

# Neuroenhancement and mental health in students from four faculties – a cross-sectional questionnaire study

## Abstract

**Background:** Students face great challenges at the beginning of and during their studies. Competitive experience, exam anxiety, and especially the new performance requirements often cause test anxiety and stressful experiences. The extent of substance use in terms of neuroenhancement (NE) is unclear. Evidence shows associations between NE, increased stress levels, and mental health.

**Objectives:** We aim to determine the prevalence of NE and alcohol and tobacco use among college students. We also investigate the associations between NE and ADHD, anxiety, depression, and stress experience.

**Methods:** In spring 2021, an anonymous online cross-sectional survey was conducted among students of medicine, dentistry, business economics, and business informatics in Würzburg. The survey included the instruments ASRS (ADHD), PSS-10 (stress), PHQ-4 (depression and anxiety), and AUDIT-C (alcohol consumption), as well as questions about consumption patterns, prior knowledge, and reasons for NE.

**Results:** Of the 5564 students who were invited to participate, 1010 completed the questionnaire (18.2%). Of these, 12.4% indicated NE for the studied period. NE was used in particular during preparations for exams, to enhance performance, and/or to regulate emotions, most commonly through caffeine tablets, cannabis, and methylphenidate. NE was associated with risky use of alcohol or tobacco, and to a lesser extent with ADHD symptoms and stress experience.

**Conclusions:** Students are at risk of substance abuse and NE. Effective stress management and prevention approaches as well as low-threshold services are needed to identify and support students with risk profiles.

**Keywords:** medical student, neuroenhancement, cognitive enhancement, brain doping, smoking, alcohol

Maurice Hajduk<sup>1</sup>  
Elena Tiedemann<sup>1</sup>  
Marcel Romanos<sup>2</sup>  
Anne Simmenroth<sup>1</sup>

1 University Medical Centre  
Würzburg, Institute of  
General Practice, Würzburg,  
Germany

2 University Medical Centre  
Würzburg, Clinic and  
Polyclinic for Child and  
Adolescent Psychiatry,  
Psychosomatics and  
Psychotherapy, Würzburg,  
Germany

## 1. Background

Students face major challenges at the beginning of their studies: Many leave home for the first time, reorient themselves socially, and may have to deal with exam anxiety and stress. In order to enable themselves to face these challenges, students consume alcohol, nicotine, and illegal (e.g. cannabis, speed, or cocaine) and prescription substances (e.g. methylphenidate, modafinil, or beta-blockers) [1], [2] to learn or relax more efficiently [3]. We refer below with the term “neuroenhancement” (NE) to the use of substances with the aim of coping with the challenges of studying. The substances in these cases are not prescribed on the basis of a medical diagnosis. Depending on the substances that were investigated, the prevalence of NE in European student populations ranges from <1% to 22.5% [4], [5], [6], [7].

While NE in healthy individuals is seen as an abusive substance use to enhance personal performance, there is increasing evidence of a link between mental disorders and NE. For example, NE with methylphenidate has been

described as a self-medication strategy in people with undiagnosed symptoms of attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD) [6], [8], [9]. Further findings suggest an association with increased stress levels [10], [11] and anxiety [6], [11], [12], whereas the relation with depression is unclear [8], [11], [12]. Increased alcohol consumption and smoking also appear to be associated with NE [2], [12], [13], and it may indicate a generally increased propensity to substance use [13].

Because consistent data on NE among students are lacking, especially among medical students, we conducted an anonymous survey to determine the prevalence of NE, alcohol, and tobacco use. In addition, we investigated the relation between NE and mental health, in particular, symptoms of ADHD, anxiety, depression, and stress.

## 2. Methods

### 2.1. Study design and sample

In the winter semester 2020/21, we conducted an anonymous online cross-sectional survey to which we electronically invited a total of 5564 students. They were students from the Faculty of Medicine and Dentistry at the Julius-Maximilians-Universität Würzburg (n=2764) and the Faculty of Business Informatics and Economics at the Würzburg/Schweinfurt University of Applied Sciences (n=2800). The students at the university of applied sciences were selected to compensate for the high proportion of women studying medicine.

### 2.2. Questionnaire

The questionnaire consisted of 53 closed questions. No German-language validated instruments are available for the assessment of NE. The questions on NE were therefore formulated based on Middendorf et al. [14]. The questionnaire contained a brief definition of NE and a list of substances we categorise as NE in this study (methylphenidate, modafinil, dexamphetamine, atomoxetine, beta-blockers, antidepressants, anti-dementia drugs, caffeine tablets, cocaine, MDMA (ecstasy), amphetamines (speed), and cannabis). In addition, knowledge about NE and its use by fellow students, the prescription of one of the substances mentioned, and personal NE experiences during the study period were each asked dichotomously (yes/no). If the answer was yes, all substances that were used could be selected, and the motive for taking each substance could be specified (e.g. to increase concentration or to calm down). The deviation from a prescribed medication was recorded in a separate question (yes/no). The questionnaire concluded with a closed item to record tobacco consumption. The students were classified as smokers if they reported "daily" or "occasional" smoking. The following validated screening instruments were used:

- ADHD: ADHD Self-Report Scale V1.1 Screener (ASRS-V1 [15])
- Stress: Perceived Stress Scale (PSS-10 [16])
- Depression and anxiety symptoms: Patient Health Questionnaire-4 consisting of GAD-2 and PHQ-2 (PHQ-4 [17])
- Risky alcohol consumption: Alcohol Use Disorders Identification Test-Consumption (AUDIT-C [18])

### 2.3. Data collection

The questionnaire was created electronically using EvaSys® 7.1. A direct link was distributed by email by the responsible deans of studies and via the student councils. It was aimed at all students of human medicine and dentistry (university) and at students of business informatics and economics (university of applied sciences). The link was active between 20 January 2021 and 9 March 2021. Students were reminded of the survey at least

once via WhatsApp or Facebook groups. To increase the response rate, there was the opportunity to take part in a prize draw for cinema vouchers via a separate window after completing the questionnaire. The survey was also advertised through notices in the university hospital. The data collection was completely anonymous.

### 2.4. Ethics, data management, and data protection

A positive vote from the Ethics Committee of the Medical Faculty of the University of Würzburg (No. 2020050502) has been received. The security, anonymity, and legal compliance of the questionnaire and data management were confirmed by the data protection officer of the University Hospital of Würzburg.

### 2.5. Data analysis

The characteristics of the participants were analysed descriptively by subject with regard to age, semester of study, and NE, provided that this information was available on the evaluated variable (no case exclusion). For data protection regulations, it was not possible to survey the gender of the students because individuals might be identified in small subgroups (e.g. minor subject or third-gender category).

If cut-off values are established for the screening instruments, the results were evaluated using these cut-off values:

- ADHD: four or more positive screening items (item 1-3:  $\geq 2$  points, item 4-6:  $\geq 3$  points) in the ASRS-V1.1 or current ADHD diagnosis
- Depression symptoms: PHQ-2:  $\geq 3$  points
- Anxiety symptoms: GAD-2:  $\geq 3$  points
- Risky alcohol consumption: AUDIT-C:  $\geq 4$  points

Correlations were calculated using the Pearson correlation coefficient. To investigate relations between screening results and NE, a binomial logistic regression model was calculated for each instrument. Only data sets that were complete for ASRS, PSS-10, PHQ-4, AUDIT-C, and tobacco use were used (listwise case exclusion). All data were analysed with SPSS version 26.0, and p-values  $< 0.05$  were considered statistically significant.

## 3. Results

### 3.1. Sample description

Of the 5564 students we surveyed, 1010 completed the questionnaire (response rate: 18.2%). The respective proportion of respondents is shown in table 1. The largest group (n=594, 61.9%) consisted of 21-25-year-old students (born 1996-2000). They were followed in descending order of frequency by those born 1991-1995 (n=225, 23.5%), >2001 (n=82, 8.6%), and <1990 (n=58, 6%). The age distribution varied only slightly across the depart-

Table 1: Response rate and proportion of total sample by study programme

	Medicine	Dental medicine	Business informatics	Business sciences	Not specified for degree course/other degree course	Total
Contacted (n)	2216	548	1000	1800	-	5564
Response (n)	503	76	192	153	86	1010
Response rate (%)	22,7	13,9	19,2	8,5	-	18,2
Proportion of total sample (%)	49,8	7,5	19,0	15,1	8,5	100

Table 2: Knowledge, awareness of consumption by fellow students, and personal NE by study programme

		Medicine	Dental medicine	Business informatics	Business sciences	Total
		n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Knowledge about NE <sup>a</sup> (n=1009)	Yes	475 (94,4)	75 (98,7)	155 (80,7)	109 (71,2)	895 (88,7)
Knowledge about fellow students <sup>a</sup> (n=1008)	Yes	179 (35,7)	42 (55,3)	92 (47,9)	48 (31,4)	402 (39,9)
Personal NE <sup>b</sup> (n=1009)	Yes	37 (7,4)	17 (22,4)	42 (21,9)	16 (10,5)	125 (12,4)

Missing information on the degree programme: a=85, b=86

ments. The number of students in the first to fourth semester (n=394, 39%) did not differ significantly from those in the fifth to eighth semester (n=406, 40.2%). At the time of the survey, 20.8% of the participants (n=210) had studied for more than eight semesters.

