

# **Die Bedeutung der Insula unter dem Einfluss von Alexithymie und Einsamkeit auf das subjektive Stresserleben**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades

der Hohen Medizinischen Fakultät

der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität

Bonn

**Michael Anton Dobbelsstein**

aus Simmerath

2024

Angefertigt mit der Genehmigung  
der Medizinischen Fakultät der Universität Bonn

1. Gutachter: Prof. Dr. Dr. René Hurlemann, M. Sc.
2. Gutachter: Prof. Dr. Gabor Petzold

Tag der Mündlichen Prüfung: 26.02.2024

Aus der Klinik und Poliklinik für Psychiatrie und Psychotherapie

Direktorin: Prof. Dr. med. Alexandra Philipsen

## **Widmung**

*Diese Arbeit möchte ich allen Studierenden widmen, die sich in einem neuen Hörsaal wiederfinden, unter einer riesigen Gruppe von Kommilitonen und sich trotzdem einsam fühlen.*



## Inhaltsverzeichnis

Inaugural-Dissertation .....	1
Bonn.....	1
<b>Michael Anton Dobbelstein</b> .....	1
Angefertigt mit der Genehmigung .....	2
<b>Widmung</b> .....	3
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	8
<b>1 Einleitung</b> .....	10
1.1 Stress.....	11
1.2 Alexithymie.....	14
1.3 Einsamkeit .....	15
1.4 Neuronale Zusammenhänge .....	18
1.5 Zielsetzung.....	19
<b>2 Material und Methoden</b> .....	22
2.1 Die Probanden*innen .....	22
2.2 Das Studiendesign .....	22
2.3 Angewandte Fragebögen .....	23
2.3.1 University of California Loneliness-Scale (UCLA LS) .....	23
2.3.2 Perceived Stress Scale (PSS-10) .....	23
2.3.3 Toronto Alexithymia Scale (TAS) .....	24
2.3.4 Social Network Size (SNS).....	25
2.3.5 Becks Depression Inventory (BDI).....	25
2.3.6 Liebowitz Social Anxiety Scale (LSAS) .....	26
2.3.7 Social Interaction Anxiety Scale (SIAS) .....	26
2.3.8 Autism Spectrum Quotient (AQ).....	26
2.3.9 Fragebogen zur sozialen Unterstützung (F-SozU) .....	27
2.3.10 State-Traite Anxiety Inventory (STAI).....	28
2.3.11 General Trust Scale (GTS).....	28
2.3.12 Auswertung der Fragebögen .....	28
2.4 Funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT) .....	29

2.4.1	Versuchsaufbau des fMRT .....	29
2.4.2	Datenerhebung des fMRT .....	30
2.4.3	Datenanalyse des fMRT .....	31
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>33</b>
3.1	Ergebnisse der Fragebögen.....	33
3.1.1	Zusammenfassung der Ergebnisse des BDI, SIAS und TAS.....	35
3.2	Zeitlicher Verlauf von Alexithymie, Einsamkeit und Stress .....	37
3.2.1	Stress steigt im zeitlichen Verlauf des Studiums an.....	37
3.2.2	Stress korreliert mit Einsamkeit .....	39
3.2.3	Stress korreliert mit Alexithymie .....	41
3.3	Ergebnisse der funktionalen Bildgebung .....	43
3.3.1	Verminderte Amygdala-Aktivität auf emotionale Reize bei Vorhandensein von Alexithymie.....	45
3.3.2	Verminderte Insula-Aktivität auf emotionale Reize beim Empfinden von Einsamkeit	45
3.3.3	Verminderte ACC-Aktivität auf emotionale Reize beim Empfinden von Einsamkeit	46
3.4.	Mediationsanalyse .....	46
<b>4</b>	<b>Diskussion</b> .....	<b>48</b>
4.1	Stress in Transitionsphase (H1) .....	48
4.2	Korrelation zwischen Alexithymie und Stress (H2).....	49
4.3	Übermittlung von Alexithymie auf Einsamkeit durch die Insula (H3).....	50
4.4	Neurobiologisches Korrelat (H4) .....	52
4.5	Ausblick.....	53
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>56</b>
<b>6</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>57</b>
<b>7</b>	<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>58</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>59</b>
<b>9</b>	<b>Danksagung</b> .....	<b>71</b>



## Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Abs.	Absatz
ACC	Anteriorer cingulärer Cortex
ACTH	adrenocorticotropes Hormon
ANOVA	Varianzanalyse ( <i>Analysis of Variance</i> )
AQ	<i>Autism Spectrum Quotient</i>
BDI	<i>Becks Depression Inventory</i>
BOLD	<i>blood-oxygen-level-dependent effect</i>
CRH	Corticotropin-Releasing-Hormons
fMRT	funktionelle Magnetresonanztomographie
FoV	<i>field of view</i>
F-SozU	Fragebogen zur sozialen Unterstützung
FWE	<i>familywise error corrected</i>
GTS	<i>Yamagishi General Trust Scale</i>
H1	Hypothese 1
H2	Hypothese 2
H3	Hypothese 3
H4	Hypothese 4
LSAS	<i>Liebowitz Social Anxiety Scale</i>
LSAS-P	Leistungssituation
LSAS-SI	soziale Interaktionssituation
LUNA	<i>Longitudinal Network Amygdala-Studie</i>
M	Mittelwert
MINI	<i>Mini-International Neuropsychiatric Interview</i>
MNI	<i>Montreal neurological institute</i>
MRT	Magnetresonanztomographie
PSS-10	<i>Perceived Stress Scale</i>
ROI	<i>Region of interest</i>
SD	Standardabweichung (standard deviation)
SIAS	<i>Social Interaction Anxiety Scale</i>



SNS	<i>Social Network Size</i>
SPSS 25	<i>Statistical Package für Social Sciences</i>
STAI	<i>State Trait Anxiety Inventory</i>
Tab.	Tabelle
TAS	<i>Toronto Alexithymia Scale</i>
TE	Echtzeit
TR	Repetitionszeit
UCLA LS	<i>University of California, Los Angeles Loneliness Scale</i>
VDM	Voxel Verschiebungskarte

## 1 Einleitung

Menschen mit chronischem Stress sterben früher, als Menschen die nicht unter chronischem Stress leiden (Nielsen et al., 2008). In diesem Zusammenhang ergab eine umfassende Studie des Robert-Koch-Instituts, dass 13,9 % der Frauen und 8,2 % der Männer unter chronischem Stress leiden (Hapke et al., 2013). Stress als solcher kann viele verschiedene Ursachen haben, wie beispielsweise die tägliche Nutzung des Smartphones (Samaha und Hawi, 2016) oder Überstunden auf dem Arbeitsplatz (Wirtz et al., 2009). Aber auch Stresssituationen, die im familiären Umfeld entstehen, wie es während der Corona-Pandemie zu beobachten war, können in Folge dessen zu einem Anstieg von Stress-assoziierten Erkrankungen führen (Schlack et al., 2020). Anhand der dargestellten Beispiele wird deutlich, dass Stress viele Ursachen haben kann und es deswegen wichtig ist, die Entstehung von Stress und dessen Folgen besser zu untersuchen.

Denn Stress gilt als ein Risikofaktor für die Entstehung von psychischen Erkrankungen wie Anorexia nervosa (Donohoe, 1984), Burnout (Gustafsson und Skoog, 2012), Schlafstörungen (Lee et al., 2013) und Minderung der Schlafqualität (McHugh und Lawlor, 2013). Aber nicht nur psychische Erkrankungen können durch Stress entstehen: Stress kann beispielsweise auch negative Auswirkungen für das Herz-Kreislauf-System haben und das Risiko für ein kardiovaskuläres Ereignis verdoppeln (Gullette et al., 1997), das Auftreten einer atopischen Dermatitis provozieren (Raap et al., 2003) und grundsätzlich einen Risikofaktor für die Entstehung von Bluthochdruck (Spruill, 2010) sein.

Aus diesem Grund sollten Faktoren, die als Risikofaktoren für die Entstehung von Stress gelten und die mit gesundheitlichen Problemen assoziiert sind, welche durch ein erhöhtes Stresserleben vermittelt sein könnten, näher untersucht werden. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es daher, zwei mögliche Risikofaktoren für das Erleben von Stress zu untersuchen. Insbesondere soll geprüft werden, inwiefern ein erhöhtes Stresserleben bei Alexithymie über Einsamkeit vermittelt sein könnte (Martin und Phil, 1985); (Holt-Lunstad et al., 2010). Es soll dargestellt werden, inwiefern das Vorhandensein von Alexithymie die empfundene Einsamkeit beeinflusst und wie das Zusammenspiel von Alexithymie und Einsamkeit das

Empfinden von Stress modulieren kann. Da von einer neuronalen Veränderung ausgegangen wird, soll zusätzlich untersucht werden, ob dieser Zusammenhang neuronal nachweisbar ist und wie sich dieser auf den empfundenen Stress auswirkt.

## 1.1 Stress

Stress wird im Allgemeinen als Ungleichgewicht zwischen äußeren Anforderungen und persönlichen Bewältigungsmöglichkeiten bezeichnet. Ein Stressor ist definiert als Reiz, der eine Anforderung an den Stressempfänger stellt. Ein solcher Stressor kann dafür sorgen, dass sich das Individuum unwohl und unausgeglichen fühlt und letztendlich zur Entstehung von Stress führen kann. Unterteilt werden können diese Stressoren in Umweltstressoren, psychische und physische Stressoren (Hennis und Ulrich, 1958).

Als Umweltstressor wird ein Reiz definiert, der von außen eine Anforderung an den Empfänger stellt, wie zum Beispiel eine Prüfungssituation (Tiwari, 2010), wohingegen psychische Stressoren konstruierte Anforderungen sind, die von Innen auf den Stressempfänger wirken. Diese Anforderungen können zum Beispiel ein selbstaufgelegter Leistungsdruck sein (Läftman et al., 2013). Als physischer Stressor gelten Reize, die von Innen auf den Stressempfänger einwirken und als körperliche Reize wahrgenommen werden, wie zum Beispiel Schlafmangel (Räikkönen et al., 2010).

Nicht nur die Stressoren können verschiedene Ursachen haben und in unterschiedliche Arten unterteilt werden, sondern auch Stress als solcher kann sich bei dem betroffenen Individuum hinsichtlich dessen persönlicher Fähigkeiten und Erfahrungen unterschiedlich äußern, beziehungsweise anders empfunden werden. Der auf den Körper einwirkende Stress, unabhängig davon welcher Stressor ausschlaggebend war, wird zuerst neuronal bewertet. Dieser Prozess könnte zum Beispiel in der Amygdala geschehen, welche den Stressor emotional einordnet (Berretta, 2005). Zu unterscheiden ist die Bewertung des Stresses zum einen als Eustress, welcher als bewältigbare Anforderung wahrgenommen wird. Das heißt, diese Art von Anforderung wird kognitiv als positive Herausforderung empfunden. Zum anderen können die erfahrenen Stressoren als Disstress bewertet werden. Disstress stellt dabei eine Art von Stress dar, die kognitiv als eine nicht bewältigbare Anforderung an den Menschen empfunden werden kann (Selye, 1956). Dies bedeutet, dass dieser Stress als eine Art Überforderung empfunden werden kann.

Diese Art der Stress-Bewertung des Körpers kann von Individuum zu Individuum stark schwanken, je nach persönlichen Gegebenheiten und Fähigkeiten des Individuums.

Nachdem der Stress des Individuums bewertet worden ist, folgt die Reaktion auf den empfundenen Stress. Diese Reaktion hat zum Ziel, den Stress auf verschiedenste Art und Weisen zu bewältigen. Der Hypothalamus sorgt zum Beispiel über die Produktion des Corticotropin-Releasing-Hormons (CRH) dafür, dass die Hypophyse mit Hilfe des adrenocorticotropen Hormons (ACTH) die Nebennierenrinde zur Cortisol-Produktion anregt (van Eck et al., 1994). Dies hat einen erregenden Effekt auf das Herz-Kreislauf-System (Kelly et al., 1988) und unterstützt den Körper bei der Bewältigung des Stresses. So kann zum Beispiel die Steigerung des Herz-Kreislauf-Systems dazu dienen, eine Fluchtreaktion besser zu bewältigen und dadurch dem Stressor zu entkommen. Neben der endokrinologischen Reaktion folgt auch eine spezifische Verhaltensreaktion auf den Stressor. Als Verhaltensreaktion kann ein physisches Verhalten gemeint sein oder auch ein kognitiver Denkprozess, wie zum Beispiel die Neuinterpretation des Stressors, um den Stress zu bewältigen. Dieser Vorgang wird im Coping-Modell nach Lazarus näher beschrieben (Lazarus, 1991).

Lazarus beschreibt, dass die Menschen verschiedene Verhaltensmuster haben, um den Stress zu bewältigen. Diese Verhaltensmuster werden als Coping-Mechanismen beschrieben. Als Übergruppen gibt es das problemfokussierte Coping und das emotionsfokussierte Coping. Das problemfokussierte Coping zielt darauf ab, eine Bewältigung oder eine Änderung des Problems zu erlangen, zum Beispiel das Lernen für eine Prüfung, wohingegen das emotionsfokussierte Coping das Ziel hat, unangenehme Emotionen zu reduzieren. Dies könnte zum Beispiel das Verabreden mit Freunden sein, um den Prüfungstress zu vergessen. Bereits bei Kindern konnten unterschiedliche Coping-Methoden festgestellt werden. So zeigte sich in einer Studie mit 10- bis 14-Jährigen, dass emotionales Coping in Form von Wutanfällen zu Anpassungsstörungen und Verhaltensauffälligkeiten führen kann. Andererseits wurde auch festgestellt, dass Kinder die problemfokussierte Coping anwenden und Gebrauch von sozialer Unterstützung machen, seltener verhaltensauffällig sind (Hampel und Petermann, 2006). Bei Universitätsstudierenden wurde Einsamkeit als Prädiktor für Stress entdeckt (Stoliker und Lafreniere, 2015). Demnach

kann Einsamkeit als eine Art Stressor für das Individuum gesehen werden, der je nachdem, welche Erfahrungen die Person erlebt hat, unterschiedlich bewertet werden kann. Studierende, die nicht von Einsamkeit betroffen waren, empfanden den universitären Stress als weniger unangenehm, als Studierende, die von Einsamkeit betroffen waren (Stoliker und Lafreniere, 2015). Dazu empfanden Studierende, die vermehrt Unterstützung von einem Lehrer oder von ihren Eltern erhalten haben, den universitären Stress als nicht so belastend, wie Studierende die keine Unterstützung erhielten (Abolghasemi und Varaniyab, 2010). Dieses Beispiel verdeutlicht, wie wichtig es ist, die Entstehung und die rechtzeitige Erkennung von Stress näher zu untersuchen. Denn nur wenn ein solcher Stress erkannt wird, können präventive Maßnahmen eingeleitet werden, um Stress-assoziierte Folgen, wie zum Beispiel die bereits dargestellten Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems (vgl. Abs. 1) verhindern zu können.

Um den Stress untersuchen zu können, müssen Personen charakterisiert werden, die potentiell unter einem erhöhten Stressempfinden stehen könnten. Zu diesen Personen könnten Menschen zählen, die sich in wichtigen Lebensereignissen befinden, wie zum Beispiel der Beginn eines Studiums (Fisher Shirley, 1987) oder der Auszug aus dem Elternhaus (Webb et al., 2016). Denn solche Lebensübergangsphasen oder Transitionsphasen können für erhöhtes Stressempfinden sorgen. Diese Phase wird als besonderes Ereignis angesehen, bei dem z.B. Einsamkeit als Risikofaktor für ein erhöhtes Stresserleben bekannt ist. Dies kann zur Folge haben, dass die Betroffenen vermehrt unter Stress leiden (Fisher und Hood, 1987). Das vermehrte Stressempfinden kann unter anderem auf Veränderungen im sozialen Umfeld zurückgehen und ist mit einer Zunahme von Stress-assoziierten Erkrankungen verknüpft. Ziel der Arbeit ist es, weitergehend herauszuarbeiten, welche Faktoren dabei mit Einsamkeit zusammenhängen und vor allem, wie das Stresserleben neuronal vermittelt wird.

Auf neuronaler Ebene ist bekannt, dass das Amygdala Volumen mit dem wahrgenommenen Stress korreliert (Caetano et al., 2021), denn die Amygdala spielt eine zentrale Rolle in der Stressverarbeitung (Berretta, 2005). Sie steht im engen Kontakt mit dem Hypothalamus und beeinflusst damit die Regulierung der Freisetzung von Stresshormonen. Zusätzlich stellt sie einen Teil unseres emotionalen Gedächtnisses dar, was dafür sorgt, dass jedes Individuum unterschiedlich auf Stress reagieren kann. So zeigte sich, dass

Stress in den frühen Kindheitsjahren eher einen protektiven Effekt auf das Stressempfinden im Erwachsenenalter hat (Keynan et al., 2019). Dabei ist die Amygdala mit dem Anteriorerem cingulärerem Cortex (ACC) eng vernetzt. Beide Hirnregionen sind Teil des Limbischen Systems und für das emotionale Empfinden zuständig (Morgane et al., 2005). Ein weiterer Teil des Limbischen Systems ist die Insula (Kötter und Meyer, 1992). Als Teil des Limbischen Systems wird der Insula die Verarbeitung von Gefühlen zugesprochen (Singer et al., 2009). Sie erhält Informationen vom ACC, der Amygdala und zusätzlich von sensorischen Bahnen, die Informationen von externen und internen Stimuli beinhalten, um unsere eigene emotionale Wahrnehmung zu bilden (Namkung et al., 2017). Dadurch spielt sie auch eine entscheidende Rolle dabei, die Emotionen von anderen Personen wahrzunehmen und zu interpretieren. Basierend darauf wurde festgestellt, dass bei Personen mit Alexithymie, deren Hauptmerkmal ist, dass sie Schwierigkeiten bei der Emotionserkennung haben (Sifenos P.E., 1973), das Volumen der insulären grauen Substanz reduziert ist (Laricchiuta et al., 2015), was sich dementsprechend in einer erhöhten Stressvulnerabilität äußert. Zusätzlich ist bekannt, dass aufbauend auf der Stress-Alexithymie-Hypothese, das Fehlen des emotionalen Bewusstseins dazu führt, dass die Identifizierung von Ereignissen als stressig oder nicht stressig, gestört ist (Martin und Pihl, 1985). Demnach ist die Rolle der Emotionserkennung und -regulation über die Amygdala, die Insel und dem ACC von besonderer Bedeutung, denn Personen, die alexithyme Merkmale aufweisen, über reduzierte Fähigkeiten bei der Bewältigung von stressigen Situationen verfügen, was verdeutlicht, dass Alexithymie für das Stresserleben von besonderer Bedeutung ist.

## 1.2 Alexithymie

Der Begriff Alexithymie beschreibt eine psychiatrische Störung der Affektregulierung. Die betroffenen Menschen sind bei dieser Störung unfähig, ihre Emotionen zu evaluieren und verbal zu beschreiben (Mc Dougall, 1982). In Deutschland zeigte eine repräsentative Stichprobe aus 1859 Probanden eine Prävalenz von 10 % (Popp et al., 2008).

Wie in Absatz eins erläutert, ist Alexithymie ein Risikofaktor für die Entstehung von Stress (Abbasi, 2017). So beschreibt die Stress-Alexithymie-Hypothese (Martin und Pihl, 1985), dass bei Vorliegen von Alexithymie die Selbstwahrnehmung des Betroffenen gestört und dadurch das Verhalten des Betroffenen verändert ist. Infolgedessen kommt es zu einer

gestörten Stressreaktion mit falschem Coping auf den einwirkenden Stressor. Darüber hinaus zeigte sich, dass bei Personen, die unter Alexithymie leiden, in Hirnregionen, die für das emotionale Empfinden von Bedeutung sind, wie das ACC, die Amygdala und die Insula, eine Reduktion der grauen Substanz nachweisbar ist (Ihme et al., 2013). Des Weiteren konnte festgestellt werden, dass die Aktivität der Amygdala auf emotionale Stimuli bei Betroffenen verringert ist (Kugel et al., 2008). Durch eine fehlerhafte Stressreaktion von Betroffenen kommt es zu einer erhöhten Wahrnehmung von Stress, die zu einer erhöhten Prävalenz von Stress-assoziierten Erkrankungen führen kann (Martin und Phil, 1985). Aus diesem Grund wird erwartet, dass bei einem erhöhten Grad von Alexithymie der subjektiv wahrgenommene Stress bei den Betroffenen ansteigt.

