

# Classroom teaching versus online teaching in physiology practical course – does this lead to different examination results?

## Abstract

**Background:** Due to contact restrictions during the Corona pandemic, teaching at the Center for Physiology and Pathophysiology at the University of Cologne was temporarily offered online for some students and face-to-face for others. As there are different views on the effectiveness of online teaching, this study compared students' examination results between the teaching formats (face-to-face vs. online).

**Methods:** In winter 2021/22, a total of 198 students in their fourth preclinical semester took part in the physiology course. The students were randomly assigned to 15 practical courses, so that the practical course was completed either traditionally in presence (face-to-face; FtF<sub>group</sub>) or as an online practical course via Zoom® (O<sub>group</sub>). The teaching format versus the score achieved per test question were recorded for each examinee. The differences in test scores were calculated using a two-sided t-test. The effect size was determined using Cohen's d. Spearman's rank correlation coefficient was used as a measure of the correlation.

**Results:** In comparison with the O<sub>group</sub> (M=7.02), the FtF<sub>group</sub> (M=7.38) achieved a significantly higher test score on average. The effect size was low (Cohen's d=0.135). The FtF<sub>group</sub> performed better than the O<sub>group</sub> in 14 subject areas. The Spearman's correlation test between the number of FtF participations and the test scores achieved reached a value of  $r=0.236$  ( $p<.001$ ).

**Conclusion:** Our study shows that students who have attended traditional face-to-face classes tend to perform better in the written exam. The reasons may be multifactorial. However, online teaching also offers some advantages, such as flexibility in terms of location and time management for students. The choice between online and face-to-face teaching should be based on the specific requirements of the course. Ideally, a hybrid solution that combines the advantages of both formats would be an effective teaching format. It is therefore essential to continuously review educational practices.

**Keywords:** medical teaching, physiology, online teaching, face-to-face teaching, examination results

## Introduction

The educational landscape has undergone a remarkable transformation in recent years, driven primarily by the rapid development of digital technologies and their integration into everyday teaching practice. Online teaching in particular has become an integral part of the modern education system. This paradigm shift has been accelerated by various factors such as globalization, the availability of high-speed internet and the COVID-19 pandemic [1], [2], [3]. Online teaching refers to any type of distance learning where the learners are not in the same room as the teachers [4]. This can be done via various platforms

and tools such as video conferencing, e-learning systems or webinars.

During the COVID-19 pandemic, the Center for Physiology and Pathophysiology at the University of Cologne was also faced with the challenge of offering its practical classes online synchronously via Zoom® in addition to the face-to-face format, in order to comply with the legal contact restrictions in force at that time. Due to restrictions in the maximum number of people per classroom, not all students were able to complete all practical classes in person. Students were therefore randomly assigned to either online or face-to-face lessons.

Online teaching can offer some advantages such as flexibility, accessibility and time saving. However, there

Tom Dreyer<sup>1</sup>

Symeon Papadopoulos<sup>2</sup>

Rudolf Wiesner<sup>3</sup>

Yassin Karay<sup>4</sup>

1 University of Cologne, Faculty of Medicine, Cologne, Germany

2 University of Cologne, Faculty of Medicine, Institute of Neurophysiology, Cologne, Germany

3 University of Cologne, Faculty of Medicine, Institute for Systems Physiology, Cologne, Germany

4 University of Cologne, Faculty of Medicine, Dean's Office, Cologne, Germany

are also concerns about the suitability of the online format in terms of the content to be taught. Some studies have highlighted important challenges such as lack of social interaction, distractions at home and the need for self-discipline [5]. These factors could therefore indirectly influence the students' examination performance. It is known that different teaching formats can have different effects on learning. For example, studies have shown that students often perform better in traditional, interactive teaching formats such as seminars, group work or discussion groups than in traditional lectures, as they can actively influence their own learning process [6]. However, there are only a few studies to date that deal specifically with the relationship between performance in an exam and the comparison between online and face-to-face teaching in medical education.

In this study, we investigated precisely this question and examined whether there is a correlation between the teaching format (face-to-face vs. online) and performance in the final exam. Our results should help to further optimize the use of online teaching in higher education and thus improve the overall quality of learning.

## Methods

### Educational context

Medical studies in Germany lead to the completion of the state examination and entitle students to practice medicine. The minimum period of study is 12 semesters and 3 months (including exam preparation). At the Medical Faculty of the University of Cologne, the study of human medicine has been offered as a model course of study (pilot study program) since the winter semester 2003/04 [7]. The basis of teaching is systematic instruction in the classical subject areas supplemented by interdisciplinary, practice-oriented, patient-oriented and science-oriented teaching. The Cologne curriculum consists of a first pre-clinical (2 years) and a second clinical study phase (3 years) as well as a subsequent practical year (1 year). In the first phase, students learn basics of natural sciences and medicine in particular. The subjects include general medicine, biology, physics, chemistry, anatomy, biochemistry, physiology, histology, medical psychology and sociology.

In Cologne, the subject of physiology consists of a series of 85 hours of lectures, practical courses including seminars in small groups and a final examination. In the Cologne curriculum, physiology is taught in the fourth pre-clinical semester. Students have to complete a total of 16 compulsory practical classes including seminars on the following topics: Nerve function, dioptrics/retina, energy metabolism, psychophysiology, electroencephalography (EEG), motor system/reflexes, pH regulation, cardiac electrophysiology, cardiac mechanics, acoustics/balance, autonomic nervous system (VNS), circulation, pulmonary function, muscle physiology, renal physiology and blood function. Each course lasts 7 hours with typically

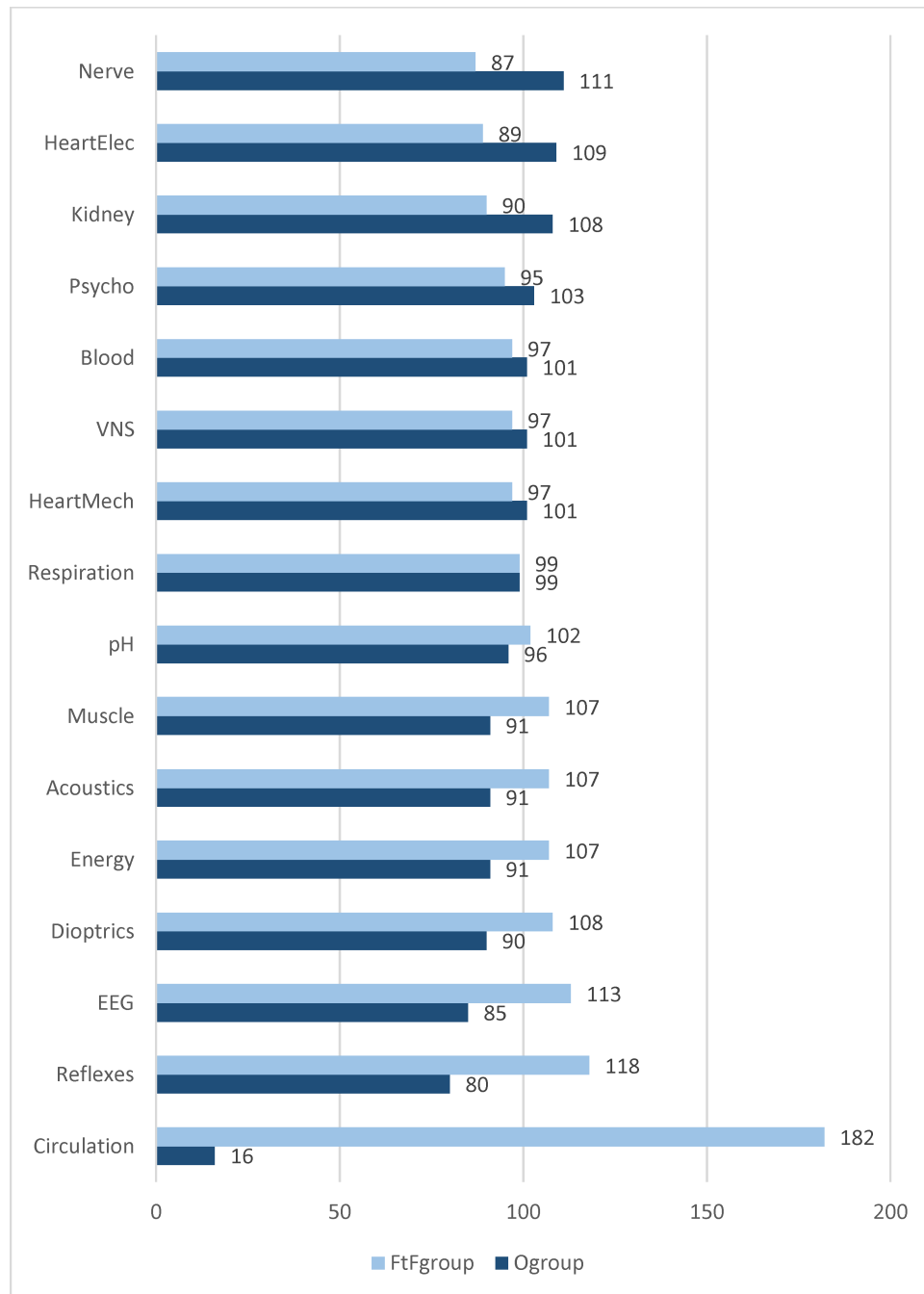
1.5 hours of a theoretical introduction, a 45-minute break, followed by topic-specific experiments and a final debriefing and discussion of the results.

