

Aus dem Zentrum für Neurologie und Psychiatrie der Universität zu Köln
Klinik und Poliklinik für Psychiatrie und Psychotherapie
Direktor: Universitätsprofessor Dr. med. F. Jessen

**Induktion einer Angstreaktion und Vergleich des subjektiven Angstempfindens sowie
der psychophysiologischen Reaktionen zwischen jungen und alten gesunden Probanden**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Universität zu Köln

vorgelegt von
Dorothee Christina Elisabeth Jochimsen
aus Mainz

promoviert am 30. Juni 2022

Aus dem Zentrum für Neurologie und Psychiatrie der Universität zu Köln
Klinik und Poliklinik für Psychiatrie und Psychotherapie
Direktor: Universitätsprofessor Dr. med. F. Jessen

**Induktion einer Angstreaktion und Vergleich des subjektiven Angstempfindens sowie
der psychophysiologischen Reaktionen zwischen jungen und alten gesunden Probanden**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Universität zu Köln

vorgelegt von
Dorothee Christina Elisabeth Jochimsen
aus Mainz

promoviert am 30. Juni 2022

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität zu Köln

2022

Dekan: Universitätsprofessor Dr. med. G. R. Fink
1. Gutachter: Universitätsprofessor Dr. med. F. O. Jessen
2. Gutachter: Universitätsprofessor Dr. med. S. Bender

Erklärung:

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Dissertationsschrift ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskriptes habe ich Unterstützungsleistungen von folgenden Personen erhalten:

Dr. rer. nat. Xiaochen Hu
Universitätsprofessor Dr. med. F. Jessen

Weitere Personen waren an der geistigen Herstellung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich nicht die Hilfe einer Promotionsberaterin/eines Promotionsberaters in Anspruch genommen. Dritte haben von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertationsschrift stehen.

Die Dissertationsschrift wurde von mir bisher weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Erklärung zur guten wissenschaftlichen Praxis:

Ich erkläre hiermit, dass ich die Ordnung zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis und zum Umgang mit wissenschaftlichem Fehlverhalten (Amtliche Mitteilung der Universität zu Köln AM 24/2011) der Universität zu Köln gelesen habe und verpflichte mich hiermit, die dort genannten Vorgaben bei allen wissenschaftlichen Tätigkeiten zu beachten und umzusetzen.

Köln, den 05.10.22

Unterschrift:

Die in dieser Arbeit angegebenen Experimente sind nach entsprechender Anleitung durch Frau Dr. rer. nat. Xiaochen Hu von mir selbst ausgeführt worden.

Danksagung

Besonders bedanken möchte ich mich bei meiner Betreuerin Xiaochen Hu, mit der ich das Projekt gemeinsam aufbauen und formen durfte, für die enge Zusammenarbeit, die Hilfe bei der Datenanalyse und ihre Leidenschaft für die Forschung, die mich immer wieder begeistert und motiviert hat.

Vielen Dank auch an meinen Doktorvater, Herrn Professor Jessen, für die herzliche Aufnahme in die Arbeitsgruppe, die permanente Unterstützung des Projektes und meiner Arbeit und für die wertvolle konstruktive Kritik.

Ein unendlicher Dank gilt zudem meiner Familie, vor allem meiner Schwester, die über die gesamte Zeit meines Studiums und meiner Promotion für mich da war, mich motiviert und inspiriert hat, und ganz besonders meinen Eltern und Vorbildern, ohne die ich es nicht so weit gebracht hätte. Tausend Dank für die Unterstützung auf meinem Weg zur Ärztin und zur Promotion.

Inhaltsverzeichnis

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	7
1. EINLEITUNG	8
1.1 EINFÜHRUNG	8
1.2 ÄNGSTLICHKEIT, KOGNITION UND DEMENZ	9
1.3 ÄNGSTLICHKEIT IM ALTERSVERGLEICH	11
1.4 ZIEL DER STUDIE.....	12
1.5 EMOTIONSINDUKTION.....	13
1.6 ERFASSUNG UND OBJEKTIVIERUNG VON EMOTIONEN.....	15
1.7 PSYCHOPHYSIOLOGISCHE REAKTIONEN AUF ANGST	17
1.7.1 <i>Hautleitfähigkeit</i>	19
1.7.2 <i>Herzfrequenz</i>	21
1.7.3 <i>Atmungsfrequenz</i>	22
1.7.4 <i>Temperatur</i>	23
1.8 HYPOTHESEN DER DISSERTATION	23
2. MATERIAL UND METHODEN	25
2.1 AUSWAHL ANGSTINDUZIERENDER BILDER	25
2.1.1 <i>Pilotierungsprojekt</i>	26
2.2 STUDIENDESIGN	27
2.2.1 <i>Probandenrekrutierung</i>	28
2.2.2 <i>Beschreibung der Stichprobe</i>	28
2.2.3 <i>Fragebögen und Neuropsychologische Testung</i>	29
2.2.4 <i>Bildbewertungsexperiment</i>	33
2.2.5 <i>Psychophysiologische Messung</i>	35
2.3 METHODEN	36
2.3.1 <i>Hautleitwert</i>	37
2.3.1.1 <i>Nonresponder</i>	38
2.3.1.2 <i>Artefaktbereinigung</i>	38
2.3.2 <i>Herzfrequenz</i>	39
2.3.3 <i>Atmung</i>	39
2.3.4 <i>Temperatur</i>	40
2.4 STATISTISCHE VERFAHREN.....	40
3. ERGEBNISSE	41
3.1 NEUROPSYCHOLOGISCHE TESTUNG UND FRAGEBÖGEN.....	41
3.2 AUSWERTUNG DER BILDBEWERTUNGEN.....	42
3.2.1 <i>Angst</i>	44
3.2.2 <i>Ekel, Ärger, Überraschung, Trauer, Freude</i>	44
3.2.3 <i>Valence und Arousal</i>	45
3.2.4 <i>Korrelation der emotionalen Bewertungen und Ängstlichkeit</i>	46
3.3 HAUTLEITANTWORT	48
3.3.1 <i>Anzahl der SCRs über dem Schwellenwert</i>	50
3.3.2 <i>ISCR (Zeitintegral des phasischen Hautleitimpulses)</i>	50
3.3.3 <i>Antwortlatenz bis zum ersten SCR über dem Schwellenwert</i>	51
3.3.4 <i>Amplitudensummen aller SCRs über dem Schwellenwert</i>	51
3.3.5 <i>Tonischer Hautleitwert</i>	52
3.3.6 <i>Korrelationen</i>	52
3.4 HERZFREQUENZ	54
3.5 ATMUNG	55
3.6 TEMPERATUR	56

4. DISKUSSION	58
4.1 DISKUSSION DER ERGEBNISSE	58
4.1.1. <i>Neuropsychologische Testung und Fragebögen</i>	58
4.1.2 <i>Bildbewertungen</i>	58
4.1.3 <i>Korrelationen</i>	59
4.1.4 <i>Hautleitwert</i>	59
4.1.5 <i>Temperatur, Herzfrequenz und Atmung</i>	60
4.2 VERGLEICH DER ERGEBNISSE	61
4.3 RELEVANZ DER ERGEBNISSE UND HYPOTHESEN	65
4.4 HINWEISE FÜR WEITERFÜHRENDE STUDIEN	67
5. ZUSAMMENFASSUNG	69
6. LITERATURVERZEICHNIS	71
7. ANHANG	81

Abkürzungsverzeichnis

arousal	Erregungsintensität eines Bildes
BVP	Blood Volume Pulse
CDA	Continuous Decomposition Analysis
CERAD	Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease (<i>Testbatterie</i>)
EDA	Elektrodermale Aktivität
EmoPics	Emotional Picture System
GAI	Geriatric Anxiety Inventory (Geriatrisches Angst-Inventar)
GAPED	The Geneva Affective Picture Database
GAS	Geriatric Anxiety Scale (Geriatrische Angst-Skala)
GDA	Geriatrische Depressions-Skala
HAM-A	Hamilton Angstfragebogen
HR	Heart Rate (Herzfrequenz)
IAPS	International Affective Picture System
MINI-DIPS	Diagnostisches Interview bei Psychischen Störungen (<i>Kurzversion</i>)
MMSE	Minimental State Examination
NAPS	Nencki Affective Picture System
nSCR	Anzahl der SCRs (Hautleitreaktionen) über dem Schwellenwert
nsSCR	nonspecific SCR, spontane oder nicht-spezifische Hautleitreaktion
SCR	Skin Conductance Response (Hautleitreaktion)
STAI	State-Trait-Angstinventar
valence	Wertigkeit eines Bildes (angenehm oder unangenehm)
VLMT	Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest

1. Einleitung

1.1 Einführung

Ängstlichkeit ist ein häufig beobachtetes Symptom bei älteren Menschen, das vielfach im Rahmen psychiatrischer, neurodegenerativer Störungen und anderer Erkrankungen auftritt, insbesondere häufig in Kombination mit Depression und kognitivem Abbau (Beekman et al., 2015). Im Allgemeinen kann Ängstlichkeit beschrieben werden als aversives Gefühl des Unbehagens, der Unruhe, Sorgen, Nervosität oder Furcht vor etwas, das entweder gerade geschieht oder das sich möglicherweise ereignen könnte (Tales et al., 2016). Evolutionär bedingt soll das Gefühl von Angst vor Gefahr oder unmittelbaren Bedrohungen warnen und den Körper in eine vermehrte Aufmerksamkeitsreaktion, Flucht- oder Reaktionsbereitschaft versetzen (Beekman et al., 2015). Ängstlichkeit kann sich als anhaltendes Befinden im Sinne eines Persönlichkeitszuges äußern oder aber als flüchtiger Zustand, der für eine kurze Dauer anhält und sich auf bestimmte Lebenslagen oder Situationen bezieht (Lee et al., 2016). Zudem kann zwischen verschiedenen Formen von Ängstlichkeit unterschieden werden. Dazu gehören pathologische Angst als Ausdruck einer Angststörung, Ängstlichkeit im Rahmen von Komorbiditäten, Ängstlichkeit in Zusammenhang mit Medikamenten-Einnahmen, Ängstlichkeit als angemessene Reaktion auf belastende Lebensumstände oder gesteigerte Ängstlichkeit, die für den Betroffenen beeinträchtigend ist, sich jedoch keiner manifesten Angststörungs-Diagnose zuordnen lässt.

Angststörungen im Sinne einer klinisch manifesten Diagnose einer pathologisch gesteigerten Angst treten häufig erstmalig schon in früheren Lebensphasen auf. In einem Review Paper von 2005 wurde hierfür eine Lebenszeitprävalenz von ca. 29% errechnet; Personen im mittleren Lebensalter waren dabei am häufigsten betroffen (Kessler et al., 2005). Die Prävalenz von Angststörungen bei älteren Personen variiert nach einer Metaanalyse von 2015 zwischen 1% bis zu 15% (Andreescu et al., 2015), wobei davon ausgegangen wird, dass aufgrund häufiger Überlappung mit anderen neuropsychiatrischen Symptomen oder einer Somatisierung der Angstsymptome viele Angststörungen undiagnostiziert und somit unbehandelt bleiben (Fuentes et al., 1997). Häufig sind Angstsymptome mit Angststörungen oder anderen, insbesondere psychiatrischen, Erkrankungen assoziiert. In einer Studie von 2016 zur Assoziation von psychiatrischen Störungen und Angstsymptomen stellte sich die höchste Prävalenz von Angstsymptomen mit 65% für die Depression heraus, 38% für Demenz, 33% für Manie und 28% für Psychosen (Bendixen et al., 2016). Die Häufigkeitsangaben variieren dabei von Studie zu Studie, deutlich wird jedoch immer eine hohe Koinzidenz von psychiatrischen Störungen und Angstsymptomen. Auch somatische Symptome anderer physischer Erkrankungen können angstähnliche Gefühle bei Betroffenen erzeugen (Forlani et al., 2014), wie zum Beispiel bei pulmonalen (z.B. Brustenge, Dyspnoe), kardiovaskulären (z.B. Hypertension, Palpitationen, Schwindel) oder endokrinen Erkrankungen (Schwitzen, Herzrasen, etc.). Häufige Assoziationen finden sich zudem mit Komorbiditäten wie Adipositas, Krebs, Diabetes, Alzheimer Demenz, Schmerzstörungen, Schlafstörungen, chronischen und weiteren Erkrankungen (Tales et al.,

2016). Darüber hinaus können Angstsymptome Nebenwirkungen von Medikamenten sein. Dazu gehören am häufigsten zum Beispiel Calciumkanalblocker, Alpha- und Betablocker, Digoxin, L-Thyroxin, Bronchodilatoren, Steroide, Theophyllin, Antihistaminika oder Benzodiazepin-Entzug (Koychev et al., 2016). Aber nicht immer müssen Angstsymptome notwendigerweise mit Erkrankungen oder medikamentösen Therapien einhergehen. Stattdessen sind sie häufig unspezifisch und können im höheren Lebensalter Ausdruck des Alterungsprozesses, belastender Lebenssituationen oder allgemeiner Sorgen sein. Hierzu gehören im Alter zum Beispiel Einsamkeit und Isolierung, finanzielle und gesundheitliche Sorgen, Leistungsabbau auf kognitiver und funktioneller Ebene, gegebenenfalls Angst vor dem Tod, etc. (Alwahhabi, 2003). Bezüglich des Auftretens von unspezifischen Angstsymptomen bei älteren Menschen ohne Vorliegen einer Störung schätzten schon ältere Datenerhebungen die Inzidenz auf ungefähr 20% (Himmelfarb et al., 1984), eine aktuellere Metaanalyse gab Zahlen von ca. 15% bis zu 52% an (Bryant et al., 2008). Die große Varianz ist hierbei am ehesten der unterschiedlichen Definition von Angst und den unterschiedlichen Erfassungsmethoden geschuldet.

Angstsymptome haben eine relevante Auswirkung auf die Lebensqualität der betroffenen Personen und gehen zudem mit einer Begünstigung von Erkrankungen einher, wie zum Beispiel von Schlaganfällen oder kardiovaskulären Erkrankungen (Koychev et al., 2016, Lambiase et al., 2014, Tully et al., 2013). Daher sind die Erkennung von Angstsymptomen und eine adäquate Therapie von besonderer Bedeutung. Die häufige Koinzidenz von Ängstlichkeit und verschiedenen Erkrankungen lässt sich in vielen Studien reproduzieren; die Risikofaktoren, die Ätiologie und ein möglicher kausaler Zusammenhang bleiben nach wie vor komplex und vielfach unverstanden. Als mögliche Risikofaktoren gelten unter anderem die Persönlichkeitsstruktur, der soziokulturelle Hintergrund, genetische und Umwelt-Faktoren sowie belastende Lebensumstände, wie z.B. Konfliktsituationen oder Erkrankung einer nahestehenden Person (De Beurs et al., 2001, Tales et al., 2016). Die zugrundeliegenden Prozesse, die zur Entstehung von pathologischer Angst führen, sind Gegenstand aktueller Forschung. Insbesondere neuroanatomische Veränderungen im Alter, biochemische Prozesse, neuropsychologische Störungen, genetische und psychosoziale Faktoren als Ursache für die Entstehung von Angst werden eingehend untersucht (Hellwig et al., 2019).

1.2 Ängstlichkeit, Kognition und Demenz

Das Auftreten von Angstsymptomen bei Gesunden sowie bei Personen mit Prädemenzformen wird mit einer verminderten kognitiven Funktion oder einem erhöhten Risiko für einen kognitiven Abbau im Alter assoziiert. Vice versa findet sich in Studien der Nachweis einer erhöhten Inzidenz von Angstsymptomen bei Personen mit verschiedenen Demenz- und Prädemenzformen (Tales et al., 2016). Die geschätzte Prävalenz von Angststörungen bei Demenz liegt bei 5% bis zu 21% (Seignourel et al., 2008), das Auftreten von Angstsymptomen im Allgemeinen ohne konkrete Diagnose einer Angststörung sogar bei bis zu 71% (Ballard et al., 2000, Chemerinski et al., 1998, Lyketsos et al., 2001, Seignourel et al., 2008, Smith, 2015,

Wands et al., 1990). Daher rückt im Rahmen von Untersuchungen zu Demenzen, insbesondere der Alzheimer Demenz, neben der vielfach untersuchten depressiven Symptomatik, die bereits als valider Risikofaktor für Demenz angesehen wird (John et al., 2019), vor allem die Angstsymptomatik immer mehr in den Fokus aktueller wissenschaftlicher Untersuchungen. In den letzten Jahren konnte mittels prospektiver, longitudinaler Studien der Einfluss von Angst auf die Kognition tiefergehend untersucht werden. Die Ergebnisse diverser Studien deuten darauf hin, dass ältere Personen bereits beim Auftreten einer vermehrten Ängstlichkeitssymptomatik ohne das Vorliegen einer Störung ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung einer Demenz und / oder für einen zukünftigen, schnelleren Abbau der kognitiven Leistung aufweisen (Gallacher et al., Geda et al., 2014, Palmer et al., 2007, Sinoff et al., 2003, Wilson et al., 2011). Andere Studien wiederum zeigen nur bedingt Assoziationen zwischen Ängstlichkeit und verminderter kognitiver Leistung (Bierman et al., 2008, Brodaty et al., 2012). Wieder andere Studien konnten Ängstlichkeit nicht als Prädiktor für die Entwicklung einer Demenz identifizieren (Bierman et al., 2009, Teng et al., 2007).

Für den Zusammenhang von affektiven Symptomen, insbesondere Depression aber auch Angstsymptomen, und kognitiver Leistungsabnahme gibt es verschiedene, möglicherweise ineinandergreifende Erklärungsansätze, wie z.B. zugrundeliegende zerebrale vaskuläre Erkrankungen oder entzündliche Veränderungen, erhöhte Kortisolproduktion, eine Abnahme neurotropher Faktoren, eine Hippocampusatrophie und vermehrte zerebrale Amyloid β -Ablagerungen, kombiniert mit biologischen, soziokulturellen und Lebensstil-Faktoren (John et al., 2019). Amyloid β ist ein physiologisch gebildetes Protein, das sich bei vermehrter Anreicherung, wie im Rahmen einer Alzheimer Demenz und anderen Demenzformen, unter anderem im Gehirn ablagern kann und dann neurotoxisch wird. Verschiedene Studien konnten für erhöhte Amyloid β -Spiegel bzw. vermehrte zerebrale Amyloid β -Ablagerungen eine Verschlechterung der kognitiven Funktion nachweisen (Chetelat et al., 2011, Doraiswamy et al., 2014, Ellis et al., 2013, Lim et al., 2012, Lim et al., 2014). Ebenso konnte ein linearer Zusammenhang einer Amyloid-Pathologie mit ängstlich-depressiven Symptomen bei kognitiv gesunden Probanden gefunden werden (Donovan et al., 2018). Die Ergebnisse einer prospektiven Kohortenstudie von Pietrzak et al. führten zu der konkreten Annahme, dass bei gesunden, älteren Testpersonen mit positivem Amyloid β -Status das Vorhandensein von Angstsymptomen einen negativ-modifizierenden Einfluss auf den kognitiven Abbau hat (Pietrzak et al., 2015): Über einen Zeitraum von viereinhalb Jahren zeigte sich bei den 333 untersuchten Individuen mit Amyloid-Positivität und starker Angstsymptomatik eine signifikant schnellere Abnahme der Gedächtnisfunktion im Gegensatz zu den Probanden mit geringer Angstsymptomatik. Dies impliziert die Bedeutung von Ängstlichkeit als möglicher Moderator der Gedächtnisfunktion bei amyloidpositiven Personen.

Unabhängig von der Bedeutung als prädiktiver oder modifizierender Faktor hat Ängstlichkeit insbesondere bei dementieller Erkrankung eine enorme Auswirkung für den Patienten und sein Umfeld und führt zu einer deutlich schlechteren Lebensqualität der betroffenen Patienten (Banerjee et al., 2006, Hoe et al., 2006, Selwood et al., 2005), als auch zu einer deutlich

stärkeren Belastung für die pflegenden Angehörigen. Vor diesem Hintergrund sowie der möglichen Assoziation von Angst mit einem schnelleren Fortschreiten einer Gedächtnisstörung könnten Angstsymptome somit eine wesentliche Rolle im Rahmen der Früherkennung, Prävention und Behandlung eines kognitiven Abbaus spielen, insbesondere im Rahmen einer Demenz.

1.3 Ängstlichkeit im Altersvergleich

Betrachtet man Studienergebnisse zu Untersuchungen von Angstsymptomen im Altersvergleich findet man heterogene Aussagen. In einer longitudinalen Studie von Mirowsky et al. konnte eine Abnahme der Häufigkeit ängstlicher Empfindungen mit dem Alter gefunden werden (Mirowsky et al., 2008). Eine Hypothese hierfür ist eine vermehrte emotionale Stabilität mit zunehmendem Alter, bessere Bewältigungsstrategien, mehr Ressourcen sowie biologische Veränderungen (Beekman et al., 2015, Mirowsky et al., 2008). Vermehrte Sorgen bei jüngeren Personen werden unter anderem in Zusammenhang mit einer Mehrzahl an Stressoren in jungen Jahren gebracht (Brose et al., 2013). Nach einer Studie von Teachman konnte für Ängstlichkeit als Eigenschaft ein kurvenförmiger Zusammenhang mit dem Alter gefunden werden, im Sinne eines Anstiegs bis zum mittleren Lebensalter mit einer anschließenden Abnahme der Häufigkeit bis zur 8. Lebensdekade und einem erneuten darauf folgenden Anstieg von Angstsymptomen (Teachman, 2006). In einer longitudinalen Studie von 2016 wird von einer Abnahme von Ängstlichkeitssymptomen im Alter zwischen 50 und 60 Jahren mit einem anschließenden erneuten Anstieg bis zum 80. Lebensjahr berichtet (Lee et al., 2016). Obwohl der Alterungsprozess durch eine Zunahme an Erkrankungen, durch funktionellen und kognitiven Abbau, gegebenenfalls Vereinsamung usw. auf den ersten Blick viele mögliche Risikofaktoren für die Entwicklung von Angstsymptomen birgt, scheint die Inzidenz von Angststörungen, Angstsymptomen und Sorgen mit dem Alter grundlegend abzunehmen (Beekman et al., 2015, Gould et al., 2015), jedoch nach wie vor stark präsent zu sein und dabei innerhalb der Gruppe der älteren Bevölkerung je nach Altersspanne zu variieren. Die häufig präsenten nicht-pathologischen Ängste jüngerer und älterer Personen betreffen meist Sorgen über finanzielle, familiäre, zwischenmenschliche, gesundheitliche oder berufliche Angelegenheiten, wobei es eine Vielzahl an weiteren ursächlichen Themen gibt und die Sorgen je nach Kategorien in den Altersgruppen unterschiedlich stark ausgeprägt sind (Diefenbach et al., 2001). Ältere Personen zeigen eine starke Ausprägung familiärer, zwischenmenschlicher und diverser individueller Sorgen, während jüngere Probanden vor allem arbeitsbezogene Sorgen beschreiben. Beide Gruppen geben finanzielle und gesundheitliche Sorgen an (Diefenbach et al., 2001). Für Ältere spielt der Aspekt altersrelevanter Sorgen zusätzlich eine große Rolle.

Zum Verständnis der nicht immer einheitlichen Ergebnisse der bisher erfolgten Studien muss das Studiendesign genauer betrachtet werden. Auffallend sind unterschiedliche Definitionen von Ängstlichkeit sowie divergierende Erfassungsmethoden, häufig ohne Fokus der Erfassungsinstrumente auf das Kollektiv älterer Menschen und ohne Beachtung der

unterschiedlichen Ausprägung von Ängstlichkeit im Altersvergleich (Hellwig et al., 2019, Tales et al., 2016). Darüber hinaus unterscheiden sich die verwendeten Fragebögen zur Messung von Ängstlichkeit zwischen den einzelnen Studien. Durch Gegebenheiten wie z.B. überlappende somatische Symptome anderer Erkrankungen oder Somatisierung wird Angst bei älteren Personen durch manche Fragebögen nicht ausreichend erfasst (Bryant et al., 2008). Häufig findet sich in der Methodik zudem die Verwendung von Fragebögen, die bisher nur für junge Personen validiert worden sind (Fuentes et al., 1997). Die spezifischen Sorgen und Ängste, die im Alter auftreten, werden in diesen nicht adäquat abgebildet.

Bisher gibt es keine klare Methode zur Erfassung von Ängstlichkeitssymptomen älterer Personen. In einem Review Paper von 2018 zur Analyse der möglichen Erfassungsmethoden wird auf Schwierigkeiten u.a. aufgrund unterschiedlicher Symptompräsentation, Komorbiditäten und Pharmakotherapien im Alter hingewiesen (Balsamo et al., 2018). Im Zuge des Alterns können zudem insbesondere ein kognitiver Abbau oder auch häufig auftretende Alterssymptome wie Schlafstörungen oder Konzentrationsschwierigkeiten die korrekte Erfassung von Ängstlichkeitssymptomen erschweren. Auch für die Betroffenen selbst ist es häufig schwierig, somatische und psychische Belastungen voneinander zu trennen. Die Erfassung von Ängstlichkeit – insbesondere bei älteren Probanden – stellt sich daher als komplex dar und bedarf systematischer Methoden und vergleichbarer Definitionen (Beekman et al., 2015).

1.4 Ziel der Studie

Aufbauend auf der Hypothese der Studie von Pietrzak et al., die Ängstlichkeit als eine Moderatorvariable der kognitiven Funktion bzw. eines kognitiven Abbaus bei Amyloid-Positivität darstellt, wird in der vorliegenden Studie der Bedeutung von Ängstlichkeit als häufiges Begleitsymptom bei kognitiven Beschwerden nachgegangen. Langfristig soll untersucht werden, ob eine Amyloid-Pathologie eine Ängstlichkeitssymptomatik begünstigt, ob das Ausmaß der Amyloidablagerungen mit der Ausprägung der Symptomatik korreliert und ob eine Ängstlichkeitssymptomatik mit einer schlechteren kognitiven Funktion assoziiert ist. Um Ängstlichkeit ob ihrer adäquaten, subsyndromalen oder pathologischen Ausprägung einschätzen zu können, wird in dieser Studie zunächst das Vorkommen und die Bedeutung von Ängstlichkeit bei gesunden Probanden genauer untersucht. Die vorliegende Dissertation beschäftigt sich daher zunächst mit der Erfassung von Ängstlichkeit bei jungen und alten kognitiv gesunden Probanden.

Da die in Studien häufig angewandten Fragebögen ausschließlich die subjektive Einschätzung der Probanden wiedergeben, wird in der vorliegenden Studie zudem eine Messung psychophysiologischer Reaktionen zur Objektivierung durchgeführt.

Hierzu werden anhand der Testung von jungen und älteren gesunden Probanden mit intakter kognitiver Funktion folgende Aspekte systematisch untersucht:

- die subjektive aktuelle sowie generelle persönlichkeitsbezogene Ängstlichkeit mittels Fragebögen, welche die Ausprägung von Ängstlichkeit auf affektiver, kognitiver und somatischer Ebene berücksichtigen,
- das direkte subjektive Ängstlichkeits-Erleben auf angstinduzierende Stimuli in einem Bild-Bewertungsexperiment,
- die Objektivierung der subjektiven Angaben mittels psychophysiologischer Messungen.

Um den Altersaspekt bei der Erfassung von Ängstlichkeit mit zu berücksichtigen, wird dabei insbesondere Wert auf die zusätzliche Verwendung von speziell für ältere Personen entwickelte und validierte Fragebögen gelegt. Die Ausprägung und Bewertung von Ängstlichkeit sowie die simultane somatische Reaktion wird hiernach im Altersvergleich betrachtet.

In der vorliegenden Arbeit wird untersucht, ob junge gesunde und alte gesunde Personen sich bezüglich ihrer subjektiv wahrgenommenen und der unwillkürlichen psychophysiologischen Antwort des Körpers auf Angststimuli unterscheiden. Zudem wird ein Studiendesign zur Erfassung von Ängstlichkeit mit standardisierten Stimuli etabliert, das für weiterführende Studien, insbesondere zur Untersuchung der Assoziation von Angstsymptomen, Amyloid-Pathologie und kognitiver Dysfunktion genutzt werden kann.

Die Studie wurde von der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät Köln geprüft und genehmigt und ist nach den Maßstäben der revidierten Deklaration von Helsinki (Weltärztebund 2013) durchgeführt worden. Der detaillierte Aufbau der Studie wird in Kapitel 2 erklärt.

Im Folgenden wird auf die Möglichkeiten und Methoden zur Induktion und Erfassung des subjektiven Erlebens von Angst sowie die Objektivierung mittels psychophysiologischer Messungen eingegangen.

1.5 Emotionsinduktion

Zur experimentellen Erzeugung von Emotionen existieren unterschiedliche Induktionsmethoden und Stimuli (Westermann et al., 1996). Häufig verwendete Methoden sind die Nutzung von Filmsequenzen und Bildern. Ebenso können akustische Stimuli wie Musik und Geräusche angewandt werden. Durch die gezielte Aktivierung bestimmter mimischer Muskeln und die damit verbundene Nachstellung von emotionsspezifischen Gesichtsausdrücken (z.B. Lächeln) können ebenfalls Emotionen erzeugt werden. Neben sensorischen Stimuli werden zudem häufig Techniken angewandt, durch welche die Probanden in bestimmte emotionale Situationen hineinversetzt werden. Hierzu zählen z.B. Methoden der Imagination einer fiktiven Situation, der Erinnerung einer zurückliegenden autobiographischen, emotionalen Situation oder der sozialen Interaktion. Um Stress oder Angst zu erzeugen, können zudem Testsituationen simuliert werden, in denen zum Beispiel kognitive Fähigkeiten oder Intelligenz getestet werden. Jede Methode bietet Vor- und Nachteile, die zunächst sorgfältig abgewogen werden müssen und dann individuell für die spezifischen Belange der Studie ausgewählt werden können (Levenson, 2007, Schaefer et al., 2010). Während die Imaginations- und Erinnerungsmethode große Unterschiede in den Reaktionen unter den Testpersonen mit sich führen können, sind Stimuli wie Filme, Bilder oder Geräusche besser zu standardisieren und

somit besser vergleichbar. Filme haben durch ihre dynamische sowohl visuelle als auch auditive Stimulation per se eine hohe ökologische Validität und können durch die Auswahl von einfachen, möglichst wenig emotional-komplexen Szenen auch im experimentellen Setting gut spezifische Emotionen erzeugen (Levenson, 2007). In einer Arbeit zum Vergleich von Filmen und Bildern als Stimuli zur Emotionsinduktion von Trauer und Angst führten Filme zu einem länger anhaltenden negativen Empfinden, während Bilder zu kürzeren Reaktionen führten (Kuijsters et al., 2016). In einer Studie von 2016 zeigten sich Filmclips Bildern als Stimulus jedoch nicht überlegen bezüglich einer Emotions- und Erregungsinduktion (Uhrig et al., 2016). Bilder haben zudem den Vorteil einer internationalen Verständlichkeit und Vergleichbarkeit sowie eines großen Erfahrungswertes aufgrund der bereits häufig erprobten Anwendung in diversen Studien.

Zur Erzeugung der Basisemotion Angst wird in der vorliegenden Studie daher ein Studiendesign mit Bildern als Stimuli verwendet. Mit Hilfe von Bildern können unterschiedliche angstausslösende Situationen oder Objekte dargestellt werden und somit verschiedene Auslöser von Angst oder Sorgen berücksichtigt werden. Zum anderen bieten Bilder - auch im Hinblick auf weiterführende Studien mit Patienten - eine bessere ethische Vertretbarkeit, kaum Anforderung an kognitive Leistungen und aufgrund der geringen Komplexität und des ausschließlichen Anspruchs an das visuelle Sinnessystem eine gute Anwendungsmöglichkeit auch für potentielle Untersuchungen im Zusammenhang mit kognitiven Aufgaben oder bildgebenden Verfahren.

Bilder sind mitunter die am häufigsten verwendeten Stimuli zur Untersuchung von Emotionen. Für die experimentelle Emotionsinduktion mit Bildern existiert bereits eine Reihe an standardisierten Bild-Datenbanken, deren Bilder bezüglich ihrer valence (Einordnung in positiv oder negativ bzw. angenehm oder unangenehm) und ihrer arousal (Intensität der emotionalen Erregung) von Testpersonen bewertet wurden; teilweise sogar darüber hinaus in ihrer Intensität bezogen auf einzelne Emotionen.

Bild-Datenbank	Jahr	Ursprung
International Affective Picture System (IAPS)	1997	Florida
The Geneva Affective Picture Database (GAPED)	2011	Schweiz
The Emotional Picture System (EmoPicS)	2012	Deutschland
The Nencki Affective Picture System (NAPS)	2013	Polen
Open Affective Standardized Image Set (OASIS)	2016	England
Image Stimuli for Emotion Elicitation (ISEE)	2018	USA

Tabelle 1. Unterschiedliche existierende Bild-Datenbanken.

Die am häufigsten verwendete Datenbank, die von Forschern weltweit zur Erzeugung von Emotionen eingesetzt wird, ist das International Affective Picture System (IAPS) (Lang et al., 2008). Diese 1997 etablierte Datenbank wurde über die Jahre erweitert und umfasst aktuell über 1800 Bilder. Darüber hinaus werden mittlerweile auch weitere, erst vor wenigen Jahren in unterschiedlichen Ländern entwickelte Bild-Datenbanken für die Erzeugung von Emotionen in Forschungsexperimenten angewandt. Dazu gehören das Emotional Picture System (EmoPics) (Wessa et al., 2010), die Geneva Affective Picture Database (GAPED) (Dan-Glauser et al., 2011) sowie das Nencki Affective Picture System (NAPS) (Marchewka et al., 2014, Riegel et al., 2016, Wierzba et al., 2015).

Zudem wird hier auf das seit 2016 existierende Open Affective Standardized Image Set (OASIS) (Kurdi et al., 2017) und die 2018 entstandenen Image Stimuli for Emotion Elicitation (ISEE) (Kim et al., 2018) als frei verfügbare Datenbanken hingewiesen. Zur Auswahl geeigneter Bilder für die vorliegende Studie wurde ein Pilotierungsprojekt durchgeführt (s. Kapitel 2.1). Da die beiden letztgenannten Datenbanken erst nach Durchführung des Pilotierungsprojekts veröffentlicht wurden, konnten die Bilder der OASIS und ISEE nicht berücksichtigt werden.

1.6 Erfassung und Objektivierung von Emotionen

Methoden und Materialien zur Erfassung von Emotionen haben über die Jahre eine große Entwicklung durchgemacht. Um das subjektive affektive Erleben von Individuen zu quantifizieren, sind Forscher seit jeher auf Beurteilungsskalen angewiesen. Aufgrund eines starken Zusammenhangs positiver Emotionen untereinander und negativer Emotionen untereinander, wurden ursprünglich verwendete Affektskalen abgelöst durch Skalen, die ein differenzierteres Modell affektiven Erlebens widerspiegeln (Gray et al., 2007). Die am häufigsten verwendeten Dimensionen zur Bewertung von Affekt sind dabei valence und arousal. James Russell entwickelte ein Circumplex Modell, in welchem affektive Zustände in ein zweidimensionales System eingeordnet werden (s. Abbildung 1).

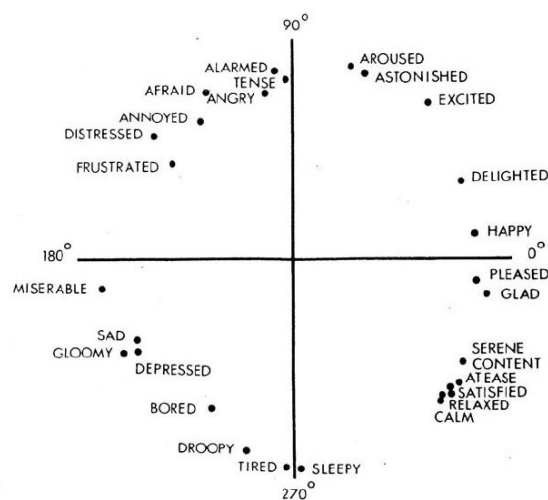


Abbildung 1. Circumplex Model of Affect nach Russell (1980). Affektive Zustände werden in einem zweidimensionalen System den Dimensionen valence und arousal zugeordnet. X-Achse: valence (180° = sehr unangenehm, 0° = sehr angenehm). Y-Achse: arousal (270° = gar nicht erregt, 90° = sehr stark erregt).