Grund dafür könnte sein, dass Menschen, die unter einem hohen Grad an Alexithymie leiden, Schwierigkeiten damit haben, die Emotionen anderer Menschen wahrzunehmen und zu identifizieren (Lumley et al., 1996). Darüber hinaus wird Alexithymie mit dysfunktionalen zwischenmenschlichen Bindungen in Verbindung gebracht (Berthoz et al., 2012). Diese sozialen Defizite können bei Betroffenen das Gefühl von Einsamkeit auslösen, wenn die Qualität oder Quantität der sozialen Beziehungen oder das Bedürfnis einer Person nach Zugehörigkeit nicht befriedigt wird (Erzen und Çikrikci, 2018). Durch diese Einschränkung der Betroffenen profitieren sie nur gering von sozialer Unterstützung, die sie erhalten, da sie unter anderem als negativ empfunden werden könnten (Boinon et al., 2012). Aus diesem Grund kommt es bei den betroffenen Personen zu einer Art sozialem Rückzug, der negative Einflüsse auf die Gesundheit haben kann und beispielweise eine depressive Symptomatik fördern könnte (Snyder-Mackler et al., 2020). Diese Problematik sorgt wiederum dafür, dass das Empfinden von Einsamkeit verstärkt werden könnte (Segrin und Domschke, 2011). Daraus lässt sich schlussfolgern, dass Alexithymie demnach über das erhöhte Empfinden von Einsamkeit negative Auswirkungen auf die Gesundheit haben könnte. Um die Auswirkung von Alexithymie auf Einsamkeit genauer darzustellen, wird im Folgenden der Aspekt der Einsamkeit näher erläutert.

### 1.3 Einsamkeit

Einsamkeit wird definiert als unangenehmes emotionales Empfinden, welches auf Basis einer wahrgenommenen, unabsichtlichen sozialen Isolation entsteht (Luhmann, 2021).

Dabei erhofft sich der Einsame soziale Interaktionen, welche ihm verwehrt bleiben. Diese Diskrepanz sorgt für die Entstehung des negativen Gefühls von Einsamkeit. Die unabsichtliche soziale Isolation ist zu unterscheiden von der gewollten sozialen Isolation, bei dem der Betroffene bewusst den Kontakt zu anderen unterbindet und sich somit keine sozialen Interaktionen erhofft. Aufgrund dessen kommt es nicht zur Diskrepanz zwischen erhofften sozialen Interaktionen und stattgefundenen sozialen Interaktionen und daraus folgernd zu keinem negativen Gefühl (Luhmann, 2021).

Die Covid-19 Pandemie 2020 hat gezeigt, wie wichtig das Thema Einsamkeit ist. Im Jahr 2016 haben sich 5 % bis 10 % der Deutschen je nach Altersgruppe im Alltag einsam gefühlt (Luhmann und Hawkey, 2016). Diese Zahlen verdeutlichen, dass das Empfinden von Einsamkeit in jeder Altersgruppe und sozialer Schicht vorkommen kann. Des Weiteren gab es während der COVID-19 Pandemie ein erhöhtes Stressaufkommen und viele Menschen wurden aus ihrem alltäglichen Leben verdrängt. Dies hatte zur Folge, dass die empfundene Einsamkeit im Durchschnitt in allen Altersgruppen um 5 % anstieg (Huxhold und Tesch-Römer, 2021). Knapp über 50 % der Befragten in Deutschland lebenden Studierenden gaben an, sich während der Corona Pandemie einsam zu fühlen (Andresen et al., 2022).

Das Empfinden von Einsamkeit muss jedoch nicht grundsätzlich als negativ angesehen werden, denn es dient als Antrieb für den Menschen, sich in soziale Gruppen zu integrieren (Hawkey und Cacioppo, 2010). So haben sich Menschen schon früher in Gruppen zusammengeschlossen, denn dies führte zu einem evolutionären Vorteil gegenüber Einzelgängern. Einsamkeit wurde zu einer Art Schutzfunktion der Menschen, um auf ihre sozialen Bedürfnisse aufmerksam zu machen und die dazu beiträgt, dass Menschen sich sozial integrieren und eine Gruppenzugehörigkeit entsteht. Durch diesen Vorteil hat sich die Überlebenschance erhöht, denn der daraus resultierende soziale Status einer Person hat einen positiven Effekt auf die Lebenserwartung eines Menschen (Snyder-Mackler et al., 2020). Um sich besser in eine soziale Gruppe integrieren zu können, ist es wichtig, Verbundenheit und Empathie zu den anderen Personen entwickeln zu können (Cirelli, 2018).

Gelingt dies einer Person nicht und sie ist über längere Zeit Einsamkeit ausgesetzt, sorgt das andauernde Empfinden von Einsamkeit dafür, dass es zu einer kognitiven Verzerrung



kommt, welche zu einer misstrauischen subjektiven Wahrnehmung des Betroffenen führt (Cacioppo et al., 2017). Diese kognitive Verzerrung sorgt dafür, dass Betroffene verstärkt auf Gefahrenreize achten und dadurch die Umwelt bedrohlicher wahrnehmen als sie eigentlich ist. Es wird eine negative Erwartungshaltung aufgebaut, welche zu Fehlinterpretationen der Umwelt führt. So sorgt das anhaltende Empfinden von Einsamkeit paradoxerweise dafür, dass es den Betroffenen schwerer fällt, soziale Kontakte aufzubauen und sich in eine Gruppe zu integrieren. Die Betroffenen sind mehr auf sich selbst fokussiert, um das Fehlen von sozialen Kontakten auszugleichen. Es fällt Ihnen schwerer, die Emotionen von anderen zu erkennen und diese dann richtig zu interpretieren. So kommt es eher zu Fehlinterpretationen und zu einem Abwehrverhalten als zum Aufbau einer empathischen Bindung (Vanhalst et al., 2017).

Dieser Mechanismus ist gerade für Personen schädigend, die sich wie bereits in Abschnitt 1.1 beschrieben, in einer Transitionsphase befinden. Die Betroffenen müssen sich ein neues soziales Netzwerk aufbauen und in neue soziale Gruppen integrieren. Das beschriebene Abwehrverhalten könnte die Betroffenen daran hindern, sich in Gruppen zu integrieren. Dies wiederum könnte zur Folge haben, dass sich der Betroffene auf sich selbst fokussiert und daraus ein Gefühl von Einsamkeit entsteht. Es würde ein Teufelskreis entstehen, unter dem die Betroffenen an den Folgen der empfundenen Einsamkeit leiden müssten (Cacioppo et al., 2017).

Zu beachten ist, dass das Empfinden von Einsamkeit als Risikofaktor für koronare Herzkrankungen, Schlaganfälle (Valtorta et al., 2018), Depressionen (Cacioppo et al., 2010), sowie den Abbau von kognitiven Fähigkeiten bis hin zu Demenz (Holwerda et al., 2014) gilt. Das erhöhte Risiko für frühzeitige Mortalität durch Einsamkeit entspricht etwa dem von bekannten Risikofaktoren wie Übergewicht, Drogenmissbrauch oder dem Rauchen einer Schachtel Zigaretten pro Tag (Holt-Lunstad et al., 2015; Holt-Lunstad et al., 2010).

Es wird angenommen, dass das Empfinden von Einsamkeit durch Alexithymie verstärkt wird. Alexithymie würde dafür sorgen, dass wir die sozialen Signale unserer Mitmenschen erschwert wahrnehmen und dadurch das Gefühl von Einsamkeit verstärkt empfinden. So steht Alexithymie und zwischenmenschliches Misstrauen in Wechselwirkung und kann als prädiktiver Vorhersagewert für das Empfinden von Einsamkeit angesehen werden (Qualter et al., 2009). Das durch vermehrte Einsamkeit auftretende Abwehrverhalten würde

dafür sorgen, dass die Betroffenen die Signale von ihren Mitmenschen falsch interpretieren. Alexithymie kann so das Empfinden von Einsamkeit modulieren und durch eine negative Verzerrung der Umwelt dafür sorgen, dass es zu einem vermehrten Empfinden von Stress kommt, was zur Folge hat, dass sich der Teufelskreis verfestigt. Das Empfinden von Einsamkeit an sich wird mit dem Empfinden von Stress in Verbindung gebracht, so zeigen aktuelle Studien den Zusammenhang zwischen Einsamkeit, einer atypischen physiologischen Reaktivität auf akuten Stress und schädlichen emotionsorientierten Stressbewältigungsstrategien (Brown et al., 2019).

Aus diesem Grund wird die These aufgestellt, dass Alexithymie den subjektiv empfundenen Stress erhöhen kann, indem es das subjektive Empfinden von Einsamkeit verstärkt. Bedeutsam für diesen Zusammenhang ist außerdem, dass das Vorhandensein von Alexithymie, das Empfinden von Einsamkeit und das subjektive Stresserleben mit ähnlichen neuronalen Korrelaten assoziiert ist.

#### 1.4 Neuronale Zusammenhänge

Wie im Abschnitt 1.1. erläutert, findet das emotionale Empfinden unter anderem im limbischen System statt (Morgane et al., 2005), einem Komplex aus mehreren Hirnstrukturen, die neuronal miteinander verknüpft sind, um unser emotionales Bewusstsein zu bilden. Als Beispiel sind die Amygdala und das ACC unter anderem für die Bewertung, Bearbeitung und Speicherung von Emotionen zuständig. Das emotionale Empfinden wird auch durch die Insula beeinflusst (Singer et al., 2009). Als viszerosensorischer Kortex, der an der Erfassung innerer Körperzustände beteiligt ist, spielt die Insula eine wichtige Rolle dabei, unsere Gefühle darzustellen. Zusätzlich ist die Insula an der Wahrnehmung und Interpretation von Gefühlen anderer Personen beteiligt. In diesem Zusammenhang konnte gezeigt werden, dass die über eine funktionelle Magnetresonanztomografie (fMRT) gemessene empathische Reaktion der Insula auf emotionalen Schmerz unter Alexithymie vermindert ist. Zusätzlich zeigt eine Studie, dass bei Betroffenen von Alexithymie der Glutamat-Spiegel der Insula und des ACC erhöht ist (Ernst et al., 2014). Zusätzlich deuten diese Ergebnisse darauf hin, dass eine veränderte Glutamat-vermittelte Erregungsübertragung, die mit einer gedämpften Insula-Aktivität zusammenhängt, auf ein ver-

ringertes interozeptives Bewusstsein bei Alexithymie hinweist. Des Weiteren wurden Veränderungen in der Verfügbarkeit von Dopamin Rezeptoren vom D2-Typ in der Insula mit Alexithymie in Verbindung gebracht (Okita et al., 2016). Zusätzlich stellte eine Meta-Analyse dar, dass ein hohes Maß an Alexithymie mit abgestumpften Reaktionen auf emotionale Stimuli, zum Beispiel glückliche und ängstliche Gesichter, in einem limbischen Neurschaltkreis einschließlich der Amygdala und der Insula, sowie mit erhöhten Reaktionen im ACC, einhergeht (van der Velde et al., 2013). Dies ist möglicherweise auf Schwierigkeiten bei der Identifizierung und Regulierung von Emotionen zurückzuführen (vgl. Abs. 1.3).

Des Weiteren lösten positive soziale Reize bei Betroffenen, die unter Einsamkeit leiden, weniger Aktivität im Striatum, der Amygdala, der Insula und dem ACC aus (Cacioppo et al., 2009). So wird zum Beispiel sozialer Schmerz durch Einsamkeit in Verbindung mit dem ACC gebracht. Erhalten betroffene Personen soziale Unterstützung, lässt der soziale Schmerz nach und die Aktivität im ACC nimmt ab (Onoda et al., 2009). Hinzu kommt, dass robuste Reaktionen der Amygdala auf emotionale Reize und eine funktionelle Kopplung von ACC-Insula-Schaltkreisen adaptive Stressreaktionen fördern könnten (Shao et al., 2018). Darüber hinaus hat eine aktuelle Studie gezeigt, dass gezieltes Amygdala-Neurofeedback die Stressbewältigung verbessert und Alexithymie reduziert (Keynan et al., 2019). Basierend darauf ist nun von besonderem Interesse, inwiefern das Vorhandensein von Alexithymie das Empfinden von Einsamkeit beeinflusst. Infolgedessen gilt zu untersuchen, wie der dargestellte Zusammenhang zwischen Alexithymie und Einsamkeit das subjektive Stressempfinden neuronal moduliert.

## 1.5 Zielsetzung

Basierend auf den vorherigen Überlegungen und Darstellungen lässt sich sagen, dass Stress ein wichtiger Faktor für das gesundheitliche Wohlbefinden ist. Er sorgt als Auslöser für Stress-assoziierte Erkrankungen bei vielen Betroffenen für gesundheitliches Unwohlsein. Besonders bei Menschen in einer Transitionsphase ist dies von Bedeutung, da es aufgrund von Veränderungen im sozialen Umfeld häufiger zu stressigen Situationen kommt.

Um dies zu untersuchen wurden Erstsemesterstudierende über den Zeitraum der Lebensumstellung hinweg untersucht, um Veränderungen im sozialen Umfeld der Betroffenen wahrzunehmen und zusätzlich neurologische Aspekte und kognitive Prozesse darzustellen. Dabei wurde zu Beginn des Studiums und nach sechs Monaten eine MRT-Aufnahme des Gehirns gemacht. Diese Aufnahmen sollen die neuronalen Veränderungen darstellen, unter der Annahme, dass der wahrgenommene Stress in dieser Transitionsphase ansteigt (H1).

Da Alexithymie als einer der Risikofaktoren für das Empfinden von Stress gilt, soll auch dies näher betrachtet werden. Dabei ergibt sich die Annahme, dass Alexithymie mit dem empfundenen Stress korreliert (H2). Hierbei kommt es bei den betroffenen Personen durch dysfunktionale zwischenmenschliche Beziehungen zu einer Diskrepanz bei dem Empfinden und Interpretieren eigener Emotionen und denen anderer Menschen. Alexithymie könnte so in einer Transitionsphase dafür sorgen, dass es zu einem erhöhten Empfinden von Stress kommt, da es das subjektive Empfinden von Einsamkeit verstärken könnte (H3). Dieser Zusammenhang, ob das vermehrte Stressempfinden durch Alexithymie über Einsamkeit mediiert wird und wie dies genauer dargestellt werden könnte, soll im weiteren Verlauf dieser Arbeit näher untersucht werden.

Aufgrund der Bedeutung von Stress und neurobiologischen Überlappungen von Alexithymie und Einsamkeit wurde ein besonderer Schwerpunkt auf die Insula, die Amygdala und das ACC als *Regions of Interest* (ROI) gelegt. In diesen Regionen kommt es zu Veränderungen, wenn Stress, Einsamkeit oder Alexithymie empfunden wird (vgl. Abs. 1.4). Demnach soll in der vorliegenden Studie, *Longitudinal Network Amygdala-Studie* (LUNA) (Morr et al., 2021), untersucht werden, inwiefern Alexithymie das Empfinden von Einsamkeit beeinflusst, um das subjektive Empfinden von Stress zu verstärken. Zusätzlich soll untersucht werden, ob die überlappenden neurologischen Korrelate das Stressempfinden beeinflussen können (H4).

Zur Prüfung dieser Zusammenhänge wurden Erstsemester-Studierende während der ersten sechs Monate ihres universitären Lebens begleitet und sie beantworteten jeden Monat zehn Fragebögen. Die Fragebögen zielten darauf ab, ihren Grad von Alexithymie, ihr Empfinden von Einsamkeit und ihr subjektives Stresserleben während der Transitions-

phase zum universitären Leben darzustellen. Um zusätzlich neurobiologische Veränderungen darzustellen, wurden fMRT-Aufnahmen von den Studierenden im ersten (T1) und sechsten (T7) Monat aufgenommen. Die Ergebnisse der Arbeit sollen die Entstehung von Stress näher erläutern und den Ansatz schaffen, präventive Maßnahmen gegen das Stressempfinden zu entwickeln.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Die Probanden\*innen

60 gesunde Studierende, davon 39 Frauen, 15 Männer und sechs exkludierte Studierende, mit einem Durchschnittsalter von 19,11 ( $\pm 0,86$  Standardabweichung) Jahren, nahmen nach schriftlicher Einverständniserklärung an der Studie teil. Die Studie wurde von der Ethik-Kommission der Medizinischen Fakultät der Universität Bonn genehmigt (Aktenzeichen des Ethikvotums: 266/18) und gemäß der jüngsten Deklaration von Helsinki durchgeführt. Die Versuchsteilnehmer\*innen wurden vor der ersten Testsitzung gescreent und erhielten eine finanzielle Entschädigung für die Teilnahme an der Studie. Die Probanden\*innen hatten keine physische oder psychiatrische Erkrankung in der Vergangenheit oder Gegenwart, wie aus einem Fragebogen zur Krankengeschichte und dem *Mini-International Neuropsychiatric Interview* (MINI) hervorgeht (Sheehan et al., 1998). Alle Studierenden haben ihr erstes Semester begonnen, ohne jemals zuvor Universitätskurse besucht zu haben und sind Rechtshänder\*innen.

### 2.2 Das Studiendesign

Die Studierenden wurden während ihres ersten Semesters an der Universität für eine Gesamtdauer von sechs Monaten überwacht, beginnend mit einer *Screening* Sitzung in ihrem ersten Universitätsmonat. Nach der ersten *Screening* Sitzung wurde, mindestens nach einem Tag bis maximal nach 30 Tagen, eine fMRT Untersuchung durchgeführt (T1). Die fMRT-Messung wurde nach sechs Monaten wiederholt (T7). In den sechs Monaten zwischen den fMRTs füllten die Probanden\*innen Fragebögen aus, die Auskunft über das Gesundheitsverhalten, der subjektiven Einsamkeit, der Größe des sozialen Netzwerkes und des wahrgenommenen Stresses geben (T2-T6). Der durchschnittliche Abstand zwischen den einzelnen Testungen (T2-T6) beträgt 26,43 Tage ( $\pm 1,3$  Tage Standardabweichung). Auch bei beiden fMRT-Sitzungen füllten die Probanden\*innen ebenfalls mehrere Fragebögen aus (vgl. Abs. 2.3). Die Fragebögen zielten darauf ab, die empfundene Einsamkeit (*University of California Loneliness-Scale* (UCLA LS)) (Dan Russell, 1980), den empfundenen Stress (*Perceived Stress Scale* (PSS-10)) (Cohen et al., 1983), den Grad der Alexithymie (*Toronto alexithymia scale* (TAS)) (Taylor et al., 1985) und die Größe des sozialen Netzwerkes (*Social Network Size* (SNS)) (Cohen et al., 1997) zu bestimmen.

Von den 60 Probanden\*innen mussten sechs Probanden exkludiert werden, weil sie beim zweiten fMRT-Termin ( $n = 3$ ) nicht anwesend waren, eine übermäßige Kopfbewegung im MRT ( $> 3 \text{ mm/}^\circ$ ;  $n = 2$ ) hatten oder es aufgrund technischer Fehler ( $n = 1$ ) zum Ausschluss eines Datensatzes kam. Daher enthalten die endgültigen Ergebnisse die Daten von 54 gesunden Erstsemester-Studierenden (39 Frauen, 15 Männer, Durchschnittsalter: 18,85 Jahre mit einer Standardabweichung von  $\pm 0,88$  Jahren). Aus krankheits- oder persönlichen Gründen haben vier Probanden\*innen einen ihrer monatlichen Termine nicht wahrnehmen können, was zu einem Datenverlust von 1,48 % führte.

## 2.3 Angewandte Fragebögen

### 2.3.1 University of California Loneliness-Scale (UCLA LS)

Die Probanden\*innen füllten während ihrer Studienteilnahme verschiedene Fragebögen aus, um Veränderungen ihrer wahrgenommenen Einsamkeit, den wahrgenommenen Stress, den Grad ihrer Alexithymie und die Größe ihres sozialen Netzwerkes zeitlich darzustellen und Schwankungen ausfindig zu machen. An allen Terminen (T1 - T7) wurde die empfundene Einsamkeit mit der *University of California at Los Angeles-Loneliness Scale* (UCLA LS) bewertet. Dabei beantworteten die Probanden\*innen 20 Fragen über das Thema Einsamkeit. Fragen des Fragebogens sind zum Beispiel: „Ich habe niemanden zum Reden oder ich fühle mich so isoliert von anderen.“ Als Antwort können die Probanden\*innen einen Wert von eins bis vier angeben. Dabei bedeutet eins „ich fühle nie so“ und vier „ich fühle häufig so“. Dabei sind neun der im Fragebogen enthaltenen Fragen umzukodieren, sodass hier die eins als vier gewertet wird und umgekehrt. Der aus diesem Fragebogen resultierende Punktwert liegt zwischen 20 und 80 Punkten. Je höher der Wert ist, desto höher ist der Grad der empfundenen Einsamkeit (Russell et al., 1980). Dadurch, dass der UCLA LS-Wert monatlich gemessen wurde, konnte eine Entwicklung der empfundenen Einsamkeit über T1 bis T7 dargestellt werden.

