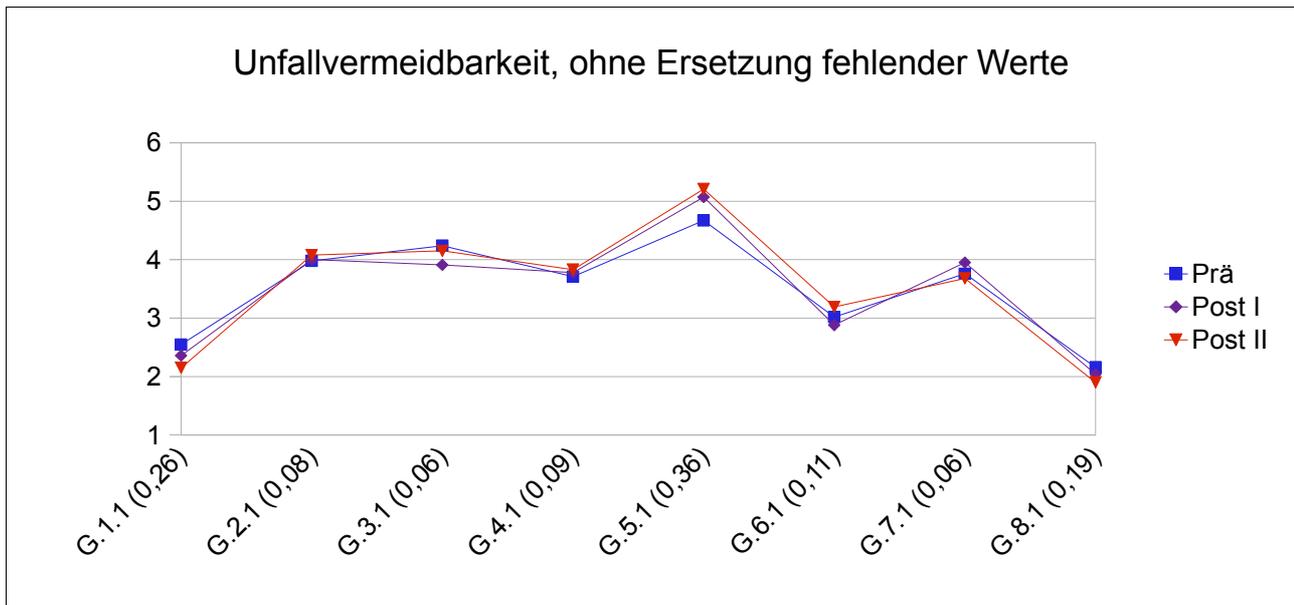
Diagr. 30: Einstellungsgrößen im imputierten Datensatz, Schule 5

Die Stärke der Veränderung ändert sich hier durch die Imputation deutlich. Im nicht imputierten Datensatz steigt die Zustimmung zu E1 („Es macht mir Spass, bei hohem Tempo gefordert zu werden“), E2 („Das Autofahren macht Spass, wenn man Vollgas geben kann“) und E8 („Ich fahre häufig mal schneller als erlaubt ist“) stark und signifikant. Dagegen ist der sicherheitsförderliche Effekt bei E7 („Man kann gleichzeitig schnell und vorsichtig fahren“) nicht signifikant.

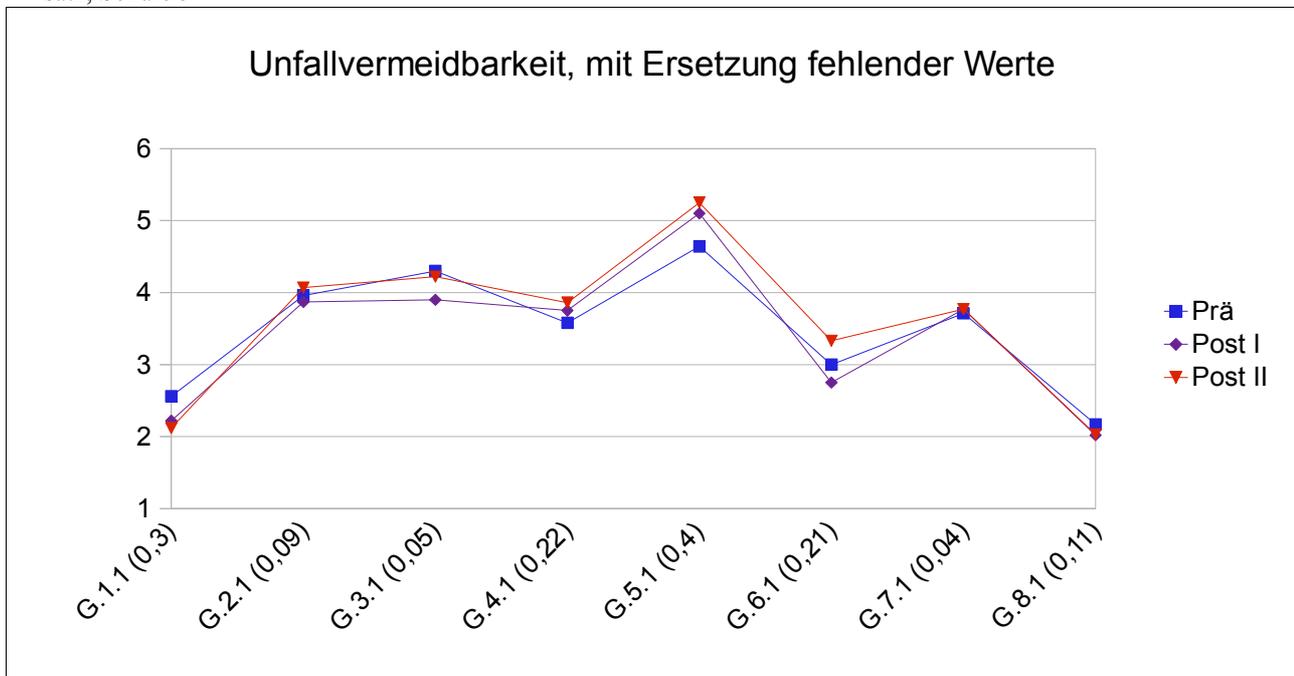
8. Evaluation

In der Imputation wird die Veränderung von E7 dagegen signifikant, während von den anderen Veränderungen auch die mit wenigstens schwachem Effekt nicht mehr statistisch signifikant sind. Bedeutsam ist hier nur noch der Effekt bei E2, welcher die Signifikanzschwelle nur knapp verfehlt ($p=0,062$). Eine mögliche Erklärung kann hier eine durch die kleine Stichprobe erzeugte Uneinheitlichkeit der Antworten bieten. Diese wird durch die Imputation verdeutlicht.

8.6.3 Analyse der subjektiven Gefährdungseinschätzung



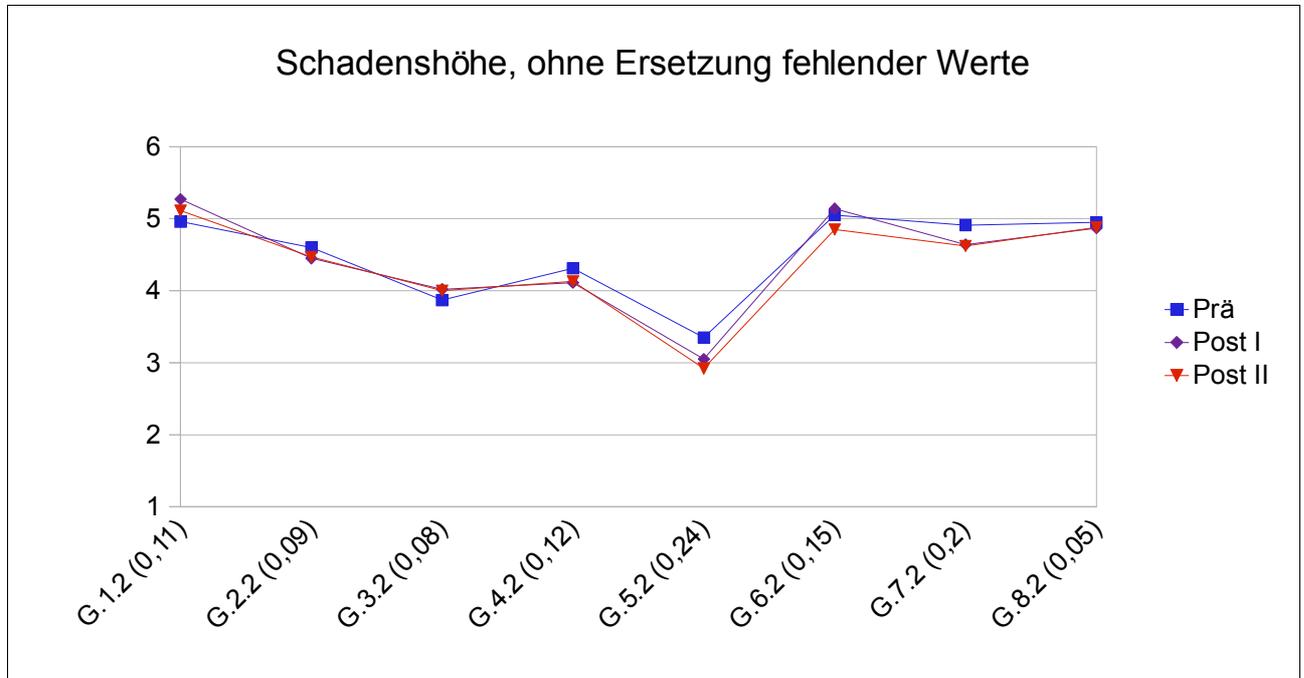
Diagr. 31: „In welchem Ausmass wären sie in der Lage, einen Unfall zu vermeiden“, nicht imputierter Datensatz, Schule 5



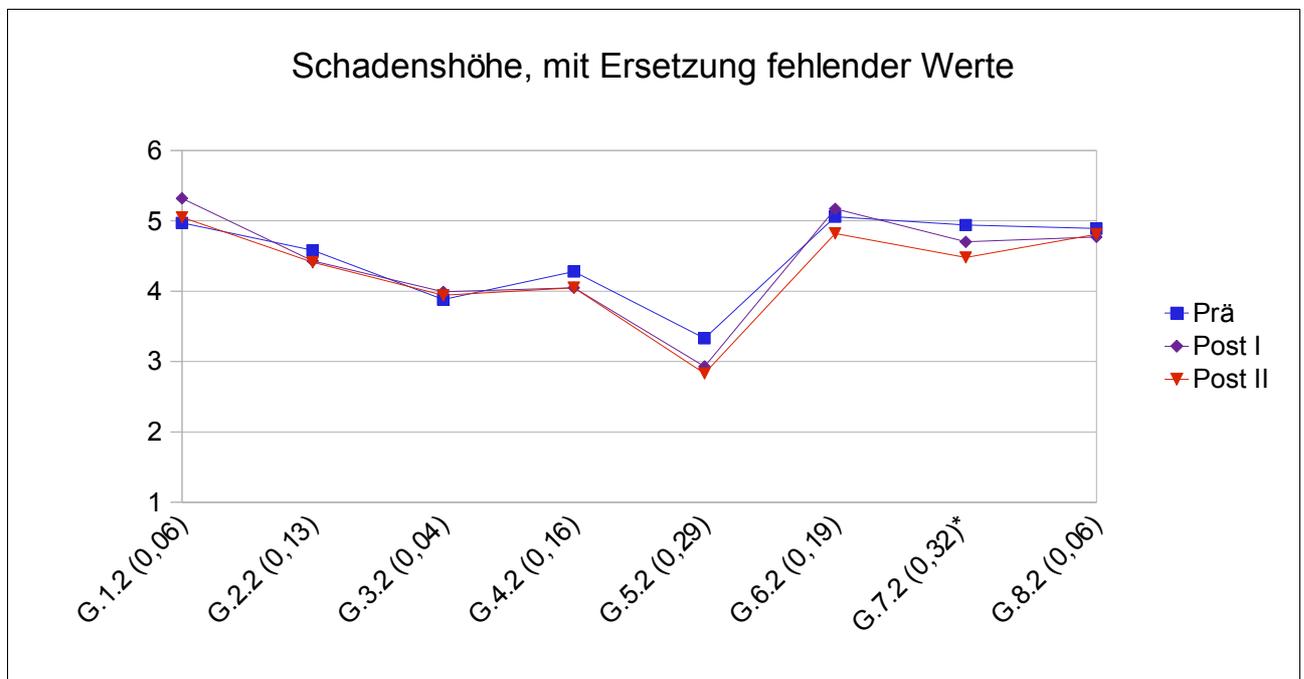
Diagr. 32: „In welchem Ausmass wären sie in der Lage, einen Unfall zu vermeiden“, imputierter Datensatz, Schule 5

8. Evaluation

In beiden Datensätzen finden sich ähnliche Effektstärken bei den Veränderungen in den Verkehrssituationen G1 („unter dem Einfluss einer großen Menge Alkohol“) und G5 („fahren wie alltäglich“). Davon ist eine Veränderung (G1) als sicherheitsförderlich zu bezeichnen und die andere als sicherheitskritisch (G5). Obwohl in beiden Datensätzen die Veränderungen nicht als signifikant bezeichnet werden können, so sind sie insbesondere im imputierten Datensatz durchaus nahe der Signifikanzschwelle ($p=0,113$; $p=0,09$).



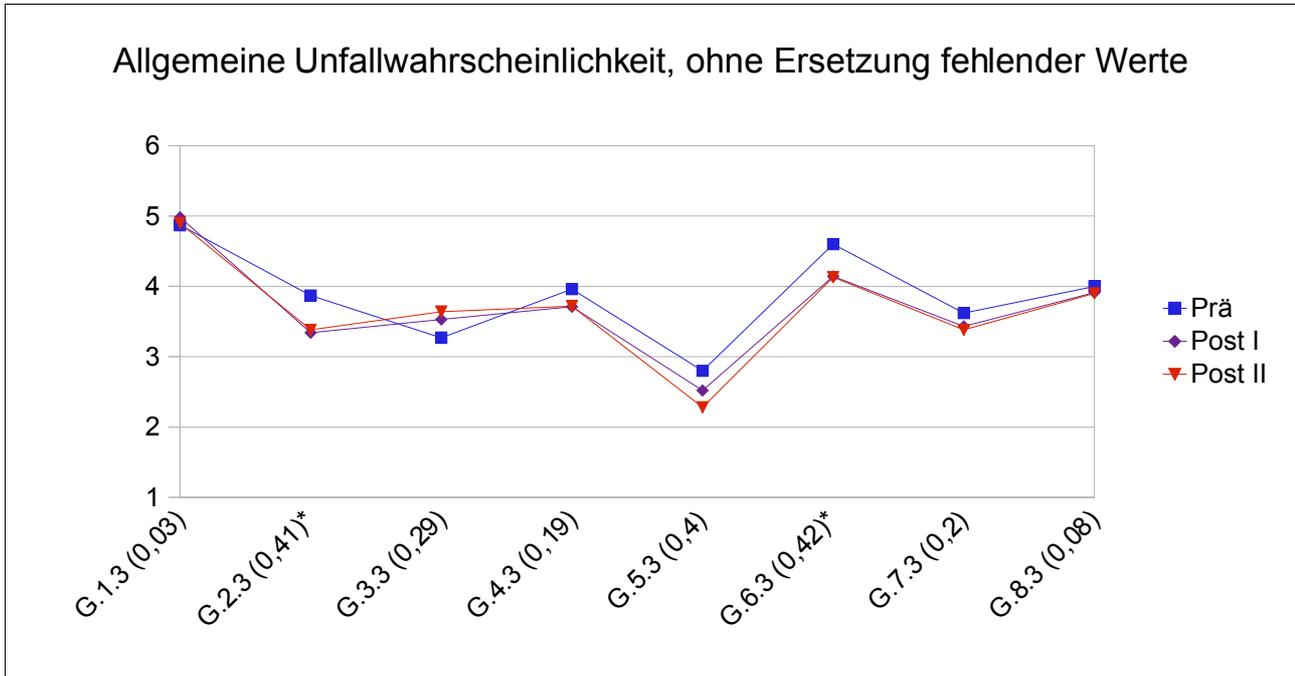
Diagr. 33: Einschätzung der Schadenshöhe im nicht imputierten Datensatz, Schule 5



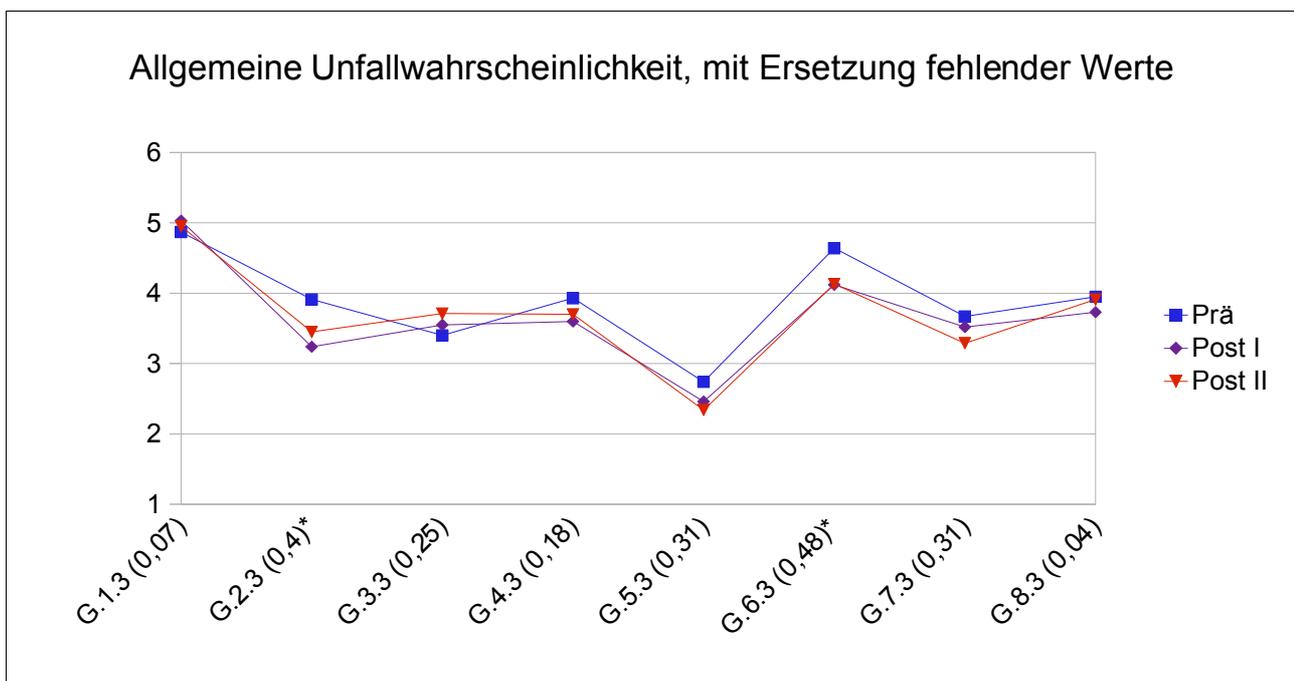
Diagr. 34: Einschätzung der Schadenshöhe im imputierten Datensatz, Schule 5

8. Evaluation

Während im originalen Datensätze die Veränderungen bei den Situationen G5 und G7 („nachts auf einer Autobahn mit 140 km/h“) mit wenigstens schwachem Effekt nicht signifikant sind, so sind sie dennoch in beiden Fällen sicherheitskritisch. Dass diese Veränderung bei noch größerer Effektstärke im imputierten Datensatz signifikant wird, deutet auf eine in der Gruppe der Schülerinnen und Schüler einheitliche sicherheitskritische Veränderung hin. Ein Vergleich mit den vorhergehenden Analysen in 8.3 und 8.4 zeigt, dass dort auch die Einschätzung zum Prä-Testzeitpunkt ähnlich war.



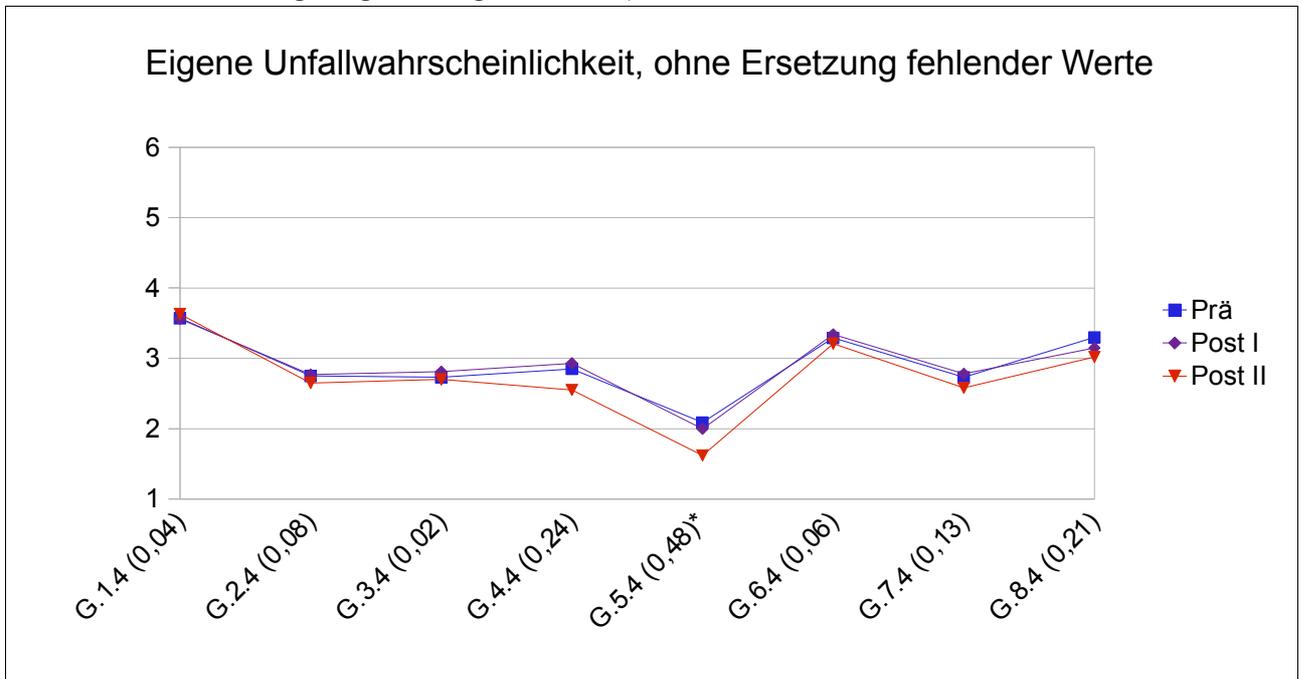
Diagr. 35: Einschätzung der allgemeinen Unfallwahrscheinlichkeit im n. imputierten Datensatz, Schule 5



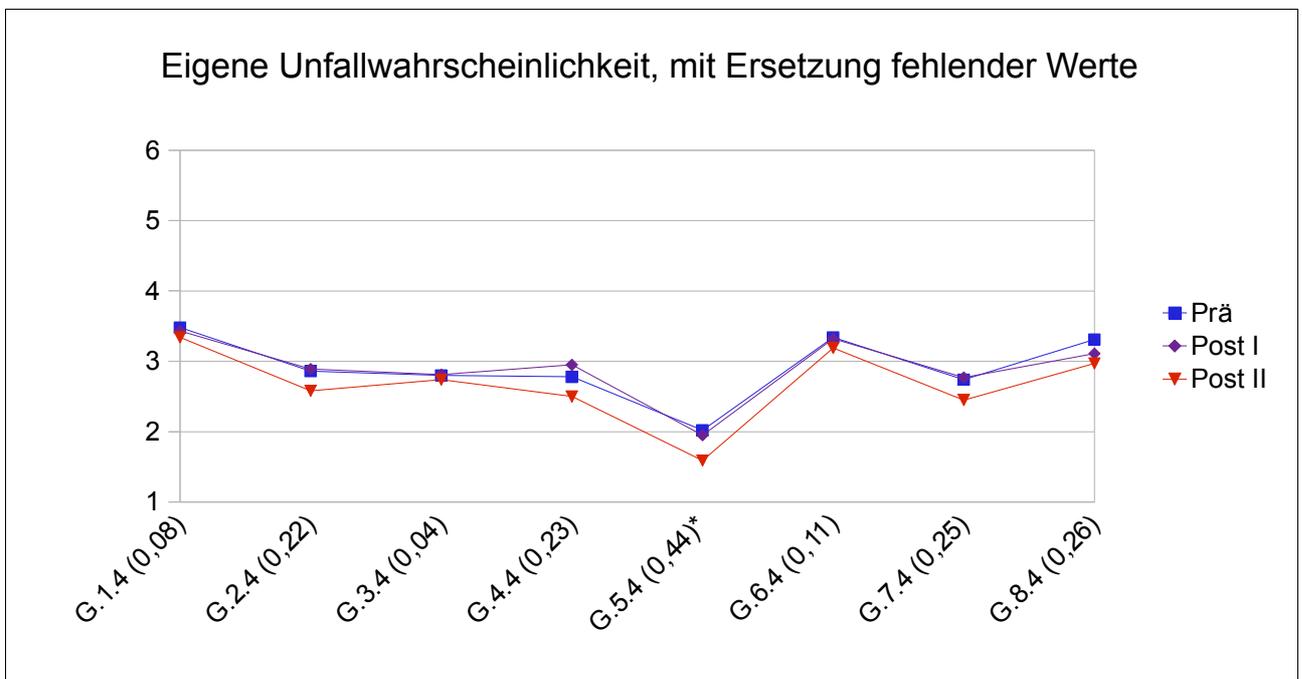
Diagr. 36: Einschätzung der allgemeinen Unfallwahrscheinlichkeit im imputierten Datensatz, Schule 5

8. Evaluation

Die Einschätzung der allgemeinen Unfallwahrscheinlichkeit in allen Verkehrssituationen verändert sich nach der Durchführung von CrashKurs NRW und Nachbereitung in einer kritischen Art und Weise. Im Falle der Verkehrssituationen G2 („tagsüber mit 100 km/h auf einer Landstraße“) und G6 („nachts auf einer Landstraße mit 140 km/h“) ist diese Veränderung nicht nur signifikant, sondern nähert sich sehr nahe einem mittlerem Effekt. Die einzige Ausnahme stellt die nicht signifikante Veränderung der Einschätzung der Situation G3 („unter dem Einfluss einer geringen Menge Alkohol“) dar.



Diagr. 37: Einschätzung der eigenen Unfallwahrscheinlichkeit im nicht imputierten Datensatz, Schule 5

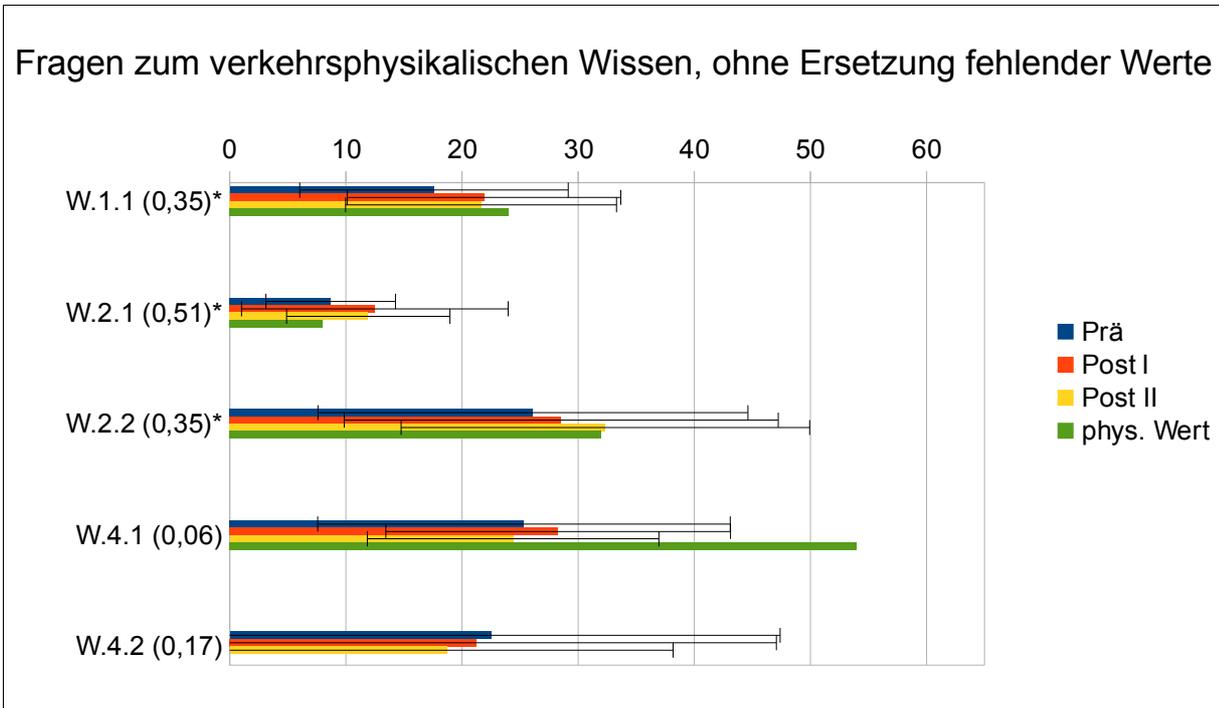


Diagr. 38: Einschätzung der eigenen Unfallwahrscheinlichkeit im imputierten Datensatz, Schule 5

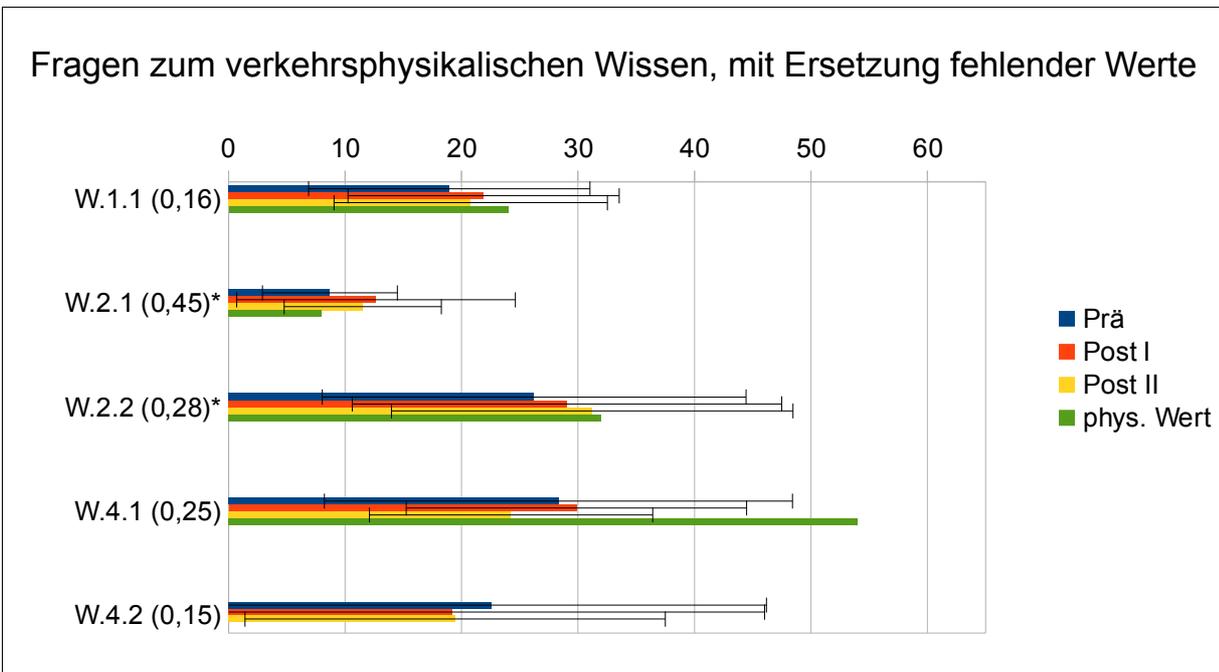
8. Evaluation

Auch bei der Einschätzung der eigenen Unfallwahrscheinlichkeit gehen die Schülerinnen und Schüler nach Bühnenveranstaltung und schulischer Nachbereitung davon aus, dass seltener in einen Unfall verwickelt werden, wenn sie „fahren wie alltäglich“ (G5). Dieser Effekt ist sehr stark ausgeprägt, er besitzt eine fast mittlere Effektstärke.

8.6.4 Analyse der Wissensfragen im Bereich Verkehrsphysik und Unfallursachen



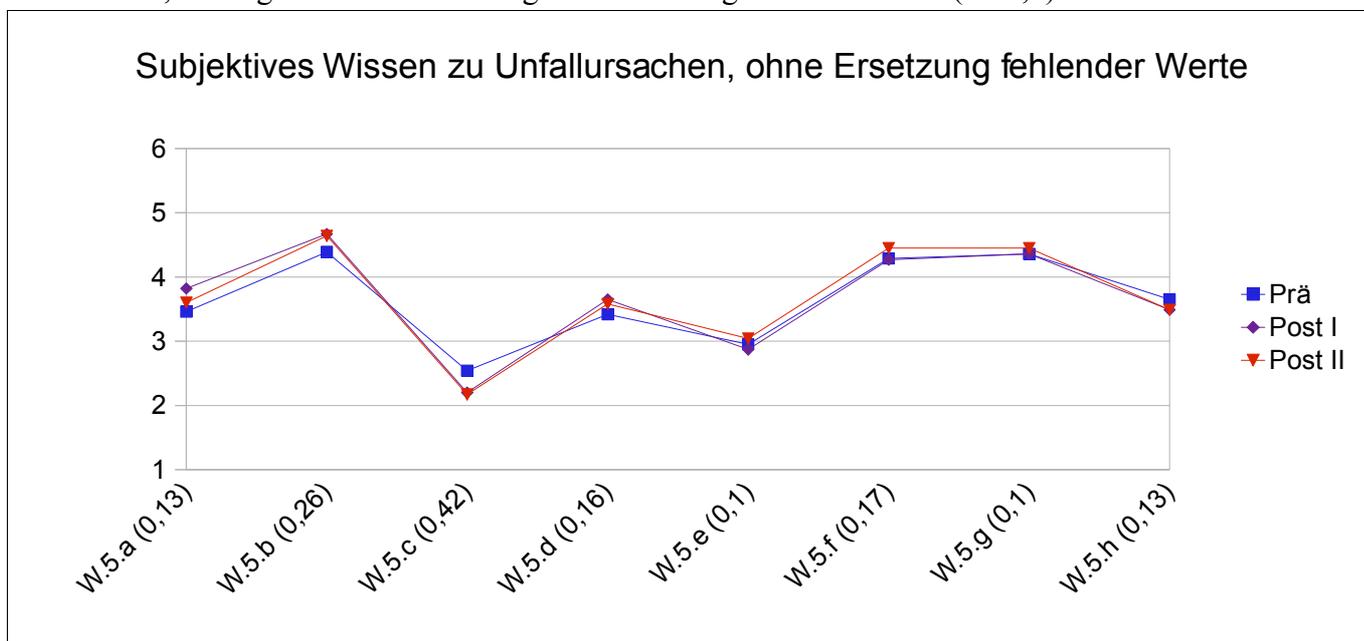
Diagr. 39: Verkehrsphysikalisches Wissen im nicht imputierten Datensatz, Schule 5



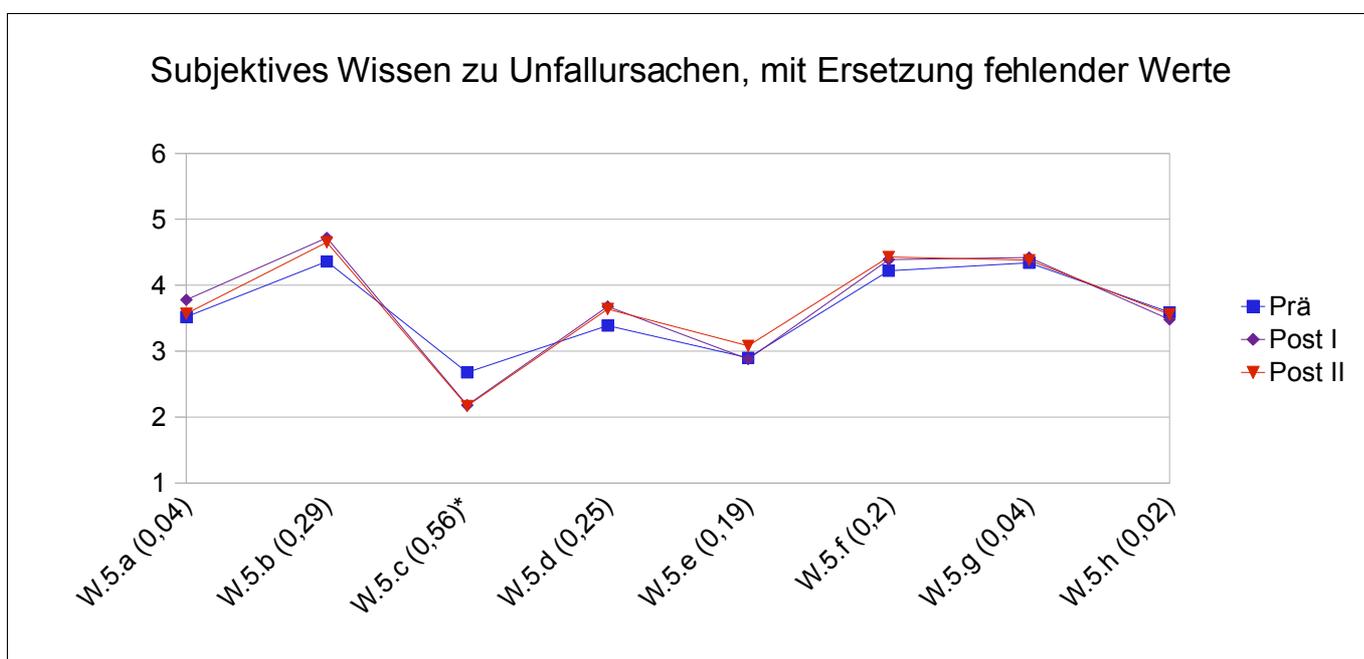
Diagr. 40: Verkehrsphysikalisches Wissen im imputierten Datensatz, Schule 5

8. Evaluation

Während im nicht imputierten Datensatz auch in W1 eine signifikante sicherheitsförderliche Veränderung zu finden ist, findet sich nach der Imputation diese Veränderung nur in W2. Dabei ist die sicherheitsförderliche Überschätzung des Bremsweges in W2.1 ein nahezu mittlerer Effekt, im originalen Datensatz sogar ein eindeutig mittlerer Effekt ($d > 0,5$).



