

Aus dem  
Institut für Sozialmedizin und Epidemiologie  
der Universität zu Lübeck  
Direktor: Prof. Dr. med. Alexander Katalinic

# Neuroenhancement bei Studierenden

Eine Beobachtungsstudie zu Häufigkeit und assoziierten  
Faktoren

Inauguraldissertation  
zur  
Erlangung der Doktorwürde  
der Universität zu Lübeck  
- Aus der Sektion Medizin -

vorgelegt von  
Eva Clausen  
aus Kiel

Lübeck 2017

1. Berichterstatterin: PD Dr. rer. nat. Annika Waldmann  
2. Berichterstatter: PD Dr. med. Jörg-Matthias Brand  
Tag der mündlichen Prüfung: 6. November 2017  
Zum Druck genehmigt. Lübeck, den 6. November 2017  
- Promotionskommission der Sektion Medizin -

*L'Homme ne va pas passivement attendre  
des millions d'années pour que l'évolution  
lui offre un meilleur cerveau.*

Corneliu Giurgea, 1972

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	IV
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	V
TABELLENVERZEICHNIS	VI
<b>I EINLEITUNG</b>	<b>1</b>
<b>1.1 STAND DER FORSCHUNG</b>	<b>1</b>
1.1.1 DEFINITIONEN DES BEGRIFFS „NEUROENHANCEMENT“	1
1.1.1.1 <i>Definition des Begriffs Neuroenhancement in dieser Arbeit</i>	6
1.1.2 MOTIVE FÜR NEUROENHANCEMENT	7
1.1.3 WIRKUNGEN UND UNERWÜNSCHTE WIRKUNGEN VON NEUROENHANCEMENT	9
1.1.3.1 <i>Koffein</i>	10
1.1.3.2 <i>Amphetamine</i>	10
1.1.3.3 <i>Methylphenidat</i>	11
1.1.3.4 <i>Modafinil</i>	12
1.1.3.5 <i>Antidementiva</i>	13
1.1.3.6 <i>Ginkgo biloba</i>	13
1.1.3.7 <i>Antidepressiva</i>	13
1.1.3.8 <i>Fazit</i>	14
1.1.4 NEUROENHANCEMENT – PRÄVALENZ UND VERBREITUNG	15
<b>1.2 HINTERGRUND DER LUST-STUDIE</b>	<b>19</b>
<b>II FRAGESTELLUNG UND HYPOTHESEN</b>	<b>22</b>
<b>III MATERIAL UND METHODEN</b>	<b>25</b>
<b>3.1 DIE LUST-STUDIE</b>	<b>25</b>
3.1.1 STUDIENDESIGN	25
3.1.2 STUDIENPOPULATION	25
3.1.3 BEFRAGUNG	26
3.1.3.1 <i>Ethik und Datenschutz</i>	27
<b>3.2 DER FRAGEBOGEN</b>	<b>28</b>
3.2.1 FRAGEN ZUR DEMOGRAPHIE	28
3.2.2 FRAGE ZUR ALLGEMEINEN GESUNDHEIT	29
3.2.3 HADS-D	29
3.2.4 PMSS-D	30

3.2.5	FRAGEN ZUM THEMA NEUROENHANCEMENT	30
3.2.5.1	<i>Pretest der Fragen zum Thema Neuroenhancement</i>	33
<b>3.3</b>	<b>DATENAUSWERTUNG</b>	<b>33</b>
3.3.1	DATENAUFBEREITUNG	33
3.3.2	RÜCKLAUF	34
3.3.3	LÄNGSSCHNITTDATEN	34
3.3.4	DESKRIPTIVE STATISTIK	35
3.3.5	SCHLIEßENDE STATISTIK	35
3.3.5.1	<i>Logistische Regression</i>	36
<b>IV</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	<b>37</b>
<b>4.1</b>	<b>DIE STUDIENPOPULATION</b>	<b>37</b>
4.1.1	QUERSCHNITT	37
4.1.1.1	<i>Rücklaufquote</i>	37
4.1.1.2	<i>Demographie</i>	37
4.1.2	LÄNGSSCHNITT	38
4.1.2.1	<i>Rücklaufquote</i>	38
4.1.2.2	<i>Längsschnittkohorte</i>	39
4.1.2.3	<i>Demographie</i>	39
<b>4.2</b>	<b>PRÄVALENZBESTIMMUNG</b>	<b>41</b>
<b>4.3</b>	<b>ÜBERPRÜFUNG DER HYPOTHESEN</b>	<b>42</b>
4.3.1	HYPOTHESE 1	42
4.3.1.1	<i>Hypothese 1a</i>	42
4.3.1.2	<i>Hypothese 1b</i>	43
4.3.1.3	<i>Hypothese 1c</i>	44
4.3.2	HYPOTHESE 2	44
4.3.3	HYPOTHESE 3	46
4.3.4	HYPOTHESE 4	48
4.3.4.1	<i>Hypothese 4 a</i>	48
4.3.4.2	<i>Hypothese 4b</i>	50
4.3.4.3	<i>Hypothese 4c</i>	52
4.3.5	LOGISTISCHE REGRESSION	52
4.3.5.1	<i>Multikollinearitätsanalyse</i>	52
4.3.5.2	<i>Fehlende Werte</i>	53
4.3.5.3	<i>Regressionsmodelle</i>	53

1.3.5.3.1	<i>Lebenszeitprävalenz von Neuroenhancement</i>	53
1.3.5.3.2	<i>Regelmäßiges Neuroenhancement</i>	55
<b>V DISKUSSION</b>		<b>57</b>
<b>5.1</b>	<b>DIE STICHPROBE</b>	57
5.1.1	QUERSCHNITT	57
5.1.2	LÄNGSSCHNITT	58
<b>5.2</b>	<b>PRÄVALENZ</b>	59
<b>5.3</b>	<b>DIE HYPOTHESEN</b>	60
5.3.1	HYPOTHESE 1	60
5.3.2	HYPOTHESE 2	62
5.3.3	HYPOTHESE 3	63
5.3.4	HYPOTHESE 4	64
<b>5.4</b>	<b>STÄRKEN UND SCHWÄCHEN DER ARBEIT</b>	66
<b>5.5</b>	<b>AUSBLICK</b>	68
5.5.1	IMPLIKATIONEN FÜR DIE FORSCHUNG	68
5.5.2	IMPLIKATIONEN FÜR DIE PRAXIS	69
<b>VI ZUSAMMENFASSUNG</b>		<b>71</b>
<b>VII LITERATURVERZEICHNIS</b>		<b>73</b>
<b>VIII ANHANG</b>		<b>84</b>
<b>IX DANKSAGUNG</b>		<b>92</b>
<b>X LEBENS LAUF</b>		<b>93</b>

## Abkürzungsverzeichnis

AChE	Acetylcholinesterase
ADHS	Aufmerksamkeitsdefizits-Hyperaktivitätsstörung
AMP	Amphetamin
D-AMP	Dexamphetamin
DA	Dopamin
DAK	Deutsche Angestellten Krankenkasse
HADS-D	Hospital Anxiety and Depression Scale, deutsche Version
HISBUS	Durch das Bundesministerium für Gesundheit beauftragtes Projektes des Hochschulinformationssystems
KI	Konfidenzintervall
LUST	Lübeck University Students Trial
m	männlich
M	Mittelwert
MDMA	3,4-Methylendioxy-N-methylamphetamin
MI	Medizinische Informatik
MINT	Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik
MIW	Medizinische Ingenieurwissenschaften
MLS	Molecular Life Science
MML	Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften
MPH	Methylphenidat
NA	Noradrenalin
OR	Odds Ratio
PMSS-D	Perceived Medical School Stress Scale, deutsche Übersetzung
R	Spannweite
RCT	Randomized Controlled Trial (= Randomisierte kontrollierte Studie)
SD	Standardabweichung
SE	Standardfehler
SSRI	Serotonin-Rückaufnahme-Hemmstoff
w	weiblich

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Rücklaufquoten im Längsschnitt nach Studiengang .....	39
Abbildung 2: Prävalenz von Neuroenhancement je Studiengang .....	45
Abbildung 3: Prävalenz von Neuroenhancement im zeitlichen Verlauf.....	46
Abbildung 4: Veränderungen der Lebenszeitprävalenz t0-t2.....	47
Abbildung 5: Veränderungen im regelmäßigen Konsum t0-t2.....	47

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Fragen zum Neuroenhancement in der Baseline-Befragung .....	31
Tabelle 2: Fragen zum Neuroenhancement in der Folgebefragung.....	32
Tabelle 3: Verteilung der Kohorte aller Studiengänge hinsichtlich des Studienbeginns.....	38
Tabelle 4: Anteil an Teilnehmerinnen unter allen Teilnehmenden je Befragungszeitpunkt...	40
Tabelle 5: Variablen in der Gleichung zur Ermittlung der Lebenszeitprävalenz von Neuroenhancement; Einschluss der seelischen Gesundheit.....	54
Tabelle 6: Variablen in der Gleichung zur Ermittlung der Lebenszeitprävalenz von Neuroenhancement; Einschluss der allgemeinen Gesundheit.....	54
Tabelle 7: Variablen in der Gleichung zur Ermittlung der Prävalenz von regelmäßigem Neuroenhancement; Einschluss der seelischen Gesundheit.....	55
Tabelle 8: Variablen in der Gleichung zur Ermittlung der Prävalenz von regelmäßigem Neuroenhancement; Einschluss der allgemeinen Gesundheit.....	56
Tabellen im Anhang	
Tabelle A 1: Rücklaufquoten im Querschnitt .....	84
Tabelle A 2: Studiengangsverteilung im Querschnitt .....	85
Tabelle A 3: Studiengangsverteilung im Längsschnitt .....	85
Tabelle A 4: Einnahme von Substanzen zum Zwecke der Leistungssteigerung, nach Substanzklasse .....	86
Tabelle A 5: Einnahme von Substanzen „zum Abschalten“, nach Substanzklasse .....	86
Tabelle A 6: Zur Leistungssteigerung verwendete Substanzklassen, nach Geschlecht.....	87
Tabelle A 7: „Zum Abschalten“ verwendete Substanzklassen nach Geschlecht.....	87
Tabelle A 8: Anteil von Neuroenhancement aufgeteilt auf Studienjahrgänge.....	88
Tabelle A 9: Interkorrelation der Prädiktoren für Neuroenhancement .....	89
Tabelle A 10: Prävalenzen von Neuroenhancement unter Berücksichtigung der Beantwortung der Fragen zur allgemeinen Gesundheit und des HADS-D .....	90

# I Einleitung

Dass die Menschen ihre Leistungsfähigkeit zu steigern versuchen, ist nicht neu [94]. So zeichnet sich die Geschichte der Menschheit durch ein kontinuierliches Streben nach Selbstoptimierung aus, sei es durch die Erfindung neuer Werkzeuge oder die Entwicklung neuer Technologien [50]. In diesem Zusammenhang spielten sehr früh auch pflanzliche Substanzen eine wichtige Rolle. Bereits im 8. Jahrhundert vor Christus verwendeten griechische Athleten und römische Gladiatoren pflanzliche Mixturen, Pilze und Kräuter, um ihre körperlichen Möglichkeiten zu steigern [7]. Heute spricht man in diesem Zusammenhang vom „Doping“<sup>1</sup>.

Ähnliches gilt auch für die geistige Leistungsfähigkeit [53]. So entdeckten bereits unsere Vorfahren die verschiedenen Effekte, die die Einnahme pflanzlicher Zubereitungen auf die Psyche haben kann [55]. Auch in der traditionellen chinesischen und ayurvedischen Medizin spielen Heilkräuter zur Steigerung der mentalen Leistung seit Jahrtausenden eine wichtige Rolle [61]. Zudem wird beispielsweise Kaffee oder Tee getrunken, um hierdurch wacher und konzentrierter zu sein [73] (S. 8), [47].

Seit über einem Jahrzehnt wird in diesem Zusammenhang der Begriff des „Neuroenhancements“ diskutiert und verschieden aufgefasst [73] (S. 16 f.), [27, 88, 120]. Neben sich zum Teil sehr stark unterscheidenden Definitionen werden auch verschiedene weitere Begriffe für die Steigerung der geistigen Leistungsfähigkeit durch Substanzen verwendet [25, 60]. Analog zu dem im Sport bereits etablierten Begriff des Dopings ist unter anderem der Begriff des „Hirndopings“ entstanden [48], [73] (S. 13).

## 1.1 Stand der Forschung

### 1.1.1 Definitionen des Begriffs „Neuroenhancement“

Der Begriff „Neuroenhancement“ leitet sich von dem griechischen Wort „Neuron“ – der Nerv [39] (S. 398) – und dem englischen „enhance“ – erhöhen oder steigern [119] (S. 217) – ab.

---

<sup>1</sup> Der Begriff „Doping“ wird hier verstanden als Einnahme von körperfremden Substanzen und unerlaubten Wirkstoffgruppen oder die Anwendung unerlaubter Methoden mit dem Ziel der Leistungssteigerung im Wettkampf (in Anlehnung an DAK Gesundheitsreport und Welt-Anti-Doping-Agentur [62, 123]).

Es handelt sich also wörtlich um eine Steigerung der Nerven, freier übersetzt eine Verbesserung der Gehirnleistung. Aus dieser sehr weit gefassten Bedeutung resultiert entsprechend bereits die Problematik einer einheitlichen Begriffsdefinition [107, 120], zumal neben dem Begriff „Neuroenhancement“ viele weitere Begriffe Verwendung finden.

Entsprechend der eigentlichen Wortbedeutung gibt es nach Klaus Lieb, einem der führenden Experten in diesem Bereich, sehr weite Bereiche, die unter den Begriff des „Neuroenhancements“ fallen [73] (S. 16 f.). Hierzu zählen demnach sämtliche Verbesserungen der Hirnfunktion, die durch Neurotechnologien wie z. B. auch die tiefe Hirnstimulation erreicht werden können. Demzufolge nimmt Lieb weitere Differenzierungen vor: So unterscheidet er in einer nächsten Stufe das „Cognitive Enhancement“, eine Verbesserung von explizit kognitiven Leistungen durch Neurotechnologien [73] (S. 16 f.). Auch dies bezeichnet er allerdings aufgrund des Begriffes der Neurotechnologien noch als zu weit gefasst, weswegen er zudem den Begriff des „Hirndopings“ einführt. Hierunter versteht Lieb die Einnahme verschreibungspflichtiger Medikamente durch gesunde Menschen als Versuch, die geistige Leistungsfähigkeit zu verbessern [73] (S. 25). Dieser Definition nach zählen weder freiverkäufliche noch illegale Substanzen zum Hirndoping.

In einer anderen Arbeit der gemeinsamen Arbeitsgruppe von Lieb und Franke nähern sie sich dem Thema zunächst über den Begriff der Psychostimulantien [50] und beziehen hierunter nicht nur synthetische, sondern auch natürliche Substanzen mit ein. Werden diese mit dem Ziel einer Steigerung der Kognitionsleistung in den Bereichen Wachheit, Konzentration und Gedächtnis und ohne einen medizinischen Bedarf eingenommen, so handelt es sich um pharmakologisches Neuroenhancement [44, 49, 59]. Außerdem definieren Lieb und Franke auch synonym verwendbare Begriffe wie „Pharmakologisches Cognitive Enhancement“, „Academic Performance Enhancement“ oder „Pharmakologisches Neuroenhancement“ [48]. Davon zu trennen ist nach Franke der Begriff des Hirndopings, unter dem er den Gebrauch einer Untergruppe dieser psychoaktiven Substanzen versteht, die verschreibungspflichtig beziehungsweise illegal sind und deren Anwendung durch Gesunde einen Missbrauch darstellt. Diese Definition geschieht in Anlehnung an den Begriff des Dopings im Sport [48, 59], [73] (S. 21).

Eine weitere abzugrenzende Unterscheidung ist der Begriff des „Mood Enhancements“ – der Stimmungsverbesserung [48]. Dieser meint die Einnahme von Antidepressiva durch Gesunde,

mit der Absicht, die eigene Stimmung über ein durchschnittliches Maß hinaus zu heben oder auch selbstsicherer in Gesellschaft aufzutreten [48].

Im Gegensatz zu dieser Unterteilung verwenden Deline et al. in ihrer Studie den Begriff der „Neuroenhancement Drugs“ und verstehen hierunter ausschließlich Medikamente, die in der Regel bei bestimmten Krankheiten verschrieben werden, im Falle des Neuroenhancements allerdings mit der Erwartung verwendet werden, die eigene Konzentration, Lernfähigkeit, Aufmerksamkeit oder Gedächtnisleistung zu steigern beziehungsweise Stress während Prüfungen zu reduzieren oder sich selbst den Eindruck einer besseren „Performance“, also eines besseren Auftretens, zu geben [25].

Eine engere Definition findet sich bei Ott et al. [88]. Diese bezeichnen Neuroenhancement als die Optimierung kognitiver und emotionaler Fähigkeiten gesunder Menschen durch pharmakologische Substanzen, wobei sie hierfür beispielhaft die Substanzen Methylphenidat (MPH, ein Medikament zur Behandlung des Aufmerksamkeitsdefizits-Hyperaktivitätsstörung (ADHS); siehe Abschnitt 1.1.3.3), Modafinil (ein Medikament zur Behandlung von Narkolepsie; siehe Abschnitt 1.1.3.4), Antidepressiva und Antidementiva nennen. In einer ebenfalls von Ott et al. durchgeführten Studie an Schweizer Studierenden wird diese Definition noch enger gefasst, indem Cognitive Enhancement ausschließlich als der Gebrauch von Stimulantien wie MPH, Amphetaminen (AMP) und/oder Modafinil zur Konzentrations- oder Aufmerksamkeitssteigerung bei Gesunden bezeichnet wird [87].

Ähnlich eng fasste auch der Autor des Artikels „Look who’s doping“ im Nature-Magazine seine Definition, die Grundlage für eine nicht-repräsentativen Befragung von Leser\*innen war [78]. Hier wurde ausschließlich nach der Einnahme von Ritalin<sup>®</sup> (Handelsname des Wirkstoffes MPH), Modafinil und Beta-Blockern aus nicht medizinischen, kognitionssteigernden Gründen gefragt.

Andere Befragungen an College-Studierenden in den USA von Arria et al. schlossen wiederum auch Schmerzmittel explizit in die Definition mit ein [2].

Eine andere viel weiter gefasste Definition verwendeten Dietz et al. in ihrer Studie [27]. Sie bezeichnen Hirndoping als die Einnahme von apothekenpflichtigen Pharmaka oder illegalen

---

\* In dieser Arbeit wird in Anlehnung an den Struktur- und Entwicklungsplan der Universität zu Lübeck und auf Empfehlungen der Antidiskriminierungsstelle des Bundes eine gendersensible Sprache verwendet. Hierbei werden entweder geschlechtsneutrale Begriffe benutzt (z.B. Studierende) oder die Schreibweise mit Stern verwendet. Der Stern steht dafür, dass neben Frauen und Männern auch alle Menschen gemeint sind, die sich keinem der beiden Geschlechter eindeutig zuordnen können oder wollen.

Drogen mit dem einzigen Ziel der Steigerung kognitiver Fähigkeiten in Bezug auf Aufmerksamkeit, Wachheit und Stimmung. Hierbei werden zudem entsprechende Beispiele genannt: Stimulantien (AMP), Koffeintabletten, Kokain, MPH und Mephedron (eine amphetaminartige illegale Droge). Es handelt sich bei ihnen nicht nur um verschreibungspflichtige oder illegale, sondern um alle apothekenpflichtigen Substanzen. Sie erklären dies damit, dass hierdurch ein grundsätzlich anderes Konsummuster herrscht, welches bereits den Weg zu anderen Wirkstoffen ebnet. Die Begründung erfolgt entsprechend einer analogen Theorie bezüglich des Dopings im Sport [3].

Die Problematik einer einheitlichen Definition beschreiben auch Wolff et al. [120] unter Bezugnahme auf Smith und Farah [107], die in ihrer Literaturrecherche bis auf die Einführung des Begriffs der „Nootropika“ von Giurgea in den 70er Jahren zurückgehen (siehe unten).

Die hieraus entwickelte Definition von Wolff et al. ist der von Dietz et al. recht nahe und definiert die Substanzen weniger entsprechend ihrer Wirkstoffklasse oder Effektivität, sondern dahingehend, dass sie als ein Mittel zum Zweck verwendet werden [120] und bezieht daher auch Energy Drinks mit ein. Auch hier wird die weitgefaste Definition ähnlich wie bei Dietz mit der beim Doping im Sport als „gateway“ diskutierten Hypothese begründet: Der Gebrauch legaler freiverkäuflicher Substanzen als Mittel zum Zweck ebnet den Weg zum Gebrauch verschreibungspflichtiger Substanzen (in dem Falle: Anabolika) [31].

Erst in einem zweiten analytischen Schritt unterscheidet Wolff dann zwischen „Lifestyle-Drugs“, verschreibungspflichtigen Substanzen und illegalen Drogen.

Ähnlich gehen auch Middendorff et al. im Rahmen eines durch das Bundesministerium für Gesundheit beauftragten Projektes des Hochschulinformationssystems (HISBUS) vor [86]. Da sich die dortige Befragung neben der Leistungssteigerung allerdings auch auf Formen der Stresskompensation bezog, wurden auch Beruhigungs- und Schlafmittel mit einbezogen.

Zur Unterscheidung verschreibungspflichtiger und illegaler von freiverkäuflichen Substanzen werden hier die Begriffe Hirndoping und Soft-Enhancement einander gegenübergestellt. Unter dem Begriff Hirndoping subsumieren Middendorff et al. in ihrem Online-Fragebogen entsprechend die Einnahme von MPH, Modafinil, Kokain, AMP, 3,4-Methylenedioxy-N-methylamphetamin (MDMA, Ecstasy), Betablockern oder Cannabis sowie verschreibungspflichtiger oder rezeptfreier Schmerzmittel, Schlafmittel oder Antidepressiva.

Der Begriff des „Soft-Enhancements“ findet auch bei Maier et al. Verwendung [80] und meint dort die Einnahme von pflanzlichen Beruhigungsmitteln, Vitaminen, Kaffee, Koffeintabletten und Energy Drinks mit dem Vorsatz der geistigen Leistungssteigerung. Hiervon unterschieden werden der Begriff des „Neuroenhancements“ als Verwendung von verschreibungspflichtigen Medikamenten, illegalen Drogen und Alkohol mit dem Motiv der geistigen Leistungssteigerung.

Auch hier werden, wie in nur wenigen anderen Definitionen auch, Beruhigungsmittel bewusst miteingeschlossen.

Zudem herrscht gerade im englischsprachigen Raum eine Fülle an verschiedenen Begriffen. So greifen Hildt et al. Bezeichnungen wie „smart drugs“, „pharmacological cognitive enhancement“, „(pharmacological) neuroenhancement“, „cosmetic neurology“ und „brain doping“ auf, welche subsummiert werden als Versuch kognitive Funktionen wie Aufmerksamkeit und Gedächtnis sowie andere Bereiche der akademischen Performance zu verbessern [60]. Hierbei beziehen sich Hildt et al. unter anderem auf Patridge et al. [89], die den Begriff der „smart drugs“ als Gebrauch verschreibungspflichtiger Substanzen zur Verbesserung kognitiver Leistungen verstehen und damit dem „Neuroenhancement“ oder „Cognitive Enhancement“ gleichsetzen.

Den Begriff der „smart drugs“ neben dem der „cognitive enhancing drugs“ verwendet auch Cakic [18] in seinem ethischen Diskurs. Auch benutzt er die Begriffe der „cosmetic neurology“ und der „Nootropika“, wobei dieser aus dem griechischen stammt: „Nóos“ bedeutet so viel wie Verstand [52] (S. 558) und „trópos“ meint die Veränderung oder Wendung [52] (S. 804). Der Begriff Nootropika stammt hierbei von Corneliu Giurgea, der ihn 1972 einführte. Er definierte ihn entsprechend der von ihm mit entwickelten Substanz Piracetam als ein Medikament, das die integrativen Gehirnfunktionen direkt aktiviert, wobei diese Aktivierung selektiv auf Ebene des Telenzephalons stattfindet und dort Probleme höherer Hirnaktivität löst. Später erweiterte er diese Definition darauf, dass ein Nootropikum die Lern- und Gedächtnisleistung steigert, dass es gelernte Erinnerungen und Verhaltensweisen resistenter gegenüber Störfaktoren macht, das Gehirn vor chemischen und physikalischen Bedrohungen schützt, die Effizienz tonischer Kontrollmechanismen auf den Kortex verbessert und das bei geringen Nebenwirkungen und geringer Toxizität durch ein Fehlen der typischen Pharmakologie von Psychotropika wie Sedierung und motorischer Stimulation [29].

In wiederum anderen ethischen Schriften finden in Analogie zu Sildenafil, das eigentlich zur Therapie sexueller Funktionsstörungen entwickelt wurde, aber auch von Gesunden zur Steigerung sexueller Empfindungen angewandt wird [73], Begriffe wie „Viagra for the brain“ Verwendung [75].

Zudem werden häufig auch Begriffe verwendet, die eine Definition bereits beinhalten. So sprechen Bavarian et al. in ihrer Literaturübersicht beispielsweise vom illicit use of prescription stimulants (= illegaler Gebrauch verschreibungspflichtiger Substanzen) und meinen damit den Gebrauch von Substanzen wie AMP, Dexamphetaminen (D-AMP) oder MPH ohne eine medizinische Indikation [8].

Wie unübersichtlich die verwendeten Bezeichnungen und entsprechenden Definitionen sind, beschreibt auch eine Literaturreübersicht von Forlini und Racine [43], die unter anderem die für das Thema verwendeten Begriffe in Bezug auf ihren inhaltlichen Verwendungsbereich analysierten und in den Bereichen Print-Medien, Bioethik und Public Health untersuchten. So wurden je nach Perspektive auf das Thema verschiedene Begriffe verwendet, wodurch ersichtlich ist, dass bereits die Definition die jeweilige inhaltliche Richtung des Artikels vorgibt und entsprechend von entscheidender Relevanz ist.

In den Print-Medien überwogen Begriffe wie „smart pills“ und „brain steroids“, aber auch „study aid“ oder „life choice“ wurden verwendet. Im bioethischen Diskurs werden vorwiegend Begriffe wie „Cognitive enhancement“ und „Neuroenhancement“ verwendet. In Public Health-Debatten finden hingegen häufig Begriffe wie „Abuse“, „Misuse“ und „illicit drug use“ Verwendung.

#### *1.1.1.1 Definition des Begriffs Neuroenhancement in dieser Arbeit*

Diese Arbeit wird im Rahmen des Lübeck University Students Trials, der LUST-Studie, verfasst. Diese beschäftigt sich unter anderem damit, was Studierende gesund hält. Entsprechend wird bei der Definition von Neuroenhancement in dieser Arbeit weniger von den einzelnen Substanzen ausgegangen, sondern es steht vielmehr die behaviorale Komponente der Einnahme einer Substanz im Vordergrund.

Entsprechend allgemein hält sich die dieser Arbeit zugrundeliegende Definition als Einnahme von Substanzen ohne eine medizinische Indikation, sondern mit dem Motiv der geistigen

Leistungssteigerung, deren Wiederherstellung oder der Stresskompensation. Abzugrenzen ist hiervon der experimentelle, abhängige oder rekreative Konsum.

Damit orientiert sich die dieser Arbeit zugrundeliegende Definition nah an der von Wolff und Dietz. Diese bezeichnen Neuroenhancement als Einnahme von Substanzen als Mittel zum Zweck [27,120] und betrachten es somit ebenfalls aus der Perspektive der Verhaltensweise [15].

Demnach wurde in der Befragung die Formulierung verwendet, ob eine Substanz aus „nicht vorrangig medizinischen Gründen“ eingenommen wurde (siehe Abschnitt 3.2.2).

Bei der Auswertung wurde dann ähnlich der HISBUS-Studie [86] vorgegangen, indem auch eine Unterscheidung zwischen Soft-Enhancement und Neuroenhancement vorgenommen wurde. Hierbei meint Soft-Enhancement sämtliche freiverkäuflichen Substanzen wie beispielsweise Vitaminpräparate und Koffeintabletten, die als Mittel zum Zweck Verwendung finden. Diese können sowohl in Drogerien (z.B. Vitaminpräparate), als auch in Apotheken (z.B. Koffeintabletten) erworben worden sein. Außerdem wurden auch freiverkäufliche Substanzen wie beispielsweise Energy Drinks und andere koffeinhaltige Getränke mit eingeschlossen, da deren Konsum als ein möglicher Prädiktor für den späteren Konsum von verschreibungspflichtigen Stimulantien gesehen wird [122]. Sie werden in dieser Arbeit aber nicht als Soft-Enhancement, sondern als „Genusmittel“ aufgefasst.

