

Virtual reality against Zoom fatigue? A field study on the teaching and learning experience in interactive video and VR conferencing

Abstract

Aim: During the COVID-19 pandemic, the absence of in-person teaching was partially compensated for through videoconferencing. However, lecturers complain that students do not participate actively in video-based online seminars. One reason cited for this is Zoom fatigue. Conferences in virtual reality (VR), accessible with and without head-mounted display, represent one potential remedy to this issue. The research to date does not shed any light on the (1.) teaching experience, (2.) student demand, (3.) learning experience (including participation and social presence), and (4.) learning performance (declarative and spatial) associated with VR conferences. The present work will compare these aspects for videoconferencing, independent study, and – in the case of teaching experience – with in-person teaching.

Methods: A compulsory seminar in General Physiology was offered during the 2020/21 winter semester and the 2021 summer semester as part of the Human Medicine program at the Faculty of Medicine at Ulm University. The seminars were offered in three different formats with identical content: (a) VR conference, (b) video conference, and (c) independent study, with students selecting the format of their choice. In the VR conferences, the lecturer taught using a head-mounted display while students participated via PC, laptop, or tablet. The learning experience and learning performance were assessed using questionnaires and a knowledge test. A semi-structured interview was conducted to assess the VR teaching experience.

Results: The lecturer's teaching experience in the VR conferences was similar to in-person teaching. Students predominantly chose independent study and videoconferencing. The latter resulted in worse outcomes with regard to learning experience (including participation and social presence) and spatial learning performance than the VR conferences. Declarative learning performance differed only slightly between teaching formats.

Conclusions: VR conferencing offers lecturers new didactic opportunities and a teaching experience similar to that of in-person teaching. Students prefer time-efficient videoconferencing and independent study, but rate participation and social presence, among other things, higher in VR conferencing. If faculty and students are open to the technology, VR conferencing can promote interactive exchange in online seminars. This subjective assessment is not associated with better declarative learning performance.

Keywords: virtual reality, social VR, distance learning, Zoom fatigue, medical education

Robert Speidel¹

Edward Felder²

Achim Schneider³

Wolfgang Öchsner⁴

1 Ulm University, Medical Faculty, Division of Learning and Teaching, Competence Center eEducation in Medicine, Ulm, Germany

2 Ulm University, Institute of General Physiology, Ulm, Germany

3 Ulm University, Faculty of Medicine, Division of Learning and Teaching, Ulm, Germany

4 University Hospital Ulm, Clinic for Anesthesiology and Intensive-Care Medicine, Ulm, Germany

1. Background

1.1. Interaction in videoconferences

Videoconferencing technology allows teaching sessions to be held and attended independently of location. During the COVID-19 pandemic, this partially compensated for the absence of in-person teaching [1]. However, lecturers complain about a lack of student participation in video-based online seminars, which are aimed at deepening the understanding of learning content through interactive exchange. Often, students' cameras and microphones remain switched off, so that communication is limited to chat [1], [2], [3]. This means that, in contrast to an in-person seminar, students' facial expressions, gestures, voice pitch, and appearance are missing. This lack of verbal and nonverbal signals can disrupt *social presence* [4], i.e., the subjective impression of being in the company of a real person who is accessible and responsive in the conversational setting [5], [6]. Low levels of social presence in videoconferences reduce student satisfaction and participation in the form of questions and comments [7], [8], [9]. In a case study by Massner, lecturers complained that due to this lack of student feedback and their own gestural limitations they could not teach the same way in videoconferences as they were used to doing during in-person seminars [9].

The limited interaction in videoconferencing can also be attributed to the novel phenomenon of *Zoom fatigue*, which has been increasingly reported since the beginning of the COVID-19 pandemic. Zoom fatigue is a fatigue syndrome believed to be triggered by the heavy use of videoconferencing, and is not limited to its eponymous provider, Zoom [10]. When students suffer from Zoom fatigue, they find it harder to concentrate and participate during the online seminar [3], [9]. Various causes are being discussed for this phenomenon. As with a lack of social presence, one possible reason is limited verbal and nonverbal communication [10], [11], [12]. Even when the participant's video camera is turned on, video conferencing lacks gestures, positioning in space, and the option to detect subtle changes in facial and vocal expressions. Combined with latency in video and audio transmission, this lack of signals makes it difficult to interpret contributions and anticipate pauses in speech [9], [10]. This is compounded by the peculiar view in video conferencing. The grid view in video streams gives the impression of being under constant surveillance and tempts people to check their own video image regularly. These adverse conditions in videoconferencing impede the two-way flow of conversation and exhaust the limited working memory [9], [10], [13], which plays a central role in the processing and long-term storage of information.

The workload of the working memory – known as *cognitive load* – is an important measure of the suitability of a teaching method and is differentiated into three cognitive processes [14]. While the *intrinsic load* is determined by the complexity and novelty of the learning content, the *extraneous load* describes the extent to which the working

memory is taxed by the instructional design (e.g., the grid view in videoconferences). This load should be low to leave as much working memory capacity as possible available for the actual learning process in the form of *germane load*. Video-based online seminars are suspected of causing a high extraneous load and thus promoting Zoom fatigue [9], [10]. While this does not necessarily mean that videoconferencing leads to reduced learning success compared to in-person seminars [15], it does inhibit student interaction, participation, attention, and satisfaction [9], [15], [16]. Along with social presence and cognitive load, these factors are used to describe the learning experience of students in the present field study.

1.2. Conferencing in virtual reality

One alternative to videoconferencing is conferencing in virtual reality (VR). In VR conferences, lecturers and students meet as avatars in virtual 3D environments, where they can approach each other and interact spatially (see figure 1). While the technological forerunners such as Second Life were still limited to *non-immersive* devices (PC, Mac, laptop, tablet or Smartphone), modern VR conferencing systems such as Mozilla Hubs and Engage also allow for *immersive* participation using head-mounted displays (HMDs). In the latter case, also known as social VR, real gestures and – depending on the equipment – facial expressions are projected into the virtual space. Communication via HMD thus resembles a real conversation and could enable lecturers to teach as if face-to-face using gestures and visible conversation partners, despite the virtual distance. However, this assumption has been poorly substantiated thus far, as teaching experience as an umbrella term for teaching-related behavior (e.g., addressing students) and experience (e.g., perception of student participation) is only mentioned casually in relevant publications [17], [18]. Another unique feature of VR conferencing is the virtual 3D space, which is not bound by natural laws and thus opens up new didactic possibilities. Media (e.g., slides, videos, and 3D models) can be positioned, scaled, and annotated freely within the space by both lecturers and students. For example, students can explore anatomical structures and chemical elements spatially while the lecturer annotates them three-dimensionally.

Unlike lecturers' teaching experience, some study results are already available with regard to the learning experience of students in VR. These, however, do not exhibit consistent findings. For example, the comparison of learning performance between non-immersive and immersive VR varies depending on the study and the application scenario [19], [20], [21], [22], [23]. However, there are several indications that immersion in VR via HMD can increase not only social presence but also extraneous load [17], [19], [20]. So far, this downside of immersive VR has yet to have much impact on current practice, as most students do not own HMDs and thus control their avatars via traditional devices. This in turn reduces their



Figure 1: Screenshot of a VR conference. The screenshot above shows a seminar group in a VR conference. The lecturer was using an HMD to teach and illustrated physiological control circuits using 3D models. The students participated via non-immersive devices (PC, laptop or tablet).

range of nonverbal expressions to automatically synchronized lip movements, positioning in space, and buttons to trigger predefined actions (e.g., raise hand) and reactions (e.g., laugh). This non-immersive participation is viewed in a predominantly positive light [24]. The positive aspects include a high degree of interactivity and fun in the classroom. Non-immersive VR conferencing was also found to offer higher levels of social presence and motivation compared to videoconferencing [25]. In a study by Yoshimura and Borst, some students also noted that they preferred communicating via an avatar to using a webcam [17].

1.3. Research questions

In this field study, online seminars in the form of VR conference, videoconference, and independent study were offered, conducted, compared, and – with regard to the teaching experience in VR – contrasted with in-person teaching. The following research questions were investigated:

1. Lecturers' teaching experience

Does the teaching behavior and experience when using an HMD differ from in-person teaching?
What are the didactic added values and obstacles associated with VR conferencing compared to videoconferencing?

2. Choice of teaching format

Which teaching format do medical students prefer?

3. Students' learning experience

Which teaching format offers the best learning experience (including social presence and participation)?

4. Students' learning performance

Which teaching format results in the best learning performance (declarative and spatial)?

2. Method

2.1. Study design

The study was conducted in two consecutive compulsory online seminars in the third (WS 2020/21; February 2021) and fourth semesters (SS 2021; April and May 2021) of Human Medicine at the Faculty of Medicine at the University of Ulm with approval of the ethics committee of the University of Ulm. The seminars were part of the General Physiology curriculum and focused on physiological control circuits and blood pressure regulation. At the beginning of both seminars, students ($N_{WS}=328$; $N_{SS}=308$) were able to choose the teaching format, selecting from synchronous seminar participation via (a) VR conferencing or (b) videoconferencing and (c) asynchronous independent study.

Depending on their chosen formats, students completed either two conference sessions of 90 minutes each with

Table 1: Questionnaire items created by the authors and used in winter semester 2020/21

Construct	Item
Interaction ^a	<i>I found the communication during the CONFERENCE to be very natural. CONFERENCES are optimal for working together.</i>
Participation ^b	<i>I was very motivated to actively participate in the CONFERENCE. I was too self-conscious to actively participate in the CONFERENCE.</i>
Attention ^b	<i>I was able to concentrate well on the learning content during the CONFERENCE. I was often preoccupied with things not related to the seminar during the CONFERENCE.</i>
Enjoyment	<i>I enjoyed the FORMAT very much.</i>
Seminar evaluation ^c	<i>How would you evaluate the seminar overall using grades?</i>

Note: CONFERENCE stands for VR conference and videoconference. These items were only used in the videoconferences and VR conferences. FORMAT stands for all teaching formats. Except for the seminar evaluation, the response scale ranged from 1 ("I completely disagree") to 7 ("I completely agree").

^a The items were aggregated into an overall score and averaged.

^b The respective negatively worded item was inverted and aggregated with the second item and averaged.

^c The response scale corresponded to the German school grades from 1 ("very good") to 6 ("unsatisfactory").

an average of 18.73 participants ($SD=1.44$) or two independent study units on the university learning platform Moodle. The independent study units included explanatory videos with 2D graphics on physiological processes and MC questions to ensure understanding. Learning materials were designed by the responsible teaching supervisor and co-author of the study (EF) and defined as content guidelines for the synchronous teaching formats.