The students had to complete an average of 2 to 3 practical classes per week. Written instructions for each topic were provided. The students had the task of writing protocols in which they described and discussed the results of their experiments. In contrast to face-to-face practical courses, students in the online practical courses were obviously not able to carry out practical experiments themselves, which were instead demonstrated by live videos or similar material and explained interactively by teaching staff via video conferences (Zoom®). During the practical course, the video conferences were not recorded in order to offer students a learning environment that was as relaxed as possible, similar to the process in the face-to-face practical course. Some of the experiments took place in the face-to-face setting using simulation programs. These programs were made available to the online students by means of a license release. All lectures were held online for everyone via Zoom®. These Zoom lectures were held live while being recorded. Recordings were only accessible to the students of the course after being uploaded to the university e-learning system ILIAS® and were accessible until the examination and beyond. The students were informed of the recordings in advance. Only the lecturers were visible and audible in the recordings.

As in previous years, the final exam took place simultaneously for all students in person and lasted 150 minutes. The exam consisted of a total of 40 open questions. A maximum of 4 points could be achieved per question, meaning that a maximum of 160 points could be achieved. The minimum score to pass the exam was 60%=96 points. The exam questions were prepared by the teachers who had supervised the corresponding practical course topics. Each topic was represented by 2 or 3 questions: 2 questions each on nerve, dioptric/retina, energy balance, psychophysiology, EEG, reflexes, pH regulation and cardiac electrics, and 3 questions each on cardiac mechanics, acoustics/balance, VNS, circulation, respiration, muscle, blood and renal physiology. For the specific group of students in this study, Cronbach's alpha was 0.92 [8]. The pass rate for the final exam was 84% and was in line with the pass rates of the previous semesters. The mean value of the pass rates over the last 7 semesters was 83.7%, with a fluctuation range of no more than +/-5%.

### Sample and randomization

In the winter semester 2021/22, a total of 198 first-time participants in the fourth pre-clinical semester regularly took part in the physiology course. As this is a compulsory practical course, there were no no-shows. Repetition students, long-term students and drop-outs were not included in the analysis in order to minimize distortions in the results. For 15 of the 16 practical courses, the 198 students were randomly divided into two groups. Students



**Figure 1: Distribution of students between face-to-face and online teaching**

were not randomly assigned to the topic of circulation, but had to appear in person in the form of staggered semi-groups. Nevertheless, 16 students had to complete the “circulation” practical course online because they either had a coronavirus infection or presented a medical certificate exempting them from the obligation to attend face-to-face classes. The randomization for the 15 practical course topics was alternating: The students who were assigned to the online group ( $O_{group}$ ) for a specific topic had to complete the practical course completely online via Zoom®, while the students in the face-to-face presence group ( $FtF_{group}$ ) completed the same topic in the institute’s rooms in presence. For the subsequent topic, it was the other way around, etc. It was only possible to deviate from this division if, for example, students were

not allowed to take part in face-to-face lessons or could not take part in online lessons due to a coronavirus infection or other serious reasons. On average, students completed 8.6 face-to-face practical classes, with a standard deviation of 1.7. Four students only attended online internships. Two students completed the maximum of 11 face-to-face placements. The distribution of students by teaching format per practical course topic can be seen in figure 1.

Only in one case, “respiration”, was the number of students evenly distributed between online and face-to-face seminars. In six of the course seminars, there were more online participants than in the face-to-face courses; in the remaining nine topics, the opposite was true, with the “circulation” practical course representing the ex-

treme of face-to-face teaching with 182 face-to-face participants compared to 16 online participants.

## Statistical analyses

The type of participation in the respective practical course ( $O_{\text{group}}$  or  $FtF_{\text{group}}$ ) and the number of points achieved per question in the exam were recorded for each participant. There were at least 2 and a maximum of 3 test questions for each topic, each of which was awarded a maximum of 4 points (see above for the number of questions per topic). The test score ( $T_{\text{score}}$ ) per topic was calculated for each individual student. This study did not analyze exam results by demographic characteristics.

In the first step, we used the two-sided t-test, assuming independent samples, to investigate whether there are differences in the test score between the face-to-face groups ( $FtF_{\text{group}}$ ) and the online groups ( $O_{\text{group}}$ ). The statistical tests are based on a probability of error of less than 5%, i.e. p-values below 0.05 are considered statistically significant. To quantify the differences between these two groups, we also calculated the effect size based on Cohen's d. The effect size according to Cohen's d can take values between  $-\infty$  to  $+\infty$ . The measure can be defined as small |0.2|, medium |0.5| or large |0.8| [9]. In the second step, we used Spearman's rank correlation coefficient to measure the strength and direction of the correlation between the number of FtF participations and the test scores achieved. The correlation coefficient can assume values between -1 and +1. The correlation can be defined as small |0.1|, medium |0.3|, large |0.5|, very large |0.7| [9]. The sign of the correlation coefficient indicates the direction of the correlation.

## Results

Table 1 shows the differences in the test scores ( $T_{\text{score}}$ ) achieved per topic and overall between the face-to-face groups ( $FtF_{\text{group}}$ ) and the online groups ( $O_{\text{group}}$ ). As no randomization took place for the topic "circulation", the results for the topic "circulation" are only presented for the sake of completeness and neglected in the subsequent discussion. Accordingly, the overall results are presented once without and once with the inclusion of the topic of "circulation".

The  $FtF_{\text{group}}$  scored better than the online group on 14 topics. The differences for the topics nerve, pH-Regulation and muscle were significant at the 5% level, each with a small effect size. The 5% significance level was only exceeded for the topics dioptrics, psycho, HeartElec and VNS. Only for the topic EEG did students from the online groups achieve marginally more points ( $M=6.19$ ) than the  $FtF_{\text{group}}$  ( $M=6.06$ ). However, this difference is not significant.

The questions on the topic of circulation were answered significantly better by the 182 students who were taught on site than by the 16 students who were taught online ( $O_{\text{group}}$ ,  $M=7.81$  vs.  $FtF_{\text{group}}$ ,  $M=9.47$ ).

The Spearman correlation between the number of FtF participants and the test score achieved is significant at the 0.01 level (2-sided) ( $p<.001$ ). The Spearman's correlation test achieves a value of  $r=0.236$ . Therefore there is a small positive correlation, i.e. the higher the number of face-to-face attendances of a student, the more exam points were achieved in the final exam.

## Discussion

The debate about the suitability of online teaching via video conferencing as an alternative to traditional face-to-face teaching has intensified in recent years. Due to the contact restrictions in connection with the COVID-19 pandemic, educational institutions had to find new ways to maintain teaching in a very short time. In order not to exceed the permitted group size for the practical course, the Institute of Physiology at the University of Cologne offered the practical course in physiology both online via Zoom ( $O_{\text{group}}$ ) and "classically" on site ( $FtF_{\text{group}}$ ). In order to enable a largely fair distribution, the students were randomly assigned to the two different formats of the individual practical courses. With the help of the exam results and the points achieved in the individual questions, the question of whether there is a connection between the teaching format (face-to-face or online) and the performance in the final exam was investigated. The mean value comparisons of the exam points achieved in the individual questions between the online and FtF formats show that students in face-to-face classes tended to perform better than students in the online format, often even significantly better. In addition, there is a positive correlation between the number of attendances and the total number of exam points achieved. In contrast, a similar study from Thailand showed that online physiology lab instruction had the same effectiveness as the on-site lab experience [10].

One of the most important benefits of face-to-face teaching is non-verbal communication, including body language, facial expressions and eye contact, which contribute significantly to the interaction between teachers and students as well as among the students [11], [12]. A significant amount of non-verbal communication is lost during video conferencing [13]. In addition, studies have shown that students tend to participate more actively in classroom teaching and are more engaged as they are less distracted than in online environments [14], [15]. Face-to-face teaching also makes it easier to use various interactive teaching methods such as group work, discussions and spontaneous interactions, which students often find more difficult to implement in video conferencing [11]. These interactions could help to clarify misunderstandings and deepen the students' understanding. According to a study by Freeman et al. (2007), interactive teaching can improve students' learning and performance [6]. The opportunity to participate more actively in the classroom could also increase motivation. Intrinsic motivation and a sense of autonomy are important factors for successful learning [16]. As teachers are more aware of