Unter dem Begriff „pharmakologisches Neuroenhancement“ werden alle Substanzen verstanden, die aus der gleichen Motivation eingenommen werden, allerdings nicht freiverkäuflich, sondern verschreibungspflichtig (beispielsweise MPH, Modafinil) sind. Eine letzte Unterkategorie bildet die der illegalen Substanzen wie beispielsweise AMP.

Neben der Motivation der geistigen Leistungssteigerung schließt die Definition wie auch in der HISBUS-Studie [86] die Einnahme zum Zweck der Stresskompensation mit ein.

### 1.1.2 Motive für Neuroenhancement

Aus den unter Abschnitt 1.1.1 genannten unterschiedlichen Definitionen gehen zum Teil bereits auch die entsprechenden Gründe für Neuroenhancement hervor. So zeigt sich, dass verschiedene Motivationen für die Einnahme von Substanzen genannt werden, wie beispielsweise eine direkte oder indirekte Verbesserung der Leistungsfähigkeit des Gehirns

[80], [73] (S. 28 ff.), eine emotionale Ausgeglichenheit [73] (S. 31), oder einfach das durch sie hervorgerufene Gefühl [2].

Dennoch kritisieren beispielsweise Teter et al., dass in der Mehrzahl der Untersuchungen häufig mehr die Prävalenz des Konsums als die Motive der Konsumierenden im Vordergrund der Forschungen steht [111, 120]. Dies kritisiert er insbesondere in Hinblick darauf, dass ein genaues Verständnis des Verhaltens der Konsumierenden nur dann möglich ist, wenn die entsprechenden Motive bekannt sind [111]. Hierzu führen Wolff et al. weiter aus, dass auch nur durch ein entsprechendes Verständnis in einem zweiten Schritt Präventionsmöglichkeiten bestehen [120].

Aus diesen Gründen veranlassten Teter et al. eine Online-Befragung zur Erfassung der Gründe von Neuroenhancement. Amerikanische College-Studierende wurden unter Nennung von Beispielen nach der Einnahme von Stimulantien, die ihnen selbst nicht verschrieben worden waren, gefragt. Im Anschluss daran erfolgte die Befragung nach Gründen für die Einnahme, wobei Auswahlmöglichkeiten vorgegeben waren. Am häufigsten wurden eine Steigerung der Konzentration, eine Steigerung der Aufmerksamkeit sowie die Möglichkeit, sich in einen Rauschzustand zu versetzen („provide a high“), genannt [111].

Bei der Nennung der Motive bestanden keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Zudem fiel auf, dass die Mehrzahl der Befragten jeweils verschiedene Gründe angaben.

Dies geht einher mit den Erkenntnissen von Brand et al., die eine Befragung an Schweizer Studierenden durchführten [15]. Diese bezeichneten die unterschiedlichen und gleichermaßen bei einzelnen Konsumierenden herrschenden Gründe als „Multifinality“. In der entsprechenden Studie wurde zunächst gefragt, ob die Befragten Substanzen einsetzen würden, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen. In einem zweiten Schritt erfolgte dann die Unterteilung in freiverkäufliche, verschreibungspflichtige oder illegale Substanzen. Erst in einem dritten Schritt wurden verschiedene Gründe für die Einnahme als Auswahlmöglichkeiten genannt. Bei der Möglichkeit zur Mehrauswahl fanden alle vorgeschlagenen Items Zustimmung: Bekämpfen von Müdigkeit (89 %), Steigerung der kognitiven Leistung (78 %), „Self medication“ (51 %), für soziale Interaktionen (44 %), Stresscoping (43 %), Erholung von Stress (41 %), Euphorie erreichen (29 %), Verbesserung der sexuellen Leistungsfähigkeit (28 %) und Neugier (21 %).

Im Gegensatz zur genannten Befragung von Teter et al. stellten Middendorff et al. in der HISBUS-Studie [86] durchaus Unterschiede bei der Motivation zur Einnahme von verschiedenen Substanzen zwischen den Geschlechtern fest. Hierbei ist allerdings kritisch zu bemerken, dass diese Unterschiede genauso zwischen Soft-Enhancement und Neuroenhancement bestanden und weibliche Teilnehmende weitaus häufiger in der Gruppe derer vertreten waren, die Soft-Enhancement betrieben. Über alle Gruppen hinweg wurde allerdings die Bekämpfung von Nervosität als häufigster Grund für Neuroenhancement genannt (w: 52 %, m: 45 %) [86]. Diese wird so in den zuvor genannten Studien nicht erwähnt. Zudem war auch die geistige Leistungssteigerung häufig ein Motiv, wobei hierbei zu „unter anderem zur geistigen Leistungssteigerung“ unterschieden wurde, um illegale Substanzen, die nicht mit diesem ausschließlichen Motiv eingenommen wurden, mit einzuschließen. Des Weiteren wurde vor allem von weiblichen Teilnehmenden die Schmerzbekämpfung genannt, da im genannten Setting auch Schmerzmittel miteingeschlossen waren. Die Begründung, die Einnahme geschehe aus Neugier oder um einen Rauschzustand zu erreichen, fand hier weitaus seltener Erwähnung.

Die Unterscheidung nach Geschlechtern in Hinblick auf die Motivation zur Substanzeinnahme ergab sich auch in einer später durchgeführten Studie von Teter et al. [112], die damit im Konflikt mit seinen vorherigen Ergebnissen steht. Die dort genannten Begründungen waren jedoch denen vorangegangener Studien ähnlich: So waren auch hier Hauptmotivationen die Konzentrationssteigerung (65 %), die Hilfe beim Studium (60 %), die Steigerung der Aufmerksamkeit (48 %), das Rauscherlebnis (31 %) und die Experimentierfreude (30 %).

Aufgrund der also scheinbar veränderten Verteilung zwischen den Geschlechtern in einer Befragung, die ein Jahr später stattfand, entwickelt Teter die Hypothese, dass sich die Motivation im Laufe der Zeit beziehungsweise des Studiums verändert und regt aufgrund dessen die Erhebung der Motivation im Rahmen einer Längsschnittstudie an.

### 1.1.3 Wirkungen und unerwünschte Wirkungen von Neuroenhancement

Bei der Betrachtung des Themas „Neuroenhancement“ ist es wichtig, neben epidemiologischen Gesichtspunkten auch die Pharmakologie und damit die Frage danach, ob die verwendeten Substanzen tatsächlich die ihnen zugeschriebene Wirkung haben, zu klären. Die Auffassung darüber, welcher Leistungsbereich durch die jeweilige Substanz im Einzelnen

gesteigert werden soll, divergiert dabei beträchtlich [37, 47, 91]. Zudem sind die Risiken und unerwünschten Wirkungen bei der Verwendung von besonderer Bedeutung [36,89].

Wie eingangs beschrieben, finden verschiedene Substanzgruppen zum Neuroenhancement Verwendung, die auf unterschiedliche Weisen wirken. Im Einzelnen handelt es sich vor allem um Koffein, Stimulantien wie AMP und MPH, Modafinil, die Gruppe der Antidementiva, Ginkgo biloba und Antidepressiva [47, 73, 107].

### *1.1.3.1 Koffein*

Koffein ist sowohl als apothekenpflichtige Tablette als auch als Genussmittel in Form von koffeinhaltigen Getränken erhältlich [47], [77] (S. 360). Es gehört zur Gruppe der Methylxanthine und ist in Tablettenform für die Überwindung von kurzfristigen Ermüdungszuständen indiziert [47], [77] (S. 361). Bei Gesunden ohne vorangegangenen Schlafentzug zeigen sich nur geringe Effekte. Nach Schlafentzug kommt es durch Koffein hingegen zu einer deutlich reduzierten Müdigkeit, einer Verbesserung von Vigilanz, Aufmerksamkeit und Gedächtnis und einer Reduktion der Reaktionszeit [47, 51], [77] (S. 361). Daneben hat Koffein systemische Wirkungen: Die Einnahme führt zur kurzfristigen Steigerung der Herzfrequenz bis zu Herzrhythmusstörungen [51], Blutdruckanstieg und einer Vaso- und Bronchodilatation [77] (S. 361). Außerdem kann Koffein Kopfschmerzen [51], Magen-Darm-Beschwerden, in höheren Dosierungen oder bei empfindlichen Menschen auch innere Unruhe, Ideenflucht, Schlafstörungen oder Tremor [47] verursachen.

### *1.1.3.2 Amphetamine*

AMP wurde in den 20er Jahren zunächst als Mittel gegen Asthma entwickelt, avancierte aber aufgrund seiner vielfältigen weiteren Wirkungen in den 30er Jahren zu einer Art „Allheilmittel“ [107], [73] (S. 64). Mittlerweile werden sein rechtsdrehendes Isomer (D-AMP, Dexedrin<sup>®</sup>) und AMP-Salze (Adderall<sup>®</sup>) in den USA regelhaft zur Behandlung von ADHS eingesetzt [28, 118], [73] (S. 64). Neben diesen Substanzen sind die illegalen Drogen Methamphetamin (Crystal) und Ecstasy ebenfalls Abkömmlinge des AMP [73] (S. 66), [47]. AMP zeigt peripher adrenerge Effekte und erhöht zentral die Konzentration von Noradrenalin (NA) und vor allem von Dopamin (DA) [118], [73] (S. 66), [77] (S. 362). Unter D-AMP scheint es zu einer Steigerung der Wachheit und Aufmerksamkeit sowie einer Senkung der Reaktionsgeschwindigkeit zu

kommen. Dies verstärkt sich nach vorangegangenem Schlafentzug [47], [73] (S. 70). Andere Arbeiten deuten auf eine Verbesserung der Gedächtnisleistung und vor allem eine subjektive Erhöhung der Aufmerksamkeit im Sinne einer Überschätzung hin [5, 64, 107].

Zudem bestehen interindividuelle Wirkunterschiede [81, 107]. Es zeigt sich eine Abhängigkeit des Effektes von D-AMP vom individuellen Dopaminlevel in Form einer umgekehrten U-Kurve: Diejenigen mit schlechterer Ausgangsleistung zeigten eher eine Verbesserung durch Stimulantien, wohingegen die Gabe bei denjenigen mit einer guten Ausgangsleistung keinerlei Effekte bis hin zu einer Verschlechterung ergab [64, 81, 82]. Die Dopaminaktivität wiederum ist maßgeblich von der Aktivität der Catechol-O-Methyltransferase abhängig, da diese Dopamin abbaut. Für dieses Enzym besteht ein Polymorphismus, der die Enzymaktivität bedingt, was interindividuelle Wirkunterschiede des AMP begründet [82].

An unerwünschten Wirkungen ist das Abhängigkeits- und Missbrauchspotential hervorzuheben [77] (S. 362). Dies gilt insbesondere für von der Verschreibung abweichende Applikationsformen (intranasale oder intravenöse statt oraler Einnahme) [47]. Des Weiteren steigert AMP die Herzfrequenz und den Blutdruck und kann innere Unruhe hervorrufen. Akute Überdosierungen manifestieren sich hauptsächlich durch sympathomimetische Effekte [47]. Bei durch Gewöhnungseffekte bedingten stark erhöhten Dosierungen (0,5 – 2 g, statt der üblicherweise verschriebenen 20 mg) sind toxische Psychosen möglich [77] (S. 362).

### *1.1.3.3 Methylphenidat*

MPH ist ein AMP-Derivat und wurde primär für die Behandlung von ADHS entwickelt [47, 107, 118], [77] (S. 362). In Deutschland unterliegt es wie AMP der Betäubungsmittelverordnung [11], [95] (S. 95). Es ist unter Handelsnamen wie Ritalin<sup>®</sup>, Concerta<sup>®</sup> oder Medikinet<sup>®</sup> erhältlich. Die Wirkung von MPH ist der von AMP ähnlich. Es führt ebenfalls zu einer zentralen Erhöhung der Noradrenalin- und Dopaminkonzentration [113, 118], [73] (S. 72).

Durch die Ähnlichkeit der beiden Stoffe werden sie häufig gemeinsam untersucht, so dass vieles bezüglich der unter Abschnitt 1.1.3.2 geschilderten Wirkungen von AMP analog für MPH gilt [5, 47, 107]. In diesem Abschnitt wird nur auf einige Besonderheiten von MPH beziehungsweise explizit an MPH durchgeführte Studien hingewiesen.

Es besteht auch bei MPH ein Zusammenhang zwischen einer möglicher Verbesserung und der Ausgangsleistung [34, 84]. Zudem führt MPH zu einer Verschlechterung der Leistung bei

bereits bekannten Aufgaben [5, 34]. Bemerkenswert ist, dass die genannten Effekte bei älteren Probanden (in betreffender Studie  $M = 62$  Jahre,  $SD = 3$ ) so nicht zu bestehen scheinen [113]. Dennoch zeigten auch diese eine subjektive Leistungssteigerung [113]. Der genannte Effekt einer Selbstüberschätzung ist neben physiologischen Reaktionen der einzige Unterschied, den Bray et al. an einer Placebo-kontrollierten Untersuchung zeigen konnten [16]. Franke und Lieb stellten außerdem fest, dass im Gegensatz zu AMP durch MPH kein Ausgleich der Defizite möglich war, die durch einen Schlafentzug entstanden waren [47], [77] (S. 362).

Das Profil der unerwünschten Wirkungen von MPH ist dem von AMP sehr ähnlich [16, 34, 91, 113], wobei ein geringeres Abhängigkeitsrisiko besteht, da die Dopaminfreisetzung nicht direkt stimuliert wird [118].

#### *1.1.3.4 Modafinil*

Der genaue Wirkmechanismus von Modafinil ist bislang nicht verstanden, wobei davon ausgegangen wird, dass es sowohl eine Wirkung auf Dopamin als auch auf Noradrenalin hat [47, 118], [73] (S. 74). Des Weiteren moduliert es Neurotransmittersysteme von Glutamat und  $\gamma$ -Aminobuttersäure [47]. Die einzige Indikation ist in Deutschland die Narkolepsie [9, 20]. Die Verschreibung erfolgte in Deutschland nach Einführung zunächst gemäß Betäubungsmittelgesetz [125]. Seit 2008 ist Modafinil über einfache Kassenrezepte verschreibungsfähig [95] (S. 98), [56]. Es ist unter Handelsnamen wie Vigil<sup>®</sup>, Modasomil<sup>®</sup> oder Provigil<sup>®</sup> erhältlich.

Der Effekt von Modafinil als Neuroenhancer ist maßgeblich von der Konstitution der Einnehmenden abhängig [47]. So konnten bei Schlafdefizit deutlichere förderliche Effekte auf Aufmerksamkeit [91], Wachheit, Gedächtnis und exekutive Funktionen [5] festgestellt werden. Des Weiteren fiel auch unter Modafinil-Gabe eine Überschätzung der eigenen Leistungen und Leistungsfähigkeit auf [5, 91].

Als unerwünschte Wirkungen kann Modafinil Tachykardien, Palpitationen, Hypertonie, Tremor, Unruhe, Schlafstörungen, Kopfschmerzen, Schwindel und Mundtrockenheit hervorrufen [47, 91], [103] (S. 128 f.). Zudem zeigte sich in seltenen Fällen als gravierende unerwünschte dermatologische Wirkung das Stevens-Johnson-Syndrom, weswegen es zur Zulassungsbeschränkung in Deutschland kam [9, 56], [103] (S. 128 f.).

### 1.1.3.5 Antidementiva

Zu den Antidementiva gehören zum einen Acetylcholinesterase (AChE)-Inhibitoren, wie Rivastigmin, Donepezil und Galantamin, zum anderen der N-Methyl-D-Aspartat (NMDA) - Glutamat-Rezeptor-Antagonist Memantin [77] (S. 367). Sie sind zugelassen für leichte bis mittelschwere (AChE-Inhibitoren) beziehungsweise bis schwere Alzheimer Demenzen [47] oder Parkinson-Demenz [103] (S. 126).

Die Ergebnisse in Bezug auf Gedächtnisleistung, Müdigkeit, Stimmung oder Selbsteinschätzung sind recht inkonsistent mit zum Teil marginalen Verbesserungen [124] bei einer tendenziellen Verschlechterung von Vigilanz und Aufmerksamkeit [47].

Die unerwünschten Wirkungen von AChE-Hemmern sind vor allem durch die cholinerge Wirkung bedingt. Sie können beispielsweise zu Appetitlosigkeit, Übelkeit, Erbrechen, Diarrhöe, bradykarden Herzrhythmusstörungen, Hypotonie und Verwirrtheit führen [47], [77] (S. 367), [103] (S. 126 f.). Memantine zeigt insgesamt ein benigneres Profil unerwünschter Arzneimittelwirkungen mit Hypertonie, Kopfschmerzen, Schwindel, Schläfrigkeit und Obstipationen [47], [103] (S. 127).

### 1.1.3.6 Ginkgo biloba

Bei Ginkgo biloba handelt es sich um ein pflanzliches, freiverkäufliches Präparat. Es wird gewonnen aus den Blättern des Ginkgobaumes, die Flavonoide und Terpenoide (Antioxidantien) enthalten [47]. Es heißt, sie würden die Gewebepfusion verbessern, antiapoptotisch und neuroprotektiv wirken, wobei es hierfür geringe Evidenz gibt. Ginkgo-Präparate haben keinen Einfluss auf Müdigkeit, Reaktionszeit und Stimmung. Die Vigilanz und Aufmerksamkeit werden genau wie die subjektive Selbsteinschätzung nur gering gesteigert [47]. Entsprechend den geringen pharmakologischen Wirkungen sind auch die unerwünschten Wirkungen gering [47].

### 1.1.3.7 Antidepressiva

Der Missbrauch von Antidepressiva findet in der Regel eher in Form eines Mood-Enhancements denn als kognitives Enhancement statt. Es gibt viele verschiedene Substanzgruppen [77] (S. 346), [103] (S. 70 ff.), wobei die selektiven Serotonin-Rückaufnahme-

Inhibitoren (SSRI) vor allem in den USA besonders für Missbrauch im Sinne eines Mood-Enhancement bekannt sind [47].

Bei Gesunden zeigen sie in der Regel kaum eine positive Wirkung, sondern verursachen eher (je nach Substanz) geringgradige Einbußen von Schlafqualität, Vigilanz, Aufmerksamkeit und Reaktionsgeschwindigkeit [47].

Als unerwünschte Wirkungen der SSRI sind hauptsächlich Übelkeit, aber auch weitere gastrointestinale Symptome bekannt. Ebenso können sie zu Nervosität, Insomnie und Benommenheit führen [103] (S. 75). Bei Überdosierungen besteht die Gefahr eines Serotoninsyndroms mit Fieber, neuromuskulären Symptomen und psychischen Auffälligkeiten [47], [103] (S. 422).

#### *1.1.3.8 Fazit*

Es ist erkennbar, dass eine zusammenfassende Aussage über die Effektivität von Neuroenhancement nur schwer möglich ist [107]. Gründe hierfür sind in einer erschwerten Vergleichbarkeit durch unterschiedliche Studiendesigns [5, 91], und nicht-repräsentative Studienpopulationen zu finden [89]. Darüber hinaus ist von einem Publikationsbias auszugehen [64, 89, 107]. Entsprechend gehen viele Autoren davon aus, dass die Erwartungen an Neuroenhancement-Substanzen ihre eigentlichen Effekte übersteigen [5, 91].

Dennoch scheinen Stimulantien, Modafinil und Koffein eine Verbesserung sowohl in einigen neurokognitiven Bereichen wie der Langzeitgedächtnisleistung [47, 64, 107, 117] als auch in einigen exekutiven Funktionen hervorzurufen. Hierbei gilt es allerdings, interindividuelle Unterschiede (Genotyp, Ausgangsfähigkeiten, Müdigkeit) [64, 82] und den Aufgabentyp (unbekannt/bekannt) zu beachten.

Zudem zeigt sich durch Stimulantien- oder Modafinil-Einnahme häufig eine Überschätzung der eigenen Leistungen [5, 64]. Gerade dies gilt es zu betrachten, da die Menschen, die Medikamente zur Leistungssteigerung einnehmen, im Alltag nur diese subjektiven Effekte bemerken [91], so dass eben diese Selbstüberschätzung der Grund für die Popularität der Einnahme sein kann [64]. Schlussendlich spielt die Sicherheit eine entscheidende Rolle, da das Kosten-Nutzen-Verhältnis von Medikamenten anders betrachtet werden muss, wenn es nicht um die Therapie einer Erkrankung, sondern um die Leistungsverbesserung geht [36].

#### 1.1.4 Neuroenhancement – Prävalenz und Verbreitung

Das Thema „Neuroenhancement“ hat sowohl in der Wissenschaft als auch in der breiten Öffentlichkeit, in Zeitungsartikeln oder Fernsehbeiträgen, in den letzten Jahren zunehmende Beachtung erfahren [12, 48, 59, 62, 76, 78, 102]. Nicht zuletzt hierdurch wird suggeriert, dass es sich um ein zunehmendes Phänomen handelt [63, 107]. Andererseits ergab eine systematische Literaturrecherche von Patridge et al., dass die größten und repräsentativsten Studien eher geringere Ein-Jahres-Prävalenzen von 3 - 6 % feststellten [89]. Es ist entsprechend erkennbar, dass die Verbreitung von Neuroenhancement ein kontrovers diskutiertes Thema ist [87].

Allein durch die verschiedenen Definitionen (siehe Abschnitt 1.1.1), erklären sich unterschiedliche Angaben der Prävalenz von Neuroenhancement, die entsprechend schwer zu vergleichen und nicht generalisierbar sind [79].

So wurde beispielsweise vom Nature-Magazin eine nicht-repräsentative Online-Befragung an allen interessierten Leser\*innen durchgeführt. Von den 1400 Teilnehmenden aus 60 Ländern bejahten 20 % eine Einnahme von MPH, Modafinil oder Betablockern aus nicht medizinischen Gründen mit dem Ziel der Stimulation von Fokus, Konzentration oder Gedächtnis. Dieser Wert ist aufgrund der mangelnden Repräsentativität allerdings kritisch zu betrachten [73] (S. 51).

Eine US-amerikanische Arbeitsgruppe um Teter und McCabe führte in den Jahren 2003 [111] und 2005 [112] je eine Befragung von College-Studierenden mit der expliziten Frage nach Einnahme von Stimulantien durch. Unter Nennung von beispielhaften Handelsnamen (Adderall<sup>®</sup>, Ritalin<sup>®</sup>, Concerta<sup>®</sup>, Dexedrine<sup>®</sup>) zeigten sich Lebenszeitprävalenzen von 8 % beziehungsweise 12-Monats-Prävalenzen von 5 - 6 % mit nur marginaler Unterscheidung zwischen beiden Zeitpunkten. Auffällig war allerdings, im ersten Jahr eine höhere Prävalenz unter männlichen als unter weiblichen Studierenden (m: 9 % w: 7 %) zu beobachten, die so 2005 nicht reproduziert werden konnte. Eine weitere Befragung der Arbeitsgruppe verglich 119 verschiedene US-amerikanische Colleges miteinander [83] und kam bei expliziter Frage nach den Substanzen Dexedrin<sup>®</sup>, Adderall<sup>®</sup> und Ritalin<sup>®</sup> zu 12-Monats-Prävalenzen zwischen 0 und 25 % in Abhängigkeit vom jeweiligen College. Hier zeigten sich höhere Prävalenzraten an Colleges mit höherem Konkurrenzdruck [83].

Eine französische Online-Befragung [85] von 206 Medizin- und Pharmaziestudierenden, deren Definition von Neuroenhancement näher an der dieser Arbeit zugrunde liegenden Definition

liegt und in der entsprechend zunächst auch legale und freiverkäufliche Substanzen mit einbezogen waren, kam auf eine Ein-Jahres-Prävalenz von 67 %, wobei von diesen 85 % die Einnahme von Vitamin C und 72 % die Einnahme von Koffein zur Steigerung der geistigen Leistungsfähigkeit angaben. Sechs Prozent äußerten, verschreibungspflichtige Substanzen (wie beispielsweise MPH) zu diesem Zwecke einzunehmen. Außer einer erhöhten Einnahme von Vitamin C unter Frauen konnten im Rahmen dieser Studie keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern festgestellt werden.

Im deutschen Sprachraum haben sich unter anderem Ott et al. an der Universität Zürich der Frage zur Prävalenz von Neuroenhancement gewidmet [87]. Sie führten eine Online-Befragung durch, an der sich vor allem Medizin-, Psychologie- und Jurastudierende beteiligten. Unter einer sehr engen Definition des Begriffes Neuroenhancement (der Gebrauch von Ritalin<sup>®</sup>, Adderall<sup>®</sup> und/oder Modasomil<sup>®</sup> beziehungsweise entsprechender Generika zur Steigerung von Konzentration und/oder Aufmerksamkeit bei einer gesunden Person) stellten sie eine Lebenszeitprävalenz von 6 % fest. Zudem zeigte sich eine starke Assoziation von Neuroenhancement zu dem Konsum von Energy Drinks, Guarana, Kaffee, Zigaretten oder illegalen Drogen (z. B. konsumierten 34 % derjenigen, die Neuroenhancement betrieben, MDMA im Vergleich zu 5 % der nicht Betreibenden).

Eine andere Online-Befragung in der Schweiz schloss auch die Einnahme von Soft-Enhancern mit ein [80]. Maier et al. fanden hierbei eine Lebenszeitprävalenz der Einnahme verschreibungspflichtiger oder illegaler Substanzen sowie von Alkohol zu Zwecken des Neuroenhancements von 14 %. Hierbei gaben 8 % die Einnahme verschreibungspflichtiger Substanzen und 8 % die Einnahme von Drogen (wobei von diesen 8 % auf Alkohol 6 % entfielen) an.

Die alleinige Prävalenz der Einnahme von MPH zu diesem Zweck lag bei Männern bei 5 % bei Frauen bei 4 %. Der Konsum von Soft-Enhancern war deutlich stärker vertreten.

So wurde Kaffee zu diesem Zwecke von 53 % der Befragten, Energy Drinks von 36 %, pflanzliche Beruhigungsmittel und Vitaminpräparate von je 18 % und Koffeintabletten von 4 % der Befragten konsumiert. Zudem fiel auf, dass Frauen eher Substanzen aus dem Bereich der Soft-Enhancer, Männer hingegen eher Drogen konsumierten.

In Deutschland gibt es bislang recht wenige Studien, die sich mit dem Thema des Neuroenhancements beschäftigen. Der Gesundheitsreport der Deutschen Angestellten

Krankenkasse (DAK) hatte in den Jahren 2009 und 2015 jeweils Neuroenhancement als Schwerpunktthema und führte entsprechende Umfragen unter den Versicherten durch [62, 63].

Für den Bericht von 2015 wurde unter anderem die Frage nach der Einnahme verschreibungspflichtiger Substanzen ohne medizinische Notwendigkeit zur Verbesserung der geistigen Leistungsfähigkeit, zur Verbesserung der Stimmung oder der Linderung von Ängsten und Nervosität gestellt. 7 % der Befragten bejahten diese, wobei 3 % die geistige Leistungssteigerung und 5 % die Verbesserung der Stimmung oder den Abbau von Ängsten und Nervosität als Gründe angaben. Hierbei neigten Männer eher zur Einnahme zur Leistungssteigerung, Frauen eher zur Einnahme aus Gründen der Stimmungsverbesserung oder des Abbaus von Nervosität. Im Vergleich dazu betrug die 12-Monats-Prävalenz 3 %. Im Vergleich zum Bericht von 2009, der eine Lebenszeitprävalenz von 5 % (bzw. 2 % beim regelmäßigen Konsum) feststellte [62], bleibt die Häufigkeit also auf einem niedrigen Niveau, hat sich im Laufe von 6 Jahren aber relativ stark gesteigert [63].

Zu bedenken ist nach den Autoren eine Verzerrung durch soziale Erwünschtheit bei der Beantwortung. Daher wurde zudem auch eine Befragung mit einer Unmatched-Count-Technique durchgeführt. Durch dieses Verfahren, bei dem die Verknüpfung von Fragen und den dazugehörigen Antworten beim einzelnen Fragebogen für die Testleitung nicht mehr ersichtlich ist, wird eine höhere Anonymität der Befragten gewährleistet. Hiernach betrug die Lebenszeit-Prävalenz von pharmakologischem Neuroenhancement 12 % und ist damit um etwa 80 % höher als bei direkter Abfrage.

Es ist also von einer hohen Dunkelziffer auszugehen [63], wie sie auch Hildt et al. vermuten [59]. Sie führten Interviews mit Menschen durch, die von sich angaben, Hirndoping zu betreiben. Von diesen äußerten 83 %, mindestens eine Person zu kennen, die ebenfalls „Hirndoping“ betreiben würde.

Zu bedenken ist, dass die Befragung der DAK an Erwerbstätigen durchgeführt wurde. Studierende gelten in Bezug auf Neuroenhancement als Gruppe mit einer höheren Prävalenz als altersentsprechende Referenzgruppen [53, 66, 107].