Due to the high number of students who opted for videoconferencing, the format was offered by a total of eight different lecturers, including experienced teaching staff and student assistants with limited teaching experience. In the videoconferences, the same content was taught and the same MC questions were asked as in the independent study materials. However, the lecturers retained creative freedom in preparing the specified materials, meaning that the presentation slides differed slightly. By contrast, the only lecturer for the VR conferences, which were identical in content too, was the teaching supervisor, who at the time had seven years of teaching experience and advanced skills in using non-immersive devices (e.g., 3D modeling on a desktop). The VR conferences also included a mandatory technical introduction in VR and 3D models instead of 2D graphics. Students were able to explore the 3D models spatially without manipulating them (e.g., rotating, scaling, or annotating).

2.2. VR conference

The online VR seminar took place via the fee-based Engage conferencing system, which requires students to install the software and create an account to participate. Engage was preferred over free open-source alternatives such as Mozilla Hubs because the service provider offered personal support with technical questions and problems to ensure a smooth teaching process. The lecturer in the VR conferences taught using a Meta Quest HMD (6DoF, 1440×1600 per eye, 100° FOV, 72 FPS, no face tracking)

and explained physiological control circuits using 3D models that he himself had created in advance on the desktop and in VR. He was supported in the organization and technical preparation of the sessions by the Competence Center eEducation in Medicine Baden-Wuerttemberg, which employs another one of the authors (RS).

2.3. Instruments and statistical analysis

Data collection, in which the students participated voluntarily, took place in the synchronous teaching formats after the last seminar date in each case and was conducted online using a questionnaire plugin for the university learning platform Moodle [26]. Students participating in the asynchronous independent study format were also asked to complete the questionnaire directly after the end of the seminar. However, students who opted for the independent study format were allowed a period of one week to complete the questionnaire, as these students did not finish the seminar at the same time.

In the 2020/21 winter semester, students assessed their learning experience and success only subjectively by completing a questionnaire. The student learning experience was surveyed in terms of social presence, cognitive load, and the constructs listed in table 1. Social presence was measured using a German translation of the Multimodal Presence Scale (MPS) (e.g., "I felt like I was in the presence of another person in the virtual environment.") [27], [28], which includes five items with a response scale ranging from 1 ("I completely agree") to 5 ("I completely disagree"). Extraneous (e.g., "The design of the VR conferences was very inconvenient for learning.") and germane cognitive load (e.g., "My point while attending the VR conferences was to understand everything correctly.") were queried using five items based on the work of Klepsch et al. [29]. Answers were based on a response scale from 1 ("I completely disagree") to 7 ("I completely agree"). Since the intrinsic load depends

Table 2: Sample description

Teaching format	Semester	N	n (%)	Sex		Age		Affinity for technology ^a		Interest in VR ^a		Prior experience with immersive VR ^b			Device	
				♀ n (%)	♂ n (%)	M	SD	M	SD	M	SD	Yes n (%)	No n (%)	n/a	PC/ laptop	tablet
VR conference	20/21 WS	18	17 (95%)	10 (59%)	7 (41%)	20.9	1.4	4.2	1.7	4.8	1.6	4 (24%)	9 (53%)	4 (24%)	9 (53%)	8 (47%)
	21 SS	29	23 (79%)	16 (70%)	7 (30%)	20.9	.9	3.7	1.8	4.4	1.5	1 (4%)	21 (91%)	1 (4%)	14 (61%)	9 (39%)
Video conference	20/21 WS	136	16 (12%)	10 (63%)	6 (37%)	21.5	1.9	4.2	1.7	3.3	1.5	4 (25%)	11 (69%)	1 (6%)	14 (88%)	2 (13%)
	21 SS	120	57 (48%)	38 (67%)	19 (33%)	21.5	2.5	3.6	1.7	3.1	1.6	4 (7%)	53 (93%)	-	50 (88%)	7 (12%)
Independent study	20/21 WS	174	60 (35%)	38 (63%)	22 (37%)	21.5	3.1	4.2	1.8	3.2	1.5	11 (18%)	45 (75%)	4 (7%)	-	-
	21 SS	159	105 (66%)	56 (53%)	49 (47%)	23.0	4.8	4.2	1.6	3.2	1.4	16 (15%)	86 (82%)	3 (3%)	-	-
Total		636	278 (44%)	168 (60%)	110 (40%)	22.0	3.6	4.0	1.7	3.4	1.6	40 (14%)	225 (81%)	13 (5%)	87 (77%)	26 (23%)

^a The items “I am very tech-savvy” and “I am very interested in virtual reality” were rated on Likert-type response scales from 1 (“I completely disagree”) to 5 (“I completely agree”).

^b “Have you ever used an HMD outside of this seminar? If yes, approximately how many times in the last year? We do not mean VR goggles made of cardboard or plastic for smartphones.” Students who answered “Yes” used HMDs an average of 1.44 (SD=.72) times in the past year.

on the learning content, which was the same across all teaching formats, it was not analyzed. The response scale used for cognitive load was also applied to the items created by the authors and listed in table 1 and the subjective questions on declarative learning content (e.g., “I have understood why vasoconstriction of resistance vessels leads to an increase in blood pressure.”) and its spatial location (e.g., “I can spatially locate individual elements of the models/graphs shown.”) (see attachment 1, tables A1 and A2). Social presence and the constructs of interaction and participation were not measured in the independent study group because the instructional format did not include any social interaction.

In order to objectively validate the assessment of learning success, a voluntary single-choice knowledge test was administered in all teaching format groups during the 2021 summer semester. The test included eight questions, each with five answers to choose from (see attachment 1, table B1). The solutions for the knowledge test, which was advertised as an opportunity for additional exam preparation, were made available to all students in the seminar after the questionnaire was completed. The learning experience was not re-surveyed. Data collected over the two semesters were adjusted and analyzed using SPSS (Version 27) and are presented using the arithmetic mean (*M*), standard deviation (*SD*), and supplemental qualitative student feedback.

Data about the teaching experience of the lecturer who taught in the VR conferences was collected during a semi-structured interview in late February 2021. The interview questions in attachment 1, table C1, were aimed at contrasting the VR teaching experience and behavior with

those during in-person teaching (e.g., “To what extent did teaching via head-mounted display (HMD) differ from in-person teaching?”) and identifying possible added values and obstacles of VR conferencing compared to videoconferencing (e.g., “In your opinion, do VR conferences have any added didactic value compared to video-based online seminars?”). The interview was recorded and transcribed by hand. The statements collected were filtered based on their relevance to the two research questions on teaching experience, then sorted and summarized as continuous text including direct quotes.

3. Results

3.1. Sample

Table 2 describes the samples differentiated by teaching format and semester. Participation rates increased from 28% ($n_{WS}=93$) to 60% ($n_{SS}=158$) across groups between semesters. While sex, age, and affinity for technology were similar across groups, the VR variant showed a descriptively higher interest in VR technology.

3.2. Teaching experience

3.2.1. Teaching behavior and experience

Due to the ability to move spatially and gesture freely with the HMD, the lecturer's teaching experience in VR was similar to that during in-person teaching:

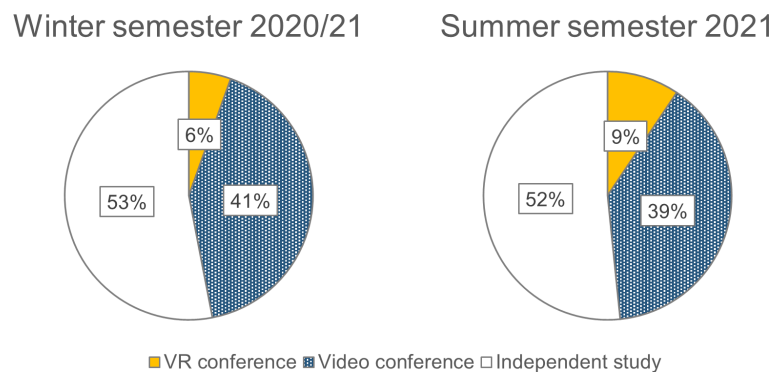


Figure 2: Ratio of chosen teaching formats. The ratio of chosen teaching formats refers to the total number of seminar participants ($N_{ws}=328$; $N_{ss}=308$).

"The classic teaching situation [...] is mirrored one-to-one in the VR conference. I was completely immersed in the world. Whether that was a virtual or real wall no longer made a difference to me."

At the beginning of the seminar, the students seemed like "mannequins" to the lecturer, since their natural gestures and facial expressions could not be reproduced via conventional devices. However, this impression faded into the background in the course of the class. The lecturer estimated that active student participation was higher in VR than in videoconferencing. The generic, non-verbal expressions of the students (e.g., nodding and shaking their heads) helped the lecturer to assess comprehension and attention, but was not equivalent to the real facial expressions and gestures in in-person teaching.

3.2.2. Added values and obstacles

The lecturer stated that the greatest added value of VR was the possibility it afforded to teach almost as in-person despite social distancing requirements. Another advantage was the variety of didactic possibilities. In contrast to videoconferences, media (e.g., slides, videos, and 3D models) and tools (e.g., questionnaires and free drawing in 3D) could be used and modified freely within the virtual space. This meant, for example, that students could spatially explore 3D models such as anatomical structures and chemical elements. However, users should be mindful of scaling the 3D models and lettering in the virtual space sufficiently large for smaller displays like tablets and smartphones. Although the initial effort required to prepare for VR conferences (choice of conference system, technical familiarization with hardware and software, and design of 3D models), represents a significant obstacle, this would be reduced in subsequent seminars, as with other teaching formats. In everyday practice, VR conferences therefore do not necessarily require more work than videoconferences and in-person teaching.

3.3. Choice of teaching format

In both semesters, the majority of students opted for independent study ($N_{ws}=174$, $N_{ss}=159$). In an optional query, the most frequently cited reasons for this decision were free time management ($n_{ws}=35$), a preference for

independent study ($n_{ws}=19$), and less work ($n_{ws}=8$). The second most common choice in both semesters was videoconferencing ($N_{ws}=136$, $N_{ss}=120$) due to social exchange ($n_{ws}=6$) and the opportunity to ask questions ($n_{ws}=4$). Significantly fewer students attended the VR conferences ($N_{ws}=18$, $N_{ss}=29$), but attendance increased by 61% between semesters (see figure 2). The most common motivations to choose VR conferences were curiosity ($n_{ws}=14$) and a desire for change ($n_{ws}=3$):

"I felt like trying something new. I haven't had much exposure to VR before, and I've never participated in anything like [the VR conference], so I was very excited to see what the seminar would be like."