Valence wird hierbei auf einer horizontalen, bipolaren Achse abgebildet, die von pleasure in einem Extrem bis displeasure im anderen Extrem reicht. Auf gleiche Weise wird die Dimension arousal auf einer senkrechten, bipolaren Achse mit den Ausprägungen arousal und sleep abgebildet (Russell, 1980). Die meisten affektiven Zustände können diesen zwei Dimensionen valence und arousal trotz zwangsläufiger interindividueller Varianz mit einer guten Validität und Reliabilität zugeordnet werden (Mauss et al., 2009).

Beim Vergleich verschiedener Studien mit unterschiedlichen Stimuli (Bilder, Geräusche, Worte, Gesichtsausdrücke und Gerüche) konnte eine wiederkehrende U-förmige Korrelation von valence und arousal im Sinne einer hohen arousal für besonders negative (displeasure) und besonders positive (pleasure) Stimuli gefunden werden (Mattek et al., 2017). Neutrale Stimuli zeichneten sich durch eine niedrige arousal aus. Auch in mehreren Studien mit den IAPS-Bildern konnte eine solche U-förmige Korrelation gefunden werden (Ito et al., 1998, Lang et al., 2008, Lang et al., 1993, Libkuman et al., 2007). Die für die vorliegende Studie relevante Emotion Angst wird bei einer negativen valence und einer hohen arousal eingeordnet (Mauss et al., 2009). Diese Einordnung war für die Auswahl der Bilder als Stimuli (s. Kapitel 2.1) von Bedeutung.

Um die individuelle Ausprägung von Angst nicht nur als Reaktion auf Stimuli, sondern auch das Vorhandensein und das Ausmaß von Ängstlichkeit als Persönlichkeitseigenschaft zu erfassen, bedarf es zusätzlich der Verwendung von Fragebögen. Hierbei muss bedacht werden, dass sich Emotionen auf verschiedenen Ebenen äußern können, die in den Fragebögen Berücksichtigung finden sollten. Am Beispiel von Angst könnte sich diese Emotion zum Beispiel durch innere Unruhe (affektiv), Aggressivität (motorisch), durch Herzpochen oder Schwitzen (somatisch) sowie Unkonzentriertheit, Zerfahrenheit oder Vergesslichkeit (kognitiv) äußern. Lang beschreibt die Notwendigkeit der Erfassung drei verschiedener Ebenen von Emotionen: die motorische, die verbal-kognitive und die somatisch-physiologische Ebene (Lang, 1968). Levenson beschreibt vier verschiedene Antwortsysteme auf Emotionen: das subjektive emotionale Erleben, der Ausdruck von Emotionen durch Verhalten, die periphere Physiologie und die Sprache (Levenson, 2007). Nach Scherer gibt es sogar fünf Subsysteme: das kognitive (Bewertung von Emotion), das autonome/neurophysiologische (Erregung durch die Emotion), das motorische (Ausdruck von bzw. Verhalten durch Emotion), das motivationale (motivationale Handlungstendenz) und das integrierende Kontrollsystem (Repräsentation dieser Subsysteme auf subjektiver Gefühlsebene) (Scherer, 1987). Scherer postuliert, dass zur Generierung einer Emotion eine Reaktion auf all diesen Ebenen notwendig sei und die affektive Gefühlslage sich aus dem Zusammenspiel dieser ergebe. Einzelne Reaktionen in diesen Subsystemen können jedoch subtil ausfallen. Ebenso kann das subjektive Empfinden unterbewusst ablaufen, sodass ein emotionaler Stimulus, der auf physiologischer Ebene zu Reaktionen führt, subjektiv nicht wahrgenommen wird (Scherer, 1987). Darüber hinaus gibt es vier verschiedene subjektive Bewertungsprozesse, nämlich die Bewertung der persönlichen Relevanz des Stimulus, die Bewertung der möglichen Auswirkungen eines Stimulus, die Bewertung des individuellen Potentials zum Umgang mit den Folgen bzw. der Bewältigung des Stimulus und die Bewertung

der Situation im Kontext der eigenen und gesellschaftlichen Norm (Scherer, 2001), sodass sich die Reaktion auf einen Reiz auf den beschriebenen Ebenen individuell und unterschiedlich stark äußert. Auch zeitweilige Gefühlslagen, kulturelle und gesellschaftliche Aspekte, Erfahrungen und Umweltbedingungen können diese Bewertungsprozesse beeinflussen.

Während die Messung der emotionalen Empfindung auf Stimuli mittels Skalen sowie die Erfassung von Ängstlichkeit als Persönlichkeitseigenschaft anhand von Fragebögen allein auf der subjektiven Einordnung durch den Probanden beruht, kann eine Messung der physiologischen Reaktionen auf die angstinduzierenden Stimuli zusätzlich eine Objektivierung des emotionalen Empfindens ermöglichen.

Emotionen sind evolutionär bedingte, komplexe psychologisch-physiologische Reaktionen und dienen seit jeher dem Überleben im Sinne einer Zuwendung oder Abwendung von Ereignissen (Bradley et al., 2001). Auf psychologischer Ebene beeinflussen Emotionen Aufmerksamkeit, Verhalten und Erinnerung. Auf physiologischer Ebene wird durch Emotionen das autonome Nervensystem reguliert, ebenso wie das endokrine System, Gesichtsausdrücke, Stimmlage, Muskeltonus etc. Dies dient der Vorbereitung auf eine Handlung wie z.B. eine Fluchtreaktion und führt zur Mobilisierung entsprechender Ressourcen bzw. der Aktivierung entsprechend notwendiger physiologischer Systeme (z.B. kardiovaskulär und respiratorisch). Die psychophysiologischen Reaktionen auf Stimuli sind motivational organisiert. Zum einen führen sie zu einer Aufmerksamkeits- und Orientierungsreaktion. Zum anderen führen sie - abhängig vom verarbeiteten Reiz - zu einem appetitiv-motivationalen (bei positivem Stimulus) oder defensiv-motivationalen (bei negativem Stimulus) Verhalten (Bradley et al., 2001). Das defensiv-motivationale System steht im Kontext von Bedrohung und führt zu einer Mobilisierung von Ressourcen zur Vorbereitung einer adäquaten Reaktion: Dies kann defensives Verhalten, eine Fluchtreaktion oder auch offensives Verhalten sein. Das appetitiv-motivationale System steht im Kontext von Überleben und Vermehrung. Je nach Neuartigkeit und Bedeutung des Stimulus für das Individuum fallen auch hier die physiologischen Reaktionen unterschiedlich stark in ihrer Ausprägung und Intensität aus (Bradley, 2009, Bradley et al., 2001).

Die Messung der zugrundeliegenden autonomen Veränderungen gilt als die beste Möglichkeit, die Reaktion eines Menschen auf emotionale Stimuli zu objektivieren (Parr et al., 2007). Deutlich bei den genannten Theorien und den beteiligten Systemen wird die Komplexität der Generierung von Emotionen und die gleichzeitige Individualität der Ausprägung (Aue et al., 2007). Demzufolge finden sich auch in der wissenschaftlichen Literatur keine einheitlichen Aussagen dazu, ob sich Emotionen nach reproduzierbaren und eindeutig zuordenbaren Mustern ableiten lassen.

1.7 Psychophysiologische Reaktionen auf Angst

Angstinduzierende Stimuli können evolutionär bedingt (z.B. Reaktion auf Raubtiere), erlernt (z.B. durch biographische Ereignisse), oder auch kulturell bedingt (z.B. Waffen, Kriegsszenarien) eine Bedrohungssituation evozieren und zu einer intuitiven Angstreaktion führen, die auch unabhängig vom Bewusstsein des Individuums ablaufen kann (Aue et al.,

2007). Je nach angstinduzierendem Stimulus und Intensität desselben kann die Emotion Angst sich in der resultierenden psychophysiologischen Reaktion unterschiedlich präsentieren (McGinley et al., 2017). In einer Metaanalyse von 2010 werden 134 Arbeiten verglichen, welche die Reaktionen des autonomen Nervensystems auf unterschiedliche Emotionen untersuchen. Hier zeigen sich spezifische Reaktionsmuster, sofern Emotionen entsprechend des zugrunde liegenden affektiven Erlebens in Untergruppen unterteilt werden. So wird bei der Emotion Angst beispielsweise zwischen *anxiety* (Ängstlichkeit), *fear* (Furcht) und *fear with imminent threat* (Angst vor einer direkten Bedrohung) unterschieden (Kreibig, 2010). Häufig werden die Begriffe synonym verwendet, im Hinblick auf die psychophysiologische Reaktion ist eine Differenzierung jedoch sinnvoll. Wiederholt wird in der Literatur versucht, die Begriffe durch Definitionen sowie Unterschiede in Ursache und Verhalten voneinander abzugrenzen, oft ist eine konkrete Unterscheidung jedoch schwierig (Perusini et al., 2015). Kurzgefasst wird Ängstlichkeit mit einem kognitiv-affektiven Zustand der Hilflosigkeit assoziiert in Sorge oder ängstlicher Befürchtung des Auftretens einer bestimmten Situation. Somit bezieht sich Ängstlichkeit eher auf eine Eigenschaft einer Persönlichkeit und kann je nach Situation mehr oder weniger ausgeprägt sein (Barlow, 1991). Angst oder Furcht beschreibt eine evolutionär angelegte oder erlernte, überlebenswichtige Basisemotion, die den Körper dazu mobilisieren soll, im Bedarfsfall die Flucht zu ergreifen oder sich aktiv zu wehren (Barlow, 1991). Unabhängig von der begrifflichen Unterscheidung von Ängstlichkeit, Angst und Furcht ist wichtig zu differenzieren, ob das Individuum eine direkte oder indirekte angsteinflößende Situation erfährt. Im Hinblick auf ein experimentelles Setting heißt dies zu unterscheiden, ob der Proband aktiv (z.B. bei Imaginationsverfahren) oder passiv (z.B. beim Sehen von Bildern) in das Experiment involviert ist. In Bezug auf die Stimuluswahl ist zu unterscheiden zwischen angstinduzierenden Stimuli, die zu einem defensiven Verhaltensmuster im Sinne einer verstärkten Aufmerksamkeitsreaktion führen und angstinduzierenden Stimuli, die zu einer Fluchtreaktion und somit zu aktivem, mobilisierendem Verhaltensmuster führen (Bradley et al., 2001). Bei der Nutzung von Bildern als Stimuli ist der Proband in einer passiven Situation, sodass auf physiologischer Ebene vor allem eine Aufmerksamkeitsreaktion der Wahrnehmung generiert wird (Lang et al., 2013). Die Ausprägung von Angst unterscheidet sich dadurch, wie intensiv der Stimulus und wie ausgeprägt die subjektiv erlebte Angst ist. Eine Person mit einer bestimmten Phobie z.B. kann eine sehr viel stärkere Reaktion im Sinne eines aktiven, mobilisierendem Verhaltensmusters auf ein Bild als Stimulus entwickeln. Zum Vergleich vorhandener Ergebnisse in der Literatur ist folglich genau auf das Studiendesign zu achten und zwischen verschiedenen Emotionsinduktionsverfahren zu differenzieren. Dies erklärt u.a. auch die nicht immer einheitlichen Ergebnisse der psychophysiologischen Reaktionen in angstinduzierenden Experimenten (McGinley et al., 2017).

In der oben genannten Metaanalyse von 2010 wurden 134 Studien bezüglich der Wirkung emotionaler Stimuli auf das autonome Nervensystem junger, gesunder Probanden verglichen (Kreibig, 2010). In der Zusammenschau der Ergebnisse findet sich häufig ein Trend zu bestimmten Veränderungen der physiologischen Systeme. Gleichwohl gibt es jeweils Studien,

die Gegenteiliges behaupten oder keine Veränderung der beobachteten physiologischen Parameter finden konnten. Die inkonsistente Datenlage liegt auch hier am ehesten in der Schwierigkeit der Vergleichbarkeit der Studien begründet, da sich insbesondere die Induktionsmethodik (Bilder, Filmclips, Stressinterviews, Schocks, Imaginationsmethoden, etc.) unterscheidet. Nur 17 der verglichenen Studien in der Metaanalyse verwendeten Bilder als emotionalen Stimulus, von diesen untersuchten nur acht Studien die Emotion Angst, zwei von diesen acht Studien verwendeten Bilder mit emotionalen Gesichtsausdrücken und keine thematisch angstinduzierenden Bilder. Es verbleiben also nur sechs Studien, die mit der vorliegenden Studie vergleichbar sind und im Folgenden zum Vergleich herangezogen werden. Zur Bewertung von Ängstlichkeit wurden folgende Parameter ausgewählt: Hautleitfähigkeit, Herzfrequenz, Atmung und Temperatur.

1.7.1 Hautleitfähigkeit

Die elektrodermale Aktivität oder auch Hautleitfähigkeit (skin conductance) ist einer der am häufigsten verwendeten Parameter zur Messung psychophysiologischer Reaktionen, der schon seit über 100 Jahren genutzt wird (Dawson et al., 2007). Hierbei werden bei der überwiegend angewandten exosomatischen Methode zwei Elektroden an der Hautoberfläche angebracht und ein leichter Stromfluss von der einen zur anderen Elektrode durch die Haut geleitet. Grundlegend gilt, dass interne und externe Reize zu einem Abfall der Hautleitresistenz (skin resistance) und einem Anstieg der Hautleitfähigkeit führen, was auf die Aktivität der Schweißdrüsen in der Haut zurückzuführen ist. Diese werden durch das sympathische Nervensystem innerviert, welches bei Aktivierung im Rahmen von zum Beispiel Erregung, Aufmerksamkeit oder Stress zu einem Anstieg der Schweißmenge innerhalb der Schweißdrüsenkanäle und somit zu einer verbesserten Leitfähigkeit durch die dicke Schicht der Hornhaut führt (Dawson et al., 2007). Durch die äußerst sensible Reaktion des elektrodermalen Systems auf Erregungen können selbst unterschwellige Reaktionen gemessen werden, die vom Individuum möglicherweise gar nicht wahrgenommen werden. Daher eignet sich der Hautleitwert ausgesprochen gut zur Messung von Reaktionen.

Auf neuroanatomischer Ebene spielen für die elektrodermale Aktivität die Impulse und die Steuerung durch eine Reihe von zerebralen Regionen eine entscheidende Rolle. Hierzu gehören insbesondere der Hypothalamus, kortikale frontale Regionen und das limbische System (v.a. Amygdala, Hippocampus und cingulärer Gyrus) (Critchley, 2002, Dawson et al., 2007, Sequeira et al., 2009). Die Amygdala spielt eine zentrale Rolle bei der Verarbeitung von Emotionen, insbesondere negativer und bedrohlicher Reize, und der Erzeugung von Angst. Das limbische System gilt als neurologisches Korrelat für eine starke Stimulation der elektrodermalen Aktivität im Rahmen emotionaler Reaktionen (Andreassi, 2007, Critchley, 2002). Die genauen zugrundeliegenden Funktionen sind noch nicht ausreichend geklärt. Hinweise sprechen jedoch für einen erregenden Einfluss auf die elektrodermale Aktivität durch die Amygdala und einen hemmenden Einfluss durch den Hippocampus (Dawson et al., 2007). Man unterteilt in einen tonischen Hautleitwert (tonic skin conductance level, SCL) und eine phasische Hautleitantwort (phasic skin conductance response, SCR). Ersterer beschreibt einen

grundlegenden Hautleitwiderstand, der gering in Ruhe und höher bei zum Beispiel Anspannung, Erregung und mentaler Arbeit ist, während die phasische Reaktion die kurzfristige Änderung dieses Wertes auf bestimmte Reize widerspiegelt (Lykken et al., 1971) und sich abhängig von Intensität und der Bedeutung des Reizes als stärker oder schwächer darstellt. Ein phasischer Anstieg der Hautleitfähigkeit, der ohne eine externe Stimuluspräsentation und unabhängig von Bewegung, forcierter Atmung o.ä. auftritt, wird als spontane oder nicht-spezifische SCR bezeichnet (nonspecific SCR, nsSCR) und gehört zur tonischen elektrodermalen Aktivität (Boucsein et al., 2012). Eine solche unspezifische SCR kann zum Beispiel allein durch einen Gedanken oder eine Idee hervorgerufen werden.

Zur optimalen Bestimmung des Hautleitwertes können die Elektroden entweder volarseitig an den distalen Phalangen oder am Thenar und Hypothenar der nichtdominanten Hand angebracht werden. Eine gute Schweißdrüsenaktivität bzw. eine gute Feuchtigkeit der Hände sind für die Messungen von Vorteil. Die Umgebungstemperatur sollte im besten Fall 23°C und die Luftfeuchtigkeit für alle Probanden dieselbe betragen, da diese beiden Faktoren das Hautleitlevel und die Hautleitänderung wesentlich beeinflussen (Boucsein et al., 2012).

Das Einsetzen der Hautleitreaktion auf einen Reiz erfolgt in nur wenigen Sekunden. Die Latenz auf einen Stimulus liegt je nach Quelle bei 1-4 Sekunden (Boucsein et al., 2012) oder 1-3 Sekunden (Dawson et al., 2007, Levinson et al., 1985). Alle Veränderungen, die früher als eine Sekunde nach Stimulus eintreten, sind nicht mit einer adäquaten stimuluspezifischen Reizverarbeitung sowie Registrierung durch das Messgerät zu vereinbaren und daher mit Vorsicht auszuwerten (Lykken et al., 1971). Auf den Reiz folgt ein Hautleitanstieg, der innerhalb von 1-3 Sekunden seine Amplitude erreicht, gefolgt von einer wesentlich längeren Erholungsphase. Eine 50%ige Erholung der Amplitude wird nach ca. 2-10 Sekunden erreicht (Dawson et al., 2007).

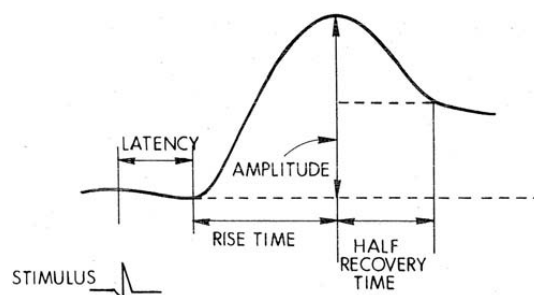


Abbildung 2 aus (Dawson et al., 2007). Typischer zeitlicher Verlauf einer Hautleitreaktion des elektrodermalen Systems. Auf einen Stimulus folgt mit einer kurzen Latenzphase (latency) der Anstieg des Hautleitwertes (rise time) bis zur Amplitude als höchsten Punkts der Reaktion. Anschließend erfolgt die deutlich länger dauernde Erholungsphase.

Die Veränderung des Hautleitwertes wird in Mikrosiemens (μS) gemessen und ist in der Stärke der Auslenkung von verschiedenen Faktoren abhängig. Je nach Neuartigkeit des Stimulus, Stimulusintensität, Repetition, Erregung, Dauer des Experiments und interindividuellen Faktoren fällt die Amplitude eines phasischen Hautleitanstieges unterschiedlich aus.

Durchschnittlich beträgt diese zwischen 0,1-1,0 μS (Dawson et al., 2007), kann aber auch deutlich darüber hinausgehen. Das tonische Hautleitlevel hat eine große Spannweite. Durchschnittlich kann der Wert inter- sowie intraindividuell zwischen 2 μS und 20 μS variieren (Dawson et al., 2007).

Für die erwähnten Studien aus der Metaanalyse von 2010 konnten deutliche Hautleitanstiege für angstinduzierende Bilder gefunden werden (Aue et al., 2007, Bernat et al., 2006, Codispoti et al., 2007, Dimberg, 1986, Ritz et al., 2000), nur eine Studie konnte keine Änderung nachweisen (Ritz et al., 2005). Das Ausmaß der Hautleitreaktionen scheint dabei v.a. mit der arousal als auch mit der valence eines Bildes zu korrelieren (Bradley et al., 2001, Bradley et al., 2001, Bradley et al., 2007, Gomez et al., 2010, Gomez et al., 2016, Lang et al., 1993). Je stärker erregend ein Bild für ein Individuum ausfällt, desto stärker auch die Hautleitreaktion. Da besonders angenehme, ebenso wie besonders negative Bilder die größte Erregbarkeit erzeugen, ergeben sich für diese Bilder die höchsten Anstiege des Hautleitwertes. Thematisch führen unter negativen Bildern insbesondere solche zu Bedrohung, Gewalt an Mensch und Tier oder auch Schändung menschlicher Körper zu besonders starker Erregung. Neutrale Bilder hingegen zeigen deutlich schwächere Reaktionen (Bradley et al., 2001). Folglich eignen sich neutrale Bilder gut zum Vergleich mit angstinduzierenden Bildern, um den Effekt von valence, arousal und den thematischen Bildinhalten auf die Hautleitreaktion zu untersuchen.

1.7.2 Herzfrequenz

Das kardiovaskuläre System unterliegt wie das elektrodermale System der Kontrolle des autonomen Nervensystems und wird durch ein Zusammenspiel aus Parasympathikus und Sympathikus gesteuert. Die am häufigsten verwendeten Parameter des kardiovaskulären Systems für psychophysiologische Messungen sind die Herzfrequenz, Herzfrequenzvariabilität und der Blutdruck (Berntson et al., 2016). Für die vorliegende Studie wurde die Analyse der Herzfrequenz verwendet.

Ebenso wie für die elektrodermale Aktivität finden sich für die kardiovaskuläre Reaktion auf negative Stimuli in Studienergebnissen unterschiedliche Aussagen. In der eingangs erwähnten Metaanalyse wurde für die überwiegende Anzahl der Studien für *anxiety* und *fear* ein Anstieg der Herzfrequenz gefunden, für *fear with imminent threat* hingegen ein Abfall. Deutlich wird hierbei die Möglichkeit einer gegensätzlichen Reaktion des kardiovaskulären Systems, obgleich es sich um die gleiche zugrundeliegende Emotion handelt. Dies könnte wiederum durch die Verwendung unterschiedlicher Emotionsinduktionsverfahren erklärt werden (McGinley et al., 2017). Bradley und Lang beschreiben für die kardiovaskuläre Reaktion auf positive und negative Bilder des IAPS eine initiale Verlangsamung der Herzfrequenz (Bradley et al., 2001, Bradley et al., 2007). Eine Herzfrequenzverlangsamung scheint im Zusammenhang mit einer Orientierungs- und Aufmerksamkeitsreaktion zu stehen, die für positive sowie negative Reize auftreten kann, ein Herzfrequenzanstieg im Zusammenhang mit einer Abwehrreaktion (Bradley et al., 2007, Graham et al., 1966, Lacey, 1967). Ausprägung und Intensität der psychophysiologischen Reaktion sind auch hier abhängig von Neuartigkeit und Bedeutung des Stimulus (Bradley, 2009). Die Änderung der Frequenz eignet sich nach Exposition eines

positiven visuellen Stimulus typischerweise als dreiphasig mit initialer Verlangsamung, einem anschließenden Frequenzanstieg und einem darauffolgenden erneuten Abfall. Nach Exposition eines negativen visuellen Stimulus zeigt sich eine länger anhaltende Verlangsamung der Herzfrequenz mit anschließendem langsamen erneuten Anstieg (Bradley et al., 2001, Bradley et al., 2007). Dieser Effekt auf negative Bilder konnte in verschiedenen Studien repliziert werden (Bernat et al., 2006, Codispoti et al., 2007, Cuthbert et al., 1996, Dimberg, 1986, Hare et al., 1970, Klorman et al., 1977, Kuijsters et al., 2016). Die initiale Herzfrequenzreduktion auf aversive Stimuli scheint dabei mit der valence und weniger mit der arousal des Stimulus zu korrelieren (Bradley et al., 2001, Cuthbert et al., 1996, Gomez et al., 2010, Lang et al., 1993). Ein direkter Anstieg der Herzfrequenz spricht für eine äußerst hohe arousal, die für das Betrachten von Bildern bei gesunden Menschen ungewöhnlich ist (Bradley et al., 2001), jedoch bei sehr ängstlichen Individuen, z.B. mit Phobien, auftreten kann (Klorman et al., 1977).

1.7.3 Atmungsfrequenz

Im Gegensatz zur elektrodermalen und kardiovaskulären Aktivität findet sich nur wenig Literatur und eine uneinheitliche Datenlage zu Reaktionen des respiratorischen Systems auf Emotionen, insbesondere zu Reaktionen auf angstinduzierende Bilder. Bei dem Versuch, Emotionen bestimmten Atmungsmustern zuzuordnen, wurde in einem Review-Paper von 1994 darauf geschlossen, dass solche Muster eher generelle emotionale Zustände als konkrete Emotionen spiegeln. Zu diesen gehören Entspannung (langsame, tiefe Atmung), Depression/Unaufgeregtheit (langsame, flache Atmung), Aufregung (schnelle, tiefe Atmung) und angespannte Erwartung einer Situation, Alarmbereitschaft und Aufmerksamkeit (schnelle, flache Atmung). Angst äußert sich in schneller Atmung, die sowohl tief als auch flach sein kann (Boiten et al., 1994).

In der Metaanalyse von 2010 fanden sich 48 Studien, die Messungen von Atmungsparametern vornahmen. Zwei davon verwendeten Bilder als Stimuli, die Messmethode (Oszillometrie) unterschied sich jedoch grundlegend von der Methode in der vorliegenden Studie (Ritz et al., 2000, Ritz et al., 2005). In Zusammenschau aller Studien der Metaanalyse wurde für *anxiety* ein Anstieg der Respirationsrate und ein Abfall der Inspirations- und Expirationszeit gefunden, für *fear* konnten die gleichen Änderungen nachgewiesen werden mit der Ausnahme, dass sich für die Inspirationszeit keine eindeutige Veränderung zeigte (Kreibig, 2010). In einer der Studien mit Bildern als Stimuli konnte im Spezifischen für negative und neutrale Bilder ein Abfall der Inspirationszeit gefunden werden, für positive Bilder ein Anstieg. Expirationszeit und Respirationszyklusdauer zeigten überwiegend Anstiege für beide Kategorien. Diese Veränderungen schienen unabhängig von einzelnen Emotionen zu sein (Ritz et al., 2005). Eine weitere Studie zeigte eine Korrelation der Abnahme der Inspirationsdauer mit der Höhe der arousal (Gomez et al., 2004). Eine solche Korrelation wurde in einer neueren Studie für sowohl Inspirations- als auch Expirationsdauer gefunden (Gomez et al., 2016). Insgesamt lassen sich somit ein Trend zu einer Abnahme von Inspirations- und Expirationsdauer sowie ein Anstieg der Respirationsrate für negative Stimuli im Sinne einer schnelleren Atmung finden.

1.7.4 Temperatur

Die Messung der peripheren Temperatur steht selten im Fokus psychophysiologischer Experimente, wird aber häufig miterfasst. Die Datenlage zur spezifischen Veränderung auf Emotionen ist jedoch spärlich und nicht aktuell. Die Temperatur der Körperschale (Extremitäten und Akren) wird nicht unmittelbar beeinflusst, sondern ist eine Folge von Vasodilatation und Vasokonstriktion der kleinen, oberflächlichen Blutgefäße der Peripherie und der damit verbundenen Wärmeabgabe an die Umgebung. Dies impliziert, dass die Änderung der Temperatur eine längere Latenz hat als zum Beispiel der Hautleitwert. Die periphere Körpertemperatur ist zudem abhängig von der Körperkern- und der Umgebungstemperatur (Tansey et al., 2015). Grundlegend besteht ein leichter Sympathikotonus in den peripheren Gefäßen. Bei kalter Umgebungstemperatur dominiert diese Vasokonstriktion, der Blutfluss wird also gedrosselt, Akren wie zum Beispiel Finger werden kälter und Hautleitreaktionen werden zudem schlechter generiert. Bei warmer Umgebungstemperatur wird der vasokonstriktorische Tonus reduziert. Dies führt zur Vasodilatation mit vermehrter Wärmeabgabe und es dominiert die sudomotorische Komponente, die zur Schweißabsonderung führt (Tansey et al., 2015, Wallin, 1981). Bei normaler Umgebungstemperatur (22-24°C) führen erregungsgenerierte Impulse sowohl zu vasokonstriktorischer als auch zu sudomotorischer Aktivität, also zu einem peripheren Temperaturabfall und Hautleitreaktionen (Wallin, 1981). Um den Effekt der Umgebungstemperatur auf die periphere Durchblutung und die elektrodermale Aktivität zu kontrollieren, ist daher die Konstanthaltung der Umgebungstemperatur über die Dauer des Experiments für alle Probanden von Bedeutung.

In einigen Studien konnte ein solcher Abfall der peripheren Temperatur, gemessen am Finger, zum Beispiel aufgrund von Stress (bei Imaginationsaufgaben (Hirota et al., 1990, RimmKaufman et al., 1996), bei einem Stresstest (Vinkers et al., 2013), bei der Verabreichung von Elektroschocks (Boudewyns, 1976)) oder auch aufgrund spezifischer Emotionen (bei angst- und trauerinduzierenden Filmen (Kreibig et al., 2007)) gefunden werden. In einer Studie mit Bildern als Stimuli wurde kein Effekt auf die Körpertemperatur gefunden (Aue et al., 2007).

1.8 Hypothesen der Dissertation

Nach gründlicher Vorauswahl geeigneter Bilder aus den vorhandenen Datenbanken mit Hilfe der Bewertungen vorangegangener Studien sowie einem eigenen Pilotprojekt wird mittels dieser visuellen Stimuli auf subjektiver Wahrnehmungsebene sowie in den Objektivierungsmessungen eine Angstreaktion induziert. Je nach Ängstlichkeitsausprägung des gesunden Individuums wird eine geringe bis starke Bewertung der Bilder auf der Ängstlichkeits-Skala im Gegensatz zu den neutralen Bildern erwartet. Aufgrund einer abnehmenden Tendenz von Angststörungen, Angstsymptomen und Sorgen mit dem Alter (Beekman et al., 2015, Gould et al., 2015) und in Anlehnung an die Theorien einer besseren emotionalen Regulation im Alter (Beekman et al., 2015, Mirowsky et al., 2008) ist eine weniger intensive Angstbewertung und -reaktion in der Gruppe der alten Probanden im Gegensatz zu der Gruppe der jungen

Probanden anzunehmen. Es werden jedoch allenfalls geringe Unterschiede zwischen den gesunden Gruppen erwartet.

Sofern die subjektive Angstbewertung auf die negativen Bilder in der Gruppe der jungen Probanden stärker ausfallen sollte, ist auch von einer stärkeren Reaktion in den psychophysiologischen Messungen auszugehen. Die Ausprägung der Reaktionen in EDA, Herzschlag, Atmung und Temperatur werden in beiden gesunden Altersgruppen jedoch grundlegend als ähnlich eingeschätzt. In Zusammenschau der beschriebenen Datenlage werden in der vorliegenden Studie für angstinduzierende Bilder unabhängig vom Alter vor allem ein deutlicher Anstieg der Hautleitfähigkeit - insbesondere bei stark erregenden Bildern - und ein Abfall der Herzfrequenz - insbesondere bei als sehr negativ empfundenen Bildern - erwartet. Die widersprüchliche Datenlage zu Atmung und Temperatur lässt einen Anstieg der Respirationsrate und einen Temperaturabfall nur vermuten.

Die Ergebnisse sollten deutlich gegen die der neutralen Bilder abzugrenzen sein, sofern die hierfür verwendeten Bilder als neutral von den Probanden empfunden werden. Darüber hinaus wird erwartet, dass sich die Reaktionen deutlicher in den psychophysiologischen Messungen zeigen als in den subjektiven Bewertungen, da subjektives Empfinden unterbewusst ablaufen kann und gesunde Individuen visuelle Stimuli als wenig emotional wahrnehmen können, während auf physiologischer Ebene dennoch eine Reaktion generiert wird (Scherer, 1987).

Im Vorausblick auf weiterführende Studien wird davon ausgegangen, dass die gleiche Testung an Probanden mit kognitiver Dysfunktion und Amyloid-Pathologie deutlich stärkere Ausprägungen von Angstreaktionen in der subjektiven Wahrnehmung und in den objektivierenden Messungen zeigt. Insofern sind die hier generierten Daten als Normvarianten adäquater Angstreaktionen auf angstinduzierende Stimuli von gesunden Probanden zum Vergleich von zentraler Bedeutung.

2. Material und Methoden

2.1 Auswahl angstinduzierender Bilder

Zur Auswahl angstinduzierender Bilder als Stimuli wurde im Vorfeld der vorliegenden Studie zunächst ein Pilotierungsprojekt durchgeführt, in welchem in zwei Experimenten Bilder der vier genannten Datenbanken im Hinblick auf die Intensität der Emotion Angst bewertet wurden. Zur Zusammenstellung der zu bewertenden Bilder wurde unter anderem auf bestehende Studienergebnisse in der Literatur zurückgegriffen.

In einem Experiment von Barke et al. wurden die Bilder der IAPS-Bilddatenbank von 2008 bereits im Hinblick auf die Erzeugung von Angst getestet, sodass die dort entstandene Vorauswahl von 64 angstinduzierenden Bildern in das Bewertungsexperiment aufgenommen wurde (Barke et al., 2012). Die EmoPics wurden bis zum aktuellen Zeitpunkt ausschließlich im Hinblick auf valence und arousal bewertet (Wessa et al., 2010). Betrachtet man die Einordnung von affektiven Zuständen nach ihrer valence und arousal (s. Kapitel 1.6) (Reisenzein, 1994, Russell, 1980), wird die Emotion Angst definiert von einer hohen arousal und besonders negativer valence. Je geringer die Bewertung der arousal, desto eher wird das Bild der Emotion Trauer zugeschrieben als der Emotion Angst. Auf Basis dieser Annahme wurden aus den EmoPics Bilder mit einer hohen arousal (über 6 auf einer Skala von 1-9) und einer niedrigen valence (unter 4 auf einer Skala von 1-9) ausgewählt, sodass ein Satz aus 34 Bildern zusammenkam. Diesem wurden 19 weitere Bilder hinzugefügt, die jeweils nur eines der beiden Kriterien gänzlich erfüllten, sowie 4 weitere, die nach eigener Durchschau der Bilder trotz unerfüllter Kriterien als angstinduzierend gewertet wurden. Die 730 Bilder des GAPED-Datensatzes wurden in einem Experiment von Dan-Glauser et al. unter anderem bzgl. ihrer valence und arousal getestet und in neutrale, in angenehme sowie in vier negative Kategorien (Schlangen, Spinnen, Tiermisshandlungen sowie Szenen der Gewalt und Verletzung von Menschenrechten) unterteilt (Dan-Glauser et al., 2011). Aus den vier negativen Subgruppen wurden jene Bilder mit niedriger valence (unter 40 auf einer Skala von 0-100) und einer möglichst hohen arousal (über 60 auf einer Skala von 0-100) für das Experiment herausgesucht. Die NAPS-Bilddatenbank unterteilt die Bilder in die fünf folgenden Kategorien: Menschen, Gesichter, Tiere, Objekte, Landschaften. Jedes der Bilder wurde bzgl. valence, arousal sowie in einer weiteren Studie bezüglich der einzelnen Basisemotionen bewertet. Hiervon wurden alle Bilder ausgewählt, die im Experiment von Riegel et al. bezüglich der Emotion Angst auf einer Likert-Skala von 1 (überhaupt nicht) bis 7 (sehr stark) mit mindestens 3 bewertet wurden (Riegel et al., 2016). Darüber hinaus wurden die ausgewählten Bilder um 10% neutrale Bilder aus der GAPED-Datenbank ergänzt, welche die Kriterien einer valence zwischen 40 und 60 (auf einer Skala von 0-100) erfüllten und die geringste arousal aufwiesen. Somit ergab sich für das erste Experiment eine Anzahl an 424 Bildern.