Diagr. 41: Wissen über Unfallursachen im nicht imputierten Datensatz, Schule 5



Diagr. 42: Wissen über Unfallursachen im imputierten Datensatz, Schule 5

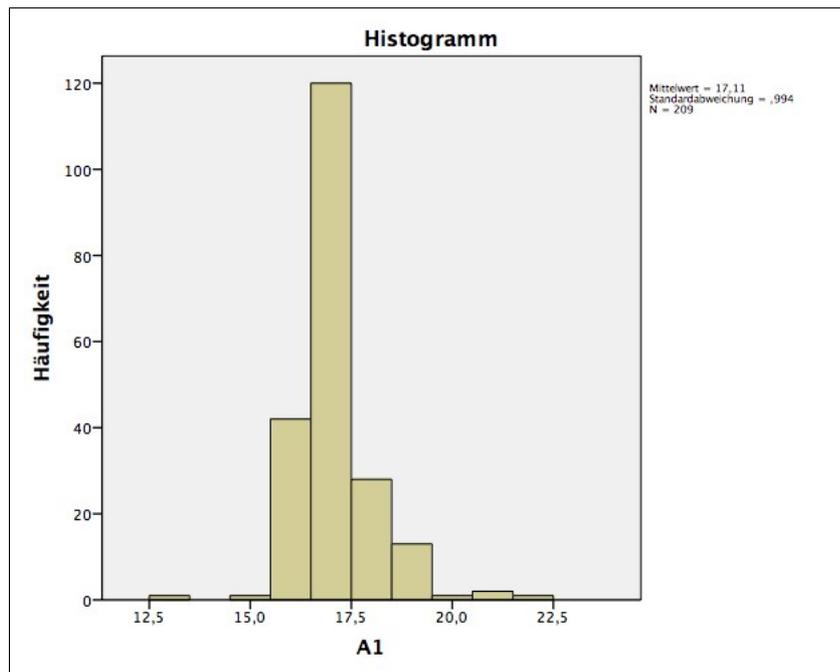
Auffallend ist hier die deutliche Abnahme bei W5c („Handybenutzung mit Freisprechanlage“). Diese Änderung wird im imputierten Datensatz durch die signifikante mittlere Effektstärke deutlich sichtbar. Diese Veränderung ist als sicherheitskritisch zu betrachten, denn wie in Kapitel 3 ausgeführt, verringern zusätzliche Aufgaben die zur Verfügung stehende Aufmerksamkeit und daher sinkt die Fähigkeit, einen Unfall zu vermeiden.

8. Evaluation

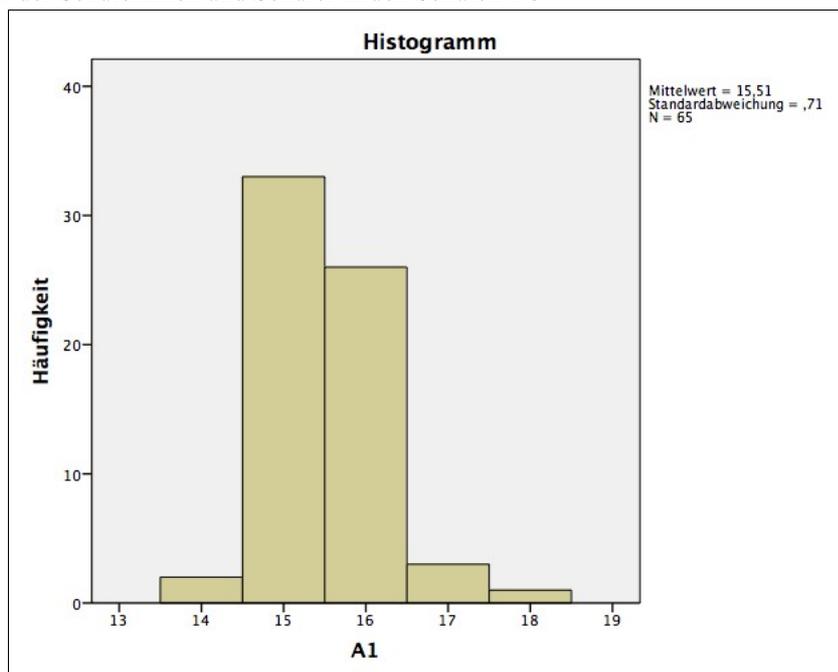
8.6.5 Zusammenfassung

Im Verlauf der Analyse stellt sich heraus, dass im Bereich der Gefährdungseinschätzung die signifikanten Veränderungen der Schülerinnen und Schüler hauptsächlich in eine sicherheitskritische Richtung gehen. Im Bereich der Wissensfragen zeigt sich dagegen im Vergleich mit den vorherigen Evaluationen eine Veränderung in eine sicherheitsförderliche Richtung.

Dazu ein Vergleich der Schülerinnen und Schüler der Schulen anhand demographischer Daten:



Diagr. 43: Alter der Schülerinnen und Schüler in den Schulen 1-3



Diagr. 44: Alter der Schülerinnen und Schüler in Schule 5

8. Evaluation

	Häufigkeit	Prozent
keinen Autoführerschein	63	30,1
Ich bin gerade dabei, den Autoführerschein zu machen	63	30,1
Seit 2012	7	3,3
Seit 2013	31	14,8
Seit 2014	45	21,5

Tab. 4: Antwort auf die Frage „Besitzen sie einen Auto-Führerschein – und wie lange?“ in Schulen 1-3

	Häufigkeit	Prozent
keinen Autoführerschein	59	90,8
Ich bin gerade dabei, den Autoführerschein zu machen	6	9,2

Tab. 5: Antwort auf die Frage „Besitzen sie einen Auto-Führerschein – und wie lange?“ in Schule 5

Vergleicht man Altersstruktur und Führerscheinbesitz in den beiden Evaluationen, dann fällt auf, dass in Schule 5 im Durchschnitt deutlich jüngere Schülerinnen und Schüler den Crash-Kurs NRW und die anschließende Nachbereitung besuchten. Außerdem waren diese Schülerinnen und Schüler deutlich unerfahrener im Straßenverkehr, in den Schulen 1-3 besaßen fast 40% der Schülerinnen und Schüler einen Führerschein, weitere 30% besuchten gerade die Fahrschule. In Schule 5 dagegen besuchten nur knapp 10% der Schülerinnen und Schüler die Fahrschule.

Vor diesem Hintergrund ist zu vermuten, dass die Botschaften zur Gefährdungseinschätzung von den Schülerinnen und Schüler nicht in einen Lebensweltbezug gesetzt werden konnten. An dieser Stelle kann die Frage nach dem richtigen Alter der Schülerinnen und Schüler für eine optimale Wirkung nicht abschließend beantwortet werden, eine weitere Beobachtung dieses Effektes ist noch notwendig. Tendenziell scheint es aber so zu sein, dass jüngere bzw. unerfahrenere Schülerinnen und Schüler weniger empfänglich für die Botschaft des „CrashKurs NRW“ sind.

Ein weiterer Unterschied ist definitiv die Streichung der Station „Analyse eines Unfallberichts“. Da die beispielhaft genutzte Unfallfahrt unter Alkoholeinfluss mit überhöhter Geschwindigkeit stattfindet, fehlt eine Vertiefung dieser spezifischen Themengebiete.

Für die weitere Nutzung in der Schule können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Die angepassten Arbeitsblätter scheinen, verglichen mit der ersten Befragung, im Bereich der verkehrsphysikalischen Effekte eine stärkere Wirkung zu entfalten
- Es ist nicht empfehlenswert, die Unfallortanalyse zu streichen, da dort wichtige Botschaften nochmal vertieft behandelt werden
- Für die korrekte und nachhaltig wirksame Wirkung des Moduls „Verkehrsphysik“ sind vermutlich die anvisierten 90 Minuten notwendig

Weiterentwicklungsmöglichkeiten für dieses Modul im Speziellen umfassen:

- Analysen anderer Unfallberichte, insbesondere eine verstärkte Nutzung lokaler Fälle
- Erweiterung des Moduls um optionale Elemente für verschiedene Förderschwerpunkte
- Veränderung der Modulinhalt, andere physikalische Themen (bspw. elastischer Stoß)

8.7 Analyse der Fragebögen zum Modul „Unfallortanalyse“

In Schule 4 wurde im Anschluss an den „CrashKurs NRW“ das Modul „Unfallortanalyse“ durchgeführt und evaluiert. Die Teilnahme an der Evaluation war schwach ausgeprägt und im Nachgang fanden sich nur wenige nutzbare Erkenntnisse.

8.7.1 Rahmenbedingungen

Aufgrund zeitlicher Einschränkungen konnte die Schule nur wenig Zeit für eine Nachbereitung des „CrashKurs NRW“ erübrigen. Zeitlich erschien daher die Nutzung des Moduls „Unfallortanalyse“ geeignet. Von der Kreispolizeibehörde erhielt das Team eine Reihe von Unfallstellen im lokalen Umfeld der Schule, diese wurden dann mit Kartenmaterial von „Google Maps“ illustriert und den Schülerinnen und Schülern zur Verfügung gestellt. Die Arbeitsblätter sahen wie folgt aus:

Unfallortanalyse

Dokumentiert den angegebenen Ort

Analysiert die Unfallstelle

Formuliert Methoden, Unfälle an dieser Stelle zu vermeiden

Erstellt einen Flyer für eine von euch gewählte Zielgruppe (Fussgänger, Radfahrer oder Autofahrer)

Kommune	Uhrnr	Straße	Straßen- klasse	ist Häufungs- stelle seit	Anzahl der Verkehrsunfälle	Anzahl der Verletzten			Höhe des Sachschadens		Besonder- heiten	Haupt- unfallursache
						tödlich	schwer	leicht	schwer	leicht		
Kerpen	07/05	1.122/1.277 -Kreisel-	L	Mai 2004	136		1	30	4	105		Abstand

Abb. 13: Beispiel für ein Arbeitsblatt ohne Kartendarstellung

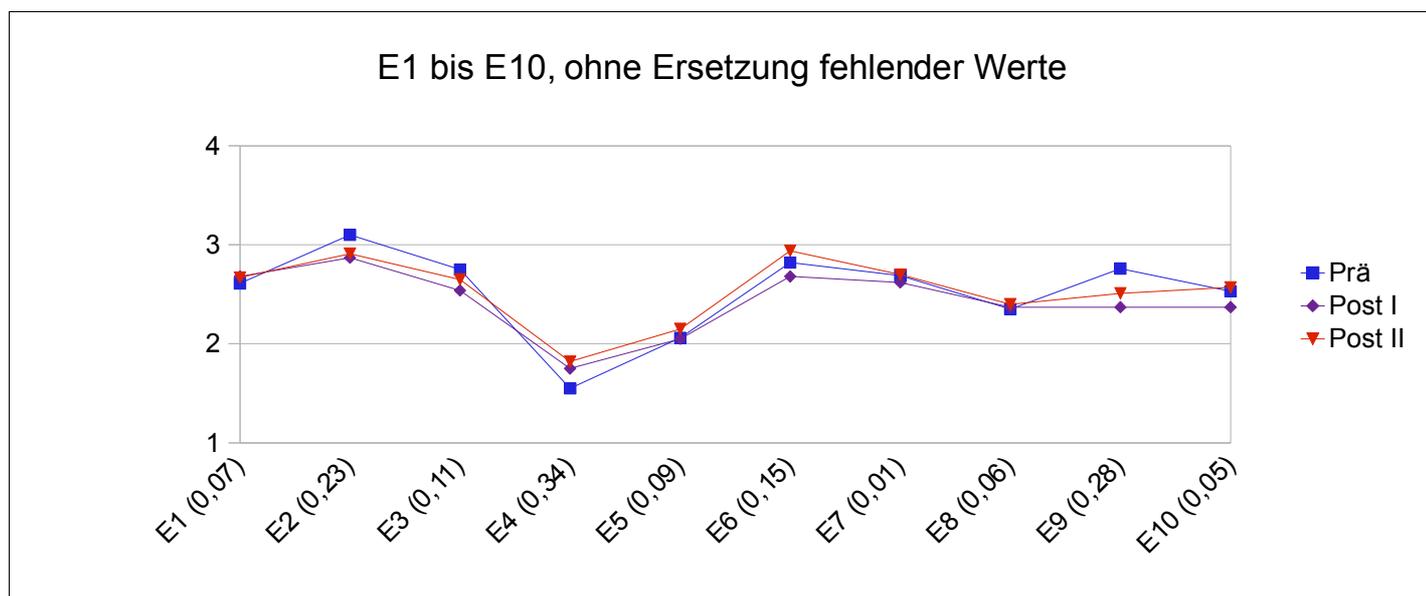
Zeitlich sollten diese Arbeitsaufträge in der schulfreien Zeit bearbeitet werden und sollten vor dem Post-I-Termin bearbeitet worden sein. Aus der gesamten Jahrgangsstufe gab es einen Flyer, der erarbeitet wurde. Aus dem Kollegium wurde angeregt, dass eine Prämierung guter Flyer durch die Polizei die Schüler stärker motivieren könnten.

Die Fragebögen der Evaluation sollten ebenfalls in der schulfreien Zeit bearbeitet werden. Zum Prä-Test gaben ca. 90% der Schülerinnen und Schüler den Fragebogen zurück. Leider sank diese Quote stark, auf ca. 40% im Post-I-Test und ca. 65% im Post-II-Test. (s.o.).

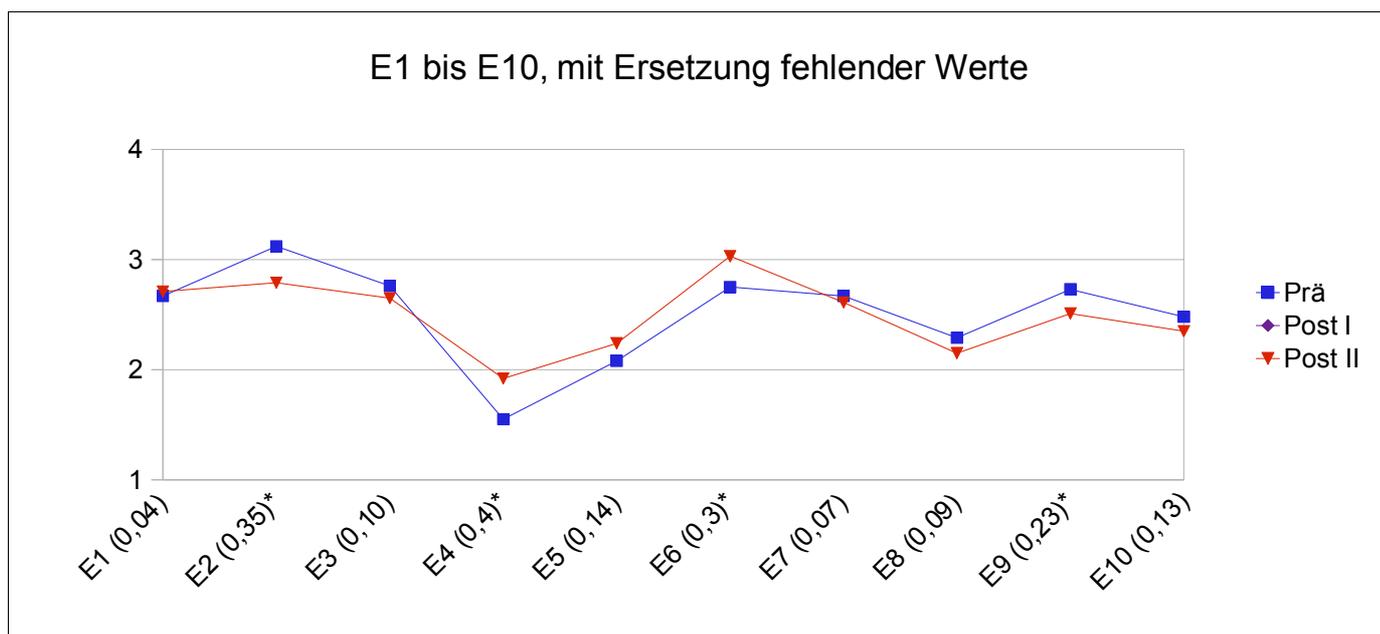
Im Gegensatz zu Schule 1 waren an dieser Schule keine Motivationsprobleme im Vorfeld ersichtlich. Schülerinnen und Schüler und Kollegium erschienen motiviert und interessiert. Im Nachhinein erschien es dem Evaluationsteam offensichtlich, dass eine Bearbeitung der Fragebögen in der schulfreien Zeit diese niedrige Rücklaufquote zur Folge haben könnte.

Die Analyse der Daten wurde wie in Kapitel 8.3 durchgeführt. Der bei der Imputation mit EM-Algorithmus durchgeführte Little-Test deutete dabei darauf hin, dass die fehlenden Daten vollständig zuständig fehlen (MCAR). Damit wäre auch ein listenweiser Ausschluss von Fällen theoretisch möglich. Da aber dadurch die Anzahl der verwertbaren Fälle sehr klein wird, werden im Folgenden wie in den bisherigen Analysen dieses Kapitels wieder nichtimputierte und imputierte Daten verglichen.

8.7.2 Analyse der Einstellungsgrößen



Diagr. 45: Einstellungsgrößen im nicht imputierten Datensatz, Schule 4

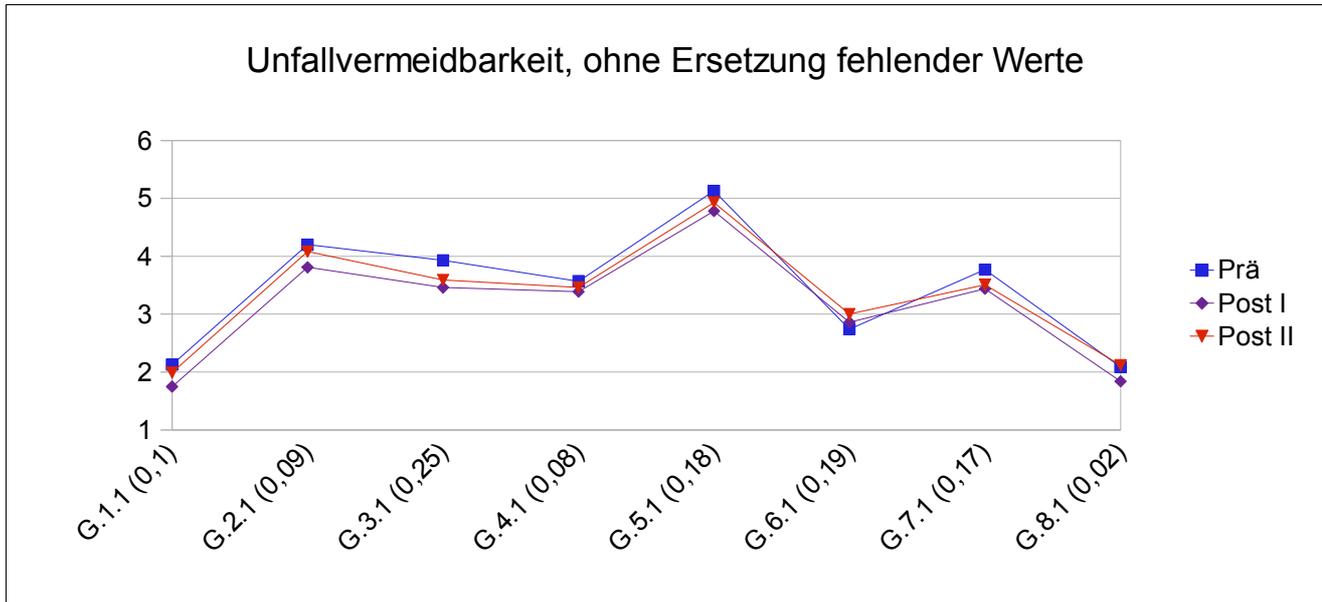


Diagr. 46: Einstellungsgrößen im imputierten Datensatz, Schule 4

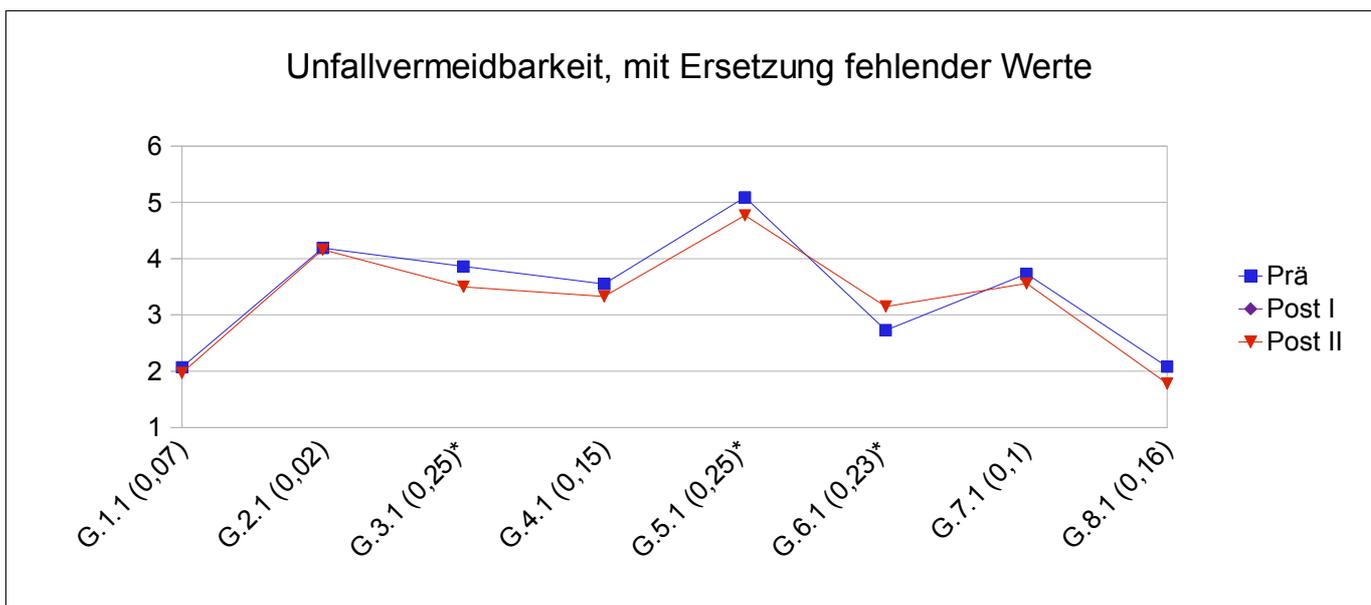
Während sich im nichtimputierten Datensatz keine signifikanten Unterschiede zeigen, findet man mehrere signifikante Effekte mit mindestens schwacher Effektstärke. Dies sind E2 („Das Autofahren macht Spass, wenn man Vollgas geben kann“), E4 („Auf der Autobahn sollte man nicht mehr als 120 km/h fahren dürfen“), E6 („Das Fahren läuft bei mir ganz automatisch ab“) und E9 („Wenn ich pünktlich sein will, fahre ich schonmal schneller als erlaubt“). Die Zustimmung steigt bei E6 in sicherheitskritischer Weise, bei den übrigen signifikanten Änderungen in sicherheitspositiver Weise.

8. Evaluation

8.7.3 Analyse der subjektiven Gefährdungseinschätzung



Diagr. 47: „In welchem Ausmass wären sie in der Lage, einen Unfall zu vermeiden“, nicht imputierter Datensatz, Schule 4

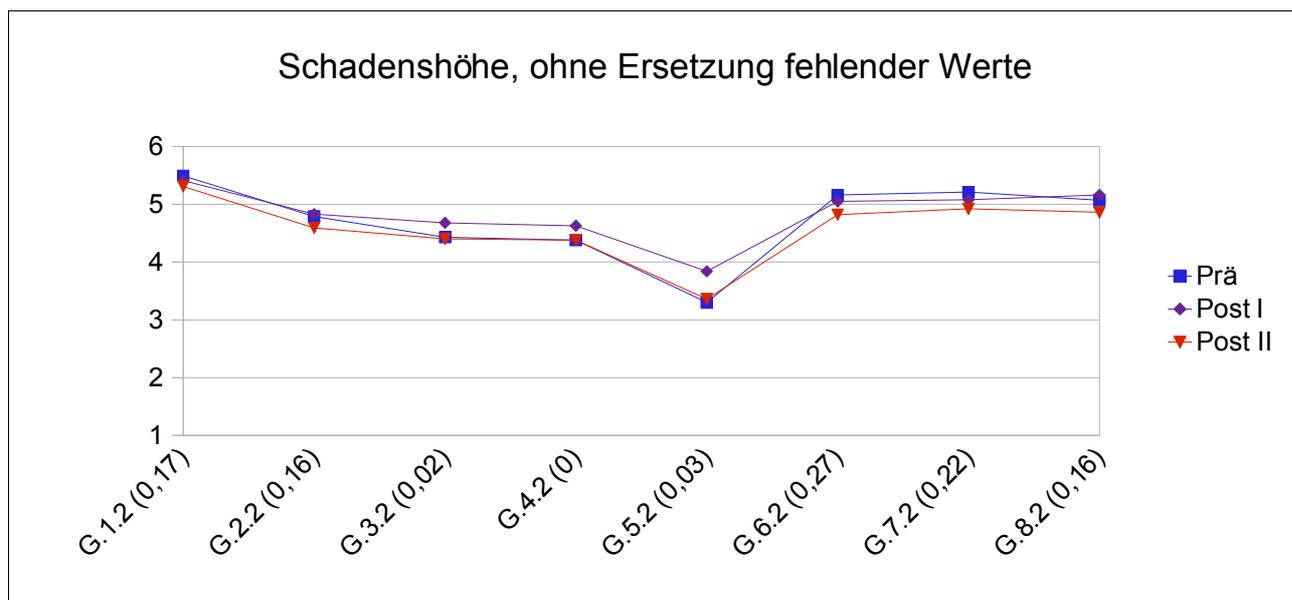


Diagr. 48: „In welchem Ausmass wären sie in der Lage, einen Unfall zu vermeiden“, imputierter Datensatz, Schule 4

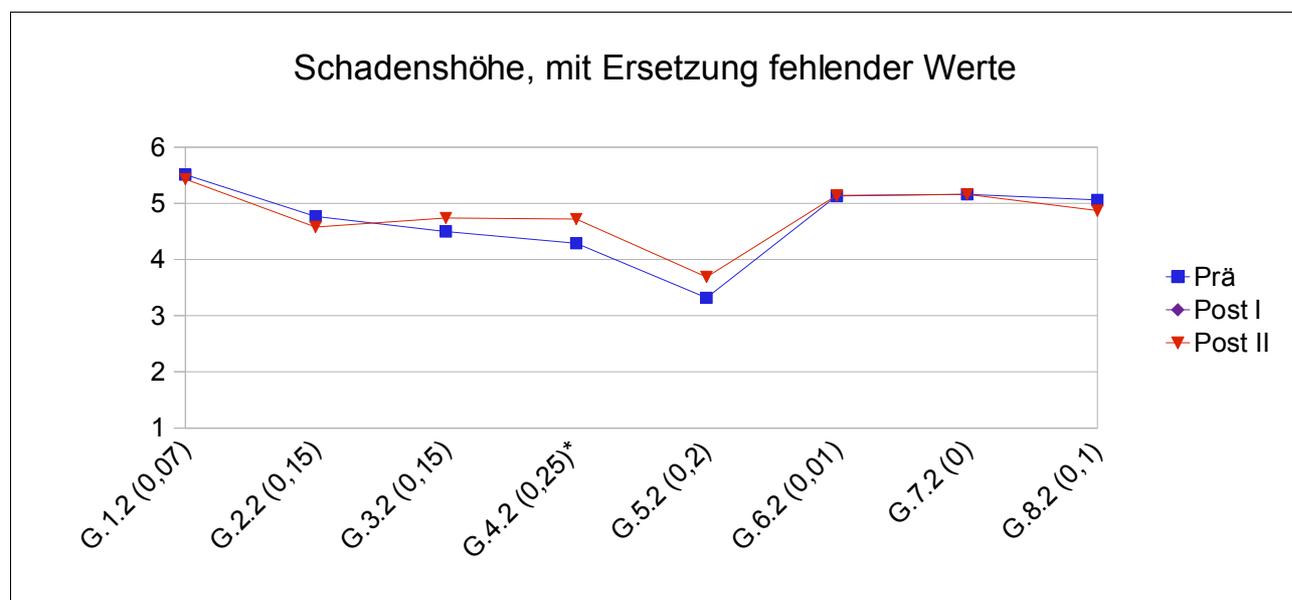
Signifikante Änderungen bei der Einschätzung der subjektiven Unfallvermeidbarkeit lassen sich im imputierten Datensatz nur bei den Verkehrssituationen „unter dem Einfluss einer geringen Menge Alkohol“ (G3), „fahren wie alltäglich“ (G5) und „nachts auf einer Landstraße mit 140 km/h“ (G6) finden.

Während die Veränderungen in der Einschätzung der Situationen G3 und G5 sicherheitsförderlich zu nennen sind, ist die Veränderung bei G6.1 sicherheitskritisch.

8. Evaluation



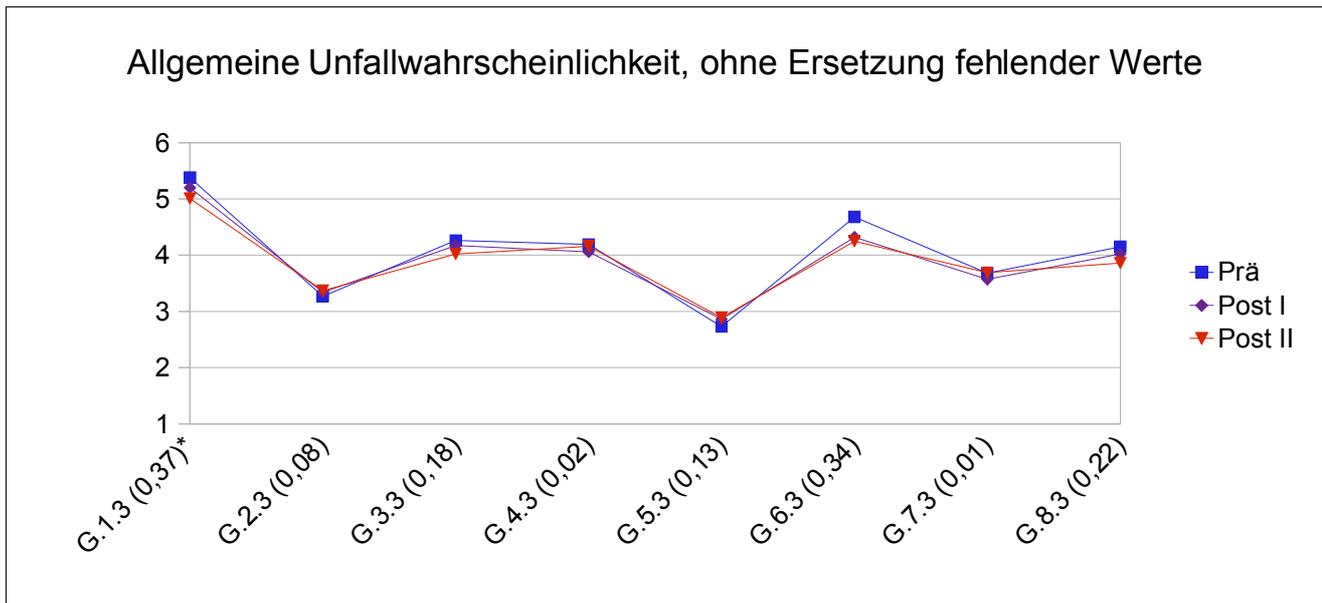
Diagr. 49: Einschätzung der Schadenshöhe im nicht imputierten Datensatz, Schule 4



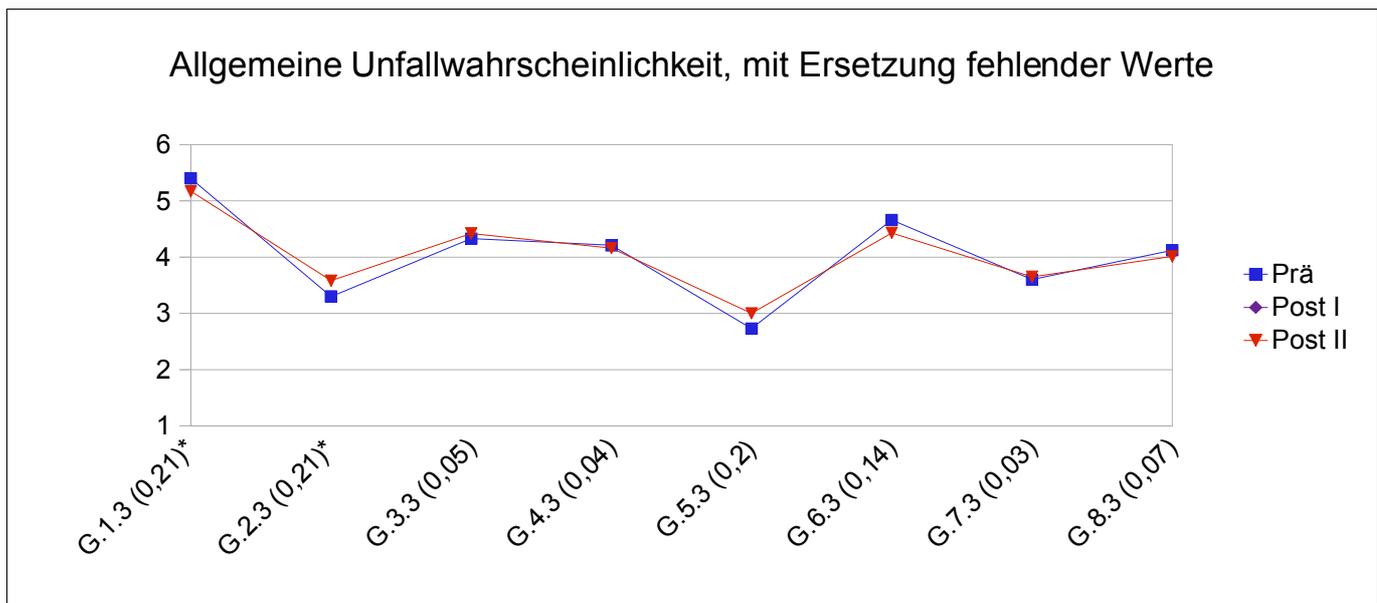
Diagr. 50: Einschätzung der Schadenshöhe im imputierten Datensatz, Schule 4

Wie in den vorherigen Diagrammen findet sich nur im imputierten Datensatz eine signifikante Veränderung. Diese findet statt bei der Einschätzung der Schadenshöhe in der Verkehrssituation G4 („fahren Auto während des Telefonats mit dem Handy am Ohr“). Die Schülerinnen und Schüler vermuten nach CrashKurs NRW und Nachbereitung eine höheren Schaden bei einem eventuellen Unfall in einer solchen Situation. Eine solche Veränderung ist im Sinne des Programmes sicherheitsförderlich, auch wenn die Schadenshöhe eigentlich durch das Telefonieren nicht verändert wird.