Table 1: Differences and effect sizes between face-to-face and online teaching

No.	Theme	T <sub>score</sub> FtF <sub>group</sub>		T <sub>score</sub> O <sub>group</sub>		Difference	
		N	M (SD)	N	M (SD)	Significance	Effect Size d
1	Nerve*	87	7.33 (0.844)	111	7.02 (1.206)	t(196) = 2.072, p = .040*	0.297
2	HeartElec	89	3.42 (1.195)	109	3.10 (1.394)	t(196) = 1.684, p = .094	0.241
3	Kidney	90	6.80 (2.769)	108	6.70 (2.962)	t(196) = 0.235, p = .815	0.033
4	Psycho	95	7.12 (1.436)	103	6.73 (1.664)	t(196) = 1.748, p = .082	0.249
5	Blood	97	8.61 (2.352)	101	8.16 (2.727)	t(196) = 1.241, p = .216	0.176
6	VNS	97	10.12 (2.127)	101	9.59 (2.205)	t(196) = 1.719, p = .087	0.244
7	HeartMech	97	8.28 (2.809)	101	7.72 (3.034)	t(196) = 1.336, p = .183	0.190
8	Respiration	99	9.72 (2.491)	99	9.52 (2.753)	t(196) = 0.541, p = .589	0.077
9	pH*	102	6.15 (1.869)	96	5.36 (2.459)	t(196) = 2.530, p = .012	0.360
10	Muscle*	107	8.75 (2.450)	91	7.95 (2.518)	t(196) = 2.268, p = .024	0.323
11	Acoustics	107	7.97 (2.633)	91	7.71 (2.790)	t(196) = 0.668, p = .505	0.095
12	Energy	107	6.65 (1.561)	91	6.63 (1.704)	t(196) = 0.120, p = .905	0.017
13	Dioptrics	108	7.03 (1.123)	90	6.67 (1.565)	t(196) = 1.886, p = .061	0.269
14	EEG	113	6.06 (1.872)	85	6.19 (1.829)	t(196) = -0.474, p = .636	-0.068
15	Reflexes	118	6.64 (1.338)	80	6.46 (1.526)	t(196) = 0.844, p = .400	0.122
-	<b>Total**</b>	<b>1513</b>	<b>7.38 (2.542)</b>	<b>1457</b>	<b>7.02 (2.740)</b>	t(2.968) = 3.673, p < .001	0.135
16	<i>Circulation**</i>	182	9.47 (1.971)	16	7.81 (2.105)	t(196) = 3.202, p = .002	0.835
-	<b>Total**</b>	<b>1695</b>	<b>7.60 (2.569)</b>	<b>1473</b>	<b>7.03 (2.734)</b>	t(3.166) = 6.061, p < .001	0.216

The difference is significant at the \*\* 1% level; \* 5% level significant

students' reactions in face-to-face teaching than in a video conference, problems can be identified early on and immediate feedback can be provided. Studies by Kulik and Kulik (1988) show that immediate feedback can promote learning [17]. As students may be more affected by distractions in their environment during online lessons, this could affect their concentration and ability to focus on the subject matter. A study by Junco and Cotten (2012) shows that multitasking during learning can reduce performance [18]. Less interaction with fellow students and teachers could also have a negative impact on academic success. The study by Jaggars and Xu (2013) points to the importance of interpersonal interaction for academic success [19]. Also, online teaching requires a reliable internet connection and technical equipment. Students who do not have access to these resources or face technical challenges during online classes may thus

have a disadvantage. This could be a major aspect of the issue of unequal educational opportunities [20]. Furthermore, a lack of technological infrastructure can lead to an additional burden on lecturers due to problems with technical management added to actual teaching [21], which can negatively impact on the quality of teaching. However, there are also a number of factors that can promote the success of online teaching in the form of video conferencing, such as flexibility in terms of time and location. Online teaching via video conferencing offers a more independent learning environment for students. This could lead to students being able to use the time saved for learning approaches more effectively and individually by eliminating travelling time. According to a study by Cook et al. (2010), individualized learning approaches in medical education can help learners achieve their learning goals more efficiently [22]. According to a meta-

analysis by Cavanaugh (2009), online teaching can be effective if appropriate learning strategies and supporting technologies are used [23]. Online teaching often requires a higher degree of autonomous learning from students. These skills are also of great importance in medical education because, according to a study by Kusrkar et al. (2011), self-directed learning can lead to a better understanding and application of medical knowledge [24]. In addition, online platforms enable the use of innovative teaching methods and interactive learning materials such as videos, simulations and online discussions that may not be available in face-to-face teaching. These approaches can improve the understanding of complex medical concepts. A study by Ruiz et al. (2006) shows that multimedia teaching methods can improve understanding and the persistence of acquired knowledge in medical education [25].

However, it should be emphasized that the effectiveness of online teaching depends heavily on the type of course, but also on the lecturers themselves. In our opinion, it cannot be ruled out that the quality of online teaching was influenced by the lecturers' affinity for technology and the associated sensible use of digital media, among other things. It is also possible that the different formats influenced the observed differences in examination performance. In online classes, students did not have the opportunity to learn practical skills that come from physically interacting with equipment and materials, which could also affect students' exam performance, even if it was not a practical exam. It should also be viewed critically that it was necessary to deviate from the original randomisation if students were unable to participate in face-to-face classes due to a (pre)-illness, e.g. a corona infection. This may well have had an influence on the poorer performance of online students. The extent to which (pre)-illnesses themselves had an influence on performance in the exam is speculative and was not analyzed. As no demographic characteristics were included in this study, dependencies on additional variables could not be adequately taken into account. Finally, it should also be noted that the study is limited to Cologne.

## Conclusion

In the discussion of online versus face-to-face teaching in physiology practical course, our study shows that students who participated in face-to-face teaching tended to perform better in the subsequent exam questions. However, it is important to emphasize that the effectiveness of teaching depends on many variable factors (interaction, flexibility, engagement, etc.). Therefore, it is advisable to continuously review educational practices and choose the best approaches for students' individual needs. Ideally, a hybrid solution that combines the advantages of both formats could offer an effective option.

## Authors' ORCIDs

- Tom Dreyer: [0009-0001-6286-0140]
- Symeon Papadopoulos [0000-0002-0708-7431]
- Rudolf Wiesner: [0000-0003-1677-4476]
- Yassin Karay: [0009-0005-6380-158X]

## Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

## References

1. Hodges C, Moore S, Lockee B, Trust T, Bond A. The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educ Rev.* March 27, 2020. Zugänglich unter/available from: <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>
2. Wagner DA, Castillo NM, Tuz Zahra F. Global learning equity and education: looking ahead. *unesco UNESDOC Digital Library.* 2020. ED-2020-FoE-BP/26. Zugänglich unter/available from: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375000>
3. Ahmad S, Mohd Noor AS, Alwan AA, Gulzar Y, Khan WZ, Reegu FA. eLearning Acceptance and Adoption Challenges in Higher Education. *Sustainability.* 2023;15:6190. DOI: 10.3390/su15076190
4. Sadeghi M. A Shift from Classroom to Distance Learning: Advantages and Limitations. *Int J Res Engl Educ.* 2019;4(1). DOI: 10.29252/ijree.4.1.80
5. Almendingen K, Morseth MS, Gjølstad E, Brevik A, Tørris C. Student's experiences with online teaching following COVID-19 lockdown: A mixed methods explorative study. *PLoS ONE.* 2021;6(8): e0250378. DOI: 10.1371/journal.pone.0250378
6. Freeman S, Eddy SL, McDonough M, Smith MK, Okoroafor N, Jordt H, Wenderoth MP. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2014;111(23):8410-8415. DOI: 10.1073/pnas.1319030111
7. Zims H, Karay Y, Neugebauer P, Herzig S, Stosch C. Fifteen years of the cologne medical model study course: has the expectation of increasing student interest in general practice specialization been fulfilled? *GMS J Med Educ.* 2019;36(5):Doc58. DOI: 10.3205/zma001266
8. Cronbach LJ. Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika.* 1951;16:297-334. DOI: 10.1007/BF02310555
9. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* 2nd ed. Hillsdale, NJ: Erlbaum; 1988.
10. Ekarattanawong S, Piyabhan P, Srisawat U, Thongsepee N, Sookprasert N, Mathuradavong N, Charoenphandhu J, Wannasiri S. Experience of online physiology laboratory teaching for undergraduate students during the COVID-19 pandemic in Thailand. *Adv Physiol Educ.* 2023;47(3):625-632. DOI: 10.1152/advan.00079.2021
11. Fabriz S, Mendzheritskaya J, Stehle S. Impact of Synchronous and Asynchronous Settings of Online Teaching and Learning in Higher Education on Students' Learning Experience During COVID-19. *Front Psychol.* 2021;12:733554. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.733554