Aufgrund des enormen Umfangs an Bildern in der IAPS-Datenbank und deren bereits zahlreich erprobten experimentellen Anwendung wurden zudem 170 weitere Bilder aus der aktuelleren,

erweiterten IAPS-Datenbank für ein zweites, ergänzendes Experiment in das Pilotierungsprojekt mit aufgenommen. Zu diesen wurden 18 neutrale Bilder aus der GAPED-Datenbank hinzugefügt, welche die gleichen Kriterien wie im ersten Experiment aufwiesen. Insgesamt ergab sich für das Pilotierungsprojekt somit ein Umfang von 612 zu bewertenden Bildern, wovon 550 angstinduzierende und 62 neutrale Bilder waren.

2.1.1 Pilotierungsprojekt

Am Pilotierungsprojekt zur Auswahl angstinduzierender Bilder für die vorliegende Studie nahmen 12 junge Probanden zwischen 23 und 45 Jahren teil. Die vorausgesuchten Bilder wurden den Probanden mit der Software Presentation von Neurobehavioral Systems (<http://www.neurobs.com>) auf einem Laptop mit einem 15,6-Zoll-HD-Display präsentiert. Für das erste Experiment wurden die Bilder thematisch möglichst gleichmäßig in 4 Durchläufe mit je 106 Bildern (davon je 11 neutrale) aufgeteilt. Für das zweite Experiment, das zu einem anderen Termin durchgeführt wurde, wurden die Bilder in 2 Durchläufe mit je 85 Bildern (davon je 9 neutrale) aufgeteilt. Mit Hilfe der Software wurde die Reihenfolge aller Bilder einer Session für jeden Probanden randomisiert. Unter jedem Bild befand sich eine 7-Punkte-Likert-Skala, anhand der die Probanden die subjektiv empfundene Intensität der Emotion Angst bei Betrachtung des Bildes von 1 (gar nicht ängstlich) bis 7 (sehr ängstlich) bewerten sollten. Zwischen den einzelnen Durchläufen sollten die Probanden eine kurze Pause einlegen. Der Raum wurde für die Dauer des Experiments abgedunkelt und von Geräuschen abgeschirmt.

Um bei der kleinen Stichprobe Einflüsse von Ausreißern bei der Auswertung der Bildbewertungen möglichst zu minimieren, wurden aus beiden Experimenten diejenigen Bilder ausgewählt, die von mindestens 4 der 12 Personen auf der 7-Punkte-Likert-Skala mit einer Intensität von mindestens 5 bewertet wurden. Demnach ergab sich ein Satz aus folgenden Bildern: 63 IAPS, 6 EmoPics, 26 GAPEDs, 8 NAPS.

Für die vorliegende Studie sollte eine finale Anzahl aus 50 Bildern entstehen. Da sich einige der 103 ausgewählten Bilder aus dem Pilotierungsprojekt thematisch wiederholten (insbesondere Schlangen- und Spinnenbilder, ebenso Pistolen und Messer), wurden die Bilder zunächst in Kategorien geordnet und diese auf annähernd gleiche Größen reduziert, um eine zu häufige Wiederholung der gleichen Bildinhalte zu vermeiden und somit einen Habituationseffekt zu umgehen (Rankin et al., 2009). Da die Studie auf die Testung von Probanden im Altersvergleich ausgerichtet ist, wurden die Bilder in Anlehnung an ähnliche Studien (Kunzmann et al., 2005) zusätzlich um Bilder erweitert, die Ängste des höheren Alters abbilden (z.B. Sorgen, Abhängigkeit, Krankheit). Die entsprechenden Bilder wurden über die Online-Plattform Wikimedia bezogen (<https://commons.wikimedia.org/wiki/Hauptseite>). Hieraus ergab sich eine Erweiterung des Bildsatzes um 6 Bilder. Aufgrund schlechter Bildauflösung oder ungeeignetem Bildformat mussten zusätzlich 9 Bilder ersetzt werden.

Aufgelistet in die verschiedenen Kategorien ergab sich somit folgende finale Bildauswahl:

- Tiere (n = 12)
- Waffen (n = 9)

- Unruhen / Gewalt (n = 8)
- Krieg / Tod (n = 7)
- Sonstiges (n = 8)
- Altersassoziierte Bilder (n = 6)

Um einer Ermüdung und einer abgeschwächten Reaktion durch das ausschließliche Betrachten negativer Bilder entgegenwirken, wurde der Bildersatz um 20 neutrale Bilder der IAPS-Datenbank ergänzt, die in drei verschiedenen Studien mit einer valence von 4-6 (auf einer 9-Punkte-Likert-Skala) und einer möglichst geringen arousal bewertet wurden (Ito et al., 1998, Lang et al., 1999, Libkuman et al., 2007). Bei der Auswahl der neutralen Bilder wurde zudem auf besonders statische Bildinhalte wie Stillleben und einzelne Objekte geachtet.

2.2 Studiendesign

In der vorliegenden Studie wurden junge und alte gesunde Probanden aus der Allgemeinbevölkerung bezüglich Ängstlichkeit anhand ihrer subjektiven Bewertung von angstinduzierenden Stimuli und der unwillkürlichen psychophysiologischen Reaktionen auf ebendiese Stimuli untersucht. Die Studie sah zunächst eine neuropsychologische Testung zur Prüfung der kognitiven Leistung vor. Zudem wurden mit den Probanden unterschiedliche Fragebögen durchgeführt, die Angstsymptome und ängstliche Persönlichkeitszüge erfassen, um vorab Personen mit pathologisch vermehrter Ängstlichkeit ausschließen zu können. Schließlich wurde ein Computerexperiment zur Bewertung angstinduzierender Bilder durchgeführt, während simultan psychophysiologische Reaktionen des Körpers aufgezeichnet wurden. Insgesamt umfasste jede Testung je nach individueller Geschwindigkeit eine Dauer von 120 – 180 Minuten.

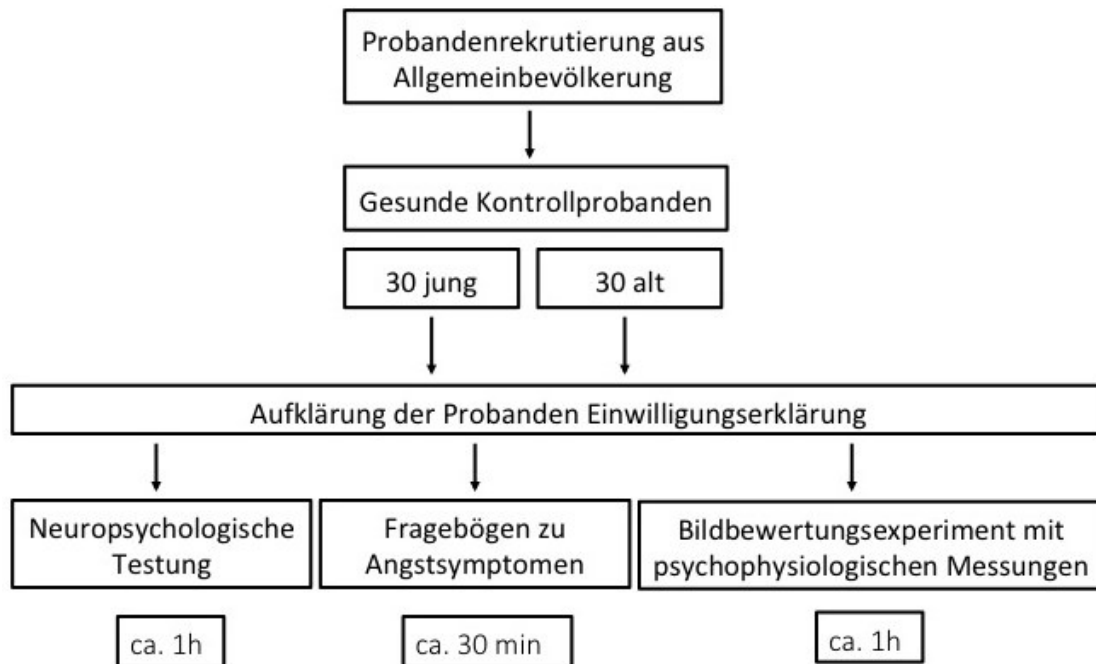


Abbildung 3. Aufbau des Studiendesigns.

2.2.1 Probandenrekrutierung

Die Probanden wurden aus zwei Altersgruppen rekrutiert: eine Gruppe junger gesunder Probanden bis 40 Jahre und eine Gruppe älterer gesunder Probanden über 50 Jahre. Die Testpersonen aus der Gruppe der älteren Probanden wurden zum einen über Flyer geworben, die in öffentlichen Einrichtungen und Arztpraxen ausgelegt wurden, als auch über den Newsletter des Kölner Alzheimer Präventionsregisters. Die jüngeren Probanden waren überwiegend Medizinstudierende und Mitarbeiter der Universität zu Köln oder Interessenten aus dem persönlichen Umfeld. Bei der Rekrutierung wurde in beiden Gruppen auf ein relativ ausgeglichenes Geschlechterverhältnis geachtet. Alle Probanden wurden im Vorhinein darüber informiert, dass für den Einschluss in die Studie keine subjektiven Beschwerden einer kognitiven Verschlechterung sowie keine schwerwiegenden neurologischen (z.B. Schlaganfall, Epilepsie), psychiatrischen (z.B. Major Depression, Angststörung) oder internistischen (z.B. Vorhofflimmern oder Hyperthyreose) Erkrankungen vorliegen dürfen. In der Gruppe der älteren Probanden erfolgte zunächst ein telefonisches Vorgespräch, in welchem diese Einschlusskriterien überprüft wurden und ein diagnostisches Kurzinterview zu psychischen Störungen (MINI-DIPS, (Margraf, 1994)), durchgeführt wurde. Ausschlusskriterien in beiden Altersgruppen waren therapierelevante Angststörungen, eine Major Depression innerhalb der letzten zwei Jahre, erhöhte Werte in den verwendeten Fragebögen (s. Kapitel 2.2.3.1), die auf eine starke aktuelle depressive Symptomatik (Geriatrische Depressionsskala (GDS) > 10 (Gauggel et al., 1999)) oder Angst-Symptomatik (Geriatric Anxiety Scale (GAS) > 15 (Gottschling et al., 2016), Geriatric Anxiety Inventory (GAI) > 10 (Pachana et al., 2007), Hamilton-Angst-Skala (HAM-A) > 30 (Hamilton, 1959)) hinwiesen sowie die Einnahme von Antidepressiva oder Anxiolytika (z.B. Selektive Serotonin-Wiederaufnahmehemmer oder Benzodiazepine) oder anderer Medikamente, welche die Kognition beeinträchtigen können. Voraussetzung für den Einschluss in die Gruppe der gesunden Probanden war zudem eine unauffällige neuropsychologische Testung.

Es wurde keine finanzielle Aufwandsentschädigung gezahlt. Bei Interesse erhielten die Probanden nach der Testung eine systematische Auswertung ihrer kognitiven Leistung in der durchgeführten Neuropsychologischen Testung.

2.2.2 Beschreibung der Stichprobe

An der Studie nahmen insgesamt 83 gesunde Probanden teil. 16 Probanden mussten nachträglich aus der Gesamtstichprobe ausgeschlossen werden: Fünf Probanden konnten aufgrund eines unvollständigen Datensatzes (fehlende kognitive Testung) nicht eingeschlossen werden, vier Probanden aufgrund einer Aufzeichnungsstörung während des Computerelements. Drei Personen mussten aufgrund der Einnahme eines Antidepressivums ausgeschlossen werden, zwei Probanden brachen die Untersuchung frühzeitig ab. Zudem konnte eine Probandin aufgrund stark erhöhter Werte im Hamilton Angst-Skala-Fragebogen und eine weitere aufgrund einer relevanten stark ausgeprägten Schlangenphobie nicht eingeschlossen werden. Für die Auswertung der psychophysiologischen

Daten mussten zusätzlich die Testergebnisse eines älteren und drei jüngerer Probanden aufgrund einer fehlerhaften Übertragung auswertungsrelevanter Zeitpunkt-Markierungen im Softwareprogramm ausgeschlossen werden.

Somit ergab sich für die Analyse der subjektiven Bildbewertungsaufgabe eine Anzahl von n=67 mit 36 jungen und 31 alten Probanden. Für die Analyse der psychophysiologischen Daten ergab sich eine Anzahl von n=63 Probanden, davon 33 junge und 30 alte.

	Junge Probanden	Alte Probanden
Anzahl der Probanden	36	31
...davon Frauen	19	16
...davon Männer	17	15
Altersdurchschnitt \pm SD	26,2 \pm 3,8	65,9 \pm 7,4
Altersspanne	20 bis 37	54 bis 83
Bildungsjahre \pm SD	16,3 \pm 1,1	15,3 \pm 2,7

Tab. 2: Soziodemographische Daten der Probanden. SD = Standardabweichung. Altersdurchschnitt, Altersspanne und Bildungsjahre werden in Jahren angegeben.

Vor Beginn des Experiments wurden die Probanden ausführlich aufgeklärt und um Unterschrift der detaillierten Teilnehmer-Information gebeten. Nach Einwilligung in die Teilnahme an der Studie wurden zunächst allgemeine Informationen mittels eines selbsterstellten Anamnesebogens u.a. zu Alter, Geschlecht, Ausbildungsjahren, Händigkeit, Nikotin- und Alkoholkonsum sowie Vorerkrankungen und Medikamenten-Einnahmen eingeholt. Die Altersspanne in der Gruppe der jungen Probanden lag bei 20-37 Jahren, das Durchschnittsalter betrug 26,2 Jahre. Die Altersspanne in der Gruppe der alten Probanden lag bei 54-83 Jahren, das Durchschnittsalter bei 65,9 Jahren. Die Bildungsjahre betrugen im Schnitt 16,3 Jahre bei den jungen Probanden und 15,3 bei den alten Probanden. Zwei der jungen Probanden und ein älterer Proband waren Linkshänder, alle bedienten im Alltag die Computermaus jedoch regelmäßig mit der rechten Hand. Sechs Testpersonen aus der Gruppe der älteren Probanden nahmen regelmäßig Betablocker ein. Eine mögliche Medikamenten-Interaktion wurde in der Analyse berücksichtigt. Alle anderen erhobenen Medikamenten-Einnahmen und Vorerkrankungen waren für die Studie unerheblich. Der erfasste Nikotin- und Alkoholkonsum war für alle Probanden moderat.

2.2.3 Fragebögen und Neuropsychologische Testung

Nach Abklärung psychischer Vorerkrankungen mit Hilfe des diagnostischen Kurzinterviews (MINI-DIPS) sowie Abklärung möglicher subjektiver Gedächtnisstörungen, erfolgte in der Gruppe der alten Probanden die Durchführung weiterer Fragebögen zu Depression

(Geriatrische Depressionsskala, GDS) und zu Ängstlichkeit (Geriatric Anxiety Scale, GAS; Geriatric Anxiety Inventory, GAI und Hamilton-Angst-Skala, HAM-A). Zudem wurde als kognitive Testung die CERAD-Plus-Testbatterie durchgeführt (Morris et al., 1989). Hier musste die Leistung in allen neuropsychologischen Untertests im normalen Bereich ($>-1,5$ Standardabweichungen) liegen, um die Testpersonen in die Gruppe der kognitiv gesunden Kontrollprobanden einschließen zu können. In der Gruppe der jüngeren Probanden erfolgte neben der Exploration psychischer Vorerkrankungen mit dem MINI-DIPS ebenfalls die Durchführung eines Fragebogens zu Ängstlichkeit (Hamilton Angst-Skala, HAM-A) sowie eine kognitive Testung. Diese umfasste zum einen den Verbalen Lern- und Merkfähigkeitstest (VLMT (Lux et al., 1999)) sowie die Tests zu verbaler und phonematischer Flüssigkeit als auch den Trail Making Test A und B aus der CERAD-Plus-Testbatterie. Auch hier galt eine Leistung in allen neuropsychologischen Tests im normalen Bereich ($>-1,5$ Standardabweichung) als Voraussetzung zur Einordnung der Testpersonen in die Gruppe der kognitiv gesunden Kontrollprobanden. In beiden Gruppen wurde zudem der State-Trait Anxiety Inventory (STAI (Metzger, 1976)) verwendet, um zwischen Ängstlichkeit als Persönlichkeitszug und Ängstlichkeit als aktuellen emotionalen Zustand vor und nach dem Experiment unterscheiden zu können. Im Folgenden soll genauer auf die einzelnen Untersuchungsinstrumente eingegangen werden.

2.2.3.1 Fragebögen

Durch die Verwendung verschiedener Fragebögen zu Ängstlichkeit wird der Herausforderung begegnet, Ängstlichkeit in ihrer Komplexität als Variable zu erfassen.

Die Geriatrische Depressionsskala ist ein 1982 entstandener und 1999 ins Deutsche übersetzter Fragebogen zur Erfassung depressiver Störungen im Alter. Die 30 Fragen thematisieren typische Depressionssymptome, depressive Gedanken und Gefühle und werden dem Probanden vom Untersuchungsleiter vorgelesen. Jede Frage kann mit Ja oder Nein beantwortet werden und bezieht sich inhaltlich auf die letzte Woche. Als normwertiges Testergebnis gilt eine Punktzahl ≤ 10 (Gauggel et al., 1999, Yesavage et al., 1982).

Die beiden geriatrischen Fragebögen zu Ängstlichkeit sind explizit für ältere Personen entwickelt worden und decken inhaltlich unterschiedliche Ebenen von Angstsymptomen ab. Der Geriatrische Angstindex (GAI, (Pachana et al., 2007)) besteht aus 20 Fragen, in denen insbesondere Sorgen in ihrer affektiven, kognitiven und somatischen Ausprägung thematisiert werden (z.B. „Ich bin oft nervös“, „Ich mache mir oft Sorgen“ und „Ich spüre oft ein Kribbeln in der Magengrube“). Der Proband liest und beantwortet die Fragen eigenständig mit „Trifft zu“ oder „Trifft nicht zu“. Auch hier wird der Proband gebeten, die Fragen auf die letzte Woche zu beziehen. Als normwertig gilt ein Ergebnis ≤ 10 . Auch die Geriatrische Angstskala (GAS, (Gottschling et al., 2016, Segal et al., 2010)) wird vom Probanden selbst ausgefüllt. Diese beinhaltet 30 Fragen, die zum einen ebenfalls affektive, kognitive sowie somatische Phänomene von Angst beschreiben und zum anderen auf spezifische Sorgen des Alters (Finanzen, Gesundheit, Kinder, Sterben, Belastung für die Familie) eingehen. Mit Hilfe der verschiedenen angesprochenen Ebenen von Ängstlichkeit sollen auch subklinische

Angstsymptome erfasst werden können, die sich nur durch indirekte psychische Symptome, Sorgen oder Gefühle äußern und von der betroffenen Person möglicherweise nicht als solche wahrgenommen werden. Auch der GAS bezieht sich auf die letzte Woche. Bei diesem Fragebogen kann die Testperson in kategorialer Abstufung antworten mit "Fast immer/ Immer", "Oft", "Gelegentlich", "Selten" oder "Nie". Ein Ergebnis von ≤ 15 wird als normwertig aufgefasst. Die eingangs beschriebene Problematik einer möglichen Überlappung von Angstsymptomen und somatischen Symptomen wird durch den GAI und den GAS berücksichtigt, indem zwischen diesen differenziert wird (Beekman et al., 2015). Die Hamilton Angst-Skala (Hamilton, 1959) differenziert insbesondere zwischen psychischen und somatischen Angstsymptomen. Dazu werden dem Probanden 14 Überbegriffe präsentiert, wie z.B. „Spannung“ oder „neurovegetative Symptome“, zu denen erklärend weitere Assoziationen genannt werden, wie für „Spannung“ beispielsweise „Gefühl der Unruhe“, „Rastlosigkeit“, „Unfähigkeit zu entspannen“ etc. oder für die Kategorie „neurovegetative Symptome“ beispielsweise „Neigung zum Schwitzen“, „Schwindel“ oder „Spannungskopfschmerz“. Der Proband soll auch hier für den Beurteilungszeitraum die vergangene Woche heranziehen und hat die Möglichkeit in fünf Abstufungen von „nicht vorhanden“ bis „sehr stark“ die Intensität der erlebten Symptome zu bewerten. Im Gegensatz zu den zuvor beschriebenen Fragebögen bezieht sich die Hamilton Angst-Skala nicht explizit auf das höhere Lebensalter, weshalb dieser Fragebogen gut im Vergleich zwischen Jung und Alt angewandt werden kann. Ein Punktwert von 18-24 weist auf eine milde bis moderate Angstsymptomatik hin, ein Punktwert von 25-30 auf eine moderate bis schwere Angstsymptomatik. Die maximale Punktzahl beträgt 56 (Thompson, 2015).

Ebenso in beiden Gruppen wurde das State-Trait-Angstinventar verwendet (Spielbergers State-Trait Anxiety Inventory (Spielberger et al., 1970)). Dieses in Klinik und Praxis etablierte Instrument dient der Unterscheidung von Angst als generelles, persönlichkeitsbezogenes Gefühlserleben (Trait) oder als aktuellen Gefühlszustand (State) (Gray et al., 2007, Metzger, 1976, Spielberger et al., 1970). Die beiden Subskalen thematisieren zwanzig Fragen, die in vier Abstufungen von „überhaupt nicht“ bis „stark“ vom Probanden bewertet werden sollen. Im STAI Trait soll der Proband dabei eine Aussage zu seiner Persönlichkeit treffen (z.B. „Ich mache mir zu viele Gedanken über unwichtige Dinge“). Im STAI State hingegen soll der Proband eine Angabe zu seinem Gefühlszustand in genau diesem Moment machen (z.B. „Ich fühle mich angespannt.“). Im Rahmen des Experiments wurde der STAI State sowohl vor als auch nach dem Experiment bewertet, um mögliche Auswirkungen des Experiments auf den Gemütszustand der Probanden eruieren zu können.

Das eingangs der Testung durchgeführte diagnostische Kurzinterview prüft aktuelle starke psychische Probleme und Belastungen des Probanden, die einen Ausschluss aus der Studie bedingen. Die Fragen dienen als Screening für Störungen aus dem Angst-, dem Stimmungs-, dem Zwangs-, dem Traumafolge- und dem Abhängigkeitsspektrum sowie zum Screening von Psychosen und Suizidgedanken. Bei Bejahung einer Screening-Frage kann mit Hilfe eines erweiterten Fragenkatalogs genauer auf die Problematik eingegangen werden und somit charakteristische Symptome für Erkrankungen aus dem entsprechenden Formenkreis

abgefragt werden (Margraf, 1994). Für das vorliegende Experiment galten insbesondere das Angstspektrum, das Stimmungsspektrum im Rahmen einer Major Depression, das Traumafolgespektrum als auch aktuelle persönlich belastende Situationen als bedeutend für einen möglichen Ausschluss aus der Studie.

2.2.3.2 Neuropsychologische Testung

Zur Einschätzung der allgemeinen Kognitions- und Gedächtnisleistung diente in der Gruppe der alten Probanden die CERAD Plus-Testbatterie der Memory Clinic Basel (The Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease, <http://www.memoryclinic.ch>), die 1988 entwickelt wurde, als klinischer und neuropsychologischer Testkatalog zur Prüfung von kognitiver Leistung unterschiedlicher Domänen bei Diagnose einer Alzheimer Demenz. Mit Hilfe der unterschiedlichen Tests kann die Schwere einer kognitiven Dysfunktion eingeschätzt werden (Morris et al., 1989). Die ursprüngliche Version der CERAD-Testbatterie wurde später um zwei weitere Tests erweitert, woraus sich die CERAD Plus-Testbatterie ergab. Im Rahmen dieser Studie diente die Anwendung der Testbatterie einer Einstufung der Probanden als kognitiv gesund sowie der Abgrenzung eines Risikostadiums der Alzheimer Demenz, des Mild Cognitive Impairment. Die Einzelergebnisse aller Tests wurden an das Alter, Geschlecht und die Ausbildungsjahre des Probanden angepasst und mittels einer Online-Auswertung mit den Normwerten kognitiv gesunder Menschen (für die CERAD Testbatterie: 1100 Probanden im Alter von 49 bis 92 Jahre, für die Plus Tests: 604 Probanden im Alter von 55 bis 88 Jahre) verglichen (Clinic). Für die Auswertung sollte immer der Allgemeinzustand zum Zeitpunkt der Testung mitberücksichtigt werden wie Müdigkeit, Krankheit oder Unkonzentriertheit, da dies zu einer Beeinträchtigung der Testergebnisse führen kann. Auf die geprüften kognitiven Domänen und die entsprechenden Tests wird im Folgenden eingegangen:

Die Sprachproduktion wird mittels drei verschiedener Tests überprüft. Hierzu gehört zunächst der Test der verbalen Flüssigkeit, der durch die Aufzählung möglichst vieler Tiere innerhalb von einer Minute die semantische Wortflüssigkeit testen soll (Isaacs et al., 1973). Beim Test der phonematischen Flüssigkeit muss der Proband innerhalb einer Minute möglichst viele Wörter mit dem Anfangsbuchstaben „S“, nennen (Spreen et al., 1977). Der Boston-Naming-Test, bei dem 15 Abbildungen von Gegenständen drei unterschiedlich schwieriger Kategorien korrekt benannt werden müssen, überprüft Wortfindungs- und Benennstörungen (Kaplan et al., 1983). Die Mini-Mental-State-Examination (MMSE) ist ein häufig eigenständig in der Klinik verwendeter Test zur Überprüfung allgemeiner kognitiver Defizite, der mit 30 Fragen beziehungsweise Aufgaben unterschiedliche kognitive Fähigkeiten testet. Hierzu gehören Orientierung, Konzentrationsfähigkeit und Aufmerksamkeit, korrektes Umsetzen von Aufforderungen, Arbeitsgedächtnis, Sprache und Merkfähigkeit (Folstein et al., 1975). Die Merkfähigkeit und das verbale Gedächtnis werden zudem mit einer Wortlernliste und das episodische Gedächtnis mit einem anschließenden Abruf-Test geprüft. Dazu werden dem Probanden dreimalig in jeweils unterschiedlicher Reihenfolge zehn Bilder präsentiert, von denen nach jedem Durchgang möglichst viele erinnert werden sollen (Atkinson et al., 1971, Rosen et al., 1984). In einem Test zur visuokonstruktiven Fähigkeit wird der Proband gebeten,

vier Figuren unterschiedlicher Schwierigkeit abzuzeichnen. Auch hier erfolgt mit einer Verzögerung die Aufgabe des Abrufs der zuvor gezeichneten Figuren, wodurch erneut die Gedächtnisleistung, nun auf nonverbalem Niveau, getestet wird (Rosen et al., 1984). Zur Beurteilung der visuoperzeptiven Fähigkeit, Verarbeitungsgeschwindigkeit, Arbeitsgedächtnis und exekutiver Funktion wird der Trail Making Test (TMT) A und B angewandt. Im Test A sollen die Zahlen 1 bis 25 in aufsteigender Reihenfolge verbunden werden, im TMT B müssen abwechselnd Zahlen und Buchstaben in aufsteigender Reihenfolge verbunden werden. Bei beiden Tests wird die Zeit gestoppt (Sanchez-Cubillo et al., 2009).

Die Tests zur verbalen und phonematischen Flüssigkeit sowie die Trail Making Tests wurden auch in die kognitive Testung der Gruppe der jüngeren Probanden aufgenommen, da diese Tests in ihrer Schwierigkeit nicht an eine bestimmte Altersgruppe angepasst sind. Die übrigen Tests der Testbatterie dienen der Abgrenzung einer dementiellen Entwicklung im Alter und erweisen sich aufgrund der geringen Leistungsanforderung bei jungen gesunden Personen als gegenstandslos. Zur zusätzlichen Testung des verbalen episodischen Gedächtnisses in der Gruppe der jungen Probanden wurde der VLMT verwendet (Helmstaedter et al., 2001, Lux et al., 1999)). Der Test besteht aus einer Lernliste von 15 Wörtern, welche dem Probanden mehrmals vorgelesen wird und von welcher im freien Abruf wiederholt versucht werden soll, möglichst viele Wörter zu erinnern. Zwischen den Durchgängen erfolgt die verbale Präsentation einer Interferenzliste neuer 15 Wörter. Nach einer 30-minütigen Pause wird erneut der Abruf und somit das episodische Gedächtnis getestet sowie im Anschluss das Wiedererkennen der gelernten Wörter. Die Ergebnisse des VLMT werden mit Normdaten einer Gruppe von 221 Probanden im Alter von 15-45 Jahren verglichen (Lux et al., 1999).

2.2.4 Bildbewertungsexperiment

Für das Bildbewertungsexperiment wurde die Software Presentation auf einem Laptop mit einem 15,6 Zoll-Bildschirm verwendet. Insgesamt mussten 70 Bilder beurteilt werden, die wie in Kapitel 2.1 erklärt aus verschiedenen Datenbanken stammen und in einem Pilotierungsprojekt vorselektiert wurden. Davon zeigten 50 Bilder negative und 20 Bilder neutrale Inhalte. Alle Bilder wurden vorab auf eine Auflösung von 600x800 Pixel genormt. Für das vorliegende Experiment waren insbesondere die Bewertung der Bilder bezüglich der Emotion Angst sowie die Beurteilung von valence und arousal von Interesse. Um zu berücksichtigen, dass Bilder häufig nicht nur eine einzelne Emotion erzeugen (Riegel et al., 2016), wurden die Bewertungsskalen zusätzlich um die Basisemotionen Trauer, Ärger, Ekel, Überraschung und Freude ergänzt.

Das Computereperiment wurde den Probanden zunächst mündlich sowie die Skalenbewertung zusätzlich mit visuellen Hilfsmitteln erklärt: In zwei Durchläufen aus je 35 Bildern, die in randomisierter Reihenfolge je Durchlauf auftraten, sollten die 70 Bilder nach den sechs Basisemotionen sowie valence und arousal bewertet werden. Vor jedem Bild erschien ein weißes Fixationskreuz auf schwarzem Hintergrund, das randomisiert zwischen 1-6 Sekunden auf dem Bildschirm zu sehen war. Jedes Bild wurde anschließend für 6 Sekunden als Vollbild auf dem Bildschirm angezeigt. Nachfolgend erschien die Bewertungsskala, während

das Bild in verkleinerter Version auf der linken Seite des Bildschirms weiterhin zu sehen war. Für die Bewertung war den Probanden kein Zeitlimit gesetzt. Das Korrigieren einer Bewertungsangabe war möglich. Waren alle Skalen bewertet, konnte der Proband das Computereperiment eigenständig durch einen Klick auf einen Pfeil fortfahren.

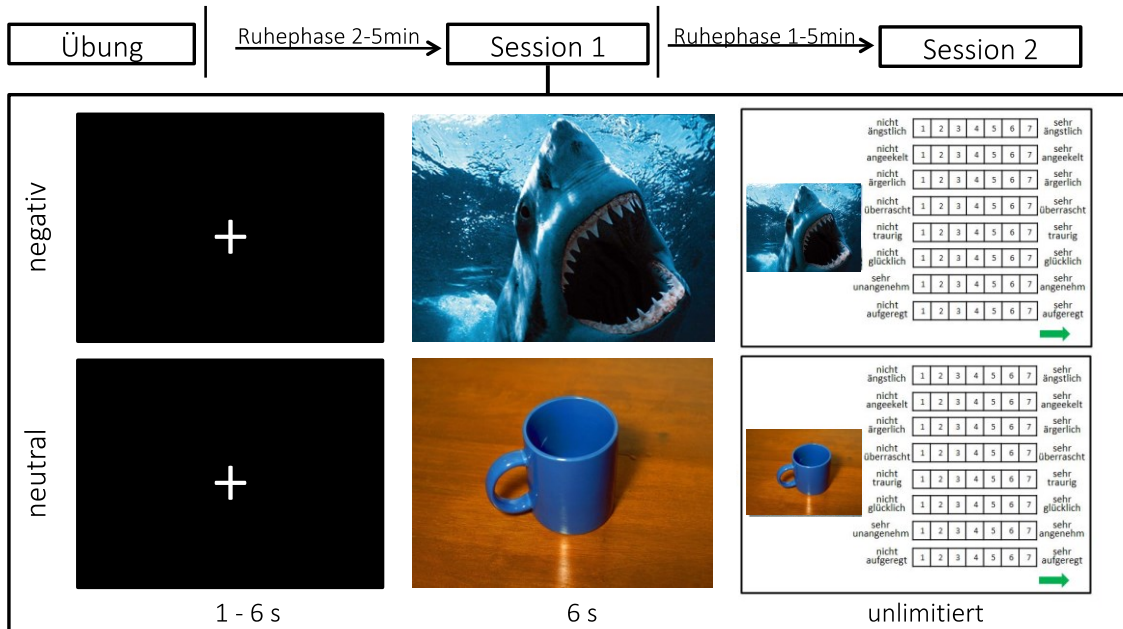


Abbildung 4. Experimentaufbau mit exemplarischer Darstellung des Ablaufs der Bildbewertung. Zunächst erfolgte eine Übung. Nach der Aufzeichnung der psychophysiologischen Messparameter in einer Ruhephase von 2-5 Minuten folgte der erste Durchlauf mit 35 Bildern (Session 1), eine kurze Pause, eine erneute Ruhephase von 1-5 Minuten und anschließend der zweite Durchlauf mit 35 Bildern (Session 2). Ablauf einer Session (exemplarisch ein negatives und ein neutrales Bild): vor jedem Bild erschien randomisiert für 1-6 Sekunden ein weißes Fixationskreuz auf schwarzem Hintergrund, jedes Bild wurde für 6 Sekunden angezeigt. Anschließend erschien die Bewertungsskala, während das Bild in verkleinerter Version weiterhin zu sehen war. Für die Bewertung gab es keine zeitliche Limitierung.

Als erste Skala wurde das subjektive Empfinden der Emotion Angst abgefragt, anschließend der Emotionen Ekel, Ärger, Überraschung, Trauer und Freude. Die Intensität jeder Emotion sollte jeweils auf einer Likert-Skala von 1 (gar nicht) bis 7 (sehr) eingeschätzt werden. Neben der emotionalen Bewertung der Bilder sollten zudem noch die valence (Wertigkeit des Bildes im Sinne von negativ oder positiv bzw. unangenehm oder angenehm) von 1 (sehr unangenehm) bis 7 (sehr angenehm) und die arousal (Erregungsintensität) auf einer Skala von 1 (gar nicht aufgeregt) bis 7 (sehr aufgeregt) bewertet werden.

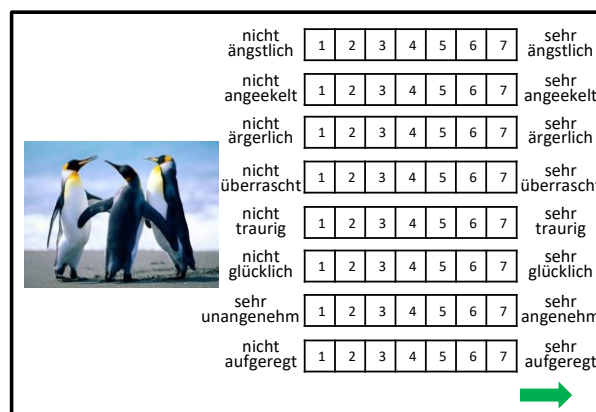


Abbildung 5. Bewertungsskalen. Für jede Emotion wird eine Likert-Skala von 1-7 verwendet.

Nach Ausfüllen aller Skalen konnte die Testperson die Präsentation selbstständig fortsetzen. Die Probanden wurden angewiesen, die Bilder nicht in einem ethischen Kontext oder nach gesellschaftlicher Norm zu beurteilen, sondern das rein intuitive, subjektive und unmittelbare emotionale Empfinden anzugeben.