In Deutschland führte die Arbeitsgruppe um Franke eine diesbezügliche Studie an 512 Studierenden und 1035 Schüler\*innen durch [45]. Für verschreibungspflichtige Substanzen ergab sich eine Lebenszeitprävalenz von 1 % (2 % aller Schüler\*innen und 1 % aller

Studierenden) und entsprechend niedrigere 12-Monats- beziehungsweise 30-Tages-Prävalenzen. Die Lebenszeitprävalenz für die Einnahme illegaler Stimulantien lag bei 3 % (2 % der Schüler\*innen und 3 % der Studierenden), mit auch hier entsprechend niedrigeren Werten der 12-Monats- beziehungsweise 30-Tage-Prävalenzen. Diesbezüglich wichtig ist eine genaue Betrachtung des Settings: So wurde ausschließlich nach der Einnahme zum Cognitive Enhancement gefragt. Dies wurde definiert als die Einnahme psychoaktiver verschreibungspflichtiger (MPH, Modafinil, Antidementiva) oder illegaler (AMP, Kokain, Ecstasy) Substanzen durch gesunde Personen mit dem Ziel der geistigen Leistungssteigerung. Die Befragung fand anhand von Fragebögen statt, die in der jeweiligen Schule beziehungsweise Universität ausgefüllt wurden. In der gleichen Befragung untersuchten Franke et al. auch den Koffeinkonsum unter Schüler\*innen und Studierenden zu Zwecken der geistigen Leistungssteigerung [46]. Über die Hälfte der Befragten hatte Kaffee und 40 % Energy Drinks gezielt zur geistigen Leistungssteigerung eingesetzt. 11 % gaben die Einnahme von rezeptfreien, aber apothekenpflichtigen Koffeintabletten mit dem Ziel der geistigen Leistungssteigerung an. Die entsprechenden Jahres- sowie die Monats-Prävalenzen lagen für Kaffee, für Energy Drinks und Koffeintabletten knapp unter 10 %.

Neben den sehr niedrigen Prävalenzen für die Einnahme verschreibungspflichtiger oder illegaler Substanzen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den befragten Medizin-, Pharmazie- und Wirtschaftsstudierenden oder den nach Geschlecht definierten Subgruppen [45]. Zudem geht Franke bei der Befragung von einer recht hohen Dunkelziffer aus [48] und begründet dies mit einer Befragung von Dietz et al., die zu wesentlich höheren Ergebnissen kam.

Diese halten das Thema Neuroenhancement für unterschätzt und begegnen der Problematik hoher Dunkelziffern durch das Verfahren der Randomized-Response-Technique [27]. Hierdurch wird den Befragten ähnlich der Unmatched-Count-Technique eine höhere Anonymität durch eine Entkoppelung der Fragen von den Antworten gewährleistet. In ihrer Befragung schlossen sie Koffeintabletten im Gegensatz zu koffeinhaltigen Getränken mit ein (siehe Abschnitt 1.1.1). Als Ergebnis zeigte sich eine 12-Monats-Prävalenz für den Gebrauch von Neuroenhancern von 20 %. Hierbei fanden sich Unterschiede bezüglich des Geschlechts (m: 24 %, w: 17 %), des Studienfaches (am höchsten im Bereich Sport/Sportwissenschaften: 25 %) und des Semesters (Erstes Semester: 24 %, danach 17 %).

Neben Studierenden werden auch Ärzt\*innen häufig als Risikogruppe genannt [37, 53], insbesondere in Hinblick auf Tätigkeiten mit Nachtschichten und langen Arbeitszeiten, bei denen hohe kognitive Leistungen unter starker Belastung gefordert werden [48]. Entsprechend stellt sich die Frage, ob gerade Medizinstudierende eine Prädisposition für Neuroenhancement aufweisen. Eine Befragung an ausschließlich medizinischen Universitäten in der Region Chicago, an der 2732 Studierenden teilnahmen, zeigte Lebenszeitprävalenzen von 18 % für verschreibungspflichtige Stimulantien (m: 21 %, w: 15 %), wobei 11 % der Befragten die Einnahme während der Universitätszeit angaben [35].

In Deutschland ist ein diesbezüglicher Trend fraglich. Im Rahmen der HISBUS-Studie zeigte sich unter Studierenden seit Studienbeginn eine Prävalenz von Hirndoping von 5 % und weitere 5 % für Soft-Enhancement. Beim Hirndoping konnten keine Geschlechtsunterschiede festgestellt werden, wobei die Hirndopenden im Schnitt 1 ½ Jahre älter waren. Soft-Enhancement betrieben hingegen mehr Frauen (w: 7 %, m: 3 %). Bei einer Unterscheidung des Hirndopings nach Studiengängen zeigten sich folgende Prävalenzen: Sportwissenschaften: 14 %, Veterinärmedizin: 18 %, Medizin: 7 %, Kunst: 9 %, Mathematik/Informatik: 3 %.

Erkennbar ist also eine widersprüchliche und der Anzahl nach überschaubare Studienlage bezüglich des Themas Neuroenhancement innerhalb von Deutschland, mit häufig sehr geringen Rücklaufquoten, die entsprechend vorhandene Ergebnisse zusätzlich potentiell verzerren können.

Zudem deutet die aktuelle Studienlage auf eine Veränderung des Konsums innerhalb des ersten Jahres beziehungsweise über den Verlauf des Studiums hin. So fanden Emanuel et al. bei ihrer Befragung von Medizinstudierenden zum Thema Neuroenhancement, dass bei 22 % derjenigen, die Neuroenhancement betrieben, der erste Substanzgebrauch innerhalb der Studienzeit stattfand und sich ein entsprechender Anstieg über die Studienjahre zeigen ließ [35]. Um dies näher zu untersuchen, ist also eine Befragung in Bezug auf Neuroenhancement unter Studierenden im Längsschnitt dringend erforderlich [27, 83].

## 1.2 Hintergrund der LUST-Studie

Zahlreiche Studien haben sich mit der psychischen Situation von Medizinstudierenden und Ärzt\*innen beschäftigt. Es ist eine stärkere psychische Belastung mit höheren Raten von

Ängsten, Depressionen und Burn-Out im Vergleich zu entsprechenden Referenzgruppen bekannt [33, 54, 67, 114].

In der Allgemeinbevölkerung sind Frauen von Ängsten [103] (S. 279) und Depressionen [103] (S. 255) häufiger betroffen als Männer. Dieser Trend zeigt sich auch bei Medizinstudierenden [33, 67, 114]. Insbesondere in Anbetracht dessen, dass es zunehmend mehr Medizinstudentinnen gibt, gilt es, der psychischen Gesundheit besondere Aufmerksamkeit zu schenken [114, 116].

Des Weiteren wird eine Zunahme der psychischen Belastung mit fortschreitendem Semester bis hin zum Berufseinstieg beschrieben [98, 114, 116], wobei zum Teil maximale Belastungen am Ende des zweiten Studienjahres zum Physikum feststellbar sind [115].

Pathogenetische Faktoren sind diesbezüglich gut untersucht: So spielen die hohe Arbeitsbelastung und der Leistungsdruck [98], aber auch die subjektive Wahrnehmung von Belastung [67], Persönlichkeitsfaktoren und Verhaltensmuster [33, 114] eine entscheidende Rolle. Zudem werden Medizinstudierende bereits früh mit existentiellen Themen wie Leid und Sterben konfrontiert [67]. Neben der Betrachtung pathogenetischer wird zunehmend auch Wert auf salutogenetische Faktoren gelegt [67, 115, 116], und so gewinnt die Erforschung von Resilienzfaktoren an Bedeutung [30, 98]. Der Begriff der Salutogenese geht hierbei auf den amerikanischen Medizinsoziologen Aaron Antonovsky zurück [74]. Er prägte den Neologismus komplementär zur Pathogenese bestehend aus den Wörtern „salus“ (lateinisch) für Gesundheit oder Wohlbefinden und dem griechischen „genesis“ – die Entstehung [97]. Nach Antonovsky handelt es sich bei Gesundheit um ein Kontinuum, und die Erforschung dessen, was diese verursacht, also die Salutogenese, sei von weit größerer Wichtigkeit als die Pathogenese, also die Suche nach Gründen für Krankheit [74]. Dennoch gibt es zu diesem Thema weltweit nur wenige große Studien.

In einer einjährigen Längsschnittstudie in den Niederlanden, in der ausschließlich Medizinstudierende befragt wurden, konnte eine Inzidenz von 20 % für Depressionen, 17 % für Angsterkrankungen und 25 % für allgemeine seelische Probleme gezeigt werden [13]. Als protektiver Faktor wurde lediglich ein erhöhter Alkoholkonsum festgestellt [13].

Große Längsschnittstudien, die neben Medizinstudierenden auch Studierende anderer Studiengänge betrachten, fehlen weitgehend.

Die LUST-Studie, die im Abschnitt Material und Methoden näher beschrieben wird, zeichnet sich dadurch aus, dass es sich um eine studiengangsübergreifende, über die gesamte Studiendauer angelegte Längsschnittbefragung handelt, mittels derer protektive Faktoren der Studierendengesundheit untersucht werden.

Zusammengefasst konnte bislang im Rahmen der LUST-Studie ein signifikanter Rückgang der selbstberichteten allgemeinen Gesundheit der Medizinstudierenden festgestellt werden (vor Studienbeginn bezeichneten 93 % der Befragten ihre allgemeine Gesundheit als „sehr gut“ oder „gut“ nach einem Jahr waren es 76 %), wobei dies bei genauer Betrachtung lediglich für weibliche Studierende galt (von 93 % auf 72 %). Bei den männlichen Kommilitonen war zwar auch ein Rückgang zu beobachten, dieser zeigte sich aber nicht als signifikant (von 92 % auf 87 %) [70]. Auch bezüglich der seelischen Gesundheit wurde eine, wenn auch statistisch nicht signifikante, Verschlechterung beobachtet [70]. Als positive Prädiktoren für die Erhaltung einer allgemeinen guten Gesundheit konnten regelmäßige körperliche Aktivität, Lebenszufriedenheit, Ausgeglichenheit und mentale Stabilität detektiert werden. Umgekehrt zeigten sich ein höheres Alter und Perfektionsstreben als negative Prädiktoren. Die seelische Gesundheit war mit einer höheren emotionalen Distanziertheit sowie geringerem sozialen Rückhalt, geringerem Neurotizismus und höherem Alter assoziiert [70].

Auffallend ist hier unter anderem, dass ein höheres Perfektionsstreben mit schlechterer allgemeiner Gesundheit in der Folgebefragung einherging, während dies bei der Baseline-Befragung ein Prädiktor für bessere seelische Gesundheit war. Hieraus schließen Kötter et al., dass aus Perfektionismus vor Studienbeginn eine positive Einstellung bezüglich des Studiums resultiert, dass dies aber in Angesicht der studiumsbedingten Arbeitsanforderungen zur erheblichen Last werden kann [70].

Im Rahmen von Freitext-Kommentaren der LUST-Befragung wurde in den vergangenen Jahren bereits ohne eine explizite Nachfrage diesbezüglich die Einnahme von Substanzen als Strategie genannt, um dieser Arbeitsbelastung zu begegnen. Dies steht im Einklang mit den in Abschnitt 1.1.2 geschilderten bekannten Motiven für Neuroenhancement [87].

## II Fragestellung und Hypothesen

Gerade Studierende scheinen eine Gruppe zu sein, die Neuroenhancement für sich entdeckt hat und entsprechend häufig betreibt [53, 66, 80, 107]. In diesem Zusammenhang sind insbesondere Studierende der Medizin und Gesundheitswissenschaften auch in Hinblick auf ihren künftigen Beruf zu betrachten [35, 86]. So spielen sie nicht nur als selbst Betroffene, sondern auch als Behandelnde und Betreuende eine vielfältige Rolle beim Thema Neuroenhancement [21, 37, 48, 53].

Zwar ist Neuroenhancement ein Thema von steigender Relevanz, doch ist die Forschung diesbezüglich noch recht jung und gerade in Deutschland gibt es recht wenige Studien [2, 27, 88]; insbesondere Längsschnittdaten fehlen.

In Anbetracht dessen, dass im Rahmen der LUST-Studie bereits ohne explizite Nachfrage die Einnahme von Substanzen als Stressbewältigungs-Strategie genannt wurde und an der Universität zu Lübeck aufgrund ihres Fokus' auf Medizin und Lebenswissenschaften ein hohes Risikoprofil zu vermuten ist, gilt es, die Relevanz des Themas Neuroenhancement in diesem Setting zu bestimmen:

Prävalenzbestimmung:

Wie hoch ist die Lebenszeit-Prävalenz von Neuroenhancement unter Lübecker Studierenden?

Wie groß ist hierbei der Anteil derer, die regelmäßig Neuroenhancement betreiben?

Im Hinblick auf die bisherige Forschung ist bei Betrachtung der Prävalenz zudem mit demographischen Unterschieden und Unterschieden zwischen Studiengängen zu rechnen [27, 57, 83, 86, 111, 112]. Es werden entsprechend folgende Hypothesen formuliert:

H<sub>0</sub>1a: Die Prävalenz von Neuroenhancement unterscheidet sich nicht zwischen männlichen und weiblichen Studierenden.

H<sub>1</sub>1a: Die Prävalenz von Neuroenhancement unterscheidet sich zwischen männlichen und weiblichen Studierenden.

H<sub>0</sub>1b: Die Prävalenz von Neuroenhancement unterscheidet sich nicht zwischen Medizinstudierenden und Studierenden der anderen Fächer.

H<sub>1</sub>1b: Die Prävalenz von Neuroenhancement unterscheidet sich zwischen Medizinstudierenden und Studierenden anderer Fächer.

H<sub>0</sub>1c: Die Prävalenz von Neuroenhancement unterscheidet sich nicht bei Studierenden verschiedenen Alters.

H<sub>1</sub>1c: Die Prävalenz von Neuroenhancement unterscheidet sich bei Studierenden verschiedenen Alters.

Zudem ist von Prävalenzunterschieden zwischen den Jahrgängen beziehungsweise einer Veränderung des Konsums im Sinne einer Zunahme des Neuroenhancements während des Studiumsverlaufs auszugehen [35]:

H<sub>0</sub>2: Die Prävalenz von Neuroenhancement unterscheidet sich zwischen den Studienjahrgängen nicht.

H<sub>1</sub>2: Die Prävalenz von Neuroenhancement unterscheidet sich zwischen den Studienjahrgängen.

H<sub>0</sub>3: Die Prävalenz von Neuroenhancement unter den Studierenden, die im Wintersemester 2014/15 ihr Studium an der Universität zu Lübeck begonnen haben, unterscheidet sich zwischen den Befragungszeitpunkten t<sub>0</sub>, t<sub>1</sub> und t<sub>2</sub> nicht.

H<sub>1</sub>3: Die Prävalenz von Neuroenhancement unter den Studierenden, die im Wintersemester 2014/15 ihr Studium an der Universität zu Lübeck begonnen haben, unterscheidet sich zwischen den Befragungszeitpunkten t<sub>0</sub>, t<sub>1</sub> und t<sub>2</sub>.

Die Rolle psychosozialer Faktoren in Bezug auf Neuroenhancement ist noch weitgehend unbekannt [99]. Es gilt diese näher zu untersuchen, indem die Ergebnisse der Befragung zum Thema Neuroenhancement im Kontext der bisherigen Ergebnisse der LUST-Studie betrachtet werden. Diese stellte eine Abnahme der allgemeinen und seelischen Gesundheit der Lübecker Studierenden im Verlauf des Studiums fest [70].

H<sub>0</sub>4a: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen Neuroenhancement und allgemeiner Gesundheit.

H<sub>1</sub>4a: Es gibt einen Zusammenhang zwischen Neuroenhancement und allgemeiner Gesundheit.

H<sub>0</sub>4b: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen Neuroenhancement und seelischer Gesundheit.

H<sub>1</sub>4b: Es gibt einen Zusammenhang zwischen Neuroenhancement und seelischer Gesundheit.

H<sub>0</sub>4c: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen Neuroenhancement und empfundenem Stress.

H<sub>1</sub>4c: Es gibt einen Zusammenhang zwischen Neuroenhancement und empfundenem Stress.

## III Material und Methoden

### 3.1 Die LUST-Studie

Die vorliegende Arbeit wurde im Rahmen der LUST-Studie der Arbeitsgruppe Studierendengesundheit des Instituts für Sozialmedizin und Epidemiologie erstellt.

#### 3.1.1 Studiendesign

Bei der LUST-Studie handelt es sich um eine prospektiv-beobachtende longitudinale Kohortenstudie. Sie wird seit 2011 an der staatlichen Universität zu Lübeck mit Fokus auf Medizin und Lebenswissenschaften durchgeführt [70, 71]. Ab ihrer Einschreibung werden die Studierenden jährlich über die gesamte Dauer ihres Studiums im Juni, das heißt zum Ende des akademischen Jahres, befragt [69]. Zudem findet im Oktober eine Baseline-Befragung (t0) der Studienanfänger\*innen im Rahmen der Orientierungswoche der Fächer Medizin, Psychologie und Pflege beziehungsweise im Mathevorkurs der Sektion MINT (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik) und damit vor dem eigentlichen Studiumsbeginn statt. Für die Studienteilnahme gibt es keine Ausschlusskriterien. Die Befragung erfolgt freiwillig und pseudonymisiert.

#### 3.1.2 Studienpopulation

Im Rahmen der Längsschnittstudie wurden Studierende, die ihr Studium an der Universität zu Lübeck im Oktober 2014 begonnen haben, direkt vor Beginn des ersten Studienjahres (Baseline, t0), sowie zum Ende des ersten (Folgebefragung, t1) und zweiten (Folgebefragung, t2) Studienjahres befragt. Auf diesen Zeitraum wurde sich unter anderem aufgrund des Aufbaus des deutschen Medizinstudiums festgelegt: So folgt auf die ersten zwei vorklinischen Jahre die erste ärztliche Prüfung (Physikum), die eine besondere Belastung darstellt [115].

Für die Querschnittsstudie wurden alle im Juni 2016 immatrikulierten Studierenden mit Studiumsbeginn ab 2011 befragt. Demnach ergab sich ein Querschnitt der Jahrgänge 2011 - 2015, jeweils nach 1 - 5 Studienjahren. Der älteste befragte Jahrgang der Medizinstudierenden befindet sich damit direkt vor dem schriftlichen 2. Staatsexamen und somit vor Eintritt ins Praktische Jahr.

Neben Studierenden der Humanmedizin wurden ebenfalls Studierende der Bachelorstudiengänge in den anderen Profil-Fächern der Universität befragt. Im Einzelnen handelt es sich hierbei um die Fächer Informatik, Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften (MML), Medizinische Informatik (MI), Medizinische Ingenieurwissenschaften (MIW), Molecular Life Science (MLS), Psychologie, Pflege und Medieninformatik.

Die Teilnahme an vorigen Befragungen der LUST-Studie ist keine Voraussetzung für die Teilnahme an der folgenden Befragung.

### 3.1.3 Befragung

Die Baseline-Befragung (t0) der Längsschnitt-Kohorte fand im Rahmen der vor Semesterbeginn stattfindenden Einführungswoche im Oktober 2014 statt. Diese gestaltet sich für die verschiedenen Sektionen unterschiedlich: So findet für Studierende der MINT-Fächer ein Mathematikvorkurs und für die Studierenden der Medizin, Psychologie und Pflege eine Orientierungswoche, die eher dem Kennenlernen dienen soll, statt.

Obgleich es sich hierbei in beiden Sektionen um ein fakultatives Angebot handelt, nehmen an diesem erfahrungsgemäß die meisten Studierenden teil. In diesem Rahmen fand die Befragung nach einer kurzen Einführung zum Thema Studierendengesundheit und den Zielen der Studie schriftlich statt. Um einen möglichst hohen Rücklauf zu gewährleisten, erhielten die Teilnehmenden zusätzlich zur thematischen Motivation nach Abgabe des ausgefüllten Fragebogens einen Gutschein einer lokalen Buchhandelskette im Wert von fünf Euro. Zudem wurden innerhalb der ersten zwei Semesterwochen Nachholtermine angeboten.

Für die Folgebefragungen ist eine schriftliche Befragung aller Studierenden schwieriger: Vorlesungen werden nur von einem Teil der Studierenden besucht, Seminare finden in der Regel in Kleingruppen und mit einem sehr engen Zeitplan statt. Entsprechend fanden die Folgebefragungen für die Längsschnittkohorte (t1, t2) sowie die Querschnittbefragung mithilfe des Websurvey-tools „SurveyMonkey“ statt [108]. Obgleich aus der Literatur bekannt ist, dass Rücklaufquoten für Onlinebefragung zum Teil etwas geringer ausfallen [101], tritt dieses Problem bei jungen Bevölkerungsgruppen mit guten Zugangsmöglichkeiten zum Internet wie Studierenden in etwas geringerer Ausprägung auf [6]. Überdies bietet die Online-Befragung auch Vorteile wie die Möglichkeit zur Personalisierung der Befragung, einen

geringeren Anteil inkompletter Datensätze durch integrierte Plausibilitätsprüfungen [6] und die leichtere Machbarkeit von Längsschnittstudien [68].

Die Beantwortung des Online-Fragebogens war im Juni 2015 (t1) beziehungsweise im Juni 2016 (t2, Querschnitt) für jeweils 17 Tage möglich.

Um einen hohen Rücklauf zu gewährleisten, erhielten die Studierenden auch bei der Folgebefragung für ihre Teilnahme einen Gutschein einer lokalen Buchhandels- oder Bäckereikette im Wert von fünf Euro. Neben der Gutscheinvergabe, die auch zu Informationszwecken diente, wurden die Studierenden auch in Vorlesungen, durch E-Mails oder in jahrgang-internen Social-Media-Gruppen zur Studienteilnahme aufgefordert. Hierbei wurden neben einer thematischen Aufklärung zur Studierendengesundheit auch Zwischenstände der Befragungsteilnahme genannt, was ebenfalls der Motivation dienlich sein sollte.

#### *3.1.3.1 Ethik und Datenschutz*

Die Ethikkommission hat einer Erweiterung des bestehenden LUST-Projektes um Fragen zum Thema Neuroenhancement am 12. März 2015 zugestimmt (Aktenzeichen des LUST-Projektes 11-010, siehe Anhang).

Die Datenerhebung erfolgt pseudonymisiert anhand von selbst generierten Codes. Diese bestehen aus dem Namen der Mutter, dem Geburtstag und dem Geburtsort. Sie werden bei jeder Befragung eingangs abgefragt und dienen so der Zuordnung der Fragebögen im Längsschnitt. Zudem erfolgt die freiwillige Angabe der Matrikelnummer, um sowohl Fehlerquellen und Doppelungen bei der Codierung zu begegnen als auch Dropouts durch beispielsweise einen Abbruch des Studiums zu identifizieren. Hierdurch ist eine sicherere Verlaufsbeurteilung möglich. Dies wurde vom Datenschutzbeauftragten der Universität als unbedenklich eingestuft.

Analog zur Datenerhebung, erfolgt auch die Auswertung eines pseudonymisierten Datensatzes (siehe Abschnitt 3.3.1).

## 3.2 Der Fragebogen

Die Datenerhebung erfolgte mittels eines Fragebogens, der seit 2011 für die Befragungen der LUST-Studie verwendet wird und aus geringfügig variierenden, validierten und selbstentwickelten Elementen besteht [70, 71].

Abgefragt werden hierbei demographische Faktoren, Fragen zur Selbsteinschätzung der allgemeinen und seelischen Gesundheit (anhand einer Angst- und Depressions-Skala) sowie Fragen nach Persönlichkeitseigenschaften und arbeitsbezogenen Verhaltens- und Erlebensmustern und Freizeitaktivitäten.

Die dieser Arbeit zugrundeliegenden Fragen zum Thema Neuroenhancement wurden in Anlehnung an den aktuellen Forschungsstand im Bereich Neuroenhancement selbst entwickelt und in den Befragungen im Oktober 2014 sowie im Juni 2015 erstmals angewendet. Bei der Anzahl der Fragen musste zwischen Länge, Komplexität, Relevanz und Redundanz abgewogen werden, um sowohl einen hohen Informationsgewinn als auch hohe Rücklaufquoten zu gewährleisten [93, 101]. Hierbei ist insbesondere zu beachten, dass die Befragung der LUST-Studie über den Verlauf des gesamten Studiums stattfinden soll. Um entsprechend die Teilnahmemotivation zu erhalten, werden einige der Fragebogenelemente nicht zu jedem Befragungszeitpunkt eingesetzt [109].

Zudem wurden sowohl für die Baseline-Befragung als auch für die Folgebefragungen zwei verschiedene Versionen des Fragebogens für Medizin-Studierende und Studierende anderer Fächer verwendet.

Bei den hier vorgestellten Elementen handelt es sich um diejenigen, die für die Fragestellung dieser Arbeit relevant sind, analysiert wurden und entsprechend im Ergebnisteil besprochen werden. Für eine detaillierte Beschreibung sämtlicher Fragebogenelemente sei hiermit auf entsprechende diesbezüglich publizierte Arbeiten verwiesen [70, 71].

### 3.2.1 Fragen zur Demographie

Sämtliche Studierenden wurden zu Beginn des Fragebogens nach ihrem Studiengang, ihrem Alter und ihrem Geschlecht gefragt. Im Juni 2015 war erstmals bei der Frage nach dem Geschlecht neben den Auswahlmöglichkeiten „männlich“ und „weiblich“ mit „anderes“ auch eine dritte Option gegeben. Dies wurde in einer Stellungnahme des deutschen Ethikrates aus dem Jahr 2012 so empfohlen [17, 26].

### 3.2.2 Frage zur allgemeinen Gesundheit

Die Beurteilung der allgemeinen Gesundheit erfolgte durch Selbsteinschätzung der Studierenden anhand einer einzelnen, allgemeinen Frage („Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?“). Diese Form der Fragestellung wurde aufgrund einer diesbezüglich bestehenden Empfehlung der WHO gewählt [24] (S. 51 f.). Die Beantwortung erfolgte der WHO-Empfehlung zufolge anhand einer fünfstufigen Likert-Skala („1 = sehr gut“, „2 = gut“, „3 = zufriedenstellend“, „4 = weniger gut“ oder „5 = schlecht“). Um einen unvoreingenommenen Eindruck zu gewinnen, wird die Frage bewusst an den Anfang des Fragebogens gestellt [24] (S. 53). Diese Vorgehensweise findet so im deutschen Sprachraum vielfach Verwendung [92, 110].

Bei der Auswertung erfolgte entsprechend dem Vorgehen der Arbeitsgruppe in den Vorjahren die Dichotomisierung in einen guten („sehr gut“ oder „gut“) und einen nicht guten (analog die anderen Auswahlmöglichkeiten) Gesundheitszustand [70, 71].

### 3.2.3 HADS-D

Zur Erfassung der seelischen Gesundheit wurde die deutsche Adaptation der Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS-D) verwendet [58]. Diese dient dem Screening und der Verlaufsbestimmung psychischer Störungen bei Erwachsenen anhand der Merkmale Angst und Depression. Es handelt sich um ein Selbstbeurteilungsverfahren mit jeweils sieben alternierenden Fragen der Subkategorien Angst und Depression.

Die Beantwortung erfolgt jeweils anhand einer vierstufigen Likert-Skala mit Werten von 0 - 3. Entsprechend sind je Bereich Summenscores von bis zu 21 Punkten möglich, wobei hohe Punktwerte für eine höhere Zustimmung zu depressiven oder ängstlichen Symptomen stehen. In Entsprechung vorangegangener Auswertungen im Rahmen der LUST-Studie [70, 71] wird zur Dichotomisierung beider Bereiche ein Cutoff von  $> 10$  für die Angst- und  $> 8$  für die Depressionsskala gewählt<sup>2</sup>. Da in dieser Arbeit die Gesundheit der Studierenden

---

<sup>2</sup> Die Ermittlung eines idealen Cutoff des HADS-D ist Gegenstand von Diskussionen [58]. Gemäß dem Handbuch des HADS-D besteht die Möglichkeit entsprechend der gewünschten Spezifität und Sensitivität den Schwellenwert anzupassen [58]. In dieser Arbeit wurde die Auswertung analog der vorangegangenen Auswertungen der LUST-Studie vorgenommen. Sie richtet sich nach der Empfehlung einer früheren Auflage des HADS-D-Manuals, die sich so in der Praxis bewährt hat [58].

vordergründig ist, wurde eine weitere Zusammenfassung vorgenommen: Nur, wenn weder die Kriterien für Ängstlichkeit noch die Kriterien für Depressivität erfüllt waren, galt jemand als seelisch gesund. Umgekehrt galt jemand bei entweder einer erhöhten Ängstlichkeit oder einer erhöhten Depressivität als seelisch nicht gesund.