### 3.2. Neuroenhancement

In the 1010 completed questionnaires, 125 students affirmed that they had practiced NE during their studies. This places the prevalence of NE during studies at 12.4%. The prevalence of NE during studies, knowledge about NE, and the proportion of fellow students who are known to use substances for NE are shown in table 2 by subject. One hundred and twenty-four students provided information on the regularity of NE: About half of the students (n=61) denied regular use in the last three months. Almost daily use was reported by 11.3% (n=14), weekly use by 15.3% (n=19), and monthly use by 9.7% (n=12) of the students.

Almost half of the students with NE experience reported NE in the last 30 days (n=57). For n=25 (20.3%), NE had been used between 30 days and a year ago, for a third, at least a year had passed since the last use. The most common reason given for NE was exam preparation (n=102, 10.1% of the total sample; 81.6% of the users); NE was less common during the semester (n=50, 5% of the total sample; 40% of the users).

A doctor's prescription for one of the substances in the questionnaire had been obtained by 4.7% (n=47) of the participants. Of these, 17.0% (n=8) had deviated from

the prescribed dose for NE purposes. When we included deviations from the prescribed dose as NE, the prevalence of NE increased from 12.4% to 12.7% (n=128).

Caffeine tablets, cannabis, and methylphenidate were most frequently used for NE (see figure 1). Caffeine tablets, methylphenidate, modafinil, and amphetamines were mainly used to improve concentration, alertness, endurance, or performance. Cannabis, beta-blockers, and antidepressants, on the other hand, were used to improve inner calm and balance.

A diagnosis of ADHD was reported by 34 people (3.5%). Most of the diagnoses were made in childhood (n=24, 70.6%), and significantly fewer in adolescence and adulthood (n=5, 14.7% each). Approximately one-third of these individuals were taking the prescribed dose of ADHD medication at the time of the study (n=12, 35.3%). These cases were not classified as NE.

Table 3 provides an overview of the positive screenings for ADHD, depression, anxiety, risky alcohol use, and smoking by study. In the overall sample, screening was most frequently positive for risky alcohol use (n=366, 38.2%) and anxiety (n=330, 32.7%). Smoking was rare overall (n=110, 11%).

The mean score for stress in the PSS-10 was M=28.6 (SD=6.8, n=989). The highest values were found among dental students (M=31.7, SD=7.2, n=74), and the lowest values among human medicine students (M=28.0, SD=6.6, n=498).

For the following analyses, only fully completed screening instruments were considered. This reduced the number of cases to 912 (90.3% of the initial sample). ADHD,

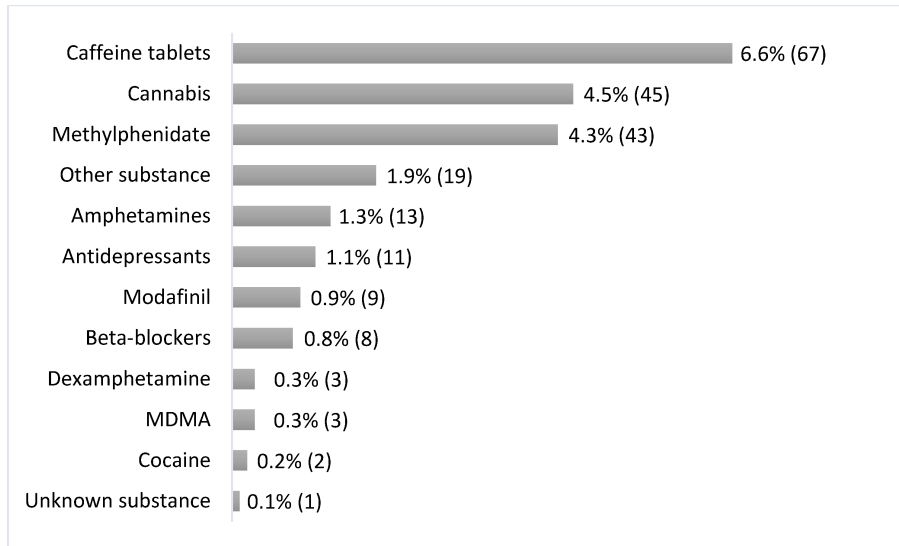


Figure 1: Substances used for NE. The percentages are given in relation to the total sample. The frequencies are shown in brackets.

Table 3: Positive screenings for ADHD, depression, anxiety, risky alcohol consumption, and smoking by study programme

	Medicine	Dental medicine	Business informatics	Business sciences	Total positive screenings
Positive screenings	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
ADHD positive <sup>a</sup>	67 (13,3)	12 (15,8)	57 (29,7)	25 (16,3)	173 (17,1)
Anxiety positive <sup>a</sup>	149 (29,7)	35 (46,1)	63 (32,8)	57 (37,3)	330 (32,7)
Depression positive <sup>a</sup>	110 (21,9)	26 (34,2)	69 (35,9)	56 (36,6)	290 (28,7)
Risky alcohol consumption positive <sup>b</sup>	149 (31,4)	32 (43,8)	83 (45,4)	70 (47,3)	366 (38,2)
Smoking positive <sup>c</sup>	22 (4,4)	11 (14,5)	43 (22,6)	24 (15,9)	110 (11,0)

Missing information on the study programme: a=86, b=80, c=85

Table 4: Correlation of the screening instruments (n=912)

	1	2	3	4	5	6
1. ADHD	1					
2. Stress	.25**	1				
3. Anxiety	.16**	.63**	1			
4. Depression	.22**	.54**	.50**	1		
5. Risky alcohol consumption	.06	.06	.02	.07*	1	
6. Smoking	.02	.02	.05	.07*	.16**	1

Note \*p<.05; \*\*p<.01

stress, anxiety, and depression all correlated significantly with each other, with anxiety and stress showing the highest correlation (r=.63). Depression was also significantly related to smoking and risky alcohol consumption (r=.07), and smoking was related to risky alcohol consumption (r=.16). The correlations are shown in table 4. The correlations between the predictor variables were low overall (r<.70). This indicates that multi-collinearity is not a confounding factor for the following logistic regression analysis.

The results of a binomial regression model for each variable individually and for the combination of all variables

are shown in table 5. The overall binomial regression model was statistically significant,  $\chi^2(6)=28.40, p<0.001$ . The odds of NE were 2.49 times higher in smokers than in non-smokers (AOR 2.49, 95% CI 1.50-4.11, p<0.001). Risky alcohol consumption and NE are also positively associated (AOR 1.56, 95% CI 1.05-2.32).

**Table 5: Comparison of the unadjusted and adjusted odds ratios (OR) of the independent variables ADHD, stress, anxiety, depression, risky alcohol consumption, and smoking in relation to the dependent variable NE (N=912)**

	NE		NE	
	Unadjusted OR (95% CI)	<i>p</i>	Adjusted OR (95% CI)	<i>p</i>
<b>ADHD<sup>a</sup></b>	<b>1,59 (1,01, 2,51)</b>	.048	1,34 (0,83, 2,18)	.237
<b>Stress</b>	<b>1,04 (1,01, 1,07)</b>	.005	1,04 (0,98, 1,08)	.070
<b>Anxiety<sup>a</sup></b>	1,46 (0,99, 2,17)	.057	1,04 (0,61, 1,78)	.895
<b>Depression<sup>a</sup></b>	1,39 (0,93, 2,08)	.112	0,89 (0,53, 1,48)	.649
<b>Risky alcohol consumption<sup>a</sup></b>	<b>1,78 (1,21, 2,61)</b>	.003	<b>1,56 (1,05, 2,32)</b>	.027
<b>Smoking<sup>a</sup></b>	<b>2,74 (1,68, 4,47)</b>	< .01	<b>2,49 (1,50, 4,11)</b>	< .01

Note <sup>a</sup> Reference category in each case a negative screening for ADHD, anxiety, depression, risky alcohol consumption, and smoking. The significant OR is marked in bold

## 4. Discussion

In this study, NE was examined in a large cohort of students from four disciplines. The sample consisted of an equal number of students from the lower and higher semesters. This means that the preclinical and clinical stages of medical studies are represented in a balanced ratio. Students reported a prevalence of NE of 12.4% during their studies. NE was mainly used in times of exam preparation, with caffeine tablets being consumed most frequently. Authors from Germany and Switzerland also reported similarly high prevalence rates when caffeine tablets are counted as NE [3], [19]. Experience with and knowledge of NE in our study agree well with the existing literature [20], [21], [22], with medical students showing higher knowledge of NE [5]. The symptom levels of the screenings for ADHD, anxiety, and depression were slightly higher than in the German general population [23], [24]. Even though validated instruments were used, the screening procedure does not yet correspond to a clinical diagnosis, so that these results must be interpreted with caution.

Anxiety, depression, and stress symptoms increase in students during exam periods [25]. The same applies to the period during the COVID-19 pandemic [26]: The data collection in winter 2021 coincided with a lockdown phase, when almost all teaching was made online. Another study from the same period found positive anxiety or depression screening in one-fifth of the medical students that were surveyed, which is comparable to our results [27]. Stress levels were even higher in our sample than in other German students during the pandemic [28].

NE was positively associated with symptoms of ADHD. ADHD is an important risk factor for substance abuse, and our finding of higher illicit or non-prescribed substance use in terms of NE in individuals with ADHD symptoms is supported by the literature [24].