12. Blau I, Weiser O, Eshet-Alkalai Y. How do medium naturalness and personality traits shape academic achievement and perceived learning? An experimental study of face-to-face and synchronous e-learning. *Res Learn Technol.* 2017;25. DOI: 10.25304/rlt.v25.1974
13. Warkentin ME, Sayeed L, Hightower R. Virtual Teams versus Face-to-Face Teams: An Exploratory Study of a Web-based Conference System. *Decision Sci.* 1997;28(4):975-996. DOI: 10.1111/j.1540-5915.1997.tb01338.x
14. Hollister B, Nair P, Hill-Lindsay S, Chukoskie L. Engagement in online learning: student attitudes and behavior during COVID-19. *Front Educ.* 2022;7:851019. DOI: 10.3389/educ.2022.851019
15. Aivaz KA, Teodorescu D. College students' distractions from learning caused by multitasking in online vs. face-to-face classes: a case study at a Public University in Romania. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(18):11188. DOI: 10.3390/ijerph191811188
16. Ryan RM, Deci EL. Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Comtemp Educ Psychol.* 2000;25(1):54-67. DOI: 10.1006/ceps.1999.1020
17. Kulik JA, Kulik CL. Timing of feedback and verbal learning. *Rev Educ Res.* 1988;58(1):79-97. DOI: 10.3102/00346543058001079
18. Junco R, Cotton SR. No A 4 U: The relationship between multitasking and academic performance. *Comp Educ.* 2012;59(2):505-514. DOI: 10.1016/j.compedu.2011.12.023
19. Jaggars SS, Xu D. Predicting online student outcomes from a measure of course quality. New York City (NY): Columbia University; 2013. DOI: 10.7916/D8N29TZH
20. Fazlullah A, Ong S. The homework gap: Teacher perspectives on closing the digital divide. San Francisco (CA): Common Sense Media; 2019.
21. Zheng M, Asif M, Tufail MS, Naseer S, Khokhar SG, Chen X, Naveed RT. COVID Academic Pandemic: Techno Stress Faced by Teaching Staff for Online Academic Activities. *Front Psychol.* 2022;13:895371. DOI: 10.3389/fpsyg.2022.895371
22. Cook DA, Levinson AJ, Garside S, Dupras DM, Erwin PJ, Montori VM. Instructional design variations in internet-based learning for health professions education: A systematic review and meta-analysis. *Acad Med.* 2010;85(5):909-922. DOI: 10.1097/ACM.0b013e3181d6c319
23. Cavanaugh CS, Barbour MK, Clark T. Research and Practice in K-12 Online Learning: A Review of Open Access Literature. *Int Rev Res Open Distr Learn.* 2009;10(1). DOI: 10.19173/irrodl.v10i1.607
24. Kusrurkar RA, Croiset G, Ten Cate OT. Twelve tips to stimulate intrinsic motivation in students through autonomy-supportive classroom teaching derived from Self-Determination Theory. *Med Teach.* 2011;33(12):978-982. DOI: 10.3109/0142159X.2011.599896
25. Ruiz JG, Mintzer MJ, Rosanne M. The Impact of E-Learning in Medical Education. *Acad Med.* 2006;81(3):207-212. DOI: 10.1097/00001888-200603000-00002

### Corresponding author:

Dr. Yassin Karay  
 University of Cologne, Faculty of Medicine, Dean's Office,  
 Josef-Stelzmann-Str. 20, D-50931 Cologne, Germany,  
 Phone: +49 (0)221/478-89217, Fax: +49  
 (0)221/478-88786  
 yassin.karay@uk-koeln.de

### Please cite as

Dreyer T, Papadopoulos S, Wiesner R, Karay Y. Classroom teaching versus online teaching in physiology practical course – does this lead to different examination results? *GMS J Med Educ.* 2025;42(1):Doc8. DOI: 10.3205/zma001732, URN: urn:nbn:de:0183-zma0017329

### This article is freely available from

<https://doi.org/10.3205/zma001732>

**Received:** 2023-12-20

**Revised:** 2024-08-19

**Accepted:** 2024-09-10

**Published:** 2025-02-17

### Copyright

©2025 Dreyer 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/>.

# Präsenzlehre versus Online-Lehre im physiologischen Praktikum – führt dies zu unterschiedlichen Prüfungsergebnissen?

## Zusammenfassung

**Hintergrund:** Aufgrund der Kontaktbeschränkungen während der Corona-Pandemie wurde die Lehre am Zentrum für Physiologie und Pathophysiologie der Universität zu Köln zeitweise für einen Teil der Studierenden online und für den anderen Teil der Studierenden in Präsenz angeboten. Da es verschiedene Auffassungen zur Wirksamkeit von Online-Lehre gibt, wurden in dieser Studie die Prüfungsergebnisse der Studierenden zwischen den Unterrichtsformaten (Präsenz vs. Online) verglichen.

**Methoden:** Im Wintersemester 2021/22 haben insgesamt 198 Studierende des vierten vorklinischen Semesters am Kurs Physiologie teilgenommen. Die Studierenden wurden auf 15 Praktika randomisiert aufgeteilt, so dass das Praktikum entweder klassisch in Präsenz (Face-to-face; FtF<sub>group</sub>) oder als Online-Praktikum via Zoom® (O<sub>group</sub>) absolviert wurde. Je Prüfling wurde das Unterrichtsformat und die erreichte Punktzahl pro Frage der Prüfung erfasst. Die Unterschiede beim Testscore wurden mit Hilfe des zweiseitigen t-Tests berechnet. Die Effektstärke wurde mit Cohen's d ermittelt. Als Maß des Zusammenhangs wurde der Spearman'sche Rangkorrelationskoeffizient verwendet.

**Ergebnisse:** Im Vergleich mit der O<sub>group</sub> (M=7,02) erzielte die FtF<sub>group</sub> (M=7,38) im Durchschnitt einen signifikant höheren Testscore. Die Effektstärke war gering (Cohens'd=0,135). Bei 14 Themengebieten schloss die Face-to-Face-Gruppe besser ab als die Online-Gruppe. Der Korrelationstest nach Spearman zwischen Anzahl an FtF-Teilnahmen und den erzielten Testpunkten erreicht einen Wert von  $r=0,236$  ( $p<.001$ ).

**Schlussfolgerung:** Unsere Studie zeigt, dass Studierende, die klassischen Präsenzunterricht absolviert haben, tendenziell besser bei der schriftlichen Klausur abschneiden. Dies kann multifaktoriell bedingt sein. Jedoch bietet auch der Online-Unterricht einige Vorteile, wie z.B. örtliche und zeitliche Flexibilität für die Studierenden. Die Wahl zwischen einem Online- und einem Präsenzpraktikum sollte auf den spezifischen Anforderungen des jeweiligen Kurses basieren. Idealerweise würde eine hybride Lösung, die die Vorteile beider Formate kombiniert, ein effektives Unterrichtsformat darstellen. Daher ist es unumgänglich, Bildungspraktiken kontinuierlich zu überprüfen.

**Schlüsselwörter:** medizinische Lehre, Physiologie, Online-Lehre, Präsenzlehre, Prüfungsergebnisse

Tom Dreyer<sup>1</sup>  
Symeon Papadopoulos<sup>2</sup>  
Rudolf Wiesner<sup>3</sup>  
Yassin Karay<sup>4</sup>

1 Universität zu Köln,  
Medizinische Fakultät, Köln,  
Deutschland

2 Universität zu Köln,  
Medizinische Fakultät,  
Institut für Neurophysiologie,  
Köln, Deutschland

3 Universität zu Köln,  
Medizinische Fakultät,  
Institut für Systemische  
Physiologie, Köln,  
Deutschland

4 Universität zu Köln,  
Medizinische Fakultät,  
Studiendekanat, Köln,  
Deutschland



## Einleitung

Die Bildungslandschaft hat in den letzten Jahren eine bemerkenswerte Transformation durchlebt, die in erster Linie durch die rasante Entwicklung digitaler Technologien und deren Integration in die tägliche Lehrpraxis vorangetrieben wurde. Insbesondere der Online-Unterricht hat sich zu einem integralen Bestandteil des modernen Bildungssystems entwickelt. Dieser Paradigmenwechsel wurde durch verschiedene Faktoren wie die Globalisierung, die Verfügbarkeit von High-Speed-Internet und die COVID-19-Pandemie beschleunigt [1], [2], [3]. Online-Unterricht bezieht sich auf jegliche Art von Fernunterricht, bei dem die Lernenden nicht im selben Raum wie die Lehrpersonen sind [4]. Dies kann über verschiedene Plattformen und Tools wie Videokonferenzen, E-Learning-Systeme oder Webinare erfolgen.

Während der COVID-19-Pandemie stand auch das Zentrum für Physiologie und Pathophysiologie der Universität zu Köln vor der Herausforderung, seinen Praktikumsunterricht zusätzlich zum Format in Präsenz auch Online synchron via Zoom<sup>®</sup> anzubieten, um die damals geltenden Kontaktbeschränkungen einzuhalten. Aufgrund der Begrenzung der Personendichte pro Unterrichtsraum konnten nicht alle Studierende alle Praktika in Präsenz absolvieren. Im Rahmen des Praktikums wurden die Studierenden deshalb randomisiert entweder auf Online- oder Präsenzunterricht aufgeteilt.

Online-Unterricht kann einige Vorteile wie Flexibilität, Zugänglichkeit und Zeitersparnis bieten. Es gibt aber auch Bedenken hinsichtlich der Eignung des Online-Formats im Hinblick auf die zu vermittelnden Inhalte. Einige Studien haben auf wichtige Herausforderungen wie mangelnde soziale Interaktion, Ablenkungen zu Hause und die Notwendigkeit von Selbstdisziplin hingewiesen [5]. Diese Faktoren könnten deswegen mittelbar die Prüfungsleistung der Studierenden beeinflussen. Es ist bekannt, dass verschiedene Unterrichtsformate unterschiedliche Auswirkungen auf das Lernen haben können. So haben Studien beispielsweise gezeigt, dass Studierende in klassischen, interaktiven Unterrichtsformaten wie Seminaren, Gruppenarbeit oder Diskussionsrunden oft besser abschneiden als in traditionellen Vorlesungen, da sie auf ihren eigenen Lernprozess aktiv einwirken können [6]. Allerdings gibt es bislang nur wenige Untersuchungen, die sich speziell mit dem Zusammenhang zwischen dem Abschneiden in einer Klausur und dem Vergleich zwischen Online- und Präsenzunterricht in der medizinischen Lehre beschäftigen.