#### 3.2.4 PMSS-D

Die Perceived Medical School Stress Scale (PMSS) ermöglicht die Erfassung von Stressoren und Belastung im Medizinstudium. Im Rahmen der LUST-Studie wurde die deutschsprachige Übersetzung von Kötter und Voltmer verwendet [72]. Sie besteht aus 13 Fragen, die Gefühle von Stress bedingt durch die Studiumssituation abfragen. Anhand einer fünfstufigen Likert-Skala („1 = stimme überhaupt nicht zu“ bis „5 = stimme voll und ganz zu“) wird ein Punktescore ermittelt, der das Stresslevel repräsentiert.

Da es sich um Fragestellungen mit spezifischem Bezug auf Stress durch das Medizinstudium handelt, erfolgte ausschließlich die Befragung von Medizinstudierenden ab der ersten Folgebefragung (t1).

#### 3.2.5 Fragen zum Thema Neuroenhancement

Bei den Items zum Thema Neuroenhancement wurde unterschieden zwischen der Erstbefragung (t0) vor Studienbeginn und den jeweiligen Folgebefragungen.

So wurde in der Baseline-Befragung zunächst recht allgemein nach Neuroenhancement gefragt. Wichtig war hierbei die Wahl der genauen Formulierung. Da wie eingangs beschrieben (siehe Abschnitt 1.1.1) keine einheitliche Definition existiert, wurde bewusst nicht der Begriff „Neuroenhancement“ verwendet. Auch der Ausdruck „Medikament“ bietet hier zu großen Interpretationsspielraum. Zudem sollten aufgrund der sensiblen Thematik emotional gefärbte Begriffe wie „illegal“ oder „Drogen“ vermieden werden. Um keiner Verfälschung durch die Einnahme psychoaktiver Substanzen zu medizinischen Zwecken zu unterliegen, durfte die Einnahme von Substanzen ausschließlich aus medizinischen Gründen nicht als Neuroenhancement gelten. Des Weiteren war neben der grundsätzlichen Frage auch die Komponente der Regelmäßigkeit von Bedeutung. In Form eines Freitextkommentares wurde außerdem um eine Spezifizierung der Substanzen gebeten. Dabei wurde bewusst auf

Auswahlmöglichkeiten verzichtet, da diese unter Umständen Menschen, die keine Erfahrung mit dem Thema haben, erst auf Substanzen aufmerksam machen.

Bei der Auswertung erfolgte entsprechend der unter Abschnitt 1.1.1.1 geschilderten Definition die Dichotomisierung der Antworten in die Kategorien Neuroenhancementbetreiber\*innen bzw. Nicht-Neuroenhancementbetreiber\*innen (Ja/Nein). Der hierbei entstehende Datenverlust wurde zu Gunsten einer besseren Interpretierbarkeit in Kauf genommen. Es wurden unabhängig von der Substanz all diejenigen dem Neuroenhancement zugeordnet, die die Eingangsfrage bejahten, oder die trotz Verneinen der Eingangsfrage den Freitext entsprechend ausfüllten. Nicht gewertet wurden diejenigen, die innerhalb des Freitextes medizinische Indikationen angaben beziehungsweise bei denen eine medizinische Indikation klar ersichtlich war. Des Weiteren wurde eine Unterteilung nach der Regelmäßigkeit von Neuroenhancement vorgenommen. Regelmäßiger Konsum wurde definiert als mindestens einmal wöchentlicher Konsum der entsprechenden Substanzen.

Tabelle 1

*Fragen zum Neuroenhancement in der Baseline-Befragung*

---

Haben Sie in den letzten 30 Tagen zur Steigerung von Aufmerksamkeit, Konzentrationsfähigkeit oder Leistung, zum „Abschalten“ oder aus anderen nicht vorrangig medizinischen Gründen etwas (z.B. Tabletten, Nahrungsergänzungsmittel, „Genussmittel“) zu sich genommen?

Noch nie/ Ja, aber nicht in den letzten 30 Tagen/ Seltener als einmal pro Woche/ Einmal pro Woche/ Mehrmals pro Woche/  
Jeden Tag/ Mehrmals pro Tag

Wenn ja, worum handelte es sich dabei? \_\_\_\_\_

---

Die Entscheidung, in der Erstbefragung zunächst eher unspezifische Fragen zu wählen und diese erst in den Folgebefragungen zu spezifizieren, wurde bewusst getroffen.

Hiermit sollte der Gefahr begegnet werden, junge Studierende mit einem so sensiblen Thema wie der substanzvermittelten Begegnung von Überforderung zu erschrecken. Außerdem waren diese vor Beginn des Studiums noch einer anderen Lebenssituation ausgesetzt, als der, die sich bis zum Juni des Folgejahres ergab.

Die genauere Unterteilung in den Folgebefragungen wurde bereits bei der Eingangsfrage vorgenommen. So wurde sowohl nach der Einnahme von Substanzen zum Zwecke der Leistungs- und Konzentrationssteigerung, als auch mit dem Motiv des „Abschaltens“ und Entspannens gefragt. Des Weiteren erfolgte die Abfrage von Gründen der Einnahme. Hierfür standen verschiedene Optionen zur Auswahl, wobei eine Mehrfachauswahl gestattet war, um eine beschriebene Multifinalität [111, 120] des Neuroenhancements zu berücksichtigen.

Analog zur Auswertung der Baseline-Befragung erfolgten im Anschluss die Dichotomisierung und die Zuordnung bezüglich der Regelmäßigkeit. Durch die erfolgte Abfrage der Motivation zur Substanzeinnahme konnte die Dichotomisierung individualisiert abgeglichen werden.

Für eine, obgleich in der eigenen Definition nicht ausschlaggebende, Unterteilung des Neuroenhancements in verschiedene Substanzklassen erfolgte die manuelle Zuordnung der Freitextantworten in die Kategorien Genussmittel, Soft-Enhancement, Pharmakologisches Neuroenhancement, illegale Substanzen und Alkohol.

## Tabelle 2

### *Fragen zum Neuroenhancement in der Folgebefragung*

---

Haben Sie schon einmal zur Steigerung von Aufmerksamkeit, Konzentrationsfähigkeit oder Leistung etwas (z.B. Tabletten, Nahrungsergänzungsmittel, Drogen) zu sich genommen?

Noch nie/ Ja, aber nicht in den letzten 30 Tagen/ Seltener als einmal pro Woche/ Einmal pro Woche/ Mehrmals pro Woche/  
Jeden Tag/ Mehrmals pro Tag

Worum handelt es sich bei den Substanzen? \_\_\_\_\_

Haben Sie schon einmal zum „Abschalten“, Entspannen oder anderen nicht vorrangig medizinischen Gründen etwas (z.B. Tabletten, Nahrungsergänzungsmittel, Drogen) zu sich genommen?

Noch nie/ Ja, aber nicht in den letzten 30 Tagen/ Seltener als einmal pro Woche/ Einmal pro Woche/ Mehrmals pro Woche/  
Jeden Tag/ Mehrmals pro Tag

Worum handelt es sich bei den Substanzen? \_\_\_\_\_

Was sind Gründe für die Einnahme der genannten Substanzen (Mehrfachauswahl möglich)?

Sport/ Feiern/ Lernleistung steigern/ Erfolg im Studium/ Experimentierfreude/ zum Abschalten/ keine Angabe/ Sonstige  
Gründe\_\_\_\_\_

---

### 3.2.5.1 *Pretest der Fragen zum Thema Neuroenhancement*

Da die vorliegende Untersuchung Teil der LUST-Studie ist, deren Fragebogen bereits validiert und etabliert ist [70, 71, 109], erfolgte ein Pretest nur für die neu entwickelten Fragen zum Thema Neuroenhancement.

Auch hier galt es, zwischen der Baseline- und den Folgebefragungen zu unterscheiden.

Für die Befragung im Oktober 2014 wurden lediglich zwei neue Fragen hinzugefügt, so dass für diese nur ein kurzer Pretest erfolgte: Drei Medizinstudierende des 10. Semesters erhielten den Fragebogen zur Beantwortung der Neuroenhancement-Fragen. Hierbei wurde einmalig die Offenheit der Frage kritisiert, die entsprechend erneut diskutiert wurde. Aufgrund des behavioralen Verständnisses von Neuroenhancement, das dieser Arbeit zugrunde liegt, wurde sich aber bewusst dafür entschieden, diese so beizubehalten.

Der Pretest für die Folgebefragungen erfolgte entsprechend dem Fragebogen online. Er wurde an 18 Menschen geschickt, wobei es sich hierbei neben Medizinstudierenden auch um Psychologiestudierende sowie bereits Berufstätige handelte. Es wurden vornehmlich Anmerkungen zum Verständnis der Formulierungen gemacht, die daraufhin überarbeitet wurden.

## 3.3 Datenauswertung

Die statistische Auswertung der vorliegenden Daten erfolgte eigenständig nach Beratung durch Herrn Dr. med. Thomas Kötter, Frau Dipl. Psych. Katrin Obst und Frau Jessica Lückert aus dem Institut für Sozialmedizin und Epidemiologie.

### 3.3.1 Datenaufbereitung

Zur Auswertung der schriftlichen Fragebögen wurden diese zunächst mittels Teleform in Microsoft Access eingelesen. Anschließend erfolgte die Übertragung in IBM SPSS<sup>®</sup> 22.

Aus den Online-Fragebögen war ein direkter Import von SurveyMonkey in IBM SPSS<sup>®</sup> 22 möglich. Mit diesem wurde die statistische Auswertung durchgeführt.

Anhand der Codes und Matrikelnummern erfolgte eine Verknüpfung der Daten der einzelnen Befragungen. Mit Hilfe der demographischen Daten zu Alter, Geschlecht und Studiengang wurde im Anschluss eine Plausibilitätsprüfung durchgeführt. Es wurden nur die Daten, die

dieser standhielten, in die Datenbank aufgenommen und entsprechend in die Auswertung mit einbezogen. Fehlende Werte wurden bei der Dateneingabe als solche gekennzeichnet. Sie wurden für die Auswertung nicht ersetzt. Entsprechend wurde bei jeder Berechnung und Tabelle das valide  $n$  für die zugehörige Zielgröße mitgeteilt.

Die Statistiken und Kennwerte wurden nach den Normen der American Psychological Association berichtet [32].

### 3.3.2 Rücklauf

Die Bestimmung des Rücklaufes erfolgte anhand von Pressemitteilungen der Universität vom Oktober 2011 bis Oktober 2015. Die Gesamtzahl der Studierenden für die Querschnitterhebung berechnet sich hierbei aus der Summe derjenigen, die sich zu Beginn eines jeden Wintersemesters an der Universität immatrikulierten. Es ist dabei davon auszugehen, dass nicht alle Studierenden, die sich im Oktober des jeweiligen Jahres an der Universität einschrieben, ihr Studium auch antraten. Hinzu kommt der Anteil derjenigen, die ihr Studium abbrachen. Hierbei gilt es zudem zu beachten, dass die Befragung im Juni und damit am Ende des akademischen Jahres erfolgte. Es ist entsprechend von einer tatsächlich niedrigeren Studierendenzahl und damit falsch niedrigen Rücklaufquoten auszugehen. Dies gilt insbesondere für die Studiengänge, deren Platzvergabe im Gegensatz zu Medizin und Psychologie nicht zentral erfolgt. Gleiches gilt für die Rücklaufquoten der Befragungen des Längsschnittes. Für die Bestimmung von Geschlechts- und Altersverteilung wurde auf eine Liste des Studierenden-Service-Centers vom Beginn des Wintersemesters 2015/16 zurückgegriffen. Die dortigen Studierendenzahlen sind höher, als durch eine Aufsummierung der pro Jahrgang neu eingeschriebenen Studierenden erklärlich. Daher ergibt sich eine entsprechend höhere Fallzahl. Die bestimmten Werte dienen daher lediglich als Richtwert.

### 3.3.3 Längsschnittdaten

Anhand der von den Studierenden angegebenen Codes und Matrikelnummern erfolgte nach Plausibilitätsprüfung eine Verknüpfung der Daten der Baseline-Erhebung mit denen der ersten und zweiten Folgebefragung. Für die Längsschnittbetrachtung fanden nur die Daten der Studierenden Verwendung, die zu allen drei Befragungszeitpunkten ( $t_0$ - $t_2$ , Oktober 2014 bis

Juni 2016) teilgenommen hatten und deren Datensätze entsprechend verknüpft werden konnten.

### 3.3.4 Deskriptive Statistik

Die Daten wurden je nach Skalenniveau ausgewertet und in entsprechender Form dargestellt. Es wurden die absoluten und relativen Häufigkeiten von Variablen mit kategorialem Niveau bestimmt. Zusätzlich wurden die zugehörigen 95 % Konfidenzintervalle (KI) mittels Bootstrapping berechnet. Für metrische Variablen erfolgte die Berechnung des arithmetischen Mittelwertes ( $M$ ) und der Standardabweichung ( $SD$ ) sowie die Bestimmung der Spannweite ( $R$ ).

### 3.3.5 Schließende Statistik

Schließende statistische Verfahren wurden ebenfalls entsprechend der Skalenniveaus und des Studiendesigns durchgeführt. Bei Vergleichen zwischen Studiengängen, Jahrgängen oder Geschlechtern handelte es sich um ein unverbundenes Studiendesign, bei der Darstellung im Längsschnitt um ein verbundenes. Das Signifikanzniveau  $\alpha$  wurde auf  $< 0,05$  festgelegt. Sämtliche statistischen Tests erfolgten zweiseitig.

Zur Darstellung von Zusammenhängen nominaler Daten wurde der  $\chi^2$ -Test verwendet. Zu dessen Verwendung erfolgte jeweils zunächst die Überprüfung der geschätzten Häufigkeiten, welche zur Interpretation größer als 5 sein müssen [40] (S. 735). Zum Vergleich ordinal- und intervallskalierter Merkmale erfolgte ein Mittelwertvergleich mittels t-Test für unverbundene Stichproben. Da es sich bei dem t-Test um einen parametrischen Test handelt [40] (S. 371), gilt es, die Annahmen von Normalverteilung und Varianzgleichheit zu beachten. Aufgrund der Größe der Stichprobe kann im vorliegenden Fall Normalverteilung angenommen werden, so dass diese wie entsprechend für große Stichproben empfohlen nicht getestet wurde [40] (S. 184). Die Varianzgleichheit wurde mittels der Levene-Teststatistik jeweils berechnet. Im Fall von Heteroskedastizität wurden die entsprechend korrigierten Werte verwendet.

Zur statistischen Beurteilung wurden außerdem Effektstärken berechnet. Bei kategorialen Variablen wurde hierfür die Odds Ratio (OR) mit zugehörigem 95 % KI in eckigen Klammern, bei intervallskalierten Variablen Cohen's  $d$  verwendet. Hiernach gelten Werte ab 0,2 als klein, ab 0,5 ab mittel und ab 0,8 als groß [40] (S. 80).

### 3.3.5.1 Logistische Regression

Mithilfe von logistischen Regressionsanalysen besteht die Möglichkeit, kategoriale Zielvariablen mittels kategorialer und kontinuierlicher Prädiktorvariablen zu erklären [40] (S. 761). Im Rahmen dieser Arbeit waren der jeweilige beziehungsweise der regelmäßige Konsum von Neuroenhancern anhand der unter Abschnitt 3.2.5. festgelegten Kriterien die entsprechend dichotomen Zielvariablen. In diesem Fall spricht man auch von binär logistischer Regression [40] (S. 761). Als potentielle Prädiktoren dienten die in der Literaturrecherche sowie die durch diese Arbeit identifizierte Faktoren. Im Einzelnen handelte es sich bei den untersuchten Prädiktoren um das Geschlecht, das Alter, den Studiengang, die allgemeine Gesundheit und die seelische Gesundheit. Für Regressionsanalysen gilt es, eine starke Korrelation ( $r > 0,8$ ) der unabhängigen Variablen untereinander auszuschließen, da diese die Ergebnisse verfälschen [40] (S. 324 f.). Entsprechend wurde zunächst eine Multikollinearitätsanalyse vorgenommen. Hierfür wurden die entsprechenden Korrelationskoeffizienten und ihr Signifikanzniveau berechnet. Da diese Methode allerdings subtilere Korrelationen unterschätzt, wurde zudem der Varianzinflationsfaktor (VIF) berechnet. Beträgt dieser weniger als 10 beziehungsweise ist der durchschnittliche VIF nicht wesentlich größer als 1, kann eine Multikollinearität ausgeschlossen werden [40] (S. 325).

Aufgrund eines starken Zusammenhangs zwischen allgemeiner und seelischer Gesundheit und entsprechender suppressiver Effekte wurden zwei Modelle entwickelt, die jeweils nur eine der beiden Variablen als Prädiktor enthielten.

Zur Entwicklung des Regressionsmodells wurde die Methode der forcierten Eingabe gewählt. Bei diesem Verfahren werden sämtliche Prädiktoren simultan in das Modell eingesetzt, so dass entsprechend keine Entscheidung über die Reihenfolge und damit die Relevanz der einzelnen Variablen getroffen wird [40] (S. 322). Eine solche Entscheidung, wie sie der hierarchischen Eingabe zugrunde liegt, war im vorliegenden Fall nicht möglich, da es in der Literatur bislang keine verlässlichen Daten über Prädiktoren zum Konsum von Neuroenhancern gibt, auf die man hätte zurückgreifen können. Auf die schrittweisen Analysen wurde aufgrund dessen, dass die Eingabe aus rein mathematischen Gesichtspunkten erfolgt und daher von diesem Verfahren abgeraten wird [40] (S. 322), ebenfalls verzichtet.

## IV Ergebnisse

### 4.1 Die Studienpopulation

#### 4.1.1 Querschnitt

Bei der Querschnittserhebung über alle Studienjahrgänge beteiligten sich 1268 Studierende.

##### 4.1.1.1 Rücklaufquote

Nach Ausschluss unvollständiger Datensätze konnten die Daten von 1255 Studierenden in die Auswertung mit einbezogen werden. Es ist zu berücksichtigen, dass im Rahmen der LUST-Studie nur Studierende ab Studienbeginn Oktober 2011 befragt werden und sich entsprechend zum Befragungszeitpunkt maximal im 10. Semester befinden konnten. Im Wintersemester 2015/2016 waren insgesamt 3311 Studierende vom ersten bis neunten Semester eingeschrieben. Auf dieser Basis ergibt sich ein Rücklauf von 38%. Unter Betrachtung der einzelnen Studiengänge zeigte sich, dass der Rücklauf bei Studierenden der Psychologie mit 69 % am höchsten, im Bereich der Medieninformatik mit 10 % am geringsten war. Bei Medizinstudierenden betrug die Rücklaufquote 67 % (Tabelle A1, Anhang).

##### 4.1.1.2 Demographie

Etwa die Hälfte der 1255 Befragten waren Studierende der Medizin (50 %  $n = 626$ ). Von den anderen Studiengängen machten MLS-Studierende mit 11 % ( $n = 142$ ) den größten und Studierende der Medieninformatik mit 2 % ( $n = 21$ ) den kleinsten Anteil aus (Tabelle A2, Anhang).

Von allen Teilnehmenden waren 69 % weiblich. Vier (< 1 %) verzichteten auf eine Geschlechtsangabe, drei (< 1 %) wählten die Option „anderes“. Die Geschlechterverteilung war innerhalb der befragten Studierenden der beiden Sektionen nahezu identisch: In der Sektion Medizin waren 69 % weiblich ( $n = 431$ ), in den anderen Fächern insgesamt waren es ebenfalls 69 % ( $n = 431$ ). Bei diesen bestand der höchste Frauenanteil im Pflegestudiengang (88 %,  $n = 38$ ), der geringste bei Studierenden der Informatik (25 %,  $n = 18$ ).

In der Gesamtpopulation von Studierenden der Universität zu Lübeck des ersten bis fünften Studienjahres ( $n = 4948$ ) waren im Oktober 2015 55 % ( $n = 2714$ ) weiblich. Der Anteil

weiblicher Studierender war im Studiengang Medizin mit 65 % höher als in den anderen Fächern, in denen er 48 % betrug. Bei diesen bestand wie in der Studienpopulation der höchste Frauenanteil im Pflegestudiengang (81 %,  $n = 99$ ) und der geringste im Studiengang Informatik (14 %,  $n = 88$ ).

Das Durchschnittsalter der befragten Studierenden betrug 22,90 Jahre ( $SD = 3,19$ ,  $R 18-45$ ), wobei die Medizinstudierenden mit durchschnittlich 23,61 Jahren ( $SD = 3,18$ ,  $R 18-45$ ) geringfügig älter waren als die Studierenden der anderen Studiengänge ( $M = 22,19$  Jahre,  $SD = 3,04$ ,  $R 18-42$ ).

In der Gesamtpopulation betrug das durchschnittliche Alter 23,50 Jahre ( $SD = 4,02$ ,  $R 17-56$ ). Auch hier waren die Medizinstudierenden mit 24,47 Jahren ( $SD = 4,11$ ,  $R 17-56$ ) älter als die Studierenden der anderen Studiengänge ( $M = 22,82$  Jahre,  $SD = 3,80$ ,  $R 18-52$ ).

Die Anzahl der Teilnehmenden nahm im Verhältnis zum Jahrgang kontinuierlich ab.

Tabelle 3

*Verteilung der Kohorte aller Studiengänge hinsichtlich des Studienbeginns*

Jahrgang	Teilnehmende ( $n$ )	Anteil an allen Teilnehmenden (%)
Studienbeginn 2015	358	29
Studienbeginn 2014	284	23
Studienbeginn 2013	265	21
Studienbeginn 2012	184	15
Studienbeginn 2011	164	13

#### 4.1.2 Längsschnitt

##### 4.1.2.1 Rücklaufquote

Zum Wintersemester 2014/2015 begannen 730 Studierende ein Medizin- oder Bachelorstudium an der Universität zu Lübeck. Hiervon nahmen 546 (75 %) an der Baseline-Befragung teil. In den Folgebefragungen nahm diese Zahl auf 321 (44 %) Teilnehmende zur Befragung t1 und 287 (39 %) Teilnehmende zur Befragung t2 ab.

#### 4.1.2.2 Längsschnittkohorte

Anhand der Codes und Matrikelnummern konnten die Datensätze von 223 (31 %) Studierenden, die an allen drei Befragungen (t0 - t2) teilgenommen hatten, miteinander verknüpft werden. Nach Ausschluss unvollständiger Datensätze wurden die Datensätze von 216 Studierenden in die Auswertung mit einbezogen.

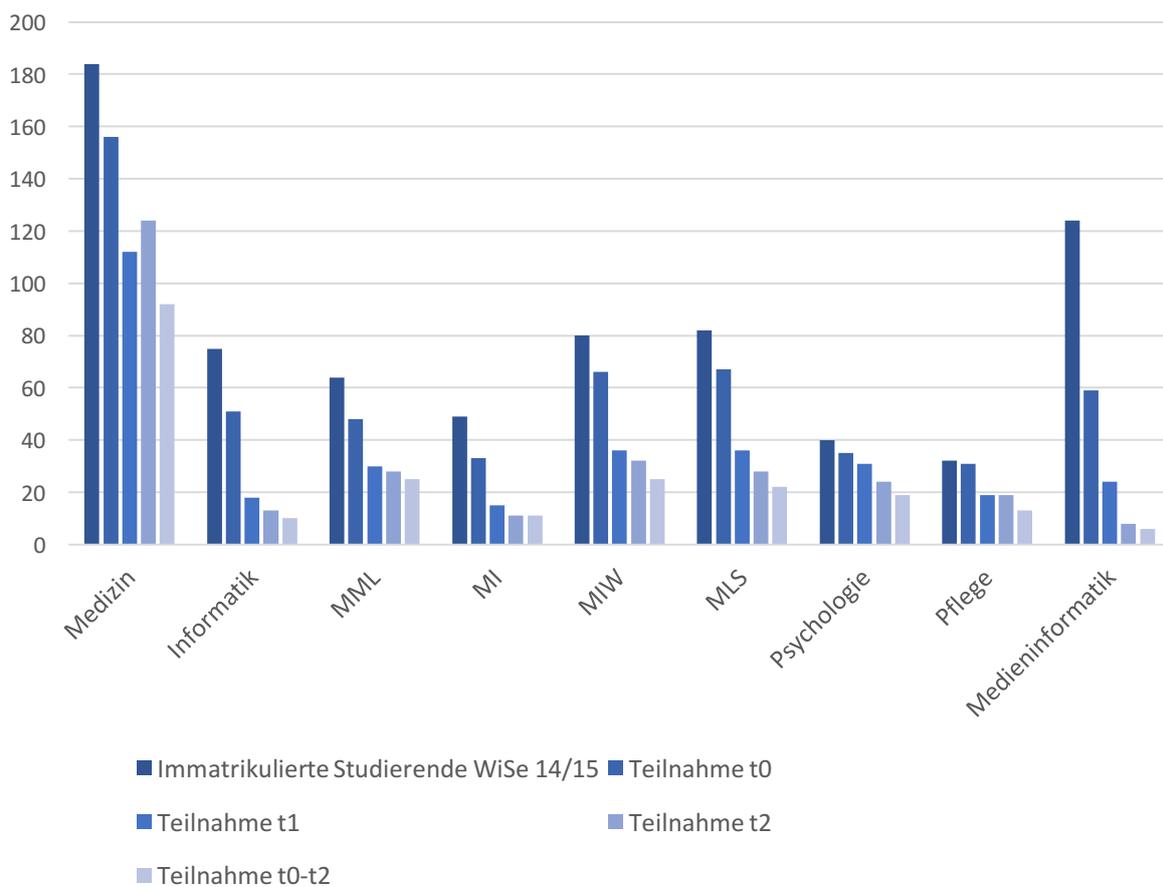


Abbildung 1. Rücklaufquoten im Längsschnitt nach Studiengang

#### 4.1.2.3 Demographie

Bei 41 % ( $n = 89$ ) der Längsschnittpopulation handelte es sich um Studierende der Medizin, aus den anderen Studiengängen bildeten Studierende der MIW mit 12 % ( $n = 25$ ) die größte, Studierende der Medieninformatik die kleinste Gruppe (3 %  $n = 6$ ) (Tabelle A3, Anhang). Im Vergleich war der Anteil der Medizinstudierenden in der Gesamtpopulation ( $n = 1142$ ) mit 31 % geringer, machte aber auch dort den größten Anteil aus. Von den anderen Fächern war in der Gesamtpopulation des Jahrgangs der Anteil der Studierenden der Medieninformatik mit

14 % ( $n = 160$ ) am größten. Der Pflegestudiengang machte mit 4 % ( $n = 42$ ) den geringsten Anteil aus.

Von den 216 Befragten waren 68 % weiblich ( $n = 147$ ). Zwei Studierende wählten die Option „anderes“. In Bezug auf die Gesamtpopulation ist der Anteil weiblicher Studierender in der Längsschnittkohorte deutlich höher. So lag der Frauenanteil bei Einschreibung im Oktober 2014 bei 53 %.

Aus der Sektion Medizin waren 65 % ( $n = 58$ ) der Teilnehmenden weiblich, bei den anderen Fächern betrug der Frauenanteil 70 % ( $n = 89$ ), wobei dieser im Studiengang MLS am größten (86 %  $n = 19$ ) und im Studiengang Informatik am geringsten war (20 %  $n = 2$ ). Auch in der Gesamtpopulation war der Frauenanteil unter Studierenden der Informatik mit 6 % ( $n = 6$ ) am geringsten. Am größten war er im Pflegestudiengang mit 79 % ( $n = 33$ ). Von den Medizinstudierenden waren bei Einschreibung 61 % ( $n = 218$ ) weiblich.

Im Vergleich zu den einzelnen Befragungen t0-t2 ist der Anteil weiblicher Studierender im gesamten Längsschnitt höher.

Tabelle 4

*Anteil an Teilnehmerinnen unter allen Teilnehmenden je Befragungszeitpunkt*

	t0	t1	t2	t0 - t2
Teilnehmende	547	321	288	216
Davon weiblich	56 %	64 %	66 %	68 %

Das Durchschnittsalter der Teilnehmenden der Baseline Erhebung betrug 20,69 Jahre ( $SD = 3,06$ ,  $R 17-40$ ) wobei auch hier die Medizinstudierenden durchschnittlich geringfügig älter waren als Studierende der anderen Fachrichtungen (Medizin:  $M = 21,12$  Jahre,  $SD = 3,01$ ,  $R 17-34$ , andere Studiengänge:  $M = 20,39$  Jahre,  $SD = 3,07$ ,  $R 17-40$ ).

In der Gesamtpopulation betrug das Alter 21,09 Jahre ( $SD = 3,61$ ,  $R 16-46$ ). Auch dort waren die Medizinstudierenden mit durchschnittlich 22,11 Jahren ( $SD = 4,27$ ,  $R 17-46$ ) älter als die Studierenden der anderen Studiengänge ( $M = 20,62$  Jahre,  $SD = 3,26$ ,  $R 16-46$ ).

## 4.2 Prävalenzbestimmung

Die Lebenszeitprävalenz von Neuroenhancement innerhalb der Querschnittskohorte betrug 30 % ( $n = 371$ ). Ein regelmäßiger Konsum (definiert als mindestens einmal pro Woche, siehe Abschnitt 3.2.5) herrschte bei 8 % ( $n = 95$ ) der befragten Studierenden vor.