8. Evaluation



Diagr. 51: Einschätzung der allgemeinen Unfallwahrscheinlichkeit im nicht imputierten Datensatz, Schule 4

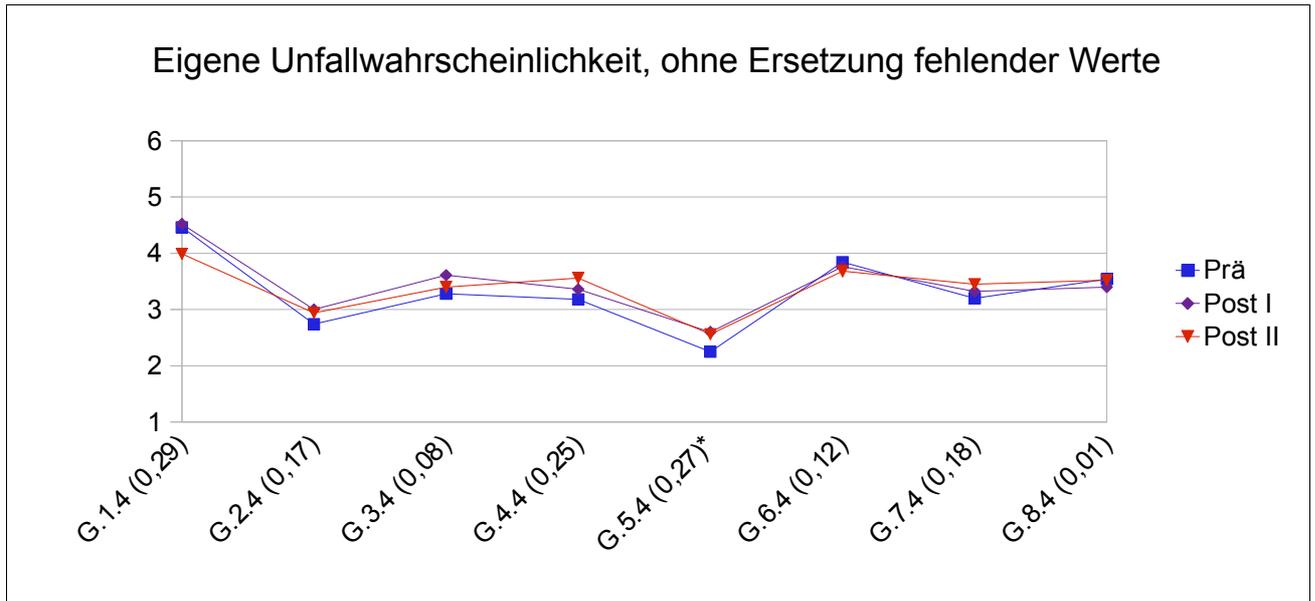


Diagr. 52: Einschätzung der allgemeinen Unfallwahrscheinlichkeit im imputierten Datensatz, Schule 4

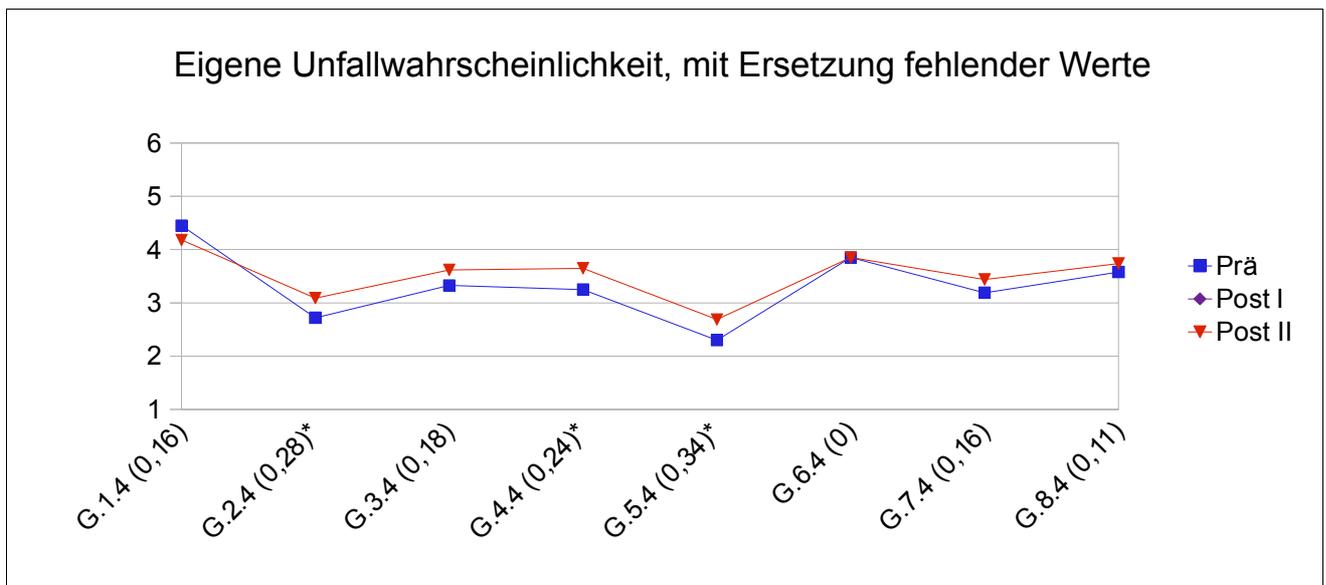
Sowohl im nichtimputierten als auch im imputierten Datensatz findet sich bei der Einschätzung der allgemeinen Unfallwahrscheinlichkeit in der Verkehrssituation G1 („unter dem Einfluss einer großen Menge Alkohol“) eine signifikante Veränderung. Die Schülerinnen und Schüler vermuten, dass die Unfallwahrscheinlichkeit sinkt, was im Sinne des Interventionsprogrammes als sicherheitskritisch zu bezeichnen ist.

Dagegen ist die im imputierten Datensatz zu findende signifikante Veränderung bei G2.3 („tagsüber mit 100 km/h auf einer Landstraße“) sicherheitsförderlich zu nennen.

8. Evaluation



Diagr. 53: Einschätzung der eigenen Unfallwahrscheinlichkeit im nichtimputierten Datensatz, Schule 4



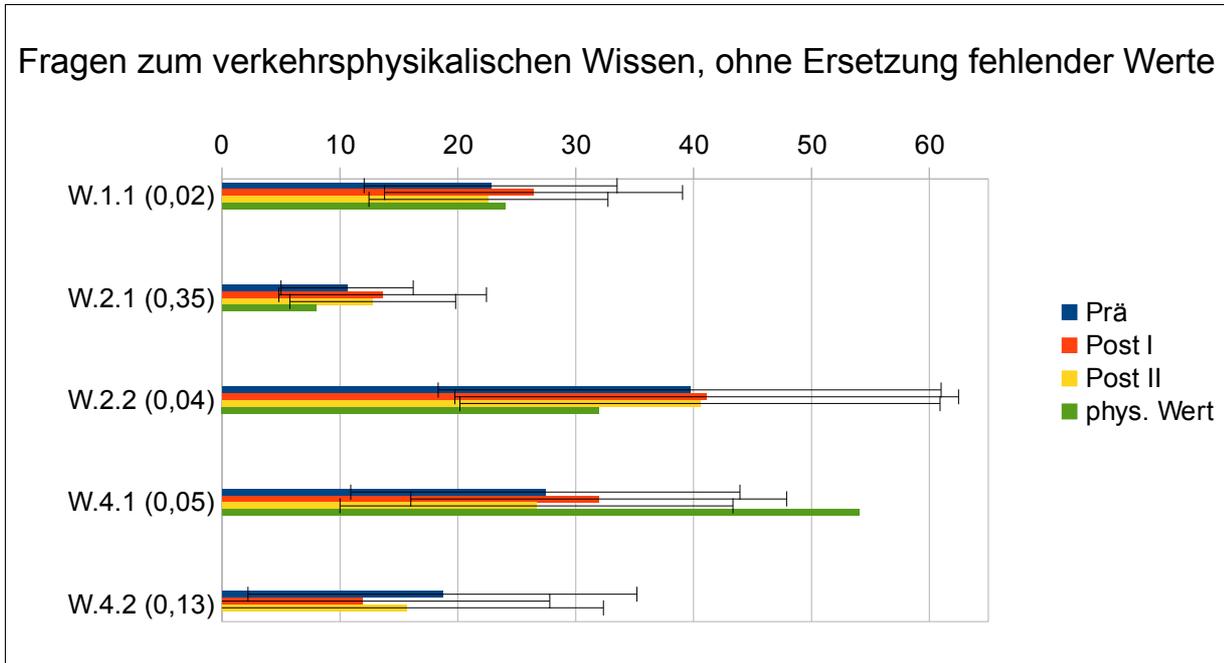
Diagr. 54: Einschätzung der eigenen Unfallwahrscheinlichkeit im imputierten Datensatz, Schule 4

Im nichtimputierten Datensatz findet sich nur in der Situation G5 („fahren wie alltäglich“) eine signifikante Veränderung mit einer kleinen Effektstärke. Diese Veränderung findet man im imputierten Datensatz wieder. Im imputierten Datensatz sind außerdem signifikante Veränderungen zu finden bei den Situationen G2 („tagsüber mit 100 km/h auf einer Landstraße“) und G4 („Autofahren während des Telefonats mit dem Handy am Ohr“).

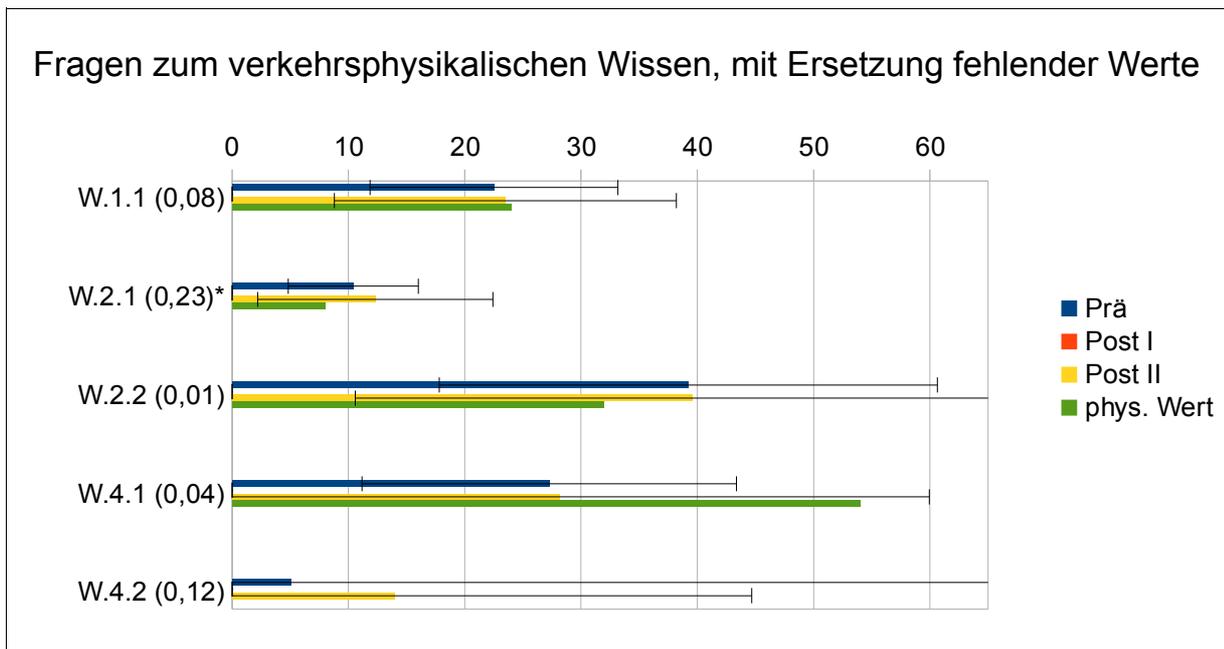
In allen Fällen vermuten die Schülerinnen und Schüler nach dem CrashKurs NRW, dass ihnen eher ein Unfall in diesen Situationen passieren kann. Diese veränderte Vermutung ist als sicherheitsförderlich zu bezeichnen.

8. Evaluation

8.7.4 Analyse der Wissensfragen im Bereich Verkehrsphysik und Unfallursachen



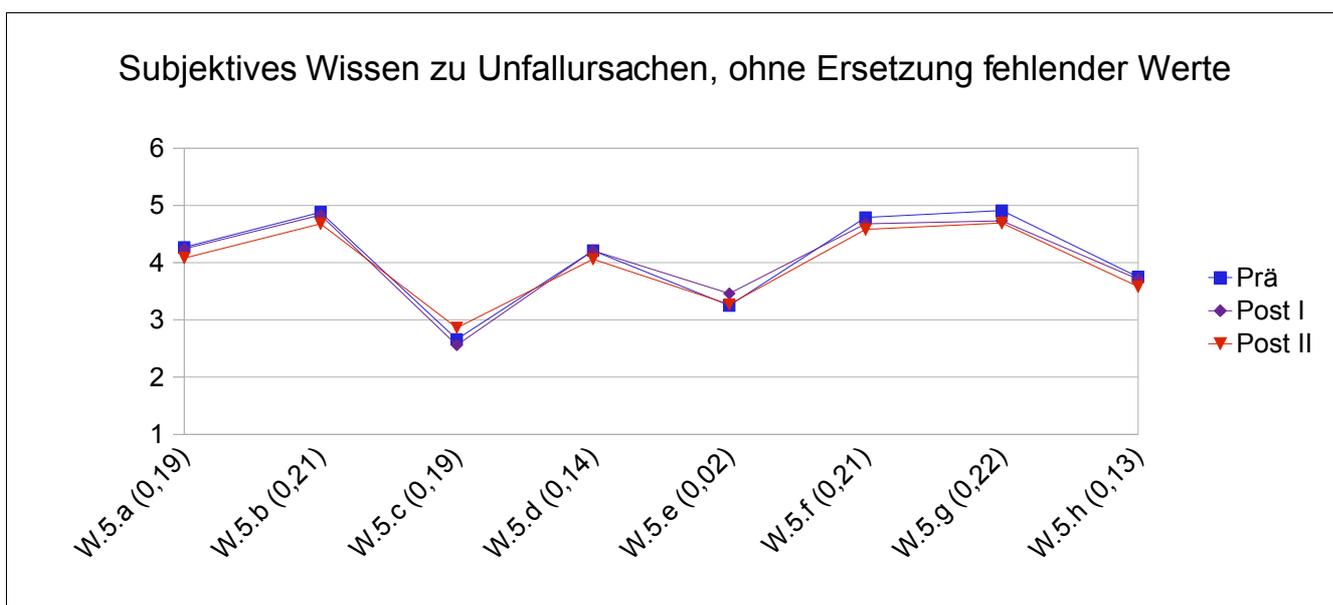
Diagr. 55: Verkehrsphysikalisches Wissen im nicht imputierten Datensatz, Schule 4



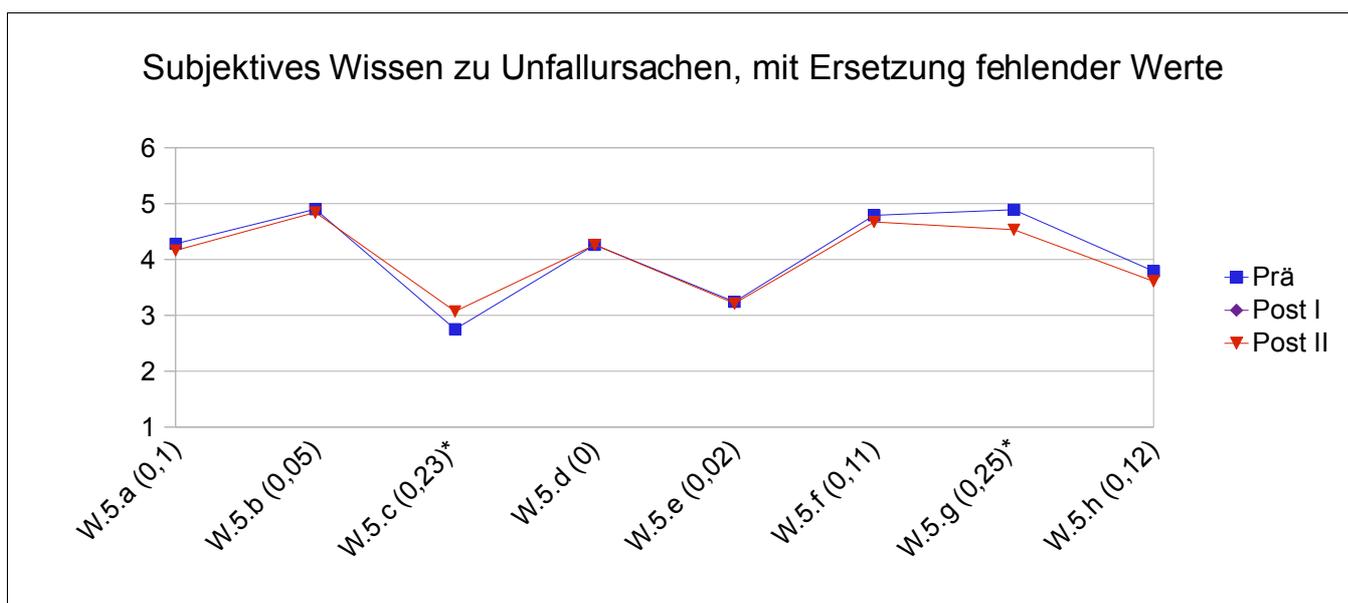
Diagr. 56: Verkehrsphysikalisches Wissen im imputierten Datensatz, Schule 4

Während die Veränderung bei W2.1 bereits im nichtimputierten Datensatz zu sehen ist, lässt sich eine Signifikanz erst im imputierten Datensatz finden. Obwohl der Bremsweg bereits im Prä-Test überschätzt wird, steigt die Überschätzung weiter an, was im Sinne des Programmes als sicherheitsförderlich zu bezeichnen ist. Da in diesem Falle keine auf Physik basierende Nachbereitung durchgeführt wurde, war auch nicht damit zu rechnen, dass diese Fehleinschätzung korrigiert wird.

8. Evaluation



Diagr. 57: Wissen über Unfallursachen im nicht imputierten Datensatz, Schule 4



Diagr. 58: Wissen über Unfallursachen im imputierten Datensatz, Schule 4

Signifikante Änderungen lassen sich wieder nur im imputierten Datensatz finden. Dabei gehen die Schülerinnen und Schüler im Post-II-Test davon aus, dass Handynutzung mit Freisprechanlage (W5.c) häufiger eine Unfallursache ist. Gleichzeitig vermuten sie, dass Unaufmerksamkeit (W5.g) seltener eine Unfallursache ist. Während die Veränderung bei W5.c als sicherheitsförderlich zu bezeichnen ist, ist die Veränderung bei W5.g eher sicherheitskritisch, denn gerade Unaufmerksamkeit kann zu einer fehlerhaften Aufmerksamkeitsauswahl führen (s. Kap. 3).

8. Evaluation

8.7.5 Zusammenfassung

Im gesamten nichtimputierten Datensatz lassen sich zwei signifikante Veränderungen finden, eine ist sicherheitskritisch (geringere allgemeine Unfallwahrscheinlichkeit unter dem Einfluss einer kleinen Menge Alkohol) und eine ist sicherheitsförderlich (höhere eigene Unfallwahrscheinlichkeit beim alltäglichen Fahren). Wie auch bereits bei den in Kapiteln 8.3 und 8.4 beschriebenen Analysen steigt die Anzahl dieser signifikanter Veränderungen deutlich durch die Imputation. Insgesamt lässt sich im imputierten Datensatz ein deutliches Übergewicht von sicherheitsförderlichen Veränderungen feststellen. Alle diese Veränderungen besitzen nur eine schwache Effektstärke ($d < 0,5$), sind aber häufig stärker ausgeprägt als die Veränderungen anderer Schulen.

Eine eindeutige Erklärung des Effekts ist aufgrund der durch die Rahmenbedingungen geringen Beobachtungszeit schwierig. Insgesamt wurde der Arbeitsauftrag (s. 8.7.1) nur in einem Fall vollständig bearbeitet. Es kann aber aufgrund der mündlichen Rückmeldungen des Kollegiums davon ausgegangen werden, dass viele Schülerinnen und Schüler sich grundsätzlich mit dem Arbeitsauftrag beschäftigten, über das übliche Maß der CrashKurs-Nachbereitung hinaus. Damit einhergehend erzeugten die verwendeten lokalen Unfälle (es wurden Unfallorte aus dem jeweiligen Wohnort oder Schulweg genutzt) eine deutliche Verankerung im alltäglichen Lebensumfeld der Schülerinnen und Schüler. Damit zeigt sich die in Kapitel 2.3.2 besprochene Wirkung außerschulischer Lernorte deutlich.

Wie erwartet ist die Veränderung in den physikalischen Wissensfragen sehr klein, nicht zu vergleichen mit den Veränderungen in der Evaluation bei Schule 5. Die meisten und stärksten Veränderungen zeigten sich bei den Fragen zur Einstellungen, was ebenfalls aufgrund der Thematik dieses Moduls zu erwarten war. Verglichen mit der Wirkungsevaluation von Hackenfort (2013a) zeigen sich insbesondere bei Gefährlichkeitsurteilen deutlich bessere Ergebnisse.

Die Bühnenveranstaltung wurde von denselben Akteuren wie in Schule 1 durchgeführt, kann der Einfluss der Bühnenveranstaltung auf den Unterschied als gering eingeschätzt werden.

Nach Rückmeldung des Lehrpersonals ist der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die den gesamten Arbeitsauftrag bearbeiten, durch eine stärkere Einbindung in den Schulunterricht oder eine entsprechende außerschulische Motivation zu lösen. Der ursprüngliche Verlaufsplan (s. Anhang) sieht daher auch ein zweistündiges Modul vor, mit einer Präsentation der Ergebnisse im Schulunterricht. Als außerschulische Motivation wurde unter anderem eine öffentliche Würdigung oder Prämierung durch die lokale Polizeibehörde empfohlen.

Inhaltlich scheint das Modul aktuell keinen Verbesserungsbedarf zu besitzen. Es ist davon auszugehen, dass inhaltliche Verbesserungsmöglichkeiten erst erkannt werden können, wenn die lokalen Rahmenbedingungen entsprechend sind.

8.8 Zusammenfassende Betrachtungen

8.8.1 Reliabilität der Fragebögen

Bevor die Ergebnisse der einzelnen Analysen verglichen werden soll, ist es zuerst wichtig zu untersuchen, inwiefern die Testfragen eine gewisse Reliabilität aufweisen. In folgender Tabelle ist daher das Cronbach-Alpha für einzelne Kategorien aufgetragen worden. Diese Werte sind hier nur für die nichtimputierten Datensätze dargestellt, das Alpha für die imputierten Daten weicht hiervon kaum ab.

Schulen 1-3				Gefahren-einschätzung			
Einstellungsgrössen	Prä	Post1	Post2		Prä	Post1	Post2
Affekt	0,82	0,89	0,87	G.x.1	0,66	0,50	0,81
Kognition	0,50	0,65	0,63	G.x.2	0,87	0,91	0,92
Verhalten	0,77	0,82	0,84	G.x.3	0,78	0,85	0,84
Gesamt	0,81	0,90	0,86	G.x.4	0,83	0,90	0,90
Schulen 2 und 3				Gefahren-einschätzung			
Einstellungsgrössen	Prä	Post1	Post2		Prä	Post1	Post2
Affekt	0,81	0,89	0,86	G.x.1	0,53	0,46	0,81
Kognition	0,55	0,67	0,72	G.x.2	0,86	0,91	0,91
Verhalten	0,82	0,83	0,84	G.x.3	0,80	0,83	0,84
Gesamt	0,86	0,90	0,89	G.x.4	0,84	0,86	0,88
Schule 4				Gefahren-einschätzung			
Einstellungsgrössen	Prä	Post1	Post2		Prä	Post1	Post2
Affekt	0,79	0,79	0,82	G.x.1	0,68	0,72	0,82
Kognition	0,56	0,58	0,68	G.x.2	0,88	0,88	0,91
Verhalten	0,72	0,73	0,76	G.x.3	0,77	0,77	0,87
Gesamt	0,76	0,73	0,81	G.x.4	0,80	0,82	0,88
Schule 5				Gefahren-einschätzung			
Einstellungsgrössen	Prä	Post1	Post2		Prä	Post1	Post2
Affekt	0,87	0,80	0,88	G.x.1	0,77	0,78	0,79
Kognition	0,24	0,64	0,80	G.x.2	0,91	0,90	0,91
Verhalten	0,68	0,78	0,89	G.x.3	0,79	0,82	0,85
Gesamt	0,83	0,80	0,90	G.x.4	0,87	0,88	0,89

Tab. 6: Cronbachs Alpha für verschiedene Fragen des Fragebogens

8. Evaluation

In der Tabelle wurden diejenigen Alpha hervorgehoben, für die gilt: $\alpha < 0,65$. Gruppieren wurden die Einstellungsgrößen nach den drei grundlegenden Einstellungsgrößen (Holte, 1996) und die Einschätzung der Gefahren nach dem Fragetyp, unabhängig von der Verkehrssituation.

Es zeigt sich, dass im zeitlichen Verlauf an allen Schulen das Alpha steigt. Nach Schmitt (1996) deutet ein niedriges Alpha (wie bei Schule 5, Fragen zur Kognition) nicht auf eine Ablehnung der Frage hin, sondern verlangt eine weitere Überprüfung.

Grundsätzlich soll durch das Cronbach-Alpha ausgesagt werden, inwiefern die Antworten verschiedener Fragen in die gleiche Richtung tendieren, ob also einzelne Fragen korreliert sind. Sofern die Schülerinnen und Schüler im Prätest also keine spezielle Meinung oder auch nur grundlegendes Wissen über ein Thema haben, kann davon ausgegangen werden, dass die Antwort zufällig und nicht korreliert ist. Dann sollte sich aber im zeitlichen Verlauf eine stärkere Korrelation ergeben, sobald die Schülerinnen und Schüler das nötige Wissen erlangt haben, um eine Meinung zu bilden.

Dies ist eindeutig geschehen. Während z.T. die Schüler im Prä- oder Post-I-Test sehr schwach korrelierten, ergibt sich nach der Durchführung von Bühnenveranstaltung und Nachbereitung eine stärkere Korrelation. Zum Teil ergibt sich dieser Effekt erst Monate nach der Bühnenveranstaltung, dies kann darauf zurückgeführt werden, dass die Schülerinnen und Schüler das Gesehene erst verarbeiten mussten.

In diesem Fall scheint das Cronbach-Alpha also auf eine fortschreitende Homogenisierung der Schülerantworten und damit eine Meinungsbildung durch das gesamte Programm hinzudeuten.

8. Evaluation

8.8.2 Vergleich und abschließende Betrachtung der Analysen

Im Folgenden soll nochmal kurz der Effekt der verschiedenen Analysen verglichen werden. Zuerst eine Tabelle mit den Effektstärken der jeweiligen Veränderungen.

Fragennummer	Schulen 1-3	Schulen 1-3, imputiert	Schulen 2 und 3	Schulen 2 und 3, imputiert	Schule 4	Schule 4, imputiert	Schule 5	Schule 5, imputiert
E1	0,00	0,11	0,04	0,02	0,07	0,04	0,33	0,27
E2	0,14	0,19	0,20	0,16	0,23	0,34	0,33	0,33
E4	0,12	0,20	0,15	0,12	0,34	0,40	0,18	0,20
E6	0,00	0,10	0,12	0,05	0,15	0,30	0,06	0,04
E7	0,06	0,04	0,10	0,01	0,01	0,07	0,42	0,39
E8	0,04	0,01	0,10	0,21	0,05	0,09	0,31	0,31
E9	0,20	0,23	0,11	0,19	0,28	0,23	0,03	0,06
G_1_1	0,14	0,06	0,19	0,29	0,10	0,07	0,26	0,30
G_1_3	0,14	0,05	0,11	0,02	0,37	0,21	0,03	0,07
G_2_3	0,04	0,01	0,00	0,06	0,08	0,21	0,41	0,40
G_2_4	0,20	0,27	0,21	0,31	0,17	0,28	0,08	0,22
G_3_1	0,41	0,39	0,37	0,27	0,25	0,25	0,06	0,05
G_3_2	0,30	0,13	0,39	0,44	0,02	0,15	0,08	0,04
G_3_3	0,10	0,10	0,29	0,35	0,18	0,05	0,29	0,25
G_4_2	0,17	0,05	0,11	0,10	0,00	0,25	0,12	0,16
G_4_4	0,01	0,06	0,04	0,08	0,25	0,24	0,24	0,23
G_5_1	0,12	0,10	0,01	0,04	0,18	0,25	0,36	0,40
G_5_3	0,18	0,30	0,27	0,28	0,13	0,20	0,40	0,31
G_5_4	0,06	0,13	0,03	0,08	0,27	0,34	0,48	0,44
G_6_1	0,04	0,27	0,14	0,21	0,19	0,23	0,11	0,21
G_6_3	0,13	0,10	0,02	0,03	0,34	0,14	0,42	0,48
G_7_2	0,06	0,02	0,00	0,05	0,22	0,00	0,20	0,32
G_7_3	0,04	0,18	0,28	0,33	0,01	0,03	0,20	0,31
G_8_4	0,17	0,21	0,21	0,21	0,01	0,11	0,21	0,26
W_1_1	0,10	0,06	0,04	0,11	0,02	0,08	0,35	0,16
W_2_1	0,21	0,19	0,26	0,29	0,35	0,23	0,51	0,45
W_2_2	0,18	0,07	0,28	0,21	0,04	0,01	0,35	0,28
W_4_2	0,15	0,20	0,02	0,05	0,13	0,12	0,17	0,15
W_5_a	0,24	0,28	0,27	0,21	0,19	0,10	0,13	0,04
W_5_c	0,17	0,19	0,15	0,17	0,19	0,23	0,42	0,56

Tab. 7: Tabelle aller Veränderungen, anhand der Effektstärke (Cohen's d)

In der Tabelle sind die Effektstärken signifikanter Veränderungen hervorgehoben. Die Veränderungen sind in sicherheitsförderlich (grüne Hervorhebung) und sicherheitskritisch (rote Hervorhebung) unterschieden. Eine Ausnahme ist die Veränderung bei W.5.a in der Analyse der Schulen 1-3, da diese nicht klar als sicherheitsförderlich oder -kritisch bezeichnet werden konnte (s.o.).

Dargestellt wurden nur Fragen, die in wenigstens einer Analyse eine signifikante Veränderung mit mindestens schwacher Effektstärke haben. Dies soll der besseren Übersicht dienen.

Vergleicht man die Veränderungen bei den verschiedenen Analysen, insbesondere die Analyse zur Unfallortanalyse und zur ersten Iteration der Verkehrsphysik, kann man feststellen, dass sich die Effekte zum Teil überschneiden. Zum Teil aber ist eine Veränderung nur bei der einen oder anderen Nachbereitung zu erkennen.

8. Evaluation

Es kann also aus diesen Datenanalysen vermutet werden, dass eine Bearbeitung beider Unterrichtseinheiten, sowohl der Unfallortanalyse als auch der Verkehrsphysik, nicht nur einen stärkeren Effekt als Folge haben wird, sondern zumindest zum Teil unterschiedliche Aspekte ansprechen kann. Da beide Einheiten mit anderen Zielen konzipiert wurden, ist dies auch zu erwarten gewesen.

Aus den Erkenntnissen aus Kapitel 8.6.5 und den gerade angestellten Überlegungen scheint eine Kombination aus den Modulen „Verkehrsphysik“ und „Unfallortanalyse“ gut geeignet zu sein. Als Rahmenbedingungen kann man dabei eine gute Motivation durch das Lehrerkollegium und eventuell die Polizeibehörden benennen. Insbesondere eine negative Motivation kann die Nachbereitung stark behindern. Außerdem ist eine gewisse Vorerfahrung, zumindest jedoch ein reflektierter Umgang mit Straßenverkehr wenn nicht notwendig, so doch ausgesprochen hilfreich. Insgesamt scheint das Element einer Verankerung im Lebensumfeld der Schüler ausgesprochen wichtig zu sein. Dies entspricht auch der gängigen Fachliteratur zur Fachdidaktik der Physik (Kuhn, 2008; Merzyn, 2008).

9. Fazit

9.1 Der Forschungsansatz des Design-based Research

Zentrales Element des in Kapitel 1 vorgestellten Forschungsansatz des Design-based Research ist der zyklische Ablauf von Entwicklung, Nutzung, Evaluation und Neuentwicklung. Die vorliegende Arbeit wurde in diesem Sinne geschrieben und sollte eine einzelne Instanz dieses Ablaufes im Detail darstellen.

Für den Autor entsprach die Herangehensweise des in Kapitel 1 dargestellten Arbeitszyklus auch seiner langjährigen naturwissenschaftlichen Arbeitspraxis: Aus bestimmten Forschungsfragen heraus wird eine theoretische Vorüberlegung angestellt. Anhand dieser Vorüberlegungen wird dann ein Experiment, oder wie im vorliegenden Fall mehrere Unterrichtseinheiten, entwickelt und durchgeführt. Im Anschluss wird das Experiment mit den Messinstrumenten des jeweiligen Faches untersucht. Zum Schluss wird zusammengefasst, welche neuen Erkenntnisse das Experiment brachte und daraus werden neue Forschungsfragen entwickelt.

Letztlich wurden während der Durchführung der Studie eigentlich mehrere Zyklen durchlaufen. So stellt die Durchführung einer zweiten Evaluation mit einem abgeänderten Modul „Verkehrsphysik“ eigentlich einen neuen Arbeitszyklus dar. Dieser zweite Durchlauf wurde erst im Verlauf der gesamten Studie nötig, als die in Kapitel 8.5.4 thematisierten Schwächen offenbar wurden. Im Sinne der Lesbarkeit wurde aber darauf verzichtet, in dieser Arbeit einen weiteren Zyklus vollständig zu beschreiben.