Vor Beginn des Experiments wurde ein Test-Versuch am Computer mit 5 Bildern durchgeführt, in welchem der Proband Unklarheiten beseitigen und der Untersuchungsleiter die korrekte Aufgabendurchführung prüfen konnte. Anschließend wurde die Messung der psychophysiologischen Parameter gestartet und EDA, Herzfrequenz, Atmung und Temperatur in einer Ruhephase von 2-5 Minuten aufgezeichnet. Der Proband wurde dazu aufgefordert, ruhig zu sitzen und nicht zu reden. Das Bildbewertungsexperiment wurde vom Untersuchungsleiter manuell gestartet. Auf die Ruhephase folgte der erste Durchlauf mit 35 Bildern, davon 25 negative und 10 neutrale. Nach der ersten Session wurde eine kurze Pause eingelegt, in welcher der Proband sich bewegen durfte. Nach der Pause erfolgten eine erneute Ruhephase von 1-5 Minuten und anschließend der zweite Durchlauf mit 35 Bildern. Insgesamt wurden 70 Bilder präsentiert. Jeder Durchlauf dauerte aufgrund der zeitlich nicht limitierten Bewertung der Bilder und je nach Altersgruppe unterschiedlich lange an, meist zwischen 10 und 40 Minuten. Insgesamt hatte das Bildbewertungsexperiment mit Übungsdurchlauf, Aufbau, beiden Durchläufen und Pause eine Dauer zwischen 30 und 90 Minuten.

2.2.5 Psychophysiologische Messung

Zur Objektivierung der subjektiven Bildbewertungen und der Erfassung der somatischen Reaktion auf die emotionalen Bilder wurden simultan zum Bildbewertungsexperiment die psychophysiologischen Reaktionen der Probanden aufgenommen. Das Experiment fand hierzu in einem schallgeschützten, abgedunkelten Raum mit einer Raumtemperatur von 22°C und einer Luftfeuchtigkeit von 46% statt. Die Probanden nahmen auf einem an Rücken, Kopf und Beinen gepolsterten Untersuchungsstuhl mit verstellbaren Armlehnen Platz und hatten einen Abstand von ca. 60 cm zum Bildschirm. Jeder Proband wurde angewiesen, eine bequeme Sitzposition in möglichst aufrechter Körperhaltung einzunehmen und die Maus mit der rechten Hand zu führen. Die linke Hand wurde auf dem Untersuchungstisch neben dem Computer platziert, das Handgelenk mit einem Kissen gepolstert und die Finger mit den Messinstrumenten für die psychophysiologischen Messungen verbunden (siehe <https://www.mindmedia.com/de/documentation>). Am Zeigefinger wurde ein Clip zur Blood-Volume-Pulse- (BVP) und Herzfrequenzmessung angebracht. Ebenfalls zur Ableitung der Herzfrequenz, jedoch für eine elektrokardiographische Aufzeichnung, die eine höhere Zeitauflösung hat, wurden zudem drei Ag/AgCl-Elektroden an den Unterarmen angebracht: am rechten Unterarm nahe des Handgelenkes die negative Elektrode, am linken Unterarm nahe des Handgelenkes die positive Elektrode sowie weiter distal am linken Unterarm eine Erdungselektrode. Für die Messung der elektrodermalen Aktivität wurden zwei Ag/AgCl-Elektroden verwendet und je eine davon volarseitig an der distalen Phalanx von Mittel- und Ringfinger mit Klettverschluss befestigt. Zur Verbesserung der Ableitung des Hautleitwertes wurde zusätzlich in dünner Schicht eine Leitpaste zwischen Elektroden und Fingerbeere

aufgetragen. Um die periphere Temperatur abzuleiten, wurde eine Temperatursonde an der Fingerbeere des kleinen Fingers mit Klebeband angebracht. Ein elastischer Gurt mit Klettverschluss diente der Messung der Atmung. Dieser wurde oberhalb der Brust angelegt. Die Testpersonen wurden darauf hingewiesen, während des Experiments die linke Hand ruhig liegen zu lassen, die Sitzposition einzuhalten und still zu sitzen, um möglichst wenige Artefakte aufgrund von Bewegung zu erzeugen.

Nach dem Übungsdurchlauf und vor Beginn des eigentlichen Experiments wurden die Werte der einzelnen physiologischen Parameter zunächst in einer Ruhephase aufgezeichnet, um Basiswerte für die spätere Berechnung der Veränderung im Rahmen einer Reaktion zu erheben. Hierbei wurde zudem die korrekte Funktion der einzelnen Messsonden durch verschiedene Manöver geprüft wie zum Beispiel schnelle, wiederholte Inspiration zur Prüfung der korrekten Aufzeichnung der Atemfrequenz, eines Pulsanstieges und eines Anstiegs des Hautleitwertes sowie lautes Klatschen in die Hände zur Prüfung eines Anstiegs des Hautleitwertes durch externe Stimuli. Der Hautleitwert als wichtigster Parameter diente als Richtwert für den manuellen Start des Experiments durch den Untersuchungsleiter. Hierfür sollte der Hautleitwert einen möglichst nicht mehr bis nur noch gering alternierenden Ruhewert erreichen. Für einzelne Probanden konnte ein solcher Ruhewert aufgrund unruhiger Hautleitreaktionen, am ehesten bedingt durch interne Stimuli wie Gedanken oder Aufregung, nicht erreicht werden, sodass der Start des Experiments nach Ermessen des Untersuchungsleiters, jedoch erst nach mindestens 2 Minuten durchgeführt wurde.

2.3 Methoden

Für das Bildbewertungsexperiment am Computer wurde die Software Presentation verwendet. Das Programm liefert Log-Dateien mit Informationen zur Bewertung der einzelnen Bilder, zur Bild-Reihenfolge, Anzeigedauer der Fixationskreuze, Anzeigedauer der Bilder sowie die benötigte Zeit zur Bewertung der Skalen für jeden Probanden. Diese wurden in Microsoft Excel importiert und bearbeitet. Weitere Berechnungen wurden mit der Software Matlab R2019a (www.mathworks.com) durchgeführt, um die Bildbewertungen und Bild-Reihenfolge in eine kompatible Form zur Analyse mit den physiologischen Messungen sowie zum Vergleich der Probanden untereinander zu bringen. Für jeden Probanden wurde für jede der acht Emotionsskalen der Mittelwert der 50 negativen und 20 neutralen Bildbewertungen errechnet.

Während des Experiments wurden die ausgesuchten physiologischen Parameter Hautleitwert, BVP und Herzfrequenz, Atmung und Temperatur mit Hilfe des Biodfeedback-Gerätes NeXus 10 (www.mindmedia.com) simultan aufgenommen und in Echtzeit über Bluetooth auf einen separaten Laptop übertragen. Mit der Software BioTrace+ der Firma Mind Media konnte die gesamte Dauer der Aufzeichnung und die Veränderung jedes Parameters unmittelbar mitverfolgt werden. Das Erscheinen jedes Fixationskreuzes, jedes Bildes sowie der Beginn der Bewertungsaufgabe wurden zudem in der Aufzeichnung vom Programm automatisch visuell markiert. Ebenso konnten vom Untersuchungsleiter eigenständig Markierungen eingetragen werden, um Artefakte während der Messung wie z.B. durch Seufzen oder Bewegung des

Probanden zu kennzeichnen und diese nachträglich aus der Bewertung ausschließen zu können. Die Messungen von Hautleitwert, BVP, Atmung und Temperatur wurden mit einer Signalverarbeitung von 32 SPS (samples per second), die Herzfrequenz mit einer Samplingrate von 2048 SPS in eine von Matlab lesbare SPS-Datei exportiert. Die Analyse der Parameter wurde mit Hilfe der Software Matlab durchgeführt.

2.3.1. Hautleitwert

Zur Analyse des Hautleitwertes wurde die Toolbox Ledalab in Matlab (www.ledalab.de) verwendet. Mit Hilfe einer optimized Continuous Decomposition Analysis (CDA) (Benedek et al., 2010) dieser Toolbox kann der aufgezeichnete Hautleitwert in den zugrunde liegenden tonischen Hautleitwert als Ausdruck der generellen Schweißdrüsenaktivität (sudomotorische Aktivität) und die stimuluspezifischen, phasischen Hautleitveränderungen als Ausdruck der Reaktion auf die Bilder unterteilt werden. Zudem kann für alle phasischen Hautleitreaktionen mittels CDA ein phasic driver berechnet werden. Der phasic driver entspricht den zugrundeliegenden Hautleitimpulsen, die zu einer SCR führen. Der Hautleitimpuls erfolgt mit nur kurzer Latenz nach dem Stimulus, die gesamte phasische Hautleitreaktion benötigt durch Hautleitanstieg bis zur Amplitude und Erholungsphase mehr Zeit. Folgen mehrere Impulse auf einen Stimulus, kann es zu einem mehrphasigen, verlängerten Hautleitanstieg sowie zu einer protrahierten Erholungsphase kommen (Benedek et al., 2010). Somit gibt der phasic driver gezielter Aufschluss über die Generierung einer Hautleitreaktion.

Wie in der Literatur beschrieben, liegt die durchschnittliche Latenz bis zu einer Hautleitreaktion bei 1-3 Sekunden, innerhalb von weiteren 1-3 Sekunden erreicht die Hautleitreaktion ihre Amplitude. Um nur die stimuluspezifischen Hautleitveränderungen zu erhalten, wurden alle von der Software Biotrace+ aufgezeichneten und vorab manuell in Ledalab bearbeiteten Daten im Zeitfenster von 1-6 Sekunden nach Erscheinen des Bildes ausgewertet. Die Wahl dieses kurzen Beobachtungszeitraumes vermindert das Risiko, nsSCRs die im Anschluss auf die stimuluspezifische Reaktion folgen, als Orientierungsreaktion zu werten (Barry, 1990).

Für die Analyse wurden die Daten im genannten Zeitfenster mit einer Mindest-Amplitudenschwelle von 0,01 Mikrosiemens (μS) exportiert. Die hieraus resultierenden Daten aus der CDA gaben Auskunft über die Trial-Nummer, den Bildcode zur Zuordnung der Reaktion zum entsprechenden Bildstimulus sowie folgenden Hautleitvariablen (es gilt immer die Schwelle von 0,01 μS und das gewählte Beobachtungsfenster von 1-6s nach Bildpräsentation):

- Anzahl der signifikanten SCRs (über dem Schwellenwert)
- Reaktionslatenz bis zur ersten signifikanten SCR
- Summe der SCR-Amplituden aller signifikanter SCRs
- Bereich (SCR-Zeitintegral) des phasic drivers
- Durchschnittlicher phasic driver (repräsentiert die phasische Aktivität, berücksichtigt jedoch nicht die Amplituden)
- Maximaler Wert des phasic drivers
- Durchschnittliche tonische Aktivität

Um den initialen Reaktionsimpuls, also den phasic driver, und den Verlauf der Reaktion genauer betrachten zu können, wurde der gewählte Beobachtungszeitraum von 1-6 Sekunden für die statistische Analyse in zwei Phasen getrennt: Phase 1 als initiale, direkte Reaktion innerhalb von 1-3,5 Sekunden nach Stimuluspräsentation und Phase 2 als verlängerte Phase der Hautleitantwort 3,5-6 Sekunden nach Bilderscheinen.

2.3.1.1 Nonresponder

Individuen, die nur minimale (unterschwellige) bis gar keine Orientierungsreaktionen auf externe Reize zeigen, werden als hyporesponsiv oder Nonresponder bezeichnet. Häufig tritt dieses Phänomen bei bestimmten Patientengruppen wie zum Beispiel bei solchen mit Schizophrenie auf. Die Prävalenz bei Gesunden für Nonresponder liegt bei ca. 10%. (Dawson et al., 2007). Um eine Reaktion auf einen Stimulus definieren zu können, ist die Bestimmung eines Amplitudenkriteriums nötig, also eine Mindestauslenkung des Hautleitwertes, die eine Reaktion markiert. In der einschlägigen Literatur findet sich keine einheitliche Definition zur Bestimmung dieser Amplitudenschwelle. In den Empfehlungen zur Veröffentlichung von Hautleitwertmessungen von Boucsein et al. wird zur Bestimmung einer Hautleitreaktion auf einen Reiz auf eine Amplitudenschwelle von 0,05 bis 0,01 μ S verwiesen. Personen, die keinen solchen Anstieg zeigen, können als sogenannte Nonresponder charakterisiert werden (Boucsein et al., 2012). In einem Experiment von Neiss et al. wurden zunächst mittels Manöver (z.B. vertiefte Atmung) Responder von Nonrespondern mit einer Reaktionsschwelle von 0,1 μ S unterschieden. Das Experiment wurde hiernach ausschließlich mit Respondern weitergeführt und im weiteren Verlauf eine niedrigere Schwelle von 0,01 μ S für die Reaktion auf den Stimulus gewählt (Neiss et al., 2009). Zu berücksichtigen ist zudem eine Habituation im Sinne einer Ermüdungsreaktion aufgrund einer Repetition gleicher oder ähnlicher Stimuli (Andreassi, 2007). Eine Habituation beschreibt das Ausbleiben einer Reaktion nach einer gewissen Anzahl (meist zwei oder drei) aufeinanderfolgender Stimuli. Ebenso als Habituation kann eine sukzessive Abnahme der Reaktionsintensität auf Stimuli gewertet werden (Dawson et al., 2007).

Im vorliegenden Experiment fiel auf, dass trotz Reaktion auf einen orientierenden Stimulus (z.B. Klatschen oder vertiefte Atmung) und somit Charakterisierung als Responder die Reaktion auf den Stimulus im Verlauf des Experiments so unterschwellig sein konnte, dass diese wiederholt kaum messbar war. Ebenso trat bei manchen Probanden eine Habituation im Laufe des Experiments auf, die zu abgeschwächten oder kaum messbaren Hautleitreaktionen führte. Als Kriterium zum Ausschluss aus der Analyse wurde daher eine nicht messbare Hautleitreaktion auf mindestens 80% der Bilder in jeder Session (≥ 28 Bilder pro Durchlauf) bei einer Schwelle von 0,05 μ S und einem Zeitfenster von -5 bis 6 Sekunden in Bezug auf die Präsentation des Bildes in der CDA-Analyse gewählt. Mit dieser Zeitspanne sollte eine mögliche Reaktion auf das Fixationskreuz mit berücksichtigt werden.

2.3.1.2 Artefaktbereinigung

Während der Aufnahme der psychophysiologischen Messungen war der Untersuchungsleiter dazu angehalten, das Experiment zu beobachten und manuell Artefakte im Programm zu

markieren. Hierzu gehörten zum Beispiel Bewegung des Probanden, Seufzen, Husten, Niesen oder ähnliche Störungen, die zu einem ungewollten Anstieg des Hautleitwertes führten. Fielen diese in das Beobachtungsfenster für die Analysedaten, wurden sie aus der Analyse ausgeschlossen. Darüber hinaus wurden (für alle physiologischen Parameter) jeweils die Daten des ersten bei jedem Durchlauf präsentierten Bildes entfernt, da es hier zu einer überdurchschnittlich hohen Hautleitreaktion bei fast allen Probanden kam, die auf das manuelle Starten der Präsentation durch den Untersuchungsleiter sowie eine Orientierungsreaktion unabhängig vom Bildinhalt zurückgeführt werden kann (Andreassi, 2007).

2.3.2. Herzfrequenz

Die Herzfrequenz wurde über zwei Systeme aufgezeichnet, zum einen über drei Elektroden an den oberen Extremitäten, zum anderen über den Blut-Volumen-Puls-Sensor am Zeigefinger. Für die Datenanalyse wurde die BVP-Messung verwendet. Neben den manuellen Artefaktmarkierungen wie in Kapitel 2.3.1.2 beschrieben, wurden die Daten zusätzlich um Herzfrequenzamplituden mit mehr als ± 3 Standardabweichungen vom Mittelwert sowie Pausen zwischen Herzschlägen mit mehr als ± 3 Standardabweichungen vom Mittelwert bereinigt, da sich solche durch ihre große Abweichung als Messfehler oder Artefakte erwiesen. Für die Analyse wurden jeweils die Mittelwerte der Daten 6 Sekunden vor sowie 6 Sekunden nach Stimuluspräsentation verglichen.

2.3.3 Atmung

Für die Untersuchung der Atmung wurden die Parameter der durchschnittlichen Respirationszyklusdauer sowie die Inspirations- und Expirationsdauer verwendet. Neben den manuellen Artefaktmarkierungen wie in Kapitel 2.3.1.2 beschrieben, wurden die Daten zusätzlich um einen linearen Trend, der sich in den Daten abbildete, sowie um Atmungsamplituden mit mehr als ± 3 Standardabweichungen vom Mittelwert, einer Atmungszyklusdauer mit mehr als ± 3 Standardabweichungen vom Mittelwert und Pausen zwischen Atemzügen mit mehr als ± 3 Standardabweichungen vom Mittelwert bereinigt, da sich solche als Messfehler oder Artefakte erwiesen. Die Mindest-Amplitudenschwelle wurde bei 0,3 Standardabweichungen festgelegt, sodass die Atemzüge auch bei flacher Atmung noch erkannt werden konnten. Tief negative Ausschläge wurden mittels Selbsttest als Bewegungsartefakte identifiziert. Probanden, bei denen die errechneten Durchschnittswerte zur Respirationsvolumenrate (RVT) negative Werte aufwiesen, wurden aus der Analyse der Atmung ausgeschlossen, da dies auf eine zu flache Atmung oder möglicherweise einen zu locker angebrachten Gurt hinwies und somit die Daten nicht sinnvoll verwendet werden konnten. Für die respiratorischen Daten wurden die Medianwerte der Zeitfenster 6 Sekunden vor sowie 6 Sekunden nach Stimuluspräsentation betrachtet. Lag der Beginn oder das Ende des betrachteten Zeitraums innerhalb eines Respirationszyklus, wurde dieser vollständig in die Berechnung miteinbezogen, sodass die finalen Zeitintervalle sich an den Respirationszyklen orientierten. Für die Analyse wurden die Daten zur Atmung logtransformiert.

2.3.4 Temperatur

Für die Analyse der Temperatur wurden die Daten zunächst um die Grundtemperaturwerte bereinigt, sodass ausschließlich die phasische Veränderung der Temperatur auf den Stimulus betrachtet werden konnte. Das Beobachtungsfenster für die Temperatur umfasste ebenso wie für Herzfrequenz und Atmung 6 Sekunden vor und nach Bildpräsentation.

2.4 Statistische Verfahren

Für die statistische Auswertung der Daten wurde die Statistiksoftware IBM SPSS Statistics genutzt. Für die Auswertung der demographischen Daten wurden t-Tests für unabhängige Stichproben sowie ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Auch für den Vergleich der neuropsychologischen Testungen sowie der Fragebögen im Altersvergleich wurde der t-Test für unabhängige Stichproben verwendet. Für die Auswertung des STAI-Fragebogens bezüglich der Ängstlichkeitssymptomatik vor und nach der Computertestung ebenso wie für die Auswertungen der einzelnen subjektiven Bildbewertungen auf der Likert Skala wurden zweifaktorielle mixed ANOVAs durchgeführt. Als Zwischensubjektfaktor wurde die Altersgruppe (Gruppe), als Innersubjektfaktoren der Summenwert der STAI-State- und STAI-Trait-Subskalen bzw. bei den Bildbewertungen die Valenz (negativ/neutral) angewandt. Zur Interpretation der signifikanten Ergebnisse wurden Bonferroni-korrigierte post-hoc Tests durchgeführt. Zur statistischen Analyse des Einflusses der Stimuli auf die psychophysiologischen Parameter (Hautleitantwort, Herzfrequenz, Atmung und Temperatur) wurde jeweils eine dreifaktorielle mixed ANOVA durchgeführt. Als Zwischensubjektfaktor wurde die Altersgruppe, als Innersubjektfaktoren die Phase nach Bildpräsentation und die Valenz der Bilder (negativ/neutral) verwendet. Auch hier wurden Bonferroni-korrigierte post-hoc Tests zur Interpretation der Effekte durchgeführt.

Zusätzlich wurden Korrelationen der Ängstlichkeits-Fragebögen untereinander sowie mit den emotionalen Bewertungen und den Hautleitantworten in einer Korrelation nach Pearson untersucht.

3. Ergebnisse

Von den insgesamt 83 getesteten Probanden konnten nach Anwendung der Ausschlusskriterien 67 Personen, davon 36 junge und 31 alte, in die Analyse der subjektiven Bildbewertung einbezogen werden. Für die Analyse der psychophysiologischen Daten konnten 63 der Testungen verwendet werden, davon 33 der jungen und 30 der alten Probanden.

3.1 Neuropsychologische Testung und Fragebögen

Die neuropsychologische Testung dient der Einstufung der Probanden als kognitiv gesund. Die Testergebnisse der CERAD Plus-Testbatterie zeigten sich normwertig für alle Probanden in allen vier kognitiven Domänen Sprachproduktion, Merkfähigkeit und Gedächtnis, visuokonstruktive Fähigkeit, Verarbeitungsgeschwindigkeit und exekutive Funktion. Die jeweiligen Einzelleistungen in den Untertests wichen nicht mehr als -1,5 Standardabweichungen vom Normwert ab. Die CERAD-Tests für Sprachproduktion sowie Exekutivfunktion und Reaktionszeit wurden von beiden Gruppen durchgeführt. Hier zeigte sich ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Altersgruppen in der Exekutivfunktion, gemessen anhand der Reaktionszeiten in den Trail Making Tests (s. Tabelle 3). Diese war für die Gruppe der jüngeren Probanden im TMT A-Test durchschnittlich 18,6 Sekunden schneller (95%-CI[-24,14;-13,07]), $t(37,12)=-6,81$, $p<0,001$ und im TMT B-Test 39,3 Sekunden schneller (95%-CI[-51,66;-27,00]), $t(35,68)=-6,47$, $p<0,001$. In den Sprachproduktionstests zeigte sich kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Die Ergebnisse des Verbalen Lern- und Merkfähigkeitstests der jungen Probanden lagen ebenfalls oberhalb von -1,5 Standardabweichungen des Mittelwerts und gelten somit als unauffällig.

Auch die Ergebnisse der Fragebögen zu Depression und Ängstlichkeit zeigten sich für alle Probanden normwertig. Ein älterer Proband lag im Ergebnis des GAI-Fragebogens einen Punktwert über dem Cut-off-Wert, ein jüngerer im HAM-A-Fragebogen, beide konnten aber aufgrund der ansonsten unauffälligen Ergebnisse in den weiteren Fragebögen als auch im klinischen Interview durch den MINI-DIPS in die Auswertung eingeschlossen werden. In der von beiden Altersgruppen bewerteten Hamilton-Angst-Skala zeigte sich ein signifikanter Gruppenunterschied bezüglich der Fragen, die psychische Angstsymptome beschrieben. Mit einem Durchschnittswert von $4,19 \pm 3,14$ Punkten in der Gruppe der jungen Probanden im Gegensatz zu durchschnittlichen $2,48 \pm 2,25$ Punkten in der Gruppe der alten Probanden erzielte die junge Gruppe mit einer mittleren Differenz von 1,71 hier durchschnittlich höhere Werte (95%-CI[0,39; 3,03]), $t(63,01)=2,59$, $p=0,012$. Bezüglich des STAI Trait ($t(62,12)=0,84$, $p=0,404$) zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen. Ebenso konnte kein signifikanter Effekt für die Gruppe $F(1, 65) = 2,21$, $p=0,142$ vor und nach dem Experiment $F(1, 65) = 0,11$, $p=0,747$ und kein Interaktionseffekt $F(1, 65) = 0,89$, $p=0,35$ bezüglich des STAI State gefunden werden.

Testung/Fragebogen	Mittelwert ± SD		
	Alte Probanden	Junge Probanden	T
CERAD: Verbale Flüssigkeit	25,45 ± 6,64	27,22 ± 5,43	1,18
CERAD Plus: Phonematische Flüssigkeit	17,71 ± 6,23	19,75 ± 4,60	1,50
CERAD Plus: TMT A	39,94 ± 14,38	21,33 ± 5,35	- 6,81 ***
CERAD Plus: TMT B	81,58 ± 32,34	42,25 ± 10,73	- 6,47 ***
GDS	2,10 ± 1,83		
GAI	1,42 ± 2,92		
GAS	5,45 ± 4,26		
HAMA (Summe)	5,39 ± 3,66	6,22 ± 4,30	0,86
HAMA (somatisch)	2,90 ± 2,61	2,03 ± 2,20	- 1,47
HAMA (psychisch)	2,48 ± 2,25	4,19 ± 3,14	2,59 *
STAI Trait	30,00 ± 5,83	31,17 ± 5,47	0,84
STAI State vor Experiment	31,77 ± 6,59	30,39 ± 6,83	
STAI State nach Experiment	32,74 ± 7,53	29,92 ± 5,30	

Tabelle 3. Ergebnisse der in beiden Gruppen durchgeführten kognitiven Testungen und Fragebögen im Vergleich. Ergebnisse der Tests zur Verbalen und Phonematischen Flüssigkeit, des Trail Making Test A und B sowie Ergebnisse der Geriatrischen Depressionsskala (GDS), des Geriatrischen Angst-Inventars (GAI) der Geriatrischen Angstskala (GAI), der Hamilton Angstskala (HAMA) und des State-Trait Anxiety Inventory (STAI) für die Gruppe der alten und jungen Probanden. Aufgeführt sind die Mittelwerte der erreichten Punktzahlen mit Standardabweichungen sowie die Ergebnisse des t-Tests. Für den STAI State-Test vor und nach dem Experiment wurde eine separate ANOVA durchgeführt. Signifikante Ergebnisse sind fett markiert. Für die psychischen Fragen des HAMA-Fragebogens zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen Jung und Alt. Ebenso für die Ergebnisse des TMT A und B. Signifikanzniveau (2-seitig): *** p<0,001, ** p<0,01, * p<0,05

3.2 Auswertung der Bildbewertungen

Für die Analyse der subjektiven Bildbewertungen konnten alle 67 der getesteten Probanden in der Analyse berücksichtigt werden. Zur statistischen Analyse der Bewertungen wurde eine zweifaktorielle mixed ANOVA mit junger und alter Probandengruppe als Zwischensubjektfaktor und negativen und neutralen Bildern als Innersubjektfaktor verwendet. Für die Ergebnisse der Auswertung der subjektiven Bildbewertungen siehe Tabelle 4, für Korrelationen zwischen den Angstfragebögen und Bildbewertungen siehe Tabelle 5.

	Mittelwert ± SD negativer Bilder		Mittelwert ± SD neutraler Bilder		Haupt- und Interaktionseffekte		
	Alte Probanden	Junge Probanden	Alte Probanden	Junge Probanden	Valenz	Gruppe	Valenz*Gruppe
	(n=31)	(n=36)	(n=31)	(n=36)	F	F	F
Angst	3,35 ± 1,83	2,46 ± 1,35	1,05 ± 0,11	1,17 ± 0,48	96,39***	3,19	7,70**
Ekel	2,81 ± 1,49	2,07 ± 0,97	1,02 ± 0,72	1,18 ± 0,49	92,44***	2,85	10,18**
Ärger	3,11 ± 1,51	2,47 ± 1,16	1,11 ± 0,26	1,15 ± 0,51	123,31***	2,53	5,32*
Überraschung	3,50 ± 1,74	2,75 ± 1,25	1,68 ± 1,00	1,35 ± 0,61	103,40***	4,70*	1,79
Trauer	3,53 ± 1,42	2,69 ± 1,12	1,12 ± 0,23	1,16 ± 0,47	185,24***	5,05*	9,29**
Freude	1,70 ± 0,62	1,53 ± 0,73	3,45 ± 1,31	2,58 ± 1,19	124,83***	6,00*	8,05**
valence	2,40 ± 0,75	3,11 ± 0,48	4,41 ± 0,95	4,36 ± 0,34	185,51***	9,35**	10,12**
arousal	3,77 ± 1,78	2,89 ± 1,36	1,85 ± 0,96	1,59 ± 0,96	114,87***	4,11*	4,28*

Tabelle 4. Ergebnisse der Auswertung der subjektiven Bildbewertungen. Die Tabelle zeigt die durchschnittlichen Mittelwerte mit Standardabweichungen der Bewertungen negativer und neutraler Bilder im Vergleich, getrennt nach junger und alter Probandengruppe sowie für alle sechs Basis-Emotionen, valence und arousal. Zusätzlich angegeben sind F-Werte und Signifikanzniveaus aus der mixed ANOVA. Signifikante Ergebnisse sind fett markiert. Alle acht Kategorien waren auf einer Likert-Skala von 1-7 zu bewerten. Für die Emotionen galt 1 = gar nicht und 7 = sehr stark. Für die valence galt 1 = sehr unangenehm bis 7 = sehr angenehm, für die arousal 1 = gar nicht erregt bis 7 = sehr stark erregt. Für alle Emotionen sowie für valence und arousal konnte ein signifikanter Unterschied in der Bewertung zwischen negativen und neutralen Bildern in beiden Gruppen nachgewiesen werden. Gruppenunterschiede zeigten sich für Überraschung, Trauer, Freude und valence. Signifikante Interaktionseffekte konnten für die Emotionen Angst, Ekel, Ärger, Trauer und Freude sowie für die valence gefunden werden. Valenz = Wertigkeit des Bildes (neutral versus negativ). Gruppe = Jung versus Alt. Signifikanzniveau (2-seitig): *** p<0,001, ** p<0,01, * p<0,05

3.2.1 Angst

Für die Emotion Angst konnte ein Haupteffekt für die Bildvalenz gefunden werden, $F(1, 65) = 96,39$, $p < 0,001$. Negative Bilder wurden mit einer mittleren Differenz von 1,79 (95%CI [1,43; 2,15]) höher auf der emotionalen Skala Angst bewertet als neutrale Bilder. Durchschnittlich lag die Bewertung der negativen Bilder in der Gruppe der alten Probanden bei $3,35 \pm 1,83$ auf der Angstskala, in der Gruppe der jungen Probanden bei $2,46 \pm 1,35$. Zusätzlich zeigte sich eine statistisch signifikante Interaktion zwischen Valenz und Gruppe, $F(1, 65) = 7,70$, $p = 0,007$. Im Bonferroni-korrigierten post-hoc Test zeichnete sich dieser Unterschied in einer stärkeren Bewertung von negativen Bildern auf der Angstskala in der Gruppe der alten Probanden ab (0,89, 95%CI [0,11; 1,67], $p = 0,025$). Eine bivariate Korrelationsanalyse nach Pearson zeigte zudem eine positive Korrelation von Alter mit der Bewertung negativer Bilder auf der Angstskala ($r = 0,270$, $p = 0,027$).

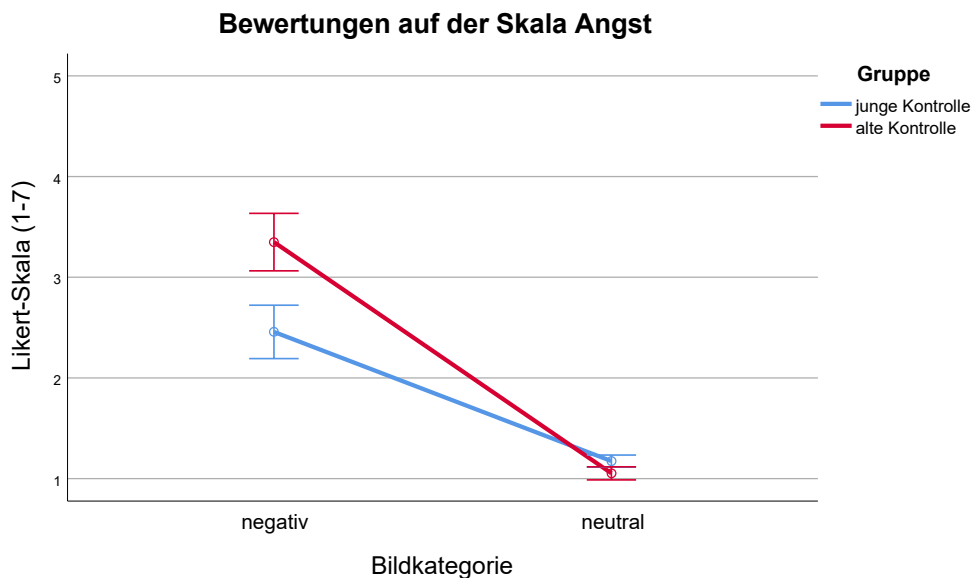


Abbildung 6. Graphische Darstellung der Ergebnisse der subjektiven Bewertung der Emotion Angst aller negativen und neutralen Bilder im Gruppenvergleich. Zu sehen ist die durchschnittliche Bewertung aller negativen und aller neutralen Bilder auf einer Likert-Skala von 1 (gar nicht ängstlich) bis 7 (sehr ängstlich) getrennt nach beiden Altersgruppen in Bezug auf die Emotion Angst. Die Gruppe der älteren Probanden (roter Graph) bewertete die negativen Bilder angsteinflößender als die Gruppe der jungen Probanden (blauer Graph). Der Gruppenunterschied für die negativen Bilder war statistisch signifikant. Für die Bewertung neutraler Bilder zeigte sich kein signifikanter Unterschied. Die Fehlerbalken geben einen Standardfehler von ± 1 an.

3.2.2 Ekel, Ärger, Überraschung, Trauer, Freude

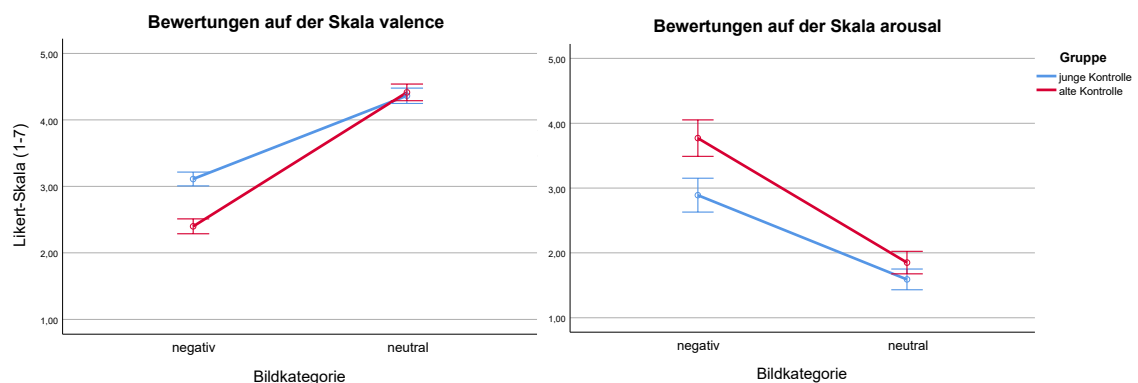
Ähnliche Ergebnisse ergaben sich für die fünf übrigen Emotionen. Es zeigte sich jeweils ein Haupteffekt für die Bildvalenz auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,001$. Für alle negativen Emotionen äußerte sich dieser Haupteffekt in beiden Gruppen mit einer höheren Bewertung der negativen Bilder auf der Skala für Ekel $F(1, 65) = 92,44$ (1,35, 95%CI [1,07; 1,62]), Ärger $F(1, 65) = 123,31$ (1,66; 95%CI [1,36; 2,00]) und Trauer $F(1, 65) = 185,24$ (1,98; 95%CI [1,69; 2,27]). Gleiches galt für die Emotion Überraschung $F(1, 65) = 103,40$ (1,62, 95%CI [1,30;

1,93]). Für die Emotion Freude zeigte sich der Haupteffekt mit einer höheren Bewertung der Skala Freude für neutrale Bilder, $F(1, 65) = 124,83$ (1,40, 95%CI [1,15; 1,65]) $p < 0,001$.