Eine weitere Unterteilung bezüglich der Motivation und der Substanzklasse ergab eine Lebenszeitprävalenz von 18 % ( $n = 229$ ) von Neuroenhancement zum Zweck der Leistungssteigerung. Hiervon entfielen 10 % ( $n = 125$ ) auf Soft-Enhancement und 7 % ( $n = 85$ ) auf Genussmittel (Tabelle A4, Anhang).

Die Einnahme „zum Abschalten“ berichteten 21 % ( $n = 263$ ). Hier machten illegale Substanzen mit 8 % ( $n = 95$ ) den größten Anteil aus, wobei es sich hierbei vornehmlich um Cannabis handelte ( $n = 94$ ) (Tabelle A5, Anhang). Neben Cannabis wurde in Einzelfällen ( $n = 3$ ) auch Ecstasy/MDMA genannt.

Auffällig bei der Auswertung war, dass vielfach die Eingangsfrage nach Einnahme von leistungssteigernden oder stressreduzierenden Substanzen verneint wurde. Im Anschluss erfolgte im Freitextkommentar allerdings eine Substanzangabe. Entsprechend fallen die betreffenden Personen nach der Definition dieser Arbeit in den Kreis der Neuroenhancement-Betreibenden. Dies war bei 195 Personen in Bezug auf die Einnahme leistungssteigernder Substanzen der Fall. Bei Substanzen „zum Abschalten“ betraf dies 126 Studierende. Betrachtete man beide Kategorien gemeinsam, hatten insgesamt 45 Studierende beide Fragen mit „noch nie“ beantwortet, im Folgenden jedoch Substanzen genannt. So werden sie trotz ihrer persönlich anderen Einschätzung in dieser Arbeit als Neuroenhancement-Betreibende gewertet.

Bei den Freitextkommentaren dieser 45 Studierenden handelte es sich in den meisten Fällen um koffeinhaltige Getränke ( $n = 32$ ), Beruhigungstees ( $n = 4$ ) oder Alkohol ( $n = 3$ ).

### 4.3 Überprüfung der Hypothesen

#### 4.3.1 Hypothese 1

##### 4.3.1.1 Hypothese 1a

Nullhypothese  $H_0$ 1a: Die Prävalenz von Neuroenhancement unterscheidet sich nicht zwischen männlichen und weiblichen Studierenden.

Alternativhypothese  $H_1$ 1a: Die Prävalenz von Neuroenhancement unterscheidet sich zwischen männlichen und weiblichen Studierenden.

Für die Betrachtung der Hypothese H1a wurden diejenigen Fälle ausgeschlossen, die sich keiner der beiden Kategorien „männlich“ oder „weiblich“ zugeordnet hatten. Es ergab sich entsprechend eine Fallzahl von  $n = 1248$ .

##### Lebenszeitprävalenz:

Insgesamt 368 der entsprechend eingeschlossenen Studierenden hatten mindestens einmal in ihrem Leben Neuroenhancement betrieben (30 %). Von diesen waren 121 (33 %) männlich und 247 (67 %) weiblich. Bei separater Betrachtung der Geschlechter zeigte sich, dass die Lebenszeitprävalenz von Neuroenhancement bei Männern mit 31 % höher war als die der Frauen (29 %), wobei dieser Unterschied nicht signifikant war ( $\chi^2(1) = 0,93, p = 0,35$ ).

Entsprechend war das Risiko für Neuroenhancement bei den weiblichen Studierenden nur geringfügig kleiner als bei ihren Kommilitonen (OR = 0,89 [0,68, 1,15]).

##### Regelmäßiger Konsum:

Regelmäßiges Neuroenhancement betrieben 8 % ( $n = 95$ ) der Studierenden. Auch hier fiel auf, dass bei Männern der Anteil derer, die regelmäßig Neuroenhancement betrieben, mit 9 % größer war als der der Frauen (7 %).

Die Assoziation zwischen männlichem Geschlecht und dem regelmäßigen Betreiben von Neuroenhancement war allerdings statistisch nicht signifikant ( $\chi^2(1) = 1,68, p = 0,21$ ). Das Risiko für regelmäßiges Neuroenhancement war bei weiblichen Studierenden entsprechend geringfügig kleiner als bei männlichen Studierenden (OR = 0,75 [0,49, 1,16]).

Die Nullhypothese kann demnach beibehalten werden.

Zudem erfolgte die Betrachtung des Konsumverhaltens der Geschlechter nach Substanzgruppen.

Bezüglich der Leistungssteigerung zeigte sich, dass die weiblichen Befragten zu 60 % ( $n = 92$ ) Substanzen des Soft-Enhancement verwendeten. Bei den männlichen Befragten machten Genussmittel und Soft-Enhancement mit jeweils 44 % ( $n = 32$ ) den größten Anteil aus (Tabelle A6, Anhang). Der Unterschied zwischen den verwendeten Substanzen war hierbei statistisch nicht signifikant ( $\chi^2(3, n = 227) = 6,27, p = 0,10$ ).

Bei den zur Stresskompensation verwendeten Substanzgruppen zeigte sich hingegen ein signifikanter Geschlechtsunterschied ( $\chi^2(4, n = 261) = 21,18, p < 0,01$ ). Hierbei war bei männlichen Studierenden der Anteil derjenigen, die illegale Substanzen verwendeten mit 50 % ( $n = 44$ ) am größten. Bei den weiblichen Studierenden dominierte das Soft-Enhancement (37 %,  $n = 64$ ) (Tabelle A7, Anhang).

#### 4.3.1.2 Hypothese 1b

Nullhypothese  $H_0$ 1b: Die Prävalenz von Neuroenhancement unterscheidet sich nicht zwischen Medizinstudierenden und Studierenden der anderen Fächer.

Alternativhypothese  $H_1$ 1b: Die Prävalenz von Neuroenhancement unterscheidet sich zwischen Medizinstudierenden und Studierenden der anderen Fächer.

#### Lebenszeitprävalenz:

Von den 371 Studierenden, die jemals Substanzen zum Zwecke des Neuroenhancements eingenommen hatten, waren 52 % ( $n = 191$ ) Medizinstudierende. Bei separater Betrachtung der Studiengänge zeigte sich bei Studierenden der Medizin eine mit 31 % höhere, aber nicht signifikant höhere, Lebenszeitprävalenz als bei Studierenden anderer Studiengänge, bei denen die Lebenszeitprävalenz 29 % betrug ( $\chi^2(1) = 0,54, p = 0,50$ ). Das Risiko jemals Neuroenhancement betrieben zu haben war bei Studierenden der anderen Studiengänge geringfügig kleiner als bei den Medizinstudierenden (OR = 0,92 [0,72, 1,17]).

#### Regelmäßiger Konsum:

Die Prävalenz von regelmäßigem Neuroenhancement war hingegen bei Medizinstudierenden mit 7 % geringfügig kleiner als bei Studierenden anderer Studiengänge bei denen sie 8 %

betrug. Diese Assoziation war allerdings statistisch nicht signifikant ( $\chi^2(1) = 1,32, p = 0,29$ ), mit einer Odds Ratio von 1,28 [0,84, 1,95].

Die Nullhypothese kann entsprechend beibehalten werden.

#### 4.3.1.3 Hypothese 1c

Nullhypothese H<sub>0</sub>1c: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen Neuroenhancement und dem Alter.

Alternativhypothese H<sub>1</sub>1c: Es gibt einen Zusammenhang zwischen Neuroenhancement und dem Alter.

Studierende, die jemals in ihrem Leben Neuroenhancement betrieben hatten, waren im Durchschnitt älter ( $M = 23,47, SD = 3,57$ ) als diejenigen, die dies nicht getan hatten ( $M = 22,66, SD = 3,57$ ). Dieser Unterschied war statistisch signifikant  $t(598,23) = -3,88, p < 0,01$  und entspricht einer kleinen Effektstärke, Cohen's  $d = 0,27$ .

Bezüglich des regelmäßigen Konsums von Neuroenhancern konnte dieser Unterschied nicht reproduziert werden. So waren die regelmäßigen Konsument\*innen durchschnittlich geringfügig jünger ( $M = 22,74, SD = 2,38$ ) als ihre nicht konsumierenden Komiliton\*innen ( $M = 22,91, SD = 3,24$ ). Dieser Unterschied zeigte sich allerdings als statistisch nicht signifikant  $t(124,43) = 0,67, p = 0,51$ , mit einer entsprechend kleinen Effektstärke, Cohen's  $d = 0,05$ .

Entsprechend wird die Nullhypothese für die Lebenszeitprävalenz verworfen und kann für den regelmäßigen Konsum aber beibehalten werden.

#### 4.3.2 Hypothese 2

Nullhypothese H<sub>0</sub>2: Die Prävalenz von Neuroenhancement unterscheidet sich zwischen den Studienjahrgängen nicht.

Alternativhypothese H<sub>1</sub>2: Die Prävalenz von Neuroenhancement unterscheidet sich zwischen den Studienjahrgängen.

Die Verteilung der 371 Studierenden, die jemals Substanzen zum Zwecke des Neuroenhancements verwendet hatten, teilte sich entsprechend der Größe der jeweiligen

Kohorten auf, so dass der jüngste Jahrgang den größten Anteil ausmachte (26 %), der älteste den geringsten (15 %) (Tabelle A8, Anhang). Eine entsprechende Tendenz konnte bezüglich des regelmäßigen Konsums nicht festgestellt werden (Tabelle A8, Anhang).

Bei Betrachtung der Prävalenzen in den jeweiligen Kohorten ergibt sich folgendes Bild:

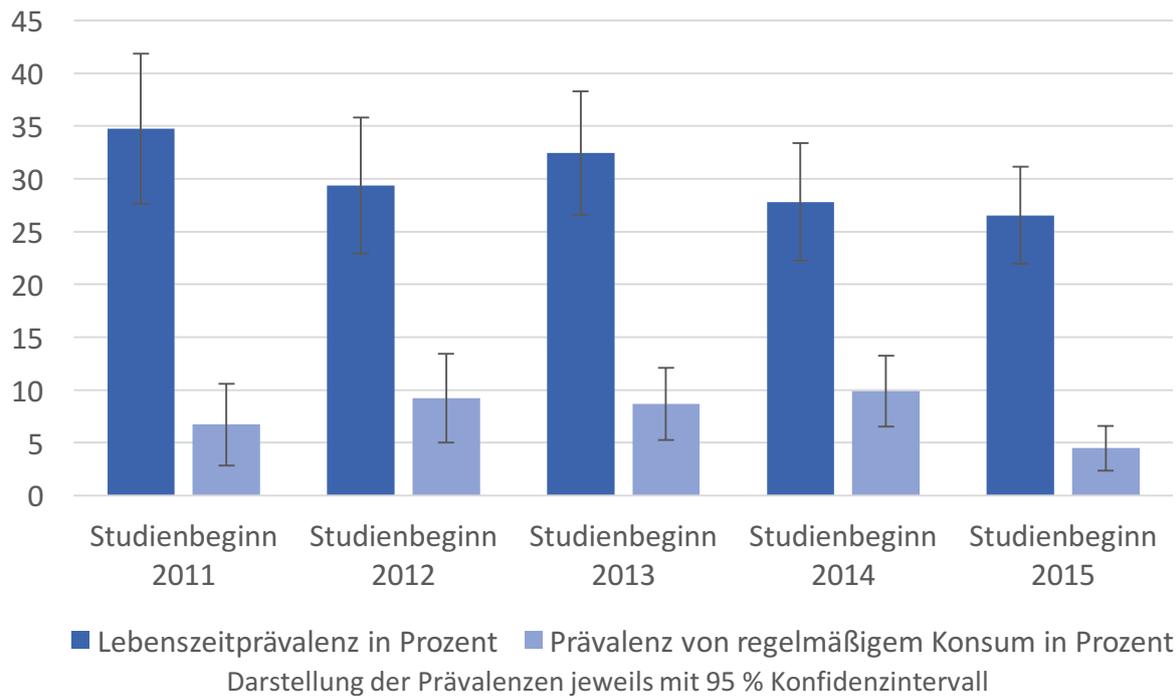


Abbildung 2. Prävalenz von Neuroenhancement je Studiengang

Es zeigte sich also keine signifikante Assoziation zwischen dem Studienjahrgang und der Prävalenz von Neuroenhancement (Lebenszeitprävalenz:  $\chi^2(4) = 5,18, p = 0,27$ , regelmäßiger Konsum:  $\chi^2(4) = 8,42, p = 0,08$ ). Die Nullhypothese kann beibehalten werden.

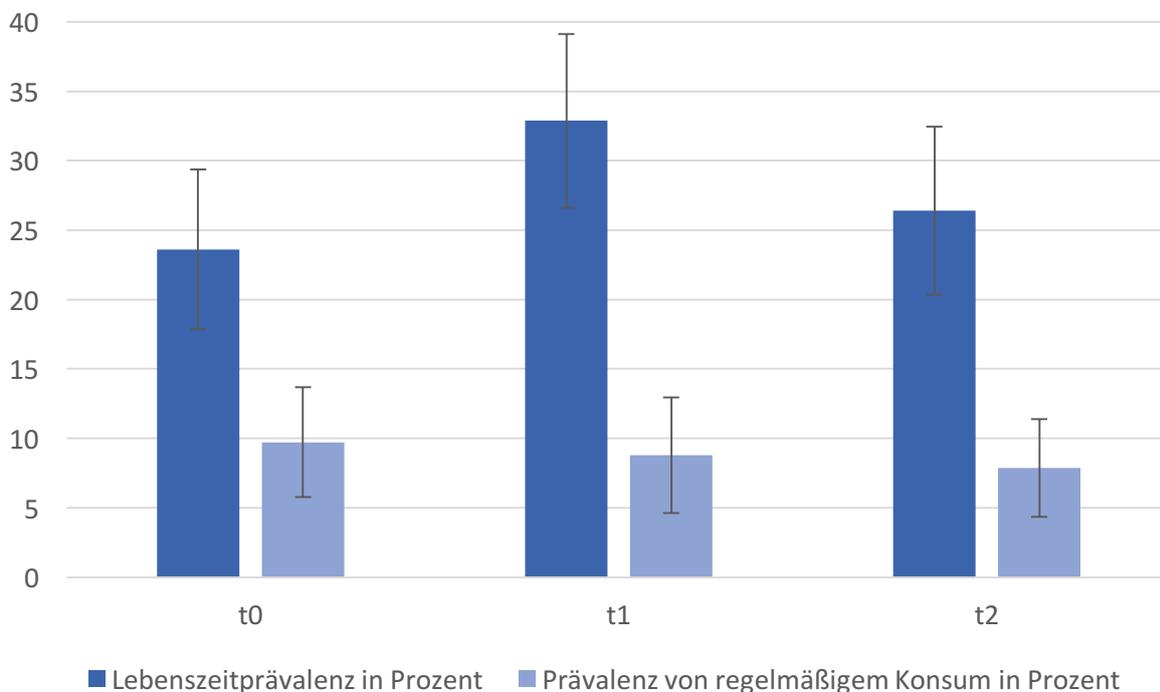
### 4.3.3 Hypothese 3

Nullhypothese  $H_{03}$ : Die Prävalenz von Neuroenhancement unter den Studierenden, die im Wintersemester 2014/15 ihr Studium an der Universität zu Lübeck begonnen haben, unterscheidet sich zwischen den Befragungszeitpunkten t0, t1 und t2 nicht.

Alternativhypothese  $H_{13}$ : Die Prävalenz von Neuroenhancement unter den Studierenden, die im Wintersemester 2014/15 ihr Studium an der Universität zu Lübeck begonnen haben, unterscheidet sich zwischen den Befragungszeitpunkten t0, t1 und t2.

Bei Betrachtung von Neuroenhancement im Längsschnitt zeigte sich bezüglich der Lebenszeitprävalenz ein Anstieg zum Ende des ersten Studienjahres. So betrug sie vor Studienbeginn 24 % ( $n = 51$ ) und im Juni des darauffolgenden Jahres 33 % ( $n = 71$ ). Zum Ende des zweiten Studienjahres nahm die Prävalenz wieder ab auf 26 % ( $n = 57$ ), blieb damit aber über dem Ausgangsniveau.

Bezüglich des regelmäßigen Neuroenhancements ließen sich nur marginale Schwankungen beobachten (t0 = 10 %, t1 = 9 %, t2 = 8 %).



Darstellung der Prävalenzen jeweils mit 95 % Konfidenzintervall

Abbildung 3. Prävalenz von Neuroenhancement im zeitlichen Verlauf

Auffallend waren zudem starke Bewegungen zwischen den einzelnen Gruppen.

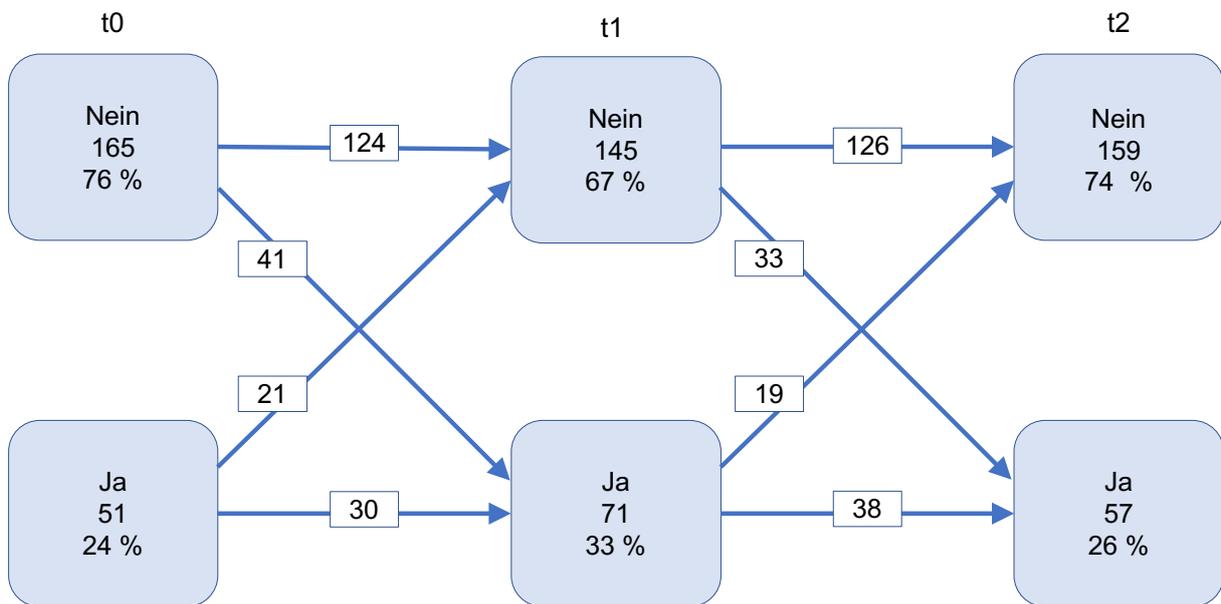


Abbildung 4. Veränderungen der Lebenszeitprävalenz t0-t2

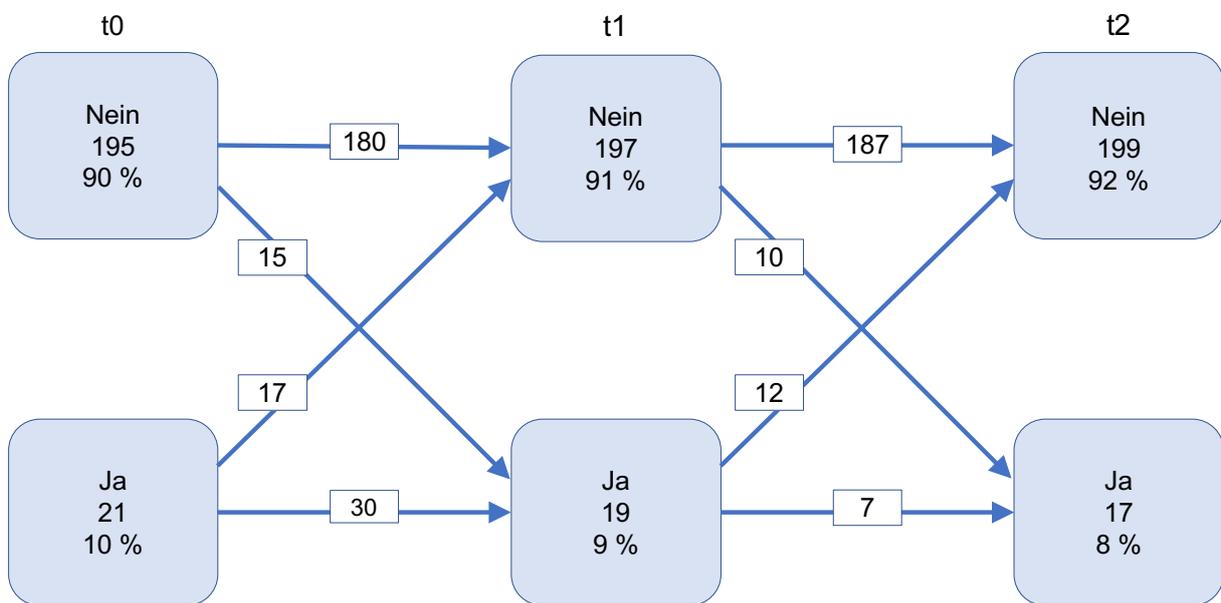


Abbildung 5. Veränderungen im regelmäßigen Konsum t0-t2

Im Vergleich der einzelnen Häufigkeiten untereinander mittels McNemar-Test ergab sich ein signifikanter Anstieg der Lebenszeitprävalenz von Neuroenhancement von t0 zu t1 ( $p = 0,02$ ), wohingegen sich die Abnahme zwischen dem ersten und zweiten Studienjahr als statistisch nicht signifikant zeigte ( $p = 0,07$ ).

Auch die geringgradige Abnahme des regelmäßigen Konsums von Neuroenhancement im Längsschnitt war statistisch nicht signifikant (McNemar-Test zwischen t0 und t1  $p = 0,86$ , McNemar-Test zwischen t1 und t2  $p = 0,83$ ).

Entsprechend muss die Nullhypothese für die Lebenszeitprävalenz bezüglich der Beziehung zwischen den Zeitpunkten t0 und t1 verworfen werden. Für die Beziehung zwischen den Zeitpunkten t1 und t2 sowie bei Betrachtung des regelmäßigen Konsums kann die Nullhypothese beibehalten werden.

#### 4.3.4 Hypothese 4

##### 4.3.4.1 Hypothese 4 a

Nullhypothese  $H_{04a}$ : Es gibt keinen Zusammenhang zwischen Neuroenhancement und allgemeiner Gesundheit.

Alternativhypothese  $H_{14a}$ : Es gibt einen Zusammenhang zwischen Neuroenhancement und allgemeiner Gesundheit.

Von den 1255 Befragten machten 125 (10 %) keine Angabe zur subjektiven Einschätzung ihrer allgemeinen Gesundheit und wurden entsprechend von der nachfolgenden Analyse ausgeschlossen. Von diesen hatten 37 (30 %) angegeben, jemals Neuroenhancement betrieben zu haben. Dreizehn (10 %) betrieben dies regelmäßig.

Zunächst erfolgte ein Mittelwertvergleich des Punktwertes der allgemeinen Gesundheit zwischen den jeweiligen Gruppen.

##### Lebenszeitprävalenz:

Im Durchschnitt war die subjektive allgemeine Gesundheit bei Studierenden, die jemals Neuroenhancement betrieben haben, schlechter ( $M = 2,13$ ,  $SD = 0,84$ ) als bei denen, die dies verneinten ( $M = 1,96$ ,  $SD = 0,77$ ). Die Differenz des Wertes für allgemeine Gesundheit war statistisch signifikant  $t(575,87) = -3,11$ ,  $p < 0,01$ , wobei dies eine kleine Effektstärke repräsentiert (Cohen's  $d = 0,22$ ). Die Nullhypothese wird diesbezüglich verworfen.

##### Regelmäßiger Konsum:

Im Durchschnitt war die subjektive allgemeine Gesundheit bei Studierenden, die regelmäßig Neuroenhancement betrieben, schlechter ( $M = 2,21$ ,  $SD = 0,98$ ) als bei denen, die dies nicht regelmäßig taten ( $M = 1,99$ ,  $SD = 0,77$ ). Die Differenz des Wertes für allgemeine Gesundheit,

war jedoch statistisch nicht signifikant  $t(89,09) = -1,94, p = 0,06$ , wobei dies eine kleine Effektstärke repräsentiert (Cohen's  $d = 0,28$ ).

Die Nullhypothese kann bezogen auf den regelmäßigen Konsum entsprechend beibehalten werden.

Anschließend erfolgte die Überprüfung auf Grundlage der dichotomisierten allgemeinen Gesundheit mittels des  $\chi^2$ -Tests. Es zeigte sich, dass 230 (20 %) der Studierenden ihre allgemeine Gesundheit als mittelmäßig, weniger gut oder schlecht einschätzten. 900 (80 %) fielen in die Kategorie gut bis sehr gut.

#### Lebenszeitprävalenz:

Bei den Studierenden, die ihre allgemeine Gesundheit nicht als gut einschätzten, lag die Lebenszeitprävalenz von Neuroenhancement bei 35 % ( $n = 80$ ). Entsprechend hatten 65 % ( $n = 150$ ) keine diesbezüglichen Erfahrungen. Umgekehrt betrug die Lebenszeitprävalenz bei Studierenden, die ihre allgemeine Gesundheit als gut einstufen, 28 % ( $n = 254$ ). Noch nie Neuroenhancement betrieben hatten in dieser Gruppe 646 (72 %).

Der Vergleich der beiden Gruppen ergibt keinen signifikanten Effekt der allgemeinen Gesundheit auf die Lebenszeitprävalenz von Neuroenhancement ( $\chi^2(1) = 3,79, p = 0,05$ ). Basierend auf der OR war das Lebenszeitrisiko von Neuroenhancement bei Studierenden, die ihre allgemeine Gesundheit als mittelmäßig oder schlechter einstufen, 1,35-fach höher als bei Studierenden, die ihre allgemeine Gesundheit als gut einstufen [0,99, 1,84].

Die Nullhypothese kann beibehalten werden.

#### Regelmäßiger Konsum:

Bezogen auf regelmäßiges Neuroenhancement zeigte sich bei Studierenden, die ihre allgemeine Gesundheit als mittelmäßig, weniger gut oder schlecht einschätzten, eine Prävalenz von 11 % ( $n = 26$ ). Umgekehrt betrug der regelmäßige Konsum in der Gruppe von Studierenden, die ihre allgemeine Gesundheit als gut einstufen, 6 % ( $n = 56$ ).

Im Vergleich der beiden Gruppen zeigt sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der allgemeinen Gesundheit und der Frage, ob Studierende regelmäßig Neuroenhancement betrieben ( $\chi^2(1) = 7,03, p = 0,01$ ). Hierbei hatten Studierende, die ihre allgemeine Gesundheit als weniger gut bis schlecht einschätzten, basierend auf der OR eine 1,92-fach höhere

Wahrscheinlichkeit für regelmäßigen Konsum von Neuroenhancern [1,18, 3,13]. Die Nullhypothese wird entsprechend verworfen.

#### 4.3.4.2 Hypothese 4b

Nullhypothese  $H_0$ 4b: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen Neuroenhancement und seelischer Gesundheit.

Alternativhypothese  $H_1$ 4b: Es gibt einen Zusammenhang zwischen Neuroenhancement und seelischer Gesundheit.

Von den befragten Studierenden beantworteten 358 nicht ausreichend viele Items zur Auswertung des HADS-D-Fragebogens, weswegen diese bei der Auswertung der Hypothese H4b ausgeschlossen wurden ( $n = 897$ ). Von diesen 358 hatten 95 (27 %) jemals Substanzen zum Neuroenhancement verwendet und 16 (4 %) betrieben dies regelmäßig.

Zunächst erfolgte ein Mittelwertvergleich der jeweiligen Scores auf den Subskalen „Angst“ und „Depression“. Hierbei stand ein höherer Punktwert für eine erhöhte Ängstlichkeit oder Depressivität.

#### Lebenszeitprävalenz:

Im Durchschnitt war der Punktescore auf der Subskala „Angst“ bei Studierenden, die Neuroenhancement betrieben, höher ( $M = 7,72$ ,  $SD = 4,13$ ) als bei den Komiliton\*innen, die kein Neuroenhancement betrieben ( $M = 6,12$ ,  $SD = 4,10$ ). Die Differenz des Punktescores auf der Subskala „Angst“, war statistisch signifikant ( $t(895) = -5,40$ ,  $p < 0,01$ ). Dies repräsentiert eine kleine Effektstärke (Cohen's  $d = 0,39$ ).