Insbesondere die duale Zielrichtung auf ein für die Schule nutzbares Produkt und eine kontinuierliche Weiterverbesserung macht den Forschungsansatz des Design-based Research nach Meinung des Autors zu einer sehr gut verwendbaren Forschungsmethode. Auch für fachfremde Leser ist dieser Arbeitszyklus nachvollziehbar. Und letztlich entspricht er der langjährigen Erfahrung eines naturwissenschaftlichen Studiums, nämlich dem simplen Aufbau „Theorie – Experiment – Auswertung“. Daher kann dieser Forschungsansatz unbedingt empfohlen werden.

9.2 Kontext „Straßenverkehr“ und Kompetenzentwicklung

In Kapitel 2.2.3 wurde der Kontext „Straßenverkehr“ als hilfreich für einen Physikunterricht mit dem Ziel der Kompetenzerweiterung angesehen. Die Untersuchung der Einstellungen der Schülerinnen und Schüler vor und nach der ersten Durchführung des Moduls „Verkehrsphysik“ zeigten auch überwiegend positive Veränderungen. Nach den in Kapitel 7.1 formulierten Beziehungen zwischen den Fragen der Evaluation (den Items) deutet das auf eine Erweiterung der Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler hin.

Bemerkenswert ist auch die unterschiedliche Entwicklung der Schülerinnen und Schüler in der ersten und zweiten Evaluation des Moduls „Verkehrsphysik“. Auch wenn in der zweiten Evaluation die Schülerinnen und Schüler positive Veränderungen bei den Wissensfragen demonstrieren, so sind die Veränderungen bei den übrigen Items grösstenteils negativ. Die posi-

9. Fazit

tiven Veränderungen bei den Wissensfragen demonstrieren, dass durch die Verbesserung der Arbeitsblätter nach der ersten Evaluation scheinbar wirkungsvoll mehr Fachwissen transportiert werden konnte. Die negative Entwicklung in den übrigen Kompetenzbereichen lässt sich nach Meinung des Autors durch zwei große Unterschiede des Moduls erklären:

1. In der zweiten Durchführung wurde die Unterrichtseinheit stark gekürzt. Dadurch fiel die authentische Aufgabe (vgl. 2.2.2) der Unfallberichtanalyse weg. Diese Aufgabe sollte die fachlich erarbeiteten Inhalte in einen ausserschulischen Kontext bringen. Der Ersatz einer kurzen gemeinsamen Besprechung war dagegen nicht ausreichend, die Schülerinnen und Schüler konnten die im fachlichen Teil erarbeiteten Problemlösungsstrategien nicht transferieren.
2. Die Schülerinnen und Schüler unterschieden sich sowohl im Alter als auch der Fahrerfahrung in beiden Evaluationen. Im Mittel waren die Schülerinnen und Schüler in der ersten Evaluation ungefähr ein Jahr älter und waren grösstenteils entweder im Besitz eines Führerscheins oder strebten den zum Zeitpunkt der Befragung an. Für die Schülerinnen und Schüler in der zweiten Befragung war das Thema Straßenverkehr, zumindest in der hier genutzten Ausprägung, daher deutlich lebensferner.

Es scheint also, dass das Thema „Straßenverkehr“ durchaus geeignet ist, die Schülerinnen und Schüler dazu anzuregen, ihr Fachwissen auch in ausserschulischen Kontexten zu nutzen. Dazu aber müssen sie in den ersten Schritten einer solchen Verknüpfung durchaus angeleitet werden, hier bieten sich die auch schon von Kuhn (2008) vorgeschlagenen authentischen Aufgaben an.

Außerdem muss die in Kapitel 2.2.3 getroffene Einschätzung eingeschränkt werden: Der Kontext „Straßenverkehr“ ist zwar durchaus mit einem gewissen Lebensweltbezug versehen, aber nicht in jeder möglichen Ausprägung gleich stark. Es ist daher fraglich, ob für die Schülerinnen und Schüler in der zweiten Durchführung nicht statt PKW beispielsweise Fahrräder oder Motorroller die Hauptrolle in den Arbeitsblättern hätten übernehmen müssen.

Als zwei wichtige grundsätzliche Empfehlungen für weitere Entwicklungen in dem Bereich der Kompetenzentwicklung ist daher zu nennen:

- Authentische Aufgaben scheinen neben ihrer motivierenden Funktion auch eine hohe Relevanz für die Übertragung von Fachwissen in ausserschulische Kontexte zu besitzen.
- Ein Kontext muss sehr genau auf die Schülerinnen und Schüler zugeschnitten sein, damit er sinnstiftend wirken kann. Dabei reichen keine allgemeinen Überlegungen, wie sie auch in dieser Arbeit dargestellt werden.

Für die inhaltliche Weiterentwicklung der Module „Verkehrsphysik“ und „Unfallortanalyse“ soll hier nochmal auf die Kapitel 8.6.5 und 8.7.5 verwiesen werden. Dort wurde bereits ausführlich dargestellt, welcher Verbesserungsbedarf bei den Modulen noch besteht.

9.3 Die Nachbereitung als Verkehrserziehung

Wie bereits in Kapitel 8.5.3 dargestellt, scheint die Nachbereitung in einigen Punkten die Wirkung der Bühnenveranstaltung zu unterstützen. An mehreren Stellen sind die hier gemessenen Effekte stärker als in der Wirkungsevaluation von Hackenfort (2013a). Da sich die Bühnenveranstaltung kaum verändert hat, ist davon auszugehen, dass dieser Effekt auf die Nachbereitung zurückzuführen ist.

Dies war theoretisch bereits vorhergesagt (s. Kapitel 6.5) und wurde nun experimentell bestätigt. Es unterstreicht vor allem die Wichtigkeit einer gemeinsamen Arbeit von Polizei und Schule bei der Verkehrserziehung. Dabei geht der Zeitaufwand der genutzten Module nie über 90 Minuten hinaus. Wie bereits in Kapitel 6.2 dargestellt, sind die verschiedenen Module auch durch verschiedene Fachlehrer nutzbar, eine Forderung, die aufgrund der in Kapitel 5.3 dargestellten Prozessevaluation von Bresges (2011b) erhoben wurde.

Neben den ausführlich evaluierten Modulen bietet sich für die Nachbereitung je nach Zielgruppe auch das Modul „Ablenkungen im Straßenverkehr“ oder „Rollenspiel und Diskussion“ an. Zu anderen Gelegenheiten hat der Autor nach Empfehlung des Lehrpersonals das Modul „Ablenkungen im Straßenverkehr“ genutzt. Hier stellte sich dann auch nochmal heraus, dass die organisatorischen Rahmenbedingungen an Schulen einen starken Einfluss haben (in einem Fall begann die Unterrichtseinheit erst nach Verzögerung, da nicht jeder Rechner ausreichend bestückt war).

Es wurde in der vorliegenden Arbeit versucht, möglichst für jeden Fachlehrer eine Möglichkeit einer schulischen Nachbereitung vorzubereiten. Alle diese Module sollen zu einem besseren Verständnis von Unfallursachen und Unfallvermeidungsmöglichkeiten führen. Wie in der hier dargestellten Evaluation gezeigt für „Verkehrsphysik“ und „Unfallortanalyse“, sind diese beiden Module dazu auch in der Lage, für die übrigen Module kann Ähnliches angenommen werden. Die Wirkung mag nach statistischen Gesichtspunkten schwach sein, entspricht aber in vielen Fällen der von Holte & Pfafferoth (2015) angegebenen typischen Effektstärke in gängigen Präventionskampagnen (üblicherweise $d < 0,3$).

Es ist daher nach Meinung des Autors unbedingt zu empfehlen, die schulische Nachbereitung als Teil des CrashKurs NRW zu sehen. Entsprechende Empfehlungen wurden bereits während der Konzeption des CrashKurs NRW sowie in den bisherigen Evaluationen gegeben (siehe Kapitel 5). Mit der vorliegenden Arbeit wurde ein messbarer Effekt gezeigt. Weitere Anstrengungen der landesweiten Projektleitung des CrashKurs NRW sollten sich also darauf konzentrieren, die Schulen und Lehrerkollegien für die Durchführung der schulischen Nachbereitung zu motivieren und Fortbildungsmaßnahmen für interessierte Lehrerinnen und Lehrer anzubieten.

Eine für die Fortführung des CrashKurs NRW und die Auswahl der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler wichtige Erkenntnis wird in Kapitel 8.6.5 deutlich. Auch wenn im Modulhandbuch (Bresges & Hofmann, 2011) die Klasse 10 als Zielgruppe der Bühnenveranstaltung genannt wird, ist doch in Anbetracht der hier gemachten Erfahrung zumindest zweifelhaft, ob diese Empfehlung aufrechterhalten werden kann. Es empfiehlt sich eine eingehende Beobachtung dieser Altersgruppe, ob die intendierte Wirkung dort tatsächlich erzielt werden kann. Der

9. Fazit

Autor rät bis zu den Ergebnissen dieser nochmaligen Untersuchung eingehend davon ab, die Bühnenveranstaltung in dieser Altersgruppe durchzuführen.

9.4 Zusammenfassung und Ausblick

In der vorliegenden Arbeit sollte anhand des Forschungsansatzes des Design-Based Research eine schulische Nachbereitung zu einer Unfallpräventionsmaßnahme der Landespolizei NRW entwickelt werden. Grundlegende Forschungsfragen waren dabei, ob diese schulische Nachbereitung einen unterrichtlichen Nutzen und einen Nutzen im Sinne der Verkehrserziehung bringt (s. Kapitel 1).

Anhand der theoretischen Vorüberlegungen (Kapitel 2-4) und der Erkenntnisse bisheriger Studien zum CrashKurs NRW (Kapitel 5) wurden verschiedene Unterrichtsmodule entwickelt (Kapitel 6). Zur Wirksamkeitsüberprüfung wurde ein Fragebogen entwickelt und Testmethoden ausgewählt (Kapitel 7). Zwei Unterrichtsmodule wurden in verschiedenen Schulen durchgeführt und evaluiert (Kapitel 8).

Insgesamt zeigt sich, dass beide grundlegenden Forschungsfragen positiv beantwortet werden konnten, trotz der gemachten Einschränkungen (s.o.). Auch der Forschungsansatz hat sich als praktikabel herausgestellt.

Nach Meinung des Autors wurde in der vorliegenden Arbeit anschaulich demonstriert, dass Verkehrserziehung im Unterricht nicht nur einen gesellschaftlichen Nutzen hat, sondern auch im Sinne des Kernlehrplans (MSW, 2013) die Entwicklung von Kompetenzstufen unterstützen kann.

Ebenso wurde anschaulich demonstriert, dass Verkehrsunfallpräventionsmaßnahmen von einer ausführlichen Behandlung im Schulunterricht profitieren können. Im Sinne des aristotelischen Ansatz kann in der Schule Überzeugungsarbeit auf rationaler und sachlicher Ebene geleistet werden.

Im Sinne des Design-based Research ist ein entwickeltes Produkt aber nie als fertig anzusehen. Aus der hier durchgeführten Studie entstehen neue Forschungsfragen als Ziel für weitere Studien:

- Inwiefern ist die Nutzung von lokalen Zeitungsberichten anstelle des Unfallberichtes der Polizei im Modul „Verkehrsphysik“ hilfreich? Nach Kuhn (2008) ist eine hohe Motivation zu erwarten, aber gilt dies auch für den Kompetenzzuwachs?
- Ist es hilfreich im Sinne der Unfallprävention, wenn mehrere Unterrichtsmodule durchgeführt werden? Im vorliegenden Fall konnte immer nur ein Modul durchgeführt werden, was für Änderungen ergäben sich bei einer Durchführung von zwei oder mehr Modulen? Ist die kombinierte Durchführung der Module „Verkehrsphysik“ und „Unfallortanalyse“ besonders vielversprechend?
- Können die hier genutzten Module auch ohne den Kontext Bühnenveranstaltung des CrashKurs NRW einen Effekt erzielen? Wie groß ist dieser Effekt und wie muss der Kontext den Schülerinnen und Schülern nahegebracht werden?
- Steigt die Argumentationskompetenz der Schülerinnen und Schüler durch die Nutzung dieser Module? Welche Module können dabei besonders hilfreich sein?

9. Fazit

- Müssen die hier vorgestellten Module für Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf umformuliert werden? Welchen Effekt haben die Module auf Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf?

Fraglos gibt es im Schnittbereich zwischen Physikdidaktik und Verkehrserziehung noch viele ungeklärte Fragen. Es bleibt dem Autor zu hoffen, dass die Erkenntnisse dieser Arbeit wichtige Impulse sowohl für die fachdidaktische Forschung im Bereich Kompetenz- und Kontextorientierung als auch für die Verkehrserziehung bei jungen Erwachsenen geliefert haben. Insbesondere die geforderte Kompetenzentwicklung im Bereich Bewertung kann von einer stärkeren Verknüpfung zu einem Bereich des täglichen Lebens wie Straßenverkehr, in dem eine Vielzahl von Urteilen verlangt wird, nach Meinung des Autors nur profitieren.

10. Literaturhinweise

- Anderson, D.S. (2011). Persuasion and Motivational Messaging. In: Porter, B. (Hrsg.), *Handbook of Traffic Psychology*, S. 423-439. Elsevier Inc. Doi: 10.1016/B978-0-12-381984-0.10030-X
- Anderson, R. (1998). Why Talk About Different Ways to Grade? The Shift from Traditional Assessment to Alternative Assessment. In: *New Directions for Teaching and Learning*, 1998/74, S. 5-16. DOI:10.1002/tl.7401
- Anderson, R.W.G., McLean, A.J., Farmer, M.J.B., Lee, B.H., Brooks, C.G. (1997). Vehicle travel speeds and the incidence of fatal pedestrian crashes. In: *Accident Analysis and Prevention*, 29 (5), S. 667-674. DOI: 10.1016/S0001-4575(97)00036-5
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change. In: *Psychological Review*, 84 (2), S. 191-215
- Bao, L. (2006). Theoretical comparisons of average normalized gain calculations. In: *American Journal of Physics*, 74 (10), S. 917-922. DOI: 10.1119/1.2213632
- Bilmes, J. A. (1998). *A Gentle Tutorial of the EM Algorithm and its Application to Parameter Estimation for Gaussian Mixture and Hidden Markov Models*. Abgerufen von (16.4.2015): <http://www.icsi.berkeley.edu/ftp/global/pub/techreports/1997/tr-97-021.pdf>
- Borman, S. (2009). *The Expectation Maximization Algorithm. A short tutorial*. Abgerufen von (16.4.2015): http://www.seanborman.com/publications/EM_algorithm.pdf
- Böwing-Schmalenbrock, M., Jurczok, A. (2011). *Multiple Imputation in der Praxis: ein sozialwissenschaftliches Anwendungsbeispiel*. Potsdam. Abgerufen als urn:nbn:de:kobv:517-opus-58111 von <http://opus.kobv.de/ubp/volltexte/2012/5811/>
- Busse, A. (2006). *Computersimulationen zu Mechanik und Straßenverkehr in der gymnasialen Oberstufe*. Doktorarbeit: Universität Duisburg-Essen. Mülheim an der Ruhr.
- Bresges, A. (2002). *Objektorientierte Modellbildung in der naturwissenschaftlichen und technischen Bildung*. Doktorarbeit: Universität Duisburg-Essen. Duisburg.
- Bresges, A. (2007). *Untersuchung und Veränderung des Verhaltens von Verkehrsteilnehmern aus der Perspektive der Didaktik der Physik*. Habilitationsschrift: Universität Duisburg-Essen. Duisburg.
- Bresges, A. (2011a). *Unterrichtliche Nachbereitung des Unfallpräventionsprogrammes „Crash Kurs NRW“ - eine physikbezogene Aufgabe mit fächerverbindendem Anspruch*. Phy-Did B - Didaktik der Physik (ISSN 2191-379X), Jahrgang 2011.

10. Literaturhinweise

- Bresges, A. (2011b). *Prozessevaluation des CrashKurs NRW. Bericht der wissenschaftlichen Begleitung*. Düsseldorf: Innenministerium des Landes NRW.
- Bresges, A. Hofmann, U. (n. veröff.). *Modulhandbuch, 2. Auflage*.
- Bresges, A., Hofmann, U. (2011). *Modulhandbuch*. URL: http://www.crashkurs-nrw.uni-koeln.de/repository.php?ref_id=79&cmd=sendfile
- Brezinka, V. (2009). Computerspiele in der Verhaltenstherapie mit Kindern. In: Schneider, S., Margraf, J., (Hrsg.) (2009). *Lehrbuch der Verhaltenstherapie, Bd. 3*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokio, S. 233-241. DOI: 10.1007/978-3-540-79545-2_15
- Chang, S., Chiu, M. (2005). The Development of Authentic Assessments to Investigate Ninth Graders' Scientific Literacy: In the Case of Scientific Cognition Concerning the Concepts of Chemistry and Physics. In: *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3/1, S. 117-140. DOI: 10.1007/s10763-004-5239-0
- Cherry, E. C. (1953). Some experiments on the recognition of speech, with one and with two ears. *Journal of the Acoustical Society of America*. 25, S. 975–979. DOI:10.1121/1.1907229
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112 (1), S. 155-159.
- Crews, T., Biswas, G., Goldman, S., Bransford, J. (1997). Anchored Interactive Learning Environments. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 8.
- Cronbach, L.J. (1951). *Coefficient Alpha and the internal structure of tests*. *Psychometrika* 16(3), S. 297-334.
- de Freitas, S. (2006). *Learning in Immersive Worlds*. Bristol: Joint Information Systems Committee. Abgerufen von: http://www.jisc.ac.uk/media/documents/programmes/elearninginnovation/gamingreport_v3.pdf
- Dempster, A.P., Laird, N.M., Rubin, D. B. (1977). Maximum Likelihood from Incomplete Data via the EM Algorithm. In: *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 39 (1), S. 1-38
- Dreisbach, F. (2010). *Geschwindigkeit und Geschwindigkeitswahl im Straßenverkehr als Gegenstand eines Kontextorientierten Physikunterrichts in der Mittelstufe und der gymnasialen Oberstufe*. Examensarbeit: Universität zu Köln. Köln.
- Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), S. 5-8. DOI:10.3102/0013189X03200100

10. Literaturhinweise

- Dörner, D. (2003). *Die Logik des Misslingens: Strategisches Denken in komplexen Situationen*. Reinbek bei Hamburg.
- Duit, R., Häußler, P., Prenzel, M. (2002). Schulleistungen im Bereich der naturwissenschaftlichen Bildung. In: Weinert, F.E. (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen, 2. Auflage*, S. 17-32. Weinheim und Basel: Beltz Verlag.
- Duit, R. (2010). Schülervorstellungen und Lernen von Physik. In: Duit, R. (Hrsg.). *Piko-Briefe. Der fachdidaktische Forschungsstand kurzgefasst*. IPN Kiel. Abgerufen von: <http://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-physik/piko/piko-briefe032010.pdf>
- Duit, R., Wodzinski, C.T. (2010). Merkmale guten Physikunterrichts. In: Duit, R. (Hrsg.). *Piko-Briefe. Der fachdidaktische Forschungsstand kurzgefasst*. IPN Kiel. Abgerufen von: <http://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-physik/piko/piko-briefe032010.pdf>
- Duit, R., Mikelskis-Seifert, S. (2010). Kontextorientierter Physikunterricht. In: Duit, R. (Hrsg.). *Piko-Briefe. Der fachdidaktische Forschungsstand kurzgefasst*. IPN Kiel. Abgerufen von: <http://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-physik/piko/piko-briefe032010.pdf>
- Einig, Klaus; Pütz, Thomas (2007): Regionale Dynamik der Pendlergesellschaft. Entwicklung von Verflechtungsmustern und Pendeldistanzen. In: *Informationen zur Raumentwicklung*, H. 2/3, S. 73-91.
- Egenfeldt-Nielsen, S. (2007). Att skapa ljuv musik: Det pedagogiska användandet av datorspel (in swedish). In: Jonas Linderöth (Hrsg.), *Datorspelandets Dynamik*, S.185-206. Lund, Sweden: Studentlitteratur. Abgerufen von: http://egenfeldt.eu/papers/sweet_music.pdf
- Engström, J., Victor, T., Markkula, G. (2013). Attention Selection and Multitasking in Everyday Driving: A Conceptual Model. In: Regan, M., Lee, J., Victor, T. (Hrsg.), *Driver Distraction and Inattention*, S. 27-54. Farnham: Ashgate.
- Eysink, T. H. S., Dijkstra, S., Kuper, J. (2001). Cognitive processes in solving variants of computer-based problems used in logic teaching. *Computers in Human Behavior*, 17(1), S. 1-19.
- Gilani, G. S. (2013). *Alterskorrelierte Einschränkungen der Fahrfähigkeit von 70-jährigen und älteren Autofahrern*. Stuttgart. Abgerufen als urn:nbn:de:bsz:16-heidok-150594 von <http://www.ub.uni-heidelberg.de/archiv/15059>
- Geban, Ö., Askar, P., Özkan, İ. (1992). Effects of Computer Simulations and Problem-Solving Approaches on High School Students. *The Journal of Educational Research*, 86(1), S. 5-10
- Glanz, K., Rimer, B.K. & Su, S.M. (2005). *Theory at a glance: A guide for health promotion practice (second edition)*. Washington, D.C., U.S.A.: National Cancer Institute, National Institute of Health.

10. Literaturhinweise

- Günzel, H.-P., Ketzner, B., Koslowsky, U., Mönnighoff, M. (2009). *Verkehrslehre. Leitfaden für Verkehrssicherheitsarbeit der Polizei in Studium und Praxis. 11., überarbeitete Auflage.* Hilden (Rhld.): Verlag Deutsche Polizeiliteratur GmbH.
- Hackenfort, M. (2007). *Entwicklung und Evaluation eines zielgruppenspezifischen Präventionsprogramms zur Verringerung von Wegeunfällen.* Doktorarbeit: Universität Duisburg-Essen. Legden.
- Hackenfort, M. (2012). Psychologische Sicherheitsforschung: Ursachen und Folgen von subjektiven Fehleinschätzungen und ihre Bedeutung für den Straßenverkehr. *SIAK Journal: Zeitschrift für Polizeiwissenschaft und polizeiliche Praxis*, 3, S. 16-26.
- Hackenfort, M. (2013a). Untersuchung der Wirkungen eines Unfallpräventionsprogramms mit konfrontativen Stilmitteln. In: *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 59(3). S. 155-160.
- Hackenfort, M. (2013b). Unaufmerksamkeit und Ablenkung. Literaturreview im Auftrag des Schweizerischen Versicherungsverbandes SVV. In: *ZHAW Online Publikation*. Winterthur: ZHAW.
- Hackenfort, M., Bresges, A., Weber, J., Hofmann, U. (2015). Rezeption und Wirkung der Kampagne CrashKurs NRW. In: Klimmt, C., Maurer, M., Holte, H., Baumann, E. (Hrsg.), *Verkehrssicherheitskommunikation*, S. 175-197. Wiesbaden: Springer Fachmedien. Doi: 10.1007/978-3-658-011307-7_10
- Harreis, H. (1988). Die Dilemma-Zone vor einer Verkehrsampel. Ein Beitrag zum Physikunterricht und zur Verkehrserziehung. In: *Zeitschrift für Verkehrserziehung*, 38 (1). S. 3-10.
- Hayden, J. (2014). *Introduction to health behavior theory – second edition.* Wayne, NJ: Jones & Bartlett Publishing.
- Holte, H. (1996). *Kenngößen subjektiver Sicherheitsbewertung.* Bergisch Gladbach: Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen.
- Holte, H., Pfafferott, I. (2015): Wirkungsmechanismen und Erfolgsfaktoren von Verkehrssicherheitskampagnen. In: Klimmt, C., Maurer, M., Holte, H., Baumann, E. (Hrsg.), *Verkehrssicherheitskommunikation*, S. 99-116. Wiesbaden: Springer Fachmedien. Doi: 10.1007/978-3-658-011307-7_6
- Holte, H. (2015). Zielgruppe junge Fahrerinnen und Fahrer. In: Klimmt, C., Maurer, M., Holte, H., Baumann, E. (Hrsg.), *Verkehrssicherheitskommunikation*, S. 35-52. Wiesbaden: Springer Fachmedien. Doi: 10.1007/978-3-658-011307-7_3
- Janßen, A. (2011). *Die Nachbereitung des CrashKurs NRW im Unterricht: Entwurf eines Unterrichtskonzeptes mit Ansätzen zur qualitativen Analyse der Unterrichtswirksamkeit.* Examensarbeit: Universität zu Köln. Köln.

10. Literaturhinweise

Jonaßon, M. (2014). *Nachbereitung der Bühnenveranstaltung „CrashKurs NRW“ anhand einer Unterrichtseinheit im Bereich der Physik des Straßenverkehrs*. Köln.

Kahneman, D. (2012). *Schnelles Denken, langsames Denken*. München: Siedler Verlag.

Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H., Komorek, M. (1997). Das Modell der didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftliche Forschung und Entwicklung. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*. 3(3). S. 3-18.

Karagiannidis, G. K., Lioumpas, A. S. (2007). An Improved Approximation for the Gaussian Q-Function. In: *IEEE Communications Letters*, 11 (8), S. 644-646.

Klimmt, C., Jäncke, L., Vorderer, P. (2015). Die Wirkungen von Computerspielen auf das Fahrverhalten. In: Klimmt, C., Maurer, M., Holte, H., Baumann, E. (Hrsg.), *Verkehrssicherheitskommunikation*, S. 239-254. Wiesbaden: Springer Fachmedien. Doi: 10.1007/978-3-658-011307-7_13

Klimmt, C., Maurer, M. (2015). Rezeption und Wirkung einer längerfristigen Kampagne: Runter vom Gas!, 2008 bis 2010. In: Klimmt, C., Maurer, M., Holte, H., Baumann, E. (Hrsg.), *Verkehrssicherheitskommunikation*, S. 117-134. Wiesbaden: Springer Fachmedien. Doi: 10.1007/978-3-658-011307-7_7

Klimmt, C., Maurer, M. (2012). *Evaluation der bundesweiten Verkehrssicherheitskampagne „Runter vom Gas!“*. In: Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M223. Bergisch Gladbach.

Kortland, J. (2007). Context-based science curricula: Exploring the didactical friction between context and science content, *ESERA*. Malmö, Sweden. Kann abgerufen werden von: http://www.staff.science.uu.nl/~kortl101/art_esera-07-paper.pdf

Kreiten, M. (2012). *Chancen und Potenziale web-basierter Aufgaben im physikalischen Praktikum*. Doktorarbeit: Universität zu Köln. Köln.

Kreiten, M., Bresges, A., Schadschneider, A. (2010). *Möglichkeiten von interaktiven 3d-Simulationen zur Unterstützung von Versuchen im physikalischen Praktikum*. PhyDid B – Didaktik der Physik, Jahrgang 2010

Kröger, M. (2002). *Methodische Auslegung und Erprobung von Fahrzeug-Crashstrukturen*. Doktorarbeit: Universität Hannover. Hannover.

Kuhn, J. (2008). *Authentische Aufgaben im theoretischen Rahmen von Instruktions- und Lehr-Lern-Forschung: Effektivität und Optimierung von Ankermedien für eine neue Aufgabenkultur im Physikunterricht*. Habilitationsschrift: Universität Koblenz-Landau. Landau.

Kuhn, J., Müller, A. (2007). Authentische Aufgaben zur Kompetenzausrichtung. In: *Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule*. Heft 6/56. S. 38-45.

10. Literaturhinweise

- Limbourg, M. (2010). Jugendliche unterwegs. In: *Prävention in NRW*, Bd. 46. Unfallkasse Nordrhein-Westfalen.
- Limbourg, M., Mühlenbruch, I. (2012). *Evaluation des Projektes "Schutzengel" im Kreis Gütersloh*. In: Verband öffentlicher Versicherer (Hrsg.): *Schadensprisma 1/2012*, Düsseldorf
- Little, R. (1988). A Test of Missing Completely at Random for Multivariate Data with Missing Values. *Journal of the American Statistical Association* 83 (404), S. 1198-1202.
- MacLean, P. D. (1993). On the Evolution of three mentalities. In: James B. Ashbrook (Hrsg.) *Brain, Culture & the Human Spirit: Essays from an emergent evolutionary perspective*. Lanham, MY: University Press of America.
- Mader, M.: Bresges, A.: Topal, R., Busse, A., Forsting, M., Gizewski, E. (2009): Simulated car driving in fMRI—Cerebral activation patterns driving an unfamiliar and a familiar route. *Neuroscience Letters*. Volume 464, Issue 3. S. 222-227.
- Markowski, C. A., Markowski, E. P. (1990). Conditions for the Effectiveness of a Preliminary Test of Variance. *The American Statistician*. Volume 44, No. 4. S. 322-326.
- Massing P. (1999). Pro-Contra-Debatte. in: Mickel, W. (Hrsg.), *Handbuch zur politischen Bildung, Schriftenreihe der Bundeszentrale für politische Bildung Band 358*, S. 403-407. Bonn.
- Maurischat, C. (2001). Erfassung der "Stages of Change" im Transtheoretischen Modell Prochaskas - eine Bestandesaufnahme. Unveröffentlichter Forschungsbericht des Psychologischen Instituts der Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg i. Br. (Nr. 154, Abteilung für Rehabilitationspsychologie). Abgerufen von: <https://www.psychologie.uni-freiburg.de/forschung/fo-be-files/154.pdf>
- Merzyn, G. (1998) Sprache im naturwissenschaftlichen Unterricht, Teil 1-3. In: *Physik in der Schule*, 36, S. 203-205, S. 243-246, S. 284-287
- Merzyn, G. (2010). Physik - ein schwieriges Fach. In: *Praxis der Naturwissenschaften*, 5/59, S. 9-12
- Merzyn, G. (2008). *Naturwissenschaften, Mathematik, Technik - immer unbeliebter?*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren GmbH
- Ministerium für Schule und Weiterbildung (MSW) (2013). *Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium / Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen. Physik*. Düsseldorf: Ministerium für Schule und Weiterbildung. Abgerufen von: http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SII/ph/GOST_Physik_Endfassung.pdf
- Ministerium für Schule und Weiterbildung (MSW) (2005). *Verwaltungsvorschriften zu §57 Abs. 1 SchulG. Aufsicht*. Düsseldorf: Ministerium für Schule und Weiterbildung. Abgerufen von:

10. Literaturhinweise

<https://www.schulministerium.nrw.de/docs/Recht/Schulrecht/Schulfahrten/Kontext/2013-04-01-Aufsichtserlass1.pdf>

Müller, R. (2006). *Physik in interessanten Kontexten*. Abgerufen von: <https://www.tu-braunschweig.de/Medien-DB/ifdn-physik/physik-in-interessanten-kontexten-rmueller.pdf>

Nielsen, S. F. (2000). The stochastic EM algorithm: Estimation and asymptotic results. In: *Bernoulli*, 6 (3), S. 457-489.

Ogawa, S., Lee, T.M., Nayak, A. S., Glynn, P. (1990). Oxygenation Sensitive Contrast in Magnetic Resonance Image of Rodent Brain at High Magnetic Fields. *Magnetic Resonance in Medicine*, 14(1), S. 68-78.

Papageorgiou, M., Leibold, M., Buss, M. (2012). Methode der kleinsten Quadrate. In: *Optimierung*. S. 121-138. Heidelberg, Springer-Verlag. DOI: 10.1007/978-3-540-34013-3_6

Patton, P. (2008). One World, Many Minds: Intelligence in the Animal Kingdom. In: *Scientific American: Mind. December 2008/Januar 2009*. Abgerufen von <http://www.scientificamerican.com/article/one-world-many-minds/>

Piaget, J. *The Science of Education and the Psychology of the Child*. New York: Basic Books, 1970.

PISA-Konsortium Deutschland (Hrsg.). (2007). *PISA 2006 – Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie*. Waxmann: Münster.

Prensky, M. (2001). *Digital Game-Based Learning*. New York, USA: McGraw-Hill Companies.

Prochaska, J.O. & DiClemente, C.C. (1983). Stages and processes of self-change of smoking: Toward an integrative model of change. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 51(3), S. 390-395.

Rammstedt, B. (2004): Zur Bestimmung der Güte von Multi-Item-Skalen: Eine Einführung. In: *ZUMA How-to Berichte, Nr. 12*. Mannheim: Zentrum für Umfragen, Methoden und Analysen.

Redish, E. (2004). *A Theoretical Framework for Physics Education Research: Modeling Student Thinking*. [arXiv:physics/0411149](https://arxiv.org/abs/physics/0411149)

Reich, K. (2007a). Blitzlicht. In: Reich, K. (Hg.). *Methodenpool*. Abgerufen von: <http://methodenpool.uni-koeln.de>

10. Literaturhinweise

- Reich, K. (2007b). Stationenlernen. In: Reich, K. (Hg.). *Methodenpool*. Abgerufen von: <http://methodenpool.uni-koeln.de>
- Reinmann, G. (2005). Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based-Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. *Unterrichtswissenschaft* 33(1), S. 52-69
- Sagberg, F. (1999). Road accidents caused by drivers falling asleep. In: *Accident Analysis and Prevention*, 31(6), S. 639-649. Elsevier Ltd. DOI: 10.1016/S0001-4575(99)00023-8
- Schaaf, P. (2011). *Mechanik des Straßenverkehrs*. Frechen.
- Schaap, N., van der Horst, R., van Aren, B., Brookhuis, K. (2013). The Relationship between Driver Distraction and Mental Workload. In: Regan, M., Lee, J., Victor, T. (Hrsg.), *Driver Distraction and Inattention*, S. 63-80. Farnham: Ashgate.
- Schadschneider, A. (2000). Statistical Physics of Traffic Flow Models, *Physica A*, 285 (1-2), S. 101-120
- Schafer, J., Graham, J. (2002). Missing Data: Our View of the State of the Art. *Psychological Methods*, 2002, Vol. 7, No. 2, S. 147–177 DOI: 10.1037//1082-989X.7.2.147
- Schauble, Glaser, Duschl, Schulze und John (1995). Students' Understanding of the Objectives and Procedures of Experimentation in the Science Classroom. *The Journal of the Learning Sciences*, 4(2), S. 131-166
- Schaumburg, H., Prasse, D., Tschackert, K., Blömeke, S. (2007). Lernen in Notebook-Klassen. Endbericht zur Evaluation des Projekts "1000mal1000: Notebooks im Schulranzen. Bonn. Abgerufen von: <http://www.willigis-online.de/wp-content/uploads/2013/07/n21evaluationsbericht.pdf>
- Schmidt, A. (2010): Normalverteilungsannahme und Transformationen bei Regressionen. In: Albers, S., Klapper, D., Konradt, U., Walter, A., Wolf, J. (Hrsg.): *Ergänzungen zur Methodik der empirischen Forschung*. Wiesbaden: Gabler Verlag
- Schmitt, N. (1996). Uses and abuses of coefficient alpha. *Psychological Assessment*, 8(4), S. 350-353
- Schult, C., Bresges, A., (2014). Physik als Teil des interdisziplinären K.Ö.L.N.-Projektes. In: *PhyDid B - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung des Fachverbandes Didaktik der Physik in Frankfurt* (ISSN 2191-379X). Abgerufen von www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/download/549/697
- Sedlmeier, P. Renkewitz, F. (2013). *Forschungsmethoden und Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler. 2., aktualisierte und erweiterte Auflage*. Hallbergmoos, Pearson Deutschland GmbH.
- Sharp, L. (2012). Stealth Learning: Unexpected Opportunities Through Gaming. *Journal of Instructional Research*, 1, S. 42-48

10. Literaturhinweise

Siebert, H. (2009). *Didaktisches Handeln in der Erwachsenenbildung: Didaktik aus konstruktivistischer Sicht*. Augsburg: ZIEL.

Spiegel, B. (2012). *Die obere Hälfte des Motorrads (7. Auflage)*. Stuttgart, Motorbuch Verlag.