Im Rahmen dieser Studie sind wir genau dieser Frage nachgegangen und untersuchen, ob es einen Zusammenhang zwischen dem Unterrichtsformat (Präsenz vs. Online) und dem Abschneiden in der abschließenden Klausur gibt. Unsere Ergebnisse sollen dazu beitragen, den Einsatz von Online-Unterricht in der Hochschulbildung weiter zu optimieren und damit insgesamt die Qualität des Lernens zu verbessern.

## Methoden

### Bildungskontext

Das Medizinstudium in Deutschland führt zum Abschluss des Staatsexamens und berechtigt zur Ausübung des Arztberufs. Die Mindeststudienzeit beträgt 12 Semester und 3 Monate (inklusive Examensvorbereitung). An der Medizinischen Fakultät der Universität zu Köln findet das Studium der Humanmedizin seit dem Wintersemester 2003/04 als Modellstudiengang statt [7]. Die Basis der Lehre bildet ein systematischer Unterricht in den klassischen Fachgebieten ergänzt durch interdisziplinäre, praxisorientierte, patientenorientierte sowie wissenschaftsorientierte Lehre. Das Kölner Curriculum besteht aus einem ersten (2 Jahre) und einem zweiten Studienabschnitt (3 Jahre) sowie dem sich anschließenden Praktischen Jahr (1 Jahr). Im ersten Abschnitt erlernen die Studierenden insbesondere die Grundlagen der Naturwissenschaften und der Medizin. Die Fächer umfassen unter anderem Allgemeinmedizin, Biologie, Physik, Chemie, Anatomie, Biochemie, Physiologie, Histologie sowie medizinische Psychologie und Soziologie.

Das Fach Physiologie besteht in Köln aus einer Vorlesungsreihe über 85 Unterrichtsstunden, einem Praktikum inklusive Seminar und einer Abschlussprüfung. Im Kölner Curriculum wird das Fach Physiologie im vierten vorklinischen Semester gelehrt. Die Studierenden müssen insgesamt 16 anwesenheitspflichtige Praktika inkl. Seminare mit folgenden Themen absolvieren: Nerv, Dioptrik/Retina, Energieumsatz, Psychophysiologie, Elektroenzephalographie (EEG), motorische Reflexe, pH-Regulation, Herzelektrophysiologie, Herzmechanik, Akustik/Gleichgewicht, vegetatives Nervensystem (VNS), Kreislauf, Lungenfunktion, Muskel, Nierenphysiologie und Blut. Jedes Praktikum umfasst 7 Unterrichtsstunden mit typischerweise 1,5 Unterrichtsstunden theoretischer Einführung, einer 45-minütigen Pause, gefolgt von themenspezifischen Experimenten und einer Nachbesprechung der Ergebnisse.

Die Studierenden mussten durchschnittlich 2 bis 3 Praktika pro Woche absolvieren. Für jedes Thema gab es schriftliche Anweisungen. Die Studierenden hatten die Aufgabe, Protokolle zu verfassen, in denen sie die Ergebnisse der Experimente beschreiben und diskutieren. Im Gegensatz zum Präsenzpraktikum konnten die Studierenden im Online-Praktikum die praktischen Experimente nicht selbst durchführen, die daher vom Lehrpersonal via Videokonferenz (Zoom<sup>®</sup>) live demonstriert und interaktiv erklärt wurden. Die Videokonferenzen im Rahmen des Praktikums wurden nicht aufgezeichnet, um den Studierenden eine möglichst unbeschwerte Lernumgebung zu bieten, ähnlich dem Ablauf im Präsenzpraktikum. Einige der Versuche fanden auch im Face-to-Face Setting an Simulationsprogrammen statt. Diese Programme wurden den Studierenden mittels Lizenzfreigabe zur Verfügung gestellt. Die Vorlesungen fanden für alle online via Zoom<sup>®</sup> statt. Die Zoom-Vorlesungen wurden live gehalten, aufgezeichnet und standen ausschließlich den Studierenden des Kurses nach dem Upload im universitären

E-Learningsystem ILIAS® bis zur Prüfung und darüber hinaus zur Verfügung. Die Studierenden wurden im Vorfeld über die Aufzeichnung in Kenntnis gesetzt. Aufgezeichnet in Bild und Ton wurden nur die Dozierenden. Die Abschlussprüfung fand wie in den Jahren zuvor auch für alle Studierende zeitgleich in Präsenz statt und dauerte 150 Minuten. Insgesamt bestand die Prüfung aus 40 offenen Fragen. Pro Frage konnten maximal 4 Punkte erzielt werden, so dass maximal 160 Punkte erreicht werden konnten. Die Mindestpunktzahl zum Bestehen der Prüfung lag bei 60%=96 Punkten. Die Prüfungsfragen wurden von den Lehrkräften erstellt, die die entsprechenden Praktikumsthemen betreut hatten. Jedes Thema war mit 2 bzw. 3 Fragen vertreten: Je 2 Fragen zu Nerv, Dioptrik/Retina, Energiehaushalt, Psychophysiologie, EEG, Reflexe, pH-Regulation und Herzelektrik, je 3 Fragen zu Herzmechanik, Akustik/Gleichgewicht, VNS, Kreislauf, Atmung, Muskel, Blut und Nierenphysiologie. Für die spezifische Gruppe von Studierenden in dieser Studie lag Cronbachs Alpha bei 0,92 [8]. Die Bestehensquote der Abschlussklausur lag bei 84% und entsprach den Bestehensquoten der Vorsemester. Der Mittelwert der Bestehensquoten über die letzten 7 Semester betrug 83,7%, wobei die Schwankungsbreite nicht größer als +/-5% war.

## Stichprobe und Randomisierung

Im Wintersemester 2021/22 haben insgesamt 198 Erstteilnehmerinnen und Erstteilnehmer des vierten vor-klinischen Semesters regelmäßig am Kurs Physiologie teilgenommen. Da es sich um ein anwesenheitspflichtiges Praktikum handelt, gab es keine No-Shows. Repetenten, Langzeitstudierende und Abbrecher wurden bei der Analyse nicht berücksichtigt, um Verzerrungen bei den Ergebnissen zu minimieren. Für 15 der 16 Praktika wurden die 198 Studierenden randomisiert in zwei Gruppen unterteilt. Beim Thema Kreislauf wurden die Studierenden nicht randomisiert zugeteilt, sondern mussten persönlich erscheinen, in Form von zeitlich versetzt teilnehmenden Halbgruppen. 16 Studierende mussten dennoch das Praktikum „Kreislauf“ online absolvieren, weil entweder eine Corona-Infektion bestand oder ein ärztliches Attest vorgelegt wurde, welches die Betroffenen von der Teilnahmepflicht am Präsenzunterricht befreite. Die Randomisierung erfolgte für die 15 Praktikumsthemen alternierend: Die Studierenden, die für ein bestimmtes Thema der Online-Gruppe ( $O_{\text{group}}$ ) zugeteilt wurden, mussten das Praktikum vollständig online via Zoom® absolvieren, während die Studierenden in der Face-to-Face Präsenzgruppe ( $FtF_{\text{group}}$ ) das gleiche Thema in den Räumen des Instituts in Präsenz absolvierten. Für das sich daran anschließende Thema war es umgekehrt, u.s.w. Von der Einteilung durfte nur abgewichen werden, wenn beispielsweise Studierende aufgrund einer Corona-Infektion oder aufgrund anderer schwerwiegender Gründe nicht am Präsenzunterricht teilnehmen durften bzw. nicht am Online-Unterricht teilnehmen konnten. Im Durchschnitt absolvierten die Studierenden 8,6 Praktika in Präsenz, bei einer Standardabweichung von 1,7. Vier Studierende

besuchten ausschließlich Online-Praktika. Zwei Studierende absolvierten das Maximum von 11 Präsenzteilnahmen. Die Verteilung der Studierenden auf das Unterrichtsformat pro Praktikumsthema kann der Abbildung 1 entnommen werden.

Nur in einem Fall, „Atmung“, war die Anzahl der Studierenden gleichmäßig auf Online- und Präsenzseminare verteilt. Bei sechs der Kursseminare gab es mehr Online-Teilnehmer als bei den Präsenzkursen, bei den übrigen 9 Themen war es umgekehrt, wobei das Praktikum „Kreislauf“ mit 182 Präsenzteilnehmenden gegenüber 16 Online-Teilnehmern das Extrem an Präsenzunterricht darstellte.