Auf der Subskala „Depression“ lag der Punktescore bei Studierenden, die Neuroenhancement betrieben, ebenfalls höher ( $M = 4,27$ ,  $SD = 3,64$ ) als bei denen, die dies nicht taten ( $M = 3,28$ ,  $SD = 3,19$ ). Die Differenz des Punktescores auf der Subskala „Angst“ war ebenfalls statistisch signifikant  $t(470,877) = -3,90$ ,  $p < 0,01$ . Auch dies repräsentierte eine kleine Effektstärke (Cohen's  $d = 0,31$ ).

#### Regelmäßiger Konsum:

Im Durchschnitt war der Punktescore auf der Subskala „Angst“ bei Studierenden, die regelmäßig Neuroenhancement betrieben, höher ( $M = 9,15$ ,  $SD = 4,46$ ) als bei denen, bei

denen kein regelmäßiger Konsum herrschte ( $M = 6,36$ ,  $SD = 4,06$ ). Die Differenz des Punktescores auf der Subskala „Angst“ war signifikant  $t(895) = -5,78$ ,  $p < 0,01$ . Dies entspricht einer mittleren Effektstärke, Cohen's  $d = 0,69$ .

Der Punktescore auf der Subskala „Depression“ war bei Studierenden, die regelmäßig Neuroenhancement betrieben, im Durchschnitt ebenfalls höher ( $M = 5,32$ ,  $SD = 4,22$ ) als bei denen ohne regelmäßigen Konsum ( $M = 3,42$ ,  $SD = 3,23$ ). Die Differenz des Punktescores auf der Subskala „Depression“ war signifikant  $t(87,04) = -3,90$ ,  $p < 0,01$ , was einer mittleren Effektstärke entspricht (Cohen's  $d = 0,59$ ).

Nach Zusammenfassung der Angst- und Depressionsskala und entsprechender Dichotomisierung entfielen 16 % ( $n = 141$ ) auf die Kategorie „nicht seelisch gesund“. Bei diesen lag die Lebenszeitprävalenz von Neuroenhancement bei 43 % ( $n = 60$ ). Im Gegensatz dazu, betrug die Lebenszeitprävalenz in der Gruppe der seelisch gesunden Studierenden 29 % ( $n = 216$ ).

Der Vergleich der beiden Gruppen zeigte einen signifikanten Effekt der seelischen Gesundheit auf die Lebenszeitprävalenz von Neuroenhancement ( $\chi^2(1) = 10,91$ ,  $p < 0,01$ ). Hierbei war das Lebenszeitrisiko basierend auf der OR von Neuroenhancement bei Studierenden, die ihre seelische Gesundheit als weniger gut einstufen, 1,85-fach höher als bei ihren Kommiliton\*innen, die ihre seelische Gesundheit als gut einstufen [1,28, 2,68].

Bezüglich des regelmäßigen Konsums zeigte sich eine noch stärkere Assoziation. So betraf dieser bei Studierenden mit depressiver oder ängstlicher Symptomatik 21 % ( $n = 30$ ), bei seelisch Gesunden 7 %.

Dieser Gruppenunterschied war statistisch signifikant ( $\chi^2(1) = 32,39$ ,  $p < 0,01$ ) und zeigte basierend auf der OR ein 3,90-fach höheres Risiko für regelmäßiges Neuroenhancement bei Studierenden, die nicht seelisch gesund waren [2,37, 6,41].

Die Nullhypothese wird entsprechend verworfen und die Alternativhypothese beibehalten.

#### 4.3.4.3 Hypothese 4c

Nullhypothese  $H_{04c}$ : Es gibt keinen Zusammenhang zwischen Neuroenhancement und empfundenem Stress.

Alternativhypothese  $H_{14c}$ : Es gibt einen Zusammenhang zwischen Neuroenhancement und empfundenem Stress.

Aufgrund dessen, dass der PMSS-Fragebogen nur den Medizinstudierenden vorgelegt wurde und eine Medizinstudentin bei diesem nicht ausreichend viele Items beantwortete, ergab sich für die Auswertung der Hypothese H4c eine Fallzahl von  $n = 625$ .

##### Lebenszeitprävalenz:

Im Durchschnitt war der Punktescore auf der PMSS-Skala und somit der empfundene Stress bei Studierenden, die jemals Neuroenhancement betrieben haben, höher ( $M = 31,94$ ,  $SD = 7,70$ ) als bei denen, bei denen dies nicht der Fall war ( $M = 30,67$ ,  $SD = 7,34$ ). Die Differenz des PMSS-Scores war statistisch nicht signifikant ( $t(623) = -1,97$ ,  $p = 0,05$ ).

##### Regelmäßiger Konsum:

Im Durchschnitt war der Punktescore auf der PMSS-Skala bei Studierenden, die regelmäßig Neuroenhancement betreiben, höher ( $M = 34,21$ ,  $SD = 9,39$ ) als bei denen, die dies nicht taten ( $M = 30,83$ ,  $SD = 7,26$ ). Die Differenz des PMSS-Scores war statistisch signifikant ( $t(623) = -2,29$ ,  $p = 0,027$ ). Dies entspricht ebenfalls einer kleinen Effektstärke (Cohen's  $d = 0,47$ ).

Entsprechend kann die Nullhypothese bezogen auf die Lebenszeitprävalenz beibehalten werden, bezüglich des regelmäßigen Konsums wird sie verworfen.

#### 4.3.5 Logistische Regression

##### 4.3.5.1 Multikollinearitätsanalyse

Zunächst wurde die Korrelation der unabhängigen Variablen untereinander bestimmt. Hierbei zeigten sich starke Korrelationen der einzelnen Punktescores des HADS-D untereinander sowie mit der allgemeinen Gesundheit. Entsprechend wurde der dichotomisierte Wert der

seelischen Gesundheit in der weiteren Auswertung verwendet. Auch dieser zeigte eine Korrelation mit der allgemeinen Gesundheit (Interkorrelationen, Tabelle A9, Anhang).

Zudem erfolgte die Berechnung des Varianzinflationsfaktors. Dieser zeigte Werte von 1,02 (Geschlecht) bis 1,20 (Kohorte) und war damit weit unterhalb des Cutoffs von 10. Der durchschnittliche VIF betrug 1,13, was ebenfalls gegen eine Multikollinearität spricht.

#### 4.3.5.2 *Fehlende Werte*

Aufgrund der unter Abschnitt 4.2.5 aufgeführten zum Teil stark divergierenden Anzahl zwischen Gesamtpopulation und Studierenden, die die Befragung zu allgemeiner und seelischer Gesundheit hinreichend beantworteten, betrug die Fallzahl in der logistischen Regressionsanalyse  $n = 770$  (61 %).

#### 4.3.5.3 *Regressionsmodelle*

Aufgrund der Korrelation von seelischer und allgemeiner Gesundheit wurden zwei unabhängige Regressionsmodelle entworfen, die jeweils nur eine der beiden Variablen beinhalten. Bei der Codierung der kategorialen Variablen wurden das männliche Geschlecht und der Studiengang Medizin als Referenz mit 0 codiert. Alle anderen Studiengänge wurden zusammengefasst, sodass der Studiengang und das Geschlecht als dichotome Variablen aufgefasst werden konnten. Die Kategorie „seelisch nicht gesund“ des dichotomisierten HADS-D-Wertes wurde als Referenzkategorie mit 0 codiert.

##### 1.3.5.3.1 *Lebenszeitprävalenz von Neuroenhancement*

Das entwickelte Modell mit seelischer Gesundheit, Alter, Geschlecht und Studiengang (Medizin oder anderer) erwies sich im Vergleich zu dem Modell mit nur einer Konstanten als statistisch signifikant (Omnibustest der Modellkoeffizienten:  $\chi^2(4) = 21,75$ ,  $p < 0,01$ ).

Es ergaben sich entsprechend folgende Variablen:

Tabelle 5

*Variablen in der Gleichung zur Ermittlung der Lebenszeitprävalenz von Neuroenhancement; Einschluss der seelischen Gesundheit*

	B	Standardfehler	Waldstatistik T		OR	95 % KI	
						(df = 1)	Signifikanz
Alter	0,08	0,03	9,69	< 0,01	1,08	1,03	1,14
Seelische							
Gesundheit	0,70	0,19	13,15	< 0,01	2,01	1,38	2,93
Geschlecht	0,08	0,16	0,29	0,59	1,09	0,80	1,48
Studiengang	-0,09	0,15	0,33	0,57	0,92	0,68	1,23

Auch das Modell mit allgemeiner Gesundheit, Alter, Geschlecht und Studiengang erwies sich im Vergleich zu dem Modell mit nur einer Konstanten als statistisch signifikant (Omnibustest der Modellkoeffizienten:  $\chi^2(4) = 27,94, p < 0,01$ ). Hierbei ergaben sich folgende Variablen:

Tabelle 6

*Variablen in der Gleichung zur Ermittlung der Lebenszeitprävalenz von Neuroenhancement; Einschluss der allgemeinen Gesundheit*

	B	Standardfehler	Waldstatistik T		OR	95 % KI	
						(df = 1)	Signifikanz
Alter	0,08	0,02	14,39	< 0,01	1,08	1,04	1,13
Allgemeine							
Gesundheit	0,25	0,09	8,91	< 0,01	1,29	1,09	1,52
Geschlecht	0,11	0,14	0,60	0,44	1,12	0,84	1,48
Studiengang	0,00	0,14	0,00	0,99	1,00	0,76	1,32

Die Ergebnisse der Regressionsanalyse entsprechen der Auswertung der einzelnen Hypothesen. Das Alter und die seelische sowie die allgemeine Gesundheit zeigen sich als signifikante Prädiktoren für Neuroenhancement. Hierbei ist das Risiko Neuroenhancement zu betreiben für Studierende höheren Alters, sowie für Studierende in weniger guter bis schlechter allgemeiner Gesundheit und für Studierende in nicht guter seelischer Gesundheit höher.

1.3.5.3.2 Regelmäßiges Neuroenhancement

Das bezüglich des regelmäßigen Neuroenhancements als abhängiger Variable entwickelte Modell erwies sich ebenfalls sowohl unter Einbeziehung der seelischen Gesundheit als auch unter Einbeziehung der allgemeinen Gesundheit als statistisch signifikant (Omnibustest der Modellkoeffizienten, seelische Gesundheit:  $\chi^2(4) = 30,38, p < 0,01$ , allgemeine Gesundheit:  $\chi^2(4) = 10,14, p = 0,04$ ).

Tabelle 7

*Variablen in der Gleichung zur Ermittlung der Prävalenz von regelmäßigem Neuroenhancement; Einschluss der seelischen Gesundheit*

	B	Standardfehler	Waldstatistik T (df = 1)	Signifikanz	OR	95 % KI	
						Unterer Wert	Oberer Wert
Alter	-0,05	0,05	1,12	0,29	0,95	0,86	1,05
Seelische							
Gesundheit	1,37	0,26	28,34	< 0,01	3,94	2,38	6,53
Geschlecht	0,34	0,26	1,18	0,18	1,41	0,85	2,33
Studiengang	-0,22	0,25	0,80	0,37	0,80	0,49	1,30

Tabelle 8

*Variablen in der Gleichung zur Ermittlung der Prävalenz von regelmäßigem Neuroenhancement; Einschluss der allgemeinen Gesundheit*

	B	Standardfehler	Waldstatistik T		OR	95 % KI	
			(df = 1)	Signifikanz		Unterer Wert	Oberer Wert
Alter	-0,01	0,04	0,08	0,78	0,99	0,92	1,07
<i>Allgemeine</i>							
Gesundheit	0,32	0,14	5,25	0,02	1,38	1,05	1,81
Geschlecht	0,39	0,24	2,69	0,10	1,48	0,93	2,38
Studiengang	-0,30	0,25	1,44	0,23	0,74	0,45	1,21

Auch bezüglich des regelmäßigen Neuroenhancements entsprechen die Ergebnisse der Regressionsanalyse denen der Betrachtung der einzelnen Hypothesen. So stellen eine weniger gute bis schlechte allgemeine Gesundheit und die Abwesenheit seelischer Gesundheit signifikante Prädiktoren für Neuroenhancement dar.

## V Diskussion

Durch die dieser Arbeit zugrundeliegende Befragung konnte eine Lebenszeitprävalenz von Neuroenhancement unter Lübecker Studierenden von 30 % festgestellt werden. Acht Prozent der Studierenden an der Universität zu Lübeck konsumierten regelmäßig Substanzen, um ihre geistige Leistung zu steigern, aufrechtzuerhalten oder zur Stresskompensation. Zudem konnte gezeigt werden, dass die Konsument\*innen im Durchschnitt älter und weniger gesund waren. Sie zeigten ein höheres Maß an Depressivität und Ängstlichkeit.

### 5.1 Die Stichprobe

#### 5.1.1 Querschnitt

Die Rücklaufquote der gesamten Querschnittserhebung betrug 38 %. Dieser Wert ist mit dem anderer Studien zum Thema Neuroenhancement, die je nach Studiendesign Rücklaufquoten von 20 % bis 66 % haben [35, 63, 86, 87, 111, 112], vergleichbar. Hierbei gilt es allerdings kritisch zu berücksichtigen, dass sich der Rücklauf der vorliegenden Arbeit ausschließlich anhand der sich jeweils zu Semesterbeginn neu immatrikulierenden Studierenden berechnete. Studiumsabbrüche und -unterbrechungen oder Studiengangswechsel konnten entsprechend nicht berücksichtigt werden. Außerdem werden insbesondere in den Studiengängen ohne Zulassungsbeschränkung nicht alle im Oktober eingeschriebenen Studierenden ihr Studium auch begonnen haben. Entsprechend dürfte die tatsächliche Rücklaufquote höher liegen. Hierfür spricht ebenso die starke Differenz der Rücklaufquoten zwischen den einzelnen Studiengängen. So war diese in den Studiengängen mit zentraler Studienplatzvergabe deutlich höher (Medizin 67 %, Psychologie 69 %) als in den anderen Studiengängen (Gesamtrücklauf der anderen Studiengänge 24 %). Eine weitere Begründung der Unterschiede zwischen den Studiengängen ist in der empfundenen Relevanz eines Themas zu finden [101]. So ist davon auszugehen, dass Medizin- und Psychologiestudierende gesundheitlichen Themen und damit auch Themen der Studierendengesundheit eine höhere Bedeutung beimessen, da sie mit diesen in ihrem (Studien-)Alltag direkt konfrontiert sind. Diese Annahme wird dadurch gestützt, dass im Pflegestudiengang mit ebenfalls gesundheitlichem Fokus ähnlich hohe Rücklaufquoten erzielt wurden.

Eine weitere wichtige Rolle spielt zudem der Anteil weiblicher Studierender. Dieser ist im Pflege- und Psychologiestudiengang besonders hoch, in den Informatik-Studiengängen deutlich niedriger. Hierzu beschreiben Sax et al., dass sowohl in Online-Befragungen, wie auch bei Papierfragebögen weibliche Probandinnen eine höhere Teilnahmequote aufweisen [101]. Dies deckt sich damit, dass in der Querschnittspopulation der Anteil weiblicher Studierender mit 69 % deutlich über dem der eingeschriebenen Studentinnen von 55 % lag. Die Verschiebung des Geschlechterverhältnisses schränkt die Repräsentativität der Ergebnisse zum Teil ein. Es handelt sich hierbei allerdings um ein bekanntes Phänomen [101].

In Bezug auf das Alter, zeigte sich, dass die Studienpopulation geringfügig jünger war als die Gesamtpopulation aller Studierenden. Auch dies gilt es gerade in Anbetracht dessen, dass ein höheres Alter mit einer höheren Prävalenz von Neuroenhancement assoziiert ist, zu bedenken.

#### 5.1.2 Längsschnitt

Der Rücklauf der Baseline-Befragung (t0) ist mit 85 % bei den Medizinstudierenden und 71 % in den anderen Studiengängen sehr gut. Im Verlauf der Längsschnitterhebung über zwei Jahre nahm diese Quote erwartungsgemäß ab [101]. Hierbei muss jedoch bedacht werden, dass die Baseline-Befragung die einzige Befragung war, bei der die Fragebögen im Hörsaal verteilt wurden. Zudem fand die Befragung direkt vor Beginn des eigentlichen Studiums statt, woraus eine höhere Teilnahmemotivation resultieren könnte.

Auch im Längsschnitt war eine deutliche Abhängigkeit des Rücklaufes vom Studiengang zu beobachten. So wiesen Medizinstudierende eine doppelt so hohe Rücklaufquote wie Studierende anderer Studiengänge auf (Medizin 50 %, andere 24 %). Insbesondere die Informatikstudiengänge sind stark unterrepräsentiert. Zudem zeigte sich, dass der von Sax et al. beschriebene Effekt eines höheren Anteils weiblicher Teilnehmerinnen an Befragungen in der Längsschnittbefragung kumulierte [101]. Dies gilt es in Bezug auf die Repräsentativität der Studienpopulation zu bedenken.

Auch im Längsschnitt zeigte sich, dass die Studienteilnehmer\*innen jünger waren, als die Gesamtpopulation. Dies gilt es auch bei dessen Betrachtung entsprechend zu berücksichtigen. Eine Einordnung der Rücklaufquote des Längsschnittes ist schwierig, da es an entsprechenden Vergleichsstudien mangelt. Eine vierjährige Längsschnittstudie zum Thema

Neuroenhancement an Highschools in den USA hatte eine Rücklaufquote von 75 % [14]. Zu beachten ist, dass dort die Ausgabe der Fragebögen direkt in der Schulklasse erfolgte. Im Vergleich mit vorangegangenen Längsschnittuntersuchungen der LUST-Studie, die allerdings nur über einen Zeitraum von einem Jahr stattfanden, ist der Rücklauf ebenfalls geringer [70]. Bei Betrachtung des Rücklaufes gilt es überdies zu bedenken, dass es sich um Fragebogenelemente mit zum Teil um hochsensiblen Inhalt handelt. So ist es denkbar, dass Studierende diese persönlichen Informationen aus datenschutzrechtlichen Gründen nicht im Internet preisgeben möchten. Gerade an einer Universität mit technisch-naturwissenschaftlichem Profil erscheint das plausibel. Gestützt wird diese Annahme dadurch, dass die Rücklaufquoten bei den drei Informatik-Studiengängen (Informatik, Medizinische Informatik, Medieninformatik) am geringsten waren, wobei diese auch die geringste Frauenquote aufweisen.

## 5.2 Prävalenz

Die Studienlage zur Prävalenz von Neuroenhancement ist heterogen. Begründungen hierfür liegen in einer inkonsistenten Methodik, unterschiedlicher Verfügbarkeit der einzelnen Substanzen und vor allen Dingen variierenden Definitionen des Begriffes Neuroenhancement [99,100]. Beim Vergleich der Ergebnisse von unterschiedlichen Befragungen müssen diese entsprechend berücksichtigt werden. So ist die behaviorale Auffassung von Neuroenhancement, wie sie auch dieser Arbeit zugrunde liegt, im Gegensatz zu der in vielen anderen Arbeiten bewusst recht weit gehalten.

Daher ist es nicht verwunderlich, dass die Lebenszeitprävalenz unter Lübecker Studierenden mit knapp 30 % weit über der in vielen anderen Studien liegt, die zum Teil nur einstellige Prävalenzraten [45, 111, 112] fanden.

Entsprechend ist eine Vergleichbarkeit nur mit den Arbeiten gegeben, die von einer ähnlichen Definition ausgehen. Dennoch sind aufgrund unterschiedlicher Befragungsmodi bei einem hochsensiblen Thema wie dem des Neuroenhancements auch dann noch Unterschiede zu erwarten. Hierauf deuten Studien hin, die anhand einer stärkeren Anonymisierung durch spezielle Befragungstechniken entsprechend höhere Prävalenzraten erzielten, was hohe Dunkelziffern vermuten lässt [27, 63].

Einen recht guten Vergleich bietet die in der Einleitung erwähnte französische Onlinebefragung, da in dieser jeweils nach den einzelnen Substanzen gefragt wurde [85]. Entsprechend wurden neben verschreibungspflichtigen und illegalen Substanzen auch Vitamin C und Koffein miteingeschlossen. Zudem handelte es sich bei der Studienpopulation um vornehmlich Medizinstudierende. Dass Micoulaud et al. eine 12-Monatsprävalenz von 67 % fanden, ist im Verhältnis zu den vorliegenden eigenen Ergebnissen entsprechend überraschend. Eine mögliche Begründung hierfür ist sicherlich im zwischen Frankreich und Deutschland stark differierenden Aufbau des Medizinstudiums zu finden.

Im deutschen Vergleich mit der HISBUS-Befragung von Middendorf sind die vorliegenden Ergebnisse plausibel. So wurde dort neben 5 % Hirndoping und 5 % Soft-Enhancement bei 20 % der Befragten ein regelmäßiger Konsum von Kaffee mit dem Ziel, den Studienalltag zu meistern, gefunden [86]. Darüber hinaus gaben 11 % an, unter Stress mehr Alkohol zu konsumieren. Auch wenn eine Addition der einzelnen Bereiche durch mögliche Überschneidungen nicht so einfach möglich ist, deutet die Betrachtung der einzelnen Prävalenzen auf eine starke Ähnlichkeit zu den vorliegenden Ergebnissen hin.

## 5.3 Die Hypothesen

### 5.3.1 Hypothese 1

In der vorliegenden Untersuchung konnten keine signifikanten Unterschiede in der Geschlechterverteilung zwischen Studierenden, die Neuroenhancement betrieben, und denen, die dies nicht taten, festgestellt werden. Dies steht im Einklang mit inkonsistenten Ergebnissen, die diesbezüglich vorliegen. So existieren zwar etliche Studien, die bei männlichen Befragten ein höheres Risiko für Neuroenhancement fanden [27, 57, 83, 87]. Andererseits konnten Teter et al. zunächst detektierte Geschlechtsunterschiede in einer Folgebefragung nicht bestätigen [111, 112]. Wieder andere Befragungen fanden auch ein erhöhtes Risiko für weibliche Studierende [14] oder auch keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern [99]. Die Inkongruenz der Ergebnisse ist möglicherweise ebenfalls in den variierenden Definitionen zu finden.

So konnte bei genauerer Betrachtung festgestellt werden, dass bei weiblichen Befragten die Einnahme von Soft-Enhancern dominierte. Bei den männlichen Studierenden war hingegen

der Anteil derjenigen, die illegale Substanzen verwendeten, am größten. Auch das pharmakologische Neuroenhancement mit verschreibungspflichtigen Substanzen spielte bei den männlichen Befragten eine größere Rolle. Dies steht im Einklang mit Arbeiten, die ebenfalls eine Unterteilung in verschiedene Substanzklassen vornehmen [80, 86].

Zudem zeigte sich, dass Studierende, die jemals Neuroenhancement betrieben hatten, signifikant älter waren, auch wenn es sich hierbei nur um einen marginalen Unterschied handelte. Dies geht einher mit den Ergebnissen anderer Studien [86].

Das Ergebnis entspricht unseren Erwartungen, da im Rahmen der LUST-Studie ein höheres Alter bereits als negativen Prädiktor für die Selbsteinschätzung sowohl der allgemeinen als auch der seelischen Gesundheit identifiziert wurde [70]. Auch in anderen Studien zeigte sich, dass ein höheres Alter der Studierenden mit höheren Angst-, Depressions- und Stresswerten korreliert [106]. Das kann sowohl akademisch begründet sein, als auch psychosozial durch mangelnde soziale Unterstützung [38] oder finanzielle Probleme [22].

Des Weiteren gilt es zu berücksichtigen, dass die Lebenszeitprävalenz einer Population definitionsgemäß mit höherem Alter nur zunehmen und niemals abnehmen kann (siehe dazu auch Abschnitt 5.2.4).

Eine mögliche Begründung des nur geringen Altersunterschiedes beider Gruppen ist, dass neben der Belastung älterer Studierender auch andere Faktoren eine Rolle spielen: So haben jüngere Studierende häufig noch weniger effektive Coping-Strategien entwickelt und neigen daher eher zur Substanzeinnahme [65]. Auch haben sie im Vergleich noch weniger Erfahrung, Selbstreflektion und persönliche Souveränität [22].

Dass kein Unterschied der Prävalenz von Neuroenhancement zwischen Medizin- oder Nicht-Medizinstudierenden gefunden werden konnte, war zunächst überraschend. So waren wir von einer höheren Prävalenz unter Medizinstudierenden ausgegangen, da durch die LUST-Studie bereits eine hohe Belastung der Medizinstudierenden festgestellt wurde [70]. Auch das gerade im vorklinischen Studienabschnitt dominante Auswendiglernen von Inhalten soll für Neuroenhancement prädisponieren [60].

Bei genauerer Betrachtung ist allerdings die Gruppe der anderen Studiengänge sehr heterogen, so dass im Gegensatz zu vorangegangenen Befragungen der LUST-Studie keine eindeutige Kontrastierung zwischen Medizin und Naturwissenschaften mehr möglich ist. Umgekehrt ist es naheliegender, Fächer wie Psychologie, Pflege und Medizin

zusammengefasst zu betrachten. Diese wiesen in vorangegangenen Untersuchungen keine Prävalenzunterschiede auf [87].

Zudem handelt es sich bei der Universität zu Lübeck um eine Profiluniversität mit entsprechend ähnlichen Studienfächern. Diese wurden in anderen Studien zum Teil sogar zusammengefasst betrachtet [27]. So zeigte auch die HISBUS-Studie zwar Unterschiede zwischen den Studienfächern. Bei genauer Betrachtung waren diese allerdings zwischen Medizin (7 %) und Informatik (3 %) deutlich geringer als im Vergleich zu Fächern, die nicht in das hiesige Profil fallen (Sportwissenschaften 14 %).

### 5.3.2 Hypothese 2

Unsere Feststellung, dass es keinen direkten Zusammenhang zwischen dem Studienjahrgang und der Prävalenz von Neuroenhancement gibt, ist überraschend, entspricht aber zum Teil diesbezüglicher Literatur [87]. So bestand vorab die Erwartung, eine kontinuierliche Zunahme des Neuroenhancements festzustellen. Dies liegt zunächst darin begründet, dass eine Lebenszeitprävalenz mit der Zeit nur zunehmen und nicht abnehmen kann (siehe dazu Abschnitt 5.2.4). Dabei gilt es jedoch zu beachten, dass es sich bei der Betrachtung der Studienjahrgänge im Querschnitt um eine unverbundene Stichprobe handelt, ein direkter Vergleich so also nicht möglich ist.

Dennoch ist aus vorangegangenen Arbeiten der Arbeitsgruppe eine Abnahme der seelischen Gesundheit und eine Zunahme der Belastung mit Verlauf des Studiums bekannt [114 – 116]. Hierbei wäre aufgrund des Studienaufbaus ein Höhepunkt der Belastung im zweiten Studienjahr bei Medizinstudierenden und im dritten Studienjahr bei Studierenden der Bachelorstudiengänge zu erwarten [115]. Dies spiegelt sich zum Teil, wenn auch nicht statistisch signifikant, so auch in unseren Ergebnissen wider. So zeigte sich der Anteil derer, die regelmäßig Neuroenhancement betrieben, bei Studierenden im zweiten, dritten und vierten Studienjahr am höchsten. Auch die Lebenszeitprävalenz war, wie zu erwarten, beim ältesten Studienjahrgang am höchsten. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit denen von Emanuel et al. [35].

### 5.3.3 Hypothese 3

Die Ergebnisse der Längsschnittbetrachtung waren ebenfalls überraschend. So war aufgrund der studiumsbedingten Belastungen von einem Anstieg des Neuroenhancements innerhalb der ersten zwei Studienjahre auszugehen. Dass dies nicht der Fall war, steht allerdings im Einklang mit dem in Hypothese 2 festgestellten geringen Unterschied zwischen den Jahrgängen.

Zudem zeigte sich eine Schwierigkeit der offenen Fragestellung nach Neuroenhancement. Denn innerhalb einer verbundenen Stichprobe kann eine Lebenszeitprävalenz definitionsgemäß niemals abnehmen [90]. Dennoch wurde eine Abnahme dieser vom Zeitpunkt t1 zu t2 festgestellt. Zwar war diese im Gegensatz zur Zunahme von t0 zu t1 statistisch nicht signifikant, dennoch ist auch eine geringfügige Abnahme epidemiologisch nicht möglich.