### 2.3.2 Perceived Stress Scale (PSS-10)

Zusätzlich wurde auch der wahrgenommene Stress mit der *Perceived Stress Scale* (PSS-10) gemessen (T1 - T7). Dabei werden den Probanden\*innen zehn Fragen gestellt, die die Themen Hilflosigkeit und Selbstwirksamkeit abfragen. Beispielfragen zum Thema Hilflosigkeit sind unter anderem: „Wie oft waren Sie im letzten Monat aufgewühlt, weil

etwas unerwartet passiert ist?“, oder: „Wie oft haben Sie sich im letzten Monat nervös und gestresst gefühlt?“. Beispielfragen zum Thema Selbstwirksamkeit sind zum Beispiel: „Wie oft hatten Sie letzten Monat das Gefühl, alles im Griff zu haben?“, oder: „Wie oft waren Sie im letzten Monat zuversichtlich, dass Sie fähig sind, Ihre persönlichen Probleme zu bewältigen?“. Als Antwort zu den Fragen steht eine Skala von eins bis vier (eins = nie und vier = sehr oft) zur Verfügung. Das Ergebnis der zehn Fragen wird dann zusammengesetzt, dabei müssen vier der zehn Antworten invertiert werden. Heraus kommt ein Zahlenwert zwischen 10 und 40. Je höher der Zahlenwert ist, desto höher ist das Stresslevel des Betroffenen (Cohen et al. 1983).

### 2.3.3 Toronto Alexithymia Scale (TAS)

Zusätzlich wurde die *Toronto Alexithymia Scale* (TAS) an T1 und T7 gemessen. Die TAS gibt den Wert der vorhandenen Alexithymie einer Person an. Dabei wurden den Probanden\*innen 20 Aussagen vorgestellt, die folgende Kernthemen haben: Schwierigkeiten beim Beschreiben von Gefühlen, Schwierigkeiten beim Identifizieren von Gefühlen und außenorientiertes Denken der Probanden\*innen. Dabei handelt es sich bei den dargestellten Kernthemen um die Alexythemie-Subskalen. Dafür wurden weitere Mediationsanalysen berechnet, bei denen die TAS-Subskalen mit einbezogen wurden („Schwierigkeiten beim Beschreiben von Gefühlen“, „Schwierigkeiten beim Identifizieren von Gefühlen“ und „außenorientiertes Denken“). Die einzelnen TAS-Subskalen wurden als Prädiktorvariablen genommen, die mittlere empfundene Einsamkeit als Mediator und der mittlere wahrgenommene Stress als Ergebnisvariable einbezogen. Als Beispielaussagen zu den Themen sind folgende zu nennen: „Ich kann mich jemanden nah fühlen, sogar in Momenten der Stille“, „Ich weiß nicht, was in mir vorgeht“, oder: „Ich kann meine Gefühle leicht beschreiben.“ Dabei geben die Probanden\*innen auf einer Skala von eins bis fünf (eins = Stimme ich gar nicht zu, fünf = Stimme ich voll zu) an, inwiefern die Aussage auf sie zutrifft. Die Ergebnisse werden am Ende zusammen bewertet, wobei zu beachten ist, dass fünf der 20 Aussagen umgekehrt gewertet werden (eins = fünf; fünf = eins). Dadurch werden Ergebnisse von 20 bis 100 erreicht. Je höher das Ergebnis ist, desto höher ist der Grad an Alexithymie (Taylor et al., 1985).



#### 2.3.4 Social Network Size (SNS)

Des Weiteren wurde die Größe des sozialen Netzwerkes mit der *Social Network Size* (SNS) bestimmt (T1 - T7). Der Fragebogen dient dazu, die sozialen Kontakte der Probanden\*innen quantitativ darzustellen. Dabei geben die Probanden\*innen an, mit wie vielen Personen (Freunde und Verwandte) sie interagiert haben. Außerdem geben die Probanden\*innen an, wie oft und wie regelmäßig sie die Personen sehen. Des Weiteren wird erfragt, ob die Probanden\*innen mit Außenstehenden Kontakt haben, wie zum Beispiel Vereinsmitgliedern oder Arbeitskolleg\*innen. Daraus ergibt sich ein objektives soziales Netzwerk, welches mit den anderen Parametern im Verlauf verglichen werden kann (Sheldon Cohen et al., 1997; Sheldon Cohen et al., Dec., 1983).

Des Weiteren wurde das allgemeine Vertrauen zu anderen Personen mit der *General Trust Scale* (Yamagishi und Yamagishi, 1994) erfasst (T1 und T7). Dabei bewerten die Probanden\*innen sechs Aussagen zum Thema Vertrauen und können als Antwortmöglichkeit Werte von eins bis fünf angeben (eins = starke Ablehnung, fünf = starke Zustimmung). Eine Beispielfrage aus der *General Trust Scale* ist: „Die meisten Leute sind im Grunde gut und freundlich“. Die Punktzahl des Fragebogens kann zum Schluss aus allen Antworten errechnet werden. Dabei gilt: je höher der Wert, desto höher ist das generelle Vertrauen in andere Personen.

#### 2.3.5 Becks Depression Inventory (BDI)

Darüber hinaus wurden die Probanden\*innen nach depressiven Symptomen abgefragt. Hierfür wurde der Fragebogen des *Becks Depression Inventory* (BDI) (BECK et al., 1961) benutzt (T1 und T7). In diesem Fragebogen sind 21 Fragen vorhanden, die die Probanden\*innen bewerten müssen. Beispielfragen sind: „Fühlen Sie sich traurig?“ oder: „Haben Sie Selbstmordgedanken?“. Die Fragen werden auf einer Skala von null bis drei beantwortet (null = trifft gar nicht zu und drei = trifft stark zu). Die Ergebnisse werden addiert und es entsteht ein Wert zwischen null und 63. Wobei null bedeutet, dass gar keine depressive Symptomatik vorliegt und ein höherer Wert mit entsprechend höherer depressiver Symptomatik einhergeht.

### 2.3.6 Liebowitz Social Anxiety Scale (LSAS)

Um die Angst vor negativer sozialer Bewertung zu erfahren, wurde der Fragebogen *Liebowitz Social Anxiety Scale* (LSAS) (Liebowitz, 1987) genutzt (T1 und T7). Dabei beantworteten die Probanden\*innen Fragen zum Thema Angst und Vermeidung von Verhaltensweisen in öffentlichen Situationen und müssen diese anhand einer Skala von null bis drei (null = keine Angst/Situation nie gemieden, drei = starke Angst/Situation fast immer vermieden) bewerten. Eine Beispielfrage zum Thema Angst ist: „Haben Sie Angst oder Furcht empfunden in den letzten Wochen in der Öffentlichkeit zu telefonieren?“ und eine Beispielfrage zum Thema Vermeidung ist: „Haben Sie es in der letzten Woche vermieden in der Öffentlichkeit zu essen?“. Die Antworten können addiert werden und es entsteht ein Zahlenwert von null bis 144. Je höher der Zahlenwert ist, desto höher ist die Angst davor, von anderen Menschen negativ bewertet zu werden.

### 2.3.7 Social Interaction Anxiety Scale (SIAS)

Um herauszufinden, ob die Probanden\*innen soziale Interaktionen aus Angst oder Unwohlsein vermieden haben, wurde die *Social Interaction Anxiety Scale* (SIAS) erhoben (Mattick und Clarke, 1998). Dabei bewerten die Probanden\*innen 20 Aussagen mit den Werten von null bis vier (null = überhaupt nicht zu treffend, vier = sehr stark zutreffend). Dabei richtet sich der Schwerpunkt der Aussagen auf die Angst vor der sozialen Interaktion und der Angstreaktion der Befragten und nicht auf die Angst der negativen Bewertung durch Andere. Eine Beispielaussage ist: „Ich werde nervös, wenn ich mit einer Autoritätsperson (Lehrer\*in, Vorgesetzten) sprechen muss“ oder „Mir fällt es schwer, einen anderen Standpunkt als andere zu vertreten.“ Die Punkte jeder bewerteten Aussage werden am Ende addiert und es ergibt sich ein Wert zwischen null und 80. Je höher der Wert ist, desto höher ist die Angst vor sozialer Interaktion.

### 2.3.8 Autism Spectrum Quotient (AQ)

Ein weiterer Fragebogen, den die Probanden\*innen ausfüllen mussten, war der *Autism Spectrum Quotient* (AQ) (Cohen et al., 2001). Dieser Fragebogen besteht aus 50 Sätzen, die die Probanden\*innen bewerten müssen. Dabei haben sie vier Antwortmöglichkeiten: „Ich stimme eindeutig zu; ich stimme ein wenig zu; ich stimme eher nicht zu; ich stimme

überhaupt nicht zu“. Die Hälfte der Sätze sind so ausgelegt, dass eine neurotypische Person zustimmen würde. Ein Beispielsatz hierzu wäre: „Es macht mir nichts aus, wenn sich mein Tagesablauf verändert.“ Die andere Hälfte der Sätze ist so aufgebaut, dass ein neurotypischer Mensch sie ablehnen würde. Ein Beispiel hierfür ist: „Ich bevorzuge, Dinge immer wieder auf dieselbe Art und Weise zu machen.“ Die Fragen sollen dabei fünf verschiedene Bereiche des Autismus-Spektrums abdecken, dazu zählen soziale Fähigkeiten, kommunikative Fähigkeiten, Vorstellungskraft, Aufmerksamkeit für Details und Aufmerksamkeitswechsel/Toleranz gegenüber Veränderungen. Die Probanden\*innen erhalten für jede autistische Bewertung einen Punkt, wobei ein Wert von über 32 auf ein signifikantes Maß an autistischen Merkmalen hinweist und professionelle medizinische Beratung eingeholt werden sollte. Die Höchstpunktzahl, die erreicht werden kann, beträgt 50.

#### 2.3.9 Fragebogen zur sozialen Unterstützung (F-SozU)

Außerdem wurden die Probanden\*innen nach ihrer sozialen Unterstützung befragt, denn soziale Unterstützung dient in der Übergangsphase in das universitäre Leben als Resilienzfaktor vor Stress und wurde mit dem Fragebogen zur sozialen Unterstützung (Kurzversion K-1) (F-SozU) (Fydrich et al., 2009) gemessen. Dabei bewerten die Probanden\*innen 14 Aussagen darüber, ob die Probanden\*innen Personen haben, die ihnen soziale Unterstützung in den Formen emotionale Unterstützung, praktische Unterstützung, soziale Integration und soziale Belastung anbieten und ob sie diese annehmen. Beispielaussagen hierzu sind: „Ich finde ohne weiteres jemanden, der sich um meine Wohnung kümmert, wenn ich mal nicht da bin“ oder „Wenn ich krank bin, kann ich ohne Zögern Freunde/Angehörige bitten, wichtige Dinge für mich zu erledigen.“ Dabei bewerten die Probanden\*innen die Aussagen mit fünf Möglichkeiten: „trifft nicht zu; trifft eher zu; trifft teilweise zu; trifft zu; trifft genau zu.“ Dabei erhalten die Probanden\*innen für jede bewertete Aussage einen Punkt von eins bis fünf und je höher der Wert ist, desto höher ist die soziale Unterstützung, die die Probanden\*innen erhalten. Hierbei ist in der Kurzversion das höchste Ergebnis 70 Punkte und das niedrigste 14 Punkte.

### 2.3.10 State-Trate Anxiety Inventory (STAI)

Um das Empfinden von Angst zu erfassen, sollten die Probanden\*innen den *State-Trate Anxiety Inventory* (STAI) (Spielberger, 1971) beantworten. Dabei geben die Probanden\*innen eine Selbstauskunft über ihr emotionales Empfinden, indem sie 20 Fragen bewerten. Als Beispiel werden im Fragebogen folgende Fragen an die Probanden\*innen gestellt: „Ich fühle mich geborgen“ oder: „ich bin besorgt, dass etwas schief gehen könnte“. Dabei zielt der Fragebogen darauf ab, die Zustandsangst und die Eigenschaftsangst der Probanden\*innen zu erfassen. Die Eigenschaftsangst bezieht sich auf Ängste, die sich als Teil der Persönlichkeit der Probanden\*innen zeigt und nicht abhängig ist von Stresssituationen. Die Zustandsangst hingegen stellt eine natürliche Angstreaktion des Individuums auf eine bestimmte Stresssituation dar. Die Fragen bewerten die Probanden\*innen auf einer Skala von eins bis vier ( eins = überhaupt nicht vier = sehr stark). So entsteht eine Punktzahl von 20 bis 80 Punkten. Ein höherer Punktwert korreliert mit einem erhöhten Empfinden von Angst.

### 2.3.11 General Trust Scale (GTS)

In der *General Trust Scale* (GTS) (Yamagishi und Yamagishi, 1994) soll das Vertrauen zu anderen Menschen erfasst werden. Dabei bewerten die Probanden\*innen fünf Aussagen zum Thema Vertrauen gegenüber anderen Menschen. Als Beispiel: „Ich vertraue im Allgemeinen anderen.“ Dabei können sie ihre Antwort auf einer Skala von eins bis fünf ( eins = Stimme gar nicht zu und fünf = Stimme voll und ganz zu) angeben. Wenn die Aussagen bewertet worden sind, werden die Zahlenwerte zusammengerechnet und es entsteht ein Zahlenwert von fünf bis 25. Je höher der Wert, desto höher ist das allgemeine Vertrauen zu anderen Personen.

### 2.3.12 Auswertung der Fragebögen

Verhaltens-, demografische und Fragebogendaten wurden unter Verwendung der Standardverfahren in SPSS 25 (*Statistical Package für Social Sciences*) (IBM Corp., Amonk, NY, USA) analysiert. Hierzu wurden zweiseitige gepaarte t-Tests durchgeführt, um die Fragebogenergebnisse zwischen T1 und T7 zu vergleichen. Mit dem zweiseitigen gepaarten t-Test konnte so dargestellt werden, ob ein statistisch signifikanter Unterschied einer abhängigen Variable an zwei verschiedenen Zeitpunkten vorlag. Der berechnete t-Wert

gibt dabei die Differenz zwischen den berechneten Mittelwerten in Bezug auf die Standardabweichung wieder. Als statistisch signifikant galt ein Ergebnis, wenn  $p \leq 0,05$  \* und  $p \leq 0,01$  \*\* war. Hierzu wurde Abbildung unter Verwendung von *GraphPrism 8.0* erstellt. Alle Verhaltensdaten wurden unter Verwendung von Varianzanalysen mit gemischtem Design (ANOVA) und Bonferroni-korrigierten Post-hoc-*t*-Tests analysiert. Wenn die Annahme der Sphärizität gemäß dem Mauchly-Test signifikant verletzt wurde, dann wurden Greenhouse-Geisser-Korrekturen angewendet. Um zu untersuchen, ob es Einflüsse zwischen den Fragebögen TAS, PSS und UCLA LS gab, wurde eine Mediationsanalyse durchgeführt (Hayes, 2017). Diese sollte nähere Informationen über den Zusammenhang zwischen Alexithymie, Einsamkeit und dem Stressempfinden liefern. Für Mediationsanalysen wurden 10.000 Bootstrap-Proben verwendet.

## 2.4 Funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT)

Die Magnetresonanztomographie (MRT) ist ein Schnittbildverfahren, mit dem insbesondere Weichteilstrukturen und Nervengewebe sehr gut dargestellt und beurteilt werden können (Reiser et al., 2017). Die anatomischen Gegebenheiten des Gehirns können mit einem MRT gut dargestellt werden. Im Gegensatz dazu werden bei einer fMRT die Hirnareale auf ihre Aktivität untersucht. Dies basiert darauf, dass Hirnareale, die aktiv sind, eine Durchblutungssteigerung aufweisen. Daraus resultiert, dass eine Hirnregion bei Aktivierung mehr Sauerstoff benötigt und somit die Region mit mehr oxygeniertem Sauerstoff versorgt wird. Das oxygenierte Hämoglobin hat andere magnetische Eigenschaften als das desoxygenierte Hämoglobin, wodurch die Hirnregionen in ihrer Aktivität unterscheidbar werden. Dieses Phänomen wird BOLD-Effekt (*Blood-Oxygen-Level-dependent effect*) genannt (Lee et al., 1999). Das fMRT wertet diese unterschiedlichen magnetischen Signale aus und ermöglicht so die Darstellung der aktiven und nicht aktiven Hirnareale.

### 2.4.1 Versuchsaufbau des fMRT

Zum Start des Experimentes wurden die Probanden\*innen angewiesen, während des funktionellen Scans so ruhig wie möglich im MRT zu liegen. Die funktionellen Scans bestanden aus einer angepassten Version des etablierten *emotional face-matching* (Hariri et al., 2002), welches die emotionalen Regionen besonders die Amygdala stimuliert. Die

Probanden\*innen mussten zwei gleichzeitig präsentierte Bilder am unteren Bildschirmrand und ein Zielbild am oberen Bildschirmrand abgleichen. Dabei wählten die Probanden\*innen mit einem MRT-fähigen Handdruckschalter in jeder Hand (linke Hand = linkes Bild und umgekehrt) das passende Bild aus. Dabei sollte das unten ausgewählte Bild mit dem oberen Bild identisch sein. Als Bilder wurde immer ein Stimulus der gleichen Art gezeigt. Um die Versuchsbedingungen bei den beiden fMRT-Versuchen (T1 und T7) identisch zu gestalten, wurden zwei Stimuli-Sets verwendet, die bei T1 und bei T7 randomisiert gezeigt wurden. Als Stimuli wurden Bilder von neutralen, glücklichen und ängstlichen Gesichtern präsentiert. Als emotionslose Kontrollstimuli dienten Häuser. Die Stimuli wurden mit dem *Presentation Neurobehavioral System*, Albany, CA, USA präsentiert, wobei jeder Block aus fünf Versuchen bestand. Ein Versuch dauerte fünf Sekunden mit einer Pause von zehn Sekunden nach jedem Block. In dieser Pause wurde ein Fixierungskreuz dargestellt. Die Probanden\*innen konnten ihre Antworten mithilfe eines MRT-kompatiblen Antwortgriffsystems (*NordicNeuroLab AS*, Bergen, Norwegen) auswählen. Nach den Funktionsbildern wurden die hochauflösenden anatomischen Bilder aufgenommen.

#### 2.4.2 Datenerhebung des fMRT

Die fMRT-Daten wurden mit einem 3T Siemens TRIO MRI System (Siemens AG, Erlangen, Deutschland) mit einer Siemens 32-Kanal-Kopfspule durchgeführt und unter Verwendung einer T2 gewichteten echoplanaren Sequenz genutzt [Repetitionszeit (TR) = 2690 ms, Echtzeit (TE) = 30 ms, aufsteigendes Schneiden, Matrixgröße: 96 x 96, Voxelgröße: 2 x 2 x 2 mm<sup>3</sup>, Scheibendicke: 3,0 mm, Abstandsfaktor: 10 %, Sichtfeld (FoV): 192 mm, Flipwinkel: 90 °, 41 axiale Scheiben]. Auf demselben Scanner wurden hochauflösende T1-gewichtete Strukturbilder aufgenommen (TR = 1660 ms, TE = 2,54 ms, Matrixgröße: 256 x 256, Voxelgröße: 0,8 x 0,8 x 0,8 mm<sup>3</sup>, Scheibendicke: 0,8 mm, FoV: 256 mm, Flipwinkel: 9 °, 208 Sagittalscheiben). Zur Kontrolle der Inhomogenität des Magnetfeldes wurde eine *Fieldmap* für jede T2-gewichtete EPI Sequenz aufgenommen [TR = 392 ms, TE (1): 4,92, TE (2): 7,38, Matrixgröße: 64 x 64, Voxelgröße: 3 x 3 x 3, Scheibendicke: 3,0 mm, Abstandsfaktor: 10 %, FoV: 192 mm, Kippwinkel 60 °, 37 axiale Scheiben].

### 2.4.3 Datenanalyse des fMRT

Die fMRT-Daten wurden mit der SPM12 *Toolbox* (*Welcome Trust Center for Neuroimaging*, London, UK; <http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm>), welche in *Matlab* (The MathWorks Inc., Natick, MA) implementiert ist, präprozessiert und analysiert. Probanden\*innen mit übermäßiger Kopfbewegung ( $> 3 \text{ mm/}^\circ$  in jede Richtung,  $n = 2$ ) oder fehlenden Daten ( $n = 1$ ) wurden von den fMRT-Analysen ausgeschlossen. Die ersten fünf Volumina jeder funktionellen Zeitreihe wurden verworfen, um eine T1-Equilibration zu ermöglichen. Funktionsbilder wurden durch eine affine Registrierung hinsichtlich der Kopfbewegungen zwischen Scans bewegungskorrigiert. Die Bilder der Zeitreihe wurden hierfür zunächst auf das erste Bild der Zeitreihe neu ausgerichtet, bevor sie auf den Mittelwert aller Bilder neu ausgerichtet wurden. Um die durch die Inhomogenität des B0-Feldes verursachte Signalverzerrung zu entzerren, wurden die Bilder durch die Anwendung der Voxelverschiebungskarte (VDM-Datei) auf die EPI-Zeitreihe angepasst.