## Statistische Analysen

Pro Teilnehmerin und Teilnehmer wurden die Art der Teilnahme am Praktikum ( $O_{\text{group}}$  oder  $FtF_{\text{group}}$ ) und die erreichte Punktzahl pro Frage der Prüfung erfasst. Zu jedem Thema gab es mindestens 2, maximal 3 Prüfungsfragen, die jeweils mit maximal 4 Punkten bewertet wurden (Anzahl der Fragen pro Thema siehe oben). Der Testscore ( $T_{\text{score}}$ ) pro Thema wurde für jeden einzelnen Studierenden berechnet. Im Rahmen dieser Studie wurde keine Analyse des Abschneidens bei der Prüfung nach demografischen Merkmalen erhoben.

Im ersten Schritt haben wir mit Hilfe des zweiseitigen t-Tests unter der Annahme unabhängiger Stichproben untersucht, ob Unterschiede beim Testscore zwischen den Face-to-Face-Gruppen ( $FtF_{\text{group}}$ ) und den Online-Gruppen ( $O_{\text{group}}$ ) bestehen. Den statistischen Tests wird eine Irrtumswahrscheinlichkeit von kleiner 5% zugrunde gelegt, d.h. p-Werte unter 0,05 werden als statistisch signifikant angesehen. Um die Unterschiede zwischen diesen beiden Gruppen zu quantifizieren, haben wir zudem die Effektstärke basierend auf Cohen's d berechnet. Die Effektstärke nach Cohen's d kann Werte zwischen  $-\infty$  bis  $+\infty$  annehmen. Das Maß kann als klein |0,2|, mittel |0,5| oder groß |0,8| definiert werden [9]. Im zweiten Schritt haben wir zur Messung der Stärke und Richtung des Zusammenhangs zwischen der Anzahl an FtF-Teilnahmen und den erzielten Testpunkten den Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman verwendet. Der Korrelationskoeffizient kann Werte zwischen -1 und +1 annehmen. Der Zusammenhang kann als klein |0,1|, mittel |0,3|, groß |0,5|, sehr groß |0,7| definiert werden [9]. Das Vorzeichen des Korrelationskoeffizienten gibt die Richtung des Zusammenhangs an.

## Ergebnisse

Der Tabelle 1 können die Unterschiede bei den erzielten Testpunkten ( $T_{\text{score}}$ ) pro Thema und gesamt zwischen den Face-to-Face-Gruppen ( $FtF_{\text{group}}$ ) und den Online-Gruppen ( $O_{\text{group}}$ ) entnommen werden. Da beim Thema „Kreislauf“ keine Randomisierung stattgefunden hat, werden die Ergebnisse zum Thema Kreislauf nur der Vollständigkeit halber präsentiert und bei der anschließenden Diskussion

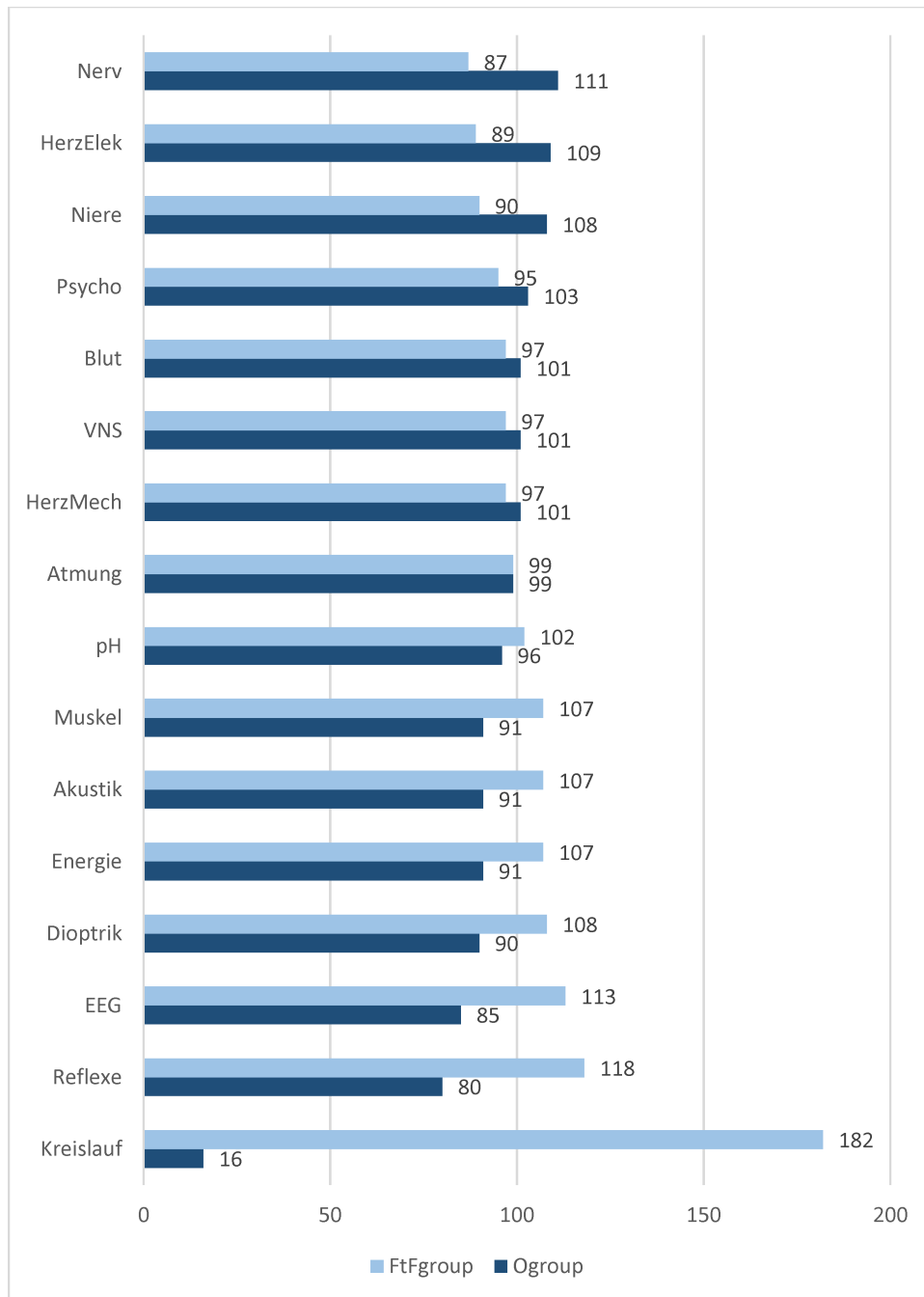


Abbildung 1: Verteilung der Studierenden auf Präsenz- und Online-Lehre

vernachlässigt. Entsprechend werden die Gesamtergebnisse einmal ohne, einmal mit Einbeziehung des Themas „Kreislauf“ dargestellt.

Das Gesamtergebnis ohne das Thema Kreislauf zeigt, dass die FtF<sub>group</sub> im Durchschnitt 7,38 Punkte pro Thema erzielt hat. Die O<sub>group</sub> erzielte dagegen im Durchschnitt weniger Punkte (M=7,02). Der Unterschied ist auf dem 1%-Niveau signifikant bei geringer Effektstärke (Cohens'd=0,135). Bei 14 Themen schnitt die FtF-Gruppe besser ab als die Online-Gruppe. Die Unterschiede bei den Themen Nerv, pH und Muskel waren auf dem 5%-Niveau signifikant, bei jeweils kleiner Effektstärke. Bei den Themen Dioptrik, Psycho, HerzElek und VNS wurde das 5%-Signifikanzniveau nur knapp überschritten. Nur beim Thema EEG erreichten die Studierenden aus den

Online-Gruppen marginal mehr Punkte (M=6,19) als die FtF-Gruppe (M=6,06). Der Unterschied ist allerdings nicht signifikant.

Die Fragen zum Thema Kreislauf wurden von den 182 Studierenden, die vor Ort unterrichtet wurden, signifikant besser beantwortet als von den 16 Studierenden, die im Online-Format unterrichtet wurden (O<sub>group</sub>, M=7,81 vs. FtF<sub>group</sub>, M=9,47).