3.4. Learning experience

The average extraneous load in the VR conference group was lower ($M=2.14$, $SD=1.04$) than that in the videoconferences ($M=3.23$, $SD=1.08$) and during independent study ($M=3.12$, $SD=1.28$). However, the latter performed better with regard to germane load ($M=5.54$, $SD=1.02$) than the VR conference ($M=4.91$, $SD=1.29$) and the videoconference groups ($M=4.75$, $SD=1.68$). In contrast to videoconferences, the VR conference format also induced a moderate sense of social presence (see figure 3).

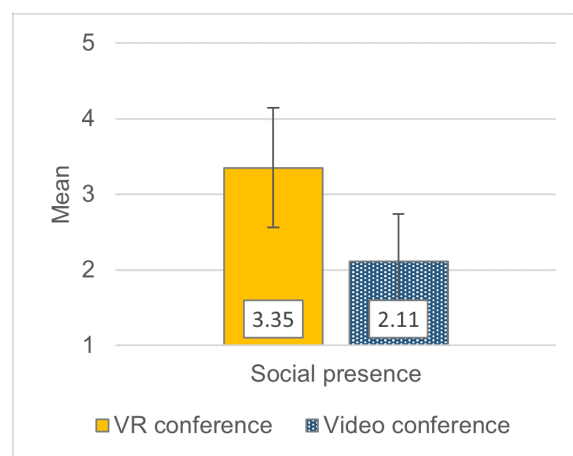


Figure 3: Sense of social presence in conference formats. Multimodal Presence Scale (MPS) by Makransky et al. [19] with a response scale of 1 ("I completely disagree.") to 5 ("I completely agree.") [27], [28]. +/- 1 SD error bars.

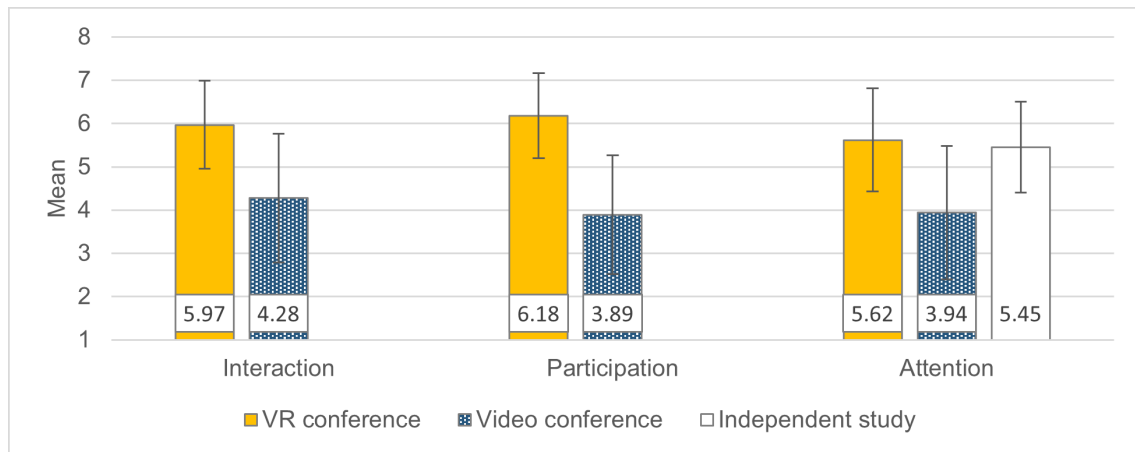


Figure 4: Interaction, participation, and attention ratings. The items for the three factors shown are listed in table 2. Response scale from 1 ("I completely disagree.") to 7 ("I completely agree."). +/- 1 SD error bars.

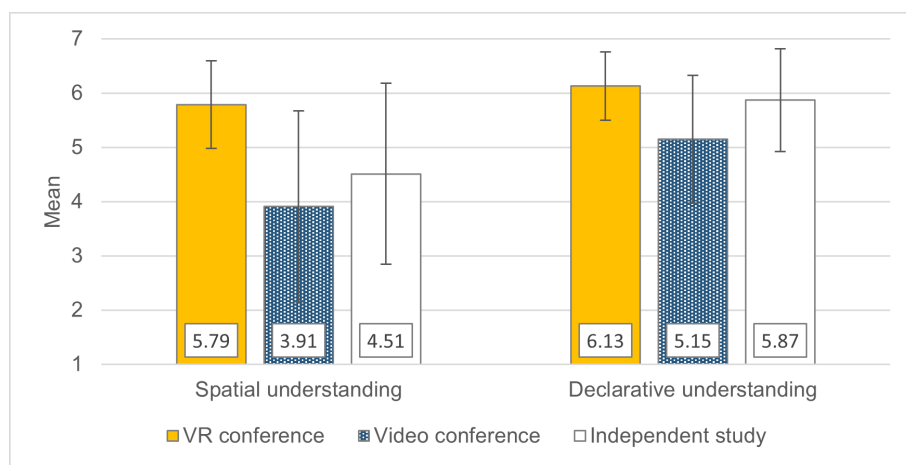


Figure 5: Subjective learning performance in the 2020/21 winter semester. The items for the two factors shown are listed in attachment 1. Response scale of 1 ("I completely disagree.") to 7 ("I completely agree."). +/- 1 SD error bars.

Students considered VR conferencing more suitable for interaction in seminars than videoconferencing. Subjective attention and participation were also rated higher in VR than in videoconferencing (see figure 4):

"Personally, I noticed that I stay on task much better and listen better in the VR condition. In [videoconferences] you often get distracted quickly or do something else on the side. That was not the case [in the VR conference]."

The winter semester seminar was rated higher with regard to both German school grades (SG), ranging from 1 ("very good") to 6 ("unsatisfactory"), and experienced enjoyment (E) in the VR conference group ($M_{SG}=1.29$, $SD_{SG}=.47$; $M_E=6.76$, $SD_E=.56$) than in the independent study ($M_{SG}=2.12$, $SD_{SG}=.61$; $M_E=5.02$, $SD_E=1.30$) and videoconferencing groups ($M_{SG}=2.38$, $SD_{SG}=.89$; $M_E=4.44$, $SD_E=1.37$):

"For me personally, [VR conferences] are the best online-based option for seminars that cannot be held in person due to the various illustrative models and the possibility of direct interaction in the 'lecture hall'."

3.5. Learning performance

Spatial comprehension was better in the VR conference group than in the other two formats. With regard to declarative comprehension, the preference for VR is descriptively only found when compared to videoconferencing (see figure 5). In the objective knowledge test, where no format stood out, the VR conference group performed slightly worse descriptively (see figure 6).

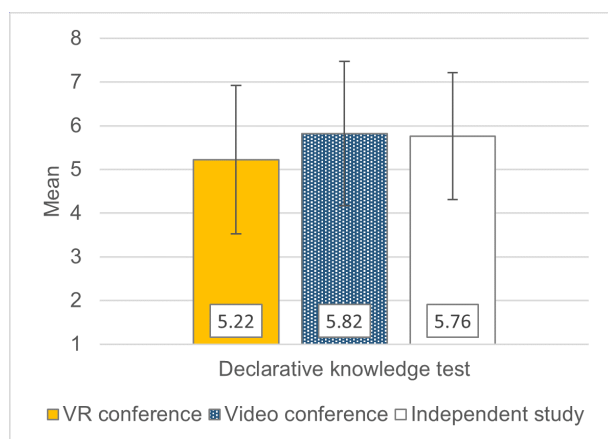


Figure 6: Objective learning performance in the 2021 summer semester. The knowledge test consisted of eight questions, each worth one point. The questions are listed in attachment 1. +/- 1 SD error bars.

4. Discussion

VR conferencing is an alternative to videoconferencing, which has been associated with Zoom fatigue and low student participation, among other issues [1], [2], [30], [31]. In this field study, the two conference variants and the independent study format were compared in curricular use and – in the case of teaching experience in VR – contrasted with in-person teaching.

For the lecturer in VR, the initial preparation of the VR conference was a large time investment, despite prior knowledge and support. Therefore, it can be assumed that HMDs are currently only used for teaching by lecturers interested in the technology who can afford the preparation time. This assumption is reinforced by thematically-related project reports [17], [18]. If VR is to reach a broader range of faculty, the barrier to entry must be reduced through faculty support services including the pre-selection and provision of HMDs and VR conferencing systems for which technical and didactic training is provided. Such offerings can enhance the teaching experience, especially during the pandemic and in international degree programs for which in-person teaching is not possible. Instead of lecturing in front of a webcam, lecturers can use HMDs to teach interactively and motivate their students almost as if they were in a real seminar room. VR also opens up new didactic possibilities such as spatial teaching and learning with 3D models. The latter can be downloaded ready-made from platforms such as Sketchfab or drawn in 3D by the lecturer using intuitive VR software (e.g., gravity sketch).

Students preferred the established teaching formats in their choice of format. The reasons given for choosing independent study were free time management and a preference for independent learning, which synchronous teaching cannot offer. With regard to the synchronous teaching formats, only a minority chose VR conferencing, which can be explained by the varying interest in VR technology and the additional work involved (written in-

structions, software installation, and test conferencing) according to the Technology Acceptance Model [32], [33]. VR conferencing will probably only become attractive to the broader student body with increasing awareness and improved accessibility (use without installation and account creation) [34], [35]. If VR conferencing is mandatory, technical instruction should be provided in advance, otherwise learning success will be determined by individual technical competence [25], [36].

The students who opted for the VR variant despite the extra work it entailed did so mostly out of curiosity and rated the seminar and their learning experience as better overall than their fellow students. The increase in the number of participants between surveys is thus possibly due to students recommending the VR variant. The high scores for motivation, attention, and interaction are consistent with previous research on non-immersive VR conferencing [24], [25], [37], [38], [39], [40], [41], [42], [43]. By contrast, the results on social presence were unexpected in relation to videoconferencing. According to Bailenson et al. (2018), the feeling of being in virtual company should not differ noticeably between videoconferencing and VR conferencing [44]. The difference found may be a result of the Zoom fatigue that currently prevails and the enthusiasm of the VR group. Interaction, attention, and participation were also higher in the VR conferences. One reason for the high level of activity in these sessions seems to be the use of virtual avatars. In contrast to videoconferences, students in VR seminars are always physically represented and recognizable as counterparts without being visible in real life [45], [46]. Thus, students have no reason to monitor their actual appearance during the VR conference, which possibly accounts for the lower extraneous load. Finally, students also rated their own spatial and declarative learning performance highest in the VR group. As this tendency was not objectively confirmed with respect to the declarative content, however, the reliability of the student data must be questioned in a critical light. Nevertheless, the evaluation of spatial understanding appears to be credible, since it is only possible to explore visual material three-dimensionally in VR conferencing.