Die Normalisierungsparameter wurden durch Segmentierung und nichtlineare Verzerrung des strukturellen Scans bestimmt, um Gewebewahrscheinlichkeitskarten im Raum des *Montreal Neurological Institute* (MNI) zu referenzieren. Normalisierungsparameter wurden dann auf alle Funktionsbilder angewendet, die bei einer Voxelgröße von  $2 \times 2 \times 2 \text{ mm}^3$  erneut abgetastet wurden. Für die räumliche Glättung wurde ein 6 mm Gauß-Filter verwendet, der bei halbem Maximum genutzt wurde. Auf die rohe Zeitreihe wurde ein Hochpassfilter (Grenzzeit 128 s) angewendet.

Für statistische Analysen wurde ein zweistufiger Ansatz verwendet, der auf dem allgemeinen linearen Modell basiert und in der SPM12 *Toolbox* in *Matlab*® (The MathWorks Inc., Natick, MA) implementiert ist. Als erstes wurden die individuellen Daten der Probanden\*innen mithilfe eines *fixed-effect model* modelliert. Beginn und Dauer der vier experimentellen Bedingungen („Glücklich“, „Ängstlich“, „Neutral“, „Haus“) wurden durch eine *Boxcar-Function* modelliert, die mit einer hämodynamischen Reaktionsfunktion verknüpft war. Bewegungsparameter wurden als Störfaktor in die Designmatrix aufgenommen. Als zweites wurden die Kontraste zwischen den Emotionen [Glücklich  $T_1$  & Ängstlich  $T_7 >$  Neutral  $T_1$ ; Glücklich  $T_7$  & Ängstlich  $T_7 >$  Neutral  $T_7$ ; Glücklich  $T_1 > T_7$  & Ängstlich  $T_1 > T_7 >$  Neutral  $T_1 > T_7$ ; Glücklich  $T_1 \& T_7$  & Ängstlich  $T_1 \& T_7 >$  Neutral  $T_1 \& T_7$ ] über alle Probanden\*innen hinweg

unter Verwendung von Einstichproben-*t*-Tests berechnet. Als Kovariate für den zweiten Schritt der Analyse dienten Einsamkeits- und Alexithymie-Werte. Die darauffolgende Ganzhirnanalyse wurde mit dem *family-wise error* (FWE) korrigiert von  $p < 0,05$  auf Clusterebene und dem maximalen clusterbildenden Schwellenwert von  $p < 0,001$  als signifikant angesehen. Die Hauptanalysen der fMRT-Daten konzentrierten sich auf unsere ROI. Diese ROI sind mit der Emotionsverarbeitung verbunden und aus der Insula, Amygdala und dem ACC bestehend. Die ROI wurden anatomisch gemäß dem PickAtlas der Wake Forest University (wfu PickAtlas) für beide Hemisphären definiert. Bei der ROI-Analyse ist es der FWE-korrigierte *p*-Wert bei *small-volume* Korrektur (Peakebene) basierend auf der Größe der jeweiligen ROI  $< 0,05$ , der als signifikant angesehen werden kann. Parameterschätzungen signifikanter ROI-Cluster wurden unter Verwendung von *MarsBaR* (<http://marsbar.sourceforge.net>) extrahiert und in SPSS 25 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) weiter analysiert, um Zusammenhänge zwischen Einsamkeits-, Stress- und Alexithymie-Werten der durchgeführten Fragebögen aufzuzeigen. Anschließend wurde eine Pearson-Korrelation durchgeführt, um etwaige Zusammenhänge zwischen den untersuchten Variablen zu identifizieren. Des Weiteren wurde eine Mediationsanalyse mit den Werten der ausgefüllten Fragebögen durchgeführt, um Einflüsse zwischen Alexithymie und Einsamkeit in Bezug auf den wahrgenommenen Stress zu untersuchen. Hierbei gilt das Ergebnis als signifikant, wenn das 95 % Konfidenzintervall eines indirekten Effekts null ausschließt.



### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Ergebnisse der Fragebögen

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse der Fragebögen (BDI, F-SozU, AQ, LSAS, SIAS, SNS, STAI, TAS, UCLA LS und GTS) der befragten Studierenden zwischen dem Zeitpunkt T1, der ersten fMRT-Messung, und der ersten Bearbeitung der Fragebögen und dem Zeitpunkt T7, der zweiten fMRT-Messung, sowie der letzten Befragung, dargestellt. Aufgetragen wurden die Mittelwerte (M) und die Standardabweichung (SD) zu den jeweiligen Zeitpunkten T1 und T7, sowie der  $t$ -Wert und  $p$ -Wert des zweiseitigen, gepaarten  $t$ -Tests.

Der BDI ist ein Fragebogen, der die depressive Symptomatik der Probanden\*innen erfassen soll (vgl. Abs. 2.3.5). Hierbei konnte festgestellt werden, dass der  $t$ -Test über dem Zeitraum von T1 bis T7 eine signifikante Veränderung der Symptomatik ergeben hat (vgl. Tab. 1). Diese Veränderung äußert sich in der Zunahme der depressiven Symptomatik im hier dargestellten Untersuchungszeitraum ( $t_{(53)} = 3,19; p = 0,005^{**}$ )

Zeitgleich zeigt sich bei der Darstellung der Ergebnisse des AQ, der autistische Merkmale erfassen soll, eine signifikante Veränderung über den Untersuchungszeitraum von T1 bis T7 (vgl. Tab. 1) ( $t_{(53)} = 2,05; p = 0,045^*$ ).

**Tab. 1: Die psychometrischen Tests zeigen signifikante Änderungen zu Studienbeginn (T1) und nach sechs Monaten (T7) der untersuchten Merkmale: Depression, Autismus, Angst vor sozialer Interaktion und Alexithymie**

Diese Tabelle zeigt die Unterschiede in den Fragebogenergebnissen zwischen der ersten (T1) und der letzten (T7) Beobachtung. Neuropsychologische und persönlichkeitsbezogene Merkmale wurden durch die deutschen Anpassungen der: a BDI (*Becks Depression Inventory*, Version II); b F-SozU (Fragebogen zur Sozialen Unterstützung, short version K-14); c AQ (*Autism Spectrum Quotient*); d LSAS (*Liebowitz Social Anxiety Scale [Subscales SI = Social Interaction, P = Performance]*); e SIAS (*Social Interaction Anxiety Scale*); f SNS (*Social Network Size Questionnaire*); g STAI (*State Trait Anxiety Inventory*); h TAS (*Toronto Alexithymia Scale*); i UCLA LS (*UCLA LS Loneliness Scale*); j GTS (*Yamagishi General Trust Scale*); in beiden fMRT-Sitzungen (T1 und T7) erhoben. Zweiseitige *t*-Tests mit gepaarten Stichproben wurden durchgeführt, um die Ergebnisse zwischen beiden Sitzungen zu vergleichen. Dargestellt sind Mittelwerte und Standardabweichung. \* Zeigen signifikante Ergebnisse  $p \leq 0,05$ , \*\* Zeigen signifikante Ergebnisse  $p \leq 0,01$ .  $n = 53$ . (Morr et al., 2021).

Fragebogen	T1		T7		t-Wert	p-Wert
	Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung		
BDI	3,69	3,20	6,10	5,49	3,19	0,005**
F-SozU	64	5,76	63,33	7,25	-0,8	0,43
AQ	15,7	4,92	16,70	5,59	2,05	0,045*
LSAS	21,96	17,74	24,57	18,14	1,51	0,137
Anxiety SI					2,06	0,045*
Anxiety P					2,50	0,015*
Avoidance SI					-0,27	0,787
Avoidance P					0,06	0,951
SIAS	34,72	12,88	38,37	14,65	3,05	0,004**
SNS						
Size	16,94	7,02	18,37	7,49	1,23	0,225
Roles	4,94	1,27	5,13	1,17	1,37	0,176
Networks	1,76	1,12	1,96	1,11	1,65	0,105
STAI	49,57	2,42	49,26	2,23	-0,77	0,444
TAS	52,69	6,82	55,46	8,33	2,83	0,001**
UCLA LS	31,94	5,4	31,24	6,73	-0,98	0,332
GTS	3,72	0,53	3,77	0,67	0,75	0,459

Des Weiteren zeigten sich signifikante Änderung bei den Ergebnissen des Fragebogens LSAS ( $t_{(53)} = 1,51$ ;  $p = 0,137$ ). Dieser untersucht die Subskalen: Angst vor sozialen Interaktionssituationen (LSAS-SI) und Angst vor Leistungssituationen (LSAS-P) (vgl. Abs. 2.3.6). Hierbei konnte für beide untersuchten Subskalen eine signifikante Veränderung durch den zweiseitigen, gepaarten  $t$ -Test ermittelt werden. Es wurde eine Zunahme von Angst vor sozialen Interaktionen (LSAS-SI) ( $t_{(53)} = 2,06$ ;  $p = 0,045^*$ ) sowie eine Zunahme von Angst vor Leistungssituationen (LSAS-P) ( $t_{(53)} = 2,50$ ;  $p = 0,015^*$ ) über den Untersuchungszeitraum T1 bis T7 festgestellt (vgl. Tab. 1). Hinzuzufügen ist außerdem eine signifikante Veränderung der Angst vor sozialer Interaktion (SIAS) ( $t_{(53)} = 3,05$ ;  $p = 0,004^{**}$ ) (vgl. Tab. 1).

Außerdem konnte bei den Ergebnissen der Befragung mittels des TAS, welcher alexithyme Merkmale erfassen soll (vgl. Abs. 2.3.3), gezeigt werden, dass sich auch hier eine signifikante Veränderung über den Untersuchungszeitraum von T1 bis T7 bei den Probanden\*innen feststellen ließ ( $t_{(53)} = 2,83$ ;  $p = 0,001^{**}$ ).

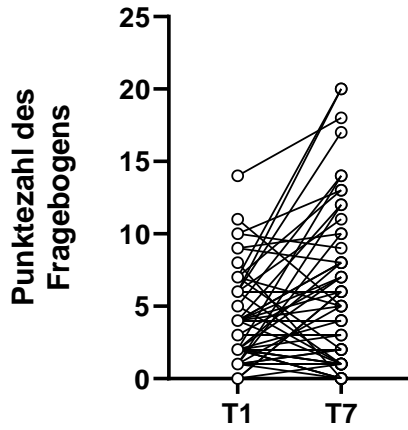
Keine signifikanten Veränderungen wurden bei der empfundenen sozialen Unterstützung (F-SozU) ( $t_{(53)} = -0,80$ ;  $p = 0,43$ ), bei der Größe der sozialen Netzwerke (SNS), ( $t_{(53)} = 1,23$ ;  $p = 0,23$ ), bei der Angst als Zustand und als Eigenschaft (STAI) ( $t_{(53)} = -0,77$ ;  $p = 0,444$ ), bei der empfundenen Einsamkeit (UCLA LS) ( $t_{(53)} = -0,98$ ;  $p = 0,332$ ) und dem Vertrauen zu anderen Menschen (GTS) ( $t_{(53)} = 0,75$ ;  $p = 0,459$ ) festgestellt (vgl. Tab. 1).

### 3.1.1 Zusammenfassung der Ergebnisse des BDI, SIAS und TAS

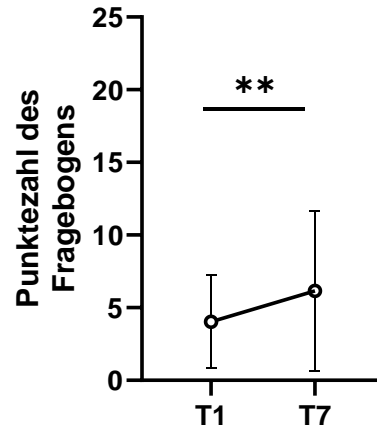
Die in Absatz 3.1 erläuterten Ergebnisse der Fragebögen sollen nun in Bezug auf den BDI, SIAS und TAS näher analysiert werden. Dazu wurde in Abbildung 1 eine grafische Darstellung der untersuchten Merkmale erstellt. Hierbei sind die *Score*-Ergebnisse der drei genannten Fragebögen in Bezug auf die Untersuchungszeiträume T1 zu T7 in einem Diagramm dargestellt. Bei allen drei Fragebögen ergibt sich eine signifikante Veränderung von T1 zu T7, die in einer Zunahme der jeweils untersuchten Symptomatik resultiert. Die Ergebnisse stammen dabei aus dem in Tabelle 1 dargestellten  $t$ -Test.

**A**

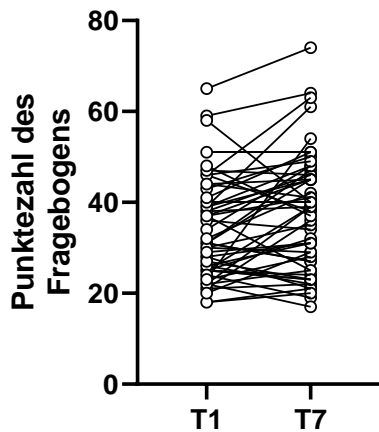
Depressive Symptome (BDI)

**B**

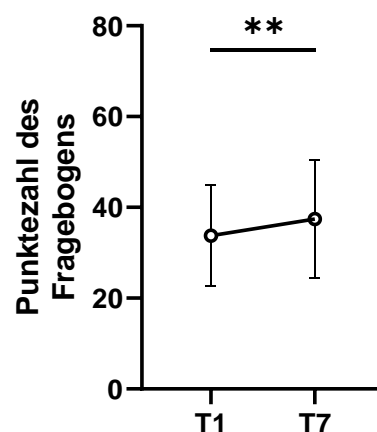
Depressive Symptome (BDI)

**C**

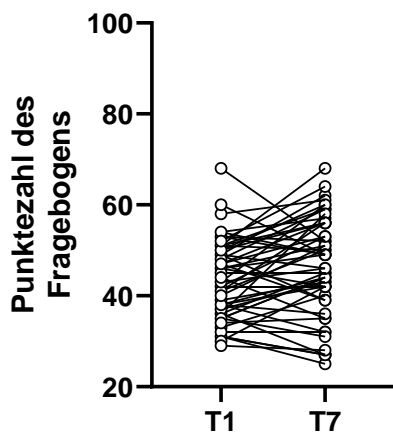
Angst vor sozialer Interaktion (SIAS)

**D**

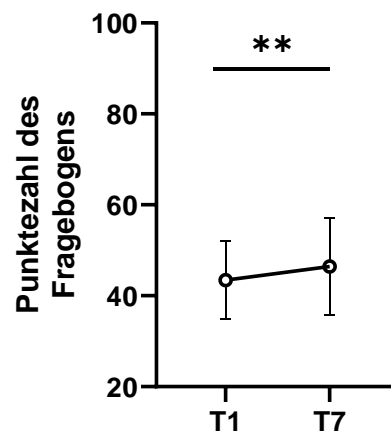
Angst vor sozialer Interaktion (SIAS)

**E**

Alexithymie (TAS)

**F**

Alexithymie (TAS)



**Abb. 1: Depressive Symptome (BDI), Angst vor sozialer Interaktion (SIAS) und Alexithymie (TAS) sind nach sechs Monaten signifikant erhöht.**

Dargestellt sind die Punktzahl des entsprechenden Fragebogens: BDI, SIAS und TAS von T1 und T7 (nach 6 Monaten). Bei allen dargestellten Ergebnissen lässt sich ein signifikanter Unterschied von T1 bis T7 mit einem Anstieg der untersuchten Merkmale erkennen. Hierbei sind in Abbildung A und B die Ergebnisse des BDI zusammengefasst. A zeigt ein Punktdiagramm mit Verbindungslinien, während B den Mittelwert mit entsprechender Standardabweichung des BDI-Fragebogens darstellt. Die Abbildung C und D stellt die Ergebnisse des SIAS dar. C zeigt hierbei ebenfalls ein Punktdiagramm mit Verbindungslinien und D den Mittelwert mit Standardabweichung des SIAS-Fragebogens. E und F zeigen die erreichte Punktzahl des TAS-Fragebogens, wobei E das Punktdiagramm mit Verbindungslinien und F den entsprechenden Mittelwert mit Standardabweichung zeigt. Die Ergebnisse resultieren aus einem zweiseitigen, gepaarten  $t$ -Test (vgl. Tab. 1).  $n = 53$ ,  $**p < 0,01$ , erster (T1) und siebter (T7) Monat, modifiziert nach Morr et al., 2021.

Eine signifikante Zunahme der depressiven Symptomatik konnte mittels BDI von T1 zu T7 ( $t_{(53)} = 3,19$ ;  $p = 0,005^{**}$ ) (vgl. Tab. 1) gemessen werden. Des Weiteren zeigten die Probanden\*innen eine Zunahme bei der Angst vor sozialer Interaktion ( $t_{(53)} = 3,05$ ;  $p = 0,004^{**}$ ). Als letztes zeigten sich signifikante Veränderungen in dem Grad der Alexithymie von T1 zu T7 ( $t_{(53)} = 2,83$ ;  $p = 0,001^{**}$ ) (vgl. Tab. 1). Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Ergebnisse daraufhin deuten, dass es über den Beobachtungszeitraum von 6 Monaten zu Veränderung von depressiven Symptomen, Angst vor sozialer Interaktion und einem Anstieg von alexithymen Merkmalen kam.

## 3.2 Zeitlicher Verlauf von Alexithymie, Einsamkeit und Stress

### 3.2.1 Stress steigt im zeitlichen Verlauf des Studiums an

Die in Tabelle 2 dargestellten Ergebnisse zeigen die erreichten Punkte der Fragebögen: PSS-10, UCLA LS und SNS der Zeitpunkte T1 bis T7. Es sind die Mittelwerte der 54 befragten Probanden\*innen sowie die dazugehörige Standardabweichung in Klammern zum jeweiligen Zeitpunkt aufgetragen.

**Tab. 2: Deskriptive Statistik des wahrgenommenen Stresses, der Einsamkeit und der Größe der sozialen Netzwerke über den gesamten Beobachtungszeitraum (T1 bis T7).**

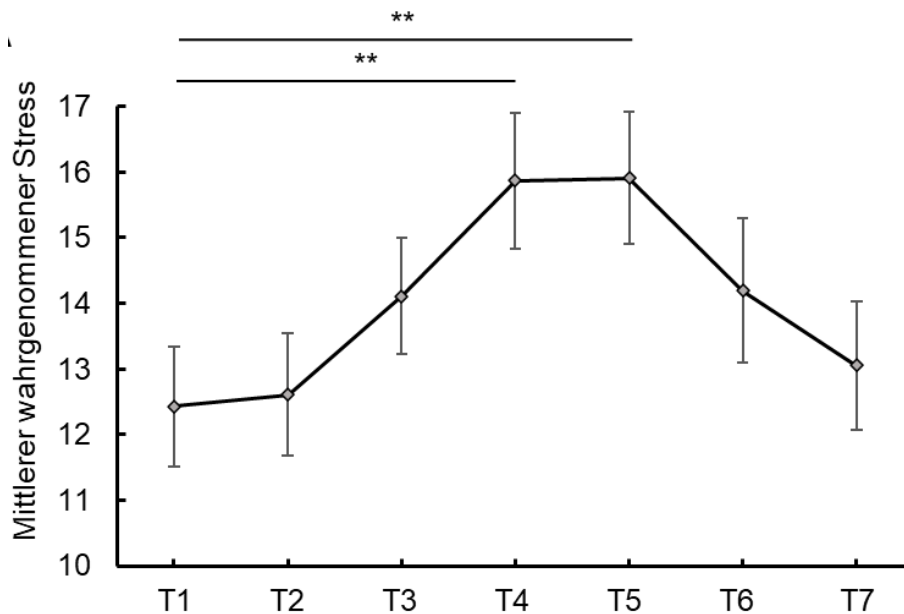
Die Zeitpunkte T1 bis T7 stellen den zeitlichen Verlauf der erreichten Punkte der folgenden Fragebögen: PSS-10 (*Perceived Stress Scale*), UCLA LS (*University of California, Los Angeles Loneliness Scale*), SNS (*Social Network Size*) dar. Die Werte vor den Klammern stellen die Mittelwerte dar, während die Werte in den Klammern die Standardabweichung angeben.  $n = 50 - 53$ , modifiziert nach Morr et al., 2021.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
<b>PSS-10</b>	12,43 (6,7)	12,61 (6,89)	14,11 (6,49)	15,87 (7,55)	15,91 (7,42)	14,2 (7,86)	13,06 (7,2)
<b>UCLA LS</b>	31,94 (5,4)	31,41 (5,86)	30,59 (6,24)	31,75 (6,75)	31,31 (6,13)	30,92 (5,8)	31,24 (6,73)
<b>SNS</b>							
<b>Size</b>	16,94 (7,2)	17,26 (6,07)	17,6 (6,66)	17,51 (6,05)	17,49 (7,41)	17,45 (7,71)	18,37 (7,5)
<b>Roles</b>	4,94 (1,27)	4,85 (1,12)	5,02 (1,15)	4,92 (1,21)	5,04 (1,34)	4,92 (1,23)	5,13 (1,67)
<b>Networks</b>	1,76 (1,12)	1,17 (0,87)	1,83 (0,91)	1,74 (0,81)	1,7 (1,05)	1,82 (1,18)	1,96 (1,12)

Die Ergebnisse des PSS-10 Fragebogen weisen für T1 einen Mittelwert aller Befragten von 12,43 Punkte auf, die bis zu T5 auf ein Maximum von 15,91 Punkte ansteigt und bis zu T7 wieder auf 13,06 Punkte abfällt (vgl. Tab. 2). Dabei zeigt sich mittels *analysis of variances* (ANOVA) mit Bonferroni-korrigierten post-hoc-t-Tests über den Verlauf ein signifikanter Anstieg des wahrgenommenen Stresses ( $F_{(6,294)} = 4,56$ ;  $p < 0,01$ ;  $\eta_p^2 = 0,09$ ), der in Abbildung 2 näher erläutert wird.