Für diese Feststellung gibt es verschiedene potentielle Erklärungen. Zum einen gab es, wie in Abschnitt 4.2.1 beschrieben, einige Studierende, die die Eingangsfrage nach Neuroenhancement verneinten, im Freitext allerdings Substanzen angaben. Diese wurden in der Auswertung als Neuroenhancement-Betreibende gezählt. In der Folgebefragung besteht nun die Möglichkeit, dass die Betroffenen erneut die Frage nach Neuroenhancement verneinten und durch fehlende Freitextangaben in diesem Fall auch als Nicht-Konsumierende bewertet wurden. Zudem ist davon auszugehen, dass durch die große Zeitspanne zwischen den jeweiligen Befragungszeitpunkten die eigenen Antworten aus Vorbefragungen nicht erinnert werden. Auch das persönliche Empfinden zu vergangenen Befragungszeitpunkten tritt auf die Art möglicherweise in den Hintergrund. Hierdurch ist anzunehmen, dass eine zu einem Befragungszeitpunkt sehr präsente Sorge oder ein Stressor zu einem anderen Zeitpunkt nicht mehr von persönlichem Belang ist. Dies würde erklären, warum zum Beispiel Soft-Enhancer und Genussmittel zu späteren Zeitpunkten nicht mehr präsent sind und entsprechend nicht genannt werden und somit die Eingangsfrage verneint wird.

Im Vergleich zur Querschnittspopulation zeigte sich, dass die Lebenszeitprävalenz von Neuroenhancement vor dem Studium (t0) noch geringer ist als im gesamten Querschnitt. Nach dem ersten Studienjahr hat sich dieses Verhältnis umgekehrt. Zum Ende des zweiten Studienjahres nimmt die Prävalenz wieder unter die des Querschnittes ab, bleibt damit aber über ihrem Ausgangsniveau.

Eine mögliche Begründung dieser Entwicklung wäre darin zu sehen, dass der empfundene Stress nach dem ersten Studienjahr höher ist als zum Zeitpunkt t2, wie es andere Arbeiten beschreiben [23]. Dies ließ sich anhand der vorliegenden Daten jedoch nicht belegen. So zeigte sich vielmehr ein signifikanter Anstieg des PMSS-Scores vom ersten zum zweiten Befragungszeitpunkt.

Darüber hinaus konnten wir feststellen, dass der regelmäßige Konsum von Neuroenhancern auf einem niedrigeren Level stabil ist, beziehungsweise marginal abnimmt.

Die Ergebnisse stehen damit im Einklang mit den Ergebnissen der Längsschnittstudie von Boyd et al. [14]. Sie zeigten, dass zwar mit dem Alter die Wahrscheinlichkeit zum Konsum anstieg, dieser aber grundsätzlich sporadisch und diskontinuierlich war. In der Befragung gaben nur 17 % der Schüler\*innen an, zu mehr als einem Zeitpunkt Substanzen eingenommen zu haben. Daraus ließe sich schlussfolgern, dass die Studierenden durch den sporadischen Konsum vergessen haben, vor ein oder zwei Jahren Substanzen als Mittel zum Zweck verwendet zu haben. Dies könnte die Längsschnittabnahme erklären.

#### 5.3.4 Hypothese 4

Wichtig bei der Betrachtung der Hypothesen 4a-4c ist, dass nicht alle Befragten Angaben zu ihrer allgemeinen oder seelischen Gesundheit oder ihrem empfundenen Stress machten. Hierdurch besteht die Möglichkeit einer Verzerrung der Ergebnisse. So ist nicht sicher zu sagen, ob es eine bewusste Entscheidung der jeweiligen Studierenden war, die Angabe zu verweigern und ob dies dann in einer eher besseren oder einer weniger guten Gesundheit begründet ist. Eine Betrachtung derer, die keine Angaben zu den jeweiligen Bereichen machten, zeigt allerdings nur leichte Prävalenzunterschiede im Konsum von Neuroenhancern (Tabelle A10, Anhang). Dennoch gilt es dies bei Rückschlüsse auf die Gesamtpopulation der Studierenden zu bedenken.

Wie erwartet, konnte eine geringfügig bessere allgemeine Gesundheit bei denjenigen festgestellt werden, die keine Erfahrung mit Neuroenhancement hatten. Weitaus deutlicher war die Assoziation von Neuroenhancement und seelischer Gesundheit, mit einem 3,9-fach höheren Risiko zum regelmäßigen Konsum von Neuroenhancern bei Studierenden, die nicht in guter seelischer Gesundheit waren. Dies steht im Einklang mit einem ebenfalls signifikanten

Zusammenhang eines höheren empfundenen Stresslevels mit dem Gebrauch von Neuroenhancern.

Durch die logistischen Regressionsanalysen wurde eine Betrachtung des Zusammenhangs unter Kontrolle für die unabhängigen Variablen Alter, Geschlecht und Studiengang durchgeführt. Es zeigte sich dabei, dass der Effekt der seelischen und auch der allgemeinen Gesundheit auf die Häufigkeit von Neuroenhancement auch in diesem Fall signifikant war. Er ist entsprechend nicht auf demographische Unterschiede innerhalb der beiden Gruppen zurückzuführen.

Dies steht im Einklang mit den Ergebnissen von Jurkat et al., die unter anderem Stressbewältigung im Zusammenhang mit dem Beck-Depressionsinventar<sup>3</sup> im Medizinstudium untersuchte. Hierbei zeigte sich eine Korrelation von erhöhten Depressionswerten und der Substanzeinnahme als Coping-Strategie [67]. Zudem scheint es einen Zusammenhang von Prüfungsangst und Neuroenhancement zu geben [100].

Auch im Rahmen einer qualitativen australischen Studie konnten höhere Stresslevel bei regelmäßigen Neuroenhancement-Konsument\*innen festgestellt werden [65].

In diesem Zusammenhang sind auch Sattler und Schunck zu erwähnen, die Assoziationen von Persönlichkeitsmerkmalen und dem nicht-medizinischen Gebrauch verschreibungspflichtiger Substanzen untersuchten [99]. Die Einordnung erfolgte anhand des Big-Five-Persönlichkeitsmodells<sup>4</sup>. Hierbei fanden sie einen höheren Konsum bei den Teilnehmenden, die ein geringeres Maß an Gewissenhaftigkeit und ein höheres Maß an Neurotizismus aufwiesen. Diesen definierten die Autoren als eine erhöhte Ängstlichkeit, Traurigkeit, Depressivität und Nervosität. In ähnlicher Weise wurde dies auch im Rahmen der HISBUS-Studie festgestellt [86].

In Anbetracht vorheriger Studien und der Ergebnisse dieser Arbeit ist also von einem Zusammenhang zwischen der (seelischen) Gesundheit und Neuroenhancement auszugehen. Obgleich zum jetzigen Zeitpunkt keine Richtung dieses Zusammenhangs beweisbar ist, gehen manche Autoren eher davon aus, dass es sich bei Verwendung von Substanzen zum

---

<sup>3</sup> Das Beck-Depressions-Inventar ist ein international gebräuchliches Selbstbeurteilungsverfahren zur Depressionsdiagnostik. Anhand von 21 Items wird die Ausprägung depressiver Symptome gemessen; ein Cutoff-Wert bestimmt die klinische Relevanz [103] (S. 45, S. 259).

<sup>4</sup> Bei dem Big-Five-Modell handelt es sich um ein dimensionales Persönlichkeitsmodell, das die Persönlichkeit anhand eines Zusammenspiels der fünf Faktoren Verträglichkeit, Offenheit, Gewissenhaftigkeit, Extraversion und Neurotizismus beschreibt [104] (S. 406 f.).

Neuroenhancement um eine Art Selbstmedikation von Menschen handelt, die unter neurotischen Zuständen oder Prüfungsangst leiden [65, 100]. Dies wäre entsprechend ein wichtiger präventiver Ansatzpunkt (siehe Abschnitt 5.5.2).

#### 5.4 Stärken und Schwächen der Arbeit

Gerade in Bezug auf Neuroenhancement mangelt es erheblich an longitudinalen Studien [14,68]. Bei der LUST-Studie handelt sich nach unserem Kenntnisstand um die erste Längsschnittuntersuchung, die im deutschen Sprachraum zur Prävalenz von Neuroenhancement durchgeführt wurde. Hierbei zeichnet sich diese Arbeit nicht nur dadurch aus, dass mehr als 200 Studierende über knapp zwei Jahre erfasst wurden, sondern dass sie insbesondere den Vorzug einer Baseline-Erhebung vor Studiumsbeginn bietet. Zu diesem Zeitpunkt sind die Befragten durch ihr Studium noch relativ unbeeinflusst. Entsprechend ist es möglich zu erkennen, welche Veränderungen durch das Studium verursacht wurden.

Eine weitere Stärke der Arbeit ist die ihr zugrundeliegende Definition von Neuroenhancement. Durch sie werden weniger die einzelnen Substanzen, sondern vielmehr die Verhaltensweisen der Studierenden in den Vordergrund gerückt. Auch der bewusste Verzicht auf eine Definition im Rahmen der Befragung spielt hierbei eine zentrale Rolle. Hieraus resultierte allerdings das unter Abschnitt 5.2.4 geschilderte Problem, dass manche der Studierenden sich nicht als Betreibende von Neuroenhancement verstehen, im Rahmen dieser Arbeit allerdings der Kategorie zugeordnet wurden. Dies gilt es bei Betrachtung der Prävalenzen kritisch zu bedenken, da diese hierdurch potentiell höher ausfielen.

Außerdem wurde in dieser Arbeit im Vergleich zu vielen anderen Studien nicht nach einem diagnostizierten ADHS gefragt. Dieses würde eine medizinische Indikation für die Einnahme von Stimulantien darstellen. Hiergegen wurde sich bewusst entschieden, da die Gesundheit der Studierenden bei der Befragung im Fokus stand. Darüber hinaus scheint eine solche Frage keinen Einfluss auf die Prävalenzraten zu haben [25, 80].

Eine wesentliche Stärke der Arbeit ist zudem, dass bei der Untersuchung eines Zusammenhangs von Neuroenhancement und assoziierten Faktoren valide Instrumente zur Erfassung von allgemeiner Gesundheit, Depressivität, Ängstlichkeit und empfundenem Stress verwendet wurden.

Dass insbesondere die Depressivität und Ängstlichkeit einen maßgeblichen Einfluss auf die Prävalenz von Neuroenhancement haben, konnte so erstmals gezeigt werden.

Das vorliegende Studiendesign birgt allerdings auch einige Schwächen, die zum Teil bereits an anderer Stelle beschrieben wurden [70, 109]. So sind die unterschiedlichen Ausgangssituationen bei der Baseline-Befragung in Abhängigkeit vom Studiengang zu beachten. Die Studierenden der MINT-Fächer nehmen an einem Mathevorkurs teil. Hierdurch werden sie direkt mit den Anforderungen ihres Studiums konfrontiert. Es ist möglich, dass hierdurch Stress verursacht wird, der die Ergebnisse verzerrt haben könnte.

Auch den Rücklauf gilt es kritisch zu bewerten. Zum einen ist dieser insgesamt betrachtet etwas niedriger als erwartet, zum anderen zeigte sich eine starke Abhängigkeit des Rücklaufes vom Studiengang (siehe Abschnitt 4.1.2.1). Hierdurch sind manche Studiengänge wie beispielsweise der der Medieninformatik stark unterrepräsentiert, was ebenfalls zu Verzerrungen geführt haben könnte. Auch demographische Unterschiede in Bezug auf Geschlecht und Alter im Sinne einer jüngeren Studienpopulation mit einem höheren Anteil weiblicher Studierender als in der Gesamtpopulation schränken die Repräsentativität ein.

Außerdem unterscheiden sich die Bedingungen bei der Erstbefragung mittels eines schriftlichen Fragebogens im Vergleich zur Folgebefragung mittels Online-Fragebögen. Beide Befragungsmodalitäten werfen verschiedene Fragen der Datensicherheit und Anonymität auf. Wie in anderen Studien bereits gezeigt wurde, spielt dies insbesondere bei hochsensiblen Themen eine entscheidende Rolle [27, 63].

Da die vorliegende Befragung an nur einer Universität durchgeführt wurde, ist die Generalisierbarkeit der Ergebnisse limitiert. Eine Ausnahme bildet hier allerdings das Medizinstudium. Dieses hat bis auf wenige Ausnahmen ein sehr festgelegtes Curriculum, so dass zumindest für die Studierenden der Medizin eine hohe Vergleichbarkeit gegeben ist [70]. Auch die zentrale Studienplatzvergabe der Studiengänge Psychologie und Medizin erhöht für Studierende dieser Fächer sicherlich die Vergleichbarkeit mit anderen Universitäten.

Ansonsten ist eine Generalisierbarkeit nicht nur bezüglich der Allgemeinbevölkerung, sondern auch in Bezug auf die Repräsentativität für andere Universitäten zu hinterfragen. So handelt es sich bei der Universität zu Lübeck um eine kleine Profil-Universität, die sich nach deutschlandweiten Rankings [19] durch ein überdurchschnittlich positive Studiensituation auszeichnet. Dies ist insbesondere dahingehend zu berücksichtigen, dass in anderen Studien

bereits eine starke Abhängigkeit der Prävalenz von Neuroenhancement vom jeweiligen Campus festgestellt wurde [83, 111].

## 5.5 Ausblick

### 5.5.1 Implikationen für die Forschung

Die unterschiedlichen in der Literatur zu findenden Prävalenzraten von unter 1 % [45] bis zu 67 % [85] zeigen, dass sich die Ergebnisse abhängig von den verschiedenen ihnen zugrunde liegenden Definitionen von Neuroenhancement massiv unterscheiden. Ohne eine einheitliche Definition ist keine Vergleichbarkeit der Studien untereinander gegeben. Die Definition ist also ein wichtiger und dringend erforderlicher Schritt in der diesbezüglichen Forschung [1, 79, 120]. Auch eine Vereinheitlichung der verwendeten Begrifflichkeiten ist dringend erforderlich (siehe Abschnitt 5.5.2).

Erst hierdurch ist ein Vergleich der vorliegenden Ergebnisse mit denen anderer Universitäten möglich. Dieser wäre insbesondere in Anbetracht der offenbaren Abhängigkeit der Prävalenzraten vom jeweiligen Campus wünschenswert [83, 111].

Ein weiterer wichtiger Aspekt, der in dieser Arbeit allerdings nur kurz erwähnt werden soll, ist die dringend erforderliche ethische Debatte, die aus dem Thema Neuroenhancement folgt [18, 42, 43, 73, 94]. Neben Fragestellungen wie der Gefahr eines künftigen Zwangs zur Substanzeinnahme [78] und möglichen Verteilungsgerechtigkeiten [18], drängt sich meines Erachtens zunächst eine viel fundamentalere Fragestellung auf: Es gilt die Gründe dafür zu detektieren, dass Menschen der Auffassung sind, dass ihre natürlichen Leistungen nicht ausreichend sind. So zeigten Hildt et al. beispielsweise, dass oftmals die Substanzeinnahme nicht allein erfolgt, um akademische, sondern auch um soziale Verpflichtungen zu erfüllen [60]. Es sollte ein öffentlicher Diskurs darüber geschaffen werden, warum es überhaupt einen Bedarf an Substanzen zum Neuroenhancement gibt [91] und ob dies wirklich der richtige Weg ist.

### 5.5.2 Implikationen für die Praxis

Nicht nur anhand dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass Präventionsarbeit in Bezug auf das Thema Neuroenhancement dringend erforderlich ist. Dies liegt zum einen in den Prävalenzraten begründet [27]. Ein weiterer wesentlicher Grund ist der Zusammenhang von Neuroenhancement zu seelischer und allgemeiner Gesundheit.

Ein wichtiger erster Präventionsschritt liegt in einer Veränderung der Berichterstattung zum Thema Neuroenhancement. So spiegelt sich auch in dieser die Uneinheitlichkeit der Begriffe mit Ausdrücken wie „Smart Pills“, „optimiertes Gehirn“, „IQ-Doping“, „Hirnleistung hochjagen“ wider [12, 41, 76, 107]. Zudem zeigt dies, dass die mediale Darstellung oft sehr einseitig und unsachlich ist. In der Öffentlichkeit entsteht dadurch ein verzerrtes Bild der möglichen Effekte von Neuroenhancement unter Vernachlässigung unerwünschter Wirkungen [47]. Auch die Darstellung von Neuroenhancement als gängige Praxis spielt in diesem Zusammenhang eine entscheidende Rolle [12, 76, 96, 105, 107]. Dadurch besteht die Gefahr, dass der Bevölkerung suggeriert wird, ein Konsum von Neuroenhancern sei üblich [89], wodurch eine tatsächlich höhere Prävalenzrate erzeugt wird [59, 121]. Dieses Phänomen wurde vielfach bereits als Mediahype kritisiert [60, 78, 89, 120].

Eine Eindämmung dessen und somit eine verantwortungsvollere Berichterstattung zu schaffen, könnte hier ein sinnvoller Präventionsansatz sein. So gibt es beispielsweise eine Leitlinie des australischen Presserates zur verantwortungsvollen Berichterstattung zum Thema Drogen [4].

Im Sinne einer Primärprävention gilt es, den Studierenden Coping-Strategien bezüglich Stress nahezubringen [65] und dabei zu verdeutlichen, dass die Substanzeinnahme nicht der richtige Weg ist [120]. Hierfür ist es unter anderem erforderlich, detailliert die Gründe für Neuroenhancement zu erfassen [99].

Ein weiterer wichtiger präventiver Ansatz ist eine Informationsvermittlung zum Thema Neuroenhancement im Sinne einer Psychoedukation [103] (S. 153). Diese ist in vielen anderen Bereichen, insbesondere auch im Rahmen von Abhängigkeitserkrankungen [103] (S. 196), wichtiger therapeutischer Bestandteil.

Des Weiteren zeigte sich in der vorliegenden Befragung anhand von Formulierungen wie „Kaffee zählt ja wohl nicht“ eine gewisse Selbstverständlichkeit des Konsums leistungssteigernder Substanzen. Dies verdeutlicht, dass die Studierenden bereits

verinnerlicht haben, ihr Pensum ohne den Konsum von Neuroenhancern nicht bewältigen zu können. Der Leistungsdruck, für den eine solche Feststellung spricht, ist nicht neu [33, 67, 71, 98]. Hieraus wird ein weiterer wichtiger Ansatzpunkt der Präventionsarbeit deutlich. So muss diese neben internen Ressourcen auch extern ansetzen. Es gilt beispielsweise ein stetig wachsendes Curriculum und hohe Prüfungsanforderungen kritisch zu evaluieren. Dies wird deutlich in Anbetracht der Ergebnisse von McCabe et al. Diese zeigten anhand einer nationalen Studie in den USA, dass an den Universitäten, die sich durch einen besonders hohem Konkurrenzdruck auszeichneten, auch am meisten Neuroenhancement betrieben wurde [83]. Es sollte der Anspruch insbesondere einer Universität mit medizinischem Profil sein, den Studierenden Angebote zum Erhalt ihrer Gesundheit zu bieten. Dies gilt es gerade zu Beginn des Studiums zu implementieren, da zu diesem Zeitpunkt eine besondere Offenheit für solche Angebote besteht [10].

## VI Zusammenfassung

Neuroenhancement wird in der jüngeren Vergangenheit zunehmend thematisiert, obgleich die Steigerung menschlicher Leistungen so alt ist wie die Menschheit selbst. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Epidemiologie von Neuroenhancement an der Universität zu Lübeck. Die ihr zugrundeliegende Befragung fand im Rahmen der LUST-Studie statt. Diese wird seit 2011 mit dem Ziel durchgeführt, protektive Faktoren der Studierendengesundheit zu identifizieren.

Aufgrund der uneinheitlichen Definitionen und Begrifflichkeiten, die in der Literatur in Bezug auf Neuroenhancement zu finden sind, wurde zunächst eine eigene Definition herausgearbeitet. Diese zeichnet sich dadurch aus, dass sie einen behavioralen Ansatz verfolgt und entsprechend weniger die einzelnen Substanzklassen betrachtet als vielmehr die den Konsum begründende Verhaltensweise: Wird eine Substanz bewusst als Mittel zum Zweck der geistigen Leistungssteigerung, zur Wiederherstellung dieser Leistung oder zur Stresskompensation eingesetzt, handelt es sich demnach um Neuroenhancement.

Vor dem Hintergrund dieser Definition wurde eine Lebenszeitprävalenz von 30 % für den Konsum von Neuroenhancern an der Universität zu Lübeck festgestellt. Ein regelmäßiger, mindestens einmal wöchentlicher, Konsum herrschte bei 8 % der Studierenden.

Zudem wurden demographische Eigenschaften als mögliche Prädiktoren für Neuroenhancement untersucht. Hierbei zeigte sich bei Studierenden höheren Alters eine höhere Lebenszeitprävalenz für den Konsum. Keinen Einfluss hatten der Studiengang und der Studienjahrgang. Zwar unterschied sich die Prävalenz von Neuroenhancement zwischen den Geschlechtern nicht, es konnte aber gezeigt werden, dass es bei den vorwiegend konsumierten Substanzen Geschlechtsunterschiede gab.

Im Zuge einer Längsschnittuntersuchung über die ersten beiden Studienjahre fiel ein signifikanter Anstieg der Lebenszeitprävalenz von Neuroenhancement innerhalb des ersten Studienjahres auf. Der Anteil derjenigen Studierenden, die regelmäßig Neuroenhancement betrieben, unterlag im Verlaufe der zwei Jahre nur geringfügigen Schwankungen.

Außerdem wurde der Substanzkonsum aller Studierenden vor dem Hintergrund ihrer subjektiven allgemeinen und seelischen Gesundheit betrachtet. Es zeigte sich eine schlechtere allgemeine Gesundheit und ein erhöhtes Maß sowohl an Depressivität wie auch an

Ängstlichkeit bei Studierenden, die jemals oder auch regelmäßig Neuroenhancer konsumierten. Besonders deutlich war dieser Zusammenhang in Bezug auf die seelische Gesundheit mit einer knapp 4-fach höheren Wahrscheinlichkeit, regelmäßig Neuroenhancement zu betreiben.

Dies zeigt, dass das Thema nicht nur in der Forschung und medial, sondern auch in der universitären Praxis von hoher Relevanz ist. Hieraus resultiert ein dringender Bedarf an verantwortungsvoller Aufklärungs- und Präventionsarbeit. Es gilt, die Thematik und die ihr zugrundeliegenden ethischen Fragestellungen einer Leistungsgesellschaft nicht nur im universitären Kontext, sondern auch gesamtgesellschaftlich zu diskutieren.

## VII Literaturverzeichnis

- [1] Arria AM, Caldeira KM, O'Grady KE, Vincent KB, Johnson EP, Wish ED (2008) Nonmedical use of prescription stimulants among college students: Associations with ADHD and polydrug use. *Pharmacotherapy* 28, 156–169
- [2] Arria AM, O'Grady KE, Caldeira KM, Vincent KB, Wish ED (2008) Nonmedical use of prescription stimulants and analgesics: Associations with social and academic behaviors among college students. *Journal of Drug Issues* 38, 1045–1060
- [3] Arvary D, Pope HGJ (2000) Anabolic–androgenic steroids as a gateway to opioid dependence. *New England Journal of Medicine* 342, 1532–1532
- [4] Australian Press Council (2001) Guideline: Drugs and drug addiction. <http://www.presscouncil.org.au/document-search/guideline-drugs-and-drug-addiction/> (Tag des Zugriffs: 06.06.2017)
- [5] Bagot KS, Kaminer Y (2014) Efficacy of stimulants for cognitive enhancement in non-attention deficit hyperactivity disorder youth: a systematic review. *Addiction* 109, 547–557
- [6] Bälter KA, Bälter O, Fondell E, Lagerros YT (2005) Web-based and mailed questionnaires: A comparison of response rates and compliance. *Epidemiology* 16, 577–579
- [7] Baron DA, Martin DM, Abol Magd S. (2007) Doping in sports and its spread to at-risk populations: an international review. *World Psychiatry* 6, 118–123
- [8] Bavarian N, Flay BR, Ketcham PL, Smit E (2015) The illicit use of prescription stimulants on college campuses: A theory-guided systematic review. *Health Education & Behavior: The Official Publication of the Society for Public Health Education* 42, 719–729
- [9] Becker-Brüser W, Buchheister U, Halbekath J (2011) Modafinil (VIGIL) – ein unbefriedigender Rote- Hand-Brief. *Arznei-telegramm* 42, 32
- [10] Bellas PA, Asch SM, Wilkes M (2000) What students bring to medical school: attitudes toward health promotion and prevention. *American Journal of Preventive Medicine* 18, 242–248
- [11] BGB I (2001) Gesetz über den Verkehr mit Betäubungsmitteln (Betäubungsmittelgesetz - BtMG) Anlage III (zu § 1 Abs. 1) verkehrsfähige und verschreibungsfähige Betäubungsmittel, 1189 - 1195. [https://www.gesetze-im-internet.de/btmg\\_1981/anlage\\_iii.html](https://www.gesetze-im-internet.de/btmg_1981/anlage_iii.html) (Tag des Zugriffs: 06.06.2017)

- [12] Blech J, Demmer U, Ludwig U, Scheuermann (2009) Wow, was für ein Gefühl! Spiegel ONLINE - Wissenschaft. <http://www.spiegel.de/spiegel/a-657868.html> (Tag des Zugriffs: 06.06.2017)
- [13] Borst JM, Frings-Dresen MHW, Sluiter JK (2015) Prevalence and incidence of mental health problems among Dutch medical students and the study-related and personal risk factors: a longitudinal study. *International Journal of Adolescent Medicine and Health* 28, 349–355.
- [14] Boyd CJ, Cranford JA, McCabe SE (2016) Longitudinal trajectories of non-medical use of prescription medication among middle and high school students. *Journal of Addictive Diseases* 35, 258–265
- [15] Brand R, Wolff W, Ziegler M (2016) Drugs as instruments: describing and testing a behavioral approach to the study of neuroenhancement. *Frontiers in Psychology* 7, 1226
- [16] Bray C, Cahill KS, Oshier JT, Peden CS, Theriaque DW, Flotte TR, Stacpoole P (2004) Methylphenidate does not improve cognitive function in healthy sleep-deprived young adults. *Journal of Investigative Medicine: The Official Publication of the American Federation for Clinical Research* 52, 192–201
- [17] Bühring P. (2012) Intersexualität: Geschlecht: „anderes“. *Deutsches Ärzteblatt* 109, A472
- [18] Cacic V (2009) Smart drugs for cognitive enhancement: ethical and pragmatic considerations in the era of cosmetic neurology. *Journal of Medical Ethics* 35, 611–615
- [19] Centrum für Hochschulentwicklung gGmbH (2016) CHE-Hochschulranking. <http://ranking.zeit.de/che2016/de/fachbereich/420065> (Tag des Zugriffs: 06.06.2017)
- [20] Cephalon GmbH (2011) Modafinil - Rote Hand Brief. <http://www.akdae.de/Arzneimittelsicherheit/RHB/Archiv/2011/20110207.pdf> (Tag des Zugriffs: 06.06.2017)
- [21] Chatterjee A (2004) Cosmetic neurology - The controversy over enhancing movement, mentation, and mood. *Neurology* 63, 968–974
- [22] Chur-Hansen A (2003) Mature-aged medical students: a qualitative study. *Learning in Health and Social Care* 2, 159–168
- [23] Dahlin M, Joneborg N, Runeson B (2005) Stress and depression among medical students: a cross-sectional study. *Medical Education* 39, 594–604
- [24] De Bruin A, Picavet HSJ, Nossikov A (1996) Health interview surveys: towards international harmonization of methods and instruments. WHO Regional Publications, European Series No. 58, Copenhagen

- [25] Deline S, Baggio S, Studer J, N’Goran AA, Dupuis M, Henchoz Y, Mohler-Kuo M, Daeppen JB, Gmel G (2014) Use of neuroenhancement drugs: prevalence, frequency and use expectations in Switzerland. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 11, 3032–3045
- [26] Deutscher Ethikrat (2012) Intersexualität - Stellungnahme. <http://www.ethikrat.org/dateien/pdf/stellungnahme-intersexualitaet.pdf> (Tag des Zugriffs: 06.06.2017)
- [27] Dietz P, Striegel H, Franke AG, Lieb K, Simon P, Ulrich R (2013) Randomized response estimates for the 12-month prevalence of cognitive-enhancing drug use in university students. *Pharmacotherapy: The Journal of Human Pharmacology and Drug Therapy* 33, 44–50
- [28] DocCheck Medical Services GmbH, Flexikon Amphetamin. <http://flexikon.doccheck.com/de/Amphetamin> (Tag des Zugriffs: 07.06.2017)
- [29] Doru GM (2011) A Weird Concept with Unusual Fate: Nootropic Drug. *Revue des questions scientifiques* 182, 33–52
- [30] Dunn LB, Iglewicz A, Moutier C (2008) A conceptual model of medical student well-being: promoting resilience and preventing burnout. *Academic Psychiatry: The Journal of the American Association of Directors of Psychiatric Residency Training and the Association for Academic Psychiatry* 32, 44–53
- [31] Dunn M, Mazanov J, Sitharthan G (2009) Predicting future anabolic-androgenic steroid use intentions with current substance use: findings from an internet-based survey. *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine* 19, 222–227
- [32] Dutilh G (2007) Zusammenfassung der APA-Normen zur Gestaltung von Manuskripten, Institut für Psychologie, Universität Basel. [http://www.gillesdutilh.com/BAMaterials/Zusammenfassung\\_APA.pdf](http://www.gillesdutilh.com/BAMaterials/Zusammenfassung_APA.pdf) (Tag des Zugriffs: 07.06.2017)
- [33] Dyrbye LN, Thomas MR, Shanafelt TD (2006) Systematic review of depression, anxiety, and other indicators of psychological distress among U.S. and Canadian medical students. *Academic Medicine: Journal of the Association of American Medical Colleges* 81, 354–373
- [34] Elliott R, Sahakian BJ, Matthews K, Bannerjea A, Rimmer J, Robbins TW (1997) Effects of methylphenidate on spatial working memory and planning in healthy young adults. *Psychopharmacology* 131, 196–206