Links of anxiety, depression, and stress to SD have repeatedly been reported [2], [11], [29]. In our study, stress was only weakly but significantly associated with NE, with stress showing high correlations with anxiety and depression. Although we did not have detailed insight into the specific motivation for NE, the associations may suggest that NE is used as a coping strategy to reduce stress by

increasing the cognitive performance and attenuating negative emotions. This interpretation could apply to exam phases in particular. On the other hand, stress, depression, and anxiety symptoms could also be a consequence of substance use. This cannot be assessed in a cross-sectional study, however.

In a model with all screening instruments, only correlations of SD with risky alcohol consumption and tobacco use were found. This is similar to the results in other studies [12], [13]. The comparison of the mean values of perceived stress between the groups with and without risky alcohol consumption or between smokers and non-smokers showed no significant differences. This suggests that people who consume alcohol or nicotine are generally more prone to riskier health behaviours.

### 4.1. Limitations and strengths

Our response rate was somewhat lower at 18% than in similar studies (25% [2] and 22% [3]). The relatively low response rates could be related to the coincidence with examination times (end of semester). The temporal proximity to the second lockdown of the COVID-19 pandemic is a strength, but also a limitation. The semester was largely held online, and social interaction was reduced to a minimum since December 2020. This may limit comparability with studies from before the pandemic. However, our study provides valuable insights into the consumption behaviour regarding NE, alcohol, and tobacco, as well as into the mental health of students during the pandemic. Nevertheless, the results must be interpreted with caution because some of the predictors were strongly correlated, but none higher than 0.7.

Gender was not allowed to be collected in order to maintain anonymity. Because 72% of the medical students in Würzburg are female, and because men are more likely to engage in risky health behaviours such as alcohol consumption and smoking [30], [31], we selected study programmes with a higher proportion of male students (business informatics and business sciences). However, the medical students still represented the largest subgroup, which may have led to an underestimation of the prevalence of NE because medical students consume less. The start page of the survey may have had



a strong effect on the selection of participants by making the topic of NE salient, which could have led to an over-estimation of NE. Furthermore, we did not control for multiple participation.

The strengths of our survey are the large sample size, especially in view of the fact that this study is the first to address the topic of NE at Würzburg University. Furthermore, good data quality was achieved through the use of established screening instruments.

## 4.2. Conclusion for practice

- NE is a common phenomenon among students. It is associated with mental health problems, although the underlying causal and temporal relations remain unclear.
- NE can be interpreted as a marker for a need for psychosocial support for students.
- Students who are under severe psychological pressure or are at risk could benefit from stress-management programmes, among other things. The programmes should aim to reduce NE by teaching alternative coping strategies.
- The continuation of research on NE in Würzburg after the pandemic and with an expansion of the sample to other specialist areas is desirable.
- A longitudinal study design would offer the opportunity to investigate changes in NE and mental health during the course of studies.

## Notes

### Authors' ORCIDs

- Maurice Hajduk: 0009-0005-4538-5316
- Elena Tiedemann: 0009-0003-2393-6020
- Marcel Romanos: 0000-0001-7628-8299
- Anne Simmenroth: 0000-0002-3521-1225

### First authorship

The authors Maurice Hajduk and Elena Tiedemann share the first authorship.

## Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

## References

1. Franke AG, Roser P, Lieb K, Vollmann J, Schildmann J. Cannabis for Cognitive Enhancement as a New Coping Strategy? Results From a Survey of Students at Four Universities in Germany. *Subst Use Misuse*. 2016;51(14):1856-1862. DOI: 10.1080/10826084.2016.1200619
2. Middendorff E, Poskowsky J, Isserstedt W. Formen der Stresskompensation und Leistungssteigerung bei Studierenden. Hannover: HIS Hochschul-Informations-System GmbH; 2012. p.118.
3. Maier LJ, Liechti ME, Herzig F, Schaub MP. To dope or not to dope: neuroenhancement with prescription drugs and drugs of abuse among Swiss university students. *PLoS One*. 2013;8(11):e77967. DOI: 10.1371/journal.pone.0077967
4. Dietz P, Quermann A, van Poppel MNM, Striegel H, Schroter H, Ulrich R, Simon P. Physical and cognitive doping in university students using the unrelated question model (UQM): Assessing the influence of the probability of receiving the sensitive question on prevalence estimation. *PLoS One*. 2018;13(5):e0197270. DOI: 10.1371/journal.pone.0197270
5. Franke AG, Bonertz C, Christmann M, Huss M, Fellgiebel A, Hildt E, Lieb K. Non-medical use of prescription stimulants and illicit use of stimulants for cognitive enhancement in pupils and students in Germany. *Pharmacopsychiatry*. 2011;44(2):60-66. DOI: 10.1055/s-0030-1268417
6. Gudmundsdottir BG, Weyandt L, Ernudottir GB. Prescription Stimulant Misuse and ADHD Symptomatology Among College Students in Iceland. *J Atten Disord*. 2020;24(3):384-401. DOI: 10.1177/1087054716684379
7. De Bruyn S, Wouters E, Ponnet K, Van Hal G. Popping smart pills in medical school: Are competition and stress associated with the misuse of prescription stimulants among students? *Subst Use Misuse*. 2019;54(7):1191-1202. DOI: 10.1080/10826084.2019.1572190
8. Benson K, Flory K. Symptoms of Depression and ADHD in Relation to Stimulant Medication Misuse Among College Students. *Subst Use Misuse*. 2017;52(14):1937-1945. DOI: 10.1080/10826084.2017.1318146
9. Faraone SV, Rostain AL, Montano CB, Mason O, Antshel KM, Newcorn JH. Systematic Review: Nonmedical Use of Prescription Stimulants: Risk Factors, Outcomes, and Risk Reduction Strategies. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 2020;59(1):100-112. DOI: 10.1016/j.jaac.2019.06.012
10. Bagusat C, Kunzler A, Schlecht J, Franke AG, Chmitorz A, Lieb K. Pharmacological neuroenhancement and the ability to recover from stress - a representative cross-sectional survey among the German population. *Subst Abuse Treat Prev Policy*. 2018;13(1):37. DOI: 10.1186/s13011-018-0174-1
11. Verdi G, Weyandt LL, Zavras BM. Non-Medical Prescription Stimulant Use in Graduate Students: Relationship With Academic Self-Efficacy and Psychological Variables. *J Atten Disord*. 2016;20(9):741-753. DOI: 10.1177/1087054714529816
12. Grant JE, Redden SA, Lust K, Chamberlain SR. Nonmedical Use of Stimulants Is Associated With Riskier Sexual Practices and Other Forms of Impulsivity. *J Addict Med*. 2018;12(6):474-480. DOI: 10.1177/1087054714529816
13. Myrseth H, Pallesen S, Torsheim T, Erevik EK. Prevalence and correlates of stimulant and depressant pharmacological cognitive enhancement among Norwegian students. *Nordisk Alkohol Nark*. 2018;35(5):372-387. DOI: 10.1177/1455072518778493
14. Middendorff E, Poskowsky J, Isserstedt W. Formen der Stresskompensation und Leistungssteigerung bei Studierenden. Hannover: HIS Forum Hochschule; 2012.
15. Kessler RC, Adler L, Ames M, Demler O, Faraone S, Hiripi E, Howes MJ, Jin R, Secnik K, Spencer T, Ustun TB, Walters EE. The World Health Organization Adult ADHD Self-Report Scale (ASRS): a short screening scale for use in the general population. *Psychol Med*. 2005;35(2):245-256. DOI: 10.1017/s0033291704002892