Des Weiteren zeigen sich im Fragebogen UCLA LS Schwankungen von einem Minimum mit 30,59 Punkten zum Zeitpunkt T3 und einem Maximum mit 31,94 Punkten zum Zeitpunkt T1. Für das Empfinden von Einsamkeit konnte eine ANOVA über die Messzeitpunkte von T1 zu T7 keine signifikanten Änderungen feststellen ( $F_{(6,288)} = 1,69$ ;  $p = 0,14$ ;  $\eta_p^2 = 0,03$ ).

Die Ergebnisse des Fragebogens des SNS *Size* steigen von T1 mit 16,94 Punkten bis T7 auf 18,37 Punkten an. Die Punkte des Fragebogens SNS *Roles* schwanken zwischen 4,85 Punkten zum Zeitpunkt T2 und 5,13 Punkten zum Zeitpunkt T7. Der letzte dargestellte Fragebogen SNS *Networks* schwankt zwischen 1,17 Punkten zum Zeitpunkt T2 und 1,96 Punkten zum Zeitpunkt T7. Die Größe des sozialen Netzwerks änderte sich im Verlauf der Messreihe nicht signifikant ( $F_{(6,282)} = 0,96$ ,  $p = 0,43$ ,  $\eta_p^2 = 0,02$ ).



**Abb. 2: Der wahrgenommene Stress änderte sich über den Beobachtungszeitraum deutlich und erreichte ein Maximum zwischen Monat vier (T4) und fünf (T5).**

Dargestellt ist der zeitliche Verlauf von T1 bis T7 des mittleren wahrgenommenen Stresses. Dargestellt sind die Mittelwerte mit entsprechenden Standardabweichungen. Es wurde eine Varianzanalyse mit wiederholten Messungen (ANOVA) und Bonferroni-korrigierten post-hoc-t-Tests durchgeführt, um Veränderungen im zeitlichen Verlauf darzustellen.  $n = 51 - 53$ ,  $**p < 0,01$ , modifiziert nach Morr et al., 2021.

In der Abbildung 2 ist der zeitliche Verlauf von Stress über die sieben Zeitpunkte graphisch dargestellt. Hierbei ist zwischen den Zeitpunkten T1 und T4 sowie T1 und T5 ein signifikanter Anstieg des mittleren wahrgenommenen Stresses zu erkennen T4 ( $t_{(52)} = 4,48$ ; Bonferroni-korrigiert  $p (p_{cor}) < 0,01$ ;  $d = 0,47$ ) und T5 ( $t_{(53)} = 3,92$ ;  $p_{cor} = 0,02$ ,  $d = 0,49$ ) (vgl. Abb. 2).

Diese Ergebnisse stehen somit im Einklang mit der aufgeführten Hypothese, dass Stress im zeitlichen Verlauf des universitären Einstiegs zunimmt.

### 3.2.2 Stress korreliert mit Einsamkeit

In Tabelle 3 wird der Zusammenhang von wahrgenommenem Stress mit psychiatrischen Symptomen und sozialen Variablen untersucht. Die nun folgenden Pearson-Korrelationen

geben an, ob ein untersuchtes Merkmal mit dem mittleren wahrgenommenen Stress signifikant korreliert (vgl. Tab. 3). Dabei ergeben sich signifikante Ergebnisse für die folgenden Fragebögen: UCLA LS (T7) (T1:  $r_{(52)} = 0,24$ ;  $p = 0,08$ ; T7:  $r_{(52)} = 0,44$ ;  $p < 0,01$ ), TAS (T1 und T7) (T1:  $r_{(52)} = 0,49$ ;  $p < 0,01$ ; T7:  $r_{(52)} = 0,51$ ;  $p < 0,01$ ), AQ (T7), BDI (T1 und T7) (T1:  $r_{(52)} = 0,63$ ;  $p < 0,01$ ; T7:  $r_{(52)} = 0,72$ ;  $p < 0,01$ ), LSAS (T1 und T7) und SIAS (T1 und T7) (T1:  $r_{(52)} = 0,42$ ;  $p < 0,01$ ; T7:  $r_{(52)} = 0,50$ ;  $p < 0,01$ ). Keine signifikanten Ergebnisse konnten für die Fragebögen SNS (T1:  $r_{(52)} = -0,06$ ;  $p = 0,68$ ; T7:  $r_{(52)} = -0,15$ ;  $p = 0,29$ ) und dem F-SozU (T1:  $r_{(52)} = -0,001$ ;  $p = 0,99$ ; T7:  $r_{(52)} = -0,18$ ;  $p = 0,19$ ) festgestellt werden (vgl. Tab. 3).

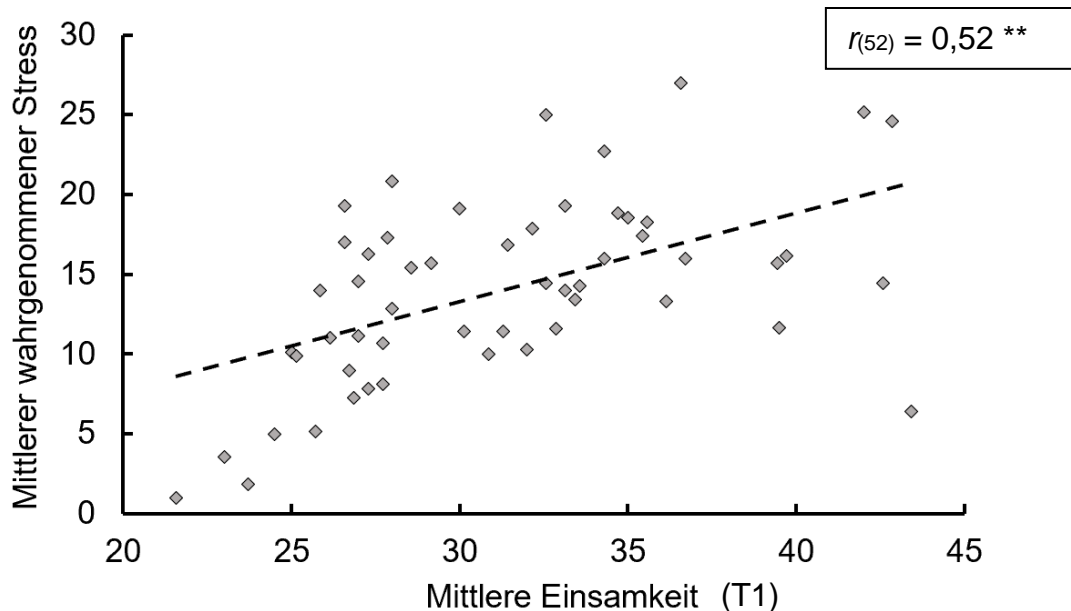
**Tab. 3: Pearson-Korrelation der untersuchten Merkmale im ersten (T1) und letzten (T7) Untersuchungsmonat.**

Diese Tabelle zeigt die Pearson-Korrelation der untersuchten Merkmale beim ersten (T1) und letzten (T7) fMRT. Aufgeführte Fragebögen sind folgende: UCLA LS (UCLA LS *Loneliness Scale*); TAS (*Toronto Alexithymia Scale*); AQ (*Autism Spectrum Quotient*); BDI (*Becks Depression Inventory, Version II*); LSAS (*Liebowitz Social Anxiety Scale*); SIAS (*Social Interaction Anxiety Scale*); SNS (*Social Network Size Questionnaire*); F-SozU (Fragebogen zur Sozialen Unterstützung, short version K-14). Pearson-Korrelation,  $n = 52$ , \* $p \leq 0,05$ . \*\* $p < 0,01$ , modifiziert nach Morr et al., 2021.

Merkmal	T1	T7
<b>UCLA LS</b>	0,24	0,44
<b>TAS</b>	0,49**	0,51**
<b>AQ</b>	0,09	0,33**
<b>BDI</b>	0,63**	0,72**
<b>LSAS</b>	0,41**	0,47**
<b>SIAS</b>	0,42**	0,43**
<b>SNS Network</b>	0	-0,09
<b>SNS Roles</b>	0	-0,1
<b>SNS Number</b>	-0,06	-0,15
<b>F-SozU</b>	0	-0,18



Abbildung 3 stellt einen *Scatter-Plot* mit Darstellung aller Datenpunkte der erreichten Punkte der mittleren Einsamkeit und des mittleren wahrgenommenen Stresses dar. Der mittlere wahrgenommene Stress korreliert positiv mit der empfundenen mittleren Einsamkeit ( $r_{(52)} = 0,52$ ;  $** p < 0,01$ ).



**Abb. 3: Der mittlere wahrgenommene Stress korreliert mit der mittleren Einsamkeit zu Studienbeginn.**

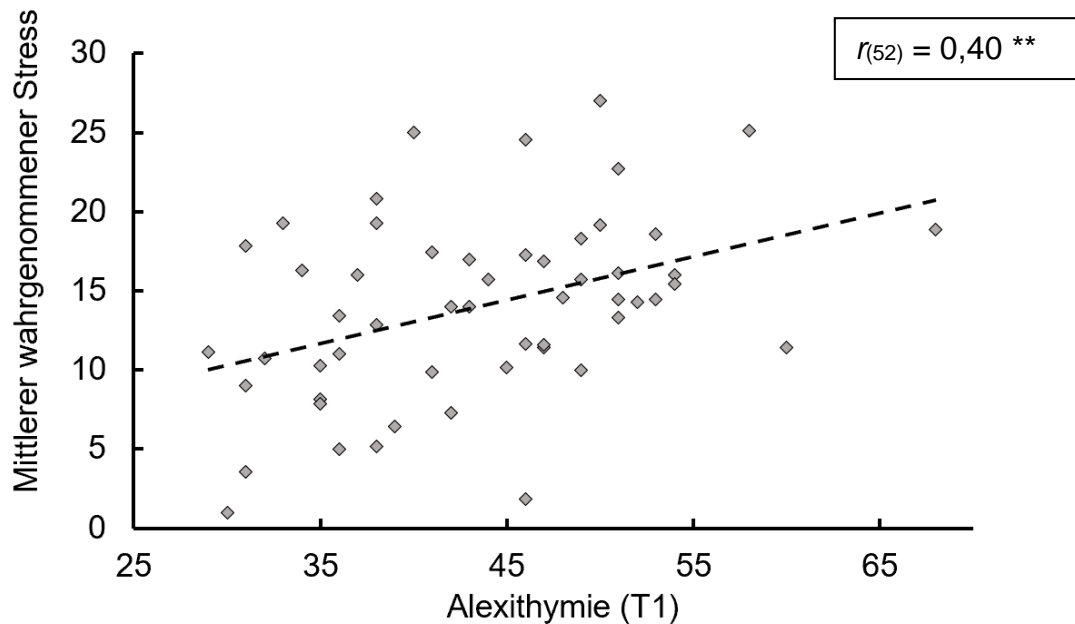
Grafische Darstellung der Pearson-Korrelation zwischen dem mittleren wahrgenommenen Stress und der mittleren Einsamkeit.  $n = 52$ ,  $r_{(52)} = 0,52$ ;  $** p < 0,01$ , modifiziert nach Morr et al., 2021.

Basierend auf den in Abbildung 3 dargestellten Ergebnissen und einem  $r$ -Wert größer 0,5, kann von einer starken Korrelation der beiden untersuchten Parameter ausgegangen werden. Die Hypothese, dass Stress mit Einsamkeit korreliert ist demzufolge anzunehmen.

### 3.2.3 Stress korreliert mit Alexithymie

Die in Tabelle 1 dargestellten Ergebnisse des TAS Fragebogens ergeben von Zeitpunkt T1 zu Zeitpunkt T7 eine signifikante Veränderung ( $t_{(53)} = 2,83$ ;  $p < 0,01$ ;  $d = 0,32$ ). Demnach ist zum Zeitpunkt T7 eine signifikante Zunahme der alexithymen Merkmale nachgewiesen worden. Ob und wie diese nun in Zusammenhang mit dem über die Zeit veränderten mittleren wahrgenommenen Stress stehen, soll im Weiteren untersucht werden. Es

wird davon ausgegangen, dass die beiden Parameter Stress und Alexithymie miteinander korrelieren. Dazu wurde in Abbildung 4 der grafische Zusammenhang mittels *Scatter-Plot* von Alexithymie zum Zeitpunkt T1 und dem mittleren wahrgenommenen Stress dargestellt.



**Abb. 4: Der mittlere wahrgenommene Stress korreliert mit Alexithymie zum Studienbeginn.**

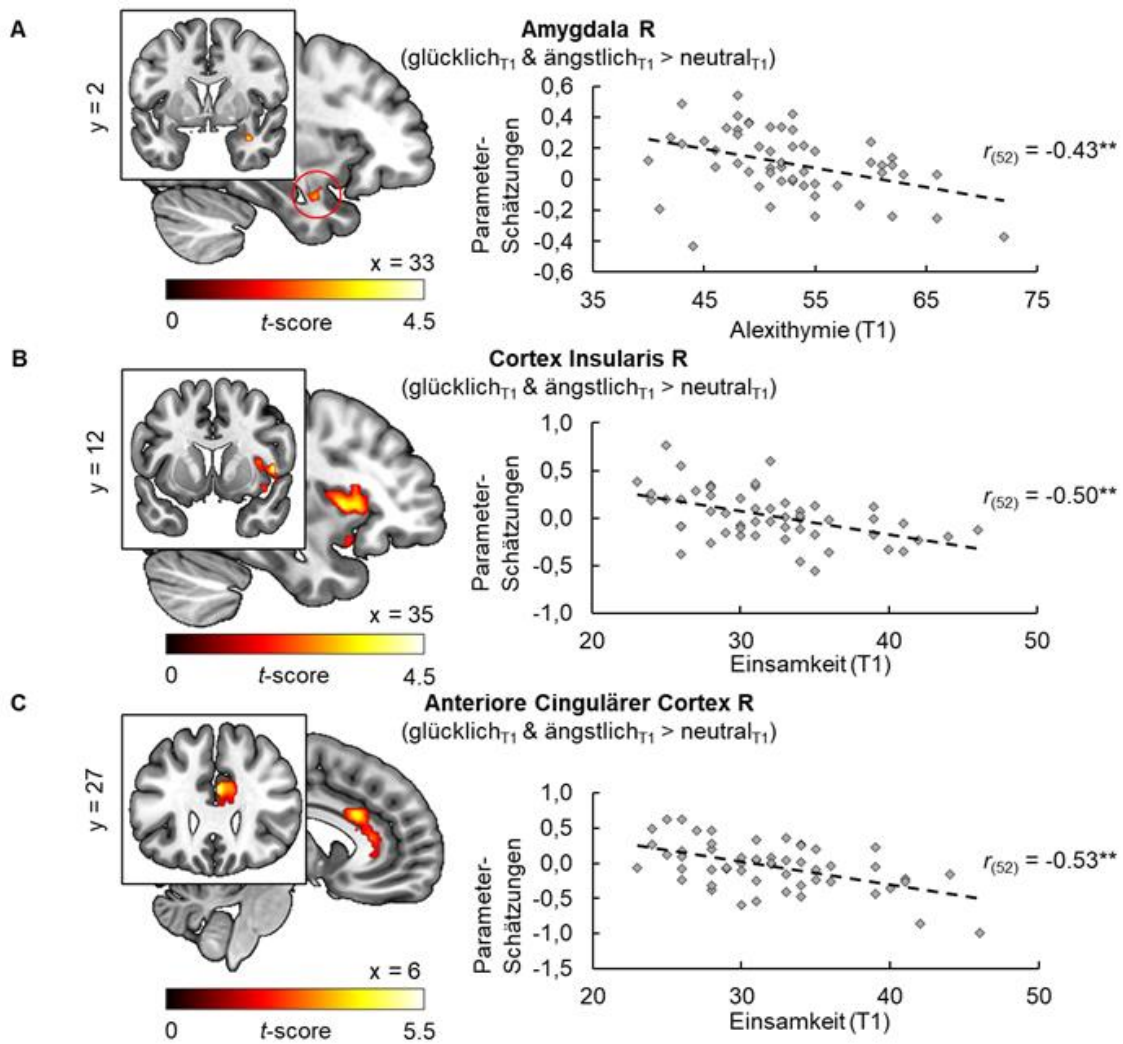
Grafische Darstellung der Pearson-Korrelation zwischen dem mittleren wahrgenommenen Stress und Alexithymie.  $n = 52$ ,  $r_{(52)}=0,40$ ;  $**p < 0,01$ , modifiziert nach Morr et al., 2021.

Basierend auf den in Abbildung 4 dargestellten Ergebnissen korreliert der mittlere wahrgenommene Stress mit Alexithymie ( $r_{(52)} = 0,40$ ;  $**p < 0,01$ ). Demzufolge ist von einer mäßigen positiven Korrelation auszugehen. Je höher der Grad an mittlerem wahrgenommenem Stress, umso höher der Grad an Alexithymie. Demzufolge kann die Hypothese, dass Stress und Alexithymie korrelieren, angenommen werden.

### 3.3 Ergebnisse der funktionalen Bildgebung

Im Weiteren soll nun untersucht werden, ob die oben genannten Ergebnisse auch neuronal nachweisbar sind. Zu diesem Zwecke wurden fMRT-Sitzungen durchgeführt, die Aufschluss über etwaige neurologische Veränderungen liefern sollten. Es wird angenommen, dass es durch emotionale Reize zu Aktivitätsveränderungen in bestimmten Hirnregionen wie dem ACC, der Amygdala und der Insula kommt. Dabei stellen das ACC, die Insula und die Amygdala die *regions of interest* (ROI) dar, die näher analysiert werden sollen.

Anzumerken ist, dass nicht auf Ganzhirneffekte eingegangen wird, da hier keine signifikanten Veränderungen über den Zeitraum T1 bis T7 festgestellt werden konnten. An Abbildung 5 sollen nun aber etwaige Veränderungen der Hirnaktivität der ROIs verdeutlicht werden.



**Abb. 5: Ergebnisse der funktionellen Bildgebung der Amygdala, des Cortex Insularis und des Anteriore Cingulärem Cortex.**

5A stellt die Korrelation von Alexithymie (T1) und den Parameter-Schätzungen der Amygdala-Aktivität auf emotionale Reize (Glücklich & Ängstlich > Neutral) dar. Teilnehmer mit einem hohen Grad an Alexithymie zeigen eine reduzierte Aktivierung für emotionale Gesichter im Vergleich zu neutralen Gesichtern in der rechten Amygdala (A;  $MNI_{xyz}$ : 34, 2, -24,  $t_{(53)} = 3,55$ ,  $p_{FWE} = 0,03$ ). 5B stellt die Korrelation der empfundenen Einsamkeit (T1) mit den Parameter-Schätzungen der Insula-Aktivität auf emotionale Reize (Glücklich & Ängstlich > Neutral) dar. Teilnehmer mit hoher Einsamkeit zeigten geringere Reaktionen auf emotionale Gesichter im rechten anterioren insulären Kortex (B;  $MNI_{xyz}$ : 48, 8, 4,  $t_{(53)} = 4,21$ ,  $p_{FWE} = 0,03$ ). 5C stellt die Korrelation der empfundenen Einsamkeit (T1) mit den Parameter-Schätzungen der Aktivität von dem Anteriorem Cingulärem Cortex auf emotionale Reize (Glücklich & Ängstlich > Neutral) dar. Teilnehmer mit hoher Einsamkeit zeigten geringere Reaktionen auf emotionale Gesichter im rechten anterioren cingulären Kortex (C;  $MNI_{xyz}$ : 2, 26, 24,  $t_{(53)} = 4,82$ ,  $p_{FWE} < 0,01$ ). Als Veranschaulichung sind Cluster mit einem Signifikanzniveau von  $p = 0,05$  gezeigt, FWE *familywise error corrected*, L links, MNI *Montreal Neurological Institute*, R rechts, T1-Studieneingang,  $n = 52 - 53$ ,  $** p < 0,01$ , modifiziert nach Morr et al., 2021.