In contrast to VR conferencing, videoconferencing performed worst in all subjective aspects of the learning experience. This includes an unfavorable working memory load, which has already been identified by other authors as a possible cause of Zoom fatigue [10], [11], [12]. This is noteworthy in light of the fact that the format was selected by the students themselves and suggests that videoconferencing is also frequently perceived by students as fatiguing and ineffective. The wide variation in responses suggests that the quality and suitability of videoconferences is dependent on individual preferences and teaching styles. The declarative knowledge test also gave the authors no reason to believe that videoconferencing impairs declarative learning success.

When interpreting the results, it must be taken into account that the students themselves chose their groups based on their personal preferences and that different

lecturers taught in the various conferences. In addition, the ratings could have been influenced by the novelty effect [47]. Accordingly, the positive evaluation of VR conferences on the part of the lecturer and the students could be relativized once VR technology has become established. In order to determine whether the tendencies identified in this study are generally valid, they need to be tested with randomized groups in more controlled settings. Future studies should also investigate how participation type (immersive vs. non-immersive) and upcoming technological innovations (e.g., photorealistic avatars with authentic facial expressions) affect VR conferences in teaching [11].

5. Conclusions

The findings from curricular teaching show that VR conferencing can enrich synchronous distance teaching if lecturers and students are open to the technology. VR conferencing offers lecturers who invest the initial effort new didactic opportunities in a virtual 3D space and a teaching experience similar to in-person teaching. Most students prefer videoconferences and independent study, which require less preparation. However, interaction, participation, social presence, and the seminar, among other things, are rated higher in VR conferencing than in established teaching formats. Nevertheless, this subjective assessment does not result in better declarative learning performance.

Funding

The field study was financially supported by the AG Lehrforschung (Committee on Medical Educational Research) of the Faculty of Medicine at the University of Ulm.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Attachments

Available from <https://doi.org/10.3205/zma001601>

- Attachment_1.pdf (128 KB)
Additional tables

References

- Speidel R, Schneider A, Körner J, Grab-Kroll C, Öchsner W. Did video kill the XR star? Digital trends in medical education before and after the COVID-19 outbreak from the perspective of students and lecturers from the faculty of medicine at the University of Ulm. *GMS J Med Educ.* 2021;38(7):Doc101. DOI: 10.3205/zma001497
- Joshi PK, Bodkha PG. A comparative evaluation of students' insight of face to face classroom lectures and virtual online lectures. *Nat J Physiol Pharm Pharmacol.* 2021;11(1):28-33. DOI: 10.5455/njppp.2021.10.08225202026082020
- Peper E, Wilson V, Martin M, Rosegard E, Harvey R. Avoid Zoom Fatigue, Be Present and Learn. *NeuroRegulation.* 2021;8(1):47-56. DOI: 10.15540/nr.8.1.47
- Gunawardena CN, Zittle FJ. Social presence as a predictor of satisfaction within a computer-mediated conferencing environment. *Am J Distance Educ.* 1997;11(3):8-26. DOI: 10.1080/08923649709526970
- Biocca F. The Cyborg's Dilemma: Progressive Embodiment in Virtual Environments. *J Comput Mediat Commun.* 1997;3(2):JCMC324. DOI: 10.1111/j.1083-6101.1997.tb00070.x
- Parker EB. The Social Psychology of Telecommunications by John Short, Ederyn Williams, Bruce Christie. *Contemp Sociol.* 1978;7(1):32-33. DOI: 10.2307/2065899
- Yamada M. The role of social presence in learner-centered communicative language learning using synchronous computer-mediated communication: Experimental study. *Comput Educ.* 2009;52(4):820-833. DOI: 10.1016/j.compedu.2008.12.007
- Torda A, Shulruf b. It's what you do, not the way you do it - online versus face-to-face small group teaching in first year medical school. *BMC Med Educ.* 2021;21(1):541. DOI: 10.1186/s12909-021-02981-5
- Massner CK. Zooming in on Zoom Fatigue: A Case Study of Videoconferencing and Zoom Fatigue in Higher Education. [Doctoral dissertation]. Lynchburg, VA: Liberty University; 2021. Zugänglich unter/available from: <https://digitalcommons.liberty.edu/doctoral/3030>
- Bailenson JN. Nonverbal overload: A theoretical argument for the causes of Zoom fatigue. *Technol Mind Behav.* 2021;2(1). DOI: 10.1037/tmb0000030
- Matthews B, See ZS, Day J. Crisis and extended realities: remote presence in the time of COVID-19. *Media Int Australia.* 2021;178(1):198-209. DOI: 10.1177/1329878X20967165
- Bailenson J. Transformed Social Interaction in Collaborative Virtual Environments. In: Messaris P, Humphreys L, editors. *Transformations in Human Communication.* New York, Oxford: Peter Lang; 2006. p.255-264.
- Schoenenberg K, Raake A, Koeppel J. Why are you so slow? – Misattribution of transmission delay to attributes of the conversation partner at the far-end. *Int J Hum Comput Stud.* 2014;72(5):477-487. DOI: 10.1016/j.ijhcs.2014.02.004
- Sweller J. Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learn Instr.* 1994;4(4):295-312. DOI: 10.1016/0959-4752(94)90003-5
- Francescucci A, Rohani L. Exclusively Synchronous Online (VIRI) Learning: The Impact on Student Performance and Engagement Outcomes. *J Mark Educ.* 2019;41(1):60-69. DOI: 10.1177/0273475318818864
- Umpfrey LR, Wickersham JA, Sherblom JC. Student Perceptions of the Instructor's Relational Characteristics, the Classroom Communication Experience, and the Interaction Involvement in Face-to-Face versus Video Conference Instruction. *Commun Res Rep.* 2008;25(2):102-114. DOI: 10.1080/08824090802021954
- Yoshimura A, Borst CW. Evaluation of Headset-based Viewing and Desktop-based Viewing of Remote Lectures in a Social VR Platform. In: Teather RJ, Joslin C, Stuerzlinger W, et al., editors. *26th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology.* Vol. 26. New York City (NY): Association for Computing Machinery; 2020. p.1-3. DOI: 10.1145/3385956.3422124

18. Eriksson T. Failure and Success in Using Mozilla Hubs for Online Teaching in a Movie Production Course. In: 7th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN). New York, NY: IEEE; 2021. p.1-8. DOI: 10.23919/iLRN52045.2021.9459321
19. Makransky G, Terkildsen TS, Mayer RE. Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learn Instr.* 2019;60:225-236. DOI: 10.1016/j.learninstruc.2017.12.007
20. Roettl J, Terlutter R. The same video game in 2D, 3D or virtual reality - How does technology impact game evaluation and brand placements? *PLoS ONE.* 2018;13(7):e0200724. DOI: 10.1371/journal.pone.0200724
21. Srivastava P, Rimzhim A, Vijay P, Singh S, Chandra S. Desktop VR Is Better Than Non-ambulatory HMD VR for Spatial Learning. *Front Robot AI.* 2019;6:50. DOI: 10.3389/frobt.2019.00050
22. Parmar D, Bertrand J, Babu SV, Madathil K, Zelaya M, Wang T, Wagner J, Gramopadhye AK, Frady K. A comparative evaluation of viewing metaphors on psychophysical skills education in an interactive virtual environment. *Virtual Real.* 2016;20(3):141-157. DOI: 10.1007/s10055-016-0287-7
23. Murcia-López M, Steed A. The Effect of Environmental Features, Self-Avatar, and Immersion on Object Location Memory in Virtual Environments. *Front ICT.* 2016;3. DOI: 10.3389/fict.2016.00024
24. Reisoglu I, Topu B, Yilmaz R, Karakus Yilmaz T, Goktas Y. 3D virtual learning environments in education: A meta-review. *Asia Pacific Educ Rev.* 2017;18(1):81-100. DOI: 10.1007/s12564-016-9467-0
25. Ozonur M, Yanpar Yelken T, Sancar Tokmak H. Social presence and motivation in online environments: Second Life versus the Enocta Learning Management System/Adobe Connect. *Australas J Educ Technol.* 2018;34(3):14. DOI: 10.14742/ajet.3128
26. Churchward M, Rézeau J. Moodle plugins directory: questionnaire. Moodle Pty Ltd; 2020. Zugänglich unter/available from: https://moodle.org/plugins/view.php?plugin=mod_questionnaire
27. Makransky G, Lilleholt L, Aaby A. Development and validation of the Multimodal Presence Scale for virtual reality environments: A confirmatory factor analysis and item response theory approach. *Comput Human Behav.* 2017;72:276-285. DOI: 10.1016/j.chb.2017.02.066
28. Volkmann T, Wessel D, Jochems N, Franke T. German Translation of the Multimodal Presence Scale. In: Dachsel R, Weber G, editors. *Mensch und Computer 2018 - Tagungsband.* Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V; 2018.
29. Klepsch M, Schmitz F, Seufert T. Development and Validation of Two Instruments Measuring Intrinsic, Extraneous, and Germane Cognitive Load. *Front Psychol.* 2017;8:1997. DOI: 10.3389/fpsyg.2017.01997
30. Aston SJ, Reade S, Petersen B, Ward C, Duffy A, Nsutebu E. Extraordinary virtual multidisciplinary team meetings - a novel forum for the coordinated care of patients with -complex conditions within a secondary care setting. *Future Healthc J.* 2018;5(3):218-223. DOI: 10.7861/futurehosp.5-3-218
31. Munro AJ, Swartzman S. What is a virtual multidisciplinary team (vMDT)? *Br J Cancer.* 2013;108(12):2433-2441. DOI: 10.1038/bjc.2013.231
32. Holden RJ, Karsh BT. The technology acceptance model: its past and its future in health care. *J Biomed Inform.* 2010;43(1):159-172. DOI: 10.1016/j.jbi.2009.07.002
33. Davis FD, Bagozzi RP, Warshaw PR. User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Manag Sci.* 1989;35(8):982-1003. DOI: 10.1287/mnsc.35.8.982
34. Weisflog W, Böckel A. Ein studentischer Blick auf den Digital Turn: Auswertung einer bundesweiten Befragung von Studierenden für Studierende. *Hochschulforum Digitalisierung.* 2020;54:1-34. Zugänglich unter/available from: https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/dateien/HFD_AP_54_Studierendenbefragung.pdf
35. Walter S, Speidel R, Hann A, Leitner J, Jerg-Bretzke L, Kropp P, Garbe J, Ebner F. Skepticism towards advancing VR technology - student acceptance of VR as a teaching and assessment tool in medicine. *GMS J Med Educ.* 2021;38(6):Doc100. DOI: 10.3205/zma001496
36. Wiecha J, Heyden R, Sternthal E, Merialdi M. Learning in a virtual world: experience with using second life for medical education. *J Med Internet Res.* 2010;12(1):e1. DOI: 10.2196/jmir.1337
37. Mystakidis S, Berki E, Valtanen JP. Deep and Meaningful E-Learning with Social Virtual Reality Environments in Higher Education: A Systematic Literature Review. *Appl Sci.* 2021;11(5):2412. DOI: 10.3390/app11052412
38. Mystakidis S, Berki E, Valtanen J. Designing and Implementing a Big Open Online Course by Using a 3D Virtual Immersive Environment - Lessons Learned. In: Gómez Chova L, López Martínez A, Candel Torres I, editors. *Edulearn 17: Conference proceedings.* Barcelona: IATED Academy; 2017. p.8070-8079. DOI: 10.21125/edulearn.2017.0487
39. Beltrán Sierra LM, Gutiérrez RS, Garzón-Castro CL. Second Life as a support element for learning electronic related subjects: A real case. *Comput Educ.* 2012;58(1):291-302. DOI: 10.1016/j.compedu.2011.07.019
40. Burgess ML, Slate JR, Rojas-LeBouef A, LaPrairie K. Teaching and learning in Second Life: Using the Community of Inquiry (Col) model to support online instruction with graduate students in instructional technology. *Internet High Educ.* 2010;13(1-2):84-88. DOI: 10.1016/j.iheduc.2009.12.003
41. Schiller SZ, Mennecke BE, Fui-Hoon Nah F, Luse A. Institutional boundaries and trust of virtual teams in collaborative design: An experimental study in a virtual world environment. *Comput Human Behav.* 2014;35:565-577. DOI: 10.1016/j.chb.2014.02.051
42. Tapsis N, Tsolakidis K, Vitsilaki C. Virtual Worlds and Course Dialogue. *Am J Distance Educ.* 2012;26(2):96-109. DOI: 10.1080/08923647.2012.655053
43. Taylor MJ, Shikaislami C, McNicholas C, Taylor D, Reed J, Vlaev I. Using virtual worlds as a platform for collaborative meetings in healthcare: a feasibility study. *BMC Health Serv Res.* 2020;20(1):1-10. DOI: 10.1186/s12913-020-05290-7
44. Oh CS, Bailenson JN, Welch GF. A Systematic Review of Social Presence: Definition, Antecedents, and Implications. *Front Robot AI.* 2018;5:114. DOI: 10.3389/frobt.2018.00114
45. Lorenzo-Alvarez R, Rudolphi-Solero T, Ruiz-Gomez MJ, Sendra-Portero F. Medical Student Education for Abdominal Radiographs in a 3D Virtual Classroom Versus Traditional Classroom: A Randomized Controlled Trial. *AJR Am J Roentgenol.* 2019;213(3):644-650. DOI: 10.2214/AJR.19.21131
46. Englund C, Gustafsson M, Gallego G. Pharmacy Students' Attitudes and Perceptions of "Virtual Worlds" as an Instructional Tool for Clinical Pharmacy Teaching. *Pharmacy (Basel).* 2017;5(1):5. DOI: 10.3390/pharmacy5010005
47. Clark RE. Reconsidering Research on Learning from Media. *Rev Educ Res.* 1983;53(4):445. DOI: 10.2307/1170217