16. Schneider EE, Schönfelder S, Domke-Wolf M, Wessa M. Measuring stress in clinical and nonclinical subjects using a German adaptation of the Perceived Stress Scale. *Int J Clin Health Psychol.* 2020;20(2):173-181. DOI: 10.1016/j.ijchp.2020.03.004
17. Löwe B, Wahl I, Rose M, Spitzer C, Glaesmer H, Wingenfeld K, Schneider A, Brähler E. A 4-item measure of depression and anxiety: validation and standardization of the Patient Health Questionnaire-4 (PHQ-4) in the general population. *J Affect Disord.* 2010;122(1-2):86-95. DOI: 10.1016/j.jad.2009.06.019
18. Bush K, Kivlahan DR, McDonnell MB, Fihn SD, Bradley KA. The AUDIT alcohol consumption questions (AUDIT-C): an effective brief screening test for problem drinking. Ambulatory Care Quality Improvement Project (ACQUIP). *Alcohol Use Disorders Identification Test.* *Arch Intern Med.* 1998;158(16):1789-1795. DOI: 10.1001/archinte.158.16.1789
19. Franke AG, Christmann M, Bonertz C, Fellgiebel A, Huss M, Lieb K. Use of coffee, caffeinated drinks and caffeine tablets for cognitive enhancement in pupils and students in Germany. *Pharmacopsychiatry.* 2011;44(7):331-338. DOI: 10.1055/s-0031-1286347
20. Eickenhorst P, Vitzthum K, Klapp BF, Groneberg D, Mache S. Neuroenhancement among German university students: motives, expectations, and relationship with psychoactive lifestyle drugs. *J Psychoactive Drugs.* 2012;44(5):418-427. DOI: 10.1080/02791072.2012.736845
21. Heller S, Tibubos AN, Hoff TA, Werner AM, Reichel JL, Mülder LM, Schäfer M, Pfirrmann D, Stark B, Rigotti T, Simon P, Beutel ME, Letzel S, Dietz P. Potential risk groups and psychological, psychosocial, and health behavioral predictors of pharmacological neuroenhancement among university students in Germany. *Sci Rep.* 2022;12(1):937. DOI: 10.1038/s41598-022-04891-y
22. Sattler S. Cognitive Enhancement in Germany: Prevalence, Attitudes, Moral, Acceptability, Terms, Legal Status, and the Ethics Debate. In: Jotterand F, Dubljevic V, editors. *Cognitive enhancement: ethical and policy implications in international perspectives.* New York: Oxford University Press; 2016. p.159-180. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199396818.001.0001
23. Jacobi F, Höfler M, Siegert J, Mack S, Gerschler A, Scholl L, Busch MA, Hapke U, Maske U, Seiffert I, Gaebel W, Maier W, Wagner M, Zielasek J, Wittchen HU. Twelve-month prevalence, comorbidity and correlates of mental disorders in Germany: the Mental Health Module of the German Health Interview and Examination Survey for Adults (DEGS1-MH). *Int J Methods Psychiatr Res.* 2014;23(3):304-319. DOI: 10.1002/mpr.1439
24. Banaschewski T, Becker K, Döpfner M, Holtmann M, Rösler M, Romanos M. Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Dtsch Arztebl Int.* 2017;114(9):149-159. DOI: 10.3238/arztebl.2017.0149
25. Zunhammer M, Eberle H, Eichhammer P, Busch V. Somatic symptoms evoked by exam stress in university students: the role of alexithymia, neuroticism, anxiety and depression. *PloS One.* 2013;8(12):e84911. DOI: 10.1371/journal.pone.0084911
26. Guse J, Heinen I, Mohr S, Bergelt C. Understanding mental burden and factors associated with study worries among undergraduate medical students during the COVID-19 pandemic. *Front Psychol.* 2021;12:734264. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.734264
27. Guse J, Weegen AS, Heinen I, Bergelt C. Mental burden and perception of the study situation among undergraduate students during the COVID-19 pandemic: a cross-sectional study and comparison of dental and medical students. *BMJ Open.* 2021;11(12):e054728. DOI: 10.1136/bmjopen-2021-054728
28. Ochnik D, Rogowska AM, Kuśnierz C, Jakubiak M, Schütz A, Held MJ, Arzenšek A, Benatov J, Berger R, Korčaginina EV, Pavlova I, Blažková I, Aslan I, Çınar O, Cuero-Acosta YA. Mental health prevalence and predictors among university students in nine countries during the COVID-19 pandemic: A cross-national study. *Sci Rep.* 2021;11(1):18644. DOI: 10.1038/s41598-021-97697-3
29. Jebrini T, Manz K, Koller G, Krause D, Soyka M, Franke AG. Psychiatric Comorbidity and Stress in Medical Students Using Neuroenhancers. *Front Psychiatry.* 2021;12:771126. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.771126
30. Cooke R, Beccaria F, Demant J, Fernandes-Jesus M, Fleig L, Negreiros J, Scholz U, de Visser R. Patterns of alcohol consumption and alcohol-related harm among European university students. *Eur J Public Health.* 2019;29(6):1125-9. DOI: 10.1093/eurpub/ckz067
31. Kotz D, Böckmann M, Kastaun S. The use of tobacco, e-cigarettes, and methods to quit smoking in Germany: A representative study using 6 waves of data over 12 months (the DEBRA study). *Dtsch Arztebl Int.* 2018;115(14):235-242. DOI: 10.3238/arztebl.2018.0235

**Corresponding author:**

Prof. Dr. Anne Simmenroth  
University Medical Centre Würzburg, Institute of General Practice, Josef-Schneider-Str. 2/D7, D-97080 Würzburg, Germany  
simmenroth\_a@ukw.de

**Please cite as**

Hajduk M, Tiedemann E, Romanos M, Simmenroth A. Neuroenhancement and mental health in students from four faculties – a cross-sectional questionnaire study. *GMS J Med Educ.* 2024;41(1):Doc9. DOI: 10.3205/zma001664, URN: urn:nbn:de:0183-zma0016647

**This article is freely available from**

<https://doi.org/10.3205/zma001664>

**Received:** 2023-08-22

**Revised:** 2023-10-31

**Accepted:** 2023-11-29

**Published:** 2024-02-15

**Copyright**

©2024 Hajduk et al. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License. See license information at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

# Neuroenhancement und psychische Gesundheit bei Studierenden aus vier Fachbereichen – eine Fragebogen-Querschnittsstudie

## Zusammenfassung

**Hintergrund:** Während des Studiums stehen Studierende vor großen Herausforderungen: Leistungsanforderungen seitens der Hochschulen, Konkurrenz erleben, Prüfungsangst und die neu gewonnene Selbstständigkeit können zu Stresserleben, Angst und Depressivität führen. Die vorliegende Studie untersucht, inwieweit psychisch stärker belastete Studierende häufiger Neuroenhancement (NE) nutzen.

**Zielsetzung:** Ermittlung der Häufigkeit von NE, Alkohol- und Tabakkonsum unter Studierenden sowie Untersuchung der Zusammenhänge zwischen NE und ADHS, Angst, Depressivität und Stresserleben.

**Methodik:** Im Frühjahr 2021 wurde eine anonyme Online-Querschnittsbefragung bei Studierenden der Medizin, Zahnmedizin, Wirtschaftswissenschaften und -Informatik an Würzburger Hochschulen durchgeführt. Der Survey umfasste die Instrumente ASRS (ADHS), PSS-10 (Stress), PHQ-4 (Depressions- und Angstsymptome) und AUDIT-C (riskanter Alkoholkonsum), sowie Fragen zu Konsumverhalten, Vorwissen und Gründen für NE.

**Ergebnisse:** 1010 von 5564 Studierenden nahmen am Survey teil (18.2%). Davon gaben 12.4% NE für den Zeitraum des Studiums an. NE wurde insbesondere während der Prüfungsvorbereitung zur Leistungssteigerung und/oder zur emotionalen Regulation eingesetzt, am häufigsten durch Koffeintabletten, Cannabis und Methylphenidat. NE war assoziiert mit riskantem Alkohol- bzw. Tabakkonsum, im geringeren Ausmaß mit ADHS-Symptomen und Stresserleben.

**Schlussfolgerung:** Bei Studierenden besteht ein Risiko für Substanzmissbrauch und NE. Wirksame Stressbewältigungs- und Präventionsansätze sowie niederschwellige Hilfsangebote sind erforderlich, um Studierende mit Risikoprofil zu erkennen und zu unterstützen.

**Schlüsselwörter:** Medizinstudent, Neuroenhancement, kognitives Enhancement, Gehirn-Doping, Rauchen, Alkohol

## 1. Hintergrund

Zu Beginn des Studiums stehen Studierende vor großen Herausforderungen: Viele verlassen erstmals das Elternhaus, orientieren sich sozial neu und müssen ggf. mit Prüfungsangst und Stress umgehen. Um diese Herausforderungen zu kompensieren, konsumieren Studierende Alkohol, Nikotin sowie illegale (z. B. Cannabis, Speed, Kokain) und verschreibungspflichtige Substanzen (z. B. Methylphenidat, Modafinil, Betablocker) [1], [2], z. B. um effizienter lernen oder entspannen zu können [3]. Die Einnahme von Substanzen zur Bewältigung der Herausforderung im Studium, ohne dass diese Substanzen aufgrund einer ärztlichen Diagnose verschrieben wurden, wird im Folgenden als Neuroenhancement (NE) bezeichnet. Für europäische Studierendenkollektive finden sich,

abhängig von den beforschten Substanzen, Prävalenzen für NE zwischen <1% und 22.5% [4], [5], [6], [7].

Während NE bei gesunden Personen als ein missbräuchlicher Substanzkonsum zur Leistungssteigerung angesehen wird, gibt es vermehrt Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen psychischen Störungen und NE. So wurde z. B. NE mit Methylphenidat bei Personen mit nicht diagnostizierten Symptomen der Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) als Strategie der „Selbstmedikation“ beschrieben [6], [8], [9]. Weitere Befunde legen eine Assoziation mit erhöhtem Stresslevel [10], [11] und Angst [6], [11], [12] nahe, wohingegen der Zusammenhang mit Depressivität unklar ist [8], [11], [12]. Erhöhter Alkoholkonsum und Rauchen scheinen ebenfalls mit NE assoziiert zu sein [2], [12], [13], was ein Hinweis auf eine generell erhöhte Neigung zu Substanzkonsum darstellen könnte [13].

Maurice Hajduk<sup>1</sup>  
Elena Tiedemann<sup>1</sup>  
Marcel Romanos<sup>2</sup>  
Anne Simmenroth<sup>1</sup>

1 Universitätsklinikum  
Würzburg, Institut für  
Allgemeinmedizin, Würzburg,  
Deutschland

2 Universitätsklinikum  
Würzburg, Klinik und  
Poliklinik für Kinder- und  
Jugendpsychiatrie,  
Psychosomatik und  
Psychotherapie, Würzburg,  
Deutschland



Angesichts des Fehlens von konsistenten Daten über NE bei Studierenden – insbesondere bei Medizinstudierenden – wurde ein anonymer Survey durchgeführt, um die Prävalenz von NE, Alkohol- und Tabakkonsum zu ermitteln. Darüber hinaus sollten die Zusammenhänge zwischen NE und psychischer Gesundheit, insbesondere Symptomen von ADHS, Angst, Depressivität und Stresserleben, untersucht werden.