Hierbei stellt Abbildung 5A den Kontrast zwischen emotionalen Reizen (glücklich & ängstlich) und neutralen Reizen in der Amygdala dar. In der rechten Grafik wird diese in Bezug zur Alexithymie näher untersucht. Auf der linken Seite der Abbildung findet sich eine grafische Darstellung des Gehirns, bei der im Schnittbild in Rot die Amygdala-Aktivität gekennzeichnet ist. Hierbei liefert der dargestellte T-Score als statisches Merkmal eine Aussage über die Aktivität des untersuchten Bereiches.

Abbildung 5B stellt den Kontrast zwischen emotionalen Reizen (glücklich & ängstlich) und neutralen Reizen in der Insula dar. Die rechte Grafik gibt diese Parameter in Bezug zur Einsamkeit wieder. Auf der linken Seite ist wiederum eine grafische Darstellung des Gehirns im Querschnitt mit T-Score und entsprechender Aktivität, im zu untersuchenden Bereich in Rot dargestellt, zu sehen.

Abschließend zeigt die Abbildung 5C den Kontrast zwischen emotionalen Reizen (glücklich & ängstlich) und neutralen Reizen in dem ACC dar. Die rechte Grafik verdeutlicht wiederum den Zusammenhang dieser Parameter zur Einsamkeit, während die linke Grafik Aufschlüsse über die Aktivität in der untersuchten Hirnregion liefert.

### 3.3.1 Verminderte Amygdala-Aktivität auf emotionale Reize bei Vorhandensein von Alexithymie

Die Ergebnisse aus Abbildung 5A verdeutlichen, dass der Grad an Alexithymie Einfluss auf die Gehirnaktivität der Amygdala bei der Wahrnehmung emotionaler Reize hat. Bei Probanden\*innen mit einem hohen Grad an Alexithymie konnte gezeigt werden, dass die rechte Amygdala-Aktivität bei emotionalen Reizen im Vergleich zu neutralen Reizen reduziert war (MNI xyz: 34, 2; -24,  $t_{(53)} = 3,55$ ;  $p_{FWE} = 0,03$ ).

### 3.3.2 Verminderte Insula-Aktivität auf emotionale Reize beim Empfinden von Einsamkeit

Die Ergebnisse aus Abbildung 5B zeigen, dass der Grad an empfundener Einsamkeit Einfluss auf die Gehirnaktivität der Insula bei der Wahrnehmung emotionaler Reize hat. Bei Probanden\*innen mit einem hohen Grad an empfundener Einsamkeit konnte festgestellt werden, dass es zu einer verminderten Aktivität der vorderen rechten Insula auf emotionale Reize kommt (MNI xyz: 48; 8; 4;  $t_{(53)} = 4,21$ ;  $p_{FWE} = 0,03$ ).

### 3.3.3 Verminderte ACC-Aktivität auf emotionale Reize beim Empfinden von Einsamkeit

Die Ergebnisse der Abbildung 5C zeigen, dass der Grad an empfundener Einsamkeit ebenfalls Einfluss auf die Gehirnaktivität des ACC bei der Wahrnehmung emotionaler Reize hat. Hierbei zeigt sich, dass die Aktivität des vorderen rechten ACC bei Probanden\*innen mit einem hohen Grad an empfundener Einsamkeit eine verminderte Aktivität auf emotionale Reize hat (MNI xyz: 2,26; 24;  $t_{(53)} = 4,82$ ,  $p_{\text{FWE}} < 0,01$ ).

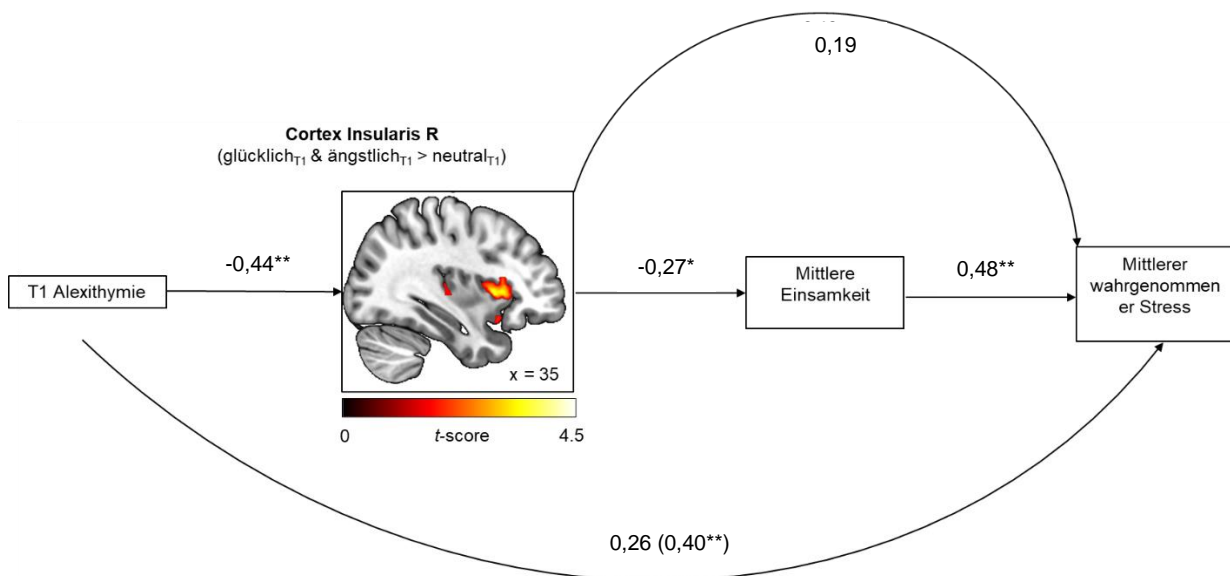
Basierend auf diesen Ergebnissen lässt sich sagen, dass es ein neurobiologisches Korrelat von Alexithymie und der empfundenen Einsamkeit gefunden wurde. Aus diesem Grund ist die in Abschnitt 1.4 genannte Hypothese des neurobiologischen Korrelats (H4) anzunehmen. Daraus ergibt sich ein weiterer Ansatz, wonach nun untersucht werden soll, inwiefern sich Alexithymie und Einsamkeit gegenseitig beeinflussen und welchen Effekt dies auf das subjektive Stressempfinden hat.

### 3.4. Mediationsanalyse

Für die Mediationsanalyse wurde Alexithymie als Prädiktor für subjektiven Stress und Einsamkeit als Mediator verwendet. Die Analyse zeigte, dass die negativen Auswirkungen von Alexithymie auf das wahrgenommene Stressniveau tatsächlich durch Einsamkeit vermittelt werden (indirekter Effekt von Alexithymie auf Stress über Einsamkeit:  $\beta = 0,20$ ; Standardfehler (SE) = 0,10; 95 % Konfidenzintervall (CI) 0,04 – 0,43).

In einem zweiten Schritt wurden die Parameterschätzungen der rechten Amygdala, des rechten ACC und der rechten vorderen Insula (siehe Abb. 5) als weitere Mediator-Variablen zum Modell hinzugefügt, um die zugrunde liegenden neuronalen Mechanismen zu erläutern. Die Analysen ergaben, dass die Verbindung zwischen Alexithymie und Einsamkeit durch eine verminderte Reaktivität der Insula mediiert wird. Hieraus ergibt sich ein signifikanter indirekter Effekt von Alexithymie auf Stress über Insula-Reaktivität und Einsamkeit (serielle Mediation:  $\beta = 0,06$ ; SE = 0,04; 95 % CI 0,01 – 0,15). Des Weiteren konnten keine weiteren Mediationseffekte für die Insula, die Amygdala oder den ACC beobachtet werden (alle 95 % CIs von weiteren indirekten Effekten über die Gehirnaktivierung beinhalteten null).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Ergebnisse der Mediationsanalyse zeigen, dass Alexithymie einen wichtigen Einfluss auf den empfundenen Stress direkt hat. Zusätzlich wirkt sich Alexithymie auf die Aktivität auf emotionale Reize in der Insula aus. Diese verminderte Aktivität auf emotionale Reize wirkt sich auf das Empfinden von Einsamkeit aus, was wiederum das Empfinden von Stress verstärkt. Somit wirkt sich Alexithymie auch auf das Empfinden von Stress aus, indem es das Empfinden von Einsamkeit und die Insula Aktivität als Mediator nutzt. Diese Verbindung wurde hauptsächlich durch die Faktoren „Schwierigkeiten beim Beschreiben von Gefühlen" und „Schwierigkeiten beim Erkennen von Gefühlen" der TAS bestimmt.



**Abb. 6: Mediationsanalyse von Alexithymie, Cortex Insularis, mittlerer Einsamkeit und mittlerem wahrgenommenem Stress.**

Diese Abbildung stellt die Mediationsanalyse von Alexithymie auf die Insula, von der Insula auf die empfundene Einsamkeit und von der empfundenen Einsamkeit auf den wahrgenommenen Stress dar. Zusätzlich wird die Auswirkung von Alexithymie auf den wahrgenommenen Stress und die Aktivität der Insula auf den wahrgenommenen Stress dargestellt. Dabei vermittelt die mittlere Einsamkeit den Zusammenhang zwischen Alexithymie zu Studienbeginn und der mittleren Stresswahrnehmung. Darüber hinaus vermittelt die Aktivität der rechten Insula als Reaktion auf emotionale Reize bei Studienbeginn den Zusammenhang zwischen Alexithymie und Einsamkeit. Die Zahlen zeigen standardisierte  $\beta$ -Koeffizienten. Der  $\beta$ -Koeffizient in Klammern zeigt den Gesamteffekt ohne Mediatoren. Die Koordinaten der Insula sind im Raum des *Montreal Neurological Institute* angegeben. Zur Veranschaulichung wird das Cluster mit einem Signifikanzniveau von  $p = 0,05$  dargestellt.  $n = 52 - 53$ , \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; T1 = Studienbeginn, modifiziert nach Morr et al., 2021.

## 4 Diskussion

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, Erstsemesterstudierende zu untersuchen und nachzuweisen, dass es während des universitären Beginns zu einem erhöhten Stressempfinden kommt. Da der Übergang vom schulischen zum universitären Leben mit Veränderungen des sozialen Netzwerkes einhergeht und zu einer verstärkten psychosozialen Belastung führen kann und in anderen Studien bereits analysiert wurde, fiel der Untersuchungszeitraum auf das erste Semester (vgl. Abs. 1.1). Es sollte untersucht werden, ob Alexithymie mit dem gemessenen Stress korreliert und dieser Zusammenhang durch Einsamkeit mediiert wird. Des Weiteren sollte es aufgrund der überlappenden neuronalen Substrate von Alexithymie und Einsamkeit zu Veränderungen in der Insula, dem ACC und der Amygdala kommen. Diese Veränderungen sollten dann in Zusammenhang mit der Stress-Entwicklung gebracht werden, um nachvollziehen zu können, wie sich die neurobiologischen Veränderungen auf das Stressempfinden auswirken können. Zur Überprüfung der hier dargestellten Hypothesen wurden Erstsemesterstudierende während des universitären Übergangs über sechs Monate begleitet.

### 4.1 Stress in Transitionsphase (H1)

Die oben dargestellten Ergebnisse zur Hypothese, dass Stress während einer Transitionsphase ansteigt (H1) (vgl. Abs.1.1), konnte bei den Studierenden zum Beginn des Studiums reproduziert werden (vgl. Tab. 2) (Compas et al., 1986; Fisher und Hood, 1987). Die ausgewählten Einschlusskriterien sorgten dafür, dass eine Stichprobe gewonnen werden konnte, bei der alle Probanden\*innen vorher noch nie zur Universität gegangen, sowie von Zuhause ausgezogen sind. Somit sind die Gegebenheiten für alle Probanden\*innen ähnlich und es lässt sich der individuell empfundene Stress der Probanden\*innen miteinander vergleichen. Durch die Einschlusskriterien entstand eine relativ kleine Stichprobe von Probanden. Obwohl die Ergebnisse statistisch signifikant sind, wäre eine größere Stichprobe besser um sicher zu stellen, ob die Ergebnisse repräsentativ für die Gesamtbevölkerung sind. Hinzukommend besteht die Stichprobe aus jungen Erwachsenen (Durchschnittsalter 18,85 Jahre) was dazu führt, dass es unklar ist, ob die Erkenntnisse auf andere Altersgruppen übertragen werden können. Um den Stress zu erfassen, wurde die PSS-10 verwendet, welche dazu dient, Situationen im eigenem Leben als stressig oder nicht stressig zu bewerten (Chan und La Greca, 2013). Der Fragebogen wurde bei



Jugendlichen bereits eingesetzt und gilt als geeignet für Universitätsstudierende. Zu beachten ist, dass die Studie auf selbstberichteten Daten der Teilnehmenden basiert. Diese sind anfällig für Verzerrungen und Erinnerungsfehler und es ist möglich, dass einige der Teilnehmenden Schwierigkeiten hatten, ihre Emotionen und Empfindungen genau zu beschreiben, insbesondere wenn sie von Alexithymie betroffen sind.

#### 4.2 Korrelation zwischen Alexithymie und Stress (H2)

Die Ergebnisse anderer Studien legen nahe, dass Alexithymie mit Stress korreliert (Martin und Pihl, 1985). Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit stützen die Annahme, dass Alexithymie mit dem Empfinden von Stress korreliert (H2) (vgl. Abb.4). Bei den Probanden\*innen kommt es im zeitlichen Verlauf zu einem Anstieg von Alexithymie. Hierbei ergänzen die dargestellten Ergebnisse der Daten die Stress-Alexithymie-Hypothese (Martin und Pihl, 1985), welche besagt, dass Alexithymie bei stressreichen Ereignissen die Reaktion des Betroffenen in spezifischer Weise verändert, indem Alexithymie ein effektives Coping mit dem Stressor verhindert. Zusätzlich fehlen den Betroffenen kognitive Ressourcen, da sie die Emotionen nicht verarbeiten können und deshalb den Stressor möglicherweise falsch interpretieren.

Die vorliegende Arbeit erweitert die Stress-Alexithymie-Hypothese um den Aspekt der Einsamkeit, indem dargestellt werden konnte, dass Einsamkeit die von Alexithymie ausgehenden Effekte auf das subjektive Stressempfinden mediiert (vgl. Abs. 3.4). Des Weiteren haben die Betroffenen, welche Probleme bei der Identifizierung von Emotionen hatten, zu Beginn ihrer Transitionsphase mehr Stress empfunden, da sie sich vermehrt sozial isoliert gefühlt haben (Lumley et al., 1996). Dies könnte daran liegen, dass sie aufgrund der vorhandenen Alexithymie, Schwierigkeiten dabei hatten, Verbundenheit zu anderen Personen zu empfinden und somit eine emotionale Bindung aufzubauen. Hierzu wurde dargestellt, dass die Größe des sozialen Netzwerkes bei den Studierenden gleichblieb (vgl. Tab. 2). Dabei ist es interessant, dass trotz des Eintretens in ein neues soziales Netzwerk, welches das bestehende soziale Netzwerke durch Knüpfung neuer sozialer Kontakte (Wrzus et al., 2013) ergänzen würde, kein Nutzen für alexithyme Studierende daraus hervorging. Sie konnten demnach nicht von den Ressourcen des neuen sozialen Netzwerkes profitieren (vgl. Tab. 1).

Im Gegensatz zur Einsamkeit standen objektive soziale Netzwerkindizes nicht in signifikantem Zusammenhang mit Alexithymie oder dem wahrgenommenen Stress. Dies bestätigt eine Studie mit Studienanfänger\*innen, welche einen negativen Zusammenhang zwischen Antikörperreaktion auf die Gripeschutzimpfung und der empfundenen Einsamkeit, nicht aber zwischen der Größe des sozialen Netzwerkes und der vermittelten Immunreaktion zeigen konnte (Pressman et al., 2005). Dementsprechend unterstützen die Daten die Vorstellung, dass die subjektive Wahrnehmung sozialer Verbundenheit ein wichtiger Prädiktor für die Stress-Reaktivität in Übergangsphasen sein könnte, anders als die objektiv vorhandenen sozialen Kontakte. Hinzu kommt, dass gezeigt werden konnte, dass Alexithymie als prädiktiver Wert für das Empfinden von Einsamkeit dient. Die Ergebnisse stimmen demnach mit weiteren Studien überein, da sie einen signifikanten Zusammenhang zwischen Alexithymie und der Schwierigkeit Emotionen zu erkennen und zu beschreiben darlegen (Qualter et al., 2009). Dies führt dazu, dass sich Personen, die Schwierigkeiten haben, Emotionen zu erkennen, auch schlechter in soziale Netzwerke integrieren können. Der universitäre Übergang ist somit eine Problematik, an der sich Untersuchungen zu Transitionsphase und dem wahrgenommenen Stress durchführen lassen. Basierend darauf konnten ebenfalls ältere Modelle repliziert werden, die einen Zusammenhang zwischen Alexithymie und Einsamkeit darstellen (Qualter et al., 2009).

#### 4.3 Übermittlung von Alexithymie auf Einsamkeit durch die Insula (H3)

Es konnte gezeigt werden, dass die Insula die Effekte der Alexithymie auf die Wahrnehmung von Einsamkeit übermittelt und somit das Empfinden von Stress verstärken kann (H3) (vgl. Abb. 3.4). Hinzuzufügen ist, dass die Insula eine entscheidende Rolle in unserer emotionalen Entscheidungsfindung spielt (Singer et al., 2009). Sie verarbeitet unsere Gefühlszustände und bildet einen Teil unseres emotionalen Gedächtnisses. So kann sie bei der Entscheidungsfindung das Risiko abwägen und ist bei der Entstehung des Gefühls von Unsicherheit beteiligt. So neigen zum Beispiel Patient\*innen mit Läsionen in der Insula zu einem schlechteren Urteilsvermögen und haben dadurch Probleme, effektiv auf ihre Umwelt zu reagieren. (Bar-On et al., 2003).

Des Weiteren ist die Insula ein Teil des limbischen Systems, womit sie mit vielen anderen Hirnstrukturen interagiert, denen die Verarbeitung von Emotionen zugeschrieben werden

(Kötter und Meyer, 1992). Sie stellt dabei einen zentralen Verarbeitungspunkt von Emotionen und Selbstwahrnehmung dar (Critchley et al., 2004). Außerdem spielt sie eine wichtige Rolle bei der sozialen Integration. So wird deutlich, dass bei einer Endotoxin induzierten Pathologie des Glucosestoffwechsels der Insula ein Verlust des Interesses am sozialen Umfeld einhergehen kann (Hannestad et al., 2012). Ähnlich ist es mit Personen, die ein hohes Maß an Einsamkeit empfinden. Bei den Betroffenen konnte eine geringere Aktivität der Insula nachgewiesen werden, wenn sie Vertrauensentscheidungen treffen mussten (Lieberz et al., 2021). Des Weiteren konnte mittels Positronen-Emissions-Tomographie festgestellt werden, dass es bei Betroffenen, die unter Alexithymie leiden, zu einer veränderten Dopaminrezeptorverfügbarkeit des D2-Typs in der Insula kommt (Okita et al., 2016). Dies hat zur Folge, dass die Betroffenen Probleme damit haben, Gefühle richtig zu identifizieren. Des Weiteren ist bekannt, dass das Volumen der Grausubstanz der Insula umgekehrt mit dem Auftreten von Alexithymie korreliert (Laricchiuta et al., 2015). Basierend darauf kommt es durch eine Schädigung der anterioren Insula bei Läsionspatienten zu Alexithymie (Hogeveen et al., 2016). Daher wurde die Theorie aufgestellt, dass eine Dysfunktion der Insula bei Alexithymie ein transdiagnostischer Marker für Empathie-Defizite sein könnte (Valdespino et al., 2017). Insgesamt ist die Insula eine stark vernetzte Region und nimmt von vielen weiteren emotionalen Hirnregionen Informationen auf, um sie zu verarbeiten. Prospektiv sollte untersucht werden, inwiefern sich eine verminderte Aktivität auf emotionale Reize auf weitere Hirnregionen ausübt. Zusätzlich könnte ein gezieltes Neurofeedback-Training etabliert werden, welches darauf abzielt, die Insula zu aktivieren und die negativen Effekte von Alexithymie auf Einsamkeit und den dadurch resultierenden vermehrten Stress zu therapieren. Dies könnte nicht nur das Gefühl von Einsamkeit, sondern auch den psychosozialen Stress verringern (Keynan et al., 2019). Des Weiteren deuten die Ergebnisse der Studie auf einen Mechanismus hin, welcher dafür sorgt, dass die gedämpfte Reaktion der Insula auf externe emotionale Reize den Zusammenhang zwischen Alexithymie und verstärkt wahrgenommener sozialer Isolation mediert. Daraus lässt sich zunächst schlussfolgern, dass das beobachtete Ergebnismuster konsistent mit der Annahme ist, dass soziale Verbundenheit die Fähigkeit erfordert zwischen interozeptiver und exterozeptiver Aufmerksamkeit zu wechseln (Arnold et al., 2019), was durch die Insula zustande kommen könnte.