Statistisches Bundesamt (2011). *Unfallstatistik – Verkehrsmittel im Risikovergleich*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt. Abgerufen von: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/WirtschaftStatistik/Verkehr/Unfallstatistik122010.pdf?__blob=publicationFile

Statistisches Bundesamt (2012). *Verkehrsunfälle – Fachserie 8, Reihe 7 – 2011*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt. Abgerufen von: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Verkehrsunfaelle/VerkehrsunfaelleJ2080700117004.pdf?__blob=publicationFile

Stephan, E., Zimmermann, C. (2007). *PopKo. Psychologisch optimierte polizeiliche Kontrollstrategie. Abschlussbericht*. Köln.

Thalheimer, W., & Cook, S. (2002, August). *How to calculate effect sizes from published research articles: A simplified methodology*. Abgerufen am 8. Juli 2014 von: http://work-learning.com/effect_sizes.htm.

Treitz, N. (1998). Fallen und Bremsen – ganz einfach. In: *Naturwissenschaften im Unterricht. Physik*. 9 (46). S. 36-38.

Trick, L.M., Enns, J.T. (2009). A two-dimensional framework for understanding the role of attentional selection in driving. In: Candida Castro (Hrsg.). *Human Factors of Visual and Cognitive Performance in Driving*, S. 63-73. Taylor Francis.

Turner, L.W., Hunt, S.B., DiBrezzo, R., Jones, C., 2004, Design and implementation of an osteoporosis prevention program using the health belief model, *American Journal of Health Studies*, 19 (2), S. 115-121

Vorderer, P., Klimmt, C. (2006). Rennspiele am Computer: Implikationen für die Verkehrssicherheitsarbeit. In: *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M181*. Bergisch Gladbach.

Vygotsky, L. S. *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1978.

Weber, J. (2011). *Integration eines computergestützten Klimamodells in ein fächerverbindendes Schülerlabor mit dem Rahmenthema: „Unser Raumschiff Erde“*. Examensarbeit: Universität zu Köln. Köln.

Weber, J., Bresges, A. (2012). HellGoLand: Ein Serious Game für den Einsatz im Zdi-Schülerlabor "Unser Raumschiff Erde", PhyDid B. In: *PhyDid B - Beiträge zur DPG-Früh-*

10. Literaturhinweise

jahrstagung des Fachverbandes Didaktik der Physik in Mainz (ISSN 2191-379X). Abgerufen von <http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/view/362>

Weber, J., Bresges, A. (2013). Authentische Probleme für authentische Aufgaben im Bereich der Verkehrserziehung. In: *PhyDid B - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung des Fachverbandes Didaktik der Physik in Jena* (ISSN 2191-379X). Abgerufen von <http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/download/465/605>

Weber, J., Bresges, A. (2014). Using serious games and computer simulations in an authentic context for physics education. In: Constantinou C.P., Papadouris, N., Hadjigeorgiou, A. (Hrsg.) *E-Book Proceedings of the ESERA 2013 Conference: Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning. Part 4* (Olympiou, G., Marzin-Janvier, P.), (104-115). Nicosia, Cyprus: European Science Education Research Association. ISBN: 978-9963-700-77-6

Weinert, F.E. (2002). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: Weinert, F.E. (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen, 2. Auflage*, S. 17-32. Weinheim und Basel: Beltz Verlag.

Weizman, A. (2014). Designing Casual Serious Games in Science. The case of „Couch Potatoes Defense“. In: *EAI Endorsed Transactions on Serious Games 14(3): e6*. DOI: 10.4108/sg.1.3.e6

Westphal, W. (1995). Wieweit eignet sich Physikunterricht zur Verkehrserziehung?. In: *Naturwissenschaften im Unterricht. Physik*. 6 (30). S. 9-11.

Wilhelm, M., Messmer, K., Rempfler, A. (2007). Ausserschulische Lernorte – Chance und Herausforderung. In: Messmer, K., von Niederhäusern, R., Rempfler, A., Wilhelm, M. (Hrsg.) (2007). *Ausserschulische Lernorte – Positionen aus Geographie, Geschichte und Naturwissenschaften*. S. 8-25. Lit Verlag. Zürich.

Willer, J. (2003). *Didaktik des Physikunterrichts*. Frankfurt am Main: Wissenschaftlicher Verlag Harri Deutsch GmbH.

Wirtz, M. (2004). Über das Problem fehlender Werte: Wie der Einfluss fehlender Informationen auf Analyseergebnisse entdeckt und reduziert werden kann. In: *Rehabilitation 2004*; 43, S. 109 – 115. Stuttgart/New York: Georg Thieme Verlag. DOI 10.1055/s-2003-814839

Zimmermann, C. (2007). *PopKo. Psychologisch optimierte polizeiliche Kontrollstrategie. Abschlussbericht*. Köln.

11. Anhang

11.1 Verwendete Unterrichtsmaterialien und Lehrerhandhouts

11.1.1 Station Ablenkungen im Strassenverkehr

Ablenkungen im Strassenverkehr: Simulation einer Autofahrt

Überblick über das Modul

- Ablenkungen sind eine der Hauptursachen von Verkehrsunfällen, werden aber oft falsch eingeschätzt, da die ablenkende Tätigkeit als Routinehandlung verstanden wird und daher subjektiv keine Aufmerksamkeit erfordert
- Im vorliegenden Modul sollen die SuS erst Erfahrung mit einer Rennsimulation sammeln und dann gemeinsam Ablenkungen auflisten und diese Ablenkungen selber simulieren
- Die SuS benötigen hierzu in Kleingruppen von vier bis fünf Personen einen PC (oder Tablet-PC), auf dem ein Rennspiel zur Verfügung steht, welches Bestzeiten für Runden anzeigen kann

Einsatz im Unterricht

- Da dieses Modul zeitlich gesehen am Nächsten zum CrashKurs NRW liegt, sollte hier die Emotionalisierung der SuS behandelt werden
- Das Modul beginnt mit einer Einteilung der SuS in Kleingruppen und die Verteilung der Gruppen auf die zur Verfügung stehenden Geräte
- Dann sollen die SuS die Steuerung der genutzten Rennsimulation erlernen und in versuchen, in ihrer Gruppe Bestzeiten zu erlangen
- Nach einer Eingewöhnungsphase sollen die SuS in Gruppenarbeit Ablenkungen benennen und diese nach ihrer Schwere sortieren und ihre Einschätzung der Klasse präsentieren
- Daraufhin sollen die SuS die jeweiligen Ablenkungen simulieren, während ein Gruppenmitglied wieder spielt und jeweils versuchen, ihre vorherigen Bestzeiten zu erreichen
- Nach Ende einer längeren Spielphase sollen die SuS ihre Bestzeiten vergleichen und anhand dieser Ergebnisse erneut eine subjektive Einschätzung des Ablenkungsgrades abgeben
- Alternativ können zwei populäre Schüler oder Schülerinnen ihre Fahrfähigkeiten mit und ohne Ablenkung demonstrieren

Lernziel

- Die Sus sollen lernen, Ablenkungen richtig einzuschätzen
- Die Sus sollen erfahren, was für Konsequenzen Ablenkungen haben können

Rennspielwahl

- Es stehen eine Reihe von nicht hardwareintensiven, kostenlosen Rennspielen zu Verfügung
- Auf dem Mandantenserver wird eine aktuelle Auswahl von potentiellen Spielen vorgehalten
- Prinzipielles Kriterium wäre eine realistisch anmutende Grafik und die Anzeige einer Rundenbestzeit sowie das einfache Erlernen der Steuerung

Unterrichtsentwurf – Ablenkungen im Strassenverkehr

1. Verlaufsplan

Name	Klasse	Schule	Fach	Thema	Datum
Zeit		Intentionen / Phasen		Lernarrangement (Inhalt, Arbeitsformen)	Sozialformen, Medien, Materialien
5 min	1. Finetieg	Plenumsdiskussion: Anknüpfung an Crash Kurs: Was habt ihr erlebt und erfahren, was müchtet ihr loswerden?		Unterrichtsgespräch	
5 min	2. Einführung	Erläuterung zum Ablauf der Stunde Gruppeneinteilung (Gruppengröße 4-5 SuS)		Lehrervortrag Computerraum	
20 min	3. Ersterarbeitung	Kurvenfahrt-Modul im Programm „Mechanik und Verkehr 3“ nutzen (http://www.crashkurs-nrw.un-koeln.de/goto.php?target=cat_76&client_id=MNF_Pol) Alternativ ein Programm aus dem aktuellen Katalog im Crash-Kurs-Server nutzen Erreichen von Bestzeiten für eine Rundenzeit in der Gruppe Bis zur „Langeweile“ spielen		Gruppenarbeit Computer „Mechanik und Verkehr 3“ oder entsprechende Alternative	
15 min	4. Diskussion über Ablenkungen	Computermontüre abschalten Diskussion in Gruppen: Was sind Ablenkungen im Strassenverkehr? Wie schlimm sind diese? Die SuS sollen in ihren Gruppen Ablenkungen benennen und nach der Schwere der Ablenkung sortieren Diese Reihenfolge wird der Klasse präsentiert, als Tafelbild, OHP-Folie oder Computerpräsentation (je nach Ausstattung des Computerraums)		Unterrichtsgespräch Gruppenarbeit	

- 18 -

11. Anhang

Zeit	Intentionen / Phasen	Lernarrangement (Inhalt, Arbeitsformen)	Sozialformen, Medien, Materialien
30 min	5. Simulieren der Ablenkungen in der Gruppe	<p>Computarmonitore anschalten</p> <p>Erklärung des Arbeitsauftrages: SuS sollen wieder spielen (Kurvenfahrt-Modul oder Alternative) und während ein Gruppenmitglied spielt, sollen die anderen Gruppenmitglieder verschiedene Ablenkungen simulieren</p> <p>Alle von der Gruppe genannten Ablenkungen werden simuliert und verschiedene Gruppenmitglieder überprüfen ihre jeweilige Fahrtleistung unter Ablenkung</p>	<p>Gruppenarbeit</p> <p>Computer</p> <p>„Mechanik und Verkehr 3“ oder entsprechende Alternative</p>
15 min	6. Abschließende Diskussion	<p>Im Klassengespräch werden die Ablenkungen nochmal diskutiert</p> <p>Jede Gruppe stellt kurz vor, inwiefern sich die Einschätzung verschiedener Ablenkungen geändert hat</p> <p>Abschließendes Kurzfazit aller SuS in 1-2 Sätzen</p>	<p>Unterrichtsgespräch</p> <p>Tafelbild</p>

- 98 -

11.1.2 Rollenspiel und Diskussion

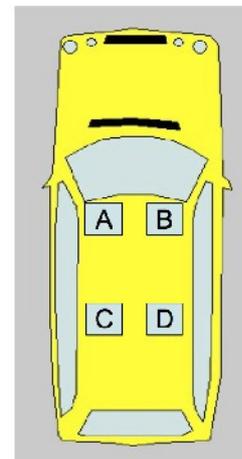
Zwei Minuten vor dem Crash: Ein Rollenspiel

Grundlagen

- In dem links abgebildeten Auto sitzen vier Personen
- Zwei Minuten nach Beginn des Rollenspiels wird es einen tödlichen Unfall geben und alle Beteiligten sterben
- Der Unfallgrund ist unbekannt, man kennt aber die Informationen auf den Rollenkarten

Einsatz im Unterricht

- Eine der Lerngruppe angemessene Situation wird ausgewählt, in einer rein männlichen Lerngruppe bspw. eine Situation nur mit männlichen Rollen
- Jeder Situation sind vier verschiedene Karten zugeordnet, die beschriebenen Personen sitzen an den jeweiligen Stellen im Auto
- Anhand der beschriebenen Konfliktpunkte sollen die SuS die Situation durchspielen, die bis zu einem Unfallgrund eskalieren soll
- Die SuS sollen nach dem durch den Unfall verursachten Ende des Rollenspiels im Klassenverband für jede Rolle der Situation definieren, was sie hätte besser machen können um diesen Unfall zu vermeiden
- Zum Abschluss soll das Rollenspiel nochmal mit derselben Situation durchgeführt werden, aber mit den Verbesserungsvorschlägen der SuS
- Zur Verdeutlichung kann noch ein zweites Szenario bespielt werden



Lernziel

- Die SuS sollen Kompetenzen im Bereich Kommunikation und Argumentation erlangen
- Es soll verstanden werden, dass auch vermeintlich Schwächere Wichtiges und Richtiges zu einer Situation beitragen können
- Bestimmte soziale Verhaltensweisen im Umfeld Autofahren sollen an anonymen Beispielen thematisiert werden

Zwei Minuten vor dem Crash: Situation: Auf dem Weg nach Hause

Fahrer A

- Ist schon länger ein Paar mit B
- Ist schlecht drauf, weil der Tag stressig war
- Hatte vor Antritt der Fahrt Zoff mit B
- Kennt Mitfahrer C schon lange und ist eng mit ihm befreundet
- Kennt D nicht
- Fährt schnell und aggressiv und wird von seiner Freundin B zur Rede gestellt

Beifahrerin B

- Ist schon länger ein Paar mit A
- Kennt den Hang von A zum schnellen Fahren
- Kennt Mitfahrer C schon länger
- Kennt D nicht
- Stellt A zur Rede, als dieser zu schnell und aggressiv fährt

Mitfahrer C

- Ist mit A eng befreundet
- Kennt B auch gut
- Hält normalerweise immer zu A
- Ist der Freund von D und hat sie mitgebracht

Mitfahrerin D

- Kennt nur C, mit dem sie zusammen ist
- Kann die Gruppe noch nicht einschätzen
- Fühlt sich während der Fahrt nicht wohl

Zwei Minuten vor dem Crash: Situation: Auf dem Heimweg von der Disco

Fahrer A (18)

- Ist frisch zusammen mit B
- Will B beeindrucken
- Kennt die Strecke
- Hat seinen Führerschein seit knapp einem Monat
- Hat das PS-starke Auto der Eltern geliehen

Beifahrerin B (17)

- Ist frisch zusammen mit A
- Ist leicht angetrunken
- Fühlt sich unwohl beim schnellen Fahren
- Will als Jüngste nicht unangenehm auffallen

Mitfahrer C (19)

- Fährt gerne selber schnell
- Hält langsames Fahren für uncool
- Ist der Meinung, dass man schnell und sicher fahren kann
- Ist stärker angetrunken
- Ist der Freund von D

Mitfahrerin D (18)

- Ist die Freundin von C
- Fühlt sich unsicher beim schnellen Fahren
- Will den Fahrer nicht ablenken

Zwei Minuten vor dem Crash: Situation: Sonntags nach dem Konzert

Fahrerin A (19)

- Ist die Freundin von B
- Hat die letzten beiden Nächte nur drei bis vier Stunden geschlafen
- War sehr begeistert vom Konzert und erzählt davon
- Will schnell nach Hause und fährt daher schnell
- Grosse Schwester von C
- Kennt D nicht, hat sie aus Mitleid mitgenommen

Beifahrer B (19)

- Ist Freund von A
- Hat die letzten beiden Nächte nur drei bis vier Stunden geschlafen
- Will jetzt klären, warum A mit einem anderen Jungen geflirt hat
- Weiß, dass C als Bruder immer zu A hält
- Findet D ganz nett, hat A überredet, sie mitzunehmen

Mitfahrer C (18)

- Ist der kleine Bruder von A
- War sehr begeistert vom Konzert und erzählt davon
- Möchte durch Auftreten und Verhalten D beeindrucken
- Hält zu seiner Schwester, wenn sie sich mit ihrem Freund B streiten würde

Mitfahrerin D (18)

- Hatte keine Rückfahrgelegenheit und wurde daher mitgenommen
- Kennt die Anderen im Auto gar nicht
- Mag schnelles Autofahren nicht, traut sich aber nicht, etwas zu sagen
- Ist sich bewusst, dass C sie beeindrucken will

Zwei Minuten vor dem Crash: Situation: Auf dem Weg zur Disco

Fahrer A (18)

- Frisch mit B zusammen
- Ist sehr gut mit C befreundet
- Weiß, dass das Paar C/D sich ständig streitet und ist davon genervt
- Hatte selber Streit mit seinen Eltern und baut den Frust durch schnelles Fahren ab
- Hört laute Musik zur Einstimmung
- Ist mit Kumpels verabredet und dafür schon zu spät und beeilt sich deswegen nochmal extra

Beifahrerin B (17)

- Ist frisch mit A zusammen
- Ist die Schwester von D
- Mag schnelles Autofahren nur, wenn es noch kontrolliert ist
- Möchte vor A nicht uncool dastehen
- Ist unsicher, wie sie sich bei dem Streit zwischen C und D positionieren soll

Mitfahrer C (19)

- Ist sehr gut mit A befreundet
- Ist schon länger ein Paar mit D
- Trinkt schonmal ein paar Bier, da es in der Disco so teuer ist
- Findet schnelles Autofahren total doof, will aber auch nicht als Weichei dastehen
- Hat Streit mit D wegen Alkoholtrinken

Mitfahrerin D (18)

- Ist die Schwester von B
- Ist schon länger mit C zusammen
- Mag schnelles Fahren nicht, will aber nicht als Weichei dastehen
- Findet die Mengen an Alkohol, die abends getrunken werden, unerträglich und mag daher auch das Vorglühen ihres Freundes überhaupt nicht.

Zwei Minuten vor dem Crash: Situation: Sonntags nach dem Konzert

Fahrer A (19)

- Ist mit B befreundet
- Hat die letzten beiden Nächte nur drei bis vier Stunden geschlafen
- War sehr begeistert vom Konzert und erzählt davon
- Will schnell nach Hause und fährt daher schnell
- Grosser Bruder von C
- Kennt D nicht, hat ihn aus Mitleid mitgenommen

Beifahrer B (19)

- Ist Kumpel von A
- Hat die letzten beiden Nächte nur drei bis vier Stunden geschlafen
- Will jetzt klären, warum A einen Kasten Bier komplett alleine weggetrunken hat
- Weiß, dass C als Bruder immer zu A hält
- Findet D ganz cool, hat A überredet, ihn mitzunehmen

Mitfahrer C (18)

- Ist der kleine Bruder von A
- War sehr begeistert vom Konzert und erzählt davon
- Möchte durch Auftreten und Verhalten D beeindrucken
- Hält zu seinem Bruder, wenn er sich mit seinem Kumpel C streiten würde
- Mag schnelles Autofahren gar nicht, hält aber zu A

Mitfahrer D (20)

- Hatte keine Rückfahrgelegenheit und wurde daher mitgenommen
- Kennt die Anderen im Auto gar nicht
- Mag schnelles Autofahren nicht, traut sich aber nicht, etwas zu sagen
- Ist sich bewusst, dass C ihn beeindrucken will

Zwei Minuten vor dem Crash: Situation: Auf dem Weg zur Kneipe

Fahrer A (20)

- Grosser Bruder von B
- Ist sehr gut mit C befreundet
- Weiß, dass C und D ständig streiten
- Hatte Streit mit seinen Eltern und baut den Frust durch schnelles Fahren ab
- Ist mit Kumpels verabredet und dafür schon zu spät und beeilt sich deswegen nochmal extra

Beifahrer B (18)

- Kleiner Bruder von A
- Kumpel von D
- Mag schnelles Autofahren nur, wenn es noch kontrolliert ist
- Möchte vor A nicht uncool dastehen
- Ist unsicher, wie er sich bei dem Streit zwischen C und D positionieren soll

Mitfahrer C (19)

- Ist sehr gut mit A befreundet
- Trinkt schonmal ein paar Bier, da es in der Disco so teuer ist
- Findet schnelles Autofahren total doof, will aber nicht als Weichei dastehen
- Hat Streit mit D wegen Alkoholtrinken

Mitfahrer D (18)

- Ist schon länger mit B befreundet
- Kennt C durch die Schule
- Mag schnelles Fahren nicht, will aber nicht als Weichei dastehen
- Findet die Mengen an Alkohol, die abends getrunken werden, unerträglich und mag daher auch das Vorglühen seiner Kumpels überhaupt nicht.

Schnell fahren, sicher fahren: Eine Diskussion

Diskussionsgrundlage

- Als Definition für zu schnelles Fahren sei gegeben: Geschwindigkeiten entweder über der jeweilig zugelassen Höchstgeschwindigkeit oder unangepasst zu den Strassenverhältnissen
- Die SuS sollen die Diskussion auf der Basis von subjektiv empfundenen und objektiv erfassbaren Argumenten führen, auch mit Sicht auf soziale Vor- und Nachteile
- Die Diskussion kann entweder frei sein oder, sofern bereits in der Lerngruppe bekannt, im Stile einer strukturierten Pro-/Contra-Argumentation sein

Einsatz im Unterricht

- Nach dem vorangegangenen Rollenspiel sollen die SuS in zwei Gruppen aufgeteilt werden, um dann als Gruppe für oder gegen schnelles Fahren zu sein
- Die SuS sollten zufällig auf die Gruppen zugeteilt werden, dabei sollen SuS durchaus auch einen Perspektivwechsel durchführen, wenn die Gruppenposition zum Thema nicht der eigenen Position entspricht
- Die Gruppen erhalten Bedenkzeit, um Argumente zu sammeln und sich auf die folgende Diskussion vorzubereiten
- Die Lehrperson beginnt die Diskussion mit einer allgemeinen Aussage, bspw. „Schnelles Fahren ist immer schlecht“, und fordert die SuS dann zu begründeten Stellungnahmen auf
- Die SuS sollen dann in der gegenseitigen Diskussion ihre Argumente austauschen und sich bemühen, Gegenargumente aufzustellen bzw. zu entkräften
- Den Abschluss bildet eine gemeinsame Reflexion über die genannten Argumente und die Diskussion

Lernziel

- Die SuS sollen Kompetenzen im Bereich Kommunikation und Argumentation erlangen
- Die SuS sollen Kompetenzen in der Bewertung verschiedener Argumente erlangen
- Die SuS sollen erfahren, was für Argumente ihnen entgegengebracht werden, wenn sie dieses Thema mit anderen Leuten ansprechen

Schnell fahren, sicher fahren: Standardargumente

Beispielargumente

- Sofern die SuS in der Vorbereitungsphase grosse Probleme haben, selber Argumente zu finden, kann die Lehrperson ihnen diese Beispielargumente zur Verfügung stellen
- Zur Kenntlichmachung sind die Beispielargumente farblich markiert: rot sind subjektive Argumente, grün sind objektive Argumente und unmarkierte Argumente haben subjektive und objektive Anteile

Argumente für schnelles Fahren

- **Es macht mehr Spass als langsames Fahren**
- Man kommt schneller ans Ziel
- Man kann sich besser dem allgemeinen Verkehrsfluss anpassen
- **Man kann sein Auto ausnutzen**
- **Die für die optimale Kraftstoffausnutzung nötige Geschwindigkeit ist höher als die vorgegebene Höchstgeschwindigkeit, man spart daher Sprit**
- **Wenn man zu spät kommt, verliert man vielleicht die Stelle**
- Es ist für die Wirtschaft besser

Argumente gegen schnelles Fahren

- **Es ist gefährlicher**
- **Man verbraucht mehr Sprit**
- **Man hat einen höheren Verschleiß**
- **Man muss sich stärker konzentrieren und verliert dadurch Fahrfreude**
- Man gewinnt kaum Zeit aufgrund roter Ampel bzw. Kreisverkehren
- **Abruptes Beschleunigen und Bremsen erzeugt Staus**
- **Es ist gesetzeswidrig und man kann den Führerschein verlieren**

11. Anhang

Unterrichtsentrurf – Soziale Kontrolle

1. Verlaufsplan

Name	Klasse	Schule	Fach *	Thema Soziale Kontrolle (Rollenspiel und Gespräch)	Datum
Zeit	Intentionen / Phasen	Lernarrangement (Inhalt, Arbeitsformen)		Sozialformen, Medien, Materialien	
10 min	1. Einstieg	Plenumsdiskussion: Anknüpfung an Crash Kurs: Wie würdet ihr versuchen, mit Problemsituationen fertig zu werden?		Unterrichtsgespräch	
10 min	2. Einführung	Erläuterung zum Ablauf der Stunde (s. Rollenspiel-Handout) Auswahl von „Spielen“ Erklärung der Situation „Zwei Minuten vor dem Crash“		Lehrervortrag	
8 min	3. Rollenspiel	Besprechung der gewählten Situation und Erarbeiten der jeweiligen Rolle Durchführung des Rollenspiels		Rollenspiel	
15 min	4. Diskussion	Diskussion über das Rollenspiel: Was lief schief, was kann jeder Einzelne anders/besser machen		Lehrervortrag Unterrichtsgespräch	
5 min	5. Erneutes Rollenspiel Text	Durchführung des Rollenspiels		Rollenspiel	

- 1 -

Unterrichtsentrurf – Soziale Kontrolle

10 min	6. Abschluss des Rollenspiels	Diskussion: Was hat jetzt besser funktioniert, was würdet ihr übernehmen für euch selbst?		Lehrervortrag Unterrichtsgespräch	
15 min	7. Vorbereitung der Diskussionsphase	Einteilung Gruppen Erklärung des Diskussionsformat (s. Diskussions-Handout) Erarbeitung von Argumenten in der jeweiligen Gruppe		Lehrervortrag Gruppenarbeit	
15 min	8. Offene Diskussion	Beginn durch allgemeine Aussage der Lehrperson Offene Diskussion oder Pro-Contra-Debatte, je nach Stand der Lerngruppe		Unterrichtsgespräch	
5 min	9. Abschluss der Stunde	Fazit durch Lerngruppe einholen: Rückmeldung in Form eines Blitzlichtes, SuS beschreiben in zwei Sätzen ihr persönliches Fazit		Unterrichtsgespräch	
Zeit	Intentionen / Phasen	Lernarrangement (Inhalt, Arbeitsformen)		Sozialformen, Medien, Materialien	

11.1.3 Verkehrsphysik

Station 1: Kräfte im Strassenverkehr

Prinzipiell: Denkt daran, für die Berechnungen die Einheiten korrekt zu nutzen!

1. Kraft (nach Newton)

Allgemein gilt für die von einem Körper ausgeübte Kraft F die Formel:

$$F = m \cdot a$$

Dabei gilt:

m = Masse (in kg)

a = Beschleunigung (in m/s^2)

Die Kraft F wird in Newton, abgekürzt N, angegeben ($1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$).

Aufgabe: Welche Kraft F können die PKW mit den folgenden Werten ausüben?

a) $m = 1600 \text{ kg}$; $a = 8 \text{ m/s}^2$

b) $m = 1300 \text{ kg}$; $a = 10 \text{ m/s}^2$

$F_a =$	
$F_b =$	

2. Beschleunigung

Die Beschleunigung a eines Objektes kann mit folgender Formel berechnet werden:

$$a = \frac{v^2}{2s}$$

Dabei gilt:

v = Geschwindigkeit

s = Beschleunigungsstrecke

Bei einem PKW, der auf ein Hindernis prallt, entspricht die Beschleunigungsstrecke s der sogenannten Knautschzone und beträgt hier beispielsweise 1 m.

Berechne die Beschleunigung a , die ein Auto erfährt, wenn es mit folgenden Geschwindigkeiten v gegen ein Hindernis fährt:

a) $v = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (entspricht $108 \frac{\text{km}}{\text{h}}$)

$a_a =$	
---------	--

b) $v = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (entspricht $54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$)

$a_b =$	
---------	--

Umrechnungshinweis:

$$100 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 27,7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

c) Berechne für die ermittelten Beschleunigungen in a) und b) die Kraft F , die auf einen Fahrer mit der Masse $m = 80 \text{ kg}$ wirkt.

d) Welche Masse müsste man auf einen am Boden liegende Person auflegen, um die Kräfte aus c) zu erzeugen? (Tip: Die Erdbeschleunigung beträgt ca. $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

11. Anhang

3. Energie und Kraft

Die Energie E_{Objekt} , die ein Objekt hat, kann berechnet werden aus der Kraft F_{Objekt} , die über eine Beschleunigungsstrecke s ausgeübt wird, hier beispielsweise für ein Auto:

$$E_{\text{Auto}} = F_{\text{Auto}} * s$$

Die Energie E wird in Joule, abgekürzt J, angegeben ($1 J = 1 kg \frac{m^2}{s^2}$).

Hier sind einige Beispiele für verschiedene Energiemengen:

Energie einer Luftgewehrkugel: 7,5 J

Energie eines gehenden Menschen: 73,5 J

Energie einer Pistolenkugel: 450 J

Energie, die nötig ist, einen Menschen um 3 Meter anzuheben: 2.060 J

Energie einer Gewehrkugel: 3500 J

Teilt nun die Karten unter den Gruppenmitgliedern auf und berechnet dann jeder für sich die Fragen auf den Karten.

Trag die Ergebnisse eurer Rechnungen gemeinsam in folgende Tabelle ein:

Kartennummer	F_{Auto}	E_{Auto}		Kartennummer	F_{Auto}	E_{Auto}

Diskutiert abschliessend die Ergebnisse und vergleicht die Energie der Autos mit den oben angegebenen Energien. Was könnt ihr aus euren Berechnungen schliessen?

Station 2: Reaktionsweg, Bremsweg und Anhalteweg – Geschwindigkeit im Strassenverkehr

Geschwindigkeit

Die Geschwindigkeit wird im Sinne der Physik als „Weg pro Zeit“ definiert. Das bedeutet, ein Körper legt in einer bestimmten Zeit einen bestimmten Weg zurück. Im Alltagsverständnis wird die Geschwindigkeit auch als „Tempo“ bezeichnet.

Die Geschwindigkeit wird mit der Einheit „km/h“ (Kilometer pro Stunde) oder in der Einheit „m/s“ (Meter pro Sekunde) beschrieben. Für den Umgang mit den Einheiten ist es wichtig, von km/h in m/s umrechnen zu können: 1 m/s entspricht 3600 Meter in 3600 Sekunden, also 3,6 Kilometer in einer Stunde.

Anhalteweg

Wie schnell ein Auto zum Stehen kommt kann durch den Bremsweg beschrieben werden. Hierbei spielt die gefahrene Geschwindigkeit und die Verzögerung eine Rolle. Der Anhalteweg berücksichtigt ausser dem Bremsweg noch den Reaktionsweg. Als Reaktionszeit bezeichnet man die Zeitdauer zwischen dem Auftauchen des Objekts im Blickfeld und der Betätigung des Bremspedals.

Um zu berechnen, nach welcher Strecke das Fahrzeug nach einer Bremsung zum Stehen kommt, kann folgende Formel benutzt werden:

$$s_a = s_r + s_b = v_0 t_r + \frac{v_0^2}{2a}$$

Dabei bedeuten :

s_a : Anhalteweg ; s_r : Reaktionsweg ; s_b : Bremsweg
 v_0 : Anfangsgeschwindigkeit ; t_r : Reaktionszeit ; a : Bremsverzögerung

Die Bremsverzögerung gibt an, wie stark ein Fahrzeug abgebremst wird. Dieser Wert hängt vom Fahrzeug und der Fahrbahn ab. Es gilt: Je höher, desto besser kann ein Fahrzeug bremsen. Bei nicht abgefahrener, Reifen sowie trockener und sauberer Fahrbahn beträgt die Bremsverzögerung eines Autos circa 10m/s^2 .

Bearbeitet jetzt die folgenden Aufgaben gründlich und rundet die Ergebnisse!

1. Reaktionsweg

a) Die Reaktionszeit t_r eines Fahrers betrage 1 Sekunde. Wie lange ist der Reaktionsweg s_r des Fahrers bei einer Geschwindigkeit von $v_0 = 15 \text{ km/h} = 4,2 \text{ m/s}$ zurück? Wievielfach länger ist der Reaktionsweg s_r bei der doppelten oder vierfachen Geschwindigkeit?

11. Anhang

b) Petra fährt mit einer Geschwindigkeit von $v_0 = 120 \text{ km/h} = 33,3 \text{ m/s}$ auf der Autobahn und empfängt während der Fahrt eine Kurznachricht auf ihrem Handy. Sie liest (unerlaubter Weise!) die Nachricht und wird dadurch abgelenkt. Ihre Reaktionszeit t_r beträgt nun 3 Sekunden. Wie lang ist nun ihr Reaktionsweg s_r ?

2. Anhalteweg

a) Ein PKW ist in einem Wohngebiet unterwegs, in welchem die Maximalgeschwindigkeit 30 km/h beträgt. Der PKW fährt mit einer Geschwindigkeit v_0 von 30 km/h . Plötzlich rollt 15 m vor ihm ein Ball auf die Fahrbahn. Der Fahrer bremst mit einer Reaktionszeit t_r von 1 s . Die Bremsverzögerung a des PKW beträgt 10 m/s^2 .

Nach welcher Strecke s_a kommt der PKW zum Stehen?

b) Auf der gleichen Strecke und mit dem gleichen Fahrzeug fährt ein Fahrer mit $v_0 = 45 \text{ km/h}$. Auch dieses Mal rollt ein Ball 15 m vor ihm auf die Fahrbahn. Wann kommt der schnellere Fahrer zum Stehen?

c) Peter ist von der Disko unterwegs nach Hause und hat nur „ein paar Bier“ getrunken. Doch bereits ab $0,8 \text{ Promille}$ im Blut erhöht sich die Reaktionszeit t_r um 50% auf $1,5 \text{ Sekunden}$. Berechne, wie lang der Anhalteweg s_a bei einer Geschwindigkeit v_0 von 30 km/h ist (Die Bremsverzögerung a beträgt 10 m/s^2).

11. Anhang

3. Bremszeit und Bremswegberechnung

Häufig kennt man die Dauer eines Bremsvorganges (Bremszeit) nicht, dafür sind jedoch die Geschwindigkeit vor der Bremsung und die Bremsverzögerung (die sich durch nasse Fahrbahn oder schlechte Bremsen verändern kann) bekannt. Mit Hilfe folgender Formel kann die Bremszeit t_b berechnet werden:

$$t_b = \frac{v_0}{a}$$

Berechne in der folgenden Tabelle die Bremszeiten und Bremswege:

Geschwindigkeit	Bremsverzögerung $a \left[\frac{m}{s^2} \right]$	Bremszeit t_b [s]	Bremsweg s_b [m]
30 m/s	2,5		
8 m/s	4,5		
15 m/s	2,0		

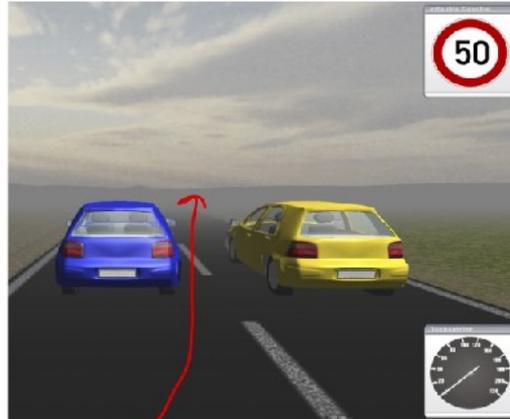
Station 3: Anhalteweg und Aufprallgeschwindigkeit

Die Simulation



Links oben ist das Menü zu sehen, wo ihr die Simulation neu starten könnt

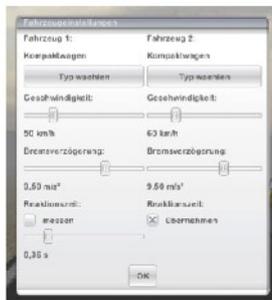
Unter dem Menü ist die Steuerung. Hier könnt ihr die verschiedenen Parameter einstellen und die Simulation starten



Im Hauptfenster seht ihr links das Auto, das die erlaubte Höchstgeschwindigkeit fährt und rechts das schneller fahrende Auto. Wenn der Warnhinweis hier erscheint, müsst ihr durch Druck auf die Leertaste bremsen



Wenn ihr das Plus-Symbol in der Steuerung anklickt, könnt ihr in den Fahrzeugeinstellungen viele Details verändern

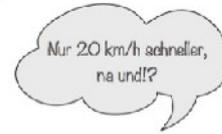


Ganz unten seht ihr die Berichtsleiste, wo alles nochmal aufgelistet wird, vor allem die Aufprallgeschwindigkeit

	Gescha.	Bromsverz.	Reaktionszeit	Reaktionsweg	Bromsweg	Aufprallgeschw.
Fahrzeug 1:	60 km/h	9.69 m/s²	-	-	-	-
Fahrzeug 2:	90 km/h	9.69 m/s²	-	-	-	-

11. Anhang

1. Wenn ein Fahrzeug mit 70 km/h fährt, kann es unmöglich an derselben Stelle zum Stehen kommen wie ein Fahrzeug, das mit einer Geschwindigkeit von 50 km/h fährt. Das Fahrzeug wird mit einer Restgeschwindigkeit auf ein Hindernis treffen.



a) **Schätzt** zunächst, wie hoch die Restgeschwindigkeit ist. Begründet eure Antwort!

b) Testet eure Vermutung mit der Simulation. Lagt ihr richtig? Analysiert das Ergebnis der Simulation. Wenn ihr falsch lagt, warum lagt ihr falsch?