Corresponding author:

Robert Speidel
Ulm University, Medical Faculty, Division of Learning and
Teaching, Competence Center eEducation in Medicine,
Albert-Einstein-Allee 11, D-89081 Ulm, Germany
robert.speidel@uni-ulm.de

This article is freely available from
<https://doi.org/10.3205/zma001601>

Received: 2022-08-20

Revised: 2022-11-21

Accepted: 2023-01-30

Published: 2023-04-17

Please cite as

Speidel R, Felder E, Schneider A, Öchsner W. Virtual reality against
Zoom fatigue? A field study on the teaching and learning experience
in interactive video and VR conferencing. *GMS J Med Educ.*
2023;40(2):Doc19.
DOI: 10.3205/zma001601, URN: urn:nbn:de:0183-zma0016011

Copyright

©2023 Speidel 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/>.

Virtual Reality gegen Zoom-Fatigue? Eine Feldstudie zur Lehr- und Lernerfahrung in interaktiven Video- und VR-Konferenzen

Zusammenfassung

Zielsetzung: Während der Corona-Pandemie wurde der Ausfall der Präsenzlehre teils mit Videokonferenzen kompensiert. Dozierende beklagen jedoch, dass sich Studierende nicht aktiv an videobasierten Online-Seminaren beteiligen. Ein Grund dafür sei Zoom-Fatigue. Eine Abhilfe könnten Konferenzen in der virtuellen Realität (VR) sein, die mit und ohne VR-Brille zugänglich sind. Die bisherige Forschungslage gibt allerdings keinen Aufschluss über die mit VR-Konferenzen verbundene (1.) Lehrerfahrung, (2.) studentische Nachfrage, (3.) Lernerfahrung (u.a. Beteiligung und soziale Präsenz) und (4.) Lernleistung (deklarativ und räumlich). Diese Aspekte sollen im curricularen Einsatz mit Videokonferenzen, dem Selbststudium und – im Falle der Lehrerfahrung – mit dem Präsenzunterricht verglichen werden.

Methodik: Im Studiengang Humanmedizin der Medizinischen Fakultät Ulm wurden im WiSe 2020/21 und SoSe 2021 jeweils ein Pflichtseminar der Allgemeinen Physiologie in drei verschiedenen Lehrformaten inhaltsgleich angeboten: (a) VR-Konferenz, (b) Videokonferenz und (c) Selbststudium. Die Studierenden wählten ihr Lehrformat selbst. In den VR-Konferenzen lehrte der Dozierende mit VR-Brille, während die Studierenden via PC, Laptop oder Tablet teilnahmen. Die Lernerfahrung und die Lernleistung wurden mit Fragebögen und einem Wissenstest untersucht. Für die Lehrerfahrung in VR wurde ein halb-strukturiertes Interview durchgeführt.

Ergebnisse: In den VR-Konferenzen stellte sich beim Dozierenden ein Lehrerlebnis wie in Präsenz ein. Die Studierenden wählten vorwiegend das Selbststudium und die Videokonferenzen. Letztere schnitten bei der Lernerfahrung (u.a. Beteiligung und soziale Präsenz) und der räumlichen Lernleistung schlechter ab als die VR-Konferenzen. Die deklarative Lernleistung unterschied sich nur geringfügig zwischen den Lehrformaten.

Schlussfolgerungen: VR-Konferenzen bieten Dozierenden neue didaktische Möglichkeiten und ein Lehrerlebnis wie in Präsenz. Studierende bevorzugen zeiteffiziente Videokonferenzen und das Selbststudium, bewerten in VR-Konferenzen jedoch u.a. die Beteiligung und soziale Präsenz besser. Wenn Dozierende und Studierende für die Technologie aufgeschlossen sind, können VR-Konferenzen den interaktiven Austausch in Online-Seminaren begünstigen. Diese subjektive Einschätzung geht nicht mit einer besseren deklarativen Lernleistung einher.

Schlüsselwörter: virtuelle Realität, Social VR, Distanzunterricht, Zoom-Fatigue, medizinische Ausbildung

Robert Speidel¹

Edward Felder²

Achim Schneider³

Wolfgang Öchsner⁴

1 Universität Ulm, Medizinische Fakultät, Studiendekanat, Kompetenzzentrum eEducation in der Medizin, Ulm, Deutschland

2 Universität Ulm, Institut für Allgemeine Physiologie, Ulm, Deutschland

3 Universität Ulm, Medizinische Fakultät, Studiendekanat, Ulm, Deutschland

4 Universitätsklinikum Ulm, Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Ulm, Deutschland

1. Hintergrund

1.1. Interaktion in Videokonferenzen

Videokonferenzen erlauben es, Lehrveranstaltungen ortsunabhängig zu halten und zu besuchen. In der Corona-Pandemie konnte so der Ausfall von Präsenzunterricht teilweise kompensiert werden [1]. Jedoch beklagen Dozierende die geringe studentische Beteiligung in videobasierten Online-Seminaren, in denen Lerninhalte im interaktiven Austausch vertieft werden sollen. Häufig bleiben Kamera und Mikrofon der Studierenden ausgeschaltet, sodass sich die Kommunikation auf den Chat beschränkt [1], [2], [3]. Im Gegensatz zu einem Seminar in Präsenz fehlen somit Mimik, Gestik, Stimmlage und Erscheinungsbild der Studierenden. Dieser Mangel an verbalen und nonverbalen Signalen kann die *soziale Präsenz* stören [4], d.h. den subjektiven Eindruck, in der Gesprächssituation einer realen Person zu sein, die in der Gesprächssituation zugänglich und responsiv ist [5], [6]. Eine geringe soziale Präsenz in Videokonferenzen reduziert die studentische Zufriedenheit und Beteiligung in Form von Fragen und Kommentaren [7], [8], [9]. In einer Fallstudie von Massner monieren Dozierende, dass sie aufgrund dieser fehlenden studentischen Rückmeldung und der eigenen gestischen Einschränkung in Videokonferenzen nicht so lehren können, wie sie es in Präsenz gewohnt sind [9].

Die eingeschränkte Interaktion in Videokonferenzen lässt sich auch mit dem neuartigen Phänomen *Zoom-Fatigue* begründen, das seit der Corona-Pandemie vermehrt berichtet wird. Zoom-Fatigue ist ein Erschöpfungssyndrom, das durch die starke Nutzung von Videokonferenzen ausgelöst werden soll und dabei nicht auf den namensgebenden Anbieter Zoom beschränkt ist [10]. Wenn Studierende unter Zoom-Fatigue leiden, fällt es ihnen schwerer, sich im Online-Seminar zu konzentrieren und zu beteiligen [3], [9]. Für das Phänomen werden verschiedene Ursachen diskutiert. Ein möglicher Ansatz ist wie bei der sozialen Präsenz die eingeschränkte verbale und nonverbale Kommunikation [10], [11], [12]. Selbst bei eingeschalteter Videokamera fehlen in Videokonferenzen die Gestik, die Positionierung im Raum und die Möglichkeit, feine Änderung im mimischen und stimmlichen Ausdruck zu erkennen. Zusammen mit der Latenz in der Video- und Audioübertragung erschwert es dieser Mangel an Signalen, Beiträge zu interpretieren und Sprechpausen zu antizipieren [9], [10]. Hinzu kommt die eigentümliche Ansicht in Videokonferenzen. Die Kachelwand aus Videoströmen erzeugt den Eindruck, ständig unter Beobachtung zu stehen, und verleitet dazu, regelmäßig das eigene Videobild zu kontrollieren. Diese widrigen Bedingungen in Videokonferenzen behindern den wechselseitigen Gesprächsfluss und erschöpfen das limitierte Arbeitsgedächtnis [9], [10], [13], das eine zentrale Rolle in der Verarbeitung und langfristigen Speicherung von Informationen einnimmt.