Des Weiteren könnte die verminderte Aktivität der Insula auf emotionale Reize auch auf eine gestörte neuronale Plastizität hinweisen, wie sie im präfrontalen Kortex mit einer Aufmerksamkeitsverschiebungsaufgabe nach längerem psychosozialen Stress beobachtet wurde, die für die limbische Reaktivität auf emotionale Stimuli stärker ausgeprägt ist. (Liston et al., 2009). Dies würde bedeuten, dass Alexithymie zu biochemischen und neuronalen Veränderungen in der Insula führt, welche sich auf neuronale Schaltkreise die für die Verarbeitung von Emotionen und kognitiven Funktionen verantwortlich sind, auswirkt. Weitere Forschung ist erforderlich, um die Beziehung zwischen neuronaler Plastizität und Alexithymie besser zu verstehen und um mögliche neue Ansätze für die Behandlung von Alexithymie zu entwickeln. Interessant wäre nun, in diesem Zusammenhang, in wie weit die neu aufgetretenen neuronalen Veränderungen sich wieder verändern, wenn sich der Grad an Alexithymie normalisiert.

Darüber hinaus konnte eine Zunahme der Alexithymie-Werte beobachtet werden, die möglicherweise durch die Transitionsphase entstanden ist. Der anhaltende, subjektive psychosoziale Stress könnte dafür gesorgt haben, dass es bei den Betroffenen zu einer sekundären Alexithymie kommt (Messina et al., 2014). Bei der sekundären Alexithymie wird davon ausgegangen, dass sie durch die Erfahrung von chronischem Stress entsteht. Als solches könnten diese erfahrungsbedingten Veränderungen echte Merkmalsassoziationen in der zweiten fMRT-Sitzung (T7) überdeckt haben. Zu beachten ist, dass die allostatische Belastung beim Übergang zum universitären Leben zu einem signifikanten Anstieg der depressiven Symptome, der sozialen Interaktionsangst und Autismus ähnlichen Merkmalen nach sechs Monaten führte (vgl. Abs. 3.1). Dies sollte ausschlaggebend dafür sein, präventive Maßnahmen zu ergreifen und Betroffenen soziale Unterstützung anzubieten, um die negativen Auswirkungen zu reduzieren.

#### 4.4 Neurobiologisches Korrelat (H4)

Durch die fMRT-Versuche konnte dargestellt werden, dass es bei Betroffenen mit einem hohen Grad an Alexithymie zu einer verminderten Aktivität auf emotionale Reize in der Insula, der Amygdala und dem ACC kommt (vgl. Abb. 2). Dieser Effekt konnte auch in anderen Studien dargestellt werden (van der Velde et al., 2013; Cacioppo et al., 2009). So zeigte eine Studie, dass durch Neurofeedback, welches auf die Amygdala abzielte,

eine Stress Reduktion erzeugt werden und darüber hinaus noch eine Abnahme von Alexithymie beobachtet werden konnte. (Keynan et al., 2019). Des Weiteren wurde die Amygdala auch mit Einsamkeit und sozialer Unterstützung in Verbindung gebracht. So wurde ein Rückgang des wahrgenommenen Stresses und der Einsamkeit durch das Amygdala Volumen moderiert (Ehlers et al., 2017) und die Erfahrung sozialer Unterstützung durch die Aktivität der Amygdala reguliert (Sato et al., 2020). In ähnlicher Weise wurde auch das ACC nicht nur mit Einsamkeit, sondern auch mit Alexithymie in Verbindung gebracht. So korreliert die Größe des ACC mit dem Grad der vorhandenen Alexithymie (Scheef et al., 2005). Hinzu kommt, dass ein hohes Maß an Alexithymie mit einer erhöhten Reaktion auf emotionale Stimuli im ACC einhergeht (van der Velde et al., 2013). Darüber hinaus spielt das ACC eine Rolle bei der Verarbeitung von sozialem Schmerz und sozialer Unterstützung (Onoda et al., 2009). Insgesamt scheint das ACC ein Knotenpunkt für die Integration von sozialen Informationen und Empathie zu sein (Lavin et al., 2013). Die Amygdala und das ACC sind als Teil des limbischen Systems dafür zuständig, Emotionen zu verarbeiten und dadurch Einfluss auf das vegetative Nervensystem nehmen (Zilles und Rehkämper, 1994). Die gesammelten Ergebnisse (vgl. Abs. 3.3) können die Daten aus den oben dargestellten Studien replizieren und sind somit von großer Bedeutung, da sie die Annahme eines neurobiologischen Korrelats zwischen dem Volumen der untersuchten Hirnregion und den wahrgenommenen Emotionen liefert (H4). In diesem Kontext ist die Funktion der Insula besonders hervorzuheben, da die Ergebnisse der Mediationsanalyse gezeigt haben, dass die Folgen, die von Einsamkeit ausgehen und sich auf die Wahrnehmung von Stress auswirken können, durch die Insula vermittelt werden (vgl. Abs. 3.4).

#### 4.5 Ausblick

Wie in Abschnitt 1 beschrieben, ist Stress ein Risikofaktor für viele somatische und psychische Erkrankungen. Aus diesem Grund ist es wichtig, Personen vor den negativen Folgen von Stress zu schützen. Hier sind besonders Patient\*innen in einem Krankenhaus zu nennen. Das Krankenhaus stellt für viele Patient\*innen eine Transitionsphase dar. Hier ist beispielsweise eine onkologische Erkrankung zu nennen, die für die Patient\*innen eine sehr emotionale und anstrengende Zeit mit sich bringen kann (Northouse, 1985). Es hat

sich gezeigt, dass viele Patient\*innen, die eine schwere Diagnose erhalten haben, häufiger unter psychischen Erkrankungen, wie zum Beispiel Depression, Angststörungen oder posttraumatischen Belastungsstörungen, leiden können (Yang et al., 2016). Wie bereits in Absatz 3.4 erläutert, wirkt sich das Vorhandensein von Alexithymie und Einsamkeit negativ auf das Empfinden von Stress aus, welcher wiederum ein Risikofaktor für die Gesundheit der betroffenen Person darstellt. Die unter Absatz 1 dargestellte Co-Morbidität könnte die Genesung des Patienten verhindern. Deswegen ist es wichtig, nach dem Empfinden von Einsamkeit und Alexithymie zu Fragen, denn, eine Studie zum Thema soziale Teilnahme am Leben zeigte, dass sie einen wichtigen Einfluss auf das Sterberisiko eines Individuums haben kann (Sugisawa et al., 1994). Daraus ließ sich schließen, dass Menschen, die wenig soziale Teilhabe empfanden, früher gestorben sind als Menschen, die viel soziale Teilhabe empfunden haben. Des Weiteren kommt es bei Patient\*innen, die unter einer chronischen Erkrankung leiden, häufig zu einer Selbstisolation, so dass die Betroffenen nicht mehr am sozialen Miteinander in ihrem Leben teilnehmen wollen (Cantarero-Prieto et al., 2018). Dies könnte daran liegen, dass die Betroffenen unter Alexithymie und ihren Folgen leiden. So wurde bei einer Gruppentherapie von Patient\*innen mit Rheumatoider-Arthritis nach Alexithymie gefragt und wie sich die Alexithymie im Laufe der Therapie verändert (Poulsen, 1991). Es wurde deutlich, dass sich während der Gruppentherapie die alexithymen Merkmale verringerten und die subjektiven Symptome der Betroffenen verbessert haben. Es zeigte sich, dass die Betroffenen von der Gruppentherapie profitierten und ihr Grad an Alexithymie verringert werden konnte.

Aufgrund dieses positiven Ergebnisses könnte dieses Verfahren auch in Rehaeinrichtungen oder in Altersheimen angewandt werden. Die Betroffenen treten in ein neues soziales Netzwerk ein, von dem sie profitieren könnten. Durch das gezielte Erfragen von Alexithymie in der Anamnese könnte verhindert werden, dass die Betroffenen sich isolieren und keinen Nutzen aus dem neuen sozialen Netzwerk ziehen. Gezielte Interventionen der Insula, wie zum Beispiel Neurofeedback-Training, könnten einen protektiven Effekt auf das psychische Wohlbefinden des Betroffenen haben und negative Symptome bessern, so dass der Betroffene die Ressourcen des neuen sozialen Netzwerkes besser nutzen kann. Dies hätte zur Folge, dass sich das Risiko einer psychischen Erkrankung verringern würde (Berthoz et al., 1999).

Aber nicht nur im stationären Umfeld würde das Erfragen von Alexithymie einen Vorteil mit sich bringen, auch im ambulanten Bereich, wie beispielsweise beim Hausarzt, sollte gezielt nach Alexithymie gefragt werden. Personen, die einen neuen Beruf ausüben, gerade umgezogen sind oder einen Todesfall in der Familie durchmachen mussten, könnten von frühen Interventionen profitieren. Zusätzlich zählen psychische Erkrankungen zu einer der häufigsten Gründe, weshalb ein Arbeitnehmer in Deutschland in den letzten Jahren krankgeschrieben wurde (Radtke, 2022). Durch frühe präventive Maßnahmen könnte diese Zahl reduziert werden und Kosten für die Krankenkassen gesenkt werden. Zusätzlich könnte eine frühe Prävention den Betroffenen helfen, nicht in negative Muster zu verfallen und somit die Anzahl der als Folge dieser entstehenden teuren und aufwendigen Interventionen zu verringern. Die Prävention könnte deren Notwendigkeit minimieren, da es gar nicht mehr zu dem Punkt kommen würde, an dem sie für die Patient\*innen notwendig werden.

Insgesamt liefern die Ergebnisse Belege für einen engen Zusammenhang zwischen unserem emotionalen Bewusstsein und der wahrgenommenen sozialen Isolation. Es wurde deutlich, dass die Fähigkeit Emotionen zu erkennen und diese zu beschreiben wichtig sind, um nicht in soziale Isolation zu fallen. Neuronal konnte dargestellt werden, dass eine gedämpfte Insula-Reaktivität auf emotionale Reize als möglicher zugrundeliegender Mechanismus dient, der Alexithymie mit Einsamkeit verbindet und somit die Anfälligkeit für wahrgenommenen Stress vergrößert.

Ausgehend von diesen Erkenntnissen sollten neurobiologische Interventionen mit Verfahren zur Modifizierung der kognitiven Verzerrungen auf das Gefühl der sozialen Isolation zielen, um Betroffene mit alexithymen Zügen zu unterstützen, den Stress in Transitionsphase zu verringern und dadurch das Risiko für die Entstehung von psychischen Erkrankungen zu verringern. Darüber hinaus könnte ein Neurofeedback-Training, das auf die Insula abzielt, das Gefühl der sozialen Isolation reduzieren und damit möglicherweise die Stressbewältigung bei belastenden Lebensereignissen, wie zum Beispiel einer Krebsdiagnose, verbessern. Die Betroffenen könnten dadurch besser von einem neuen sozialen Netzwerk profitieren und hätten mehr Ressourcen, um den vorhandenen Stress zu bewältigen.

## 5 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit zielte darauf ab, das Zusammenspiel von Alexithymie und Einsamkeit auf das subjektive Stressempfinden näher zu erläutern. Alexithymie und das Empfinden von Einsamkeit zählen als Risikofaktoren für das Empfinden von Stress, welcher wiederum als ein Risikofaktor für verschiedene psychische und physische Erkrankungen gilt. Inwiefern Alexithymie und Einsamkeit zusammen Stress beeinflussen ist bislang noch unklar. Aus diesem Grund wurden bei vulnerablen Erstsemesterstudierenden Daten in Form von Fragebögen zum Thema empfundener Stress (PSS-10), der empfundenen Einsamkeit (UCLA LS), dem Grad an Alexithymie (TAS), der Größe des sozialen Netzwerks (SNS) und des Vorhandenseins von depressiven Symptomen (BDI) im ersten Semester über sechs Monate erhoben worden. Zusätzlich wurde im Abstand von sechs Monaten ein Eingangs-fMRT (T1) und ein Ausgangs-fMRT (T7) durchgeführt, um mögliche neurobiologische Veränderungen darzustellen.

Die Annahme, dass die Studierenden zum Semesterbeginn vermehrt Stress wahrnehmen, und Alexithymie mit Stress korreliert, konnte dargelegt werden. Außerdem konnte gezeigt werden, dass die Effekte der Alexithymie auf die Wahrnehmung von Einsamkeit übermittelt werden und somit das Empfinden von Stress verstärken können. Neuronal wurde deutlich, dass es bei Probanden\*innen mit erhöhten Einsamkeitswerten zu einer Signalabnahme in der Insula auf emotionale Reize kommt. Die verminderte Insula-Aktivität vermittelt den Zusammenhang zwischen Alexithymie und Einsamkeit, der den wahrgenommenen psychosozialen Stress vorhersagt. Die Ergebnisse legen nahe, dass Alexithymie den subjektiven Stress durch eine verminderte Insula-Aktivität und eine verstärkte Wahrnehmung von sozialer Isolation verstärkt.

Hierzu könnte eine stabile Insula-Aktivität als potentieller Schutzfaktor gegenüber negativen Folgen von Alexithymie dienen. Daher ist eine frühzeitige präventive Maßnahme zu empfehlen, sodass Menschen, die sich in einer Transitionsphase befinden, soziale Unterstützung angeboten bekommen oder durch gezieltes Neurofeedback-Training die Aktivität der Insula erhöht wird, um die Betroffenen resilienter gegenüber den negativen Auswirkungen von Alexithymie zu machen.



## 6 Abbildungsverzeichnis

<b>Abb. 1: Depressive Symptome (BDI), Angst vor sozialer Interaktion (SIAS) und Alexithymie (TAS) sind nach sechs Monaten signifikant erhöht.....</b>	<b>37</b>
<b>Abb. 2: Der wahrgenommene Stress änderte sich über den Beobachtungszeitraum deutlich und erreichte ein Maximum zwischen Monat vier (T4) und fünf (T5). .....</b>	<b>39</b>
<b>Abb. 3: Der mittlere wahrgenommene Stress korreliert mit der mittleren Einsamkeit zu Studienbeginn. ....</b>	<b>41</b>
<b>Abb. 4: Der mittlere wahrgenommene Stress korreliert mit Alexitymie zum Studienbeginn. ....</b>	<b>42</b>
<b>Abb. 5: Ergebnisse der funktionellen Bildgebung der Amygdala, dem Cortex Insularis und dem Anteriore Cingulärem Cortex.....</b>	<b>44</b>
<b>Abb. 6: Mediationsanalyse von Alexithymie, Cortex Insularis, mittlerer Einsamkeit und mittlerem wahrgenommenem Stress. ....</b>	<b>47</b>

## 7 Tabellenverzeichnis

<b>Tab. 1: Die psychometrischen Tests zeigen signifikante Änderungen zu Studien- beginn (T1) und nach sechs Monaten (T7) der untersuchten Merkmale: Depression, Angst vor sozialer Interaktion und Alexithymie .....</b>	<b>34</b>
<b>Tab. 2: Deskriptive Statistik des wahrgenommenen Stresses, der Einsamkeit und der Größe der sozialen Netzwerke über den gesamten Beobachtungszeitraum (T1 bis T7). ...</b>	<b>38</b>
<b>Tab. 3: Pearson-Korrelation der untersuchten Merkmale im ersten (T1) und letzten (T7) Untersuchungsmonat.....</b>	<b>40</b>

## 8 Literaturverzeichnis

A. T. BECK MD, C. H. WARD MD, M. MENDELSON M. 1961. An Inventory for Measuring Depression. Verfügbar unter <https://jamanetwork.com/journals/jamapsychiatry/article-abstract/487993>

A. Wirtz, F. Nachreiner, B. Beermann, F. Brenscheidt, A. Siefer. 2009. Lange Arbeitszeiten und Gesundheit

Abbasi M. Self-efficacy and alexithymia as moderators between perceived social support and stress among parents of children with learning disabilities. *EJM* 2017; 12: 218–229

Abolghasemi A, Varaniyab ST. Resilience and perceived stress: predictors of life satisfaction in the students of success and failure. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 2010; 5: 748–752

Andresen S, Lips A, Rusack T, Schröer W, Thomas S, Wilmes J. Verpasst? Verschoben? Verunsichert? Junge Menschen gestalten ihre Jugend in der Pandemie: Universitätsverlag Hildesheim 2022

Andrew F. Hayes. Introduction to Mediation, Moderation, and Conditional Process Analysis, Second Edition: A Regression-Based Approach Methodology in the Social Sciences: Guilford Publications 2017

Arnold AJ, Winkielman P, Dobkins K. Interoception and Social Connection. *Front. Psychol.* 2019; 10: 2589

Bar-On R, Tranel D, Denburg NL, Bechara A. Exploring the neurological substrate of emotional and social intelligence. *Brain : a journal of neurology* 2003; 126: 1790–1800

Baron-Cohen S, Wheelwright S, Skinner R, Martin J, Clubley E. The autism-spectrum quotient AQ: evidence from Asperger syndrome/high-functioning autism, males and females, scientists and mathematicians. *Journal of autism and developmental disorders* 2001; 31: 5–17

Berretta S. Cortico-amygdala circuits: role in the conditioned stress response. *Stress Amsterdam, Netherlands* 2005; 8: 221–232

Berthoz S, Consoli S, Perez-Diaz F, Jouvent R. 1999. Alexithymia and anxiety: compounded relationships? A psychometric study

Berthoz S, Pouga L, Wessa M. 2012. Alexithymia from the Social Neuroscience Perspective - Oxford Handbooks

Boinon D, Sultan S, Charles C, Rosberger Z, Delalogue S, Dauchy S. How social sharing and social support explain distress in breast cancer after surgery: the role of alexithymia. *Journal of Psychosocial Oncology* 2012; 30: 573–592

Brown EG, Creaven A-M, Gallagher S. Loneliness and cardiovascular reactivity to acute stress in younger adults. *International journal of psychophysiology : official journal of the International Organization of Psychophysiology* 2019; 135: 121–125

Bryce Stoliker, kathryn Lafreniere. 2015. The Influence of Perceived Stress, Loneliness, and Learning Burnout on University Students' Educational Experience. Verfügbar unter [https://www.researchgate.net/publication/282817514\\_The\\_Influence\\_of\\_Perceived\\_Stress\\_Loneliness\\_and\\_Learning\\_Burnout\\_on\\_University\\_Students'\\_Educational\\_Experience](https://www.researchgate.net/publication/282817514_The_Influence_of_Perceived_Stress_Loneliness_and_Learning_Burnout_on_University_Students'_Educational_Experience) Stand:11.05.2021 13:30

Cacioppo JT, Chen HY, Cacioppo S. Reciprocal Influences Between Loneliness and Self-Centeredness: A Cross-Lagged Panel Analysis in a Population-Based Sample of African American, Hispanic, and Caucasian Adults. *Personality & social psychology bulletin* 2017; 43: 1125–1135

Cacioppo JT, Hawkley LC, Thisted RA. Perceived social isolation makes me sad: 5-year cross-lagged analyses of loneliness and depressive symptomatology in the Chicago Health, Aging, and Social Relations Study. *Psychology and aging* 2010; 25: 453–463

Cacioppo JT, Norris CJ, Decety J, Monteleone G, Nusbaum H. In the eye of the beholder: individual differences in perceived social isolation predict regional brain activation to social stimuli. *Journal of cognitive neuroscience* 2009; 21: 83–92

Caetano I, Amorim L, Soares JM, Ferreira S, Coelho A, Reis J, Santos NC, Moreira PS, Marques P, Magalhães R, Esteves M, Picó-Pérez M, Sousa N. Amygdala size varies with stress perception. *Neurobiology of stress* 2021; 14: 100334

Cantarero-Prieto D, Pascual-Sáez M, Blázquez-Fernández C. Social isolation and multiple chronic diseases after age 50: A European macro-regional analysis. *PLoS one* 2018; 13: e0205062

Chan SF, La Greca AM. Perceived Stress Scale PSS *Encyclopedia of Behavioral Medicine*: Springer, New York, NY, 2013: 1454–1455

Cirelli LK. How interpersonal synchrony facilitates early prosocial behavior. *Current opinion in psychology* 2018; 20: 35–39

Cohen S, Doyle WJ, Skoner DP, Rabin BS, Gwaltney JM. Social ties and susceptibility to the common cold. *JAMA* 1997; 277: 1940–1944

Cohen S, Kamarck T, Mermelstein R. A global measure of perceived stress. *Journal of health and social behavior* 1983; 24: 385–396

Compas BE, Wagner BM, Slavin LA, Vannatta K. A prospective study of life events, social support, and psychological symptomatology during the transition from high school to college. *American journal of community psychology* 1986; 14: 241–257

Critchley HD, Wiens S, Rotshtein P, Ohman A, Dolan RJ. Neural systems supporting interoceptive awareness. *Nature neuroscience* 2004; 7: 189–195

Dan Russell. 1980. The Revised UCLA Loneliness Scale: Concurrent and Discriminant Validity Evidence

Donohoe TP. 1984. Stress-induced anorexia: Implications for anorexia nervosa.