## 2. Methodik

### 2.1. Studiendesign und Stichprobe

Im Wintersemester 2020/21 wurde eine anonyme Online-Querschnittsbefragung durchgeführt, zu der insgesamt 5564 Studierende elektronisch eingeladen wurden. Diese setzten sich zusammen aus Studierenden der Medizinischen und Zahnmedizinischen Fakultät der Julius-Maximilians-Universität Würzburg (n=2764) und der Fakultät für Wirtschaftsinformatik und Wirtschaftswissenschaften der Fachhochschule Würzburg/Schweinfurt (n=2800). Die Fächer der Fachhochschule wurden ausgewählt, um den hohen Frauenanteil im Medizinstudium auszugleichen.

### 2.2. Fragebogen

Der Fragebogen bestand aus 53 geschlossenen Fragen. Da es keine deutschsprachigen validierten Instrumente zur Erfassung von NE gibt, wurden die Fragen zu NE in Anlehnung an Middendorf et al. formuliert [14]. Der Fragebogen enthielt eine kurze Definition von NE und eine Auflistung der Substanzen, die in dieser Studie als NE kategorisiert wurden (Methylphenidat, Modafinil, Dexamphetamin, Atomoxetin, Betablocker, Antidepressiva, Antidementiva, Koffeintabletten, Kokain, MDMA (Ecstasy), Amphetamine (Speed), Cannabis). Außerdem wurde das Wissen über NE und dessen Verwendung durch Kommiliton\*innen, die Verschreibung einer der genannten Substanzen, und eigene NE-Erfahrungen während der Studienzzeit jeweils dichotom (ja/nein) abgefragt. Wenn eigenes NE bejaht wurde, konnten alle verwendeten Substanzen ausgewählt und für jede Substanz das Motiv der Einnahme spezifiziert werden (z. B. Steigerung der Konzentration, zur Beruhigung). Die Abweichung von einer verordneten Medikation wurde in einer separaten Frage erfasst (ja/nein). Der Fragebogen schloss mit einem geschlossenen Item zur Erfassung des Tabakkonsums ab. Als Rauchende wurden Personen klassifiziert, die „tägliches“ oder „gelegentliches“ Rauchen angaben. Folgende validierte Screeninginstrumente wurden genutzt:

- ADHS: ADHD Self-Report Scale V1.1 Screener (ASRS-V1 [15])
- Stress: Perceived Stress Scale (PSS-10 [16])
- Depressions- und Angstsymptome: Patient Health Questionnaire-4 bestehend aus GAD-2 und PHQ-2 (PHQ-4 [17])

- Riskanter Alkoholkonsum: Alcohol Use Disorders Identification Test-Consumption (AUDIT-C [18])

### 2.3. Datenerhebung

Der Bogen wurde elektronisch mit EvaSys® 7.1 erstellt. Ein direkter Link wurde per Mail von den zuständigen Studiendekanaten und über die Fachschaften verbreitet und richtete sich an alle Studierende der Fächer Human- bzw. Zahnmedizin (Universität) sowie Wirtschaftsinformatik bzw. Wirtschaftswissenschaften (Fachhochschule). Der Link war zwischen dem 20.01.2021 und dem 09.03.2021 aktiv. Studierende wurden mindestens einmal an die Umfrage über WhatsApp- oder Facebook-Gruppen erinnert. Zur Steigerung der Antwortrate bestand nach Bearbeitung des Fragebogens die Möglichkeit mittels eines separaten Fensters an der Verlosung von Kinogutscheinen teilzunehmen. Zusätzlich wurde die Befragung durch Aushänge in der Uniklinik beworben. Die Datenerhebung erfolgte vollständig anonym.

### 2.4. Ethik, Datenmanagement, und Datenschutz

Ein positives Votum der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Universität Würzburg (Nr. 2020050502) liegt vor. Fragebogen und Datenverwaltung wurden durch den Datenschutzbeauftragten des Universitätsklinikums Würzburg auf Sicherheit, Anonymität und Rechtskonformität geprüft.

### 2.5. Datenanalyse

Die Charakteristika der Teilnehmenden wurden bezüglich Alter, Studiensemester und NE deskriptiv nach Studienfach analysiert, sofern Angaben auf der ausgewerteten Variable vorhanden waren (kein Fallausschluss). Die Erhebung des Geschlechts der Studierenden war aufgrund der nicht auszuschließenden Identifizierbarkeit einzelner Personen in kleinen Subgruppen (z.B. kleines Studienfach, dritte Geschlechtskategorie) durch Datenschutzbestimmungen nicht möglich.

Sofern Cut-Off Werte für die Screeninginstrumente etabliert sind, erfolgte die Auswertung der Ergebnisse anhand dieser Cut-Off-Werte:

- ADHS: 4 oder mehr positive Screening-Items (Item 1-3:  $\geq 2$  Punkte, Item 4-6:  $\geq 3$  Punkte) im ASRS-V1.1 oder aktuelle ADHS-Diagnose
- Depressionssymptome: PHQ-2:  $\geq 3$  Punkte
- Angstsymptome: GAD-2:  $\geq 3$  Punkte
- Riskanter Alkoholkonsum: AUDIT-C:  $\geq 4$  Punkte

Korrelationen wurden mit dem Pearson-Korrelationskoeffizienten berechnet. Um Zusammenhänge zwischen Screeningergebnissen und NE zu untersuchen, wurde für jedes Instrument ein binomiales logistisches Regressionsmodell berechnet. Dafür wurden nur Datensätze verwendet, die für ASRS, PSS-10, PHQ-4, AUDIT-C und Tabakkonsum vollständig waren (listenweiser Fallausschluss). Alle

Tabelle 1: Rücklauf und Anteil an Gesamtstichprobe nach Studiengang

	Human- medizin	Zahn- medizin	Wirtschafts- informatik	Wirtschafts- wissenschaften	Keine Angabe bei Studiengang/ anderer Studien- gang	Gesamt
<b>Kontaktiert (n)</b>	2216	548	1000	1800	-	5564
<b>Antwort (n)</b>	503	76	192	153	86	1010
<b>Rücklauf (%)</b>	22,7	13,9	19,2	8,5	-	18,2
<b>Anteil an Gesamt- stichprobe (%)</b>	49,8	7,5	19,0	15,1	8,5	100

Tabelle 2: Wissen, Kenntnis des Konsums durch Kommilitonen und eigenes Neuroenhancement (NE) nach Studiengang

		Human- medizin	Zahn- medizin	Wirtschafts- informatik	Wirtschafts- wissen- schaften	Gesamt
		n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
<b>Wissen über NE <sup>a</sup> (n=1009)</b>	Ja	475 (94,4)	75 (98,7)	155 (80,7)	109 (71,2)	<b>895 (88,7)</b>
<b>Kenntnis über Kommilitonen <sup>a</sup> (n=1008)</b>	Ja	179 (35,7)	42 (55,3)	92 (47,9)	48 (31,4)	<b>402 (39,9)</b>
<b>Eigenes NE <sup>b</sup> (n=1009)</b>	Ja	37 (7,4)	17 (22,4)	42 (21,9)	16 (10,5)	<b>125 (12,4)</b>

Fehlende Angaben zum Studiengang: a=85, b=86

Daten wurden mit SPSS Version 26.0 analysiert und p-Werte <0.05 als statistisch signifikant angesehen.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Stichprobenbeschreibung

Von 5564 befragten Studierenden füllten 1010 den Bogen aus (Rücklauf: 18.2%). Der jeweilige Anteil der Studienfächer ist in Tabelle 1 dargestellt. Die größte Gruppe (n=594, 61.9%) bildeten die 21-25-jährigen (Jahrgänge 1996-2000). In absteigender Häufigkeit folgten die Jahrgänge 1991-1995 (n=225, 23.5%), >2001 (n=82, 8.6%) und <1990 (n=58, 6%). Die Altersverteilung schwankte über die Fachbereiche hinweg nur in geringem Ausmaß. Die Anzahl der Studierenden im 1. bis zum 4. Semester (n=394, 39%) unterschied sich nicht signifikant von jenen im 5. bis 8. Semester (n=406, 40.2%). Mehr als acht Semester hatten zum Zeitpunkt der Umfrage 20.8% der Teilnehmer\*innen (n=210) studiert.

#### 3.2. Neuroenhancement

Von den 1010 ausgefüllten Fragebögen bejahten 125 Studierende NE im Studium praktiziert zu haben. Somit beträgt die Prävalenz von NE im Studium 12.4%. Die Prävalenz von NE während des Studiums, das Wissen über NE und der Anteil der Kommilitonen, von denen

bekannt ist, dass sie Substanzen zum NE konsumieren, sind in Tabelle 2 nach Studienfach dargestellt.