Die Auslastung des Arbeitsgedächtnisses – genannt *Cognitive Load* – ist ein wichtiges Maß für die Eignung einer Lehrform und wird nach drei kognitiven Prozessen diffe-

renziert [14]. Während der *Intrinsic Load* durch die Komplexität und Neuartigkeit des Lerninhalts bedingt wird, beschreibt der *Extraneous Load* das Ausmaß, in dem das Arbeitsgedächtnis durch das Instruktionsdesign beansprucht wird (z.B. die Kachelwand in Videokonferenzen). Dieses sollte gering sein, sodass dem eigentlichen Lernprozess möglichst viel Arbeitsgedächtniskapazität in Form eines *Germane Load* zur Verfügung steht. Videobasierte Online-Seminare stehen in Verdacht, einen hohen Extraneous Load zu verursachen und dadurch Zoom-Fatigue zu begünstigen [9], [10]. Im Vergleich zu Präsenzseminaren führen Videokonferenzen dadurch zwar nicht zwingend zu einem geringerem Lernerfolg [15], jedoch hemmen sie die studentische Interaktion, Beteiligung, Aufmerksamkeit und Zufriedenheit im Unterricht [9], [15], [16]. Diese Faktoren beschreiben mit der sozialen Präsenz und dem Cognitive Load die Lernerfahrung der Studierenden in der vorliegenden Feldstudie.

1.2. Konferenzen in der virtuellen Realität

Eine Alternative zu Videokonferenzen sind Konferenzen in der virtuellen Realität (VR). In VR-Konferenzen treffen sich Dozierende und Studierende als Avatare in virtuellen 3D-Umgebungen, in denen sie aufeinander zugehen und räumlich interagieren können (siehe Abbildung 1). Während die Teilnahme bei den technologischen Vorreitern wie Second Life noch auf *nicht-immersive* Endgeräte (PC, Mac, Laptop, Tablet oder Smartphone) beschränkt war, erlauben moderne VR-Konferenzsysteme wie Mozilla Hubs und Engage zusätzlich die *immersive* Teilnahme mit VR-Brille. In letzterem Fall, der auch als Social VR bezeichnet wird, wird die reale Gestik und – je nach Ausstattung – auch die Mimik in den virtuellen Raum projiziert. Die Kommunikation über eine VR-Brille ähnelt somit einer realen Unterhaltung und könnte es Dozierenden trotz virtueller Distanz ermöglichen, wie in Präsenz mit Gestik und sichtbaren Gesprächspartnern zu lehren. Diese Annahme ist bisher jedoch kaum belegt, da die Lehrerfahrung als Überbegriff für das lehrbezogene Verhalten (z.B. Ansprache von Studierenden) und Erleben (z.B. Wahrnehmung studentischer Beteiligung) nur beiläufig in einschlägigen Publikationen erwähnt wird [17], [18]. Ein weiteres Alleinstellungsmerkmal von VR-Konferenzen ist der virtuelle 3D-Raum, der nicht an Naturgesetze gebunden ist und somit neue didaktische Möglichkeiten eröffnet. Medien (z.B. Folien, Videos und 3D-Modelle) können von Dozierenden und Studierenden frei im Raum positioniert, skaliert und annotiert werden. Zum Beispiel können Studierende anatomische Strukturen und chemische Elemente räumlich erkunden während der oder die Dozierende dreidimensional annotiert.

Im Gegensatz zur Lehrerfahrung der Dozierenden gibt es zur studentischen Lernerfahrung in VR bereits einige Studienergebnisse, die jedoch kein einheitliches Bild ergeben. So fällt der Vergleich der Lernleistung zwischen nicht-immersivem und immersivem VR je nach Studie und Einsatzszenario unterschiedlich aus [19], [20], [21], [22], [23]. Allerdings finden sich mehrere Hinweise dar-



Abbildung 1: Screenshot einer VR-Konferenz. Der Screenshot zeigt eine Seminargruppe in einer VR-Konferenz. Der Dozierende lehrte mit einer VR-Brille und veranschaulichte physiologische Regelkreise anhand von 3D-Modellen. Die Studierenden nahmen mit nicht-immersiven Endgeräten teil (PC, Mac, Laptop oder Tablet).

auf, dass die Immersion einer VR-Brille nicht nur die soziale Präsenz sondern auch den Extraneous Load erhöhen kann [17], [19], [20]. Auf die aktuelle Praxis hat diese Kehrseite von immersivem VR noch kaum Auswirkungen, da die meisten Studierenden keine eigene VR-Brille besitzen und ihre Avatare somit über herkömmliche Endgeräte steuern. Dabei reduziert sich ihr nonverbaler Ausdruck auf automatisch synchronisierte Lippenbewegungen, die Positionierung im Raum und auf Schaltflächen, mit denen sie vordefinierte Handlungen (z.B. Hand heben) und Reaktionen (z.B. Lachen) auslösen können. Dieser nicht-immersiven Teilnahme werden vorwiegend positive Aspekte zugeschrieben [24]. Dazu zählen eine hohe Interaktivität und Spaß am Unterricht. Im Vergleich zu Videokonferenzen fanden sich außerdem eine höhere soziale Präsenz und Motivation [25]. In einer Studie von Yoshimura und Borst merkten zudem einige Studierende an, dass sie die Kommunikation über einen Avatar einer Webcam vorziehen [17].

1.3. Forschungsfragen

In dieser Feldstudie wurden Online-Seminare als VR-Konferenz, als Videokonferenz und als Selbststudium angeboten, durchgeführt, verglichen und – in Bezug auf die Lehrerfahrung in VR – dem Präsenzunterricht gegenübergestellt. Dabei wurden folgende Forschungsfragen untersucht:

1. *Lehrerfahrung der Dozierenden*
Unterscheidet sich das Lehrverhalten und -erleben mit einer VR-Brille vom Unterricht in Präsenz?
Welche didaktischen Mehrwerte und Hürden haben VR-Konferenzen gegenüber Videokonferenzen?
2. *Wahl des Lehrformats*
Welches Lehrformat wird von Medizinstudierenden bevorzugt?
3. *Lernerfahrung der Studierenden*
In welchem Lehrformat ist die Lernerfahrung (u.a. soziale Präsenz und Beteiligung) am besten?
4. *Lernleistung der Studierenden*
In welchem Lehrformat ist die Lernleistung (deklarativ und räumlich) am besten?

2. Methode

2.1. Studiendesign

Mit der Zustimmung der Ethikkommission der Universität Ulm wurde die Studie in zwei aufeinanderfolgenden Online-Pflichtseminaren des dritten (WS 2020/21; Februar 2021) und vierten Fachsemesters (SS 2021; April und Mai 2021) Humanmedizin an der Medizinischen Fakultät Ulm durchgeführt. Die Seminare zählten zum Fachbereich Allgemeine Physiologie und thematisierten physiologische Regelkreise und die Blutdruckregulation. Zu Beginn beider Lehrveranstaltungen konnten die Studierenden ($N_{WS}=328$;

$N_{ss}=308$) das Lehrformat selbst wählen. Zur Auswahl standen die synchrone Seminarteilnahme via (a) VR-Konferenz oder (b) Videokonferenz und (c) das asynchrone Selbststudium.

Je nach Formatwahl absolvierten die Studierenden entweder zwei Konferenztermine à 90 Minuten mit durchschnittlich 18.73 Teilnehmern ($SD=1.44$) oder zwei Selbstlerneinheiten auf der universitären Lernplattform Moodle. Die Selbstlerneinheiten umfassten Erklärvideos mit 2D-Grafiken zu physiologischen Prozessen und MC-Fragen zur Verständnissicherung. Die Lernmaterialien wurden vom Lehrverantwortlichen und Mitautor der Studie (EF) selbst gestaltet und als inhaltliche Vorgabe für die synchronen Lehrformate definiert.

Im Lehrformat Videokonferenz wurde das Seminar aufgrund der hohen Studierendenzahl von insgesamt acht verschiedenen Dozierenden angeboten; darunter erfahrenes Lehrpersonal und studentische Hilfskräfte mit geringer Lehrerschaft. In den Videokonferenzen wurden dieselben Inhalte vermittelt und dieselben MC-Fragen gestellt wie im Selbststudium. Allerdings behielten die Dozierenden bei der Aufbereitung der vorgegebenen Materialien gestalterische Freiheit, sodass sich die Präsentationsfolien leicht unterscheiden. Der Lehrverantwortliche, der zum Zeitpunkt sieben Jahre Lehrerschaft und fortgeschrittene Kenntnisse im Umgang mit nicht-immersiven Endgeräten hatte (z.B. 3D-Modellierung am Desktop), lehrte dagegen ausschließlich und als einziger in den ebenso inhaltsgleichen VR-Konferenzen. Die VR-Konferenzen beinhalteten zusätzlich eine verpflichtende technische Einführung in VR und statt 2D-Grafiken selbst erstellte 3D-Modelle. Die Studierenden konnten die 3D-Modelle räumlich erkunden, ohne diese zu manipulieren (z.B. Drehen, Skalieren oder Annotieren).

2.2. VR-Konferenz

Das Online-Seminar in VR fand über das kostenpflichtige Konferenzsystem Engage statt, das zur Teilnahme die Installation der Software und die Erstellung eines Accounts voraussetzt. Engage wurde kostenlosen Open Source Alternativen wie Mozilla Hubs vorgezogen, da der Dienstleister bei technischen Fragen und Problemen persönlichen Support bot, um einen möglichst reibungslosen Ablauf der curricularen Lehre sicherzustellen. Der Dozierende lehrte in der VR-Konferenz mit einer Meta Quest VR-Brille (6DoF, 1440×1600 pro Auge, 100° FOV, 72 FPS, kein Face Tracking) und erklärte physiologische Regelkreise mit Hilfe von 3D-Modellen, die er vorab selbst am Desktop und in VR erstellte. Bei der Organisation und technischen Einarbeitung wurde er vom Ulmer Kompetenzzentrum eEducation in der Medizin BW unterstützt, bei dem ein weiterer Autor (RS) beschäftigt ist.

2.3. Instrumente und statistische Auswertung

Die Datenerhebung, an der die Studierenden freiwillig teilnahmen, fand in den synchronen Lehrformaten nach dem jeweils letzten Seminartermin statt und wurde online

mit einem Fragebogen-Plugin für die universitäre Lernplattform Moodle durchgeführt [26]. Die Studierenden im asynchronen Selbststudium wurden angehalten, ebenso direkt nach dem Seminarabschluss an der Erhebung teilzunehmen. Allerdings wurden im Selbststudium ein Zeitraum von einer Woche für die Teilnahme eingeräumt, da diese Studierenden das Seminar nicht zu einem einheitlichen Zeitpunkt beendeten.