Ehlers DK, Daugherty AM, Burzynska AZ, Fanning J, Awick EA, Chaddock-Heyman L, Kramer AF, McAuley E. Regional Brain Volumes Moderate, but Do Not Mediate, the Effects of Group-Based Exercise Training on Reductions in Loneliness in Older Adults. *Frontiers in aging neuroscience* 2017; 9: 110

Elizabeth C. D. Gullette, James A. Blumenthal P, Michael Babyak P, Wei Jiang MD, Robert A. Waugh MD. 1997. Effects of Mental Stress on Myocardial Ischemia During Daily Life

Ernst J, Böker H, Hättenschwiler J, Schüpbach D, Northoff G, Seifritz E, Grimm S. The association of interoceptive awareness and alexithymia with neurotransmitter concentrations in insula and anterior cingulate. *Social cognitive and affective neuroscience* 2014; 9: 857–863

Erzen E, Çikrikci Ö. The effect of loneliness on depression: A meta-analysis. *The International journal of social psychiatry* 2018; 64: 427–435

Fisher S, Hood B. The stress of the transition to university: a longitudinal study of psychological disturbance, absent-mindedness and vulnerability to homesickness. *British journal of psychology* London, England : 1953; 1987; 78 Pt 4: 425–441

Fisher Shirley HB. 1987. The stress of the transition to university: A longitudinal study of psychological disturbance, absent-mindedness and vulnerability to homesickness

Fydrich T, Sommer G, Tydecks S, Brähler E. 2009. Fragebogen zur sozialen Unterstützung F-SozU: Normierung der Kurzform K-14

Gustafsson H, Skoog T. The mediational role of perceived stress in the relation between optimism and burnout in competitive athletes. *Anxiety, stress, and coping* 2012; 25: 183–199

Hampel P, Petermann F. Perceived stress, coping, and adjustment in adolescents. *The Journal of adolescent health : official publication of the Society for Adolescent Medicine* 2006; 38: 409–415

Hannestad J, Subramanyam K, Dellagioia N, Planeta-Wilson B, Weinzimmer D, Pittman B, Carson RE. Glucose metabolism in the insula and cingulate is affected by systemic inflammation in humans. *Journal of nuclear medicine : official publication, Society of Nuclear Medicine* 2012; 53: 601–607

Hans Selye. *STRESS OF LIFE*: McGraw-Hill Book Company Inc. 1956

Hapke U, Maske UE, Scheidt-Nave C, Bode L, Schlack R, Busch MA. Chronischer Stress bei Erwachsenen in Deutschland : Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland DEGS1: Robert Koch-Institut, Epidemiologie und Gesundheitsberichterstattung 2013

Hariri AR, Tessitore A, Mattay VS, Fera F, Weinberger DR. The amygdala response to emotional stimuli: a comparison of faces and scenes. *NeuroImage* 2002; 17: 317–323

Hawkley LC, Cacioppo JT. Loneliness matters: a theoretical and empirical review of consequences and mechanisms. *Annals of behavioral medicine : a publication of the Society of Behavioral Medicine* 2010; 40: 218–227

Hennis GM, Ulrich C. Study of Psychic Stress in Freshman College Women. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation* 1958; 29: 172–179

Hogeveen J, Bird G, Chau A, Krueger F, Grafman J. Acquired alexithymia following damage to the anterior insula. *Neuropsychologia* 2016; 82: 142–148

Holt-Lunstad J, Smith TB, Baker M, Harris T, Stephenson D. Loneliness and social isolation as risk factors for mortality: a meta-analytic review. *Perspectives on psychological science : a journal of the Association for Psychological Science* 2015; 10: 227–237

Holt-Lunstad J, Smith TB, Layton JB. July 27, 2010. Social Relationships and Mortality Risk: A Meta-analytic Review. *PLoS Med.* Verfügbar unter <https://journals.plos.org/plos-medicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1000316>

Holwerda TJ, Deeg DJH, Beekman ATF, van Tilburg TG, Stek ML, Jonker C, Schoevers RA. Feelings of loneliness, but not social isolation, predict dementia onset: results from the Amsterdam Study of the Elderly AMSTEL. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry* 2014; 85: 135–142

Ihme K, Dannlowski U, Lichev V, Stuhrmann A, Grotegerd D, Rosenberg N, Kugel H, Heindel W, Arolt V, Kersting A, Suslow T. Alexithymia is related to differences in gray matter volume: a voxel-based morphometry study. *Brain Research* 2013; 1491: 60–67

JJ Kelly, G Mangos, PM Williamson, JA Whitwoth. 1988. CORTISOL AND HYPERTENSION

Keynan JN, Cohen A, Jackont G, Green N, Goldway N, Davidov A, Meir-Hasson Y, Raz G, Intrator N, Fruchter E, Ginat K, Laska E, Cavazza M, Hendler T. Electrical fingerprint of the amygdala guides neurofeedback training for stress resilience. *Nature human behaviour* 2019; 3: 63–73

Kötter R, Meyer N. The limbic system: a review of its empirical foundation. *Behavioural brain research* 1992; 52: 105–127

Kugel H, Eichmann M, Dannlowski U, Ohrmann P, Bauer J, Arolt V, Heindel W, Suslow T. Alexithymic features and automatic amygdala reactivity to facial emotion. *Neuroscience letters* 2008; 435: 40–44

Låftman SB, Almquist YB, Östberg V. Students' accounts of school-performance stress: a qualitative analysis of a high-achieving setting in Stockholm, Sweden. *Journal of Youth Studies* 2013; 16: 932–949

Laricchiuta D, Petrosini L, Picerni E, Cutuli D, Iorio M, Chiapponi C, Caltagirone C, Piras F, Spalletta G. The embodied emotion in cerebellum: a neuroimaging study of alexithymia. *Brain structure & function* 2015; 220: 2275–2287

Lavin C, Melis C, Mikulan E, Gelormini C, Huepe D, Ibañez A. The anterior cingulate cortex: an integrative hub for human socially-driven interactions. *Frontiers in neuroscience* 2013; 7: 64

Lee S-Y, Wuertz C, Rogers R, Chen Y-P. Stress and sleep disturbances in female college students. *American journal of health behavior* 2013; 37: 851–858

Lieberz J, Shamay-Tsoory SG, Saporta N, Esser T, Kuskova E, Stoffel-Wagner B, Hurlermann R, Scheele D. Loneliness and the social brain: how perceived social isolation impairs human interactions 2021

Liebowitz MR. Social phobia. *Modern problems of pharmacopsychiatry* 1987; 22: 141–173



Liston C, McEwen BS, Casey BJ. Psychosocial stress reversibly disrupts prefrontal processing and attentional control. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 2009; 106: 912–917

Luhmann M. 2021. Einsamkeit - Erkennen, evaluieren und entschlossen entgegenzutreten. Verfügbar unter <https://www.bundestag.de/resource/blob/833358/0924ddceb95ab55db40277813ac84d12/19-13-135b-data.pdf>

Luhmann M, Hawkley LC. Age differences in loneliness from late adolescence to oldest old age. *Developmental psychology* 2016; 52: 943–959

Lumley MA, Ovies T, Stettner L, Wehmer F, Lakey B. Alexithymia, social support and health problems. *Journal of psychosomatic research* 1996; 41: 519–530

Marleen M. van Eck, M.S.c and Nancy A. Nicolson, Ph. D. 1994. PERCEIVED STRESS AND SALIVARY CORTISOL IN DAILY LIFE

Martin JB, Pihl RO. The stress-alexithymia hypothesis: theoretical and empirical considerations. *Psychotherapy and psychosomatics* 1985; 43: 169–176

Martin J. B., Phil R. O. 1985. The Stress-Alexithymia Hypothesis: Theoretical and Empirical Considerations.

Matthias Franz. Vom Affekt zum Mitgefühl: Entwicklungspsychologische und neurowissenschaftliche Aspekte der emotionalen Regulation am Beispiel der Alexithymie.

Mattick RP, Clarke J. Development and validation of measures of social phobia scrutiny fear and social interaction anxiety<sup>11</sup> Editor's note: This article was written before the development of some contemporary measures of social phobia, such as the Social Phobia and Anxiety Inventory Turner et al., 1989. We have invited this article for publication because of the growing interest in the scales described therein. *S.T. Behaviour research and therapy* 1998; 36: 455–470

Mc Dougall Joyce. 1982. Alexithymia: a Psychoanalytic Viewpoint

McHugh JE, Lawlor BA. Perceived stress mediates the relationship between emotional loneliness and sleep quality over time in older adults. *British journal of health psychology* 2013; 18: 546–555

Messina, A., Beadle, J., & Paradiso, S. 2014. *Towards\_a\_classification\_of\_alexithymia:primary, secondary and organic*

Morgane PJ, Galler JR, Mokler DJ. A review of systems and networks of the limbic fore-brain/limbic midbrain. *Progress in neurobiology* 2005; 75: 143–160

Morr M, Lieberz J, Dobbelstein M, Philippsen A, Hurlmann R, Scheele D. Insula reactivity mediates subjective isolation stress in alexithymia. *Scientific reports* 2021; 11: 15326

Namkung H, Kim S-H, Sawa A. The Insula: An Underestimated Brain Area in Clinical Neuroscience, Psychiatry, and Neurology. *Trends in neurosciences* 2017; 40: 200–207

Nielsen NR, Kristensen TS, Schnohr P, Grønbaek M. Perceived stress and cause-specific mortality among men and women: results from a prospective cohort study. *American journal of epidemiology* 2008; 168: 481-91; discussion 492-6

Northouse L. The Impact of Cancer on the Family: An Overview. *Int J Psychiatry Med* 1985; 14: 215–242

Okita K, Ghahremani DG, Payer DE, Robertson CL, Mandelkern MA, London ED. Relationship of Alexithymia Ratings to Dopamine D2-type Receptors in Anterior Cingulate and Insula of Healthy Control Subjects but Not Methamphetamine-Dependent Individuals. *The international journal of neuropsychopharmacology* 2016; 19

Oliver Huxhold, Clemens Tesch-Römer. 2021. Einsamkeit steigt in der Corona-Pandemie bei Menschen im mittleren und hohen Erwachsenenalter gleichermaßen deutlich. Verfügbar unter <https://www.ssoar.info/ssoar/handle/document/71693>

Onoda K, Okamoto Y, Nakashima K, Nittono H, Ura M, Yamawaki S. Decreased ventral anterior cingulate cortex activity is associated with reduced social pain during emotional support. *Social neuroscience* 2009; 4: 443–454

Popp K, Schäfer R, Schneider C, Brähler E, Decker O, Hardt J, Franz M. Faktorstruktur und Reliabilität der Toronto-Alexithymie-Skala TAS-20 in der deutschen Bevölkerung. *Psychother Psychosom Med Psychol* 2008; 58: 208–214

Poulsen A. Psychodynamic, time-limited group therapy in rheumatic disease--a controlled study with special reference to alexithymia. *Psychotherapy and psychosomatics* 1991; 56: 12–23

Pressman SD, Cohen S, Miller GE, Barkin A, Rabin BS, Treanor JJ. Loneliness, social network size, and immune response to influenza vaccination in college freshmen. *Health psychology : official journal of the Division of Health Psychology, American Psychological Association* 2005; 24: 297–306

Qualter P, Quinton SJ, Wagner H, Brown S. Loneliness, Interpersonal Distrust, and Alexithymia in University Students. *Journal of Applied Social Psychology* 2009; 39: 1461–1479

Raap U, Werfel T, Jaeger B, Schmid-Ott G. 2003. Atopische Dermatitis und psychischer Stress

Räikkönen K, Matthews KA, Pesonen A-K, Pyhälä R, Paavonen EJ, Feldt K, Jones A, Phillips DIW, Seckl JR, Heinonen K, Lahti J, Komsu N, Järvenpää A-L, Eriksson JG, Strandberg TE, Kajantie E. Poor sleep and altered hypothalamic-pituitary-adrenocortical and sympatho-adrenal-medullary system activity in children. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism* 2010; 95: 2254–2261

Rainer Radtke. 2022. Anteile der zehn wichtigsten Krankheitsarten an den Arbeitsunfähigkeitstagen in Deutschland in den Jahren 2014 bis 2020. Verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/77239/umfrage/krankheit-hauptursachen-fuer-arbeitsunfaehigkeit/> Zugriffsdatum: 24.10.2022

Duale Reihe Radiologie. Reiser M, Kuhn F-P, Debus J, Reg. Stuttgart: Thieme 2017

Richard S. Lazarus. 1991. Emotion and Adaptation. Verfügbar unter <https://books.google.de/books?hl=de&lr=&id=1EpnDAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR11&dq=R>

Richard S. Lazarus: Emotion and Adaptation. Oxford University Press, New York NY u. a. 1991 &ots=eQpW\_LXydJ&sig=zWOBVvd0R2qdU4xA DgyXjhEtxHs#v=onepage&q&f=false

Russell D, Peplau LA, Cutrona CE. 1980. The revised UCLA Loneliness Scale: Concurrent and discriminant validity evidence

Samaha M, Hawi NS. Relationships among smartphone addiction, stress, academic performance, and satisfaction with life. *Computers in Human Behavior* 2016; 57: 321–325

Sang-Pil Lee, Afonso C. Silva, Kamil Ugurbil, Seong-Gi Kim. 1999. Diffusion-weighted spin-echo fMRI at 9.4 T: Microvascular/tissue contribution to BOLD signal changes. Verfügbar unter <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/SICI1522-2594;199911;42:5<919::AID-MRM12>3.0.CO;2-8> Zugriffsdatum: 27.01.2022

Sato W, Kochiyama T, Uono S, Sawada R, Yoshikawa S. Amygdala activity related to perceived social support. *Scientific reports* 2020; 10: 2951

Scheef L, Conrad R, Jessen F, Tschampa H, Kuhl C, Liedtke R, Schild HH. Nachweis struktureller Veränderungen im anterioren Gyrus cinguli bei Alexithymie. *Fortschr Röntgenstr* 2005; 177

Schlack R, Neuperdt L, Hölling H, Bock F de, Ravens-Sieberer U, Mauz E, Wachtler B, Beyer A-K. Auswirkungen des COVID-19-Pandemiegeschehens und behördlicher Infektionsschutzmaßnahmen auf die psychische Gesundheit von Kindern und Jugendlichen 2020

Segrin C, Domschke T. Social support, loneliness, recuperative processes, and their direct and indirect effects on health. *Health communication* 2011; 26: 221–232

Shao R, Lau WKW, Leung M-K, Lee TMC. Subgenual anterior cingulate-insula resting-state connectivity as a neural correlate to trait and state stress resilience. *Brain and cognition* 2018; 124: 73–81

Sheehan DV, Lecrubier Y, Sheehan KH, Amorim P, Janavs J, Weiller E, Hergueta T, Baker R, Dunbar GC. The Mini-International Neuropsychiatric Interview M.I.N.I.: the development and validation of a structured diagnostic psychiatric interview for DSM-IV and ICD-10. *The Journal of clinical psychiatry* 1998; 59 Suppl 20: 22-33;quiz 34-57

Sheldon Cohen, Tom Kamarck, Robin Mermelstein. Dec., 1983. A Global Measure of Perceived Stress

Sheldon Cohen, William J. Doyle, David P. Skoner. 1997. Social Ties and Susceptibility to the Common Cold

Sifenos P.E. 1973. Te prevalence of "alexithymic" characteristics in psychosomatic patients.

Singer T, Critchley HD, Preuschoff K. A common role of insula in feelings, empathy and uncertainty. *Trends in cognitive sciences* 2009; 13: 334–340

Snyder-Mackler N, Burger JR, Gaydosh L, Belsky DW, Noppert GA, Campos FA, Bartolomucci A, Yang YC, Aiello AE, O'Rand A, Harris KM, Shively CA, Alberts SC, Tung J. Social determinants of health and survival in humans and other animals. *Science* New York, N.Y. 2020; 368

Spielberger CD. 1971. State-Trait Anxiety Inventory

Spruill TM. Chronic psychosocial stress and hypertension. *Current hypertension reports* 2010; 12: 10–16

Stoliker BE, Lafreniere KD. The Influence of Perceived Stress, Loneliness, and Learning Burnout on University Students' Educational Experience. *College Student Journal* 2015; 49: 146–160

Sugisawa H, Liang J, Liu X. Social networks, social support, and mortality among older people in Japan. *Journal of gerontology* 1994; 49: S3-13

Sunita Tiwari. 2010. EFFECT OF EXAMINATION STRESS ON MOOD, PERFORMANCE AND CORTISOL LEVELS IN MEDICAL STUDENTS. Verfügbar unter [https://www.ijpp.com/IJPP%20archives/2012\\_56\\_1\\_Jan%20-%20Mar/48-55.pdf](https://www.ijpp.com/IJPP%20archives/2012_56_1_Jan%20-%20Mar/48-55.pdf)

Taylor GJ, Ryan D, Bagby RM. Toward the development of a new self-report alexithymia scale. *Psychotherapy and psychosomatics* 1985; 44: 191–199

Toshio Yamagishi, Midori Yamagishi. 1994. Trust and Commitment in the United States and Japan

Valdespino A, Antezana L, Ghane M, Richey JA. Alexithymia as a Transdiagnostic Precursor to Empathy Abnormalities: The Functional Role of the Insula. *Front. Psychol.* 2017; 8: 2234

Valtorta NK, Kanaan M, Gilbody S, Hanratty B. Loneliness, social isolation and risk of cardiovascular disease in the English Longitudinal Study of Ageing. *European journal of preventive cardiology* 2018; 25: 1387–1396

van der Velde J, Servaas MN, Goerlich KS, Bruggeman R, Horton P, Costafreda SG, Aleman A. Neural correlates of alexithymia: a meta-analysis of emotion processing studies. *Neuroscience and biobehavioral reviews* 2013; 37: 1774–1785

Webb RT, Pedersen CB, Mok PLH. Adverse Outcomes to Early Middle Age Linked With Childhood Residential Mobility. *American Journal of Preventive Medicine* 2016; 51: 291–300

Wrzus C, Hänel M, Wagner J, Neyer FJ. Social network changes and life events across the life span: a meta-analysis. *Psychological bulletin* 2013; 139: 53–80

Yang Y-L, Liu L, Li M-Y, Shi M, Wang L. Psychological Disorders and Psychosocial Resources of Patients with Newly Diagnosed Bladder and Kidney Cancer: A Cross-Sectional Study. *PloS one* 2016; 11: e0155607

Zilles K, Rehkämper G. *Limbisches System Funktionelle Neuroanatomie*: Springer, Berlin, Heidelberg, 1994: 334–342

## 9 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mich während der Anfertigung dieser Dissertation unterstützt und motiviert haben.

Als erstes gebührt mein Dank Herrn Prof. Dr. Dr. Hurlemann, der meine Dissertation betreut und begutachtet hat.

Für das häufige Korrekturlesen und die konstruktive Kritik, aber vor allem für das Training meiner Kicker-Fähigkeiten, danke ich Jana Lieberz und Mitjan Morr. Vielen Dank.

Danke, dass Sie mich so herzlich in Ihr Team aufgenommen haben: Herr Prof. Dr. Dirk Scheele.

Danke für dein offenes Ohr, die motivierenden und inspirierenden Worte: Ann-Kathrin Hoffmann, ohne deine Unterstützung wäre das nicht möglich gewesen.

Danke dir Angela Dobbstein, dass du mich mit deiner sprachlichen Kompetenz unterstützt hast. Vielen Dank Angela Dobbstein.

Danke, dass ihr immer an mich geglaubt habt: Daniela und Edgar Dobbstein, Anton und Eleonore Brosius und Helena Dobbstein.

Vielen Dank auch an diejenigen Lehrer, die an mich geglaubt haben und ohne deren Unterstützung ich nicht dort wäre, wo ich heute bin. Danke Frau Teichmann, Herr Röhlings und Herr Seyffert.

Ein besonderer Dank geht auch an alle Probandinnen und Probanden, ohne deren Einsatzbereitschaft und Ehrlichkeit, ihre Emotionen mit uns zu teilen, diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre. Ich hoffe, ihr habt euch gut in euer Studierendenleben eingelebt und könnt über die Sorgen von gestern lachen.