Zur Regelmäßigkeit von NE machten 124 Studierende Angaben: Etwa die Hälfte (n=61) verneinte einen regelmäßigen Konsum in den letzten 3 Monaten. Einen fast täglichen Konsum berichteten 11.3% (n=14), einen wöchentlichen Konsum 15.3% (n=19), einen monatlichen Konsum 9.7% (n=12) der Studierenden.

Fast die Hälfte der Studierenden mit NE-Erfahrung berichtete von NE in den letzten 30 Tagen (n=57). Für n=25 (20.3%) war NE zwischen 30 Tage und einem Jahr her, für ein Drittel war mindestens ein Jahr seit der letzten Nutzung vergangen. Am häufigsten wurde die Prüfungsvorbereitung (n=102, 10.1% der Gesamtstichprobe; 81.6% der Nutzer) als Grund für NE angegeben; während des Semesters war NE seltener (n=50, 5% der Gesamtstichprobe; 40% der Nutzer).

Eine ärztliche Verordnung für eine der untersuchten Substanzen hatten 4.7% (n=47) der Teilnehmenden. Von diesen waren 17.0% (n=8) von der verschriebenen Dosis für NE-Zwecke abgewichen. Wenn Abweichungen von der verschriebenen Dosis zu NE gezählt wurden, stieg die Prävalenz von NE von 12.4% auf 12.7% (n=128).

Am häufigsten wurden Koffeintabletten, Cannabis und Methylphenidat zum NE konsumiert (siehe Abbildung 1). Koffeintabletten, Methylphenidat, Modafinil und Amphetamine wurden vorwiegend zur Verbesserung von Konzentration, Wachheit, Ausdauer oder Leistung verwendet. Cannabis, Beta-Blocker und Antidepressiva wurden hin-

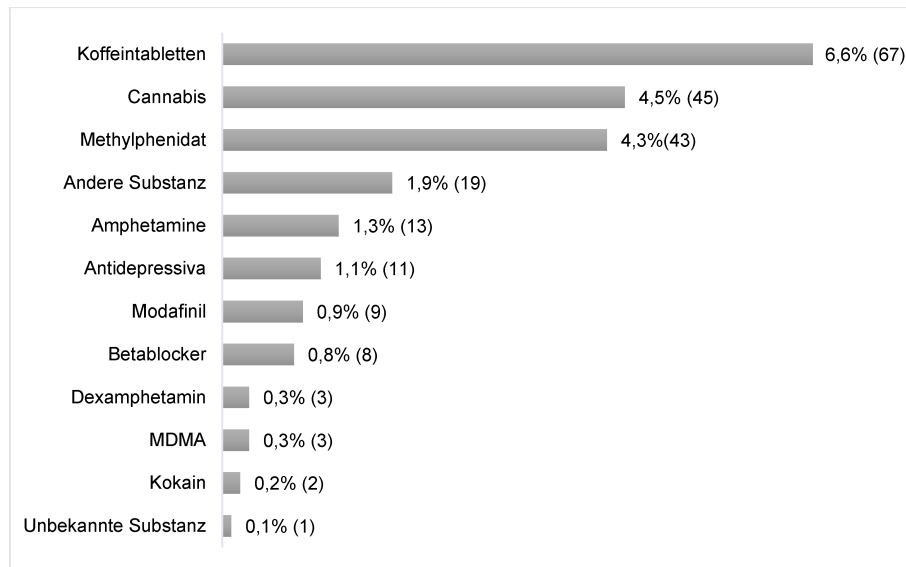


Abbildung 1: Zum Neuroenhancement verwendete Substanzen; Prozentwerte in Bezug auf Gesamtsichtprobe, Häufigkeiten in Klammern

Tabelle 3: Positive Screenings für ADHS, Depressivität, Angst, riskanten Alkoholkonsum und Rauchen nach Studiengang

	Humanmedizin	Zahnmedizin	Wirtschafts-informatik	Wirtschafts-wissenschaften	Positive Screenings gesamt
Positive Screenings	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
ADHS positiv <sup>a</sup>	67 (13,3)	12 (15,8)	57 (29,7)	25 (16,3)	173 (17,1)
Angst positiv <sup>a</sup>	149 (29,7)	35 (46,1)	63 (32,8)	57 (37,3)	330 (32,7)
Depressivität positiv <sup>a</sup>	110 (21,9)	26 (34,2)	69 (35,9)	56 (36,6)	290 (28,7)
Riskanter Alkoholkonsum positiv <sup>b</sup>	149 (31,4)	32 (43,8)	83 (45,4)	70 (47,3)	366 (38,2)
Rauchen positiv <sup>c</sup>	22 (4,4)	11 (14,5)	43 (22,6)	24 (15,9)	110 (11,0)

Fehlende Angaben zum Studiengang: a=86, b=80, c=85

gegen zur Verbesserung von innerer Ruhe und Ausgeglichenheit konsumiert.

Eine ADHS-Diagnose gaben 34 Personen (3.5%) an. Die Mehrheit der Diagnosen wurden in der Kindheit (n=24, 70.6%), deutlich weniger im Jugend- und Erwachsenenalter gestellt (je n=5, 14.7%). Ungefähr ein Drittel dieser Personen nahmen zum Zeitpunkt der Studie die verschriebene Dosis ADHS-Medikation ein (n=12, 35.3%). Diese Fälle wurden nicht als NE klassifiziert.

Tabelle 3 gibt einen Überblick über die positiven Screenings auf ADHS, Depressivität, Angst, riskanten Alkoholkonsum und Rauchen nach Studiengang. In der Gesamtstichprobe war das Screening am häufigsten positiv für riskanten Alkoholkonsum (n=366, 38.2%) und Angst (n=330, 32.7%). Rauchen war insgesamt (n=110, 11%) selten.

Der Mittelwert für Stress im PSS-10 war M=28.6 (SD=6.8, n=989). Die höchsten Werte wurden bei Zahnmedizinstudierenden gefunden (MW=31.7, SD=7.2, n=74), die niedrigsten bei Humanmedizinstudierenden (MW=28.0, SD=6.6, n=498).

Für die folgenden Analysen wurden nur vollständig ausgefüllte Screening-Instrumente berücksichtigt, was die

Anzahl der Fälle auf 912 reduziert (90.3% der Ausgangsstichprobe). ADHS, Stress, Angst, und Depressivität korrelierten alle signifikant miteinander, wobei Angst und Stress die höchste Korrelation aufwiesen (r=.63). Depressivität hing zusätzlich signifikant mit Rauchen und riskantem Alkoholkonsum zusammen (r=.07), Rauchen mit riskantem Alkoholkonsum (r=.16). Die Korrelationen sind in Tabelle 4 dargestellt. Insgesamt waren die Korrelationen zwischen den Prädiktorvariablen gering (r<.70). Dies deutet darauf hin, dass Multikollinearität kein konfundierender Faktor für die folgende logistische Regressionsanalyse ist.

Die Ergebnisse eines binomialen Regressionsmodells für jede Variable einzeln und die Kombination aller Variablen sind in Tabelle 5 dargestellt. Das gesamte binomiale Regressionsmodell war statistisch signifikant,  $\chi^2(6)=28.40$ ,  $p<0.001$ . Die Wahrscheinlichkeit für NE war bei Rauchern 2.49-mal höher als bei Nichtrauchern (AOR 2.49, 95%-KI 1.50-4.11,  $p<0.001$ ). Ebenso gab es eine positive Assoziation zwischen riskantem Alkoholkonsum und NE (AOR 1.56, 95%-KI 1.05-2.32).

Tabelle 4: Korrelation der Screeninginstrumente (n=912)

	1	2	3	4	5	6
1. ADHS	1					
2. Stress	.25**	1				
3. Angst	.16**	.63**	1			
4. Depressivität	.22**	.54**	.50**	1		
5. Riskanter Alkoholkonsum	.06	.06	.02	.07*	1	
6. Rauchen	.02	.02	.05	.07*	.16**	1

Anmerkung. \*p<.05; \*\*p<.01.

Tabelle 5: Vergleich der unadjustierten und adjustierten Odds Ratios (OR) der unabhängigen Variablen ADHS, Stress, Angst, Depressivität, riskanter Alkoholkonsum und Rauchen in Bezug auf die abhängige Variable Neuroenhancement (NE; N=912)

	NE		NE	
	Unadjustierte OR (95% KI)	p	Adjustierte OR (95% KI)	p
ADHS <sup>a</sup>	<b>1,59 (1,01, 2,51)</b>	.048	1,34 (0,83, 2,18)	.237
Stress	<b>1,04 (1,01, 1,07)</b>	.005	1,04 (0,98, 1,08)	.070
Angst <sup>a</sup>	1,46 (0,99, 2,17)	.057	1,04 (0,61, 1,78)	.895
Depressivität <sup>a</sup>	1,39 (0,93, 2,08)	.112	0,89 (0,53, 1,48)	.649
Riskanter Alkoholkonsum <sup>a</sup>	<b>1,78 (1,21, 2,61)</b>	.003	<b>1,56 (1,05, 2,32)</b>	.027
Rauchen <sup>a</sup>	<b>2,74 (1,68, 4,47)</b>	< .01	<b>2,49 (1,50, 4,11)</b>	< .01

Anmerkung. <sup>a</sup> Referenzkategorie in jedem Fall ein negatives Screening für ADHS, Angst, Depressivität, riskanten Alkoholkonsum, Rauchen. Signifikante OR fett markiert.