Weiterhin präsentierten sich Interaktionseffekte zwischen den Gruppen und der Valenz für die Emotionen Ekel $F(1, 65) = 10,18$, $p = 0,002$, Ärger $F(1, 65) = 5,32$, $p = 0,024$, Trauer $F(1, 65) = 9,29$, $p = 0,003$ und Freude $F(1, 65) = 8,05$, $p = 0,006$. Mittels Bonferroni-korrigiertem post hoc-Test konnte für die Emotion Ekel ein Unterschied im Sinne einer intensiveren Bewertung von negativen Bildern in der Gruppe der alten Probanden gegenüber den jungen gezeigt werden (0,74, 95%CI [0,14; 1,35], $p = 0,017$). Der gleiche Effekt konnte für die Emotion Trauer beobachtet werden (0,84, 95%CI [0,22; 1,46], $p = 0,009$). Für die Emotion Ärger zeigte sich dieser Effekt lediglich als Trend (0,65, 95%CI [-0,01; 1,30], $p = 0,52$). Bezüglich der Emotion Freude fand sich ein signifikanter Unterschied einer intensiveren Bewertung von neutralen Bildern in der Gruppe der alten Probanden (0,87, 95%CI [0,27; 1,48], $p = 0,006$). Für die Emotion Überraschung konnte kein Interaktionseffekt gefunden werden, hingegen aber ein Gruppenunterschied, $F(1, 65) = 4,70$, $p = 0,034$. Die Gruppe der alten Probanden bewertete negative und neutrale Bilder gleichsam höher auf der Skala Überraschung als die junge Vergleichsgruppe (0,54, 95%CI [0,04; 1,04]). Ebenso wie für die Emotion Angst zeigten sich zudem signifikante positive Korrelationen zwischen dem Alter und der Bewertung negativer Bilder auf der Skala Ekel ($r = 0,320$, $p = 0,008$), Ärger ($r = 0,251$, $p = 0,04$), Überraschung ($r = 0,278$, $p = 0,023$), Trauer ($r = 0,349$, $p = 0,004$) und arousal ($r = 0,265$, $p = 0,03$) sowie eine signifikante negative Korrelation zwischen Alter und der Bewertung der valence der Bilder ($r = -0,484$, $p = 0,001$).

3.2.3 Valence und Arousal

Ebenso wie die einzelnen Emotionen zeigten auch die Ergebnisse zu valence und arousal signifikante Haupteffekte für die Bildvalenz (für die valence $F(1, 65) = 185,51$, $p < 0,001$, für die arousal $F(1, 65) = 114,87$, $p < 0,001$). Für die Bildvalenz ergaben die paarweisen Vergleiche der Mittelwerte eine niedrigere Bewertung negativer Bilder auf der valence-Skala (-1,63, 95%-CI[-1,87; -1,39]) und eine höhere arousal-Bewertung negativer Bilder (1,61, 95%-CI[1,31; 1,91]).



Abbildungen 7 und 8. Graphische Darstellung der Ergebnisse der subjektiven Bewertung der valence und arousal aller negativen und neutralen Bilder im Gruppenvergleich. Zu sehen ist die durchschnittliche Bewertung aller negativen und aller neutralen Bilder auf einer Likert-Skala von 1 (sehr negativ bzw. gar nicht erregend) bis 7 (sehr positiv bzw. sehr erregend) getrennt nach beiden Altersgruppen. Die Gruppe der älteren Probanden (roter Graph) bewertete die negativen Bilder als negativer und stärker erregend als die Gruppe der jungen Probanden (blauer Graph). Die Fehlerbalken geben einen Standardfehler von ± 1 an.

Zusätzlich zeigten sich Gruppenunterschiede für sowohl die Bewertung der valence $F(1, 65) = 9,35, p=0,003$ als auch für die arousal $F(1, 65) = 4,11, p=0,047$. Darüber hinaus konnten auch hier Interaktionseffekte zwischen der Bildvalenz und den Gruppen (valence $F(1, 65) = 10,12, p=0,002$; arousal $F(1, 65) = 4,28, p=0,043$) festgestellt werden. In der Post hoc-Analyse fand sich in der Gruppe der Alten gegenüber der jungen Gruppe für die negativen Bilder eine niedrigere valence-Angabe ($-0,71, 95\%-CI[-1,02; -0,41], p<0,001$) sowie eine höhere arousal-Bewertung ($0,88, 95\%-CI[0,11; 1,65], p=0,025$).

3.2.4 Korrelation der emotionalen Bewertungen und Ängstlichkeit

In einer Korrelation nach Pearson wurde die Korrelation der Ängstlichkeits-Fragebögen untereinander sowie mit den emotionalen Bewertungen aller negativen Bilder untersucht (s. Tabelle 5). Der HAMA-Fragebogen zeigte eine signifikante, moderate Korrelation mit dem STAI Trait ($r=0,426, p<0,001$), mit dem STAI State vor dem Experiment ($r=0,424, p<0,001$) und dem STAI State nach dem Experiment ($r=0,371, p=0,002$). Der STAI Trait-Fragebogen zeigte zudem eine signifikante Korrelation mit dem STAI State Fragebogen prä- ($r=0,449, p<0,001$) sowie postexperimentell ($r=0,269, p=0,028$). Der STAI State Fragebogen nach dem Bildbewertungsexperiment korrelierte zudem moderat mit den Bewertungen negativer Bilder zu Angst ($r=0,338, p=0,005$), Ärger ($r=0,348, p=0,004$), Überraschung ($r=0,293, p=0,016$), Trauer ($r=0,250, p=0,042$) und arousal ($r=0,299, p=0,014$). Weder der GAI- noch der GAS-Fragebogen zeigten eine Korrelation mit den emotionalen Bildbewertungen. Der HAM-A-Fragebogen zeigte ausschließlich eine geringe Korrelation mit der Emotion Überraschung für negative Bilder ($r=0,260, p=0,034$).

In einer weiteren Analyse wurden für alle negativen Bilder mögliche Korrelationen der Emotionen untereinander untersucht. Die Emotion Angst als zentrale Variable wies eine signifikante, starke Korrelation mit der Emotion Ekel ($r=0,766, p<0,001$), Ärger ($r=0,738, p<0,001$), Trauer ($r=0,793, p<0,001$) sowie mit der Emotion Überraschung ($r=0,865, p<0,001$) auf. Das gleiche galt für arousal ($r=0,897, p<0,001$) und valence ($r=-0,754, p<0,001$). Für die Emotionen Ekel, Ärger und Trauer sowie für die Emotion Überraschung konnten gleichermaßen starke Korrelationen mit allen anderen negativen Emotionen sowie valence und arousal gefunden werden, dabei immer auf einem Signifikanzniveau von $p<0,001$. Es zeigt sich somit eine bedeutende emotionale Überschneidung negativer Emotionen.

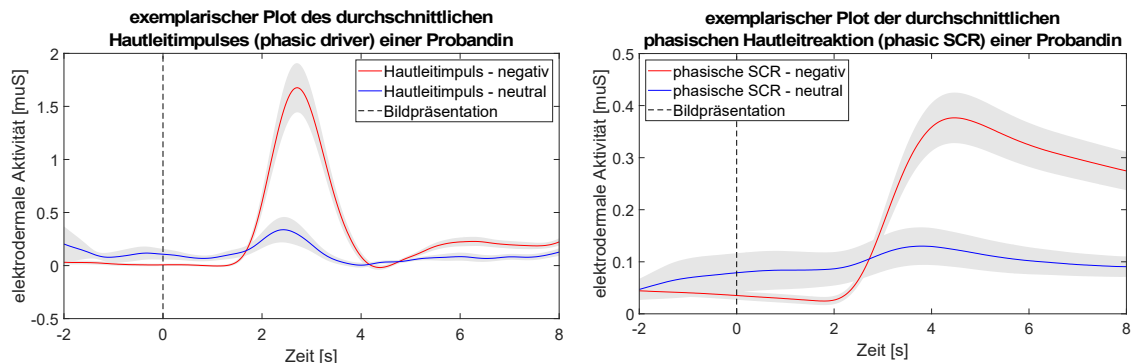
Für die Emotion Angst ergab sich von allen Emotionen die stärkste positive Korrelation mit der arousal und die stärkste negative Korrelation mit der valence-Bewertung. Statistisch signifikant zeigte sich dieser Unterschied im Korrelationsvergleich gegenüber arousal und Ekel ($z=3,953, p=0,001$), Ärger ($z=3,621, p=0,001$), Trauer ($z=2,608, p=0,005$) und Freude ($z=7,73, p=0,001$). Ebenso statistisch signifikant stärker zeigte sich die negative Korrelation von valence und Angst gegenüber valence und Ärger ($z=-2,39, p=0,008$), Trauer ($z=-1,811, p=0,035$) sowie Freude ($z=-4,438, p=0,001$).

	HAMA ges	HAMA somat	HAMA psych	STAI Trait	STAI St. prä	STAI St. post	STAI Diff	Angst	Ekel	Ärger	Überr.	Trauer	Freude	valence	arousal
HAMA ges	1														
HAMA somat	,703***	1													
HAMA psych	,801***	,138	1												
STAI Trait	,426***	,140	,476***	1											
STAI St. prä	,424***	,396**	,257*	,449***	1										
STAI St. post	,371**	,392**	,186	,269*	,556***	1									
STAI St. Diff	-,067	-,015	-,081	-,200	-,492***	,450***	1								
Angst	,170	,148	,111	,020	,039	,338**	,313**	1							
Ekel	,169	,154	,105	,029	,016	,234	,228	,766***	1						
Ärger	,202	,176	,133	,121	,125	,348**	,229	,738***	,821***	1					
Überraschung	,260*	,231	,168	,062	,022	,293*	,283*	,865***	,862***	,765***	1				
Trauer	,128	,137	,063	,123	-,011	,250*	,273*	,793***	,779***	,890***	,784***	1			
Freude	-,008	,117	-,110	-,031	,114	,042	-,079	,034	,134	,167	,072	,177	1		
Valence	-,077	-,140	,011	,045	-,023	-,202	-,187	-,754***	-,715***	-,607***	-,719***	-,657***	-,017***	1	
arousal	,195	,190	,111	,053	,007	,299*	,307*	,897***	,737***	,747***	,880***	,806***	,043	-,750***	1

Tabelle 5. Korrelationskoeffizienten für die Angstfragebögen und Bildbewertungen. Die Werte beziehen sich auf alle Probanden unabhängig von der Altersgruppe. Die aufgelisteten Emotionen beziehen sich auf die Mittelwerte aller Probanden für alle negativen Bilder. HAMA ges = HAMA gesamt. HAMA somat = somatische Fragen des HAMA-Fragebogens. HAMA psych = psychische Fragen des HAMA-Fragebogens. STAI St. prä = STAI State-Fragebogen vor dem Experiment. STAI St. post = STAI State-Fragebogen nach dem Experiment. STAI St. Diff = STAI State-Fragebogen nach dem Experiment minus STAI State-Fragebogen vor dem Experiment. Überr. = Überraschung. Signifikanzniveau (2-seitig): *** p<0,001, ** p<0,01, * p<0,05

3.3 Hautleitantwort

Nach Anwendung der Ausschlusskriterien für Nonresponder (s. Kapitel 2.3.1.1) konnten 45 Datensätze (23 junge und 22 alte Probanden) für die Analyse der elektrodermalen Aktivität verwendet werden. Die Gesamtaufzeichnung jedes Probanden wurde von Artefakten bereinigt. Zur Visualisierung wurden zunächst die Durchschnittswerte des phasic drivers und der phasischen Hautleitreaktion für negative und neutrale Bilder für jeden Probanden errechnet und einzeln als Plot dargestellt.



Abbildungen 9 und 10. Exemplarische Darstellung des durchschnittlichen phasic drivers (links) und der durchschnittlichen phasischen Hautleitantwort (rechts) einer Probandin auf negative (rot) und neutrale (blau) Bilder. Auf der y-Achse ist der Hautleitwert in Mikrosiemens (μS) aufgetragen, auf der x-Achse die Zeit in Sekunden. Zeitpunkt 0 markiert das Erscheinen des Bildstimulus. Für die graphische Darstellung wurde ein vergrößertes Zeitfenster von -2 bis 8 Sekunden gewählt. Man sieht die deutliche Unterscheidung der Hautleitreaktionen zwischen neutralen und negativen Bildern. Der phasic driver (linke Abbildung) beschreibt den Hautleitimpuls auf einen Stimulus und entsteht kurz nach Stimuluspräsentation. Die Hautleitantwort (rechte Abbildung) entsteht auf der Basis des Impulses und gliedert sich in Hautleitanstieg, -amplitude sowie Erholungsphase. Die grauen Bereiche zeigen einen Standardfehler von ± 1 .

Die Abbildungen 9 und 10 stellen exemplarisch die Graphen des durchschnittlichen phasic drivers und der durchschnittlichen phasischen Hautleitreaktion für die 50 negativen und die 20 neutralen Bilder einer älteren Probandin dar. Es zeigt sich eine deutliche Unterscheidung der Hautleitreaktionen für negative und neutrale Bilder. Der Hautleitimpuls wird nach einer kurzen Latenzphase generiert und dauert nur kurz an. Der durchschnittliche Impuls für negative Bilder zeigt sich deutlich stärker als der Impuls für neutrale Bilder. Das gleiche Phänomen zeigt sich für die phasische Hautleitantwort. Der Hautleitanstieg beginnt mit einer kurzen Latenz. Für negative Bilder wird der typische Verlauf einer Hautleitreaktion mit Anstieg, Amplitude und Erholung deutlich, für neutrale Bilder stellt sich dieser Verlauf deutlich schwächer dar. Der Unterschied der Hautleitreaktionen auf negative und neutrale Bilder stellt sich für jeden Probanden individuell, mehr oder weniger deutlich abgrenzbar dar.

Die Durchschnittswerte jedes Probanden wurden für jede Gruppe zusammengetragen, sodass die phasic driver für die Gruppe der jungen und die Gruppe der alten Probanden für negative und neutrale Bilder graphisch gegenüber gestellt werden konnten. Abbildung 11 zeigt diese graphische Gegenüberstellung der beiden Gruppen. Es zeigt sich eine deutliche Unterscheidung von Phase 1 und Phase 2 mit einer initialen starken Hautleitimpuls-Reaktion in den ersten 1-3,5 Sekunden (Phase 1). Hierbei stellen sich für beide Gruppen die Hautleitimpulse für negative Bilder stärker dar als für neutrale Bilder. Die Gruppe der alten

Probanden zeigt zudem stärkere Hautleitimpulse für negative Bilder und weniger starke Hautleitimpulse für neutrale Bilder im Gegensatz zur Gruppe der jungen Probanden. Diese zeigt entsprechend leicht geringere Hautleitimpulse für negative und stärkere Impulse für neutrale Bilder. Auffallend in Phase 2 ist die fortbestehende Impuls-Aktivität in der Gruppe der jungen Probanden, während die Gruppe der alten Probanden kaum bis keine Impulsaktivität mehr zeigt und erst zu Beginn der Bildbewertungen wieder ansteigt.

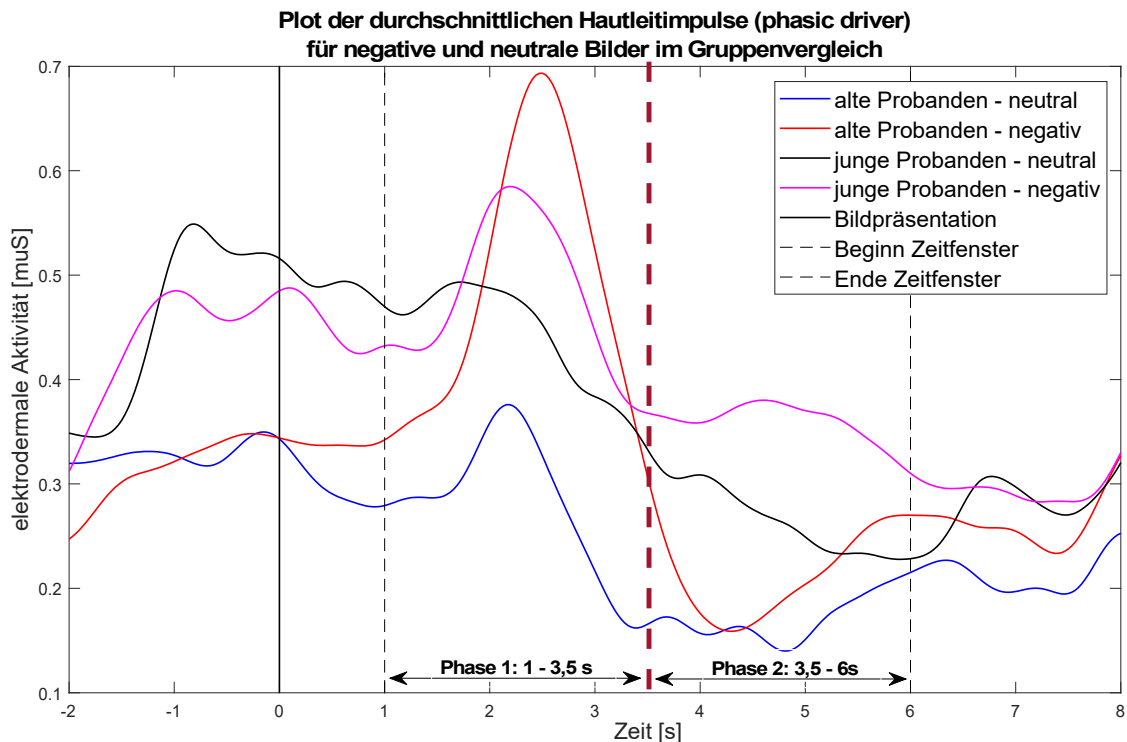
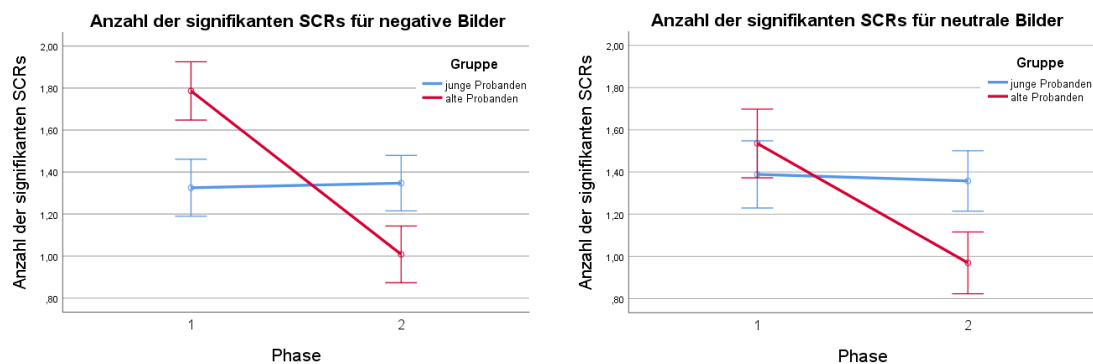


Abbildung 11. Graphische Darstellung der durchschnittlichen phasic driver der alten gesunden Probanden und der jungen gesunden Probanden für negative und neutrale Bilder. Auf der y-Achse ist der Hautleitwert in Mikrosiemens (μS) aufgetragen, auf der x-Achse die Zeit in Sekunden. 0 auf der x-Achse markiert den Zeitpunkt der Bildpräsentation. Für die graphische Darstellung wurde ein vergrößertes Zeitfenster von -2 bis 8 Sekunden gewählt. Das Beobachtungszeitfenster zur statistischen Analyse von 1-6 Sekunden nach Erscheinen des Bildes wurde zusätzlich in zwei Phasen getrennt: Phase 1 (1-3,5s) und Phase 2 (3,5-6s). In beiden Gruppen zeigt sich eine deutlich stärkere Impulsaktivität in Phase 1 sowie eine stärkere Impulsaktivität für negative gegenüber neutralen Bildern. Für die Gruppe der alten Probanden bildet sich zudem eine stärkere Impulsaktivität für negative Bilder ab als für die Gruppe der jungen und weniger starke Impulse für neutrale Bilder. In Phase 2 findet sich eine andauernde Impulsaktivität in der Gruppe der jungen Probanden, während diese in der Gruppe der alten Probanden kaum mehr sichtbar ist. Die Hautleitreaktionen vor Stimuluspräsentation sind möglicherweise auf eine Reaktion auf das Fixationskreuz zurückzuführen. Auch hier zeigen die jungen Probanden eine stärkere Impulsaktivität als die Gruppe der alten Probanden. Blau = durchschnittlicher Hautleitimpuls der alten Probanden auf neutrale Bilder. Rot = durchschnittlicher Hautleitimpuls der alten Probanden auf negative Bilder. Schwarz = durchschnittlicher Hautleitimpuls der jungen Probanden auf neutrale Bilder. Rosa = durchschnittlicher Hautleitimpuls der jungen Probanden auf negative Bilder.

Zur statistischen Analyse des Einflusses der Stimuli auf die psychophysiologischen Parameter (Hautleitantwort, Herzfrequenz, Atmung und Temperatur) wurde jeweils eine dreifaktorielle mixed ANOVA durchgeführt. Als Zwischensubjektfaktor wurde die Altersgruppe, als Innersubjektfaktoren die Phase nach Bildpräsentation und die Valenz der Bilder (negativ/neutral) verwendet. Für die im Folgenden erläuterten Ergebnisse zur Hautleitantwort siehe Tabelle 6.

3.3.1 Anzahl der SCRs über dem Schwellenwert

In der statistischen Analyse der Anzahl aller SCRs über dem Schwellenwert von $0,01 \mu\text{S}$ ergab die mixed ANOVA eine signifikante 3-Weg-Interaktion der drei Faktoren Gruppe, Phase und Bildvalenz, $F(1, 43) = 7,16$, $p=0,011$. In der post hoc-Analyse ließ sich diese Interaktion auf eine größere Anzahl signifikanter SCRs in der Gruppe der alten Probanden bei Betrachtung der negativen Bilder in Phase 1 zurückführen. Die mittlere Differenz zwischen Jung und Alt lag hier bei $0,46$, $95\text{-CI}[0,07; 0,85]$, $p=0,022$. In Phase 2 hingegen wiesen die alten Probanden für negative Bilder umgekehrt eine niedrigere Anzahl von SCRs gegenüber den jungen Probanden auf (mittlere Differenz: $-0,34$, $95\text{-CI}[-0,72; 0,04]$, $p=0,08$). Für die neutralen Bilder zeigte sich in Phase 2 der gleiche Effekt, jedoch nur als Trend (mittlere Differenz: $-0,39$, $95\text{-CI}[-0,80; 0,03]$, $p=0,065$). Darüber hinaus präsentierte sich ein Haupteffekt für die Phase $F(1, 43) = 19,76$, $p<0,001$ mit einer größeren Anzahl signifikanter SCRs in Phase 1 bei einer mittleren Differenz von $0,34$, $95\text{-CI}[0,19; 0,49]$ sowie Interaktionseffekte von Bildinhalt und Gruppe $F(1, 43) = 7,79$, $p=0,008$ und von Phase und Gruppe $F(1, 43) = 19,23$, $p<0,001$.

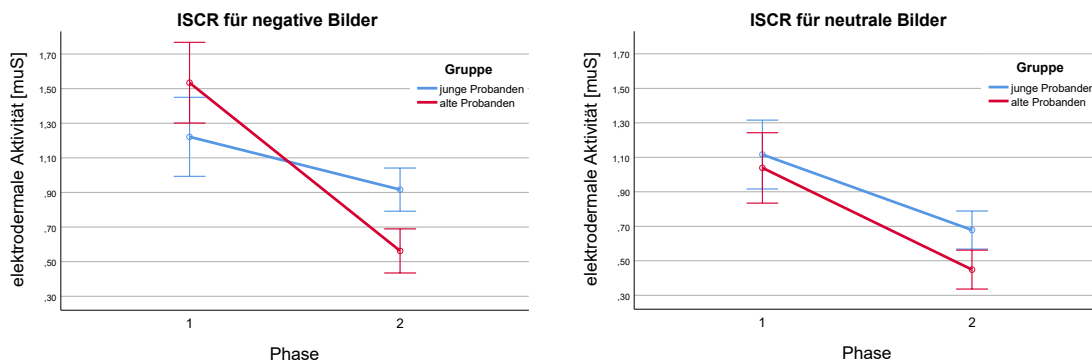


Abbildungen 12 und 13. Anzahl der durchschnittlichen signifikanten SCRs für negative (links) und neutrale (rechts) Bilder, getrennt nach Gruppen und Phasen. Auf der y-Achse ist die Anzahl der signifikanten SCRs aufgetragen, auf der x-Achse die Phase. Bei der Betrachtung von negativen Bildern (linke Abbildung) findet sich in Phase 1 ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen. In der Gruppe der alten Probanden erweist sich die Anzahl der SCRs höher ($1,79 \pm 0,73$) als in der Gruppe der jungen Probanden ($1,33 \pm 0,56$). In Phase 2 kommt es in der Gruppe der alten Probanden zu einer Reduktion der SCRs ($1,01 \pm 0,59$). In der jungen Gruppe verändert sich die Anzahl kaum ($1,35 \pm 0,67$). Bei neutralen Bildern (rechte Abbildung) zeichnet sich der gleiche Effekt ab, hier allerdings nicht auf einem signifikanten Niveau. Blauer Graph = junge Probanden. Roter Graph = alte Probanden. Die Fehlerbalken geben einen Standardfehler von ± 1 an.

3.3.2 ISCR (Zeitintegral des phasischen Hautleitimpulses)

Der phasic driver gilt durch seine Impulsaktivität, und somit Unabhängigkeit von tonischer Aktivität und von spezifischen oder nicht-spezifischen interferierenden Hautleitreaktionen vor und nach dem Beobachtungszeitfenster, als bester Indikator für eine Hautleitreaktion. Der ISCR als Zeitintegral des phasischen Hautleitimpulses spiegelt die kumulative phasische Aktivität, die den Hautleitreaktionen zugrunde liegt, und gilt somit als bester Parameter für die Hautleitreaktion (Benedek et al., 2010). Für den ISCR zeigten sich in der mixed ANOVA signifikante Haupteffekte für die Valenz $F(1, 43) = 10,25$, $p=0,003$ und für die Phase $F(1, 43) = 47,59$, $p<0,001$. Im paarweisen Vergleich bildete sich für negative Bilder ein größerer ISCR ab als für neutrale ($0,24$, $95\text{-CI}[0,09; 0,39]$, $p=0,003$) und in der ersten Phase ein größerer ISCR gegenüber der zweiten Phase ($0,58$, $95\text{-CI}[0,41; 0,75]$, $p<0,001$). Darüber hinaus ergab die

ANOVA einen signifikanten Interaktionseffekt zwischen Phase und Gruppe $F(1, 43) = 6,01$, $p=0,018$ und eine 3-Weg-Interaktion $F(1, 43) = 6,27$, $p=0,016$. Hier zeigte sich post hoc ein starker Trend eines niedrigeren ISCRs in der Gruppe der Alten gegenüber der Gruppe der Jungen bei der Betrachtung negativer Bilder in Phase 2 ($-0,35$, 95%-CI $[-0,71; 0,01]$, $p=0,054$).



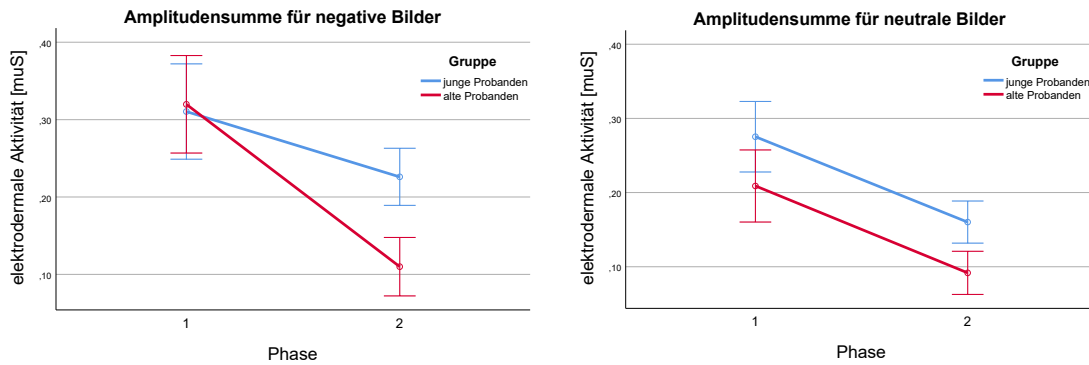
Abbildungen 14 und 15. ISCR für negative (links) und neutrale Bilder (rechts), aufgeteilt nach Gruppen und Phasen. Auf der y-Achse ist der Hautleitwert in Mikrosiemens (μS) aufgetragen, auf der x-Achse die Phase. Für die negativen Bilder zeigt sich ein signifikanter Unterschied für die Phase und eine Interaktion aller drei Variablen Gruppe, Phase und Valenz des Bildes. Bei Betrachtung negativer Bilder in Phase 2 liegt der ISCR der alten Probanden ($0,56 \pm 0,50$) deutlich unter dem der jungen Probanden ($0,92 \pm 0,68$). Blauer Graph = junge Probanden. Roter Graph = alte Probanden. Die Fehlerbalken geben einen Standardfehler von ± 1 an.

3.3.3 Antwortlatenz bis zum ersten SCR über dem Schwellenwert

Die Latenz der Hautleitreaktion auf den Bildstimulus ist unabhängig von der vorgenommenen Trennung in die zwei Beobachtungsphasen, da hierfür allein die Zeit ab Bildpräsentation bis zum initialen Impuls auf den Stimulus von Bedeutung ist. Aus diesem Grund wurde zur Analyse der Latenzzeit die gesamte Phase von 1-6 Sekunden nach Bildpräsentation verwendet. In der mixed ANOVA konnte einzig ein Haupteffekt für die Bildvalenz gefunden werden, $F(1, 43) = 4,40$, $p=0,042$. Mit einer mittleren Differenz von $-0,10$, 95%-CI $[-0,20; -0,004]$ bot sich der beschriebene Effekt durch eine kürzere Latenzzeit bis zur Hautleitreaktion für negative gegenüber neutralen Bildern dar.

3.3.4 Amplitudensummen aller SCRs über dem Schwellenwert

Auch für die Amplitudensumme der phasischen Hautleitreaktionen zeigte sich ein signifikanter Haupteffekt für die Bildvalenz $F(1, 43) = 9,58$, $p=0,003$, und für die Phase $F(1, 43) = 47,48$, $p<0,001$ sowie ein starker Trend zu einer 3-Weg-Interaktion von Valenz, Phase und der Gruppe $F(1, 43) = 4,00$, $p=0,052$. Einhergehend mit den Ergebnissen des ISCR waren die Amplitudensummen für negative Bilder höher ausgeprägt als für neutrale Bilder ($0,06$, 95%-CI $[0,02; 0,10]$, $p=0,003$). Ebenso zeigten sich in Phase 1 höhere Amplitudensummen als in Phase 2 ($0,13$, 95%-CI $[0,09; 0,17]$, $p<0,001$). Die Interaktion aller drei Variablen zeichnete sich durch niedrigere Amplitudensummen in der Gruppe der alten Probanden für negative Bilder in Phase 2 ab ($-0,12$, 95%-CI $[-0,22; -0,01]$, $p=0,033$).



Abbildungen 16 und 17. Amplitudensumme für negative (links) und neutrale Bilder (rechts), aufgeteilt nach Gruppen und Phasen. Auf der y-Achse ist der Hautleitwert in Mikrosiemens (μS) aufgetragen, auf der x-Achse die Phase. Es zeigt sich ein signifikanter Unterschied für die Phase und ein starker Trend zu einer 3-Weg-Interaktion von Gruppe, Phase und Valenz des Bildes. Bei Betrachtung negativer Bilder in Phase 2 liegt die Amplitudensumme der alten Probanden ($0,11 \pm 0,13$) deutlich unter der der jungen Probanden ($0,23 \pm 0,21$). Blauer Graph = junge Probanden. Roter Graph = alte Probanden. Die Fehlerbalken geben einen Standardfehler von ± 1 an.

3.3.5 Tonischer Hautleitwert

Für den tonischen Hautleitwert fand sich ausschließlich ein signifikanter Gruppenunterschied, $F(1, 43) = 6,08$ $p=0,018$. Junge Probanden wiesen mit einem Mittelwert von 8,91 einen deutlich höheren tonischen Hautleitwert auf als die alten Probanden mit einem Mittelwert von 5,73, unabhängig von negativen oder neutralen Bildern und der Phase. Die mittlere Differenz lag bei 3,18, 95%-CI[0,58; 5,77]. Alter und tonischer Hautleitwert zeigten sich zudem in der Korrelation nach Pearson negativ miteinander korreliert ($r=-0,307$, $p=0,014$).

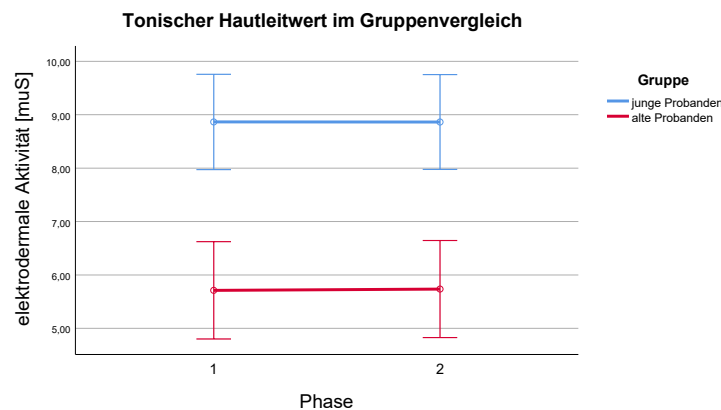


Abbildung 18. Tonischer Hautleitwert nach Gruppen und Phasen aufgeteilt. Auf der y-Achse ist der Hautleitwert in Mikrosiemens (μS) aufgetragen, auf der x-Achse die Phase. Es zeichnet sich ein signifikanter Gruppenunterschied zwischen Jung und Alt ab. Weder Bildvalenz noch Phase haben einen Einfluss auf den tonischen Hautleitwert. Blauer Graph = junge Probanden. Roter Graph = alte Probanden. Die Fehlerbalken geben einen Standardfehler von ± 1 an.

3.3.6 Korrelationen

Signifikante Korrelationen für die Hautleitantworten mit den Ängstlichkeits-Fragebögen konnten nicht gefunden werden. Bis auf den tonischen Hautleitwert korrelierte zudem keiner der untersuchten Hautleitparameter auf einem signifikanten Niveau mit dem Alter der Probanden.