Im Wintersemester 2020/21 schätzten die Studierenden ihre Lernerfahrung und ihren Lernerfolg vorerst subjektiv in einem Fragebogen ein. Die studentische Lernerfahrung wurde hinsichtlich der sozialen Präsenz, des Cognitive Loads und den in Tabelle 1 gelisteten Konstrukten erhoben. Soziale Präsenz wurde mit einer deutschen Übersetzung der Multimodal Presence Scale (MPS) gemessen (z.B. „Ich habe mich in der virtuellen Umgebung gefühlt, als wäre ich in der Gegenwart einer anderen Person.“) [27], [28], das fünf Items mit einer Antwortskala von 1 („Ich stimme absolut nicht zu.“) bis 5 („Ich stimme absolut zu.“) umfasst. Extraneous (z.B. „Die Darstellung bei VR-Konferenzen ist ungünstig, um wirklich etwas zu lernen.“) und Germane Cognitive Load (z.B. „Es ging mir [in den Videokonferenzen] darum, alles richtig zu verstehen.“) wurden mit fünf Items nach Klepsch et al. abgefragt [29], die auf einer Antwortskala von 1 („Ich stimme absolut nicht zu.“) bis 7 („Ich stimme absolut zu.“) beantwortet wurden. Da der Intrinsic Load durch den Lerninhalt bedingt ist, der über alle Lehrformate hinweg gleich war, wurde dieser nicht ausgewertet. Die für den Cognitive Load verwendete Antwortskala fand auch bei den selbst erstellten Items in Tabelle 1 und den subjektiven Fragen zum deklarativen Lerninhalt (z.B. „Ich habe verstanden, warum die Vasokonstriktion der Widerstandsgefäße zu einer Erhöhung des Blutdruckes führt.“) und dessen räumlichen Verortung (z.B. „Ich kann einzelne Elemente der gezeigten Modelle/Grafiken räumlich verorten.“) Anwendung (siehe Anhang 1, Tabellen A1 und A2). Im Selbststudium wurden die soziale Präsenz sowie die Konstrukte Interaktion und Beteiligung nicht gemessen, da das Lehrformat keinen sozialen Austausch beinhaltete. Um die Einschätzung des Lernerfolgs objektiv zu validieren, wurde im Sommersemester 2021 in allen Lehrformaten ein freiwilliger Single-Choice Wissenstest durchgeführt, der acht Fragen mit jeweils fünf Antworten zur Auswahl bot (siehe Anhang 1, Tabelle B1). Die Lösungen für den Wissenstest, der als Gelegenheit zur zusätzlichen Klausurvorbereitung beworben wurde, wurden nach Abschluss der Erhebung allen Studierenden im Seminar zur Verfügung gestellt. Die Lernerfahrung wurde nicht erneut abgefragt. Die in den zwei Semestern erhobenen Daten wurden mit SPSS (Version 27) bereinigt und ausgewertet. Die Darstellung erfolgt anhand des arithmetischen Mittels (M), der Standardabweichung (SD) und ergänzenden, qualitativen Rückmeldungen der Studierenden.

Die Lehrerschaft des Dozierenden, der in den VR-Konferenzen unterrichtete, wurde Ende Februar 2021 in einem semistrukturierten Interview erhoben. Die Interviewfragen in Anhang 1, Tabelle C1, zielten darauf ab, das Lehrverhalten und -erleben in VR dem Präsenzunterricht

Tabelle 1: Selbst erstellte Fragebogen-Items im Wintersemester 2020/21

Konstrukt	Item
Interaktion ^a	<i>Die Kommunikation in der KONFERENZ empfand ich als sehr natürlich. KONFERENZEN sind für das gemeinsame Arbeiten optimal.</i>
Beteiligung ^b	<i>Ich war in der KONFERENZ sehr motiviert, mich aktiv zu beteiligen. Ich war in der KONFERENZ gehemmt, mich aktiv zu beteiligen.</i>
Aufmerksamkeit ^b	<i>Während der KONFERENZ konnte ich mich gut auf den Lerninhalt konzentrieren. Ich habe mich während der KONFERENZ oft mit seminarfremden Dingen beschäftigt.</i>
Spaß	<i>Das FORMAT hat mir sehr Spaß gemacht.</i>
Seminarbewertung ^c	<i>Wie bewerten Sie das Seminar insgesamt in Schulnoten?</i>

Anmerkung. KONFERENZ ist stellvertretend für VR- und Videokonferenz. Diese Items wurden nur in den Video- und VR-Konferenzen verwendet. FORMAT ist stellvertretend für alle Lehrformate. Bis auf die Seminarbewertung reichte die Antwortskala von 1 („Ich stimme absolut nicht zu.“) bis 7 („Ich stimme absolut zu.“).

^a Die Items wurden zu einem Gesamtwert aggregiert und gemittelt.

^b Das jeweilig negativ formulierte Item wurde invertiert und mit dem zweiten Item aggregiert und gemittelt.

^c Die Antwortskala entsprach den deutschen Schulnoten von 1 („sehr gut“) bis 6 („ungenügend“)

gegenüberzustellen (z.B. „Inwieweit hat sich das Lehren mit VR-Brille von einer realen Präsenzveranstaltung unterschieden?“) und im Vergleich zu Videokonferenzen mögliche Mehrwerte und Hürden von VR-Konferenzen zu identifizieren (z.B. „Haben VR-Konferenzen Ihrer Einschätzung nach didaktische Mehrwerte gegenüber videobasierten Online-Seminaren?“). Das Interview wurde aufgezeichnet und händisch transkribiert. Die gesammelten Aussagen wurden nach Relevanz für die zwei Forschungsfragen zur Lehrerfahrung gefiltert, geordnet und als Fließtext mit teils direkten Zitaten zusammengefasst.

3. Ergebnisse

3.1. Stichprobe

In Tabelle 2 werden die Stichproben nach Gruppenzuordnung differenziert beschrieben. Die Teilnahmequote stieg zwischen den Semestern gruppenübergreifend von 28% ($n_{ws}=93$) auf 60% ($n_{ss}=158$). Während Geschlecht, Alter und Technikaffinität gruppenübergreifend ähnlich ausgeprägt waren, zeigte sich in der VR-Variante ein deskriptiv höheres Interesse an der VR-Technologie.

3.2. Lehrerfahrung

3.2.1. Lehrverhalten und -erleben

Durch die Möglichkeit, sich mit einer VR-Brille räumlich zu bewegen und frei zu gestikulieren, stellte sich beim Dozierenden in VR ein Lehrerlebnis wie in Präsenz ein:

„Die klassische Lehrsituation [...] ist in der VR-Konferenz eins zu eins gespiegelt. Ich war völlig eingetaucht in der Welt. Ob das eine virtuelle oder echte Wand war, machte für mich keinen Unterschied mehr.“

Die Studierenden wirkten auf den Dozierenden zu Beginn des Seminars wie „Schaufensterpuppen“, da deren natürliche Gestik und Mimik nicht über die herkömmlichen Endgeräte abgebildet wurden. Dieser Eindruck trat jedoch

während des Unterrichts in den Hintergrund. Im Vergleich zu Videokonferenzen schätzte der Dozierende die aktive studentische Beteiligung am Unterricht höher ein. Der generische, nonverbale Ausdruck der Studierenden (z.B. Nicken und Kopf schütteln) half dabei, das Verständnis und die Aufmerksamkeit einzuschätzen, jedoch reichte dieser nicht an die reale Mimik und Gestik in der Präsenzlehre heran.

3.2.2. Mehrwerte und Hürden

Die Möglichkeit, trotz sozialer Distanz nahezu wie in Präsenz zu unterrichten, war für den Dozierenden der größte Mehrwert von VR-Konferenzen. Ein weiterer Vorzug sei die Vielfalt an didaktischen Möglichkeiten. Medien (z.B. Folien, Videos und 3D-Modelle) und Tools (z.B. Umfragen und freies Zeichnen in 3D) könnten im Gegensatz zu Videokonferenzen frei im Raum verwendet und modifiziert werden. Studierende könnten somit zum Beispiel 3D-Modelle wie anatomische Strukturen und chemische Elemente räumlich erkunden. Für Tablets und Smartphones müsse jedoch darauf geachtet werden, dass die 3D-Modelle und Schriftzüge ausreichend groß im virtuellen Raum skaliert werden, da sie sonst schwer zu erkennen seien. Eine bedeutende Hürde sei der initiale Aufwand für die Vorbereitung von VR-Konferenzen (Wahl des Konferenzsystems, technische Einarbeitung in Hard- und Software, und Gestaltung der 3D-Modelle), der sich jedoch wie bei anderen Lehrformaten in darauffolgenden Seminaren reduziere. In der Routine stellten VR-Konferenzen somit keine zwangsläufige Mehrarbeit zu Videokonferenzen und dem Präsenzunterricht dar.

3.3. Wahl des Lehrformats

In beiden Semestern entschied sich der Großteil der Studierenden für das Selbststudium ($N_{ws}=174$, $N_{ss}=159$). Als Entscheidungsgründe, deren Angabe optional war, wurden am häufigsten die freie Zeiteinteilung ($n_{ws}=35$), eine Präferenz für selbstständiges Lernen ($n_{ws}=19$) und

Tabelle 2: Stichprobenbeschreibung

Lehrform	Semester	N	Geschlecht		Alter		Technikaffinität ^a		Interesse VR ^a		Vorerfahrung immersives VR ^b			Gerät	
			N (%)	N (%)	M	SD	M	SD	M	SD	Ja N (%)	Nein N (%)	k.A.	PC/Laptop	Tablet
VR-Konferenz	WS 20/21	17	10 (59%)	7 (41%)	20.9	1.4	4.2	1.7	4.8	1.6	4 (24%)	9 (53%)	4 (24%)	9 (53%)	8 (47%)
	SS 21	23	16 (70%)	7 (30%)	20.9	.9	3.7	1.8	4.4	1.5	1 (4%)	21 (91%)	1 (4%)	14 (61%)	9 (39%)
Video-Konferenz	WS 20/21	16	10 (63%)	6 (37%)	21.5	1.9	4.2	1.7	3.3	1.5	4 (25%)	11 (69%)	1 (6%)	14 (88%)	2 (13%)
	SS 2021	57	38 (67%)	19 (33%)	21.5	2.5	3.6	1.7	3.1	1.6	4 (7%)	53 (93%)	-	50 (88%)	7 (12%)
Selbststudium	WS 20/21	60	38 (63%)	22 (37%)	21.5	3.1	4.2	1.8	3.2	1.5	11 (18%)	45 (75%)	4 (7%)	-	-
	SS 2021	105	56 (53%)	49 (47%)	23.0	4.8	4.2	1.6	3.2	1.4	16 (15%)	86 (82%)	3 (3%)	-	-
Total		278	168 (60%)	110 (40%)	22.0	3.6	4.0	1.7	3.4	1.6	40 (14%)	225 (81%)	13 (5%)	87 (77%)	26 (23%)

^a Die Items „Ich bin sehr technikaffin“ und „Ich interessiere mich sehr für Virtual Reality“ wurden auf Antwortskalen des Likert-Typs von 1 („Ich stimme absolut nicht zu“) bis 5 („Ich stimme absolut zu“) bewertet.