2. Bearbeitet mit der Simulation folgende Aufgaben:

a) Ein Fahrzeug mit 30 km/h fährt durch eine „Zone 30“-Strasse. Ein Ball rollt über die Strasse und das Fahrzeug schafft es gerade noch rechtzeitig zu bremsen. Wenn das Fahrzeug in derselben Situation eine Geschwindigkeit von 40 km/h gehabt hätte, welche Restgeschwindigkeit hätte es bei Kontakt mit dem Ball gehabt? Beschreibt die Ergebnisse der Simulation.

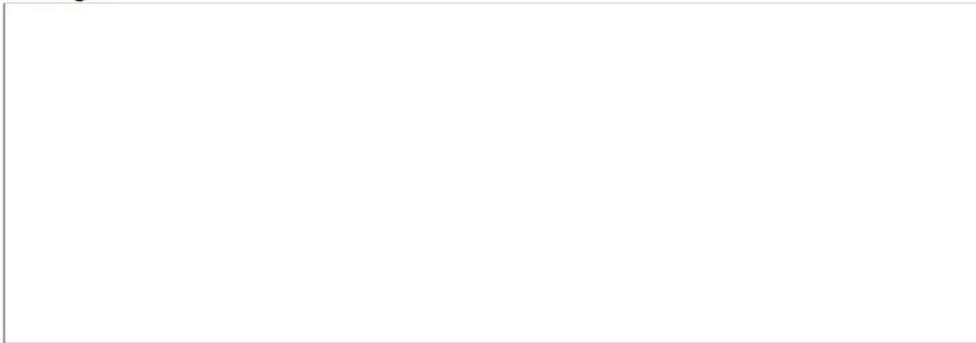
b) Ein Fahrzeug fährt mit 50 km/h durch eine Ortschaft. Im letzten Moment sieht der Fahrer ein Auto hinter eine Kurve und schafft es noch, rechtzeitig zu bremsen. Wenn das Fahrzeug in derselben Situation eine Geschwindigkeit von 60 km/h gehabt hätte, welche Restgeschwindigkeit hätte es bei Kontakt mit dem Ball gehabt? Beschreibt die Ergebnisse der Simulation.

11. Anhang

3. Ein junger Autofahrer wurde von der Polizei gestoppt, nachdem er mit 120 km/h auf einer Bundesstrasse (erlaubt waren 80 km/h) gefahren ist. Er äussert im Gespräch mit den Polizisten folgende Sätze:

„Ich spiele viele Rennspiele und mache Karate, deswegen habe ich sehr gute Reaktionen. Ich vermute, dass ich ungefähr doppelt so schnell reagieren kann wie meine Altersgenossen. Ausserdem habe ich ein sehr gutes Auto mit Bremsen, die viel schneller ansprechen. Daher kann ich auch ein wenig schneller fahren als Andere.“

Prüft die Behauptung des Autofahrers in der Simulation und nehmt Stellung zu seiner Aussage.

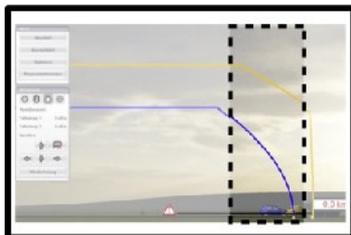
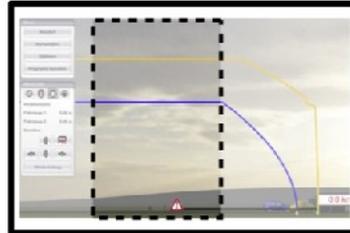


11. Anhang

3. Schneidet die Kärtchen auf der folgenden Seite aus und klebt sie an die richtige Stelle in der Tabelle.

	Reaktionsweg	Bremsweg
Art der Bewegung		
Form des Graphen		
Bild aus der Simulation Formel zur Beschreibung der Bewegung		

Geradlinig
gleichförmige
Bewegung



$$s = v_0 \cdot t$$

Gleichmässig
beschleunigte/
verzögerte Bewegung

Graph ist nicht
geradlinig

$$s = 0,5 \cdot a \cdot t^2$$

Graph ist
geradlinig

11. Anhang

VERKEHRsunfallANZEIGE Zweitschritt <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>																					
<table border="1"> <tr> <td>Aufnehmende Dienststelle Polizeipräsidium Mülheim an der Ruhr Hauptwache Mitte von-Bock-Straße 50 45468 Mülheim an der Ruhr</td> <td>Bußgeldbehörde/Staatsanwaltschaft Duisburg</td> <td>Tatbestands- Protokollaufnahme EDV-Nr. <input type="checkbox"/> RB <input type="checkbox"/> Krs <input type="checkbox"/> Gem <input type="checkbox"/> 1117000</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Verkehrsordnungswidrigkeit verjährt am:</td> <td></td> </tr> </table>		Aufnehmende Dienststelle Polizeipräsidium Mülheim an der Ruhr Hauptwache Mitte von-Bock-Straße 50 45468 Mülheim an der Ruhr	Bußgeldbehörde/Staatsanwaltschaft Duisburg	Tatbestands- Protokollaufnahme EDV-Nr. <input type="checkbox"/> RB <input type="checkbox"/> Krs <input type="checkbox"/> Gem <input type="checkbox"/> 1117000	Verkehrsordnungswidrigkeit verjährt am:																
Aufnehmende Dienststelle Polizeipräsidium Mülheim an der Ruhr Hauptwache Mitte von-Bock-Straße 50 45468 Mülheim an der Ruhr	Bußgeldbehörde/Staatsanwaltschaft Duisburg	Tatbestands- Protokollaufnahme EDV-Nr. <input type="checkbox"/> RB <input type="checkbox"/> Krs <input type="checkbox"/> Gem <input type="checkbox"/> 1117000																			
Verkehrsordnungswidrigkeit verjährt am:																					
<table border="1"> <tr> <td>Unfallort 1 Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das anhält o. im ruhenden Verkehr steht 2 vorausfährt oder wartet 3 seitlich in gleicher Richtung fährt 4 entgegengerichtet 5 einbiegt oder kreuzt 6 Zusammenstoß zw. Fahrz. u. Fußg. 7 Aufprall auf Hindernis auf Fahrbahn 8 Abkommen von Fahrbahn nach rechts 9 Abkommen von Fahrbahn nach links 0 Unfall anderer Art</td> <td>Behördenkennung NRW 507100</td> <td>Unfalldatum (Tag/Monat/Jahr) 27/07/04</td> <td>Unfallzeit (Std./Min.) 03:37</td> <td>Wochentag Mo</td> </tr> <tr> <td>Anzahl der Beteiligten Getötete Schwerverletzte Leichterletzte</td> <td colspan="4">Gesamtschaden (telle EUR) 116200</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Alkoholeinwirkung <input type="checkbox"/> 1 \$142 StGB <input type="checkbox"/> 1 Gefährlich <input type="checkbox"/> 1 Kl. n. fahrb. <input type="checkbox"/> 1</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Unfallort (Gemeinde/Ortsteil/Kreis/Straße/Haus-Nr./Richtungsfahrbahn) Mellinghofer Straße / Zinkhüttenstraße</td> </tr> </table>		Unfallort 1 Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das anhält o. im ruhenden Verkehr steht 2 vorausfährt oder wartet 3 seitlich in gleicher Richtung fährt 4 entgegengerichtet 5 einbiegt oder kreuzt 6 Zusammenstoß zw. Fahrz. u. Fußg. 7 Aufprall auf Hindernis auf Fahrbahn 8 Abkommen von Fahrbahn nach rechts 9 Abkommen von Fahrbahn nach links 0 Unfall anderer Art	Behördenkennung NRW 507100	Unfalldatum (Tag/Monat/Jahr) 27/07/04	Unfallzeit (Std./Min.) 03:37	Wochentag Mo	Anzahl der Beteiligten Getötete Schwerverletzte Leichterletzte	Gesamtschaden (telle EUR) 116200				Alkoholeinwirkung <input type="checkbox"/> 1 \$142 StGB <input type="checkbox"/> 1 Gefährlich <input type="checkbox"/> 1 Kl. n. fahrb. <input type="checkbox"/> 1					Unfallort (Gemeinde/Ortsteil/Kreis/Straße/Haus-Nr./Richtungsfahrbahn) Mellinghofer Straße / Zinkhüttenstraße				
Unfallort 1 Zusammenstoß mit anderem Fahrzeug, das anhält o. im ruhenden Verkehr steht 2 vorausfährt oder wartet 3 seitlich in gleicher Richtung fährt 4 entgegengerichtet 5 einbiegt oder kreuzt 6 Zusammenstoß zw. Fahrz. u. Fußg. 7 Aufprall auf Hindernis auf Fahrbahn 8 Abkommen von Fahrbahn nach rechts 9 Abkommen von Fahrbahn nach links 0 Unfall anderer Art	Behördenkennung NRW 507100	Unfalldatum (Tag/Monat/Jahr) 27/07/04	Unfallzeit (Std./Min.) 03:37	Wochentag Mo																	
Anzahl der Beteiligten Getötete Schwerverletzte Leichterletzte	Gesamtschaden (telle EUR) 116200																				
Alkoholeinwirkung <input type="checkbox"/> 1 \$142 StGB <input type="checkbox"/> 1 Gefährlich <input type="checkbox"/> 1 Kl. n. fahrb. <input type="checkbox"/> 1																					
Unfallort (Gemeinde/Ortsteil/Kreis/Straße/Haus-Nr./Richtungsfahrbahn) Mellinghofer Straße / Zinkhüttenstraße																					
<table border="1"> <tr> <td>Charakteristik der Unfallstelle 1 Kreuzung 2 Einmündung 3 Grundstücksein- oder -ausfahrt 4 Steigung 5 Gefälle 6 Kurve</td> <td>126-128 2</td> <td>innerorts <input type="checkbox"/> 1 außerorts <input type="checkbox"/> 2 Fahrtrichtung Ordn.-Nr. <input type="checkbox"/> 1 aufsteigend <input type="checkbox"/> 1 absteigend <input type="checkbox"/> 2</td> </tr> <tr> <td>Besonderheiten der Unfallstelle 2 Schienengleislicher Wegübergang 3 Fußgängerüberweg (Zebrastreifen) 4 Fußgängerfurt 5 Haltestelle 6 Arbeitsstelle 7 Verkehrsberuhigter Bereich (Z. 325) 8 Duenungshilfe für Fußgänger 9 Kreisverkehr</td> <td>129-131 2</td> <td>Straßenschlüssel von Netznoten A nach B Unfallkategorie Unfalltyp Sondererhebung</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Vorläufig festgestellte Ursachen gemäss Verzeichnis Nr. 01-69 Ordn.-Nr. <input type="checkbox"/> 13 <input type="checkbox"/> 107 <input type="checkbox"/> 109 <input type="checkbox"/> 112 <input type="checkbox"/> 113 <input type="checkbox"/> 115 <input type="checkbox"/> 117 <input type="checkbox"/> 119 <input type="checkbox"/> 121 <input type="checkbox"/> 124</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Unfallhergang (ggf. Handskizze): Verkehrsunfall mit Personenschaden Sachverhalt siehe Unfallbefundbericht</td> </tr> </table>		Charakteristik der Unfallstelle 1 Kreuzung 2 Einmündung 3 Grundstücksein- oder -ausfahrt 4 Steigung 5 Gefälle 6 Kurve	126-128 2	innerorts <input type="checkbox"/> 1 außerorts <input type="checkbox"/> 2 Fahrtrichtung Ordn.-Nr. <input type="checkbox"/> 1 aufsteigend <input type="checkbox"/> 1 absteigend <input type="checkbox"/> 2	Besonderheiten der Unfallstelle 2 Schienengleislicher Wegübergang 3 Fußgängerüberweg (Zebrastreifen) 4 Fußgängerfurt 5 Haltestelle 6 Arbeitsstelle 7 Verkehrsberuhigter Bereich (Z. 325) 8 Duenungshilfe für Fußgänger 9 Kreisverkehr	129-131 2	Straßenschlüssel von Netznoten A nach B Unfallkategorie Unfalltyp Sondererhebung	Vorläufig festgestellte Ursachen gemäss Verzeichnis Nr. 01-69 Ordn.-Nr. <input type="checkbox"/> 13 <input type="checkbox"/> 107 <input type="checkbox"/> 109 <input type="checkbox"/> 112 <input type="checkbox"/> 113 <input type="checkbox"/> 115 <input type="checkbox"/> 117 <input type="checkbox"/> 119 <input type="checkbox"/> 121 <input type="checkbox"/> 124			Unfallhergang (ggf. Handskizze): Verkehrsunfall mit Personenschaden Sachverhalt siehe Unfallbefundbericht										
Charakteristik der Unfallstelle 1 Kreuzung 2 Einmündung 3 Grundstücksein- oder -ausfahrt 4 Steigung 5 Gefälle 6 Kurve	126-128 2	innerorts <input type="checkbox"/> 1 außerorts <input type="checkbox"/> 2 Fahrtrichtung Ordn.-Nr. <input type="checkbox"/> 1 aufsteigend <input type="checkbox"/> 1 absteigend <input type="checkbox"/> 2																			
Besonderheiten der Unfallstelle 2 Schienengleislicher Wegübergang 3 Fußgängerüberweg (Zebrastreifen) 4 Fußgängerfurt 5 Haltestelle 6 Arbeitsstelle 7 Verkehrsberuhigter Bereich (Z. 325) 8 Duenungshilfe für Fußgänger 9 Kreisverkehr	129-131 2	Straßenschlüssel von Netznoten A nach B Unfallkategorie Unfalltyp Sondererhebung																			
Vorläufig festgestellte Ursachen gemäss Verzeichnis Nr. 01-69 Ordn.-Nr. <input type="checkbox"/> 13 <input type="checkbox"/> 107 <input type="checkbox"/> 109 <input type="checkbox"/> 112 <input type="checkbox"/> 113 <input type="checkbox"/> 115 <input type="checkbox"/> 117 <input type="checkbox"/> 119 <input type="checkbox"/> 121 <input type="checkbox"/> 124																					
Unfallhergang (ggf. Handskizze): Verkehrsunfall mit Personenschaden Sachverhalt siehe Unfallbefundbericht																					
<table border="1"> <tr> <td>Lichtzeichenanlage 8 Lichtzeichenanlage in Betrieb 9 Lichtzeichenanlage außer Betrieb</td> <td>132 8</td> </tr> <tr> <td>Geschwindigkeitsbegrenzung (nur angeordnet durch Z.274/274.1, z.B. = 230; 2242/2325 = 207)</td> <td>134-136 2</td> </tr> <tr> <td>Lichtverhältnisse 0 Tageslicht 1 Dämmerung 2 Dunkelheit 3 Straßenbeleuchtung in Betrieb</td> <td>137-138 2</td> </tr> <tr> <td>Straßenzustand 0 trocken 1 nass/feucht 2 winterglatt 3 schlüpfrig (Öl, Dung, Laub usw.)</td> <td>140-142 1</td> </tr> </table>		Lichtzeichenanlage 8 Lichtzeichenanlage in Betrieb 9 Lichtzeichenanlage außer Betrieb	132 8	Geschwindigkeitsbegrenzung (nur angeordnet durch Z.274/274.1, z.B. = 230; 2242/2325 = 207)	134-136 2	Lichtverhältnisse 0 Tageslicht 1 Dämmerung 2 Dunkelheit 3 Straßenbeleuchtung in Betrieb	137-138 2	Straßenzustand 0 trocken 1 nass/feucht 2 winterglatt 3 schlüpfrig (Öl, Dung, Laub usw.)	140-142 1												
Lichtzeichenanlage 8 Lichtzeichenanlage in Betrieb 9 Lichtzeichenanlage außer Betrieb	132 8																				
Geschwindigkeitsbegrenzung (nur angeordnet durch Z.274/274.1, z.B. = 230; 2242/2325 = 207)	134-136 2																				
Lichtverhältnisse 0 Tageslicht 1 Dämmerung 2 Dunkelheit 3 Straßenbeleuchtung in Betrieb	137-138 2																				
Straßenzustand 0 trocken 1 nass/feucht 2 winterglatt 3 schlüpfrig (Öl, Dung, Laub usw.)	140-142 1																				
<table border="1"> <tr> <td>Aufprall auf Hindernis neben der Fahrbahn 0 Baum 1 Mast 2 Widerlager/Brückenpfeiler 3 Schutzplanke 4 sonstiges Hindernis 5 kein Aufprall auf Hindernis neben der Fahrbahn</td> <td>143 1</td> <td>Unfallaufnahme durch: PK</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Name, Amtsbezeichnung, Unterschrift und Datum beim Unfallzeugen Dienststelle, falls abweichend von "Aufnehmender Dienststelle" 27.07.2004</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Geprüft und weitzergeleitet mit Anlagen durch: Name, Amtsbezeichnung, Unterschrift und Datum</td> </tr> </table>		Aufprall auf Hindernis neben der Fahrbahn 0 Baum 1 Mast 2 Widerlager/Brückenpfeiler 3 Schutzplanke 4 sonstiges Hindernis 5 kein Aufprall auf Hindernis neben der Fahrbahn	143 1	Unfallaufnahme durch: PK	Name, Amtsbezeichnung, Unterschrift und Datum beim Unfallzeugen Dienststelle, falls abweichend von "Aufnehmender Dienststelle" 27.07.2004			Geprüft und weitzergeleitet mit Anlagen durch: Name, Amtsbezeichnung, Unterschrift und Datum													
Aufprall auf Hindernis neben der Fahrbahn 0 Baum 1 Mast 2 Widerlager/Brückenpfeiler 3 Schutzplanke 4 sonstiges Hindernis 5 kein Aufprall auf Hindernis neben der Fahrbahn	143 1	Unfallaufnahme durch: PK																			
Name, Amtsbezeichnung, Unterschrift und Datum beim Unfallzeugen Dienststelle, falls abweichend von "Aufnehmender Dienststelle" 27.07.2004																					
Geprüft und weitzergeleitet mit Anlagen durch: Name, Amtsbezeichnung, Unterschrift und Datum																					
<p>aufnehmende Polizeidienststelle</p>																					

Unfallfundbericht

Az: [REDACTED]

1. Allgemeine Angaben

- 1.1 Meldezeit:** Montag, 27.07.2004, 03:42 h
- 1.2 Anrufer:** Beteiligter UB02
- 1.3 Eintreffen:** 03:45 h
- 1.4 Einsatzübernahme:** D 11/32 ([REDACTED], POK, [REDACTED], PK)
- 1.5 Angetroffene Personen:** PKW01: Fahrer UB01 und Beifahrerin UZ01
PKW02: Fahrer UB02 und Beifahrerin UZ02
Passant UZ03

2. Objektiver Befund

- 2.1 Benennung des Unfallortes:**
Mülheim an der Ruhr, Mellinghofer Straße / Zinkhüttenstraße
- 2.2 Beschreibung des Unfallstelle:**
Der Unfall ereignete sich im Einmündungsbereich Mellinghofer Straße / Zinkhüttenstraße. Es ist ein Schwarzdecke aufgetragen. Die LZA und die Straßenbeleuchtung waren zum Unfallzeitpunkt in Betrieb. Sichtbehinderungen lagen nicht vor.
- 2.3 Vorgefundene Spuren:**
- a) *Spuren auf der Fahrbahn:*
Auf dem Fahrstreifen des PKW01 befand sich eine 36 m lange Bremsspur, auf dem Fahrstreifen des PKW02 eine 1,5 m lange Bremsspur, wobei sich beider Spuren im Kreuzungsbereich trafen. Im Kreuzungsbereich auf der Mellinghofer Straße befanden sich diverse Trümmerteile, die von den beiden beteiligten Fahrzeugen stammten. Auf dem Fahrstreifen des PKW02 wurde eine Kratzspur festgestellt, die von dem Trümmerfeld in Fahrtrichtung verlief. Aus beiden Fahrzeugen war Flüssigkeit auf die Fahrbahn ausgelaufen. Ein Laternenpfahl auf der Mellinghofer Straße wurde beschädigt.

11. Anhang

b) Spuren an / in den Fahrzeugen:

PKW01: Der vordere linke Kotflügel sowie die linke Front waren stark eingedrückt, die Achse des linken Vorderrades offenbar gebrochen. Außerdem war die rechte Beifahrerseite eingedrückt und Flüssigkeit lief aus dem Motorraum. Das Fahrzeug war nicht fahrbereit.

PKW02: Die Front rechts einschließlich Kotflügel waren bis zur B-Säule eingedrückt, die Airbags hatten ausgelöst und Flüssigkeit lief aus dem Motorraum. Das Fahrzeug war nicht fahrbereit.

c) Spuren an den Personen:

PKW01: Der Fahrer UB01 stand offensichtlich unter Schock, wies aber keine sichtbaren Verletzungen auf. Eine Blutuntersuchung ergab einen Alkoholgehalt von 1,2 ‰ im Blut des Fahrers. Die Beifahrerin UZ01 war offenbar durch die eingedrückte Tür eingeklemmt gewesen, war bei Eintreffen der Polizei aber bereits vom Zeuge UZ03 befreit worden. Sie wies schwere Verletzungen auf und wurde mit dem NAW in Krankenhaus transportiert.

PKW02: Beide Insassen (03,04) klagten über Schmerzen in Brust- und Halswirbelbereich. Bei der Beifahrerin UZ02 war außerdem eine Prellung im Stirnbereich zu erkennen. Beide wollten selbständig einen Arzt aufsuchen.

3. Subjektiver Befund

3.1 Befragung der Beteiligten

Die Beteiligten wurden nach Belehrung durch den Unterzeichner zum Unfallhergang befragt und machten folgende Angaben:

Fahrer UB01 war alkoholisiert und stand unter Schock, und war daher nur eingeschränkt vernehmungsfähig. Er berichtete, er habe Beifahrerin UZ01 in der Disco kennen gelernt und sei mit ihr auf dem Weg zu seiner Wohnung gewesen. Zum Unfallhergang konnte oder wollte er keine Angaben machen.

Fahrer UB02 berichtete, er sei bei grün auf die Kreuzung zugefahren. Als er das Quietschen der Bremsen von PKW01 bemerkte, hätte er das Tempo reduziert, realisierte aber erst im letzten Moment, dass das andere Fahrzeug wohl nicht rechtzeitig zum Stehen kommen würde und leitete die Gefahrenbremsung ein, konnte den Aufprall aber nicht mehr verhindern.

3.2 Befragung des Zeugen

Beifahrerin UZ01 war nicht vernehmungsfähig. Die restlichen Zeugen wurden ebenfalls durch den Unterzeichner belehrt und machten folgende Angaben

Beifahrerin UZ02 gab an, vor dem Unfall geschlafen zu haben und erst durch die Gefahrenbremsung aufgewacht zu sein. Sie betonte aber, ihr Mann UB02 hielte sich immer an die Geschwindigkeitsbegrenzungen.

Passant UZ03 berichtete, er habe auf der Zinkhüttenstraße vor der Haustür eines Bekannten auf ein Taxi gewartet, als PKW01 mit offensichtlich überhöhter Geschwindigkeit

11. Anhang

fahren. Er gab außerdem an, laute Musik aus dem PKW01 wahrgenommen zu haben. Nach dem Aufprall habe er UZ01 aus dem Wagen befreit und den Notruf abgesetzt.

4. Bewertung / Folgerung

Der UB01 befuhr mit PKW01 die Zinkhüttenstraße in Fahrtrichtung Mellinghofer Straße mit offenbar stark überhöhter Geschwindigkeit (Bremsspur und Aussage von UZ03). Als die Ampel auf rot umsprang, leitete er eine Gewaltbremsung, kam aber erst zum Stehen, als er mit der Front bereits im Kreuzungsbereich stand, wo er vom PKW02 seitlich erfasst wurde. UB02 hatte trotz gute Reaktion keine Möglichkeit, den Unfall zu vermeiden. Durch die Wucht des Aufpralls wurden beide PKW stark beschädigt und PKW01 wurde gegen einen Laternenpfahl geschleudert. Dabei wurde die Beifahrertür des PKW01 eingedrückt und UZ01 schwer verletzt.

Der Unfall hätte vermieden werden können, wenn UB01 sich an die vorgeschriebene Geschwindigkeit gehalten hätte. Die Alkoholisierung von UB01 (Blutuntersuchung) sowie die Ablenkung durch laute Musik (Aussage von UZ03) führten vermutlich zusätzlich zu einer Verlangsamung seiner Reaktion.

5. Eingeleitete Maßnahmen

Sicherung der Unfallstelle und Vorbeileiten des Verkehrs

Befragung der Beteiligten und Zeugen

Anforderung eines NAW zum Transport von UZ01

Beauftragung einer Blutprobe an UB01

Beauftragung des Abtransports der verunfallten Fahrzeuge

Säuberung des Kreuzungsbereichs

PK

Arbeitsblatt zur Unfallanalyse

1. Beschreibt den Unfall stichpunktartig aus eurer Sicht.

2. Welche Geschwindigkeit hatte der Fahrer?

3. Wie haben die äusseren Umstände die Bremsmöglichkeiten des Fahrers eingeschränkt?

11. Anhang

4. Was war die Reaktionsfähigkeit des Fahrers, wie schnell konnte er reagieren?

5. Anhand der Antworten zu 2.-4., was für Massnahmen hätte der Fahrer ergreifen können, um den Unfall zu vermeiden? Begründet eure Antworten!

6. Welcher Fahrer ist eurer Meinung nach schuld an dem Unfall? Begründet eure Aussage!

11. Anhang

Unterrichtsentswurf – Verkehrsphysik

1. Verlaufsplan

Name	Klasse	Schule	Fach •	Thema Verkehrsphysik	Datum
Zeit	Intentionen / Phasen	Lernarrangement (Inhalt, Arbeitsformen)			Sozialformen, Medien, Materialien
5 min	1. Einstieg	<p>Motivation: In CrashKurs wurde viel erzählt, was habt ihr mitgenommen? Wie würdet ihr physikalisch die Situation sehen, was für Kräfte wirken im Auto?</p>			Unterrichtsgespräch
3 min	2. Gruppeneinteilung	<p>Erläuterung zum Ablauf der Stunde Gruppeneinteilung (Gruppengröße 4-5 SuS)</p>			Lehrevortrag
55 min	3. Stationenarbeit	<p>Die Gruppen bearbeiten die drei Stationen. Pro Station sollten die Gruppen 15-20 Minuten brauchen.</p> <p>Station 1: Die Karten zum Arbeitsblatt sollten vorher in ausreichender Zahl ausgedruckt und ausgeschnitten werden. Je nach Vorwissen und Leistungsstand sollten weniger Karten für jede Gruppe ausgeteilt werden.</p> <p>Station 2: Je nach Vorwissen und Leistungsstand der Klasse sollten die Aufgabe 3 nicht ausgeteilt werden.</p> <p>Station 3: Die Schüler benötigen eine Bastelschere und Kleber. Ausserdem kann es dazu kommen, dass Schüler erst den Computer nutzen und dann das Arbeitsblatt lesen.</p>			Gruppenarbeit Computer
15 min	4. Unfallanalyse	<p>Die Gruppen erhalten jeweils das Arbeitsblatt zur Unfallanalyse und sollen den Polizeibericht lesen und danach das Arbeitsblatt bearbeiten.</p>			Gruppenarbeit

- 1/3 -

Unterrichtsentswurf – Verkehrsphysik

10 min	5. Kurzvortrag	<p>Im Plenum werden die Fragen aus dem Arbeitsblatt gemeinsam diskutiert. Der Lehrer legt dabei insbesondere das Augenmerk darauf, dass unabhängig von der Schuld beide Verkehrsteilnehmer den Unfall hätten verhindern oder abmildern können.</p>	<p>Gespräch im Plenum</p>
2 min	6. Abschluss	<p>Ein kurzes Blitzlicht, in welchem jeder Schüler nochmal in einem Satz zusammenfasst, was er aus der Stunde mitnimmt, soll den Abschluss bilden.</p>	<p>Unterrichtsgespräch</p>
Zeit	Intentionen / Phasen	Lernarrangement (Inhalt, Arbeitsformen)	Sozialformen, Medien, Materialien

- 2/3 -

11.1.4 Unfallortanalyse

Die Unfallbrennpunktanalyse

Grundlegendes

- Dieses Modul kann sowohl einzeln als auch als verknüpfendes Modul eingesetzt werden
- In diesem Modul sollen die SuS erarbeitetes Wissen einsetzen und Unfallbrennpunkte analysieren, anhand der ihnen zur Verfügung stehenden Informationen
- Die SuS sollen sich möglichst vor Ort mit einem Unfallbrennpunkt beschäftigen und ihre Analyse präsentieren

Einsatz im Unterricht

- Die SuS erhalten eine Auswahl von geeigneten Unfallbrennpunkten, die vorher von der Polizei bereitgestellt wurden und sollen in Kleingruppen je einen Ort wählen
- Sie sollen sich mit Hilfe von Stadtkarten einen Überblick über den gewählten Unfallbrennpunkt verschaffen
- Die SuS sollen den Unfallbrennpunkt unter Begleitung eines Elternteiles oder der Lehrperson selber in Augenschein nehmen, alternativ kann die Ortserkundung zur freiwilligen Hausaufgabe gemacht werden
- Dort sollen die SuS die Örtlichkeit dokumentieren und dann in einer Gruppenarbeit anhand ihrer Dokumentation die Unfallhäufigkeit am jeweiligen Unfallbrennpunkt analysieren und interpretieren
- Den Abschluss soll eine gemeinsame Präsentation der Gruppe bilden, in welcher die SuS berichten, warum an der Örtlichkeit Unfälle passieren und welche Handlungsänderungen zu einer Verringerung der Unfallzahlen führen würde

Geeigneter Unfallbrennpunkt

- Geeignete Orte sind von Fussgängern, insbesondere SuS, sicher erreichbar
- Geeignete Orte weisen eine deutlich höhere Anzahl von Unfällen als der Durchschnitt auf
- Geeignete Orte sind Orte, wo die Unfallursachen vielleicht versteckt, aber nicht unauffindbar sind
- Geeignete Orte haben keine besonderen Alleinstellungsmerkmale, die die Übertragung auf andere Orte erschweren

Lernziel

- Die SuS sollen Kompetenzen im Bereich Kommunikation, Bewertung und Analyse erlangen
- Die SuS sollen nach dem Modul in der Lage sein, Unfallstellen bewusst zu analysieren und zu bewerten

Unterrichtsentwurf – Unfallbrennpunktanalyse

1. Verlaufsplan

Name	Klasse	Schule	Fach	Thema	Datum
			-	Unfallbrennpunktanalyse	
Zeit	Intentionen / Phasen	Lernarrangement (Inhalt, Arbeitsformen)		Sozialformen, Medien, Materialien	
5 min	1. Einstieg	Plenumsdiskussion: Anknüpfung an Crash Kurs: Woran erkennt ihr einen Unfallbrennpunkt, was ist ein Gefahrenindiz?		Unterrichtsgespräch	
15 min	2. Gruppeneinteilung und Ortsvergabe	Erläuterung zum Ablauf der Stunde Gruppeneinteilung (Gruppengröße 4-5 SuS) Vorstellung der von der Polizei bereitgestellten Unfallbrennpunkte und Auswahl eines Ortes durch jede Gruppe		Lehrervortrag	
15 min	3. Ersterarbeitung	Anhand von lokalen Stadtkarten (wahlweise Online-Karten oder Stadtkarten) werden die Unfallbrennpunkte voranalysiert		Gruppenarbeit Computer oder Stadtkarte	
10 min	4. Aufgabenteilung	Arbeitsauftrag zur folgenden Stunde: Dokumentation des gewählten Unfallbrennpunktes Je nach Lerngruppe und Schulsituation kann diese Dokumentation verpflichtend unter Eltern-/Lehreraufsicht oder als freiwillige Hausarbeit gestaltet werden Die Dokumentation soll eine Darstellung des Unfallbrennpunktes beinhalten, insbesondere der Gefahrenstellen. Die SuS sollen basierend auf ihrer Dokumentation Schutzmassnahmen für Verkehrsteilnehmer am Unfallbrennpunkt empfehlen und in einer Präsentation zusammenstellen		Unterrichtsgespräch Gruppenarbeit	

11. Anhang

Unterrichtsentwurf – Unfallbrennpunktanalyse			
Zeit	Intentionen / Phasen	Lernarrangement (Inhalt, Arbeitsformen)	Sozialformen, Medien, Materialien
30 min	6. Präsentation der Dokumentation	<p style="text-align: center;">Die folgenden Inhalte werden erst in der nächsten Stunde abgehandelt</p> Die Gruppen stellen ihren jeweiligen Unfallbrennpunkt vor und präsentieren ihre Analyse sowie die daraus gefolgerten Schutzmassnahmen	Unterrichtsgespräch Gruppenarbeit
15 min	6. Abschliessende Diskussion	In der Klasse werden die Präsentationen diskutiert Zum Abschluss stellt jeder SuS seine eigene Schlussfolgerung in ein bis zwei Sätzen dar	Unterrichtsgespräch

- 2/3 -

11.2 Fragebogen



Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften

zhaw Angewandte
Psychologie

Fragebogen zu «Crash Kurs NRW»

Danke, dass Sie sich an der Befragung beteiligen. Ihre Antworten helfen uns zu beurteilen, ob das Programm, das wir für Sie entwickelt haben, wirklich Erfolg haben wird.

Wir bitten Sie, alle Fragen ehrlich, spontan und möglichst vollständig zu beantworten, ohne lange darüber nachzudenken.

Ihre Antworten werden selbstverständlich **absolut anonym** behandelt. Zu keinem Zeitpunkt nach der Abgabe des Fragebogens können wir Sie identifizieren. Natürlich ist Ihre Unterstützung freiwillig – und enorm hilfreich für uns und andere Teilnehmer.

Teil 1

Bitte vergeben Sie Ihren Teilnehmer-Code. Dieser ist erforderlich, damit der Fragebogen **anonym** bleibt. Da Sie an einer Folgebefragung teilnehmen, wird es durch diesen Code möglich, die Fragebögen zuzuordnen. Der Code setzt sich zusammen aus:

- **Buchstabe Nr. 2 des Vornamens Ihrer Mutter** (z.B. "A" bei Maria)
- **Das Datum Ihres Geburtstags** (z.B. bei 31.05.1990: "31")
- **Buchstabe Nr. 2 des Vornamens Ihres Vaters** (z.B. "E" bei Werner)

A1. Wie alt sind Sie?

_____ Jahre

A2. Ihr Geschlecht?

männlich weiblich

A3. Welchen Schulabschluss besitzen Sie?

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Hauptschule ohne Abschluss | <input type="checkbox"/> Hauptschule mit Abschluss |
| <input type="checkbox"/> Realschule, Handelsschule | <input type="checkbox"/> Fachabitur (Fachoberschule) |
| <input type="checkbox"/> Abitur (Gymnasium) | <input type="checkbox"/> (noch) keinen |

11. Anhang

A4. Besitzen Sie einen Auto-Führerschein – und wie lange?

- keinen Autoführerschein
 habe Autoführerschein seit dem Jahr
 Ich bin gerade dabei, den Autoführerschein zu machen.

A5. Haben Sie am „begleiteten Fahren ab 17“ teilgenommen oder machen es noch?

- ja nein

A6. Wenn Sie einen Autoführerschein besitzen, wie viele Kilometer sind Sie bisher mit dem Auto gefahren?