	Phase	Mittelwert ± SD negative Bilder		Mittelwert ± SD neutrale Bilder		Haupt- und Interaktionseffekte						
		alt	1jung	alt	jung	Valenz F	Gruppe F	Phase F	Valenz* Gruppe F	Phase* Gruppe F	Valenz* Phase F	Val*Ph* Gruppe F
		nSCR	1	1,79 ± 0,73	1,33 ± 0,56	1,54 ± 0,82	1,39 ± 0,70	2,75	0,26	19,76***	7,79**	19,23***
	2	1,01 ± 0,59	1,35 ± 0,67	0,97 ± 0,69	1,36 ± 0,69							
ISCR	1	1,53 ± 1,29	1,22 ± 0,87	1,04 ± 0,88	1,12 ± 1,03	10,25**	0,17	47,59***	0,80	6,01*	1,47	6,27*
	2	0,56 ± 0,50	0,92 ± 0,68	0,45 ± 0,51	0,68 ± 0,54							
Ampl. summe	1	0,32 ± 0,33	0,31 ± 0,26	0,21 ± 0,18	0,28 ± 0,27	9,58**	1,12	47,48***	0,14	2,78	1,01	4,00
	2	0,11 ± 0,13	0,23 ± 0,21	0,09 ± 0,13	0,16 ± 0,14							
Latenz	1+2	2,23 ± 0,31	2,26 ± 0,56	2,37 ± 0,44	2,33 ± 0,65	4,40*	0,003	-	0,63	-	-	-
Ton. SCR	1	5,71 ± 3,66	8,87 ± 4,79	5,72 ± 3,86	8,95 ± 4,86	0,87	6,08*	0,10	0,51	0,21	0,01	0,05
	2	5,74 ± 3,63	8,86 ± 4,79	5,75 ± 3,77	8,94 ± 4,85							

Tabelle 6. Mixed ANOVA der Daten der elektrodermalen Aktivität. Angegeben sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der Hautleitparameter für negative und neutrale Bilder, getrennt nach Phase 1 und Phase 2 sowie im Vergleich zwischen Jung und Alt. Phase 1 = 1,0 - 3,5 Sekunden nach Bildpräsentation. Phase 2 = 3,5 - 6,0 Sekunden nach Bildpräsentation. SCR= Skin Conductance Response (Hautleitantwort). nSCR = Anzahl der SCRs über dem Schwellenwert von 0,01 µS. ISCR = Zeitintegral des phasic drivers im Beobachtungszeitfenster. Haupt- und Interaktionseffekte wurden berechnet mit der Bildvalenz (negativ vs. neutral) als Innersubjektfaktor sowie der Gruppe (Jung vs. Alt) und der Phase (Phase 1 versus Phase 2) als Zwischensubjektfaktoren. Signifikanzniveau (2-seitig): *** p<0,001, ** p<0,01, * p<0,05

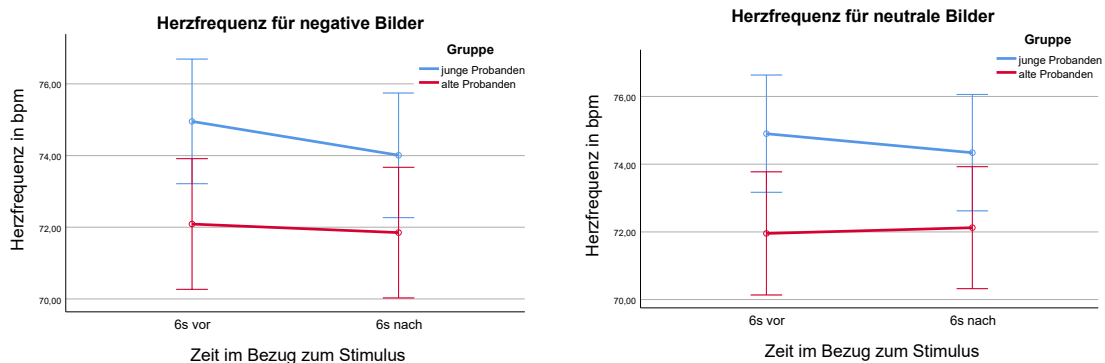
3.4 Herzfrequenz

Nach Anwendung der unter Kapitel 2.3.1.2 aufgeführten Kriterien der Artefaktbereinigung wurde die statistische Analyse zur Herzfrequenz mit den Daten von 33 jungen und 30 alten Probanden durchgeführt. In der Analyse wurden die durchschnittlichen Mittelwerte 6 Sekunden vor und 6 Sekunden nach Bildpräsentation verglichen.

	Zeit in Bezug zum Stimulus	Mittelwert \pm SD negativer Bilder		Mittelwert \pm SD neutraler Bilder	
		alt	jung	alt	jung
HR	6s vor	72,09 \pm 11,66	74,95 \pm 8,16	71,96 \pm 11,46	74,90 \pm 8,37
	6s nach	71,85 \pm 11,78	74,01 \pm 8,01	72,12 \pm 11,53	74,34 \pm 8,09

Tabelle 7. Durchschnittliche Mittelwerte und Standardabweichungen der Herzfrequenz (HR) getrennt nach Gruppen und der Zeit (in s) in Bezug zum Bildstimulus. HR = Herzfrequenz. SD = Standardabweichung.

In der mixed ANOVA fand sich ein signifikanter Haupteffekt für die Zeit $F(1, 61) = 9,47$, $p=0,003$, der mit einem Abfall der Herzfrequenz nach der Bildpräsentation verbunden war (0,40, 95%-CI[0,14; 0,65]). Ebenso präsentierte sich eine Interaktion zwischen der Zeit und den Gruppen $F(1, 61) = 7,85$, $p=0,007$ mit einem Abfall der Herzfrequenz in der Gruppe der jungen Probanden nach Bildpräsentation (0,75, 95%-CI[0,40; 1,11], $p<0,001$), unabhängig der Bildvalenz. Ein weiterer Interaktionseffekt von der Zeit und Bildvalenz ($F(1, 61) = 15,17$, $p<0,001$) zeigte post hoc, unabhängig von der Gruppe, einen Abfall der Herzfrequenz bei der Betrachtung negativer Bilder in der Phase nach Bildpräsentation (0,59, 95%-CI[0,34; 0,85], $p<0,001$).



Abbildungen 19 und 20. Änderung der Herzfrequenz vor und nach Präsentation der negativen und der neutralen Bilder. Auf der y-Achse ist die Herzfrequenz in Schlägen pro Minute (beats per minute, bpm) aufgetragen, auf der x-Achse die Zeit in Bezug zur Stimuluspräsentation. Die Abbildungen zeigen den statistisch signifikanten Abfall der Herzfrequenz nach Bildpräsentation in der Gruppe der jungen Probanden sowie einen Abfall der Herzfrequenz für beide Gruppen nach Betrachtung negativer Bilder. Blauer Graph = junge Probanden. Roter Graph = alte Probanden. Die Fehlerbalken geben einen Standardfehler von ± 1 an.

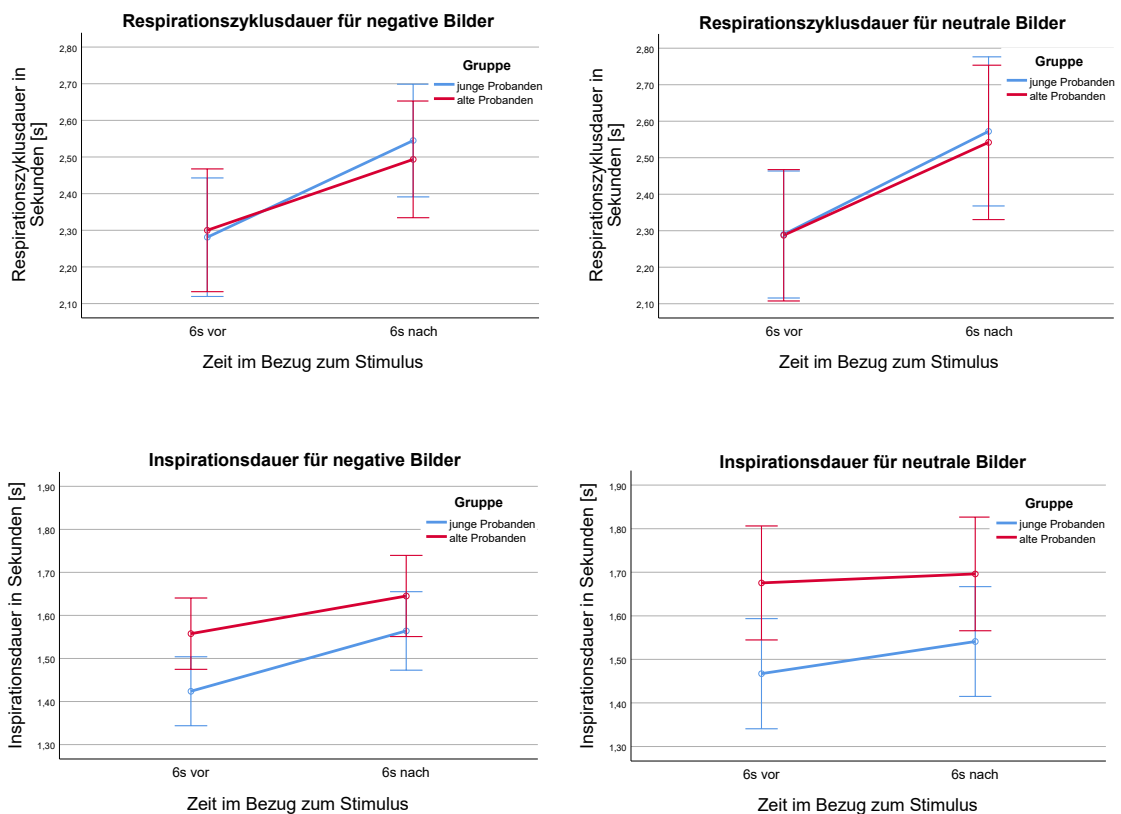
Die Einnahme von Betablockern wurde bei der Analyse der Herzfrequenz als Kovariate berücksichtigt. Es zeigte sich keine signifikante Interaktion mit einer Einnahme des Medikaments.

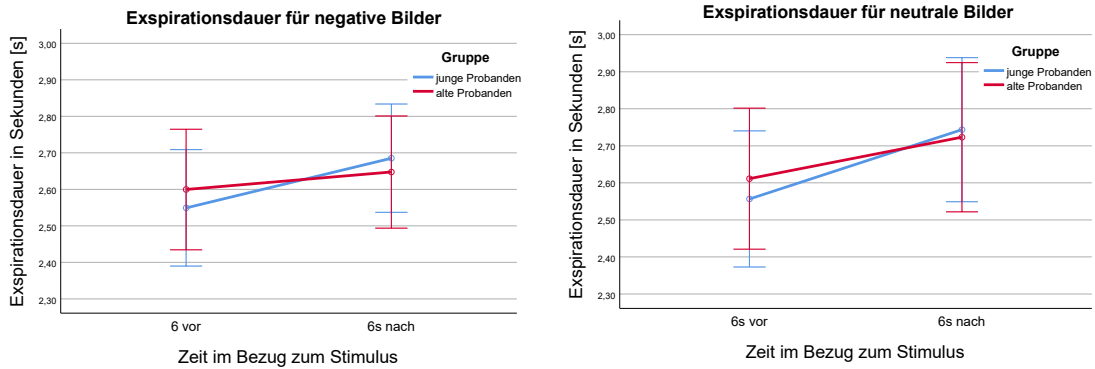
3.5 Atmung

	Zeit in Bezug zum Stimulus	Mittelwert \pm SD negativer Bilder		Mittelwert \pm SD neutraler Bilder	
		alt	jung	alt	jung
RC	6s vor	2,30 \pm 1,12	2,28 \pm 0,58	2,29 \pm 1,22	2,29 \pm 0,60
	6s nach	2,49 \pm 1,01	2,54 \pm 0,65	2,54 \pm 1,41	2,57 \pm 0,74
ID	6s vor	1,56 \pm 0,58	1,42 \pm 0,24	1,68 \pm 0,94	1,47 \pm 0,33
	6s nach	1,65 \pm 0,64	1,56 \pm 0,31	1,70 \pm 0,94	1,54 \pm 0,32
ED	6s vor	2,60 \pm 1,08	2,55 \pm 0,62	2,61 \pm 1,28	2,56 \pm 0,66
	6s nach	2,65 \pm 0,97	2,69 \pm 0,63	2,72 \pm 1,33	2,74 \pm 0,73

Tabelle 8. Durchschnittliche Mittelwerte und Standardabweichungen der Atmungsparameter getrennt nach Gruppen und der Zeit (in s) in Bezug zum Bildstimulus. RC = Respirationszyklus. ID = Inspirationsdauer. ED = Expirationsdauer. SD = Standardabweichung.

Nach Artefaktbereinigung konnten 30 junge und 28 alte Probanden in die Analyse der Atmung eingeschlossen werden. Mittels mixed ANOVA wurde das Beobachtungszeitfenster 6 Sekunden vor und 6 Sekunden nach Stimuluspräsentation miteinander verglichen.





Abbildungen 21 bis 26 (von links nach rechts). Änderung der Atmung, gemessen anhand der Respirationszykluszyklus-, Inspirations- und Expirationsdauer vor und nach Betrachtung negativer und neutraler Bilder für junge und alte Probanden im Gruppenvergleich. Auf der y-Achse ist die Dauer des jeweiligen Atmungsparameters in Sekunden (s) aufgetragen, auf der x-Achse die Zeit in Bezug zur Stimuluspräsentation. Respirationszyklus, Inspirations- und Expirationsdauer waren jeweils verlängert nach Bildpräsentation unabhängig von der Gruppe. Für die Inspirationsdauer zeigt sich dieser Effekt insbesondere für negative Bilder. Blauer Graph = junge Probanden. Roter Graph = alte Probanden. Die Fehlerbalken geben einen Standardfehler von ± 1 an.

Für die Dauer des durchschnittlichen Respirationszyklus fand sich ausschließlich ein Haupteffekt für die Zeit $F(1, 56) = 30,87, p < 0,001$ mit einer längeren Respirationszyklusdauer in der Phase nach Bildpräsentation (0,25, 95%-CI[0,16; 0,34]). Damit einhergehend zeigten die Einzelbetrachtungen von Inspiration und Expiration einen gleichen Effekt. Für die Inspiration ergab sich sowohl ein Haupteffekt für die Zeit $F(1, 56) = 14,79, p < 0,001$ als auch ein Interaktionseffekt für die Valenz des Bildes und die Zeit $F(1, 56) = 6,21, p = 0,016$. Post hoc zeigte der paarweise Vergleich der Mittelwerte eine längere Inspiration nach Bildpräsentation für negative Bilder (0,11, 95%-CI[0,08; 0,15]), $p < 0,001$. Für die Dauer der Expiration zeigte sich ausschließlich ein Haupteffekt für die Zeit $F(1, 56) = 11,54, p = 0,001$ mit einer längeren Expiration in der Phase nach Bildpräsentation (0,12, 95%-CI[0,05; 0,19]), unabhängig von der Valenz des Bildes und der Gruppe.

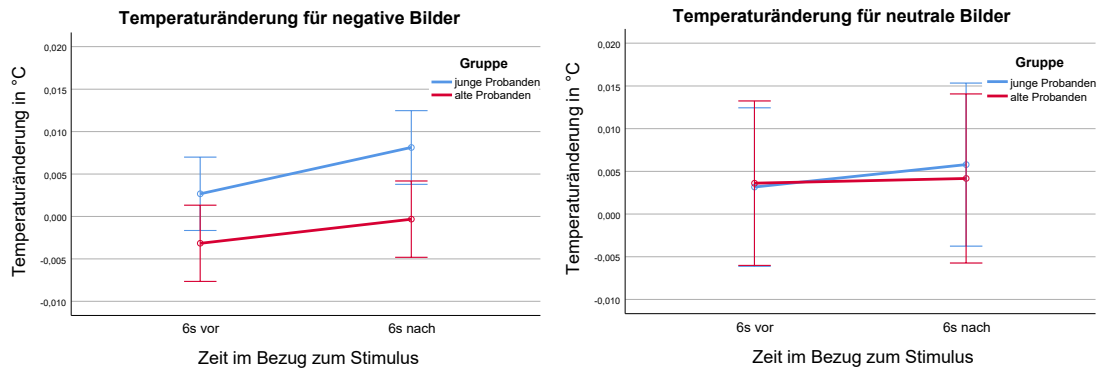
3.6 Temperatur

Zeit in Bezug zum Stimulus	Mittelwert \pm SD negativer Bilder		Mittelwert \pm SD neutraler Bilder	
	alt	jung	alt	jung
Temp 6s vor	-0,0032 \pm 0,02	0,0027 \pm 0,02	0,0036 \pm 0,04	0,0032 \pm 0,05
Temp 6s nach	-0,0003 \pm 0,02	0,0081 \pm 0,02	0,0042 \pm 0,04	0,0058 \pm 0,06

Tabelle 9. Durchschnittliche Mittelwerte und Standardabweichungen der Temperatur getrennt nach Gruppen und der Zeit (in s) in Bezug zum Bildstimulus. Temp = Temperatur. SD = Standardabweichung.

Für die Änderung der Temperatur wurden die Daten von 28 jungen und 26 alten Probanden analysiert. In der mixed ANOVA konnten weder ein signifikanter Haupteffekt für die Gruppe, noch ein signifikanter Interaktionseffekt gefunden werden. Einzig ein signifikanter Haupteffekt für die Zeit (hier 6 Sekunden vor und 6 Sekunden nach Bildpräsentation) konnte beobachtet werden $F(1, 52) = 12,55, p = 0,001$. Die Phase nach Bildpräsentation wies dabei allerdings

ausschließlich einen geringen Unterschied von $0,003^{\circ}\text{C}$, $95\text{-CI}[0,001; 0,004]$, $p < 0,001$ gegenüber der Phase vor Bildpräsentation auf.



Abbildungen 27 und 28. Änderung der Temperatur in Grad Celsius vor und nach Präsentation des Stimulus für negative und neutrale Bilder. Auf der y-Achse ist die Änderung der Temperatur in Celsius ($^{\circ}\text{C}$) aufgetragen, auf der x-Achse die Zeit in Bezug zur Stimuluspräsentation. Es zeigt sich eine geringe Temperaturerhöhung für beide Gruppen und beide Kategorien nach Bildpräsentation. Blauer Graph = junge Probanden. Roter Graph = alte Probanden. Die Fehlerbalken geben einen Standardfehler von ± 1 an.

4. Diskussion

4.1 Diskussion der Ergebnisse

In der vorliegenden Studie wurde mit Hilfe von angstinduzierenden Bildern die Ausprägung von Ängstlichkeit an jungen und alten gesunden Kontrollprobanden auf subjektiver Ebene bei zeitgleicher Objektivierung über psychophysiologische Messungen untersucht. Die Studie soll als Pilotprojekt für weiterführende Studien zur Untersuchung des Zusammenhangs von Ängstlichkeit und kognitiver Funktion dienen, insbesondere bei Probanden im Risikostadium der Alzheimer Demenz. Hierzu wurden mit der vorliegenden Arbeit die Daten gesunder Probanden erfasst und im Altersvergleich betrachtet sowie der Studienaufbau, das Computerexperiment und die Messvariablen validiert und auf Optimierungsmöglichkeiten untersucht.

4.1.1. Neuropsychologische Testung und Fragebögen

Alle Probanden erwiesen sich in der neuropsychologischen Testung als kognitiv gesund. In den Tests zu Sprachproduktion und Exekutivfunktion, die beide Gruppen durchführten, zeigten die alten Probanden in der Exekutivfunktion eine schlechtere Leistung als die junge Vergleichsgruppe, die jedoch einer altersbedingten Norm entspricht (Tombaugh, 2004). In der Sprachproduktion zeichnete sich kein Unterschied ab. Interessant ist die Diskrepanz der beiden Gruppen im HAM-A-Fragebogen zu Ängstlichkeit, in welchem die Gruppe der jungen Probanden - obgleich die Ergebnisse im Normbereich lagen - mehr psychische Angstsymptome angab. Da sich der HAM-A-Fragebogen auf den Zeitraum der vergangenen Woche bezieht, hängt die Beurteilung mit den aktuellen Lebenssituationen zusammen. Laut einer Studie zu emotionaler Stabilität im Altersvergleich berichten junge Menschen von mehr belastenden Stressoren im Leben, die sich auf den Alltag auswirken (Brose et al., 2013). Die erhöhten Werte der psychischen Symptome im HAM-A könnten möglicherweise Ausdruck eben dieser Stressoren sein.

4.1.2 Bildbewertungen

Die gefundenen signifikanten Unterschiede zwischen negativen und neutralen Bildern für alle acht Skalen bestätigen eine gelungene Emotionsinduktion durch die vorausgewählten Bilder. Die negativen Bilder werden sowohl in den einzelnen negativ-emotionalen Kategorien als auch in ihrer negativen valence und der arousal stärker bewertet als die neutralen. Die gründliche Auswahl der neutralen Bilder, um möglichst geringe Reaktionen durch sie hervorzurufen, zeigte sich durch die Ergebnisse im Bewertungsexperiment mit geringer arousal und neutraler valence als ebenso gelungen. Dies ist Voraussetzung für eine Unterscheidung der Bilder in den psychophysiologischen Messungen.

Zusätzlich deuten die Ergebnisse der subjektiven Bildbewertungen auf eine generell stärkere emotionale Bewertung der Bilder in der Gruppe der alten Probanden gegenüber den jungen Probanden. Im Hinblick auf die Emotion Angst konnte nachgewiesen werden, dass entgegen

der initialen Annahme alte Probanden die negativen Bilder stärker angsteinflößend empfanden als junge Probanden. Der gleiche Effekt konnte auch für die Emotionen Ekel, Ärger, Trauer und Freude sowie für arousal und valence der Bilder gefunden werden. Für die Emotion Überraschung zeigte sich ausschließlich ein Gruppenunterschied unabhängig der Bildvalenz. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass Überraschung eine Valenz-Ambiguität aufweist, also eine negative, neutrale, als auch eine positive Konnotation haben kann und daher nicht unbedingt zwischen den Bildern unterscheidet (Mattek et al., 2017). Die stärkere emotionale Erregung in der Gruppe der alten Probanden steht zudem mit den Ergebnissen von valence und arousal im Einklang; für diese Skalen zeichnete sich im Gruppenvergleich ebenfalls eine intensivere Bewertung für negative und neutrale Bilder ab. Zusammenfassend sprechen die Ergebnisse des Bildbewertungsexperiments für ein stärkeres subjektiv-emotionales Empfinden als auch eine stärkere Erregung und eine extremere Einordnung der negativen Bilder in der Gruppe der alten Probanden gegenüber der Gruppe der jungen Probanden sowie für eine gelungene Emotionsinduktion.

4.1.3 Korrelationen

Die Korrelationen des Hamilton Angstskala-Summenwertes ebenso wie des STAI Trait-Fragebogens mit dem STAI State vor und nach dem Experiment zeigen, dass jene Probanden, die sich im HAM-A- und STAI Trait-Fragebogen als ängstlicher einstufen, auch das Experiment als emotional erregender empfanden. Zudem zeigt die moderate positive Korrelation der Bewertungen von Angst, Ärger, Überraschung, Trauer und Erregung mit dem STAI State nach dem Experiment, dass eine emotional stärkere Bewertung der negativen Bilder sich anschließend in erhöhten Werten im postexperimentellen Fragebogen widerspiegelte und somit auf eine vermehrte emotionale Erregung der Probanden hinweist. Darüber hinaus fand sich in der Auswertung eine starke Korrelation aller negativen Emotionen untereinander. Die Bilder scheinen somit nicht spezifisch die Emotion Angst, sondern gleichzeitig auch weitere negative Emotionen zu erzeugen. Dies könnte gleichwohl der Tatsache geschuldet sein, dass die Skalen des Bewertungsexperiments nicht randomisiert angezeigt wurden und somit Probanden möglicherweise im Verlauf dazu tendierten, neutrale ebenso wie negative Bilder nach gleichem Schema zu bewerten.

Für die Emotion Angst konnte eine starke Korrelation mit der Bewertung für arousal und valence nachgewiesen werden. Im Korrelationsvergleich erwies sich der Unterschied der Korrelation von Angst und arousal bzw. Angst und valence gegenüber den meisten der anderen Emotionen statistisch signifikant. Dies spricht trotz der Überschneidung mit anderen negativen Emotionen insbesondere für eine intensive Induktion der gewünschten Emotion Angst.

4.1.4 Hautleitwert

In der Analyse des Hautleitwertes konnte eine stärkere Hautleitreaktion und eine schnellere Erholungsreaktion für die Gruppe der alten Probanden sowie eine anhaltend hohe Reaktion in der Gruppe der jungen Probanden gefunden werden. Die Ergebnisse der verschiedenen Parameter für den Hautleitwert stehen hierbei miteinander in Einklang.

Die erhöhte Anzahl der signifikanten SCRs sowie die erhöhten Amplitudensummen und phasischen Impuls-Integrale in der ersten Phase der Hautleitreaktion implizieren, dass die relevanten Impulse auf den Stimulus unmittelbar in den ersten Sekunden nach Bildpräsentation auftreten, wobei dies unabhängig von negativen oder neutralen Bildinhalten ist. Die erhöhten Amplitudensummen und Impuls-Integrale nach negativen Bildern im Gegensatz zu den neutralen Bildern in beiden Gruppen zeigen zudem die grundsätzliche Möglichkeit der Diskrimination von negativen und neutralen Bildern mittels Messung der elektrodermalen Aktivität. Die Reaktionen auf negative Bilder fallen jeweils stärker aus. Dieser Effekt zeichnet sich hingegen nicht für die Anzahl signifikanter SCRs ab. Dies weist darauf hin, dass eine Hautleitreaktion generell und unabhängig der Bildkategorie stattfindet, und kann dadurch erklärt werden, dass die elektrodermale Aktivität Teil einer orientierenden Erregungsantwort des Körpers ist (Andreassi, 2007, Maltzman et al., 1984). Für alte Probanden konnte anhand der signifikanten SCRs zusätzlich erkannt werden, dass sie auf eine größere Anzahl der negativen Bilder reagieren als junge Probanden. Die signifikanten Interaktionseffekte in der Analyse der Amplitudensumme und des ISCR weisen zudem auf eine verlängerte Erregung der jungen Probanden nach Betrachtung negativer Bilder hin. Während die alten Probanden in der zweiten Phase bereits erniedrigte Werte zeigen, sind die Impulswerte für junge Probanden noch immer auf einem hohen Niveau. Dies ist insofern ein interessantes Ergebnis, da bisherige Untersuchungen eher Häufigkeit und Amplituden der Hautleitreaktionen als den Verlauf bzw. die Erholungsphase betrachtet haben. Der geringe, aber signifikante Unterschied in der Latenz der Hautleitantwort, zeigt darüber hinaus eine schnellere Reaktion des Hautleitwertes auf negative Bilder in beiden Gruppen.

Der gefundene niedrigere tonische Hautleitwert in der Gruppe der alten Probanden wurde schon zuvor in Studien nachgewiesen (Barontini et al., 1997) und ist mit einem physiologischen Prozess des Alters vereinbar: Im Alter nimmt der tonische Hautleitwert ab, der Hautleitwiderstand steigt. Eine Dichtereduktion der Schweißdrüsen im Alter wurde als Grund für einen niedrigeren tonischen Hautleitwert diskutiert, konnte allerdings nur schwach nachgewiesen werden. Die konkrete Ursache für die Reduktion des tonischen Hautleitwertes im Alter bleibt nach wie vor unverstanden (Boucsein, 1992, Catania et al., 1980).

Insgesamt sprechen die gefundenen Effekte in Bezug auf negative respektive angstinduzierende Bilder für häufigere Hautleitreaktionen und eine schnellere Erholung derselben in der Gruppe der alten Probanden sowie für eine verlängerte Hautleitreaktion in der jungen Gruppe. Negative Bilder führen zudem zu einer schnelleren und intensiveren Hautleitreaktion als neutrale Bilder in beiden Gruppen und sind somit gut in der Messung der elektrodermalen Aktivität voneinander zu unterscheiden.

4.1.5 Temperatur, Herzfrequenz und Atmung

Die übrigen psychophysiologischen Messungen ergaben weniger eindeutige Ergebnisse. Die Daten zur Temperatur zeigten zwar einen signifikanten Temperaturunterschied vor und nach Bildpräsentation, allerdings handelt es sich hierbei um einen minimalen Anstieg von 0,003°C. Entgegen der Ergebnisse wäre ein Temperaturabfall zu erwarten gewesen. Boudewyns wies

bereits darauf hin, dass die Änderung der peripheren Temperatur insbesondere im Gegensatz zur Hautleitreaktion sehr langsam reagiert. Fällt ein Stimulus, der zu einer Vasokonstriktion führen sollte, in eine Ruhephase, während der die Temperatur steigt, könnte eine Temperaturabfall okkult bleiben (Boudewyns, 1976). Die Beobachtungszeitfenster von sechs Sekunden könnten daher möglicherweise zu kurz sein, um einen entsprechenden Effekt zu finden. Eine nachträgliche Berechnung ergab zudem nur eine geringe Effektstärke (Cohen's d von 0,22), sodass der gefundene Temperaturanstieg wenig aussagekräftig ist.

Der in der Analyse zur Herzfrequenz gefundene Herzfrequenzabfall nach Bildpräsentation, insbesondere negativer Bilder, steht im Einklang mit den Ergebnissen bisheriger Untersuchungen und kann als Reaktion im Rahmen einer Orientierungs- und Aufmerksamkeitsreaktion bei defensiv- bzw. appetitiv-motivationalem Verhalten verstanden werden (Bradley, 2009, Bradley et al., 2001). Ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen bezüglich der Reaktion auf die Stimuli konnte nicht gefunden werden. Junge Probanden reagierten jedoch auf beide Bildkategorien mit einem Abfall der Herzfrequenz, während sich dieser Effekt bei Alten nur für negative Bilder zeigte. Bisherige Untersuchungen zeigten den Effekt eines Herzfrequenzabfalls sowohl für negative als auch neutrale und positive Bilder, wobei der Abfall bei negativen Bildern stärker ausgeprägt war (Bradley, 2009).

Die Analyse der Atmungsparameter zeigte eine längere Respirationszyklus-, Inspirations- und Expirationsdauer nach Stimulusdarbietung, unabhängig von der Gruppe oder den Bildinhalten. Für die Inspirationsdauer konnte zusätzlich eine verlängerte Inspiration nach Betrachtung negativer Bilder gefunden werden. Diese Ergebnisse sind widersprüchlich zu der eingangs gestellten Hypothese einer schnelleren Atmung nach negativer Bildpräsentation. In der Einleitung wurde darauf hingewiesen, dass Angst sich vor allem in schneller sowie in flacher oder vertiefter Atmung präsentiert. Inwiefern die gefundenen Ergebnisse für eine langsamere Atmung oder gegebenenfalls für vertiefte und damit länger andauernde Atemzüge spricht, kann aufgrund der hier nicht vorliegenden Daten zu den Respirationsvolumina nicht differenziert werden. Die Interpretation der Daten des respiratorischen Systems gestaltet sich zudem schwierig, insbesondere aufgrund der Notwendigkeit einer Differenzierung unwillkürlicher, autonomer Reaktionen auf den Stimulus von willkürlichen, stimulusunspezifischen Reaktionen (z.B. Seufzen, Gähnen). Letztere sollten durch die Artefaktbereinigung erfasst und ausgeschlossen werden, eine definitive Erfassung aller Artefakte ist jedoch nicht mit Sicherheit gegeben.

4.2 Vergleich der Ergebnisse

Vergleicht man ähnliche Studien zu der spezifischen Frage nach Angst in ihrer subjektiven und psychophysiologischen Ausprägung auf angstinduzierende Bilder im Altersvergleich, findet man unterschiedliche Ergebnisse. Dies mag unter anderem mit dem verwendeten Stimulus, dem Studiendesign, dem experimentellen Setting und der Schwierigkeit zusammenhängen, nur eine spezifische Emotion isoliert zu erzeugen. Grundlegend ist zu berücksichtigen, dass sich die Emotion Angst je nach Intensität des Stimulus auf verschiedene Weise emotional-motivational äußern kann. Nach Lang et al. kann sich angstinduziertes Verhalten als Erstarren, vermehrte

Vigilanz oder Kampf-oder-Flucht-Reaktion präsentieren (Lang et al., 1990). Die Tatsache dieser unterschiedlichen Ausprägungen der Emotion, die auch mit unterschiedlichen Reaktionen auf physiologischer Ebene einhergehen können, könnte der Grund für die schwache Reliabilität der Daten zu angstspezifischen psychophysiologischen Reaktionen sein, die in der Literatur zu finden sind (Cacioppo et al., 2000).

Die meisten bisher durchgeführten Studien zur emotionalen Bewertung von Bildern wurden mit jungen Probanden durchgeführt, nur einige wenige Studien konzentrierten sich auf Altersunterschiede. Es konnten allerdings keine eindeutigen Ergebnisse gefunden werden, die sich einheitlich reproduzieren ließen. Bezüglich der subjektiven Beurteilung negativer Stimuli wurde in einigen Studien ebenso wie in den hier gefundenen Ergebnissen ein intensiveres emotionales Empfinden im Alter beobachtet (Gavazzeni et al., 2008, Gruhn et al., 2008, Keil et al., 2009, Kunzmann et al., 2005, Kunzmann et al., 2009, Neiss et al., 2009, Smith et al., 2005). Auch hier muss bei den Ergebnissen das Studiendesign berücksichtigt werden. Dieses unterscheidet sich zum Beispiel durch die Verwendung eines anderen Stimulus wie Filmsequenzen (Kunzmann et al., 2005, Kunzmann et al., 2009) oder die Bewertung von ausschließlich valence und arousal ohne Miteinbeziehung der einzelnen Emotionen (Gavazzeni et al., 2008, Gruhn et al., 2008, Keil et al., 2009, Neiss et al., 2009, Smith et al., 2005). In einer Studie von Mather und Knight wurde ein intensiveres emotionales Empfinden festgestellt, jedoch im Sinne einer Tendenz zur positiveren Bewertung von positiven Bildern (Mather et al., 2006). In der Studie von Grünh et al. zeigte sich bei einem Bewertungsexperiment mit 504 Bildern der IAPS-Datenbank vergleichbar mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie, dass ältere im Vergleich zu jüngeren Probanden negative Bilder als unangenehmer und stärker in ihrer arousal bewerteten. Gleichzeitig wurden positive Bilder als angenehmer, aber weniger stark in ihrer arousal bewertet (Gruhn et al., 2008). Ähnliche Ergebnisse zeigten sich in der Studie von Keil et al., in der eine lineare Korrelation zwischen valence und arousal im Alter gefunden werden konnte: Je unangenehmer das Bild, desto stärker war die Erregung; je angenehmer, desto geringer die Erregung. Positive Bilder wurden von alten Probanden hier als weniger angenehm bewertet als von jüngeren Probanden, neutrale Bilder hingegen als angenehmer (Keil et al., 2009). Dieser Zusammenhang der intensiveren Bewertung negativer und neutraler Bilder durch ältere Probanden konnte in der vorliegenden Studie reproduziert sowie um das Ergebnis einer intensiveren Bewertung aller negativen Emotionen für negative Bilder erweitert werden. Demgegenüber stehen Untersuchungen, die keine relevanten Bewertungsunterschiede im Altersvergleich nachweisen konnten (Carstensen et al., 2000, Denburg et al., 2003), wobei auch hier wieder das Studiendesign zu beachten gilt. Die intensivere Bewertung der negativen Bilder in der Gruppe der alten Probanden könnte unter anderem darauf zurückgeführt werden, dass im vorliegenden Experiment zusätzlich Bilder verwendet wurden, die altersrelevante Sorgen thematisieren. Bei der Verarbeitung von Informationen, die eine persönliche Komponente für ein Individuum aufweisen, kann eine stärkere Affektintensität nachgewiesen werden (Larsen et al., 1996). Ältere Personen könnten aufgrund der längeren Lebenszeitspanne bereits ähnliche Situationen erlebt haben (Krieg,

Unruhen, Gewaltsituationen) oder auch einen persönlichen Bezug zu manchen Bildinhalten finden (Krankheit, Alter, Abhängigkeit, etc.). Auf diese Weise argumentierten auch Kunzmann und Grünh, die unter anderem Stimuli verwendeten, die altersspezifische Ängste wie die Diagnose einer Alzheimer Demenz oder den Verlust von Familienangehörigen zeigten (Kunzmann et al., 2005). Die Affektintensität und der thematische Bildinhalt haben wiederum Auswirkung auf die psychophysiologische Antwort (Bernat et al., 2006).

Auch in Bezug auf die Reaktionsfähigkeit des autonomen Nervensystems im Alter sind die Angaben in der Literatur inkonsistent. In einem Review-Paper von 2001 über 20 Studien zu psychophysiologischen Reaktionen auf Angst oder Stress ergab die Metaanalyse eine grundsätzlich geringere physiologische Reaktivität für ältere Personen, speziell für die kardiovaskuläre sowie die elektrodermale Reaktion auf Stimuli (Lau et al., 2001). Die verwendeten Stressoren in den untersuchten Studien waren jedoch überwiegend mentale und kognitive Stresstests. Durchsucht man aktuellere Studien mit vergleichbaren Studiendesigns finden sich sowohl Daten, die eine schwächere (Burriss et al., 2007, Smith et al., 2005, Tsai et al., 2000) als auch eine vergleichbare physiologische Reaktion (Kunzmann et al., 2005, Kunzmann et al., 2009) im Altersvergleich zeigen. Eine stärkere physiologische Reaktion wurde bisweilen nur vereinzelt gefunden, zum Beispiel für die Fingertemperatur (Kunzmann et al., 2005, Seider et al., 2011) oder in einem Experiment zur Untersuchung der Emotion Trauer (Seider et al., 2011). Zur genaueren Differenzierung muss jedes physiologische System isoliert betrachtet werden.