Die Korrelation nach Spearman zwischen Anzahl an FtF-Teilnahmen und dem erzielten Testscore ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant ( $p < .001$ ). Der Korrelationstest nach Spearman erreicht einen Wert von  $r = 0,236$ . Es besteht somit ein geringer positiver Zusammenhang, d.h. je höher die Anzahl der Präsenzteilnahmen

Tabelle 1: Unterschiede und Effektstärken zwischen Präsenz- und Online-Lehre

No.	Theme	T <sub>score</sub> FtF <sub>group</sub>		T <sub>score</sub> O <sub>group</sub>		Difference	
		N	M (SD)	N	M (SD)	Significance	Effect Size d
1	Nerv*	87	7.33 (0.844)	111	7.02 (1.206)	t(196) = 2.072, p = .040*	0.297
2	HerzElek	89	3.42 (1.195)	109	3.10 (1.394)	t(196) = 1.684, p = .094	0.241
3	Niere	90	6.80 (2.769)	108	6.70 (2.962)	t(196) = 0.235, p = .815	0.033
4	Psycho	95	7.12 (1.436)	103	6.73 (1.664)	t(196) = 1.748, p = .082	0.249
5	Blut	97	8.61 (2.352)	101	8.16 (2.727)	t(196) = 1.241, p = .216	0.176
6	VNS	97	10.12 (2.127)	101	9.59 (2.205)	t(196) = 1.719, p = .087	0.244
7	HerzMech	97	8.28 (2.809)	101	7.72 (3.034)	t(196) = 1.336, p = .183	0.190
8	Atmung	99	9.72 (2.491)	99	9.52 (2.753)	t(196) = 0.541, p = .589	0.077
9	pH*	102	6.15 (1.869)	96	5.36 (2.459)	t(196) = 2.530, p = .012	0.360
10	Muskel*	107	8.75 (2.450)	91	7.95 (2.518)	t(196) = 2.268, p = .024	0.323
11	Akustik	107	7.97 (2.633)	91	7.71 (2.790)	t(196) = 0.668, p = .505	0.095
12	Energie	107	6.65 (1.561)	91	6.63 (1.704)	t(196) = 0.120, p = .905	0.017
13	Dioptrik	108	7.03 (1.123)	90	6.67 (1.565)	t(196) = 1.886, p = .061	0.269
14	EEG	113	6.06 (1.872)	85	6.19 (1.829)	t(196) = -0.474, p = .636	-0.068
15	Reflexe	118	6.64 (1.338)	80	6.46 (1.526)	t(196) = 0.844, p = .400	0.122
-	<b>Gesamt**</b>	<b>1513</b>	<b>7.38 (2.542)</b>	<b>1457</b>	<b>7.02 (2.740)</b>	t(2.968) = 3.673, p < .001	0.135
16	<i>Kreislauf**</i>	182	9.47 (1.971)	16	7.81 (2.105)	t(196) = 3.202, p = .002	0.835
-	<b>Gesamt**</b>	<b>1695</b>	<b>7.60 (2.569)</b>	<b>1473</b>	<b>7.03 (2.734)</b>	t(3.166) = 6.061, p < .001	0.216

Der Unterschied ist auf dem \*\* 1%-Niveau signifikant; \* 5%-Niveau signifikant.

eines Studierenden, desto mehr Klausurpunkte wurden bei der Abschlussklausur erzielt.

## Diskussion

Die Debatte über die Eignung von Online-Unterricht via Videokonferenzen als Alternative zum traditionellen Präsenzunterricht ist in den letzten Jahren intensiver geworden. Aufgrund der Kontaktbeschränkungen im Zusammenhang der COVID-19-Pandemie mussten Bildungseinrichtungen in kürzester Zeit neue Wege gehen, um den Unterricht aufrecht zu erhalten. Um die erlaubte Gruppengröße beim Praktikum nicht zu überschreiten, bot das Institut für Physiologie der Universität zu Köln das Praktikum im Fach Physiologie sowohl Online via Zoom (O<sub>group</sub>) als auch „klassisch“ vor Ort (FtF<sub>group</sub>) an. Um eine weitgehend gerechte Aufteilung zu ermöglichen,

wurden die Studierenden auf das unterschiedliche Format der einzelnen Praktika nach dem Zufallsprinzip aufgeteilt. Mit Hilfe der Klausurergebnisse und den erzielten Punkten in den einzelnen Fragen wurde der Frage nachgegangen, ob ein Zusammenhang zwischen dem Unterrichtsformat (Präsenz oder Online) und dem Abschneiden in der Abschlussklausur existiert. Die durchgeführten Mittelwertvergleiche der bei den einzelnen Fragen erzielten Klausurpunkte zwischen Online- und FtF-Format zeigen, dass die Studierenden im Präsenzunterricht zwar nur tendenziell, aber doch häufig signifikant besser abgeschnitten haben als die Studierenden im Online-Format. Zudem besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Anzahl an Präsenzteilnahmen und den insgesamt erzielten Klausurpunkten. Eine ähnliche Studie aus Thailand zeigt hingegen, dass der Online-Physiologie-Laborunterricht

die gleiche Wirksamkeit hatte wie die Laborerfahrung vor Ort [10].

Eine der wichtigsten Vorteile des Präsenzunterrichts ist die nonverbale Kommunikation, einschließlich Körpersprache, Mimik und Augenkontakt, die wesentlich zur Interaktion zwischen Lehrenden und Studierenden sowie unter den Studierenden selbst beitragen [11], [12]. Ein erheblicher Teil der nonverbalen Kommunikation geht bei Videokonferenzen verloren [13]. Zudem haben Studien gezeigt, dass Lernende im Präsenzunterricht tendenziell aktiver am Unterrichtsgeschehen teilnehmen und sich stärker engagieren, da sie weniger abgelenkt sind als in Online-Umgebungen [14], [15]. Der Präsenzunterricht ermöglicht zudem die einfachere Anwendung verschiedener interaktiver Lehrmethoden wie Gruppenarbeit, Diskussionen und spontane Interaktionen, die aus Studierendensicht in Videokonferenzen oft schwerer umzusetzen sind [11]. Diese Interaktionen könnten dazu beitragen, Missverständnisse zu klären und das Verständnis der Studierenden zu vertiefen. Laut einer Studie von Freeman et al. (2007) kann interaktiver Unterricht das Lernen und die Leistung der Studierenden verbessern [6]. Die Möglichkeit, sich vor Ort aktiver am Unterricht zu beteiligen, könnte zudem die Motivation steigern. Intrinsische Motivation und das Gefühl der Autonomie sind wichtige Faktoren für erfolgreiches Lernen [16]. Da die Lehrenden im Präsenzunterricht die Reaktion der Studierenden besser wahrnehmen, als beispielsweise in einer Videokonferenz, könnten Probleme somit frühzeitig erkannt und sofortiges Feedback mitgeteilt werden. Studien von Kulik und Kulik (1988) zeigen, dass unmittelbares Feedback das Lernen fördern kann [17]. Da Studierende beim Online-Unterricht möglicherweise stärker von Ablenkungen in ihrer Umgebung betroffen sind, könnte dadurch die Konzentration und die Fähigkeit, sich auf den Lehrstoff zu fokussieren, beeinträchtigt werden. Eine Studie von Junco und Cotten (2012) zeigt, dass Multitasking während des Lernens die Leistung schmälern kann [18]. Weniger Interaktionen mit Kommilitonen und Lehrenden könnte sich ebenfalls negativ auf den Studienerfolg auswirken. Die Studie von Jaggars und Xu (2013) weist auf die Bedeutung zwischenmenschlicher Interaktion für den Studienerfolg hin [19]. Beim Online-Unterricht ist stets eine zuverlässige Internetverbindung und technisches Equipment erforderlich. Studierende, die keinen einfachen Zugang zu diesen Ressourcen haben oder am Tag des Online-Unterrichts mit technischen Herausforderungen zu kämpfen haben, könnten benachteiligt werden. Dies könnte ein wesentlicher Aspekt bei der Problematik von ungleichen Bildungschancen sein [20]. Darüber hinaus kann es durch mangelnde technologische Infrastruktur zu einer Mehrbelastung der Dozierenden durch das zum eigentlichen Unterricht hinzukommende technische Management kommen [21], was sich negativ auf die Qualität des Unterrichts auswirken kann.

Es gibt allerdings auch eine Vielzahl von Faktoren, die den Erfolg von Online-Unterricht in Form von Videokonferenzen fördern können, wie z.B. die zeitliche und örtliche Flexibilität. Online-Unterricht via Videokonferenzen bietet

oft eine unabhängigere Lernumgebung für Studierende, was dazu führen könnte, die durch den Wegfall der Wegezeiten eingesparte Zeit effektiver und individueller für Lernansätze zu nutzen. Laut einer Untersuchung von Cook et al. (2010) können individualisierte Lernansätze in der medizinischen Ausbildung dazu beitragen, dass die Lernenden ihre Lernziele effizienter erreichen [22]. Entsprechend einer Metaanalyse von Cavanaugh (2009) kann Online-Unterricht effektiv sein, wenn angemessene Lernstrategien und unterstützende Technologien eingesetzt werden [23]. Beim Online-Unterricht wird oft ein höheres Maß an autonomem Lernen der Studierenden gefordert. Diese Fähigkeiten sind auch in der medizinischen Ausbildung von großer Bedeutung, denn laut einer Untersuchung von Kusurkar et al. (2011) kann selbstbestimmtes Lernen zu einem besseren Verständnis und einer besseren Anwendung von medizinischem Wissen führen [24]. Zudem ermöglichen Online-Plattformen den Einsatz innovativer Lehrmethoden und interaktiver Lernmaterialien wie Videos, Simulationen und Online-Diskussionen, die im Präsenzunterricht möglicherweise nicht verfügbar sind. Diese Ansätze können das Verständnis komplexer medizinischer Konzepte verbessern. Eine Studie von Ruiz et al. (2006) zeigt, dass multimediale Lehrmethoden das Verständnis und die Wissensretention in der medizinischen Ausbildung verbessern können [25]. Es ist jedoch zu betonen, dass die Effektivität des Online-Unterrichts stark von der Art des Kurses aber auch von den Dozierenden selbst abhängt. So ist unserer Meinung nach nicht auszuschließen, dass die Qualität des Online-Unterrichts unter anderem von der Technikaffinität der Dozierenden und das damit verbundene sinnvolle Nutzen der digitalen Medien beeinflusst wurde. Es ist auch möglich, dass die verschiedenen Formate die beobachteten Unterschiede in den Prüfungsleistungen beeinflusst haben. Im Online-Unterricht hatten die Studierenden nicht die Möglichkeit, praktische Fertigkeiten zu erlernen, die durch physische Interaktion mit Geräten und Materialien entstehen, was sich ebenfalls auf die Prüfungsleistung der Studierenden auswirken könnte, auch wenn es sich nicht um eine praktische Prüfung gehandelt hat. Kritisch zu betrachten ist auch, dass von der originären Randomisierung abgewichen werden musste, wenn Studierende aufgrund einer (Vor-)Erkrankung, z.B. einer Corona-Infektion nicht am Präsenzunterricht teilnehmen konnten. Dies könnte durchaus Einfluss auf das schlechtere Abschneiden der Online-Studierenden genommen haben. Inwieweit die Vor-(Erkrankungen) selbst Einfluss auf das Abschneiden in der Klausur hatten, ist spekulativ und wurde nicht analysiert. Da im Rahmen dieser Studie auch keine demografischen Merkmale mit einbezogen wurden, konnten Abhängigkeiten von zusätzlichen Variablen nicht adäquat berücksichtigt werden. Schließlich muss auch beachtet werden, dass die Studie auf den Standort Köln beschränkt ist.