## 4. Diskussion

In dieser Studie wurde NE in einer großen Kohorte von Studierenden aus vier Fachrichtungen untersucht. Die Stichprobe bestand zu gleichen Teilen aus Studierenden der unteren sowie der höheren Semester. Somit sind für das Medizinstudium Vorklinik und Klinik in einem ausgewogenen Verhältnis vertreten. Studierende gaben eine NE Prävalenz für die Zeit des Studiums von 12.4% an. NE wurde vor allem in Zeiten der Prüfungsvorbereitung eingesetzt, am häufigsten wurden Koffeintabletten konsumiert. Auch Autoren aus Deutschland und der Schweiz berichten über ähnlich hohe Prävalenzen, sofern Koffeintabletten zum NE gerechnet werden [3], [19]. Erfahrungen mit und Wissen über NE stimmen gut mit der bestehenden Literatur überein [20], [21], [22], wobei Medizinstudierende höhere Kenntnisse über NE aufweisen [5]. Die Symptomniveaus der Screenings für ADHS, Angst, und Depressivität waren etwas höher als in der deutschen Allgemeinbevölkerung [23], [24]. Trotz des Einsatzes von validierten Instrumenten entspricht ein Screeningverfahren noch keiner klinischen Diagnose, daher müssen diese Ergebnisse mit Vorsicht interpretiert werden.

Angst-, Depressions- und Stresssymptome nehmen bei Studierenden in Prüfungszeiten zu [25]. Gleiches gilt für die Zeit während der Covid-19-Pandemie [26]: Die Datenerhebung im Winter 2021 fiel in die Phase des Lockdowns, als nahezu nur Online-Lehre stattfand. Eine andere Studie aus dem gleichen Zeitraum fand bei einem Fünftel der befragten Medizinstudierenden ein positives Angst- oder Depressionsscreening, was vergleichbar mit unseren Ergebnissen ist [27]. Das Stressniveau war in

unserer Stichprobe im Vergleich zu anderen deutschen Studierenden während der Pandemie sogar höher [28]. NE war positiv mit Symptomen von ADHS assoziiert. ADHS ist ein wichtiger Risikofaktor für Substanzmissbrauch, unser Ergebnis eines höheren Konsums von illegalem oder nicht verschriebenen Substanzen im Sinne von NE bei Personen mit ADHS-Symptomen wird durch die Literatur bestätigt [24].

Verbindungen von Angst, Depressivität und Stress zu NE sind wiederholt berichtet worden [2], [11], [29]. In unserer Studie war Stress nur gering, aber signifikant mit NE assoziiert, wobei Stress hohe Korrelationen mit Angst und Depressivität aufwies. Auch wenn wir keinen detaillierten Einblick in die spezifische Motivation für NE hatten, könnten die Assoziationen darauf hindeuten, dass NE als Bewältigungsstrategie eingesetzt wird, um Stress zu reduzieren, indem die kognitive Leistungsfähigkeit erhöht und negative Emotionen abgeschwächt werden. Diese Interpretation könnte insbesondere für Prüfungsphasen gelten. Andererseits könnten Stress, Depression- und Angstsymptome auch eine Folge des Substanzkonsums sein, was durch eine Querschnittstudie allerdings nicht erfasst werden kann.

In einem Modell mit allen Screeninginstrumenten wurden nur noch Zusammenhänge von NE mit riskantem Alkoholkonsum und Tabakkonsum gefunden, ähnlich wie in anderen Studien [12], [13]. Der Vergleich der Mittelwerte von wahrgenommenem Stress zwischen den Gruppen mit und ohne riskantem Alkoholkonsum bzw. bei Rauchern und Nichtrauchern ergab keine signifikanten Unterschiede. Dies legt nahe, dass Personen, die Alkohol oder



Nikotin konsumieren, generell eher zu riskanterem Gesundheitsverhalten neigen.

## 4.1. Limitationen und Stärken

Unser Rücklauf war mit 18% etwas geringer als in ähnlichen Studien (25% [2] bzw. 22% [3]). Relativ niedrige Rücklaufquoten könnten mit der Koinzidenz zu Prüfungszeiten (Semesterende) zusammenhängen. Eine Stärke, aber auch eine Limitation ist die zeitliche Nähe mit dem zweiten Lockdown der COVID-19-Pandemie. Das Semester wurde größtenteils online abgehalten, soziale Interaktion war seit Dezember 2020 auf ein Minimum reduziert. Dies kann die Vergleichbarkeit mit Studien aus der Zeit vor der Pandemie einschränken. Die vorliegende Studie liefert aber wertvolle Erkenntnisse über das Konsumverhalten bezüglich NE, Alkohol und Tabak sowie die psychische Gesundheit der Studierenden während der Pandemie. Dennoch müssen die Ergebnisse mit Vorsicht interpretiert werden, da zum Teil hohe Korrelationen zwischen den Prädiktoren vorlagen, wobei keine höher als 0.7 ausfiel. Das Geschlecht durfte zur Wahrung der Anonymität nicht erhoben werden. Da 72% der Medizinstudierenden in Würzburg weiblich sind, und das männliche Geschlecht eher mit riskantem Gesundheitsverhalten wie Alkoholkonsum und Rauchen einhergeht [30], [31], suchten wir Studiengänge mit einem höheren Anteil männlicher Studierender aus (Wirtschaftsinformatik und -wissenschaften). Allerdings stellten Medizinstudierende immer noch die größte Untergruppe dar, was aufgrund ihres geringeren Konsums zu einer Unterschätzung der Prävalenz von NE geführt haben könnte. Die Startseite der Umfrage könnte durch Salientmachung des Themas NE stark auf die Selektion der Teilnahme gewirkt haben, was zu einer Überschätzung von NE geführt haben könnte. Es wurde zudem nicht für Mehrfachteilnahmen kontrolliert. Stärken unserer Erhebung sind der große Stichprobenumfang, vor allem in Anbetracht der Tatsache, dass die vorliegende Arbeit als erste Studie sich dem Thema NE am Hochschulstandort Würzburg zuwendet. Weiterhin konnte durch die Nutzung etablierter Screeninginstrumente eine gute Datenqualität erzielt werden.

## 4.2. Fazit für die Praxis

- NE ist ein häufiges Phänomen bei Studierenden und mit psychischen Problemen assoziiert, wobei zugrundeliegende kausale und zeitliche Zusammenhänge unklar bleiben.
- NE kann als Marker für einen Bedarf an psychosozialer Unterstützung für Studierende interpretiert werden.
- Studierende, die unter starkem psychischen Druck stehen oder gefährdet sind, könnten u.a. von Stressbewältigungsprogrammen profitieren. Diese sollten darauf abzielen, NE durch die Vermittlung alternativer Bewältigungsstrategien zu reduzieren.
- Die Fortführung der Forschung zu NE am Standort Würzburg, nach der Pandemie und mit einer Auswei-

tung der Stichprobe auf andere Fachbereiche ist wünschenswert.

- Ein longitudinales Studiendesign, böte die Möglichkeit die Veränderung von NE und psychischer Gesundheit während des Studiums zu untersuchen

## Anmerkungen

### ORCIDs der Autor\*innen

- Maurice Hajduk: 0009-0005-4538-5316
- Elena Tiedemann: 0009-0003-2393-6020
- Marcel Romanos: 0000-0001-7628-8299
- Anne Simmenroth: 0000-0002-3521-1225

### Erstautorenschaft

Die Autor\*innen Maurice Hajduk und Elena Tiedemann teilen sich die Erstautorenschaft.

### Interessenkonflikt

Die Autor\*innen erklären, dass sie keinen Interessenkonflikt im Zusammenhang mit diesem Artikel haben.

## Literatur

1. Franke AG, Roser P, Lieb K, Vollmann J, Schildmann J. Cannabis for Cognitive Enhancement as a New Coping Strategy? Results From a Survey of Students at Four Universities in Germany. *Subst Use Misuse*. 2016;51(14):1856-1862. DOI: 10.1080/10826084.2016.1200619
2. Middendorff E, Poskowsky J, Isserstedt W. Formen der Stresskompensation und Leistungssteigerung bei Studierenden. Hannover: HIS Hochschul-Informationssystem GmbH; 2012. p.118.
3. Maier LJ, Liechti ME, Herzig F, Schaub MP. To dope or not to dope: neuroenhancement with prescription drugs and drugs of abuse among Swiss university students. *PLoS One*. 2013;8(11):e77967. DOI: 10.1371/journal.pone.0077967
4. Dietz P, Quermann A, van Poppel MNM, Striegel H, Schroter H, Ulrich R, Simon P. Physical and cognitive doping in university students using the unrelated question model (UQM): Assessing the influence of the probability of receiving the sensitive question on prevalence estimation. *PLoS One*. 2018;13(5):e0197270. DOI: 10.1371/journal.pone.0197270
5. Franke AG, Bonertz C, Christmann M, Huss M, Fellgiebel A, Hildt E, Lieb K. Non-medical use of prescription stimulants and illicit use of stimulants for cognitive enhancement in pupils and students in Germany. *Pharmacopsychiatry*. 2011;44(2):60-66. DOI: 10.1055/s-0030-1268417
6. Gudmundsdottir BG, Weyandt L, Ernudottir GB. Prescription Stimulant Misuse and ADHD Symptomatology Among College Students in Iceland. *J Atten Disord*. 2020;24(3):384-401. DOI: 10.1177/1087054716684379
7. De Bruyn S, Wouters E, Ponnet K, Van Hal G. Popping smart pills in medical school: Are competition and stress associated with the misuse of prescription stimulants among students? *Subst Use Misuse*. 2019;54(7):1191-1202. DOI: 10.1080/10826084.2019.1572190