_____ Kilometer

A7. Wie viele Unfälle hatten Sie selbst schon bzw. wie viele Unfälle haben Sie in Ihrem Freundes- und Bekanntenkreis schon miterlebt?

_____ Unfälle

A8. Wohnen Sie in einer Stadt (mit mehr als 50.000 Einwohner)?

- ja nein

A9. Sind Sie in Deutschland aufgewachsen?

- ja nein

Teil 2

Ab hier finden Sie verschiedene Aussagen. Hier gilt: Falls Sie noch nicht Auto fahren dürfen, versuchen Sie trotzdem, die Fragen zu beantworten (stellen sie es sich einfach vor, was wäre wenn...).

Bitte kreuzen Sie an der entsprechenden Stelle an, ob sie dieser Aussage *überhaupt nicht zustimmen*, *eher nicht zustimmen*, *eher zustimmen* oder *ihr voll und ganz zustimmen*.

Kreuzen Sie dazu möglichst spontan das entsprechende Kästchen an, zum Beispiel:

-2	1	1	2
----	--------------	---	---

		<i>stimme überhaupt nicht zu</i>	<i>stimme eher nicht zu</i>	<i>stimme eher zu</i>	<i>stimme voll und ganz zu</i>
E1. Es macht mir Spass, bei hohem Tempo gefordert zu werden	<input type="checkbox"/> -2	<input type="checkbox"/> -1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	
E2. Das Autofahren macht Spass, wenn man Vollgas geben kann	<input type="checkbox"/> -2	<input type="checkbox"/> -1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	
E3. Es ist ein gutes Gefühl, beim Beschleunigen den Motor hochzudrehen	<input type="checkbox"/> -2	<input type="checkbox"/> -1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	

11. Anhang

	stimme überhaupt nicht zu	stimme eher nicht zu	stimme eher zu	stimme voll und ganz zu
E4. Auf der Autobahn sollte man nicht schneller als 120 km/h fahren dürfen	-2	-1	1	2
E5. Auf Landstrassen sollte man nicht schneller als 80 km/h fahren dürfen	-2	-1	1	2
E6. Das Fahren läuft bei mir ganz automatisch ab	-2	-1	1	2
E7. Man kann gleichzeitig schnell und vorsichtig fahren	-2	-1	1	2
E8. Ich fahre häufig mal schneller, als erlaubt ist	-2	-1	1	2
E9. Wenn ich pünktlich sein will, fahre ich schonmal schneller als erlaubt	-2	-1	1	2
E10. Auch bei starkem Verkehr versuche ich zügig mein Ziel zu erreichen	-2	-1	1	2

E11. Haben sie in den letzten 12 Monaten aggressives Verhalten auf der Straße erlebt?

	Ja	Nein	Weiß nicht
1. Aggressives Verhalten eines anderen Verkehrsteilnehmers Ihnen gegenüber	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Ihr aggressives Verhalten einem anderen Verkehrsteilnehmer gegenüber	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

E12. Wie oft nutzen sie durchschnittlich pro Tag beim Autofahren das Telefon (z. B. Telefonieren, SMS; falls gar nicht, schreiben sie bitte „0“)?

- a) Sie nutzen das Telefon beim Fahren _____ Mal
 ...davon werden Sie wie oft angerufen? _____ Mal
- b) Weiß nicht/keine Angabe

11. Anhang

Teil 3

Nun beschreiben wir Ihnen verschiedene Verhaltensweisen oder Zustände und stellen Ihnen dazu jeweils 4 Fragen. Bitte beantworten Sie diese, indem Sie an der „richtigen“ Stelle ein Kreuz machen. „Richtig“ ist das, was für Sie persönlich am ehesten passt, nachdem Sie nur kurz darüber nachgedacht haben.

Kreuzen Sie dazu einfach das Kästchen mit der entsprechenden Zahl an, z.B.:

gar nicht	1	2	3	<input checked="" type="checkbox"/>	5	6	vollständig
-----------	---	---	---	-------------------------------------	---	---	-------------

Stellen sie sich vor, Sie fahren Auto unter dem Einfluss einer grossen Menge Alkohol:

G1.1 In welchem Ausmaß wären sie in der Lage, einen drohenden Unfall zu vermeiden?

gar nicht	1	2	3	4	5	6	vollständig
-----------	---	---	---	---	---	---	-------------

G1.2 Wie hoch könnte der Schaden sein, falls ein Unfall passiert?

sehr niedrig	1	2	3	4	5	6	sehr hoch
--------------	---	---	---	---	---	---	-----------

G1.3 Für wie wahrscheinlich halten sie es, dass in einer solchen Situation generell Unfälle geschehen?

gar nicht	1	2	3	4	5	6	sehr hoch
-----------	---	---	---	---	---	---	-----------

G 1.4 Für wie wahrscheinlichen sie es, dass IHNEN SELBST in einer solchen Situation ein Unfall geschehen könnte?

gar nicht	1	2	3	4	5	6	sehr hoch
-----------	---	---	---	---	---	---	-----------

Stellen sie sich vor, Sie fahren Auto tagsüber mit 100 km/h auf einer Landstraße:

G2.1 In welchem Ausmaß wären sie in der Lage, einen drohenden Unfall zu vermeiden?

gar nicht	1	2	3	4	5	6	vollständig
-----------	---	---	---	---	---	---	-------------

G2.2 Wie hoch könnte der Schaden sein, falls ein Unfall passiert?

sehr niedrig	1	2	3	4	5	6	sehr hoch
--------------	---	---	---	---	---	---	-----------

G2.3 Für wie wahrscheinlich halten sie es, dass in einer solchen Situation generell Unfälle geschehen?

gar nicht	1	2	3	4	5	6	sehr hoch
-----------	---	---	---	---	---	---	-----------

G 2.4 Für wie wahrscheinlichen sie es, dass IHNEN SELBST in einer solchen Situation ein Unfall geschehen könnte?

gar nicht	1	2	3	4	5	6	sehr hoch
-----------	---	---	---	---	---	---	-----------

11. Anhang

Stellen sie sich vor, Sie fahren Auto unter dem Einfluss einer geringen Menge Alkohol:

G3.1 In welchem Ausmaß wären sie in der Lage, einen drohenden Unfall zu vermeiden?

gar nicht	1	2	3	4	5	6	vollständig
-----------	---	---	---	---	---	---	-------------

G3.2 Wie hoch könnte der Schaden sein, falls ein Unfall passiert?

sehr niedrig	1	2	3	4	5	6	sehr hoch
--------------	---	---	---	---	---	---	-----------

G3.3 Für wie wahrscheinlich halten sie es, dass in einer solchen Situation generell Unfälle geschehen?

gar nicht	1	2	3	4	5	6	sehr hoch
-----------	---	---	---	---	---	---	-----------

G3.4 Für wie wahrscheinlichen sie es, dass IHNEN SELBST in einer solchen Situation ein Unfall geschehen könnte?

gar nicht	1	2	3	4	5	6	sehr hoch
-----------	---	---	---	---	---	---	-----------

Stellen sie sich vor, Sie fahren Auto während des Telefonats mit dem Handy am Ohr:

G4.1 In welchem Ausmaß wären sie in der Lage, einen drohenden Unfall zu vermeiden?

gar nicht	1	2	3	4	5	6	vollständig
-----------	---	---	---	---	---	---	-------------

G4.2 Wie hoch könnte der Schaden sein, falls ein Unfall passiert?

sehr niedrig	1	2	3	4	5	6	sehr hoch
--------------	---	---	---	---	---	---	-----------

G4.3 Für wie wahrscheinlich halten sie es, dass in einer solchen Situation generell Unfälle geschehen?

gar nicht	1	2	3	4	5	6	sehr hoch
-----------	---	---	---	---	---	---	-----------

G4.4 Für wie wahrscheinlichen sie es, dass IHNEN SELBST in einer solchen Situation ein Unfall geschehen könnte?

gar nicht	1	2	3	4	5	6	sehr hoch
-----------	---	---	---	---	---	---	-----------

Stellen sie sich vor, Sie fahren wie alltg

G5.1 In welchem Ausmaß wären sie in der Lage, einen drohenden Unfall zu vermeiden?

gar nicht	1	2	3	4	5	6	vollständig
-----------	---	---	---	---	---	---	-------------

G5.2 Wie hoch könnte der Schaden sein, falls ein Unfall passiert?

sehr niedrig	1	2	3	4	5	6	sehr hoch
--------------	---	---	---	---	---	---	-----------

G5.3 Für wie wahrscheinlich halten sie es, dass in einer solchen Situation generell Unfälle geschehen?

gar nicht	1	2	3	4	5	6	sehr hoch
-----------	---	---	---	---	---	---	-----------

G5.4 Für wie wahrscheinlichen sie es, dass IHNEN SELBST in einer solchen Situation ein Unfall geschehen könnte?

gar nicht	1	2	3	4	5	6	sehr hoch
-----------	---	---	---	---	---	---	-----------

11. Anhang

Stellen sie sich vor, Sie fahren Auto nachts auf einer Landstraße mit 140 km/h:

G6.1 In welchem Ausmaß wären sie in der Lage, einen drohenden Unfall zu vermeiden?

gar nicht	1	2	3	4	5	6	vollständig
-----------	---	---	---	---	---	---	-------------

G6.2 Wie hoch könnte der Schaden sein, falls ein Unfall passiert?

sehr niedrig	1	2	3	4	5	6	sehr hoch
--------------	---	---	---	---	---	---	-----------

G6.3 Für wie wahrscheinlich halten sie es, dass in einer solchen Situation generell Unfälle geschehen?

gar nicht	1	2	3	4	5	6	sehr hoch
-----------	---	---	---	---	---	---	-----------

G6.4 Für wie wahrscheinlichen sie es, dass IHNEN SELBST in einer solchen Situation ein Unfall geschehen könnte?

gar nicht	1	2	3	4	5	6	sehr hoch
-----------	---	---	---	---	---	---	-----------

Stellen sie sich vor, Sie fahren Auto nachts auf einer Autobahn mit 140 km/h:

G7.1 In welchem Ausmaß wären sie in der Lage, einen drohenden Unfall zu vermeiden?

gar nicht	1	2	3	4	5	6	vollständig
-----------	---	---	---	---	---	---	-------------

G7.2 Wie hoch könnte der Schaden sein, falls ein Unfall passiert?

sehr niedrig	1	2	3	4	5	6	sehr hoch
--------------	---	---	---	---	---	---	-----------

G7.3 Für wie wahrscheinlich halten sie es, dass in einer solchen Situation generell Unfälle geschehen?

gar nicht	1	2	3	4	5	6	sehr hoch
-----------	---	---	---	---	---	---	-----------

G7.4 Für wie wahrscheinlichen sie es, dass IHNEN SELBST in einer solchen Situation ein Unfall geschehen könnte?

gar nicht	1	2	3	4	5	6	sehr hoch
-----------	---	---	---	---	---	---	-----------

Stellen sie sich vor, Sie sind Beifahrer: Der Fahrer fährt nachts mit 140 km/h auf einer Landstrasse:

G8.1 In welchem Ausmaß wären sie in der Lage, einen drohenden Unfall zu vermeiden?

gar nicht	1	2	3	4	5	6	vollständig
-----------	---	---	---	---	---	---	-------------

G8.2 Wie hoch könnte der Schaden sein, falls ein Unfall passiert?

sehr niedrig	1	2	3	4	5	6	sehr hoch
--------------	---	---	---	---	---	---	-----------

G8.3 Für wie wahrscheinlich halten sie es, dass in einer solchen Situation generell Unfälle geschehen?

gar nicht	1	2	3	4	5	6	sehr hoch
-----------	---	---	---	---	---	---	-----------

G8.4 Für wie wahrscheinlichen sie es, dass IHNEN SELBST in einer solchen Situation ein Unfall geschehen könnte?

gar nicht	1	2	3	4	5	6	sehr hoch
-----------	---	---	---	---	---	---	-----------

Teil 4

Nun haben wir noch einige Fragen zur Verkehrssicherheit allgemein. Dabei kann es sein, dass Sie nicht alle Antworten kennen – das macht aber nichts, raten Sie dann einfach.

W.1 Ein PKW fährt mit 50 km/h durch eine geschlossene Ortschaft, als plötzlich ein Fahrradfahrer aus einer Hofeinfahrt auf die Fahrbahn fährt, ohne auf den fließenden Verkehr zu achten. Der Fahrer des PKW führt daher eine Vollbremsung aus.

W.1.1 Wie lang ist der Anhalteweg des PKW?

- | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 2 m | <input type="checkbox"/> 4 m | <input type="checkbox"/> 6 m | <input type="checkbox"/> 8 m | <input type="checkbox"/> 10 m |
| <input type="checkbox"/> 12 m | <input type="checkbox"/> 14 m | <input type="checkbox"/> 16 m | <input type="checkbox"/> 18 m | <input type="checkbox"/> 20 m |
| <input type="checkbox"/> 22 m | <input type="checkbox"/> 24 m | <input type="checkbox"/> 26 m | <input type="checkbox"/> 28 m | <input type="checkbox"/> 30 m |
| <input type="checkbox"/> 32 m | <input type="checkbox"/> 34 m | <input type="checkbox"/> 36 m | <input type="checkbox"/> 38 m | <input type="checkbox"/> 40 m |
| <input type="checkbox"/> 42 m | <input type="checkbox"/> 44 m | <input type="checkbox"/> 46 m | <input type="checkbox"/> 48 m | <input type="checkbox"/> 50 m |

W.2 Ein Testfahrer führt mit einem PKW nacheinander Testbremsungen unter genau identischen Bedingungen aus, wobei er stets während des gesamten Bremsvorgangs die gleiche Bremsverzögerung erreicht. Er beginnt mit 20 km/h und erreicht einen Bremsweg von 2 m.

W.2.1 Wie lang ist der Bremsweg bei 40 km/h?

- | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 2 m | <input type="checkbox"/> 4 m | <input type="checkbox"/> 6 m | <input type="checkbox"/> 8 m |
| <input type="checkbox"/> 12 m | <input type="checkbox"/> 16 m | <input type="checkbox"/> 24 m | <input type="checkbox"/> 32 m |
| <input type="checkbox"/> 48 m | <input type="checkbox"/> 64 m | | |

W.2.2 Wie lang ist der Bremsweg bei 80 km/h?

- | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 2 m | <input type="checkbox"/> 4 m | <input type="checkbox"/> 6 m | <input type="checkbox"/> 8 m |
| <input type="checkbox"/> 12 m | <input type="checkbox"/> 16 m | <input type="checkbox"/> 24 m | <input type="checkbox"/> 32 m |
| <input type="checkbox"/> 48 m | <input type="checkbox"/> 64 m | | |

W.3 Was gilt bei zunehmender Geschwindigkeit für das Verhältnis von Reaktionsweg und Bremsweg?

- Das Verhältnis bleibt konstant.
- Der Anteil des Reaktionswegs am Anhalteweg wird größer.
- Der Anteil des Bremswegs am Anhalteweg wird größer.

11. Anhang

W.4. Zwei genau gleiche Fahrzeuge fahren nebeneinander auf einer mehrspurigen Straße innerorts. Das rechte hält die vorgeschriebene Geschwindigkeit von 50 km/h ein, das linke überholt mit 70 km/h. Als beide Fahrzeuge auf gleicher Höhe sind, läuft plötzlich ein Kind auf die Fahrbahn. Beide Fahrer sind aufmerksam und reagieren nach 0,5 s. Der rechte Fahrzeug kommt genau vor dem Kind zum Stehen, der linke schafft es nicht mehr.

W.4.1 Wie hoch schätzen Sie die Aufprallgeschwindigkeit, mit der das linke Fahrzeug das Kind trifft?

- 0-10 km/h
 11-20 km/h
 21-30 km/h
 31-40 km/h
 41-50 km/h
 51-60 km/h
 61-70 km/h

W.4.2 Wie hoch schätzen Sie die Chance, dass ein 8 Jahre altes Kind einen Frontaufprall mit dieser Geschwindigkeit überlebt?

- 0-20%
 21-40%
 41-60%
 61-80%
 81-100%

W.5 Was glauben Sie, wie oft sind Verkehrsunfälle auf folgende Ursachen zurückzuführen?

	nie	selten	manchmal	oft	sehr oft	immer
Fahren bei Müdigkeit	<input type="checkbox"/>					
Fahren unter Alkoholeinfluss	<input type="checkbox"/>					
Handybenutzung mit Freisprechanlage	<input type="checkbox"/>					
Handybenutzung ohne Freisprechanlage	<input type="checkbox"/>					
Schlechter Straßenzustand	<input type="checkbox"/>					
Überhöhte Geschwindigkeit	<input type="checkbox"/>					
Unaufmerksamkeit des Fahrers	<input type="checkbox"/>					
Schlechte Bremsen am Auto	<input type="checkbox"/>					

11. Anhang

11.3 Daten

Nicht imputierte Daten, Schulen 1-3

	N	Mittelwert	Standardabweichung	d	s_pooled	Testpower	Signifikanz p
E1_pre	173	2,64	0,856	0,000	0,855		
E1_post2	135	2,64	0,859				
E2_pre	174	3,05	0,845	0,142	0,847		
E2_post2	134	2,93	0,855				
E3_pre	169	2,85	0,992	0,061	0,986		
E3_post2	133	2,79	0,985				
E4_pre	177	1,68	0,82	0,120	0,832		
E4_post2	142	1,78	0,852				
E5_pre	176	2,23	1,024	0,182	0,932		
E5_post2	143	2,06	0,812				
E6_pre	154	2,85	0,782	0,000	0,771		
E6_post2	128	2,85	0,764				
E7_pre	176	2,77	0,84	0,063	0,796		
E7_post2	143	2,72	0,745				
E8_pre	167	2,34	0,942	0,042	0,942		
E8_post2	134	2,3	0,95				
E9_pre	171	2,7	0,932	0,201	0,944	0,848	0,425
E9_post2	136	2,51	0,966				
E10_pre	172	2,53	0,783	0,025	0,798		
E10_post2	138	2,51	0,822				
G_1_1_pre	178	2,44	1,414	0,145	1,379		
G_1_1_post2	139	2,24	1,344				
G_1_2_pre	179	5,18	1,274	0,064	1,241		
G_1_2_post2	142	5,26	1,207				
G_1_3_pre	177	5,04	1,17	0,138	1,163		
G_1_3_post2	141	4,88	1,162				
G_1_4_pre	177	4,15	1,581	0,200	1,649	0,856	0,849
G_1_4_post2	141	3,82	1,741				
G_2_1_pre	179	4,15	1,238	0,158	1,266		
G_2_1_post2	140	3,95	1,31				
G_2_2_pre	179	4,67	1,369	0,036	1,401		
G_2_2_post2	141	4,72	1,451				
G_2_3_pre	179	3,35	1,334	0,038	1,330		
G_2_3_post2	140	3,3	1,334				
G_2_4_pre	178	2,76	1,184	0,196	1,273		
G_2_4_post2	140	3,01	1,386				
G_3_1_pre	175	3,95	1,259	0,408	1,249	0,99999	0,013
G_3_1_post2	139	3,44	1,246				
G_3_2_pre	175	4,31	1,418	0,305	1,410	0,995	0,061
G_3_2_post2	139	4,74	1,411				
G_3_3_pre	176	3,87	1,233	0,099	1,216		
G_3_3_post2	140	3,99	1,202				
G_3_4_pre	175	3,21	1,371	0,029	1,376		
G_3_4_post2	139	3,17	1,393				
G_4_1_pre	176	3,6	1,382	0,203	1,381	0,864	1
G_4_1_post2	139	3,32	1,389				
G_4_2_pre	177	4,4	1,485	0,174	1,441		
G_4_2_post2	141	4,65	1,394				
G_4_3_pre	176	4,09	1,293	0,117	1,281		
G_4_3_post2	140	3,94	1,274				
G_4_4_pre	173	3,2	1,461	0,014	1,439		
G_4_4_post2	140	3,18	1,421				

11. Anhang

G_5_1_pre	177	4,92	1,35	0,123	1,300		
G_5_1_post2	139	4,76	1,244				
G_5_2_pre	177	3,61	1,742	0,200	1,750	0,856	0,161
G_5_2_post2	141	3,96	1,772				
G_5_3_pre	177	2,59	1,184	0,183	1,254		
G_5_3_post2	141	2,82	1,345				
G_5_4_pre	177	2,36	1,198	0,058	1,198		
G_5_4_post2	140	2,43	1,206				
G_6_1_pre	176	2,86	1,345	0,044	1,365		
G_6_1_post2	140	2,92	1,399				
G_6_2_pre	176	5,15	1,132	0,077	1,168		
G_6_2_post2	139	5,24	1,221				
G_6_3_pre	175	4,38	1,167	0,133	1,207		
G_6_3_post2	140	4,22	1,264				
G_6_4_pre	173	3,61	1,296	0,092	1,303		
G_6_4_post2	139	3,49	1,321				
G_7_1_pre	174	3,82	1,513	0,126	1,428		
G_7_1_post2	138	3,64	1,323				
G_7_2_pre	175	5	1,326	0,061	1,312		
G_7_2_post2	140	5,08	1,303				
G_7_3_pre	175	3,43	1,424	0,037	1,365		
G_7_3_post2	138	3,38	1,297				
G_7_4_pre	173	2,94	1,382	0,052	1,344		
G_7_4_post2	138	3,01	1,304				
G_8_1_pre	176	2,07	1,433	0,124	1,369		
G_8_1_post2	139	1,9	1,293				
G_8_2_pre	176	5,01	1,35	0,156	1,281		
G_8_2_post2	140	5,21	1,198				
G_8_3_pre	176	3,82	1,415	0,058	1,384		
G_8_3_post2	140	3,74	1,355				
G_8_4_pre	174	3,41	1,414	0,169	1,418		
G_8_4_post2	138	3,17	1,434				
W_1_1_pre	175	25,89	12,312	0,104	29,828		
W_1_1_post2	133	28,98	43,315				
W_2_1_pre	177	11,19	7,297	0,214	7,984	0,896	0,021
W_2_1_post2	136	12,9	8,854				
W_2_2_pre	177	38,42	20,488	0,179	20,454		
W_2_2_post2	136	42,09	20,561				
W_4_1_pre	177	29,33	16,941	0,083	16,311		
W_4_1_post2	133	30,68	15,562				
W_4_2_pre	172	15,69	21,33	0,148	22,427		
W_4_2_post2	135	19,02	23,912				
W_5_a_pre	175	4,14	0,927	0,245	0,981	0,954	0,114
W_5_a_post2	134	3,9	1,054				
W_5_b_pre	176	4,58	1,05	0,110	1,087		
W_5_b_post2	134	4,46	1,142				
W_5_c_pre	176	2,53	1,047	0,169	1,066		
W_5_c_post2	133	2,71	1,098				
W_5_d_pre	176	3,8	1,076	0,009	1,084		
W_5_d_post2	135	3,79	1,102				
W_5_e_pre	175	3,06	0,972	0,211	0,996	0,885	0,847
W_5_e_post2	134	3,27	1,034				
W_5_f_pre	175	4,57	0,861	0,000	0,955		
W_5_f_post2	134	4,57	1,072				
W_5_g_pre	177	4,5	1,018	0,038	1,054		
W_5_g_post2	134	4,46	1,108				
W_5_h_pre	176	3,64	1,311	0,145	1,308		
W_5_h_post2	134	3,45	1,313				
Gültige Anzahl (listenweise)	68						

11. Anhang

Imputierte Daten, Schulen 1-3

	N	Mittelwert	Standardabweichung	d	s_pooled	Teststärke	Signifikanz p
E1_pre	209	2,65	0,826	0,106	0,853		
E1_post2	209	2,74	0,883				
E2_pre	209	3,09	0,836	0,195	0,923	0,889	0,009
E2_post2	209	2,91	1,007				
E3_pre	209	2,86	0,987	0,030	0,993		
E3_post2	209	2,83	1,003				
E4_pre	209	1,66	0,806	0,196	0,866	0,892	0,004
E4_post2	209	1,83	0,926				
E5_pre	209	2,22	0,987	0,129	0,930		
E5_post2	209	2,1	0,875				
E6_pre	209	2,75	0,834	0,101	0,795		
E6_post2	209	2,83	0,759				
E7_pre	209	2,74	0,831	0,037	0,814		
E7_post2	209	2,71	0,801				
E8_pre	209	2,37	0,943	0,009	1,064		
E8_post2	209	2,36	1,178				
E9_pre	209	2,72	0,959	0,227	1,012	0,957	0,004
E9_post2	209	2,49	1,067				
E10_pre	209	2,51	0,79	0,011	0,877		
E10_post2	209	2,52	0,96				
G_1_1_pre	209	2,57	1,452	0,065	1,546		
G_1_1_post2	209	2,47	1,642				
G_1_2_pre	209	5,15	1,284	0,035	1,411		
G_1_2_post2	209	5,1	1,534				
G_1_3_pre	209	4,99	1,268	0,050	1,402		
G_1_3_post2	209	4,92	1,531				
G_1_4_pre	209	4,08	1,578	0,153	1,701		
G_1_4_post2	209	3,82	1,823				
G_2_1_pre	209	4,16	1,178	0,046	1,315		
G_2_1_post2	209	4,1	1,444				
G_2_2_pre	209	4,65	1,367	0,105	1,526		
G_2_2_post2	209	4,49	1,676				
G_2_3_pre	209	3,35	1,274	0,014	1,421		
G_2_3_post2	209	3,33	1,561				
G_2_4_pre	209	2,78	1,134	0,273	1,317	0,993	0
G_2_4_post2	209	3,14	1,484				
G_3_1_pre	209	4,04	1,236	0,386	1,296	0,99999	0
G_3_1_post2	209	3,54	1,359				
G_3_2_pre	209	4,25	1,437	0,128	1,483		
G_3_2_post2	209	4,44	1,535				
G_3_3_pre	209	3,85	1,21	0,102	1,270		
G_3_3_post2	209	3,98	1,333				
G_3_4_pre	209	3,14	1,347	0,088	1,587		
G_3_4_post2	209	3,28	1,802				
G_4_1_pre	209	3,63	1,354	0,078	1,409		
G_4_1_post2	209	3,52	1,469				
G_4_2_pre	209	4,35	1,507	0,046	1,518		
G_4_2_post2	209	4,42	1,536				
G_4_3_pre	209	4,06	1,278	0,149	1,411		
G_4_3_post2	209	3,85	1,539				
G_4_4_pre	209	3,15	1,425	0,061	1,641		
G_4_4_post2	209	3,25	1,839				
G_5_1_pre	209	4,89	1,378	0,104	1,441		
G_5_1_post2	209	4,74	1,508				

11. Anhang

G_5_2_pre	209	3,63	1,703	0,060	1,987		
G_5_2_post2	209	3,75	2,244				
G_5_3_pre	209	2,56	1,14	0,298	1,411	0,998	0,001
G_5_3_post2	209	2,98	1,643				
G_5_4_pre	209	2,33	1,161	0,128	1,254		
G_5_4_post2	209	2,49	1,347				
G_6_1_pre	209	2,88	1,291	0,266	1,617	0,99	0,001
G_6_1_post2	209	3,31	1,895				
G_6_2_pre	209	5,15	1,194	0,141	1,276		
G_6_2_post2	209	4,97	1,358				
G_6_3_pre	209	4,35	1,227	0,099	1,520		
G_6_3_post2	209	4,2	1,771				
G_6_4_pre	209	3,6	1,301	0,109	1,461		
G_6_4_post2	209	3,44	1,612				
G_7_1_pre	209	3,76	1,55	0,055	1,443		
G_7_1_post2	209	3,84	1,335				
G_7_2_pre	209	4,99	1,371	0,019	1,552		
G_7_2_post2	209	4,96	1,72				
G_7_3_pre	209	3,47	1,432	0,182	1,432		
G_7_3_post2	209	3,21	1,438				
G_7_4_pre	209	2,97	1,372	0,041	1,472		
G_7_4_post2	209	3,03	1,572				
G_8_1_pre	209	2,08	1,411	0,056	1,425		
G_8_1_post2	209	2,16	1,446				
G_8_2_pre	209	5,04	1,384	0,015	1,349		
G_8_2_post2	209	5,06	1,319				
G_8_3_pre	209	3,91	1,444	0,064	1,553		
G_8_3_post2	209	3,81	1,661				
G_8_4_pre	209	3,45	1,38	0,213	1,454	0,933	0,024
G_8_4_post2	209	3,14	1,531				
W_1_1_pre	209	25,51	12,835	0,064	26,431		
W_1_1_post2	209	27,2	35,202				
W_2_1_pre	209	11,31	7,808	0,191	9,047	0,896	0,006
W_2_1_post2	209	13,04	10,174				
W_2_2_pre	209	37,67	20,07	0,068	23,559		
W_2_2_post2	209	39,27	26,694				
W_4_1_pre	209	28,88	16,874	0,029	18,080		
W_4_1_post2	209	29,41	19,293				
W_4_2_pre	209	15,98	20,942	0,202	25,444	0,908	0,036
W_4_2_post2	209	21,12	29,367				
W_5_a_pre	209	4,13	0,92	0,284	1,093	0,996	0,001
W_5_a_post2	209	3,82	1,246				
W_5_b_pre	209	4,56	1,023	0,150	1,197		
W_5_b_post2	209	4,38	1,353				
W_5_c_pre	209	2,58	1,016	0,189	1,164		
W_5_c_post2	209	2,8	1,3				
W_5_d_pre	209	3,8	1,058	0,169	1,305		
W_5_d_post2	209	3,58	1,518				
W_5_e_pre	209	3,13	0,992	0,107	1,024		
W_5_e_post2	209	3,24	1,059				
W_5_f_pre	209	4,57	0,837	0,149	1,008		
W_5_f_post2	209	4,42	1,159				
W_5_g_pre	209	4,49	1,095	0,026	1,174		
W_5_g_post2	209	4,52	1,254				
W_5_h_pre	209	3,67	1,29	0,217	1,334	0,94	0,005
W_5_h_post2	209	3,38	1,382				
Gültige Anzahl (lis	93						

11. Anhang

Nicht imputierte Daten, Schulen 2 und 3

	N	Mittelwert	Standardabweichung	d	s_pooled	Testpower	Signifikanz p
E1_pre	70	2,86	0,839	0,036	0,839		
E1_post2	63	2,83	0,853				
E2_pre	71	3,24	0,836	0,202	0,792		0,144
E2_post2	62	3,08	0,753				
E3_pre	68	3,07	0,997	0,042	0,947		
E3_post2	62	3,03	0,905				
E4_pre	74	1,64	0,769	0,153	0,785		
E4_post2	68	1,76	0,813				
E5_pre	74	2,07	1,011	0,000	0,893		
E5_post2	68	2,07	0,759				
E6_pre	63	2,79	0,826	0,124	0,809		
E6_post2	63	2,89	0,805				
E7_pre	74	2,76	0,904	0,101	0,791		
E7_post2	68	2,84	0,66				
E8_pre	69	2,48	0,979	0,105	0,956		
E8_post2	65	2,38	0,947				
E9_pre	72	2,75	0,931	0,115	0,959		
E9_post2	66	2,64	1,002				
E10_pre	71	2,54	0,808	0,086	0,817		
E10_post2	66	2,61	0,839				
G_1_1_pre	76	2,59	1,516	0,191	1,411		
G_1_1_post2	66	2,32	1,303				
G_1_2_pre	76	4,99	1,238	0,008	1,293		
G_1_2_post2	68	5	1,371				
G_1_3_pre	75	4,89	1,29	0,114	1,233		
G_1_3_post2	67	4,75	1,185				
G_1_4_pre	75	4,04	1,511	0,258	1,588		1
G_1_4_post2	68	3,63	1,692				
G_2_1_pre	76	4,01	1,183	0,000	1,200		
G_2_1_post2	67	4,01	1,237				
G_2_2_pre	76	4,54	1,399	0,007	1,409		
G_2_2_post2	68	4,53	1,44				
G_2_3_pre	76	3,25	1,297	0,000	1,293		
G_2_3_post2	67	3,25	1,307				
G_2_4_pre	76	2,7	1,178	0,214	1,264		0,823
G_2_4_post2	68	2,97	1,371				
G_3_1_pre	73	3,99	1,242	0,368	1,224	0,959	0,014
G_3_1_post2	67	3,54	1,223				
G_3_2_pre	73	3,97	1,374	0,390	1,358		0,346
G_3_2_post2	66	4,5	1,362				
G_3_3_pre	73	3,67	1,202	0,285	1,192		0,255
G_3_3_post2	67	4,01	1,2				
G_3_4_pre	72	3,03	1,267	0,045	1,324		
G_3_4_post2	67	3,09	1,401				
G_4_1_pre	74	3,69	1,323	0,112	1,334		
G_4_1_post2	68	3,54	1,365				
G_4_2_pre	74	4,12	1,433	0,112	1,428		
G_4_2_post2	68	4,28	1,444				
G_4_3_pre	74	3,84	1,228	0,145	1,241		
G_4_3_post2	67	3,66	1,274				
G_4_4_pre	73	2,97	1,364	0,044	1,361		
G_4_4_post2	68	2,91	1,379				
G_5_1_pre	74	4,74	1,472	0,007	1,371		
G_5_1_post2	68	4,75	1,274				

11. Anhang

G_5_2_pre	74	3,28	1,684		0,190	1,685		
G_5_2_post2	68	3,6	1,712					
G_5_3_pre	74	2,64	1,189		0,266	1,317		0,709
G_5_3_post2	68	2,99	1,461					
G_5_4_pre	74	2,39	1,28		0,032	1,251		
G_5_4_post2	68	2,43	1,238					
G_6_1_pre	74	2,73	1,275		0,139	1,295		
G_6_1_post2	68	2,91	1,335					
G_6_2_pre	74	5,12	1,146		0,025	1,223		
G_6_2_post2	66	5,09	1,321					
G_6_3_pre	74	4,18	1,186		0,025	1,218		
G_6_3_post2	67	4,15	1,27					
G_6_4_pre	74	3,5	1,241		0,040	1,263		
G_6_4_post2	67	3,45	1,306					
G_7_1_pre	73	3,81	1,35		0,024	1,262		
G_7_1_post2	67	3,78	1,178					
G_7_2_pre	74	4,93	1,398		0,000	1,392		
G_7_2_post2	68	4,93	1,407					
G_7_3_pre	74	3,55	1,435		0,283	1,305		0,483
G_7_3_post2	67	3,18	1,167					
G_7_4_pre	74	3,01	1,419		0,127	1,338		
G_7_4_post2	68	2,84	1,265					
G_8_1_pre	74	2,2	1,499		0,034	1,474		
G_8_1_post2	68	2,15	1,469					
G_8_2_pre	74	4,91	1,416		0,111	1,353		
G_8_2_post2	68	5,06	1,303					
G_8_3_pre	74	3,85	1,43		0,073	1,374		
G_8_3_post2	68	3,75	1,331					
G_8_4_pre	73	3,48	1,375		0,213	1,409		0,55
G_8_4_post2	68	3,18	1,465					
W_1_1_pre	73	23,73	11,335		0,038	10,954		
W_1_1_post2	66	24,15	10,689					
W_2_1_pre	74	10,65	5,491		0,263	7,076		0,296
W_2_1_post2	67	12,51	8,58					
W_2_2_pre	74	35,68	18,956		0,280	20,108		
W_2_2_post2	67	41,31	21,596					
W_4_1_pre	75	30,03	18,749		0,036	16,813		
W_4_1_post2	65	29,43	14,557					
W_4_2_pre	74	17,5	23,022		0,023	24,002		
W_4_2_post2	67	18,06	25,387					
W_5_a_pre	74	4,11	0,93		0,266	0,977		0,161
W_5_a_post2	66	3,85	1,041					
W_5_b_pre	75	4,47	1,119		0,066	1,204		
W_5_b_post2	66	4,39	1,311					
W_5_c_pre	75	2,45	0,963		0,149	1,008		
W_5_c_post2	65	2,6	1,072					
W_5_d_pre	75	3,75	1,152		0,104	1,150		
W_5_d_post2	67	3,63	1,166					
W_5_e_pre	74	3,04	0,928		0,157	0,958		
W_5_e_post2	67	3,19	1,004					
W_5_f_pre	74	4,51	0,864		0,050	0,996		
W_5_f_post2	66	4,56	1,139					
W_5_g_pre	75	4,37	1,05		0,084	1,072		
W_5_g_post2	67	4,28	1,112					
W_5_h_pre	75	3,63	1,228		0,165	1,276		
W_5_h_post2	66	3,42	1,348					