## Schlussfolgerung

In der Diskussion um Online-Unterricht versus Präsenzunterricht im Physiologie-Praktikum zeigt unsere Studie, dass Studierende, die am Präsenzunterricht teilgenommen haben, bei den anschließenden Klausurfragen tendenziell besser abschneiden. Es ist jedoch wichtig zu betonen, dass die Wirksamkeit des Unterrichts von vielen variablen Faktoren (Interaktion, Flexibilität, Engagement, etc.) abhängt. Daher ist es ratsam, Bildungspraktiken kontinuierlich zu überprüfen und die besten Ansätze für die individuellen Bedürfnisse der Studierenden zu wählen. Idealerweise könnte eine hybride Lösung, die die Vorteile beider Formate kombiniert, eine effektive Möglichkeit bieten.

## ORCIDs der Autoren

- Tom Dreyer: [0009-0001-6286-0140]
- Symeon Papadopoulos [0000-0002-0708-7431]
- Rudolf Wiesner: [0000-0003-1677-4476]
- Yassin Karay: [0009-0005-6380-158X]

## Interessenkonflikt

Die Autoren erklären, dass sie keinen Interessenkonflikt im Zusammenhang mit diesem Artikel haben.

## Literatur

- Hodges C, Moore S, Lockee B, Trust T, Bond A. The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educ Rev.* March 27, 2020. Zugänglich unter/available from: <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>
- Wagner DA, Castillo NM, Tuz Zahra F. Global learning equity and education: looking ahead. *unesco UNESDOC Digital Library.* 2020. ED-2020-FoE-BP/26. Zugänglich unter/available from: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375000>
- Ahmad S, Mohd Noor AS, Alwan AA, Gulzar Y, Khan WZ, Reegu FA. eLearning Acceptance and Adoption Challenges in Higher Education. *Sustainability.* 2023;15:6190. DOI: 10.3390/su15076190
- Sadeghi M. A Shift from Classroom to Distance Learning: Advantages and Limitations. *Int J Res Engl Educ.* 2019;4(1). DOI: 10.29252/ijree.4.1.80
- Almendingen K, Morseth MS, Gjølstad E, Brevik A, Tørris C. Student's experiences with online teaching following COVID-19 lockdown: A mixed methods explorative study. *PLoS ONE.* 2021;6(8): e0250378. DOI: 10.1371/journal.pone.0250378
- Freeman S, Eddy SL, McDonough M, Smith MK, Okoroafor N, Jordt H, Wenderoth MP. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2014;111(23):8410-8415. DOI: 10.1073/pnas.1319030111
- Zims H, Karay Y, Neugebauer P, Herzig S, Stosch C. Fifteen years of the cologne medical model study course: has the expectation of increasing student interest in general practice specialization been fulfilled? *GMS J Med Educ.* 2019;36(5):Doc58. DOI: 10.3205/zma001266
- Cronbach LJ. Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika.* 1951;16:297-334. DOI: 10.1007/BF02310555
- Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* 2nd ed. Hillsdale, NJ: Erlbaum; 1988.
- Ekarattanawong S, Piyabhan P, Srisawat U, Thongsepee N, Sookprasert N, Mathuradavong N, Charoenphandhu J, Wannasiri S. Experience of online physiology laboratory teaching for undergraduate students during the COVID-19 pandemic in Thailand. *Adv Physiol Educ.* 2023;47(3):625-632. DOI: 10.1152/advan.00079.2021
- Fabriz S, Mendzheritskaya J, Stehle S. Impact of Synchronous and Asynchronous Settings of Online Teaching and Learning in Higher Education on Students' Learning Experience During COVID-19. *Front Psychol.* 2021;12:733554. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.733554
- Blau I, Weiser O, Eshet-Alkalai Y. How do medium naturalness and personality traits shape academic achievement and perceived learning? An experimental study of face-to-face and synchronous e-learning. *Res Learn Technol.* 2017;25. DOI: 10.25304/rlt.v25.1974
- Warkentin ME, Sayeed L, Hightower R. Virtual Teams versus Face-to-Face Teams: An Exploratory Study of a Web-based Conference System. *Decision Sci.* 1997;28(4):975-996. DOI: 10.1111/j.1540-5915.1997.tb01338.x
- Hollister B, Nair P, Hill-Lindsay S, Chukoskie L. Engagement in online learning: student attitudes and behavior during COVID-19. *Front Educ.* 2022;7:851019. DOI: 10.3389/educ.2022.851019
- Aivaz KA, Teodorescu D. College students' distractions from learning caused by multitasking in online vs. face-to-face classes: a case study at a Public University in Romania. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(18):11188. DOI: 10.3390/ijerph191811188
- Ryan RM, Deci EL. Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Comtemp Educ Psychol.* 2000;25(1):54-67. DOI: 10.1006/ceps.1999.1020
- Kulik JA, Kulik CL. Timing of feedback and verbal learning. *Rev Educ Res.* 1988;58(1):79-97. DOI: 10.3102/00346543058001079
- Junco R, Cotton SR. No A 4 U: The relationship between multitasking and academic performance. *Comp Educ.* 2012;59(2):505-514. DOI: 10.1016/j.compedu.2011.12.023
- Jaggars SS, Xu D. Predicting online student outcomes from a measure of course quality. New York City (NY): Columbia University; 2013. DOI: 10.7916/D8N29TZH
- Fazlullah A, Ong S. The homework gap: Teacher perspectives on closing the digital divide. San Francisco (CA): Common Sense Media; 2019.
- Zheng M, Asif M, Tufail MS, Naseer S, Khokhar SG, Chen X, Naveed RT. COVID Academic Pandemic: Techno Stress Faced by Teaching Staff for Online Academic Activities. *Front Psychol.* 2022;13:895371. DOI: 10.3389/fpsyg.2022.895371
- Cook DA, Levinson AJ, Garside S, Dupras DM, Erwin PJ, Montori VM. Instructional design variations in internet-based learning for health professions education: A systematic review and meta-analysis. *Acad Med.* 2010;85(5):909-922. DOI: 10.1097/ACM.0b013e3181d6c319

23. Cavanaugh CS, Barbour MK, Clark T. Research and Practice in K-12 Online Learning: A Review of Open Access Literature. *Int Rev Res Open Distr Learn.* 2009;10(1). DOI: 10.19173/irrodl.v10i1.607
24. Kusurkar RA, Croiset G, Ten Cate OT. Twelve tips to stimulate intrinsic motivation in students through autonomy-supportive classroom teaching derived from Self-Determination Theory. *Med Teach.* 2011;33(12):978-982. DOI: 10.3109/0142159X.2011.599896
25. Ruiz JG, Mintzer MJ, Rosanne M. The Impact of E-Learning in Medical Education. *Acad Med.* 2006;81(3):207-212. DOI: 10.1097/00001888-200603000-00002

**Bitte zitieren als**

Dreyer T, Papadopoulos S, Wiesner R, Karay Y. Classroom teaching versus online teaching in physiology practical course – does this lead to different examination results? *GMS J Med Educ.* 2025;42(1):Doc8. DOI: 10.3205/zma001732, URN: urn:nbn:de:0183-zma0017329

**Artikel online frei zugänglich unter**

<https://doi.org/10.3205/zma001732>

**Eingereicht:** 20.12.2023

**Überarbeitet:** 19.08.2024

**Angenommen:** 10.09.2024

**Veröffentlicht:** 17.02.2025

**Copyright**

©2025 Dreyer 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/>.

**Korrespondenzadresse:**

Dr. Yassin Karay  
Universität zu Köln, Medizinische Fakultät,  
Studiendekanat, Josef-Stelzmann-Str. 20, 50931 Köln,  
Deutschland, Tel.: +49 (0)221/478-89217, Fax: +49  
(0)221/478-88786  
[yassin.karay@uk-koeln.de](mailto:yassin.karay@uk-koeln.de)