8. Benson K, Flory K. Symptoms of Depression and ADHD in Relation to Stimulant Medication Misuse Among College Students. *Subst Use Misuse*. 2017;52(14):1937-1945. DOI: 10.1080/10826084.2017.1318146
9. Faraone SV, Rostain AL, Montano CB, Mason O, Antshel KM, Newcorn JH. Systematic Review: Nonmedical Use of Prescription Stimulants: Risk Factors, Outcomes, and Risk Reduction Strategies. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 2020;59(1):100-112. DOI: 10.1016/j.jaac.2019.06.012
10. Bagusat C, Kunzler A, Schlecht J, Franke AG, Chmitorz A, Lieb K. Pharmacological neuroenhancement and the ability to recover from stress - a representative cross-sectional survey among the German population. *Subst Abuse Treat Prev Policy*. 2018;13(1):37. DOI: 10.1186/s13011-018-0174-1
11. Verdi G, Weyandt LL, Zavras BM. Non-Medical Prescription Stimulant Use in Graduate Students: Relationship With Academic Self-Efficacy and Psychological Variables. *J Atten Disord*. 2016;20(9):741-753. DOI: 10.1177/1087054714529816
12. Grant JE, Redden SA, Lust K, Chamberlain SR. Nonmedical Use of Stimulants Is Associated With Riskier Sexual Practices and Other Forms of Impulsivity. *J Addict Med*. 2018;12(6):474-480. DOI: 10.1177/1087054714529816
13. Myrseth H, Pallesen S, Torsheim T, Erevik EK. Prevalence and correlates of stimulant and depressant pharmacological cognitive enhancement among Norwegian students. *Nordisk Alkohol Nark*. 2018;35(5):372-387. DOI: 10.1177/1455072518778493
14. Middendorff E, Poskowsky J, Isserstedt W. Formen der Stresskompensation und Leistungssteigerung bei Studierenden. Hannover: HIS Forum Hochschule; 2012.
15. Kessler RC, Adler L, Ames M, Demler O, Faraone S, Hiripi E, Howes MJ, Jin R, Secnik K, Spencer T, Ustun TB, Walters EE. The World Health Organization Adult ADHD Self-Report Scale (ASRS): a short screening scale for use in the general population. *Psychol Med*. 2005;35(2):245-256. DOI: 10.1017/s0033291704002892
16. Schneider EE, Schönfelder S, Domke-Wolf M, Wessa M. Measuring stress in clinical and nonclinical subjects using a German adaptation of the Perceived Stress Scale. *Int J Clin Health Psychol*. 2020;20(2):173-181. DOI: 10.1016/j.ijchp.2020.03.004
17. Löwe B, Wahl I, Rose M, Spitzer C, Glaesmer H, Wingenfeld K, Schneider A, Brähler E. A 4-item measure of depression and anxiety: validation and standardization of the Patient Health Questionnaire-4 (PHQ-4) in the general population. *J Affect Disord*. 2010;122(1-2):86-95. DOI: 10.1016/j.jad.2009.06.019
18. Bush K, Kivlahan DR, McDonell MB, Fihn SD, Bradley KA. The AUDIT alcohol consumption questions (AUDIT-C): an effective brief screening test for problem drinking. Ambulatory Care Quality Improvement Project (ACQUIP). *Alcohol Use Disorders Identification Test*. *Arch Intern Med*. 1998;158(16):1789-1795. DOI: 10.1001/archinte.158.16.1789
19. Franke AG, Christmann M, Bonertz C, Fellgiebel A, Huss M, Lieb K. Use of coffee, caffeinated drinks and caffeine tablets for cognitive enhancement in pupils and students in Germany. *Pharmacopsychiatry*. 2011;44(7):331-338. DOI: 10.1055/s-0031-1286347
20. Eickenhorst P, Vitzthum K, Klapp BF, Groneberg D, Mache S. Neuroenhancement among German university students: motives, expectations, and relationship with psychoactive lifestyle drugs. *J Psychoactive Drugs*. 2012;44(5):418-427. DOI: 10.1080/02791072.2012.736845
21. Heller S, Tibubos AN, Hoff TA, Werner AM, Reichel JL, Mülder LM, Schäfer M, Pfirrmann D, Stark B, Rigotti T, Simon P, Beutel ME, Letzel S, Dietz P. Potential risk groups and psychological, psychosocial, and health behavioral predictors of pharmacological neuroenhancement among university students in Germany. *Sci Rep*. 2022;12(1):937. DOI: 10.1038/s41598-022-04891-y
22. Sattler S. Cognitive Enhancement in Germany: Prevalence, Attitudes, Moral, Acceptability, Terms, Legal Status, and the Ethics Debate. In: Jotterand F, Dubljevic V, editors. *Cognitive enhancement: ethical and policy implications in international perspectives*. New York: Oxford University Press; 2016. p.159-180. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199396818.001.0001
23. Jacobi F, Höfler M, Siegert J, Mack S, Gerschler A, Scholl L, Busch MA, Hapke U, Maske U, Seiffert I, Gaebel W, Maier W, Wagner M, Zielasek J, Wittchen HU. Twelve-month prevalence, comorbidity and correlates of mental disorders in Germany: the Mental Health Module of the German Health Interview and Examination Survey for Adults (DEGS1-MH). *Int J Methods Psychiatr Res*. 2014;23(3):304-319. DOI: 10.1002/mpr.1439
24. Banaschewski T, Becker K, Döpfner M, Holtmann M, Rösler M, Romanos M. Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Dtsch Arztebl Int*. 2017;114(9):149-159. DOI: 10.3238/arztebl.2017.0149
25. Zunhammer M, Eberle H, Eichhammer P, Busch V. Somatic symptoms evoked by exam stress in university students: the role of alexithymia, neuroticism, anxiety and depression. *PLoS One*. 2013;8(12):e84911. DOI: 10.1371/journal.pone.0084911
26. Guse J, Heinen I, Mohr S, Bergelt C. Understanding mental burden and factors associated with study worries among undergraduate medical students during the COVID-19 pandemic. *Front Psychol*. 2021;12:734264. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.734264
27. Guse J, Weegen AS, Heinen I, Bergelt C. Mental burden and perception of the study situation among undergraduate students during the COVID-19 pandemic: a cross-sectional study and comparison of dental and medical students. *BMJ Open*. 2021;11(12):e054728. DOI: 10.1136/bmjopen-2021-054728
28. Ochnik D, Rogowska AM, Kuśnierz C, Jakubiak M, Schütz A, Held MJ, Arzenšek A, Benatov J, Berger R, Korchagina EV, Pavlova I, Blažková I, Aslan I, Çınar O, Cuero-Acosta YA. Mental health prevalence and predictors among university students in nine countries during the COVID-19 pandemic: A cross-national study. *Sci Rep*. 2021;11(1):18644. DOI: 10.1038/s41598-021-97697-3
29. Jebrini T, Manz K, Koller G, Krause D, Soyka M, Franke AG. Psychiatric Comorbidity and Stress in Medical Students Using Neuroenhancers. *Front Psychiatry*. 2021;12:771126. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.771126
30. Cooke R, Beccaria F, Demant J, Fernandes-Jesus M, Fleig L, Negreiros J, Scholz U, de Visser R. Patterns of alcohol consumption and alcohol-related harm among European university students. *Eur J Public Health*. 2019;29(6):1125-9. DOI: 10.1093/eurpub/ckz067
31. Kotz D, Böckmann M, Kastaun S. The use of tobacco, e-cigarettes, and methods to quit smoking in Germany: A representative study using 6 waves of data over 12 months (the DEBRA study). *Dtsch Arztebl Int*. 2018;115(14):235-242. DOI: 10.3238/arztebl.2018.0235

**Korrespondenzadresse:**

Prof. Dr. Anne Simmenroth  
Universitätsklinikum Würzburg, Institut für  
Allgemeinmedizin, Josef-Schneider-Str. 2/D7, 97080  
Würzburg, Deutschland  
simmenroth\_a@ukw.de

**Artikel online frei zugänglich unter**  
<https://doi.org/10.3205/zma001664>

**Eingereicht:** 22.08.2023  
**Überarbeitet:** 31.10.2023  
**Angenommen:** 29.11.2023  
**Veröffentlicht:** 15.02.2024

**Bitte zitieren als**

Hajduk M, Tiedemann E, Romanos M, Simmenroth A.  
Neuroenhancement and mental health in students from four faculties  
– a cross-sectional questionnaire study . *GMS J Med Educ.*  
2024;41(1):Doc9.  
DOI: 10.3205/zma001664, URN: urn:nbn:de:0183-zma0016647

**Copyright**

©2024 Hajduk et al. Dieser Artikel ist ein Open-Access-Artikel und steht unter den Lizenzbedingungen der Creative Commons Attribution 4.0 License (Namensnennung). Lizenz-Angaben siehe <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.