11. Anhang

Imputierte Daten, Schulen 2 und 3

	N	Mittelwert	Standardabweichung		d	s_pooled	Testpower	Signifikanz p
E1_pre	101	2,85	0,844		0,022	0,889		
E1_post2	101	2,83	0,941					
E2_pre	101	3,14	0,861		0,161	0,807		
E2_post2	101	3,01	0,757					
E3_pre	101	3,19	0,986		0,202	0,940	0,66	0,045
E3_post2	101	3	0,902					
E4_pre	101	1,64	0,821		0,123	0,812		
E4_post2	101	1,74	0,812					
E5_pre	101	2,1	1,024		0,011	0,899		
E5_post2	101	2,11	0,764					
E6_pre	101	2,83	0,746		0,046	0,866		
E6_post2	101	2,79	0,979					
E7_pre	101	2,75	0,927		0,012	0,819		
E7_post2	101	2,76	0,704					
E8_pre	101	2,53	1,007		0,207	0,964	0,68	0,219
E8_post2	101	2,33	0,93					
E9_pre	101	2,85	0,999		0,190	0,998		
E9_post2	101	2,66	1,007					
E10_pre	101	2,59	0,871		0,081	0,864		
E10_post2	101	2,52	0,865					
G_1_1_pre	101	2,81	1,651		0,290	1,518	0,916	0,044
G_1_1_post2	101	2,37	1,388					
G_1_2_pre	101	4,9	1,273		0,015	1,359		
G_1_2_post2	101	4,88	1,452					
G_1_3_pre	101	4,78	1,292		0,024	1,266		
G_1_3_post2	101	4,75	1,253					
G_1_4_pre	101	3,94	1,457		0,137	1,537		
G_1_4_post2	101	3,73	1,627					
G_2_1_pre	101	4,04	1,21		0,047	1,283		
G_2_1_post2	101	4,1	1,364					
G_2_2_pre	101	4,42	1,405		0,028	1,423		
G_2_2_post2	101	4,46	1,454					
G_2_3_pre	101	3,28	1,443		0,057	1,405		
G_2_3_post2	101	3,2	1,38					
G_2_4_pre	101	2,67	1,202		0,306	1,276	0,941	0,023
G_2_4_post2	101	3,06	1,358					
G_3_1_pre	101	3,97	1,282		0,272	1,248	0,88	0,126
G_3_1_post2	101	3,63	1,226					
G_3_2_pre	101	3,86	1,445		0,440	1,385	0,9994	0,003
G_3_2_post2	101	4,47	1,337					
G_3_3_pre	101	3,5	1,305		0,345	1,275	0,979	0,012
G_3_3_post2	101	3,94	1,258					
G_3_4_pre	101	2,97	1,255		0,065	1,383		
G_3_4_post2	101	3,06	1,513					
G_4_1_pre	101	3,78	1,378		0,114	1,401		
G_4_1_post2	101	3,62	1,438					
G_4_2_pre	101	4,13	1,484		0,097	1,451		
G_4_2_post2	101	4,27	1,431					
G_4_3_pre	101	3,86	1,309		0,139	1,296		
G_4_3_post2	101	3,68	1,296					
G_4_4_pre	101	2,96	1,399		0,081	1,352		
G_4_4_post2	101	2,85	1,318					
G_5_1_pre	101	4,67	1,517		0,042	1,439		
G_5_1_post2	101	4,73	1,371					

11. Anhang

G_5_2_pre	101	3,34	1,708		0,110	1,823		
G_5_2_post2	101	3,54	1,948					
G_5_3_pre	101	2,63	1,261		0,279	1,362	0,895	0,022
G_5_3_post2	101	3,01	1,468					
G_5_4_pre	101	2,5	1,382		0,081	1,353		
G_5_4_post2	101	2,39	1,337					
G_6_1_pre	101	2,78	1,285		0,209	1,337	0,687	0,323
G_6_1_post2	101	3,06	1,399					
G_6_2_pre	101	5,06	1,16		0,008	1,316		
G_6_2_post2	101	5,05	1,468					
G_6_3_pre	101	4,12	1,107		0,026	1,156		
G_6_3_post2	101	4,15	1,215					
G_6_4_pre	101	3,48	1,238		0,101	1,282		
G_6_4_post2	101	3,35	1,336					
G_7_1_pre	101	3,76	1,415		0,083	1,319		
G_7_1_post2	101	3,87	1,23					
G_7_2_pre	101	4,83	1,529		0,046	1,526		
G_7_2_post2	101	4,9	1,539					
G_7_3_pre	101	3,56	1,42		0,326	1,289	0,964	0,01
G_7_3_post2	101	3,14	1,157					
G_7_4_pre	101	2,98	1,454		0,147	1,363		
G_7_4_post2	101	2,78	1,28					
G_8_1_pre	101	2,4	1,601		0,019	1,591		
G_8_1_post2	101	2,43	1,597					
G_8_2_pre	101	4,76	1,478		0,138	1,451		
G_8_2_post2	101	4,96	1,438					
G_8_3_pre	101	3,76	1,469		0,021	1,419		
G_8_3_post2	101	3,79	1,382					
G_8_4_pre	101	3,41	1,606		0,208	1,536	0,684	0,334
G_8_4_post2	101	3,09	1,479					
W_1_1_pre	101	24,19	11,576		0,105	11,607		
W_1_1_post2	101	22,97	11,754					
W_2_1_pre	101	11,12	5,471		0,288	8,235	0,913	0,154
W_2_1_post2	101	13,49	10,346					
W_2_2_pre	101	35,85	19,122		0,206	21,231	0,676	0,284
W_2_2_post2	101	40,22	23,342					
W_4_1_pre	101	29,77	19,495		0,036	17,008		
W_4_1_post2	101	29,16	14,293					
W_4_2_pre	101	19,44	23,094		0,047	25,888		
W_4_2_post2	101	20,65	28,644					
W_5_a_pre	101	4,08	0,884		0,212	0,990	0,699	0,24
W_5_a_post2	101	3,87	1,095					
W_5_b_pre	101	4,41	1,122		0,008	1,211		
W_5_b_post2	101	4,4	1,305					
W_5_c_pre	101	2,38	0,997		0,173	1,096		
W_5_c_post2	101	2,57	1,196					
W_5_d_pre	101	3,66	1,098		0,079	1,143		
W_5_d_post2	101	3,75	1,197					
W_5_e_pre	101	3,02	1,01		0,119	1,006		
W_5_e_post2	101	3,14	1,012					
W_5_f_pre	101	4,5	0,894		0,079	1,008		
W_5_f_post2	101	4,58	1,12					
W_5_g_pre	101	4,39	1,047		0,000	1,101		
W_5_g_post2	101	4,39	1,163					
W_5_h_pre	101	3,59	1,252		0,038	1,312		
W_5_h_post2	101	3,54	1,382					
Gültige Anzahl (lis	101							

11. Anhang

Nicht imputierte Daten, Schule 4

	N	Mittelwert	Standardabweichung	d	s_pooled	Testpower	Signifikanz p
E1_pre	122	2,61	0,886	0,073	0,824		
E1_post2	79	2,67	0,729				
E2_pre	123	3,1	0,834	0,232	0,818		0,549
E2_post2	79	2,91	0,804				
E3_pre	122	2,75	0,965	0,107	0,939		
E3_post2	78	2,65	0,909				
E4_pre	127	1,55	0,742	0,341	0,793		0,327
E4_post2	87	1,82	0,87				
E5_pre	127	2,06	0,957	0,094	0,953		
E5_post2	87	2,15	0,959				
E6_pre	119	2,82	0,792	0,151	0,796		
E6_post2	81	2,94	0,812				
E7_pre	127	2,69	0,802	0,013	0,760		
E7_post2	86	2,7	0,704				
E8_pre	122	2,35	0,935	0,055	0,912		
E8_post2	82	2,4	0,887				
E9_pre	123	2,76	0,879	0,281	0,888		0,288
E9_post2	84	2,51	0,912				
E10_pre	122	2,53	0,784	0,052	0,767		
E10_post2	83	2,57	0,752				
G_1_1_pre	127	2,13	1,498	0,099	1,417		
G_1_1_post2	87	1,99	1,307				
G_1_2_pre	127	5,49	0,925	0,168	1,069		
G_1_2_post2	87	5,31	1,26				
G_1_3_pre	127	5,38	0,854	0,373	0,993	0,981	0,029
G_1_3_post2	87	5,01	1,176				
G_1_4_pre	127	4,46	1,627	0,286	1,641		1
G_1_4_post2	87	3,99	1,681				
G_2_1_pre	127	4,2	1,273	0,095	1,265		
G_2_1_post2	87	4,08	1,269				
G_2_2_pre	128	4,79	1,221	0,160	1,247		
G_2_2_post2	87	4,59	1,299				
G_2_3_pre	128	3,27	1,202	0,083	1,204		
G_2_3_post2	87	3,37	1,221				
G_2_4_pre	128	2,74	1,138	0,172	1,164		
G_2_4_post2	87	2,94	1,214				
G_3_1_pre	127	3,93	1,375	0,248	1,373		1
G_3_1_post2	87	3,59	1,386				
G_3_2_pre	127	4,43	1,477	0,020	1,479		
G_3_2_post2	87	4,4	1,498				
G_3_3_pre	127	4,26	1,261	0,182	1,319		
G_3_3_post2	87	4,02	1,414				
G_3_4_pre	126	3,28	1,489	0,078	1,529		
G_3_4_post2	87	3,4	1,603				
G_4_1_pre	128	3,57	1,396	0,080	1,383		
G_4_1_post2	87	3,46	1,379				
G_4_2_pre	126	4,38	1,436	0,000	1,463		
G_4_2_post2	87	4,38	1,519				
G_4_3_pre	127	4,19	1,252	0,024	1,255		
G_4_3_post2	87	4,16	1,275				
G_4_4_pre	127	3,18	1,504	0,254	1,498		0,38
G_4_4_post2	87	3,56	1,507				
G_5_1_pre	127	5,13	1,034	0,184	1,086		
G_5_1_post2	87	4,93	1,169				

11. Anhang

G_5_2_pre	127	3,3	1,779		0,034	1,778		
G_5_2_post2	87	3,36	1,798					
G_5_3_pre	126	2,73	1,196		0,134	1,194		
G_5_3_post2	87	2,89	1,205					
G_5_4_pre	126	2,25	1,073		0,271	1,145	0,832	0,016
G_5_4_post2	87	2,56	1,255					
G_6_1_pre	128	2,74	1,294		0,186	1,395		
G_6_1_post2	85	3	1,551					
G_6_2_pre	128	5,16	1,056		0,272	1,248		0,223
G_6_2_post2	85	4,82	1,505					
G_6_3_pre	128	4,68	1,203		0,337	1,277		0,133
G_6_3_post2	85	4,25	1,396					
G_6_4_pre	127	3,84	1,269		0,120	1,331		
G_6_4_post2	85	3,68	1,433					
G_7_1_pre	128	3,77	1,482		0,173	1,505		
G_7_1_post2	85	3,51	1,556					
G_7_2_pre	127	5,21	1,238		0,219	1,324		0,096
G_7_2_post2	85	4,92	1,457					
G_7_3_pre	127	3,68	1,425		0,007	1,431		
G_7_3_post2	85	3,69	1,456					
G_7_4_pre	127	3,2	1,303		0,181	1,382		
G_7_4_post2	85	3,45	1,508					
G_8_1_pre	127	2,09	1,357		0,021	1,416		
G_8_1_post2	85	2,12	1,515					
G_8_2_pre	126	5,07	1,167		0,164	1,277		
G_8_2_post2	84	4,86	1,441					
G_8_3_pre	126	4,15	1,284		0,217	1,336		0,105
G_8_3_post2	85	3,86	1,424					
G_8_4_pre	127	3,54	1,239		0,015	1,336		
G_8_4_post2	85	3,52	1,485					
W_1_1_pre	126	22,79	10,724		0,018	10,447		
W_1_1_post2	84	22,6	10,145					
W_2_1_pre	128	10,61	5,598		0,351	6,182		0,163
W_2_1_post2	85	12,78	7,038					
W_2_2_pre	128	39,67	21,33		0,042	20,855		
W_2_2_post2	85	40,54	20,371					
W_4_1_pre	127	27,43	16,504		0,046	16,492		
W_4_1_post2	84	26,67	16,671					
W_4_2_pre	124	18,7	23,652		0,132	22,926		
W_4_2_post2	80	15,67	22,052					
W_5_a_pre	128	4,27	0,935		0,191	0,996		
W_5_a_post2	85	4,08	1,093					
W_5_b_pre	128	4,88	0,8		0,211	0,949		0,644
W_5_b_post2	85	4,68	1,147					
W_5_c_pre	125	2,66	0,967		0,194	1,033		
W_5_c_post2	85	2,86	1,135					
W_5_d_pre	127	4,21	0,997		0,143	1,046		
W_5_d_post2	85	4,06	1,127					
W_5_e_pre	127	3,25	0,976		0,020	0,983		
W_5_e_post2	85	3,27	1,005					
W_5_f_pre	126	4,79	0,888		0,209	1,006		0,128
W_5_f_post2	85	4,58	1,169					
W_5_g_pre	127	4,91	0,904		0,222	0,993		1
W_5_g_post2	85	4,69	1,124					
W_5_h_pre	127	3,75	1,327		0,127	1,339		
W_5_h_post2	84	3,58	1,373					
Gültige Anzahl (li	49							

11. Anhang

Imputierte Daten, Schule 4

	N	Mittelwert	Standardabweichung	d	s_pooled	Testpower	Signifikanz p
E1_pre	141	2,67	0,957	0,043	0,922		
E1_post2	141	2,71	0,893				
E2_pre	141	3,12	0,847	0,345	0,957	0,997	0,001
E2_post2	141	2,79	1,062				
E3_pre	141	2,76	0,966	0,095	1,154		
E3_post2	141	2,65	1,323				
E4_pre	141	1,55	0,725	0,404	0,915	0,9999	0
E4_post2	141	1,92	1,077				
E5_pre	141	2,08	0,949	0,139	1,147		
E5_post2	141	2,24	1,323				
E6_pre	141	2,75	0,796	0,302	0,927	0,982	0,001
E6_post2	141	3,03	1,048				
E7_pre	141	2,67	0,858	0,068	0,881		
E7_post2	141	2,61	0,909				
E8_pre	141	2,29	0,977	0,085	1,645		
E8_post2	141	2,15	2,121				
E9_pre	141	2,73	0,889	0,233	0,945	0,882	0,015
E9_post2	141	2,51	1,004				
E10_pre	141	2,48	0,801	0,125	1,036		
E10_post2	141	2,35	1,233				
G_1_1_pre	141	2,07	1,482	0,067	1,502		
G_1_1_post2	141	1,97	1,532				
G_1_2_pre	141	5,51	0,924	0,070	1,139		
G_1_2_post2	141	5,43	1,326				
G_1_3_pre	141	5,4	0,835	0,211	1,090	0,817	0,053
G_1_3_post2	141	5,17	1,303				
G_1_4_pre	141	4,45	1,593	0,157	1,719		
G_1_4_post2	141	4,18	1,847				
G_2_1_pre	141	4,19	1,235	0,023	1,318		
G_2_1_post2	141	4,16	1,404				
G_2_2_pre	141	4,77	1,197	0,149	1,273		
G_2_2_post2	141	4,58	1,353				
G_2_3_pre	141	3,3	1,175	0,209	1,340	0,811	0,027
G_2_3_post2	141	3,58	1,495				
G_2_4_pre	141	2,72	1,147	0,283	1,308	0,967	0,004
G_2_4_post2	141	3,09	1,459				
G_3_1_pre	141	3,86	1,355	0,254	1,416	0,928	0,01
G_3_1_post2	141	3,5	1,484				
G_3_2_pre	141	4,5	1,487	0,149	1,608		
G_3_2_post2	141	4,74	1,731				
G_3_3_pre	141	4,33	1,269	0,055	1,648		
G_3_3_post2	141	4,42	1,965				
G_3_4_pre	141	3,33	1,512	0,176	1,650		
G_3_4_post2	141	3,62	1,788				
G_4_1_pre	141	3,55	1,361	0,149	1,481		
G_4_1_post2	141	3,33	1,602				
G_4_2_pre	141	4,29	1,51	0,254	1,691	0,928	0,018
G_4_2_post2	141	4,72	1,866				
G_4_3_pre	141	4,21	1,226	0,040	1,239		
G_4_3_post2	87	4,16	1,275				
G_4_4_pre	141	3,25	1,693	0,235	1,701	0,887	0,013
G_4_4_post2	141	3,65	1,722				
G_5_1_pre	141	5,09	1,028	0,252	1,271	0,924	0,004
G_5_1_post2	141	4,77	1,482				

11. Anhang

G_5_2_pre	141	3,32	1,741	0,197	1,882		
G_5_2_post2	141	3,69	2,026				
G_5_3_pre	141	2,73	1,216	0,195	1,384		
G_5_3_post2	141	3	1,542				
G_5_4_pre	141	2,3	1,059	0,342	1,141	0,996	0,001
G_5_4_post2	141	2,69	1,225				
G_6_1_pre	141	2,73	1,359	0,234	1,797	0,885	0,03
G_6_1_post2	141	3,15	2,159				
G_6_2_pre	141	5,13	1,045	0,006	1,638		
G_6_2_post2	141	5,14	2,076				
G_6_3_pre	141	4,66	1,201	0,145	1,588		
G_6_3_post2	141	4,43	1,907				
G_6_4_pre	141	3,85	1,291	0,000	1,479		
G_6_4_post2	141	3,85	1,655				
G_7_1_pre	141	3,73	1,504	0,100	1,701		
G_7_1_post2	141	3,56	1,889				
G_7_2_pre	141	5,16	1,224	0,000	1,616		
G_7_2_post2	141	5,16	1,939				
G_7_3_pre	141	3,6	1,478	0,028	1,787		
G_7_3_post2	141	3,65	2,061				
G_7_4_pre	141	3,19	1,257	0,161	1,554		
G_7_4_post2	141	3,44	1,813				
G_8_1_pre	141	2,08	1,331	0,163	1,840		
G_8_1_post2	141	1,78	2,247				
G_8_2_pre	141	5,06	1,16	0,105	1,812		
G_8_2_post2	141	4,87	2,296				
G_8_3_pre	141	4,12	1,25	0,069	1,599		
G_8_3_post2	141	4,01	1,894				
G_8_4_pre	141	3,58	1,264	0,106	1,511		
G_8_4_post2	141	3,74	1,733				
W_1_1_pre	141	22,52	10,655	0,076	12,792		
W_1_1_post2	141	23,49	14,7				
W_2_1_pre	141	10,41	5,593	0,233	8,142	0,882	0,058
W_2_1_post2	141	12,31	10,112				
W_2_2_pre	141	39,22	21,417	0,014	25,387		
W_2_2_post2	141	39,57	28,975				
W_4_1_pre	141	27,27	16,095	0,037	25,091		
W_4_1_post2	141	28,19	31,765				
W_4_2_pre	141	5,1	100,055	0,120	73,747		
W_4_2_post2	141	13,97	30,722				
W_5_a_pre	141	4,28	0,966	0,097	1,241		
W_5_a_post2	141	4,16	1,473				
W_5_b_pre	141	4,9	0,783	0,053	1,127		
W_5_b_post2	141	4,84	1,394				
W_5_c_pre	141	2,75	1,049	0,229	1,400	0,872	0,038
W_5_c_post2	141	3,07	1,687				
W_5_d_pre	141	4,26	1,05	0,000	1,348		
W_5_d_post2	141	4,26	1,6				
W_5_e_pre	141	3,24	0,962	0,025	1,210		
W_5_e_post2	141	3,21	1,423				
W_5_f_pre	141	4,79	0,918	0,109	1,099		
W_5_f_post2	141	4,67	1,261				
W_5_g_pre	141	4,89	0,928	0,250	1,442	0,92	0,018
W_5_g_post2	141	4,53	1,824				
W_5_h_pre	141	3,79	1,33	0,123	1,459		
W_5_h_post2	141	3,61	1,588				
Gültige Anzahl (li	87						

11. Anhang

Nicht imputierte Daten, Schule 5

	N	Mittelwert	Standard- abweichung	d	s_pooled	Testpower	Signifi- kanz p
E1_pre	54	2,59	0,962	0,329	0,881	0,811	0,023
E1_post2	52	2,88	0,808				
E2_pre	55	2,82	0,905	0,335	0,836	0,831	0,034
E2_post2	52	3,1	0,774				
E3_pre	55	2,51	0,979	0,289	0,969	0,714	0,091
E3_post2	52	2,79	0,977				
E4_pre	55	2,15	0,951	0,183	0,931		
E4_post2	51	1,98	0,927				
E5_pre	56	2,5	0,915	0,000	0,918		
E5_post2	52	2,5	0,939				
E6_pre	42	2,79	0,842	0,059	0,850		
E6_post2	39	2,74	0,88				
E7_pre	55	3,04	0,793	0,422	0,830	0,961	0,119
E7_post2	51	2,69	0,883				
E8_pre	48	2,29	0,944	0,313	0,959	0,727	0,028
E8_post2	44	2,59	0,996				
E9_pre	51	2,92	0,771	0,035	0,862		
E9_post2	46	2,89	0,971				
E10_pre	51	2,84	0,809	0,053	0,762		
E10_post2	49	2,88	0,726				
G_1_1_pre	55	2,55	1,642	0,263	1,523		1
G_1_1_post2	53	2,15	1,42				
G_1_2_pre	55	4,96	1,49	0,110	1,365		
G_1_2_post2	53	5,11	1,251				
G_1_3_pre	55	4,87	1,139	0,028	1,088		
G_1_3_post2	52	4,9	1,053				
G_1_4_pre	54	3,57	1,808	0,037	1,640		
G_1_4_post2	52	3,63	1,482				
G_2_1_pre	55	3,98	1,326	0,079	1,264		
G_2_1_post2	53	4,08	1,222				
G_2_2_pre	55	4,6	1,409	0,094	1,389		
G_2_2_post2	53	4,47	1,395				
G_2_3_pre	55	3,87	1,139	0,410	1,196	0,95	0,014
G_2_3_post2	53	3,38	1,274				
G_2_4_pre	55	2,75	1,377	0,080	1,254		
G_2_4_post2	52	2,65	1,136				
G_3_1_pre	55	4,24	1,527	0,063	1,429		
G_3_1_post2	53	4,15	1,35				
G_3_2_pre	55	3,87	1,599	0,083	1,564		
G_3_2_post2	53	4	1,557				
G_3_3_pre	55	3,27	1,353	0,291	1,273	0,72	0,17
G_3_3_post2	53	3,64	1,21				
G_3_4_pre	55	2,73	1,42	0,022	1,381		
G_3_4_post2	53	2,7	1,367				
G_4_1_pre	55	3,71	1,462	0,089	1,350		
G_4_1_post2	53	3,83	1,252				
G_4_2_pre	55	4,31	1,526	0,122	1,478		
G_4_2_post2	53	4,13	1,455				
G_4_3_pre	55	3,96	1,319	0,187	1,286		
G_4_3_post2	53	3,72	1,277				
G_4_4_pre	55	2,85	1,393	0,238	1,262		0,811
G_4_4_post2	53	2,55	1,136				
G_5_1_pre	55	4,67	1,733	0,365	1,481	0,89	0,072
G_5_1_post2	53	5,21	1,199				

11. Anhang

G_5_2_pre	55	3,35	1,756		0,242	1,780	0,572	0,063
G_5_2_post2	53	2,92	1,838					
G_5_3_pre	55	2,8	1,496		0,397	1,311	0,936	0,069
G_5_3_post2	53	2,28	1,116					
G_5_4_pre	55	2,09	1,221		0,481	0,976	0,991	0,028
G_5_4_post2	53	1,62	0,657					
G_6_1_pre	55	3,02	1,672		0,111	1,531		
G_6_1_post2	53	3,19	1,401					
G_6_2_pre	55	5,05	1,353		0,152	1,318		
G_6_2_post2	53	4,85	1,307					
G_6_3_pre	55	4,6	1,164		0,418	1,124	0,958	0,016
G_6_3_post2	52	4,13	1,103					
G_6_4_pre	55	3,29	1,499		0,057	1,401		
G_6_4_post2	52	3,21	1,319					
G_7_1_pre	55	3,76	1,374		0,056	1,439		
G_7_1_post2	53	3,68	1,529					
G_7_2_pre	55	4,91	1,337		0,201	1,443		0,143
G_7_2_post2	53	4,62	1,572					
G_7_3_pre	55	3,62	1,254		0,196	1,223		
G_7_3_post2	53	3,38	1,213					
G_7_4_pre	55	2,73	1,254		0,130	1,154		
G_7_4_post2	53	2,58	1,064					
G_8_1_pre	55	2,16	1,424		0,192	1,353		
G_8_1_post2	52	1,9	1,302					
G_8_2_pre	55	4,95	1,38		0,053	1,333		
G_8_2_post2	52	4,88	1,308					
G_8_3_pre	55	4	1,262		0,083	1,210		
G_8_3_post2	52	3,9	1,176					
G_8_4_pre	53	3,3	1,395		0,206	1,360		1
G_8_4_post2	52	3,02	1,35					
W_1_1_pre	53	17,58	11,558		0,354	11,499	0,859	0,02
W_1_1_post2	51	21,65	11,667					
W_2_1_pre	54	8,7	5,578		0,51 €	6,265	0,997	0,005
W_2_1_post2	51	11,92	7,031					
W_2_2_pre	54	26,11	18,52		0,349	17,902	0,855	0,024
W_2_2_post2	51	32,35	17,59					
W_4_1_pre	55	25,33	17,77		0,061	15,288		
W_4_1_post2	53	24,4	12,549					
W_4_2_pre	52	22,5	24,886		0,172	22,129		
W_4_2_post2	52	18,69	19,475					
W_5_a_pre	56	3,46	1,144		0,133	1,052		
W_5_a_post2	53	3,6	0,968					
W_5_b_pre	56	4,39	1,201		0,264	0,946		1
W_5_b_post2	53	4,64	0,591					
W_5_c_pre	56	2,54	0,873		0,423	0,875	0,964	0,151
W_5_c_post2	53	2,17	0,893					
W_5_d_pre	55	3,42	1,117		0,163	0,982		
W_5_d_post2	53	3,58	0,842					
W_5_e_pre	56	2,95	0,961		0,098	0,922		
W_5_e_post2	53	3,04	0,898					
W_5_f_pre	56	4,29	1,039		0,174	0,921		
W_5_f_post2	53	4,45	0,798					
W_5_g_pre	55	4,36	1,06		0,096	0,942		
W_5_g_post2	53	4,45	0,822					
W_5_h_pre	55	3,65	1,19		0,133	1,201		
W_5_h_post2	53	3,49	1,234					
Gültige Anzahl (li	3							

11. Anhang

Imputierte Daten, Schule 5

	N	Mittelwert	Standard- abweichung	d	s_pooled	Testpower	Signifi- kantz p
E1_pre	65	2,57	0,954	0,270	0,889	0,723	0,229
E1_post2	65	2,81	0,833				
E2_pre	65	2,83	0,886	0,332	0,813	0,877	0,062
E2_post2	65	3,1	0,747				
E3_pre	65	2,53	1,04	0,167	1,017		
E3_post2	65	2,7	1,01				
E4_pre	65	2,17	1,047	0,201	0,944	0,497	0,426
E4_post2	65	1,98	0,845				
E5_pre	65	2,43	0,999	0,021	0,943		
E5_post2	65	2,45	0,899				
E6_pre	65	2,8	0,78	0,039	0,765		
E6_post2	65	2,77	0,762				
E7_pre	65	3,02	0,818	0,395	0,811	0,963	0,033
E7_post2	65	2,7	0,816				
E8_pre	65	2,29	0,905	0,309	0,906	0,828	0,151
E8_post2	65	2,57	0,922				
E9_pre	65	2,92	0,723	0,061	0,813		
E9_post2	65	2,87	0,906				
E10_pre	65	2,89	0,788	0,014	0,726		
E10_post2	65	2,88	0,671				
G_1_1_pre	65	2,56	1,631	0,299	1,469	0,803	0,113
G_1_1_post2	65	2,12	1,313				
G_1_2_pre	65	4,97	1,47	0,060	1,323		
G_1_2_post2	65	5,05	1,181				
G_1_3_pre	65	4,87	1,132	0,075	1,070		
G_1_3_post2	65	4,95	1,022				
G_1_4_pre	65	3,48	1,887	0,079	1,763		
G_1_4_post2	65	3,34	1,66				
G_2_1_pre	65	3,96	1,366	0,087	1,271		
G_2_1_post2	65	4,07	1,19				
G_2_2_pre	65	4,58	1,341	0,129	1,315		
G_2_2_post2	65	4,41	1,31				
G_2_3_pre	65	3,91	1,08	0,405	1,137	0,97	0,025
G_2_3_post2	65	3,45	1,208				
G_2_4_pre	65	2,86	1,41	0,224	1,248	0,575	0,387
G_2_4_post2	65	2,58	1,084				
G_3_1_pre	65	4,3	1,588	0,053	1,522		
G_3_1_post2	65	4,22	1,478				
G_3_2_pre	65	3,88	1,544	0,038	1,566		
G_3_2_post2	65	3,94	1,611				
G_3_3_pre	65	3,4	1,333	0,250	1,241	0,661	0,21
G_3_3_post2	65	3,71	1,163				
G_3_4_pre	65	2,8	1,635	0,041	1,459		
G_3_4_post2	65	2,74	1,285				
G_4_1_pre	65	3,58	1,41	0,217	1,292	0,551	0,455
G_4_1_post2	65	3,86	1,184				
G_4_2_pre	65	4,28	1,521	0,161	1,429		
G_4_2_post2	65	4,05	1,354				
G_4_3_pre	65	3,93	1,381	0,178	1,289		
G_4_3_post2	65	3,7	1,211				
G_4_4_pre	65	2,78	1,339	0,233	1,200	0,605	0,466
G_4_4_post2	65	2,5	1,063				
G_5_1_pre	65	4,64	1,695	0,396	1,540	0,964	0,09
G_5_1_post2	65	5,25	1,394				

11. Anhang

G_5_2_pre	65	3,33	1,687		0,292	1,710	0,785	0,031
G_5_2_post2	65	2,83	1,758					
G_5_3_pre	65	2,74	1,409		0,315	1,270	0,842	0,091
G_5_3_post2	65	2,34	1,136					
G_5_4_pre	65	2,02	1,24		0,443	0,970	0,989	0,032
G_5_4_post2	65	1,59	0,612					
G_6_1_pre	65	3	1,771		0,209	1,579	0,524	0,267
G_6_1_post2	65	3,33	1,389					
G_6_2_pre	65	5,06	1,337		0,189	1,269		
G_6_2_post2	65	4,82	1,217					
G_6_3_pre	65	4,64	1,11		0,479	1,065	0,997	0,001
G_6_3_post2	65	4,13	1,035					
G_6_4_pre	65	3,34	1,452		0,112	1,340		
G_6_4_post2	65	3,19	1,241					
G_7_1_pre	65	3,71	1,312		0,044	1,367		
G_7_1_post2	65	3,77	1,44					
G_7_2_pre	65	4,94	1,294		0,321	1,433	0,855	0,024
G_7_2_post2	65	4,48	1,58					
G_7_3_pre	65	3,67	1,205		0,311	1,222	0,833	0,061
G_7_3_post2	65	3,29	1,258					
G_7_4_pre	65	2,74	1,177		0,252	1,151	0,667	0,326
G_7_4_post2	65	2,45	1,142					
G_8_1_pre	65	2,17	1,345		0,108	1,296		
G_8_1_post2	65	2,03	1,266					
G_8_2_pre	65	4,89	1,429		0,060	1,329		
G_8_2_post2	65	4,81	1,243					
G_8_3_pre	65	3,95	1,219		0,035	1,143		
G_8_3_post2	65	3,91	1,08					
G_8_4_pre	65	3,31	1,385		0,257	1,325	0,683	0,251
G_8_4_post2	65	2,97	1,283					
W_1_1_pre	65	18,94	12,075		0,157	11,817		
W_1_1_post2	65	20,79	11,74					
W_2_1_pre	65	8,7	5,798		0,452	6,240	0,992	0,014
W_2_1_post2	65	11,52	6,744					
W_2_2_pre	65	26,24	18,194		0,284	17,585	0,763	0,044
W_2_2_post2	65	31,23	17,236					
W_4_1_pre	65	28,32	20,101		0,247	16,483	0,651	0,284
W_4_1_post2	65	24,25	12,159					
W_4_2_pre	65	22,55	23,637		0,149	20,868		
W_4_2_post2	65	19,45	18,052					
W_5_a_pre	65	3,52	1,26		0,045	1,121		
W_5_a_post2	65	3,57	0,983					
W_5_b_pre	65	4,36	1,315		0,290	1,000	0,78	0,274
W_5_b_post2	65	4,65	0,551					
W_5_c_pre	65	2,68	0,975		0,56 €	0,916	0,9999	0,002
W_5_c_post2	65	2,17	0,869					
W_5_d_pre	65	3,39	1,172		0,245	1,020	0,645	0,518
W_5_d_post2	65	3,64	0,861					
W_5_e_pre	65	2,9	1,06		0,189	0,953		
W_5_e_post2	65	3,08	0,849					
W_5_f_pre	65	4,22	1,295		0,201	1,047	0,497	0,562
W_5_f_post2	65	4,43	0,74					
W_5_g_pre	65	4,34	1,25		0,038	1,043		
W_5_g_post2	65	4,38	0,805					
W_5_h_pre	65	3,59	1,268		0,025	1,203		
W_5_h_post2	65	3,56	1,153					
Gültige Anzahl (listenweise)								

Erklärung:

Ich versichere, dass ich die von mir vorgelegte Dissertation selbständig angefertigt, die benutzten Quellen und Hilfsmittel vollständig angegeben und die Stellen der Arbeit – einschließlich Tabellen, Karten und Abbildungen –, die anderen Werken im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, in jedem Einzelfall als Entlehnung kenntlich gemacht habe; dass diese Dissertation noch keiner anderen Fakultät oder Universität zur Prüfung vorgelegen hat; dass sie – abgesehen von unten angegebenen Teilpublikationen – noch nicht veröffentlicht worden ist, sowie, dass ich eine solche Veröffentlichung vor Abschluss des Promotionsverfahrens nicht vornehmen werde. Die Bestimmungen der Promotionsordnung sind mir bekannt. Die von mir vorgelegte Dissertation ist von Prof. Dr. André Bresges betreut worden.

Ort, Datum

Jeremias Weber

Teilpublikationen:

Weber, J., Bresges, A. (2013). Authentische Probleme für authentische Aufgaben im Bereich der Verkehrserziehung. In: *PhyDid B - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung des Fachverbandes Didaktik der Physik in Jena (ISSN 2191-379X)*. Abgerufen von <http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/download/465/605>

Weber, J., Bresges, A. (2014). Using serious games and computer simulations in an authentic context for physics education. In: Constantinou C.P., Papadouris, N., Hadjigeorgiou, A. (Hrsg.). *E-Book Proceedings of the ESERA 2013 Conference: Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning. Part 4 (Olympiou, G., Marzin-Janvier, P.), (104-115)*. Nicosia, Cyprus: European Science Education Research Association. ISBN: 978-9963-700-77-6

Weber, J., Bresges, A. (2015). Kompetenzerwerb im Physikunterricht. In: *Vortrag zur DPG-Frühjahrstagung des Fachverbandes der Didaktik der Physik in Wuppertal*. Nicht veröffentlicht.