- [35] Emanuel RM, Frellsen SL, Kashima KJ, Sanguino SM, Sierles FS, Lazarus CJ (2013) Cognitive enhancement drug use among future physicians: findings from a multi-institutional census of medical students. *Journal of General Internal Medicine* 28, 1028–1034
- [36] Farah MJ, Haimm C, Sankoorikal G, Chatterjee A (2009) When we enhance cognition with Adderall, do we sacrifice creativity? A preliminary study. *Psychopharmacology* 202, 541–547
- [37] Farah MJ, Illes J, Cook-Deegan R, Gardner H, Kandel E, King P, Parens E, Sahakian B, Wolpe PR (2004) Neurocognitive enhancement: what can we do and what should we do? *Nature Reviews Neuroscience* 5, 421–425
- [38] Feil D, Kristian M, Mitchell N (1998) Older medical students' performances at McGill University. *Academic Medicine: Journal of the Association of American Medical Colleges* 73, 98–100
- [39] Feller Mayer M (2011) Taschenwörterbuch: Griechisch-Deutsch, Deutsch-Griechisch, Langenscheidt, Berlin
- [40] Field A (2013) *Discovering statistics using SPSS. 4. Auflage.* SAGE Publications, Los Angeles
- [41] Focus-Online (2015) Gehirn-Doping: Diese Pille macht schlauer – aber Sie riskieren dabei ihr Leben. [http://www.focus.de/gesundheit/videos/gefaehrlicher-trend-gehirn-doping-diese-pille-macht-schlauer-aber-vielleicht-auch-krank\\_id\\_4894391.html](http://www.focus.de/gesundheit/videos/gefaehrlicher-trend-gehirn-doping-diese-pille-macht-schlauer-aber-vielleicht-auch-krank_id_4894391.html) (Tag des Zugriffs: 07.06.2017)
- [42] Forlini C, Hall W (2016) The is and ought of the ethics of neuroenhancement: Mind the gap. *Frontiers in Psychology* 6, 1998
- [43] Forlini C, Racine E (2009) Disagreements with implications: diverging discourses on the ethics of non-medical use of methylphenidate for performance enhancement. *BMC medical ethics* 10, 9
- [44] Franke AG, Schwarze C, Christmann M, Bonertz C, Hildt E, Lieb K (2012) Charakteristika von Studierenden, die pharmakologisches Neuroenhancement mit Stimulanzien betreiben: Eine Pilotstudie. *Psychiatrische Praxis* 39, 174–180
- [45] Franke AG, Bonertz C, Christmann M, Huss M, Fellgiebel A, Hildt E, Lieb K (2011) Non-medical use of prescription stimulants and illicit use of stimulants for cognitive enhancement in pupils and students in Germany. *Pharmacopsychiatry* 44, 60–66
- [46] Franke AG, Christmann M, Bonertz C, Fellgiebel A, Huss M, Lieb K (2011) Use of coffee, caffeinated drinks and caffeine tablets for cognitive enhancement in pupils and students in Germany. *Pharmacopsychiatry* 44, 331–338

- [47] Franke AG, Lieb K (2009) Mit Hirndoping zu intellektuellen Spitzenleistungen? In *Neurologie & Psychiatrie* 11, 42-51
- [48] Franke AG, Lieb K (2013) Pharmakologisches „cognitive enhancement“. *Hessisches Ärzteblatt* 2, 100–104
- [49] Franke AG, Lieb K, Hildt E (2012) What users think about the differences between caffeine and illicit/prescription stimulants for cognitive enhancement. *PLoS ONE* 7, e40047
- [50] Franke AG, Lieb K (2010) Pharmakologisches Neuroenhancement und „Hirndoping“ - Chancen und Risiken. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 53, 853–860
- [51] García A, Romero C, Arroyave C, Giraldo F, Sánchez J (2016) Acute effects of energy drinks in medical students. *European Journal of Nutrition*, 1-11
- [52] Gemoll W, Vretska K (2006) Griechisch-deutsches Schul- und Handwörterbuch, Aigner T (Hrsg.). 10. Auflage. Oldenbourg Schulbuchverlag, München
- [53] Greely H, Sahakian B, Harris J, Kessler RC, Gazzaniga M, Campbell P, Farah MJ (2008) Towards responsible use of cognitive-enhancing drugs by the healthy. *Nature* 456, 702–705
- [54] Guthrie E, Black D, Bagalkote H, Shaw C, Campbell M, Creed F (1998) Psychological stress and burnout in medical students: a five-year prospective longitudinal study. *Journal of the Royal Society of Medicine* 91, 237–243
- [55] Hall W (2004) Feeling "better than well". *EMBO Reports* 5, 1105–1109
- [56] Heiser P, Benkert O (2008) Modafinil nicht mehr BtM-pflichtig. *Kompodium psychiatrische Pharmakotherapie - Springer Medizin*. <http://www.kompodium-news.de/2008/05/modafinil-nicht-mehr-btm-pflichtig/> (Tag des Zugriffs: 07.06.2017)
- [57] Helmer SM, Mikolajczyk RT, McAlaney J, Vriesacker B, Van Hal G, Akvardar Y, Guillen-Grima F, Salonna F, Stock C, Dempsey RC, Bewick BM, Zeeb H (2014) Illicit substance use among university students from seven European countries: A comparison of personal and perceived peer use and attitudes towards illicit substance use. *Preventive Medicine* 67, 204–209
- [58] Herrmann-Lingen C, Buss U, Snaith RP (2011) Hospital Anxiety and Depression Scale - Deutsche Version. 3. Auflage. Huber, Bern
- [59] Hildt E, Franke AG, Lieb K (2011) Neuroethik & Neurophilosophie: Pharmakologisches Neuroenhancement. *Nervenheilkunde* 30, 833–837

- [60] Hildt E, Lieb K, Franke AG (2014) Life context of pharmacological academic performance enhancement among university students – a qualitative approach. *BMC Medical Ethics* 7, 23
- [61] Howes M-JR, Houghton PJ (2003) Plants used in chinese and indian traditional medicine for improvement of memory and cognitive function. *Pharmacology, Biochemistry, and Behavior* 75, 513–527
- [62] IGES Institut GmbH. DAK Gesundheitsreport 2009. <https://www.dak.de/dak/download/gesundheitsreport-2009-doping-am-arbeitsplatz-1117016.pdf> (Tag des Zugriffs: 06.06.2017)
- [63] IGES Institut GmbH. DAK Gesundheitsreport 2015. [https://www.dak.de/dak/bundes-themen/Gesundheitsreport\\_2015-1585966.html](https://www.dak.de/dak/bundes-themen/Gesundheitsreport_2015-1585966.html) (Tag des Zugriffs: 06.06.2017)
- [64] Ilieva I, Boland J, Farah MJ (2013) Objective and subjective cognitive enhancing effects of mixed amphetamine salts in healthy people. *Neuropharmacology* 64, 496–505
- [65] Jensen C, Forlini C, Partridge B, Hall W (2016) Australian university students' coping strategies and use of pharmaceutical stimulants as cognitive enhancers. *Frontiers in Psychology* 7: 277
- [66] Johnston LD, O'Malley PM, Bachmann JG, Schulenberg JE, Miech RA (2015) Monitoring the future, national survey results on drug use, 1975-2015. The University of Michigan Institute for Social Research. [http://monitoringthefuture.org//pubs/monographs/mtf-vol2\\_2015.pdf](http://monitoringthefuture.org//pubs/monographs/mtf-vol2_2015.pdf) (Tag des Zugriffs: 06.06.2017)
- [67] Jurkat HB, Richter L, Cramer M, Vetter A, Bedau S, Leweke F, Milch W (2011) Depressivität und Stressbewältigung bei Medizinstudierenden: Eine Vergleichsuntersuchung des 1. und 7. Fachsemesters Humanmedizin. *Nervenarzt* 82, 646–652
- [68] Kongsved SM, Basnov M, Holm-Christensen K, Hjollund NH (2007) Response rate and completeness of questionnaires: a randomized study of internet versus paper-and-pencil versions. *J Journal of Medical Internet Research* 9, e25
- [69] Kötter T, LUST-Uni-Lübeck - Lübeck University Students Trial. <http://www.lust.uni-luebeck.de/forschungsprojekte/luebeck-university-students-trial-lust.html> (Tag des Zugriffs: 06.06.2017)
- [70] Kötter T, Tautphäus Y, Obst KU, Voltmer E, Scherer M (2016) Health-promoting factors in the freshman year of medical school: a longitudinal study. *Medical Education* 50, 646–656

- [71] Kötter T, Tautphäus Y, Scherer M, Voltmer E (2014) Health-promoting factors in medical students and students of science, technology, engineering, and mathematics: design and baseline results of a comparative longitudinal study. *BMC Medical Education* 14: 134
- [72] Kötter T, Voltmer E (2013) Stressbelastung von Medizinstudierenden messen: Übersetzung des „Perceived Medical School Stress Instruments“ in die deutsche Sprache. *GMS Zeitschrift für Medizinische Ausbildung* 30: Doc22
- [73] Lieb K (2010) Warum wir nicht alles schlucken sollten. 1. Auflage. Artemis & Winkler, Mannheim
- [74] Lindstrom B, Eriksson M (2006) Contextualizing salutogenesis and Antonovsky in public health development. *Health Promotion International* 21, 238–244
- [75] Lucke JC, Bell SK, Partridge BJ, Hall WD (2011) Academic doping or viagra for the brain? *EMBO Reports* 12, 197–201
- [76] Lüdemann D (2009) Hirnforschung: Das optimierte Gehirn. *Zeit Online - Wissen*. <http://www.zeit.de/wissen/2009-10/memorandum-hirnforschung> (Tag des Zugriffs: 06.06.2017)
- [77] Lüllmann H, Mohr K, Hein L, Kuschinsky G (2010) *Pharmakologie und Toxikologie*. 17. Auflage. Thieme, Stuttgart
- [78] Maher B (2008) Poll results: look who's doping. *Nature News* 452, 674–675
- [79] Maier LJ, Haug S, Schaub MP (2016) Prevalence of and motives for pharmacological neuroenhancement in Switzerland - results from a national internet panel. *Addiction* 111, 280–295
- [80] Maier LJ, Liechti ME, Herzig F, Schaub MP (2013) To dope or not to dope: Neuroenhancement with prescription drugs and drugs of abuse among Swiss university students. *PLoS ONE* 8, e77967
- [81] Mattay VS, Callicott JH, Bertolino A, Heaton I, Frank JA, Coppola R, Berman KF, Goldberg TE, Weinberger DR (2000) Effects of dextroamphetamine on cognitive performance and cortical activation. *NeuroImage* 12, 268–275
- [82] Mattay VS, Goldberg TE, Fera F, Hariri AR, Tessitore A, Egan MF, Kolachana B, Callicott JH, Weinberger DR (2003) Catechol O-methyltransferase val158-met genotype and individual variation in the brain response to amphetamine. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100, 6186–6191
- [83] McCabe SE, Knight JR, Teter CJ, Wechsler H (2005) Non-medical use of prescription stimulants among US college students: prevalence and correlates from a national survey. *Addiction* 100, 96–106

- [84] Mehta MA, Owen AM, Sahakian BJ, Mavaddat N, Pickard JD, Robbins TW (2000) Methylphenidate enhances working memory by modulating discrete frontal and parietal lobe regions in the human brain. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience* 20: RC65
- [85] Micoulaud-Franchi J-A, MacGregor A, Fond G (2014) A preliminary study on cognitive enhancer consumption behaviors and motives of french medicine and pharmacology students. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences* 18, 1875–1878
- [86] Middendorff E, Poskowsky J, Isserstedt W (2012) Formen der Stresskompensation und Leistungssteigerung bei Studierenden: HISBUS-Befragung zur Verbreitung und zu Mustern von Hirndoping und Medikamentenmissbrauch. [http://www.hisbus.de/results/pdf/2012\\_01\\_Hirndoping.pdf](http://www.hisbus.de/results/pdf/2012_01_Hirndoping.pdf) (Tag des Zugriffs: 06.06.2017)
- [87] Ott R, Biller-Andorno N (2013) Neuroenhancement among Swiss students – A comparison of users and non-users. *Pharmacopsychiatry* 47, 22–28
- [88] Ott R, Lenk C, Miller N, Neuhaus B, Biller-Andorno N (2012) Neuroenhancement - perspectives of Swiss psychiatrists and general practitioners. *Swiss Medical Weekly* 142: w13707
- [89] Partridge BJ, Bell SK, Lucke JC, Yeates S, Hall WD (2011) Smart drugs "as common as coffee": Media hype about neuroenhancement. *PLoS ONE* 6: e28416
- [90] Prävalenz (2016) Wikipedia. <https://de.wikipedia.org/wiki/Prävalenz> (Tag des Zugriffs: 06.06.2017)
- [91] Repantis D, Schlattmann P, Laisney O, Heuser I (2010) Modafinil and methylphenidate for neuroenhancement in healthy individuals: A systematic review. *Pharmacological Research* 62, 187–206
- [92] Robert Koch-Institut (Hrsg.) (2014) Subjektive Gesundheit. Faktenblatt zu GEDA 2012: Ergebnisse der Studie "Gesundheit in Deutschland aktuell 2012". RKI, Berlin
- [93] Rolstad S, Adler J, Rydén A (2011) Response burden and questionnaire length: Is shorter better? A review and meta-analysis. *Value in Health* 14, 1101–1108
- [94] Rose SPR (2002) "Smart Drugs": do they work? Are they ethical? Will they be legal? *Nature Reviews Neuroscience* 3, 975–979
- [95] Rote Liste Service GmbH (Hrsg.) ROTE LISTE 2016 - Arzneimittelverzeichnis für Deutschland. 1. Auflage. Rote Liste Service GmbH, Frankfurt am Main
- [96] Sahakian B, Morein-Zamir S (2007) Professor's little helper. *Nature* 450, 1157–1159

- [97] Salutogenese (2017) Wikipedia. <https://de.wikipedia.org/wiki/Salutogenese> (Tag des Zugriffs: 06.06.2017)
- [98] Santen SA, Holt DB, Kemp JD, Hemphill RR (2010) Burnout in medical students: examining the prevalence and associated factors. *Southern medical journal* 103, 758–763
- [99] Sattler S, Schunck R (2016) Associations between the big five personality traits and the non-medical use of prescription drugs for cognitive enhancement. *Frontiers in Psychology* 6: 1971
- [100] Sattler S, Wiegel C (2013) Cognitive test anxiety and cognitive enhancement: the influence of students' worries on their use of performance-enhancing drugs. *Substance Use & Misuse* 48, 220–232
- [101] Sax LJ, Gilmartin SK, Bryant AN (2003) Assessing response rates and nonresponse bias in web and paper surveys. *Research in higher education* 44, 409–432
- [102] Schnabel U (2009) Neuro-Enhancement: Im Rausch der Petersilie. *Zeit Online Wissen*. <http://www.zeit.de/2009/43/M-Neuro-Enhancement> (Tag des Zugriffs: 06.06.2017)
- [103] Schneider F (Hrsg.), Weber-Papen S (2008) *Klinikmanual - Psychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie*. 1. Auflage. Springer, Heidelberg
- [104] Schneider F (Hrsg.) Weber-Papen S (2012) *Facharztwissen Psychiatrie und Psychotherapie*. 1. Auflage. Springer, Berlin
- [105] Schneider S (2016) *Coping, akademischer Stress und die Einstellung zur Leistungssteigerung durch Cognitive-enhancing Drugs*, Bachelorarbeit Psychologie, MSH Medical School Hamburg
- [106] Shamsuddin K, Fadzil F, Ismail WS, Shah SA, Omar K, Muhammad NA, Jaffar A, Ismail A, Mahadevan R (2013) Correlates of depression, anxiety and stress among Malaysian university students. *Asian Journal of Psychiatry* 6, 318–323
- [107] Smith ME, Farah MJ (2011) Are prescription stimulants “smart pills”? *Psychological bulletin* 137, 717–741
- [108] SurveyMonkey Inc, Palo Alto, Kalifornien, USA, <http://www.surveymonkey.com>
- [109] Tautphäus Y (2015) *Was hält Medizinstudierende gesund? Ergebnisse einer Längsschnittstudie*. Med. Diss, Universität zu Lübeck
- [110] Techniker Krankenkasse (2015) *TK Campus Kompass - Umfrage zur Gesundheit von Studierenden*. <https://www.tk.de/centaurus/servlet/contentblob/724592/Datei/143829/TK-CampusKompass.pdf> (Tag des Zugriffs: 07.06.2017)

- [111] Teter CJ, McCabe SE, Cranford JA, Boyd CJ, Guthrie SK (2005) Prevalence and motives for illicit use of prescription stimulants in an undergraduate student sample. *Journal of American college health* 53, 253–262
- [112] Teter CJ, McCabe SE, LaGrange K, Cranford JA, Boyd CJ (2006) Illicit use of specific prescription stimulants among college students: prevalence, motives, and routes of administration. *Pharmacotherapy* 26, 1501–1510
- [113] Turner DC, Robbins TW, Clark L, Aron AR, Dowson J, Sahakian BJ (2003) Relative lack of cognitive effects of methylphenidate in elderly male volunteers. *Psychopharmacology* 168, 455–464
- [114] Voltmer E, Kieschke U, Schwappach DLB, Wirsching M, Spahn C (2008) Psychosocial health risk factors and resources of medical students and physicians: a cross-sectional study. *BMC Medical Education* 8: 46
- [115] Voltmer E, Kötter T, Spahn C (2012) Perceived medical school stress and the development of behavior and experience patterns in German medical students. *Medical teacher* 34, 840–847
- [116] Voltmer E, Rosta J, Aasland OG, Spahn C (2010) Study-related health and behavior patterns of medical students: A longitudinal study. *Medical Teacher* 32, e422-428
- [117] Wesensten NJ, Killgore WDS, Balkin TJ (2005) Performance and alertness effects of caffeine, dextroamphetamine, and modafinil during sleep deprivation. *Journal of Sleep Research* 14, 255–266
- [118] Wilens TE. (2006) Mechanism of action of agents used in attention-deficit/hyperactivity disorder *The Journal of Clinical Psychiatry* 67, 32–38
- [119] Willmann H, Walther W (Hrsg.) (2002) *Langenscheidts Taschenwörterbuch: englisch-deutsch, deutsch-englisch*. Langenscheidt, Berlin
- [120] Wolff W, Brand R (2013) Subjective stressors in school and their relation to neuroenhancement: a behavioral perspective on students' everyday life "doping". *Substance Abuse Treatment, Prevention and Policy* 8: 23
- [121] Wolff W, Brand R (2016) Editorial: Using substances to enhance performance: A psychology of neuroenhancement. *Frontiers in Psychology* 7: 1741
- [122] Woolsey CL, Williams RD, Jacobson BH, Housman JM, Mc Donald JD, Swartz JH, Evans MW, Sather TE, Barry AE, Davidson RT (2015) Increased energy drink use as a predictor of illicit prescription stimulant use. *Substance Abuse* 36, 413–419
- [123] World Anti-Doping Agency (2015) <https://www.wada-ama.org/en/resources/the-code/world-anti-doping-code> (Tag des Zugriffs: 06.06.2017)

- [124] Yesavage JA, Mumenthaler MS, Taylor JL, Friedman L, O'Hara R, Sheikh J, Tinklenberg J, Whitehouse PJ (2002) Donepezil and flight simulator performance: Effects on retention of complex skills. *Neurology* 59, 123–125
- [125] Zagermann-Muncke P (1998) Modafinil (Vigil) ist ein Betäubungsmittel. *Arznei-Telegramm* 12, 115

## VIII Anhang

Tabelle A 1

*Rücklaufquoten im Querschnitt*

Studiengang	Immatrikulierte Studierende Wintersemester 2015/16	LUST-Teilnahme	
		Studierende (n)	Anteil (%)
Medizin	933	626	67
Informatik	563	71	13
MML	274	91	33
MI	273	50	18
MIW	446	125	28
MLS	407	142	35
Psychologie	125	86	69
Pflege	69	43	62
Medieninformatik	221	21	10
Gesamt	3311	1255	38

Tabelle A 2

*Studiengangverteilung im Querschnitt*

Studiengang	Studierende (n)	Anteil (%)
Medizin	626	50
Informatik	71	6
MML	91	7
MI	50	4
MIW	125	10
MLS	142	11
Psychologie	86	7
Pflege	43	3
Medieninformatik	21	2
Gesamt	1255	100

Tabelle A 3

*Studiengangverteilung im Längsschnitt*

Studiengang	Studierende (n)	Anteil (%)
Medizin	89	41
Informatik	10	5
MML	23	11
MI	11	5
MIW	25	12
MLS	22	10
Psychologie	18	8
Pflege	12	6
Medieninformatik	6	3
Gesamt	216	100

Tabelle A 4

*Einnahme von Substanzen zum Zwecke der Leistungssteigerung, nach Substanzklasse*

	Studierende (n)	Anteil (%)
Genussmittel	85	7
Soft-Enhancement	125	10
Pharmakologisches	16	1
Neuroenhancement		
Illegale Substanzen	3	0
Gesamt	229	18

Tabelle A 5

*Einnahme von Substanzen „zum Abschalten“, nach Substanzklasse*

	Studierende (n)	Anteil (%)
Genussmittel	14	1
Soft-Enhancement	78	6
Pharmakologisches	30	2
Neuroenhancement		
Illegale Substanzen	95	8
Alkohol	46	4
Gesamt	263	21

Tabelle A 6

*Zur Leistungssteigerung verwendete Substanzklassen, nach Geschlecht*

	weiblich		männlich	
	Anzahl (n)	Anteil (%)	Anzahl (n)	Anteil (%)
Genussmittel	52	34	32	44
Soft-Enhancement	92	60	32	44
Pharmakologisches	9	6	7	10
Neuroenhancement				
Illegale Substanzen	1	1	2	3
	154		73	

Tabelle A 7

*„Zum Abschalten“ verwendete Substanzklassen, nach Geschlecht*

	weiblich		männlich	
	Anzahl (n)	Anteil (%)	Anzahl (n)	Anteil (%)
Genussmittel	12	7	2	2
Soft-Enhancement	64	37	12	14
Pharmakologisches	18	10	12	14
Neuroenhancement				
Illegale Substanzen	51	29	44	50
Alkohol	28	16	18	20
	173		88	

Tabelle A 8

*Anteil von Neuroenhancement aufgeteilt auf Studienjahrgänge*

Jahrgang	Lebenszeitkonsum		Regelmäßiger Konsum	
	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl
Studienbeginn 2011	15 %	57	12 %	11
Studienbeginn 2012	15 %	54	18 %	17
Studienbeginn 2013	23 %	86	24 %	23
Studienbeginn 2014	21 %	79	30 %	28
Studienbeginn 2015	26 %	95	17 %	16

Tabelle A 9

*Interkorrelation der Prädiktoren für Neuroenhancement*

		Korrelation	Signifikanz
Studiengang	Geschlecht	-0,01	0,87
Studiengang	Allgemeine Gesundheit	0,15	< 0,01
Studiengang	Alter	-0,22	< 0,01
Studiengang	Ängstlichkeit	0,07	0,04
Studiengang	Depressivität	0,16	< 0,01
Studiengang	Seelische Gesundheit	-0,08	0,01
Geschlecht	Allgemeine Gesundheit	0,06	0,06
Geschlecht	Alter	-0,09	< 0,01
Geschlecht	Ängstlichkeit	0,13	< 0,01
Geschlecht	Depressivität	-0,03	0,46
Geschlecht	Seelische Gesundheit	-0,08	0,02
Allgemeine Gesundheit	Alter	0,09	< 0,01
Allgemeine Gesundheit	Ängstlichkeit	0,46	< 0,01
Allgemeine Gesundheit	Depressivität	0,52	< 0,01
Allgemeine Gesundheit	Seelische Gesundheit	-0,36	< 0,01
Alter	Ängstlichkeit	-0,05	0,12
Alter	Depressivität	-0,02	0,58
Alter	Seelische Gesundheit	0,07	0,03
Ängstlichkeit	Depressivität	0,73	< 0,01

Tabelle A 10

*Prävalenzen von Neuroenhancement unter Berücksichtigung der Beantwortung der Fragen zur allgemeinen Gesundheit und des HADS-D*

	Frage zur allgemeinen Gesundheit		Frage zur seelischen Gesundheit		Gesamt
	Beantwortet	Nicht- Beantwortet	Beantwortet	Nicht- Beantwortet	
	Lebenszeitprävalenz von Neuroenhancement	30 %	30 %	30 %	
Prävalenz von regelmäßigem Neuroenhancement	8 %	10 %	8 %	4 %	8 %



UNIVERSITÄT ZU LÜBECK

Universität zu Lübeck · Ratzeburger Allee 160 · 23538 Lübeck

Herrn  
Dr. med. Thomas Kötter  
Institut für Sozialmedizin und Epidemiologie

im Hause

**Ethik-Kommission**

Vorsitzender:  
Herr Prof. Dr. med. Alexander Katalinic  
Universität zu Lübeck  
Stellv. Vorsitzender:  
Herr Prof. Dr. med. Frank Gieseler  
Ratzeburger Allee 160  
23538 Lübeck

Sachbearbeitung: Frau Janine Erdmann  
Tel.: +49 451 500 4639  
Fax: +49 451 500 3026

ethikkommission@uni-luebeck.de

**Aktenzeichen: 11-010****Datum: 12. März 2015**

**Auf dem Weg zur "gesundheitsfördernden Hochschule" - Identifikation protektiver Faktoren für die Entwicklung der psychosozialen Gesundheit von Studierenden in Lübeck  
Hier: Studierenerweiterung – Ihr Schreiben vom 05. März 2015**

Sehr geehrter Herr Dr. Kötter,

die Ethik-Kommission nimmt die Studierenerweiterung um die Fragen zum Neuroenhancement zustimmend zur Kenntnis.

Mit freundlichem Gruß bin ich  
Ihr

Prof. Dr. med. Frank Gieseler  
Stellv. Vorsitzender

## **IX Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich all denjenigen danken, die mich auf dem Weg zur Fertigstellung dieser Arbeit unterstützt haben.

Zuerst danke ich meiner Doktormutter Frau PD Dr. rer. nat. Annika Waldmann für die Ermöglichung dieser Dissertation.

Dann bedanke ich mich herzlich bei Herrn Dr. Thomas Kötter für die großartige Betreuung. Ohne Deine engagierte Unterstützung wäre ich sicherlich bei Weitem nicht so vorangekommen.

Vielen Dank auch an Katrin Obst und Jessica Lückert aus dem Institut für Sozialmedizin und Epidemiologie für geduldige Ratschläge und Tipps insbesondere im Umgang mit SPSS und bei statistischen Fragestellungen.

Zudem möchte ich mich bedanken bei Sebastian Wolligandt für die technische und moralische Unterstützung, meiner Mutter Sabine Clausen für ein immer zuverlässiges Lektorat, Lisa Schröder und meinen anderen wunderbaren Freundinnen für regen auch fachlichen Austausch, sowie bei Bernd-Rainer und Arne Clausen.

Danke, dass ich immer auf Euch zählen kann.

## X Lebenslauf

Eva Clausen

09.06.1989, in Kiel

---



### Ausbildung

**10/2009 - 11/2016**

Studium der Humanmedizin

Universität zu Lübeck

**09/2012 - 06/2013**

ERASMUS-Studienjahr

Universität Murcia, Spanien

**08/1999 - 06/2008**

Käthe-Kollwitz-Gymnasium, Kiel

### Dissertation

**10/2014 - 06/2017**

Dissertation Institut für Sozialmedizin und Epidemiologie,

Fachbereich Sozialmedizin und Evidenzbasierte Medizin

bei PD Dr. rer. nat. Annika Waldmann

Universität zu Lübeck

Thema: *Neuroenhancement bei Studierenden –*

*Eine Beobachtungsstudie zu Häufigkeit und assoziierten Faktoren*

### Praktisches Jahr

**06/2016 - 10/2016**

Tertial Innere Medizin

St. Elisabeth Krankenhaus, Leipzig

**03/2016 - 06/2016**

Tertial Psychiatrie

Psychiatrisches Krankenhaus Rickling

**11/2015 - 03/2016**

Tertial Chirurgie

Hospital Universitario General Manuel Fajardo, Havanna, Kuba