Vergleicht man die elektrodermale Aktivität von alten Probanden gegenüber jungen, wird häufig von einer vergleichbaren oder abgeschwächten Erregungs- und Reaktionsfähigkeit der alten Probanden berichtet (Denburg et al., 2003, Gavazzeni et al., 2008, Levenson et al., 1991, Tsai et al., 2000) oder auch von gar keinem Unterschied (Kunzmann et al., 2005). In den *Publication recommendations for electrodermal measurements* werden älteren Probanden geringere physische Reaktionen zugeschrieben (Boucsein et al., 2012). Die Ergebnisse der Reaktionsfähigkeit des Hautleitwertes im vorliegenden Experiment waren für beide Gruppen vergleichbar. Eine signifikante Unterscheidung zeigte sich hingegen für die alten Probanden in häufigeren Hautleitreaktionen, in einer schnelleren Rückbildung der Amplituden und in einem niedrigeren tonischen Hautleitwert.

Der Literatur nach gibt es Unterschiede in der Wahrnehmung und Regulierung von Emotionen zwischen Jung und Alt. Dabei wird älteren Personen ein mit dem Alter zunehmendes subjektives Wohlbefinden, eine vermehrte emotionale Stabilität sowie eine bessere Emotionsregulation als jungen Individuen zugeschrieben (Carstensen et al., 2000, Carstensen et al., 2011, Charles et al., 2001, Kessler et al., 2009, Kunzmann et al., 2000). Teil dieser Emotionsregulation ist eine Selektierung und Priorisierung von positiven Stimuli im Alter (Levenson et al., 1991), auch Positivitätseffekt genannt (Carstensen et al., 2005, Reed et al., 2014). Die positivere Bewertung von neutralen Bildern in der Gruppe der alten Probanden im vorliegenden Experiment könnte auf eben diesen Positivitätseffekt zurückgeführt werden. Eine häufig angewandte Erklärung hierfür ist die Sozioemotionale Selektivitätstheorie, nach der sich

emotionales Verhalten je nach Alter und damit verbleibender Lebenszeitspanne anpasst (Carstensen, 2006, Scheibe et al., 2010). Mit steigendem Alter wird eine zunehmende Motivation zu einer kognitiven, sozialen und affektiven Regulation emotionaler Stimuli aus dem Umfeld erlernt und entwickelt. Das Phänomen des Positivitätseffekts scheint auf neurologischer Ebene zurückführbar zu sein auf eine verminderte Aktivität der Amygdala bei gleichzeitig vermehrter regulierender Aktivität des präfrontalen Kortex bei alten im Gegensatz zu jungen Menschen für negative Stimuli (Gomez et al., 2016, Mather et al., 2005). Während die Amygdala insbesondere bei der Generierung und Verarbeitung von negativen Emotionen wie Angst aktiviert wird, kommt dem präfrontalen Kortex eine zentrale Rolle bei der Regulierung von Emotionen zu. Im Einklang hiermit konnte anhand funktioneller Bildgebung aufgezeigt werden, dass bei älteren Personen mit generalisierter Angststörung diese präfrontalen Strukturen bei der Verarbeitung emotionaler Stimuli nicht aktiviert werden und stattdessen die Aktivierung der Amygdala auffällig ist (Andreescu et al., 2011, Andreescu et al., 2015). Ähnliche Ergebnisse erbrachte ein Review von 2016, das eine strukturelle Degeneration und Abnahme der Funktion des Hippocampus und des präfrontalen Kortex bei pathologischer Angst aufzeigte und dies als mögliche Ursache für den Zusammenhang von Angst mit einem erhöhten Risiko für neuropsychiatrische Störungen, u.a. für Demenz, beurteilte (Mah et al., 2016). Dass die älteren Probanden in der vorliegenden Studie unmittelbar und nur kurz, aber intensiv auf den Stimulus reagierten und eine schnellere Erholung der Hautleitreaktion zeigten, könnte Ausdruck der beschriebenen besseren emotionalen Regulationsfähigkeit im Alter sein.

Für die Untersuchung des Einflusses von Alter auf die kardiovaskuläre Reaktivität wurden in einem Review von 2010 31 Studien verglichen. Das Ergebnis zeigte einen Zusammenhang zwischen Alter und geringerer Herzfrequenz-Reaktivität. Von den 31 Studien wurden in nur vier Studien mit Filmen oder Bildern vergleichbare Stimuli verwendet (Uchino et al., 2010). Die geringere Reaktivität auf negative Stimuli stellte sich zum Beispiel durch einen geringeren Herzfrequenzabfall im Alter (Gomez et al., 2016, Levenson et al., 1991, Smith et al., 2005, Tsai et al., 2000) oder durch einen geringer ausgeprägten Herzfrequenzanstieg als bei jungen Probanden dar (Tsai et al., 2000). Ein solcher Gruppenunterschied für negative Stimuli konnte in den Daten der vorliegenden Studie nicht gefunden werden. Die Ergebnisse zeigten einen grundsätzlichen Abfall der Herzfrequenz nach Präsentation der negativen Bilder. Die jungen Probanden reagierten auf neutrale und negative Bilder gleichermaßen mit einem Herzfrequenzabfall. Ein Unterschied zwischen den Gruppen zeigte sich einzig darin, dass die alten Probanden ausschließlich auf negative Bilder mit einem Herzfrequenzabfall reagierten. Auch hierfür könnte möglicherweise die Theorie der besseren Emotionsregulation im Alter herangezogen werden: Der Herzfrequenzabfall als Ausdruck einer defensiv-motivationalen Reaktion findet bei jungen Probanden für alle Stimuli statt, während bei älteren Probanden dies nur bei negativen Reizen zum Ausdruck kommt.

In einer der wenigen Studien, die explizit die Reaktion des respiratorischen Systems auf emotionale Stimuli untersuchten, präsentierte sich für beide Gruppen eine Verkürzung der Expirationsdauer je subjektiv erregender das Bild war. Für ältere Probanden stellte sich diese

Reaktion schwächer dar. Ebenso galt für junge Probanden eine Verkürzung der Inspirationsdauer je erregender das Bild war; für ältere Probanden konnte dieser Effekt nicht nachgewiesen werden (Gomez et al., 2016). Im vorliegenden Experiment fanden sich genau entgegengesetzte Ergebnisse einer verlängerten Inspirations-, Expirations- und Zyklusdauer, wobei sich dieser Effekt für beide Gruppen präsentierte. Außerdem konnte keine signifikante Korrelation zwischen der arousal und den Atmungsparametern gefunden werden. Ausschließlich die Änderung der Inspirationsdauer zeigte sich signifikant für negative Bilder. In zwei weiteren Studien konnten ebenfalls keine altersbedingten Unterschiede im Verhalten der Atmungsparameter gefunden werden. Zusätzlich wurden häufig Parameter verwendet, die nicht mit den hier vorliegenden Ergebnissen vergleichbar sind (z.B. Inspirationstiefe (Kunzmann et al., 2005) oder interzyklisches Intervall (Tsai et al., 2000)).

In Bezug auf die Fingertemperatur konnte in einem Experiment zur Emotion Trauer mit ähnlichem Studiendesign und Filmsequenzen mit altersspezifisch relevanten Themen für ältere Probanden ein Fingertemperaturabfall für eine der Filmsequenzen gefunden werden. Die Ergebnisse der Studie basieren jedoch auf einer sehr kleinen Stichprobe, woraus sich die Frage der Signifikanz ergibt (Kunzmann et al., 2005).

4.3 Relevanz der Ergebnisse und Hypothesen

Die vorausgesuchten Bilder, die als Stimuli zur Induktion von Angst verwendet wurden, erwiesen sich in Zusammenschau der Ergebnisse als geeignetes Material zur Emotionsinduktion. Sowohl in der subjektiven Bewertung der Bilder als auch bei der Objektivierung durch simultane Messung von Hautleitreaktionen konnte eine deutliche Unterscheidung der negativen von den neutralen Bildern nachgewiesen werden. Die elektrodermale Aktivität erwies sich, übereinstimmend mit den Literaturangaben, als der sensitivste Parameter und konnte deutlich unterschiedliche Ausprägungen zwischen negativen und neutralen Bildern zeigen.

In weiterführenden Studien, insbesondere mit vermehrt ängstlichen und kognitiv eingeschränkten Patienten, sind stärkere subjektive und psychophysiologische Reaktionen zu erwarten. Diese Annahme kann durch die Hypothese von Labouvie-Vief unterstützt werden, nach der die beschriebene Fähigkeit zur kognitiv-affektiven Emotionsregulation ab einer bestimmten Altersschwelle durch eine Verschlechterung kognitiver Fähigkeiten beeinträchtigt sein und abnehmen kann. Die Bewältigung negativer Affekte wird als kognitiv anspruchsvoll gewertet und gestaltet sich somit bei kognitiver Beeinträchtigung als schwieriger (Labouvie-Vief, 2003). Von besonderem Interesse ist bei Patienten im Risikostadium der Alzheimer Demenz der Zusammenhang zwischen Angstsymptomen, Amyloid-Pathologie und der kognitiven Leistung. Zu den Risikostadien zählen das Stadium des Subjective Cognitive Decline (SCD, subjektiver kognitiver Abbau), ein präklinisches Stadium der Alzheimer Demenz, in welchem sich zunächst ausschließlich subjektive Beschwerden der kognitiven Leistung zeigen, die in Tests nicht objektivierbar sind (Jessen et al., 2014), sowie das Syndrom des Mild Cognitive Impairment (MCI, leichte kognitive Störung), das als fortgeschrittenes klinisches Stadium gilt, in welchem die kognitiven Defizite in Tests objektivierbar sind, ohne dass diese

jedoch zu einer Beeinträchtigung des alltäglichen Lebens führen. Beide Risikogruppen könnten in je eine Untergruppe mit und eine Untergruppe ohne Amyloid-Nachweis aufgeteilt und so untersucht werden, ob eine Amyloid-Pathologie eine Ängstlichkeitssymptomatik begünstigt, ob das Ausmaß der Amyloidablagerungen mit der Ausprägung der Symptomatik korreliert und ob eine Ängstlichkeitssymptomatik mit einer schlechteren kognitiven Funktion assoziiert ist.

Von besonderem Interesse für die Testungen an Patienten im Alzheimer Frühstadium ist zudem, auf welchen Ebenen sich subklinische Ängstlichkeit widerspiegelt. Die Fragebögen beleuchten hierzu verschiedene Aspekte einer Ausprägung von Angstsymptomen. Beim Computerexperiment sollte besonderes Augenmerk darauf gelegt werden, ob und welche Bilder als besonders angsteinflößend bewertet werden oder ob sich eine allgemeine, ungerichtete Ängstlichkeit unabhängig von den Bildinhalten nachweisen lässt. Von besonderem Interesse ist zudem die Frage nach einem Unterschied der subjektiven und psychophysiologischen Ergebnisse zwischen Patienten mit Subjective Cognitive Decline und Patienten mit Mild Cognitive Impairment, zwischen Patienten mit und ohne Amyloid-Pathologie und ob die Ausprägung der Ängstlichkeit bzw. der Amyloid-Pathologie mit einer stärkeren subjektiven Bewertung und einer stärkeren objektiven Reaktion korrelieren.

Von den einzelnen psychophysiologischen Parametern sollte insbesondere ein Augenmerk auf den tonischen Hautleitwert sowie seine Korrelation mit der subjektiven Ängstlichkeit gelegt werden. Ältere Probanden zeigen generell einen niedrigeren tonischen Hautleitwert als junge Probanden (Boucsein et al., 2012). Für ängstliche Individuen erwies sich der tonische Hautleitwert wiederum höher als für gesunde Probanden (Biswas et al., 1981). Gleiches gilt für phasische Hautleitreaktionen. Ängstliche Probanden zeigten in Studien zudem weniger Habituation und somit anhaltende Reaktionen auf angstinduzierende Stimuli aufgrund stärkerer Erregung (Biswas et al., 1981). Interessant ist die Beobachtung, dass Patienten mit Angstzuständen unruhigere Hautleitreaktionen als gesunde Probanden im Sinne weniger steiler Hautleitanstiege und weniger schnellen Erholungsphasen zeigten (Chattopadhyay et al., 1975). Die Ergebnisse zur Temperaturmessung zeigten im vorliegenden Experiment einen so geringen Unterschied, dass die Relevanz fraglich bleibt. Die Messung der Herzfrequenz präsentierte sich durch einen nur geringen Abfall der Frequenz nach Stimuluspräsentation ebenso als fraglich relevanter Messparameter. Die geringe Aussagekraft dieser Ergebnisse könnte darauf zurückgeführt werden, dass zum einen mit Bildern ein niederschwelliger Stimulus verwendet wurde und zum anderen ausschließlich gesunde Probanden untersucht wurden. Da die Herzfrequenz-Messung häufig in vergleichbaren Experimenten angewandt wird und im Rahmen der Folgeuntersuchung von ängstlichen Individuen stärkere Effekte zu erwarten sind, sollte die Verwendung dieses Parameters beibehalten werden. Auch die Ergebnisse zur Atmung erwiesen sich im vorliegenden Experiment zum einen als uneinheitlich mit der Studienlage. Zum anderen stellte sich die längere Respirationszyklusdauer nach der Bildpräsentation gering und unabhängig von der Valenz des Bildes dar und ist somit fraglich aussagekräftig. Da in Folgeexperimenten mögliche Effekte bei der Untersuchung von ängstlichen gegenüber nicht-

ängstlichen Probanden auftreten könnten, sollten die Parameter Temperatur, Herzfrequenz und Atmung jedoch wiederverwendet und die Relevanz der Ergebnisse überprüft werden.

4.4 Hinweise für weiterführende Studien

Wie in Kapitel 1.3 beschrieben, wird in mehreren Studien von einem mehrphasigen altersbezogenen Verlauf in Bezug auf die Häufigkeit von Angstsymptomen im höheren Lebensalter berichtet. Aufgrund der großen Altersspanne in der älteren Gruppe von 54 bis 83 Jahren wäre daher zu überlegen, ob die Gruppe der alten Probanden zusätzlich in weitere Altersgruppen unterteilt werden sollte, um auch hier einen möglichen Altersunterschied innerhalb der Gruppe der alten Probanden zu erfassen.

Der Aufbau der subjektiven Bildbewertungsaufgabe muss aufgrund möglicher Verständnisprobleme der Skalenbewertung von valence und arousal für folgende Studien überdacht werden. Alle sechs Basisemotionen waren homogen auf der Likert-Skala von 1 (gar kein Empfinden der entsprechenden Emotion) bis 7 (stärkstes Empfinden der Emotion) zu bewerten. Für die Bewertung der arousal galt die 1 kongruent als gar keine Erregung. Auf der valence-Skala hingegen entsprach die 1 einem sehr unangenehmen Empfinden, eine 7 einem sehr angenehmen Empfinden. Ein Bild, das als gänzlich neutral empfunden wurde, hätte somit auf den sechs Emotionsskalen und der arousal-Skala mit einer 1, auf der valence-Skala mit einer 4 bewertet werden müssen. In einigen Durchgängen wurden neutrale Bilder stattdessen mit einer 4 auf der arousal-Skala oder mit einer 1 auf der valence-Skala bewertet. Dies stellt einen Rauschfaktor dar. Die beiden Skalen sollten in ihrer Anwendung für das Folgeexperiment überdacht und für ein intuitiveres Verständnis angepasst werden. Zudem weist die gefundene starke Korrelation aller negativen Emotionen untereinander auf die Schwierigkeit hin, isoliert die Emotion Angst zu erzeugen. Die verschiedenen Emotionen können sich unterschiedlich in psychophysiologischen Messungen widerspiegeln, wie beispielsweise gezeigt in Untersuchungen von Bradley und Lang mit Bildern (Bradley et al., 2001, Lang et al., 1993), von Christie et al. mit Filmclips (Christie et al., 2004) oder von Ekman et al. in einer Untersuchung mit der Erinnerungsmethode und dem Nachstellen von typischen Gesichtsausdrücken (Ekman et al., 1983). Daher ist für weiterführende Studien eine Reduktion des Bildsatzes auf Bilder zu überlegen, die spezifisch die Emotion Angst erzeugen. Ähnlich wurden bereits der NAPS- und IAPS-Bilddatensatz nach einzelnen Emotionen kategorisiert (Bradley et al., 2001, Mikels et al., 2005, Riegel et al., 2016). Hierzu gibt es unterschiedliche Methoden. In der Studie von Mikels et al. zum Beispiel wurde anhand von Mittelwert-Vergleichen und Konfidenzintervallen unterteilt in Bilder, die eine spezifische Emotion (discrete emotion) erzeugten, Bilder, für die sich die Konfidenzintervalle von zwei oder drei Emotionen überlappten (blended emotions) sowie Bilder, für die sich die Konfidenzintervalle von mehr als vier Emotionen überschneiden (undifferentiated emotions) (Mikels et al., 2005). Demgegenüber steht die Behauptung, dass sich Emotionen nicht spezifisch präsentieren und somit nicht gänzlich unterschieden werden können, sondern eher in Kategorien wie z.B. negativ und neutral beziehungsweise defensiv- oder appetitiv-motivational differenziert werden können (Barrett, 2006, Cacioppo et al., 2000). In diesem Fall würde sich die hohe Korrelation der negativen Emotionen nicht weiter relevant auf die

Untersuchungsergebnisse der Ausprägung von Angst auswirken. Da eine hohe Korrelation negativer Emotionen zudem bekannt ist (Riegel et al., 2016), könnte für weiterführende Experimente eine Reduktion der Skalen auf die Emotion Angst sowie valence und arousal überlegt werden.

Die elektrodermale Aktivität ist zweifelsohne die sensitivste Messung für die hiesige Untersuchung der psychophysiologischen Reaktionen auf angstinduzierende Bilder. Während im vorliegenden Experiment die durchschnittlichen Hautleitparameter aller jungen und aller alten Probanden für alle 50 negativen und alle 20 neutralen Bilder gegeneinander verglichen wurden, wäre es für weitere Untersuchungen von besonderem Interesse, die Korrelation der einzelnen Hautleitreaktionen mit den zugehörigen subjektiven Bildbewertungen zu betrachten. Generell wird eine hohe Affektivitätsintensität eines Bildes mit einer stärkeren Hautleitantwort assoziiert (Lang et al., 1993). Die Reaktion auf einen Reiz kann jedoch bei gleichem Stimulus für jedes Individuum gänzlich unterschiedlich ausfallen (Bradley et al., 2007). Daher sollte die Korrelation von subjektivem Angstempfinden und der psychophysiologischen Reaktion auch auf individueller Ebene für jeden Probanden und für jedes Bild einzeln betrachtet werden.

Für die Analyse ist des Weiteren Rücksicht auf Artefakte zu nehmen, wie z.B. durch Seufzen oder Bewegung. Auch interne Faktoren können die Messungen beeinflussen. Ein möglicher Einfluss des Fixationskreuzes im Sinne einer vorzeitigen psychophysiologischen Reaktion vor der Stimuluspräsentation muss ebenso berücksichtigt werden. Die Verwendung eines Fixationskreuzes mit randomisierter Anzeigedauer bietet den Vorteil eines zeitlichen Überraschungsmoments der Stimuluspräsentation, birgt allerdings die Gefahr einer Datenverzerrung (sofern die Phase vor Bildpräsentation in die Analyse miteingeht). So wäre möglicherweise die gefundene Reduktion der Herzfrequenz ohne Verwendung eines Fixationskreuzes in der Relation größer ausgefallen (Andreassi, 2007). Für die Untersuchung der Herzfrequenz sollte künftig, ebenso wie für den Hautleitwert geschehen, der Verlauf der Herzfrequenzänderung nach Stimuluspräsentation genauer betrachtet werden. Der initiale Abfall ereignet sich meist in den ersten zwei Sekunden nach Bildpräsentation (Bradley, 2009) und geht einem erneuten Herzfrequenzanstieg voraus, sodass die betrachteten sechs Sekunden durch die Bildung eines Mittelwertes den Effekt verringern könnten.

5. Zusammenfassung

Die vorliegende Dissertationsschrift beschreibt ein Projekt zur Induktion einer Angstreaktion bei jungen ($n=36$, Alter: 20-37 Jahre) und alten ($n=31$, Alter: 54-83 Jahre) gesunden Probanden anhand eines Computerexperiments. Mittels 50 negativer und 20 neutraler Bilder aus unterschiedlichen Bild-Datenbanken (IAPS, NAPS, GEPAD, EmoPics) wurden die Angstreaktionen der Probanden auf subjektiver sowie auf objektiver Ebene verglichen. Zur Erfassung des subjektiven Angstempfindens wurden spezielle Fragebögen sowie eine Skala zur Bewertung der Bilder im Computerexperiment bezüglich Angst, Ekel, Ärger, Trauer, Überraschung, Freude sowie ihrer arousal (Erregungsintensität) und valence (Wertigkeit) verwendet. Zur Objektivierung des subjektiven Angstempfindens wurden die simultanen Reaktionen der Elektrodermalen Aktivität, Herzfrequenz, Atmung und Temperatur gemessen, ihre Änderung aufgrund des Stimulus untersucht und im Altersvergleich betrachtet.

Die Daten zeigten eine erfolgreiche Induktion einer Angstreaktion. Bei der Bewertung konnte eine subjektiv deutlich intensivere Bewertung von angstinduzierenden Bildern in der Gruppe der alten Probanden gegenüber der Gruppe der jungen Probanden festgestellt werden. Von den psychophysiologischen Messungen erwies sich der Hautleitwert als sehr sensitiver Parameter und eignet sich somit gut zur Objektivierung des emotionalen Empfindens. Die gefundenen Ergebnisse der elektrodermalen Aktivität sprechen für eine deutliche Unterscheidung der Hautleitreaktion zwischen negativen und neutralen Bildern mit stärkeren Hautleitantworten für negative Bilder. In Bezug auf die Häufigkeit der Hautleitreaktionen reagierten ältere Probanden häufiger und somit auf mehr negative Bilder als junge Probanden. Bezüglich der Intensität der Hautleitreaktionen waren die Ausprägungen für negative Bilder in beiden Gruppen vergleichbar, deutlich war allerdings ein Unterschied in der anschließenden Erholungsphase zu erkennen: Ältere zeigten eine schnellere Erholung des Hautleitwertes, während junge Probanden eine länger anhaltende Hautleitreaktion aufwiesen. Darüber hinaus konnte ein niedrigerer tonischer Hautleitwert für ältere Personen festgestellt werden, was auf einen physiologischen Altersprozess zurückzuführen ist. Die übrigen erfassten psychophysiologischen Parameter zeigten weniger eindeutige Reaktionen. Temperatur und Atmung zeigten äußerst geringe Änderungen aufgrund des Stimulus und waren unabhängig von der Bildvalenz. Die Herzfrequenz sank nach Bildpräsentation, insbesondere nach Betrachtung der negativen Bilder. Junge Probanden reagierten auf beide Bildvalenzen gleichermaßen, während alte Probanden nur auf negative Bilder mit einem Herzfrequenzabfall reagierten.

Die Ergebnisse müssen im Kontext von defensiv-motivationalem Verhalten auf angstinduzierende Stimuli interpretiert werden: Je nach Stimulus, dessen Neuartigkeit, Intensität, Bedeutung für das Individuum und Habituation kommt es entweder zu einer Abwehrreaktion oder zu einem defensiven Abwehrverhalten und vermehrter Aufmerksamkeit. Davon abhängig unterscheiden sich die psychophysiologischen Reaktionen. Dies erklärt auch die in der Literatur vorkommenden kontroversen Studienergebnisse, da häufig unterschiedliche Emotionsinduktionsverfahren verwendet wurden.

In der Gesamtschau sprechen die Ergebnisse dieser Studie für ein intensiveres subjektives Angstepfinden bzw. eine insgesamt intensivere Wahrnehmung und Bewertung emotionaler Stimuli von alten Probanden gegenüber jungen Probanden. Objektiv, in den psychophysiologischen Messungen, unterstützen die Ergebnisse der elektrodermalen Aktivität mit einer schnelleren Erholungsphase des Hautleitwertes in der Gruppe der Alten die Hypothese einer besseren emotionalen Regulationsfähigkeit im Alter. Bezüglich der Reaktionsintensität gab es zwischen den Altersgruppen keine signifikanten Unterschiede. Die Änderungen der elektrodermalen Aktivität und der Herzfrequenz auf die Angststimuli gingen in beiden Gruppen mit den typischen psychophysiologischen Änderungen (deutliche Hautleitreaktionen und initialer Herzfrequenzabfall) für negative Stimuli im Rahmen von defensiv-motivationalem, passivem Verhalten einher (Bradley et al., 2001). Relevante Altersunterschiede fanden sich folglich nur für die subjektiven Bewertungen, die Häufigkeit der Reaktionen sowie für die Erholungsphase der elektrodermalen Aktivität.

Die vorliegende Studie dient als Grundlage weiterführender Forschungsprojekte. Für Personen mit leichten bis mittleren kognitiven Einschränkungen konnte in diversen Studien eine erhöhte Inzidenz von Ängstlichkeitssymptomen nachgewiesen werden. Eine solche Angstsymptomatik scheint einen erheblichen Einfluss auf die kognitive Funktion bei älteren Personen mit kognitiven Beschwerden und Amyloid-Positivität zu haben (Pietrzak et al., 2015). Das hier etablierte Studiendesign und die Daten der gesunden Probanden können somit zum Beispiel zur Untersuchung von Patienten im Risikostadium der Alzheimer Demenz verwendet werden, um mögliche Assoziationen zwischen Ängstlichkeitssymptomatik, Amyloid-Pathologie und kognitiver Funktion zu untersuchen.

6. Literaturverzeichnis

1. Alwahhabi F.(2003) Anxiety symptoms and generalized anxiety disorder in the elderly: a review. *Harv Rev Psychiatry*. 11(4):180-93.
2. Andreassi JL.(2007) Concepts in Psychophysiology. *Psychophysiology: Human Behavior and Physiological Response*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. p. 16-42.
3. Andreassi JL.(2007) Electrodermal activity (EDA) and Behavior. *Psychophysiology: Human Behavior and Physiological Response*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. p. 261-3.
4. Andreescu C, Gross JJ, Lenze E, Edelman KD, Snyder S, Tanase C, et al.(2011) Altered cerebral blood flow patterns associated with pathologic worry in the elderly. *Depress Anxiety*. 28(3):202-9.
5. Andreescu C, Sheu LK, Tudorascu D, Gross JJ, Walker S, Banihashemi L, et al.(2015) Emotion Reactivity and Regulation in Late-Life Generalized Anxiety Disorder: Functional Connectivity at Baseline and Post-Treatment. *Am J Geriat Psychiat*. 23(2):200-14.
6. Andreescu C, Varon D.(2015) New research on anxiety disorders in the elderly and an update on evidence-based treatments. *Curr Psychiatry Rep*. 17(7):53.
7. Atkinson RC, Shiffrin RM.(1971) The control of short-term memory. *Sci Am*. 225(2):82-90.
8. Aue T, Flykt A, Scherer KR.(2007) First evidence for differential and sequential efferent effects of stimulus relevance and goal conduciveness appraisal. *Biol Psychol*. 74(3):347-57.
9. Ballard C, Neill D, O'Brien J, McKeith IG, Ince P, Perry R.(2000) Anxiety, depression and psychosis in vascular dementia: prevalence and associations. *J Affect Disord*. 59(2):97-106.
10. Balsamo M, Cataldi F, Carlucci L, Fairfield B.(2018) Assessment of anxiety in older adults: a review of self-report measures. *Clin Interv Aging*. 13:573-93.
11. Banerjee S, Smith SC, Lamping DL, Harwood RH, Foley B, Smith P, et al.(2006) Quality of life in dementia: more than just cognition. An analysis of associations with quality of life in dementia. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 77(2):146-8.
12. Barke A, Stahl J, Kroner-Herwig B.(2012) Identifying a subset of fear-evoking pictures from the IAPS on the basis of dimensional and categorical ratings for a German sample. *J Behav Ther Exp Psychiatry*. 43(1):565-72.
13. Barlow DH.(1991) Disorders of Emotion. *Psychological Inquiry*. 2(1):58-71.
14. Barontini M, Lazzari JO, Levin G, Armando I, Basso SJ.(1997) Age-related changes in sympathetic activity: biochemical measurements and target organ responses. *Arch Gerontol Geriat*. 25(2):175-86.
15. Barrett LF.(2006) Are Emotions Natural Kinds? *Perspect Psychol Sci*. 1(1):28-58.
16. Barry RJ.(1990) Scoring criteria for response latency and habituation in electrodermal research: a study in the context of the orienting response. *Psychophysiology*. 27(1):94-100.
17. Beekman ATF, Voshaar RO, Pachana NA.(2015) Late-life anxiety is coming of age. *International Psychogeriatrics*. 27(7):1053-6.
18. Bendixen AB, Engedal K.(2016) Anxiety among older psychiatric patients: a hidden comorbidity? *Aging & Mental Health*. 20(11):1131-8.

19. Benedek M, Kaernbach C.(2010) A continuous measure of phasic electrodermal activity. *J Neurosci Methods*. 190(1):80-91.
20. Bernat E, Patrick CJ, Benning SD, Tellegen A.(2006) Effects of picture content and intensity on affective physiological response. *Psychophysiology*. 43(1):93-103.
21. Berntson GG, Quigley KS, Norman GJ, Lozano DL.(2016) Cardiovascular Psychophysiology. In: Berntson GG, Cacioppo JT, Tassinary LG. *Handbook of Psychophysiology*. Cambridge Handbooks in Psychology. 4 ed. Cambridge: Cambridge University Press. p. 183-216.
22. Bierman EJ, Comijs HC, Jonker C, Scheltens P, Beekman AT.(2009) The effect of anxiety and depression on decline of memory function in Alzheimer's disease. *Int Psychogeriatr*. 21(6):1142-7.
23. Bierman EJ, Comijs HC, Rijmen F, Jonker C, Beekman AT.(2008) Anxiety symptoms and cognitive performance in later life: results from the longitudinal aging study Amsterdam. *Aging Ment Health*. 12(4):517-23.
24. Biswas PK, Chattopadhyay PK.(1981) Habituation of skin conductance responses in patients with anxiety States. *Indian J Psychiatry*. 23(1):75-8.
25. Boiten FA, Frijda NH, Wientjes CJ.(1994) Emotions and respiratory patterns: review and critical analysis. *Int J Psychophysiol*. 17(2):103-28.
26. Boucsein W. *Electrodermal activity*. New York: Plenum Press; 1992. xiv, 169-70, 442 p.
27. Boucsein W, Fowles DC, Grimnes S, Ben-Shakhar G, roth WT, Dawson ME, et al.(2012) Publication recommendations for electrodermal measurements. *Psychophysiology*. 49(8):1017-34.
28. Boudewyns PA.(1976) Comparison of Effects of Stress Vs Relaxation Instruction on Finger Temperature Response. *Behav Ther*. 7(1):54-67.
29. Bradley MM.(2009) Natural selective attention: orienting and emotion. *Psychophysiology*. 46(1):1-11.
30. Bradley MM, Codispoti M, Cuthbert BN, Lang PJ.(2001) Emotion and motivation I: defensive and appetitive reactions in picture processing. *Emotion*. 1(3):276-98.
31. Bradley MM, Codispoti M, Sabatinelli D, Lang PJ.(2001) Emotion and motivation II: sex differences in picture processing. *Emotion*. 1(3):300-19.
32. Bradley MM, Lang PJ.(2007) The International Affective Picture System (IAPS) in the study of emotion and attention. *Handbook of emotion elicitation and assessment*. Series in affective science. New York, NY, US: Oxford University Press. p. 29-46.
33. Brodaty H, Heffernan M, Draper B, Reppermund S, Kochan NA, Slavin MJ, et al.(2012) Neuropsychiatric symptoms in older people with and without cognitive impairment. *J Alzheimers Dis*. 31(2):411-20.
34. Brose A, Scheibe S, Schmiedek F.(2013) Life Contexts Make a Difference: Emotional Stability in Younger and Older Adults. *Psychol Aging*. 28(1):148-59.
35. Bryant C, Jackson H, Ames D.(2008) The prevalence of anxiety in older adults: methodological issues and a review of the literature. *J Affect Disord*. 109(3):233-50.
36. Burriss L, Powell DA, White J.(2007) Psychophysiological and subjective indices of emotion as a function of age and gender. *Cognition Emotion*. 21(1):182-210.
37. Cacioppo J, Berntson G, Larsen J, Poehlmann K, Ito T.(2000) *The Psychophysiology of Emotion*. p. 173-91.
38. Carstensen LL.(2006) The influence of a sense of time on human development. *Science*. 312(5782):1913-5.
39. Carstensen LL, Mikels JA.(2005) At the intersection of emotion and cognition - Aging and the positivity effect. *Curr Dir Psychol Sci*. 14(3):117-21.

40. Carstensen LL, Pasupathi M, Mayr U, Nesselroade JR.(2000) Emotional experience in everyday life across the adult life span. *J Pers Soc Psychol.* 79(4):644-55.
41. Carstensen LL, Turan B, Scheibe S, Ram N, Ersner-Hershfield H, Samanez-Larkin GR, et al.(2011) Emotional experience improves with age: evidence based on over 10 years of experience sampling. *Psychol Aging.* 26(1):21-33.
42. Catania JJ, Thompson LW, Michalewski HA, Bowman TE.(1980) Comparisons of sweat gland counts, electrodermal activity, and habituation behavior in young and old groups of subjects. *Psychophysiology.* 17(2):146-52.
43. Charles ST, Reynolds CA, Gatz M.(2001) Age-related differences and change in positive and negative affect over 23 years. *J Pers Soc Psychol.* 80(1):136-51.
44. Chattopadhyay PK, Bond AJ, Lader MH.(1975) Characteristics of Galvanic Skin-Response in Anxiety-States. *J Psychiat Res.* 12(4):265-70.
45. Chemerinski E, Petracca G, Manes F, Leiguarda R, Starkstein SE.(1998) Prevalence and correlates of anxiety in Alzheimer's disease. *Depress Anxiety.* 7(4):166-70.
46. Chetelat G, Villemagne VL, Pike KE, Ellis KA, Bourgeat P, Jones G, et al.(2011) Independent contribution of temporal beta-amyloid deposition to memory decline in the pre-dementia phase of Alzheimer's disease. *Brain.* 134(Pt 3):798-807.
47. Christie IC, Friedman BH.(2004) Autonomic specificity of discrete emotion and dimensions of affective space: a multivariate approach. *Int J Psychophysiol.* 51(2):143-53.
48. Clinic M. CERAD Plus-Testbatterie Auswertungsprogramme [31.07.2019]. Available from: <https://www.memoryclinic.ch/de/main-navigation/neuropsychologen/cerad-plus/auswertungprogramme/cerad-plus-online/>
49. Codispoti M, De Cesarei A.(2007) Arousal and attention: picture size and emotional reactions. *Psychophysiology.* 44(5):680-6.
50. Critchley HD.(2002) Electrodermal responses: What happens in the brain. *Neuroscientist.* 8(2):132-42.
51. Cuthbert BN, Bradley MM, Lang PJ.(1996) Probing picture perception: activation and emotion. *Psychophysiology.* 33(2):103-11.
52. Dan-Glauser ES, Scherer KR.(2011) The Geneva affective picture database (GAPED): a new 730-picture database focusing on valence and normative significance. *Behav Res Methods.* 43(2):468-77.
53. Dawson ME, Schell AM, Filion DL.(2007) The Electrodermal System. In: Cacioppo JT, Tassinary LG, Berntson G. *Handbook of Psychophysiology.* 3rd edition ed. Cambridge: Cambridge University Press. p. 159 - 81.
54. De Beurs E, Beekman A, Geerlings S, Deeg D, Van Dyck R, Van Tilburg W.(2001) On becoming depressed or anxious in late life: similar vulnerability factors but different effects of stressful life events. *Brit J Psychiat.* 179(5):426-31.
55. Denburg NL, Buchanan TW, Tranel D, Adolphs R.(2003) Evidence for Preserved Emotional Memory in Normal Older Persons. *Emotion.* 3(3):239-53.
56. Diefenbach GJ, Stanley MA, Beck JG.(2001) Worry content reported by older adults with and without generalized anxiety disorder. *Aging Ment Health.* 5(3):269-74.
57. Dimberg U.(1986) Facial reactions to fear-relevant and fear-irrelevant stimuli. *Biol Psychol.* 23(2):153-61.
58. Donovan NJ, Locascio JJ, Marshall GA, Gatchel J, Hanseeuw BJ, Rentz DM, et al.(2018) Longitudinal Association of Amyloid Beta and Anxious-Depressive Symptoms in Cognitively Normal Older Adults. *Am J Psychiatry.* 175(6):530-7.
59. Doraiswamy PM, Sperling RA, Johnson K, Reiman EM, Wong TZ, Sabbagh MN, et al.(2014) Florbetapir F 18 amyloid PET and 36-month cognitive decline: a prospective multicenter study. *Mol Psychiatry.* 19(9):1044-51.

60. Ekman P, Levenson RW, Friesen WV.(1983) Autonomic Nervous-System Activity Distinguishes among Emotions. *Science*. 221(4616):1208-10.
61. Ellis KA, Lim YY, Harrington K, Ames D, Bush AI, Darby D, et al.(2013) Decline in cognitive function over 18 months in healthy older adults with high amyloid-beta. *J Alzheimers Dis*. 34(4):861-71.
62. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR.(1975) "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res*. 12(3):189-98.
63. Forlani M, Morri M, Belvederi Murri M, Bernabei V, Moretti F, Attili T, et al.(2014) Anxiety symptoms in 74+ community-dwelling elderly: associations with physical morbidity, depression and alcohol consumption. *Plos One*. 9(2):e89859.
64. Fuentes K, Cox BJ.(1997) Prevalence of anxiety disorders in elderly adults: a critical analysis. *J Behav Ther Exp Psychiatry*. 28(4):269-79.
65. Gallacher J, Bayer A Fau - Fish M, Fish M Fau - Pickering J, Pickering J Fau - Pedro S, Pedro S Fau - Dunstan F, Dunstan F Fau - Ebrahim S, et al.(Does anxiety affect risk of dementia? Findings from the Caerphilly Prospective Study. (1534-7796 (Electronic)).
66. Gauggel S, Birkner B.(1999) Validity and reliability of a German version of the Geriatric Depression Scale (GDS). *Z Klin Psychol-Forsc*. 28(1):18-27.
67. Gavazzeni J, Wiens S, Fischer H.(2008) Age effects to negative arousal differ for self-report and electrodermal activity. *Psychophysiology*. 45(1):148-51.
68. Geda YE, Roberts RO, Mielke MM, Knopman DS, Christianson TJ, Pankratz VS, et al.(2014) Baseline neuropsychiatric symptoms and the risk of incident mild cognitive impairment: a population-based study. *Am J Psychiatry*. 171(5):572-81.
69. Gomez P, Danuser B.(2010) Cardiovascular patterns associated with appetitive and defensive activation during affective picture viewing. *Psychophysiology*. 47(3):540-9.
70. Gomez P, Filippou D, Pais B, von Gunten A, Danuser B.(2016) Breathing and affective picture processing across the adult lifespan. *Biol Psychol*. 119:101-11.
71. Gomez P, Stahel WA, Danuser B.(2004) Respiratory responses during affective picture viewing. *Biol Psychol*. 67(3):359-73.
72. Gomez P, von Gunten A, Danuser B.(2016) Autonomic nervous system reactivity within the valence-arousal affective space: Modulation by sex and age. *International Journal of Psychophysiology*. 109:51-62.
73. Gottschling J, Segal DL, Hausele C, Spinath FM, Stoll G.(2016) Assessment of Anxiety in Older Adults: Translation and Psychometric Evaluation of the German Version of the Geriatric Anxiety Scale (GAS). *J Psychopathol Behav*. 38(1):136-48.
74. Gould CE, Gerolimatos LA, Edelstein BA.(2015) Experimental examination of worry among older and young adults. *International Psychogeriatrics*. 27(7):1177-90.
75. Graham FK, Clifton RK.(1966) Heart-rate change as a component of the orienting response. *Psychol Bull*. 65(5):305-20.
76. Gray EK, Watson D.(2007) Assessing Positive and Negative Affect via Self-Report. In: Coan JA, Allen JJB, Allen JJB. *Handbook of Emotion Elicitation and Assessment*: Oxford University Press, USA.
77. Gruhn D, Scheibe S.(2008) Age-related differences in valence and arousal ratings of pictures from the International Affective Picture System (IAPS): do ratings become more extreme with age? *Behav Res Methods*. 40(2):512-21.
78. Hamilton M.(1959) The Assessment of Anxiety-States by Rating. *Brit J Med Psychol*. 32(1):50-5.
79. Hare R, Wood K, Britain S, Shadman J.(1970) Autonomic responses to affective visual stimulation. *Psychophysiology*. 7(3):408-17.
80. Hellwig S, Domschke K.(2019) Anxiety in Late Life: An Update on Pathomechanisms. *Gerontology*. 65(5):465-73.

81. Helmstaedter C, Lendt M, Lux S.VLMT : Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest. Göttingen: Beltz Test; 2001.
82. Himmelfarb S, Murrell SA.(1984) The prevalence and correlates of anxiety symptoms in older adults. *J Psychol.* 116(2d Half):159-67.
83. Hirota A, Hirai H.(1990) Effects of relaxation-response-or arousal-response-oriented training on psychophysiological responses during fear imagery. *Japanese Psychological Research.* 32(1):26-35.
84. Hoe J, Hancock G, Livingston G, Orrell M.(2006) Quality of life of people with dementia in residential care homes. *Br J Psychiatry.* 188:460-4.
85. Isaacs B, Kennie AT.(1973) Set Test as an Aid to Detection of Dementia in Old People. *Brit J Psychiat.* 123(575):467-70.
86. Ito T, Cacioppo JT, Lang PJ.(1998) Eliciting affect using the international affective picture system: Trajectories through evaluative space. *Pers Soc Psychol B.* 24(8):855-79.
87. Jessen F, Amariglio RE, van Boxtel M, Breteler M, Ceccaldi M, Chetelat G, et al.(2014) A conceptual framework for research on subjective cognitive decline in preclinical Alzheimer's disease. *Alzheimers Dement.* 10(6):844-52.
88. John A, Patel U, Rusted J, Richards M, Gaysina D.(2019) Affective problems and decline in cognitive state in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Psychol Med.* 49(3):353-65.
89. Kaplan E, Goodglass H, Weintraub S, Goodglass H.Boston naming test. Philadelphia: Lea & Febiger; 1983.
90. Keil A, Freund AM.(2009) Changes in the sensitivity to appetitive and aversive arousal across adulthood. *Psychol Aging.* 24(3):668-80.
91. Kessler EM, Staudinger UM.(2009) Affective experience in adulthood and old age: The role of affective arousal and perceived affect regulation. *Psychol Aging.* 24(2):349-62.
92. Kessler RC, Berglund P, Demler O, Jin R, Merikangas KR, Walters EE.(2005) Lifetime prevalence and age-of-onset distributions of DSM-IV disorders in the National Comorbidity Survey Replication. *Arch Gen Psychiatry.* 62(6):593-602.
93. Kim H, Lu X, Costa M, Kandemir B, Adams RB, Li J, et al.(2018) Development and validation of Image Stimuli for Emotion Elicitation (ISEE): A novel affective pictorial system with test-retest repeatability. *Psychiat Res.* 261:414-20.
94. Klorman R, Weissberg RP, Wiesenfeld AR.(1977) Individual differences in fear and autonomic reactions to affective stimulation. *Psychophysiology.* 14(1):45-51.
95. Koychev I, Ebmeier KP.(2016) Anxiety in older adults often goes undiagnosed. *Practitioner.* 260(1789):17-20, 2-3.
96. Kreibig SD.(2010) Autonomic nervous system activity in emotion: a review. *Biol Psychol.* 84(3):394-421.
97. Kreibig SD, Wilhelm FH, Roth WT, Gross JJ.(2007) Cardiovascular, electrodermal, and respiratory response patterns to fear- and sadness-inducing films. *Psychophysiology.* 44(5):787-806.
98. Kuijsters A, Redi J, de Ruyter B, Heynderickx I.(2016) Inducing Sadness and Anxiousness through Visual Media: Measurement Techniques and Persistence. *Frontiers in Psychology.* 7.
99. Kunzmann U, Gruhn D.(2005) Age differences in emotional reactivity: the sample case of sadness. *Psychol Aging.* 20(1):47-59.
100. Kunzmann U, Little TD, Smith J.(2000) Is age-related stability of subjective well-being a paradox? Cross-sectional and longitudinal evidence from the Berlin Aging Study. *Psychol Aging.* 15(3):511-26.
101. Kunzmann U, Richter D.(2009) Emotional Reactivity Across the Adult Life Span: The Cognitive Pragmatics Make a Difference. *Psychol Aging.* 24(4):879-89.

102. Kurdi B, Lozano S, Banaji MR.(2017) Introducing the Open Affective Standardized Image Set (OASIS). *Behav Res Methods*. 49(2):457-70.
103. Labouvie-Vief G.(2003) Dynamic integration: Affect, cognition, and the self in adulthood. *Curr Dir Psychol Sci*. 12(6):201-6.
104. Lacey JI.(1967) Somatic response patterning and stress : some revisions of activation theory. *Psychological Stress : Issues in Research*.14-38.
105. Lambiase MJ, Kubzansky LD, Thurston RC.(2014) Prospective study of anxiety and incident stroke. *Stroke*. 45(2):438-43.
106. Lang A, Bradley M, Cuthbert BN.(2013) Motivated Attention: Affect, Activation, and Action. In: Lang PJ, Simons RF, Balaban M, Simons R. *Attention and Orienting: Sensory and Motivational Processes*: Taylor & Francis.
107. Lang PJ.(1968) Fear reduction and fear behavior: problems in treating a construct. In: Shilieu JM. *Research in psychotherapy*. 3. Washington: American Psychological Association. p. 90-102.
108. Lang PJ, Bradley MM, Cuthbert BN.(1990) Emotion, attention, and the startle reflex. *Psychol Rev*. 97(3):377-95.
109. Lang PJ, Bradley MM, Cuthbert BN. *International Affective Picture System (IAPS): Technical manual and affective ratings*. NIMH Center for the Study of Emotion and Attention.1999.
110. Lang PJ, Bradley MM, Cuthbert BN. *International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual*. Technical Report A-8. University of Florida, Gainesville, FL.2008.
111. Lang PJ, Greenwald MK, Bradley MM, Hamm AO.(1993) Looking at Pictures - Affective, Facial, Visceral, and Behavioral Reactions. *Psychophysiology*. 30(3):261-73.
112. Larsen RJ, Billings DW, Cutler SE.(1996) Affect intensity and individual differences in informational style. *J Pers*. 64(1):185-207.
113. Lau AW, Edelstein BA, Larkin KT.(2001) Psychophysiological arousal in older adults: A critical review. *Clinical Psychology Review*. 21(4):609-30.
114. Lee LO, Gatz M, Pedersen NL, Prescott CA.(2016) Anxiety trajectories in the second half of life: Genetic and environmental contributions over age. *Psychol Aging*. 31(1):101-13.
115. Levenson R.(2007) Emotion Elicitation With Neurological Patients. In: Coan JA, Allen JJB. *Handbook of emotion elicitation and assessment*. Oxford ; New York: Oxford University Press. p. 158 - 68.
116. Levenson RW, Carstensen LL, Friesen WV, Ekman P.(1991) Emotion, physiology, and expression in old age. *Psychol Aging*. 6(1):28-35.
117. Levinson DF, Edelberg R.(1985) Scoring criteria for response latency and habituation in electrodermal research: a critique. *Psychophysiology*. 22(4):417-26.
118. Libkuman TM, Otani H, Kern R, Viger SG, Novak N.(2007) Multidimensional normative ratings for the international affective picture system. *Behavior research methods*. 39(2):326-34.
119. Libkuman TM, Otani H, Kern R, Viger SG, Novak N.(2007) Multidimensional normative ratings for the International Affective Picture System. *Behav Res Methods*. 39(2):326-34.
120. Lim YY, Ellis KA, Pietrzak RH, Ames D, Darby D, Harrington K, et al.(2012) Stronger effect of amyloid load than APOE genotype on cognitive decline in healthy older adults. *Neurology*. 79(16):1645-52.
121. Lim YY, Maruff P, Pietrzak RH, Ames D, Ellis KA, Harrington K, et al.(2014) Effect of amyloid on memory and non-memory decline from preclinical to clinical Alzheimer's disease. *Brain*. 137(Pt 1):221-31.
122. Lux S, Helmstaedter C, Elger CE.(1999) Normative study on the "Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest" (VLMT). *Diagnostica*. 45(4):205-11.

123. Lyketsos CG, Sheppard JM, Steinberg M, Tschanz JA, Norton MC, Steffens DC, et al.(2001) Neuropsychiatric disturbance in Alzheimer's disease clusters into three groups: the Cache County study. *Int J Geriatr Psychiatry*. 16(11):1043-53.
124. Lykken DT, Venables PH.(1971) Direct measurement of skin conductance: a proposal for standardization. *Psychophysiology*. 8(5):656-72.
125. Mah L, Szabuniewicz C, Fiocco AJ.(2016) Can anxiety damage the brain? *Curr Opin Psychiatr*. 29(1):56-63.
126. Maltzman I, Boyd G.(1984) Stimulus significance and bilateral SCRs to potentially phobic pictures. *J Abnorm Psychol*. 93(1):41-6.
127. Marchewka A, Zurawski L, Jednorog K, Grabowska A.(2014) The Nencki Affective Picture System (NAPS): introduction to a novel, standardized, wide-range, high-quality, realistic picture database. *Behav Res Methods*. 46(2):596-610.
128. Margraf J.(1994) Entstehung und Handhabung des Mini-DIPS. Mini-DIPS: Diagnostisches Kurz-Interview bei psychischen Störungen. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. p. 21-36.
129. Mather M, Carstensen LL.(2005) Aging and motivated cognition: the positivity effect in attention and memory. *Trends Cogn Sci*. 9(10):496-502.
130. Mather M, Knight M.(2006) Goal-directed memory: The role of cognitive control in older adults' emotional memory. *Psychol Aging*. 20:554-70.
131. Mattek AM, Wolford GL, Whalen PJ.(2017) A Mathematical Model Captures the Structure of Subjective Affect. *Perspect Psychol Sci*. 12(3):508-26.
132. Mauss I, Robinson M.(2009) Measures of emotion: A review. *Cognition Emotion*. 23(2):209-37.
133. McGinley JJ, Friedman BH.(2017) Autonomic specificity in emotion: The induction method matters. *Int J Psychophysiol*. 118:48-57.
134. Metzger RL.(1976) Reliability and Validity Study of State-Trait Anxiety Inventory. *Journal of Clinical Psychology*. 32(2):276-8.
135. Mikels JA, Fredrickson BL, Larkin GR, Lindberg CM, Maglio SJ, Reuter-Lorenz PA.(2005) Emotional category data on images from the International Affective Picture System. *Behav Res Methods*. 37(4):626-30.
136. Mirowsky J, Schieman S.(2008) Gender, age, and the trajectories and trends of anxiety and anger. *Advances in Life Course Research*. 13:45-73.
137. Morris JC, Heyman A, Mohs RC, Hughes JP, van Belle G, Fillenbaum G, et al.(1989) The Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease (CERAD). Part I. Clinical and neuropsychological assessment of Alzheimer's disease. *Neurology*. 39(9):1159-65.
138. Neiss MB, Leigland LA, Carlson NE, Janowsky JS.(2009) Age differences in perception and awareness of emotion. *Neurobiol Aging*. 30(8):1305-13.
139. Pachana NA, Byrne GJ, Siddle H, Koloski N, Harley E, Arnold E.(2007) Development and validation of the Geriatric Anxiety Inventory. *Int Psychogeriatr*. 19(1):103-14.
140. Palmer K, Berger AK, Monastero R, Winblad B, Backman L, Fratiglioni L.(2007) Predictors of progression from mild cognitive impairment to Alzheimer disease. *Neurology*. 68(19):1596-602.
141. Parr L, Gothard K.(2007) Studying Emotion in Animals: Methods, Materials, and Training. In: Coan JA, Allen JJB. *Handbook of emotion elicitation and assessment*. Oxford ; New York: Oxford University Press. p. 379 - 97.
142. Perusini JN, Fanselow MS.(2015) Neurobehavioral perspectives on the distinction between fear and anxiety. *Learn Memory*. 22(9):417-25.
143. Pietrzak RH, Lim YY, Neumeister A, Ames D, Ellis KA, Harrington K, et al.(2015) Amyloid-beta, anxiety, and cognitive decline in preclinical Alzheimer disease: a multicenter, prospective cohort study. *JAMA Psychiatry*. 72(3):284-91.

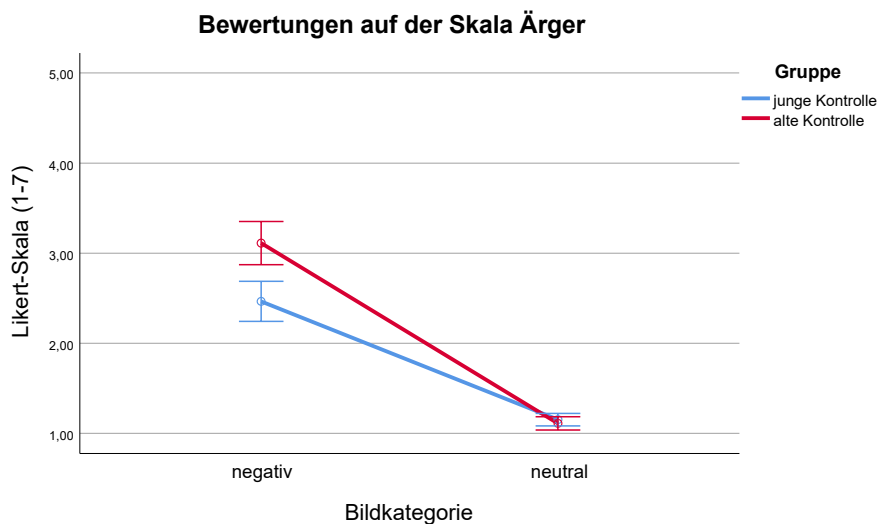
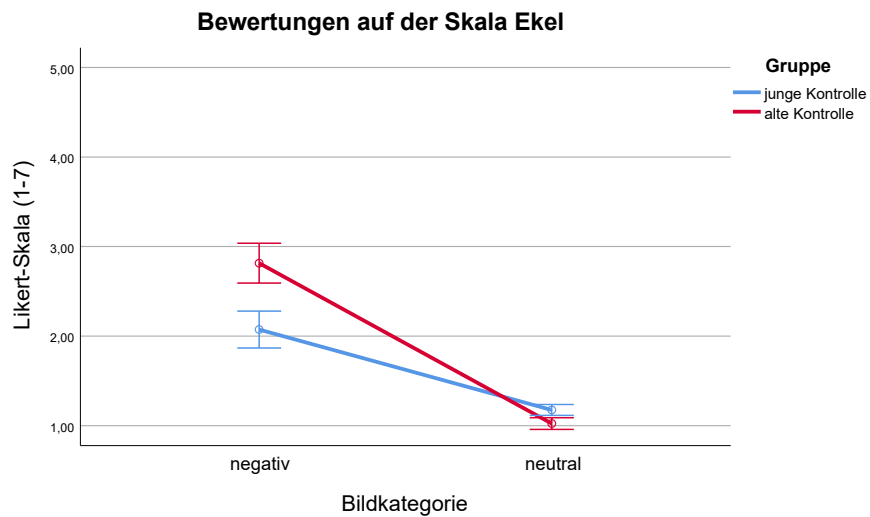
144. Rankin CH, Abrams T, Barry RJ, Bhatnagar S, Clayton DF, Colombo J, et al.(2009) Habituation revisited: an updated and revised description of the behavioral characteristics of habituation. *Neurobiol Learn Mem.* 92(2):135-8.
145. Reed AE, Chan L, Mikels JA.(2014) Meta-analysis of the age-related positivity effect: age differences in preferences for positive over negative information. *Psychol Aging.* 29(1):1-15.
146. Reisenzein R.(1994) Pleasure-Arousal Theory and the Intensity of Emotions. *Journal of Personality and Social Psychology.* 67(3):525-39.
147. Riegel M, Zurawski L, Wierzba M, Moslehi A, Klocek L, Horvat M, et al.(2016) Characterization of the Nencki Affective Picture System by discrete emotional categories (NAPS BE). *Behav Res Methods.* 48(2):600-12.
148. RimmKaufman SE, Kagan J.(1996) The psychological significance of changes in skin temperature. *Motiv Emotion.* 20(1):63-78.
149. Ritz T, Steptoe A, DeWilde S, Costa M.(2000) Emotions and stress increase respiratory resistance in asthma. *Psychosom Med.* 62(3):401-12.
150. Ritz T, Thons M, Fahrenkrug S, Dahme B.(2005) Airways, respiration, and respiratory sinus arrhythmia during picture viewing. *Psychophysiology.* 42(5):568-78.
151. Rosen WG, Mohs RC, Davis KL.(1984) A new rating scale for Alzheimer's disease. *Am J Psychiatry.* 141(11):1356-64.
152. Russell JA.(1980) A Circumplex Model of Affect. *Journal of Personality and Social Psychology.* 39(6):1161-78.
153. Sanchez-Cubillo I, Perianez JA, Adrover-Roig D, Rodriguez-Sanchez JM, Rios-Lago M, Tirapu J, et al.(2009) Construct validity of the Trail Making Test: role of task-switching, working memory, inhibition/interference control, and visuomotor abilities. *J Int Neuropsychol Soc.* 15(3):438-50.
154. Schaefer A, Nils F, Sanchez X, Philippot P.(2010) Assessing the effectiveness of a large database of emotion-eliciting films: A new tool for emotion researchers. *Cognition Emotion.* 24(7):1153-72.
155. Scheibe S, Carstensen LL.(2010) Emotional aging: recent findings and future trends. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci.* 65B(2):135-44.
156. Scherer KR.(1987) Toward a dynamic theory of emotion : The component process model of affective states. *Geneva Studies in Emotion and Communication.* 1(1):1-98.
157. Scherer KR.(2001) Appraisal Considered as a Process of Multilevel Sequential Checking. In: Scherer KR, Schorr A, Johnstone T. *Appraisal Processes in Emotion: Theory, Methods, Research:* Oxford University Press. p. 92 - 120.
158. Segal DL, June A, Payne M, Coolidge FL, Yochim B.(2010) Development and initial validation of a self-report assessment tool for anxiety among older adults: the Geriatric Anxiety Scale. *J Anxiety Disord.* 24(7):709-14.
159. Seider BH, Shiota MN, Whalen P, Levenson RW.(2011) Greater sadness reactivity in late life. *Soc Cogn Affect Neurosci.* 6(2):186-94.
160. Seignourel PJ, Kunik ME, Snow L, Wilson N, Stanley M.(2008) Anxiety in dementia: a critical review. *Clin Psychol Rev.* 28(7):1071-82.
161. Selwood A, Thorgrimsen L, Orrell M.(2005) Quality of life in dementia--a one-year follow-up study. *Int J Geriatr Psychiatry.* 20(3):232-7.
162. Sequeira H, Hot P, Silvert L, Delplanque S.(2009) Electrical autonomic correlates of emotion. *Int J Psychophysiol.* 71(1):50-6.
163. Sinoff G, Werner P.(2003) Anxiety disorder and accompanying subjective memory loss in the elderly as a predictor of future cognitive decline. *Int J Geriatr Psychiatry.* 18(10):951-9.

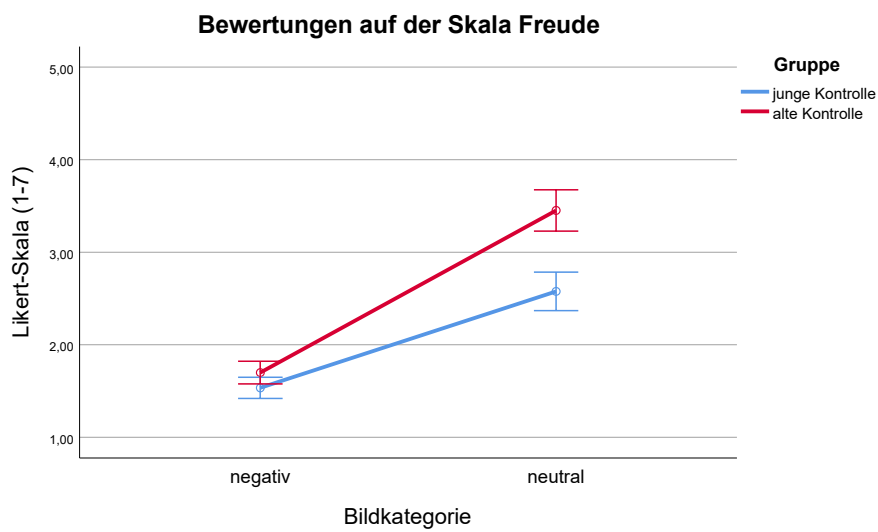
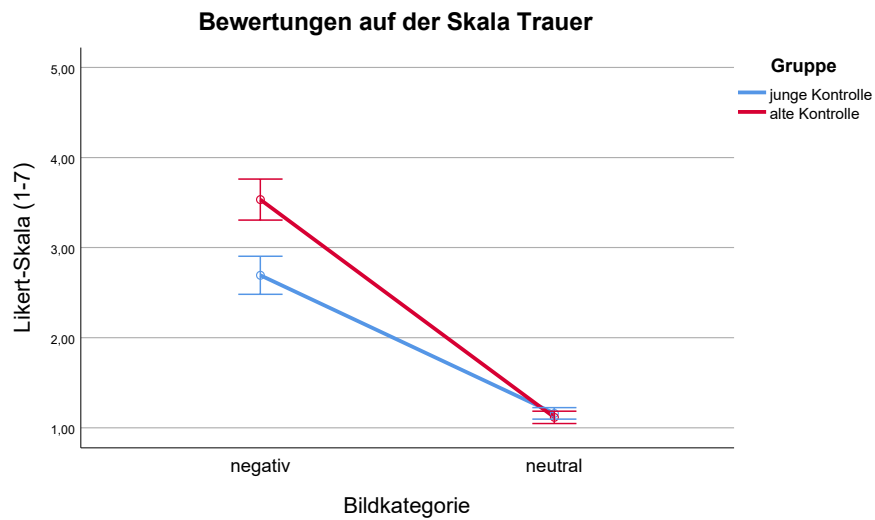
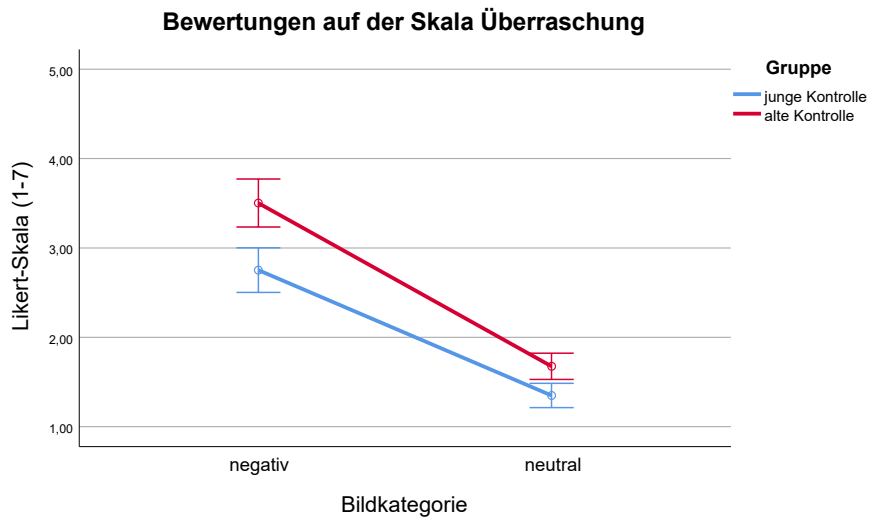
164. Smith DP, Hillman CH, Duley AR.(2005) Influences of age on emotional reactivity during picture processing. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci.* 60(1):P49-56.
165. Smith GS. *Handbook of Depression in Alzheimer's Disease*: IOS Press; 2015.
166. Spielberger CD, Gorsuch RL, Lushene RE.(1970) *STAI Manual for the State-Trait Anxiety Inventory*. Consulting Psychologists Press, Palo Alto.
167. Spreen O, Benton AL, University of V, Neuropsychology L. *Neurosensory center comprehensive examination for aphasia (NCCEA), 1977 revision : manual of instructions*. [Victoria, B.C.]: Neuropsychology Laboratory, University of Victoria; 1977.
168. Tales A, Basoudan N.(2016) Anxiety in old age and dementia - Implications for clinical and research practice. *Neuropsychiatry.* 6:142-8.
169. Tansey EA, Johnson CD.(2015) Recent advances in thermoregulation. *Adv Physiol Educ.* 39(3):139-48.
170. Teachman BA.(2006) Aging and negative affect: the rise and fall and rise of anxiety and depression symptoms. *Psychol Aging.* 21(1):201-7.
171. Teng E, Lu PH, Cummings JL.(2007) Neuropsychiatric symptoms are associated with progression from mild cognitive impairment to Alzheimer's disease. *Dement Geriatr Cogn Disord.* 24(4):253-9.
172. Thompson E.(2015) Hamilton Rating Scale for Anxiety (HAM-A). *Occup Med (Lond).* 65(7):601.
173. Tombaugh TN.(2004) Trail Making Test A and B: normative data stratified by age and education. *Arch Clin Neuropsychol.* 19(2):203-14.
174. Tsai JL, Levenson RW, Carstensen LL.(2000) Autonomic, subjective, and expressive responses to emotional films in older and younger Chinese Americans and European Americans. *Psychol Aging.* 15(4):684-93.
175. Tully PJ, Cosh SM, Baune BT.(2013) A review of the affects of worry and generalized anxiety disorder upon cardiovascular health and coronary heart disease. *Psychol Health Med.* 18(6):627-44.
176. Uchino BN, Birmingham W, Berg CA.(2010) Are older adults less or more physiologically reactive? A meta-analysis of age-related differences in cardiovascular reactivity to laboratory tasks. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci.* 65B(2):154-62.
177. Uhrig MK, Trautmann N, Baumgartner U, Treede RD, Henrich F, Hiller W, et al.(2016) Emotion Elicitation: A Comparison of Pictures and Films. *Front Psychol.* 7:180.
178. Vinkers CH, Penning R, Hellhammer J, Verster JC, Klaessens JH, Olivier B, et al.(2013) The effect of stress on core and peripheral body temperature in humans. *Stress.* 16(5):520-30.
179. Wallin BG.(1981) Sympathetic nerve activity underlying electrodermal and cardiovascular reactions in man. *Psychophysiology.* 18(4):470-6.
180. Wands K, Merskey H, Hachinski VC, Fisman M, Fox H, Boniferno M.(1990) A questionnaire investigation of anxiety and depression in early dementia. *J Am Geriatr Soc.* 38(5):535-8.
181. Wessa M, Kanske P, Neumeister P, Bode K, Heissler J, Schönfelder S.(2010) EmoPics: Subjektive und psychophysiologische Evaluation neuen Bildmaterials für die klinisch-biopsychologische Forschung. *Zeitschrift für Klinische Psychologie und Psychotherapie, Supplementum* 1/11,77.
182. Westermann R, Spies K, Stahl G, Hesse FW.(1996) Relative effectiveness and validity of mood induction procedures: A meta-analysis. *Eur J Soc Psychol.* 26(4):557-80.
183. Wierzba M, Riegel M, Pucz A, Lesniewska Z, Dragan WL, Gola M, et al.(2015) Erotic subset for the Nencki Affective Picture System (NAPS ERO): cross-sexual comparison study. *Front Psychol.* 6:1336.

184. Wilson RS, Begeny CT, Boyle PA, Schneider JA, Bennett DA.(2011) Vulnerability to stress, anxiety, and development of dementia in old age. *Am J Geriatr Psychiatry*. 19(4):327-34.
185. Yesavage JA, Brink TL, Rose TL, Lum O, Huang V, Adey M, et al.(1982) Development and validation of a geriatric depression screening scale: a preliminary report. *J Psychiatr Res*. 17(1):37-49.

7. Anhang

Es folgen die graphischen Darstellungen der Ergebnisse der subjektiven Bewertungen der einzelnen Emotionen. Zu sehen ist die durchschnittliche Bewertung aller negativen und aller neutralen Bilder auf einer Likert-Skala von 1 (gar nicht ängstlich) bis 9 (sehr ängstlich) getrennt nach beiden Altersgruppen. Die Fehlerbalken geben einen Standardfehler von ± 1 an.





Lebenslauf

Dorothee Jochimsen

Persönliche Daten

Geburtstag:	19.09.1991
Geburtsort	Mainz
Nationalität	deutsch

Berufserfahrung

seit 01/2020	Assistenzärztin an der Klinik I für Innere Medizin der Universität zu Köln Normalstation, Fachbereich Hämatologie und Onkologie Infektiologischer Konsildienst Rheumatologische Ambulanz Internistische Intensivstation
--------------	--

Studium

04/2012 - 12/2018	Studium der Humanmedizin an der Universität zu Köln Abschluss: Staatsexamen
----------------------	---

Praktische Erfahrung

12/2018 - 12/2019	Anästhesie-Assistentin Berufsausübungsgemeinschaft Dr. Grethe & Dr. Pankonin, Fachärzte für Anästhesie und Notfallmedizin
11/2017 - 10/2018	Praktisches Jahr 3. Tertial: Neurologie am Klinikum Leverkusen 2. Tertial: Chirurgie im Universitätsklinikum Mainz, Rotationen in die Allgemein-, Kinder- und Unfallchirurgie, Anästhesie und neurochirurgische Intensivstation 1. Tertial: Innere Medizin im Universitätsklinikum Köln, Klinik I für Innere Medizin, Intensivmedizin und Infektiologie
2015 - 2018	Famulaturen Tagesklinik mit Schwerpunkt Allgemeinmedizin und Infektiologie Billy Riordan Memorial Clinic, Cape Maclear, Malawi Klinik für Neurologie, Leverkusen Klinik für Chirurgie, Chirurgische Notfallambulanz, Köln-Holweide Klinik für Gynäkologie und Geburtshilfe, Teaching Hospital Mahamodara, Galle, Sri Lanka Praxis für Allgemeinmedizin, Dr. Zauzig und Dr. Weber, Köln Klinik für Innere Medizin, St. Marien-Hospital Köln
04/2013 - 09/2017	Studentische Hilfskraft Medizinisches Dekanat der Universität zu Köln
2011 - 2012	Pflegepraktika Geriatric, St. Hildegardis Krankenhaus, Mainz Innere Medizin, St. Vincenz und Elisabeth Hospital, Mainz Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Horst Schmidt-Klinik, Wiesbaden

Wissenschaft

Seit 05/2016

Doktorandin

AG Klinische Demenzforschung

Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie, Uniklinik Köln

07/2013 -
05/2014

Wissenschaftliches Projekt,

Thema "Paired Object Affordance Effect"

AG Rehabilitation kognitiver Störungen, Klinik für Neurologie, Uniklinik Köln

Schulbildung

09/2002 -
03/2011

Maria Ward-Gymnasium Mainz

Abschluss: Allgemeine Hochschulreife (1,2)

Ehrenamt

04/2012 -
12/2018

Engagement in der Fachschaft Humanmedizin der Universität zu Köln

Studentische Vertreterin im Fachbereichsrat der medizinischen Fakultät Köln

Mitglied im 15er Rat

Vertretung der studentischen Interessen in der Curriculumskommission

Vertretung der studentischen Interessen in Berufungskommissionen

Organisation der „Forschungsbörse Medizin“

Organisation des internistischen bedside teaching-Seminars "IPOKRATES"

Organisation des Examenballs

Organisation der AG „Uni hilft“

Leitung/Mitglied in weiteren AGs

Betreuung anderer diverser Aufgaben und Veranstaltungen