^b „Haben Sie außerhalb des Seminars bereits einmal eine VR-Brille genutzt? Falls ja, wie oft ungefähr im letzten Jahr? Brillen aus Karton oder Plastik für das Smartphone sind nicht gemeint.“ Studierende, die mit „Ja“ antworteten, nutzten durchschnittlich 1.44 (SD=.72) mal eine VR-Brille im vergangenen Jahr.

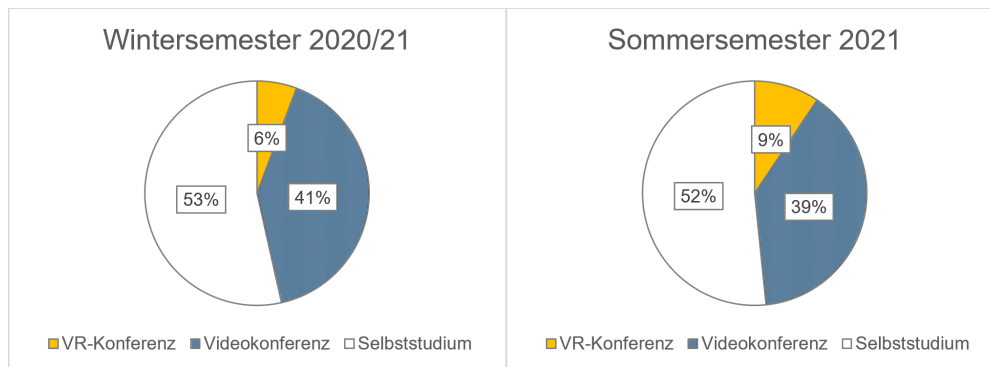


Abbildung 2: Wahl der Lehrformate. Das Verhältnis der gewählten Lehrformate bezieht sich auf die Gesamtzahl der Seminarteilnehmer ($N_{WS}=328$; $N_{SS}=308$).

der geringere Aufwand ($n_{WS}=8$) genannt. Die zweithäufigste Wahl waren in beiden Semestern die Videokonferenzen ($N_{WS}=136$, $N_{SS}=120$), die aus Gründen des sozialen Austauschs ($n_{WS}=6$) und der Nachfragemöglichkeiten ($n_{WS}=4$) gewählt wurden. An den VR-Konferenzen nahmen deutlich weniger Studierende teil ($N_{WS}=18$, $N_{SS}=29$), jedoch stieg die Teilnehmerzahl zwischen den Semestern um 61% (siehe Abbildung 2). Die häufigsten Beweggründe waren Neugierde ($n_{WS}=14$) und der Wunsch nach Abwechslung ($n_{WS}=3$):

„Ich hatte Lust, etwas Neues auszuprobieren. Ich hatte bisher keinen großen Kontakt zu VR und habe auch noch nie an etwas wie [der VR-Konferenz] teilgenommen, daher war ich sehr gespannt, wie das Seminar sein wird.“

3.4. Lernerfahrung

In der VR-Konferenz fiel der durchschnittliche Extraneous Load niedriger aus ($M=2.14$, $SD=1.04$) als bei den Videokonferenzen ($M=3.23$, $SD=1.08$) und beim Selbststudium ($M=3.12$, $SD=1.28$). Letzteres schnitt hingegen beim Germane Load besser ab ($M=5.54$, $SD=1.02$) als die VR-

Konferenz ($M=4.91$, $SD=1.29$) und die Videokonferenzen ($M=4.75$, $SD=1.68$). Im Gegensatz zu den Videokonferenzen stellte sich in der VR-Konferenz zudem ein moderates Gefühl der sozialen Präsenz ein (siehe Abbildung 3).

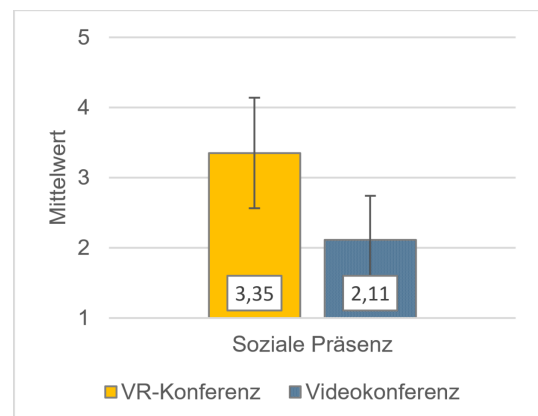


Abbildung 3: Gefühl der sozialen Präsenz in den Konferenzformaten. Multimedial Presence Scale (MPS) von Makranksy et al. [19] mit einer Antwortskala von 1 („Ich stimme absolut nicht zu.“) bis 5 („Ich stimme absolut zu.“) [26], [27]. +/- 1 SD Fehlerbalken.

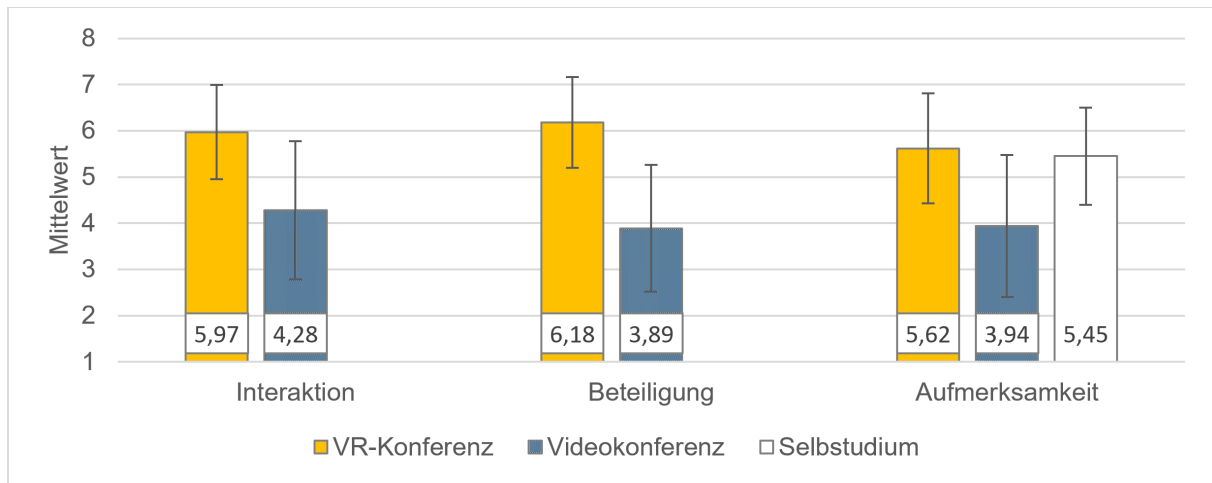


Abbildung 4: Bewertung der Interaktion, Beteiligung und Aufmerksamkeit. Items der drei dargestellten Faktoren siehe Tabelle 2. Antwortskala von 1 („Ich stimme absolut nicht zu.“) bis 7 („Ich stimme absolut zu.“). +/- 1 SD Fehlerbalken.

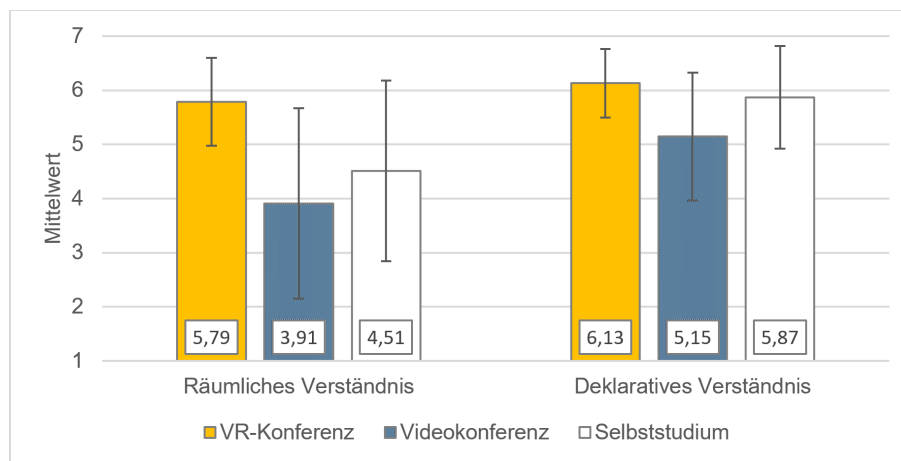


Abbildung 5: Subjektive Lernleistung im WiSe 2020/21. Items der zwei dargestellten Faktoren siehe Anhang 1. Antwortskala von 1 („Ich stimme absolut nicht zu.“) bis 7 („Ich stimme absolut zu.“). +/- 1 SD Fehlerbalken.

Für die Interaktion in Seminaren hielten die Studierenden VR-Konferenzen geeigneter als Videokonferenzen. Auch die subjektive Aufmerksamkeit und Beteiligung fiel in VR höher aus als in den Videokonferenzen (siehe Abbildung 4):

„Mir persönlich ist aufgefallen, dass ich bei der VR-Variante viel besser bei der Sache bleibe und besser zuhöre. Oft wird man bei [Videokonferenzen] doch schnell abgelenkt oder macht nebenher etwas anderes. Das war [in der VR-Konferenz] nicht der Fall.“

Das Seminar im Wintersemester wurde sowohl in Schulnoten (SN) als auch im Hinblick auf den erlebten Spaß (S) in der VR-Konferenz ($M_{SN}=1.29$, $SD_{SN}=.47$; $M_S=6.76$, $SD_S=.56$) besser bewertet als im Selbststudium ($M_{SN}=2.12$, $SD_{SN}=.61$; $M_S=5.02$, $SD_S=1.30$) und in den Videokonferenzen ($M_{SN}=2.38$, $SD_{SN}=.89$; $M_S=4.44$, $SD_S=1.37$):

„Durch die verschiedenen anschaulichen Modelle und die direkte Interaktionsmöglichkeit im ‚Hörsaal‘ sind [VR-Konferenzen] für mich persönlich die beste onlinebasierte Möglichkeit für Seminare, die nicht in Präsenz stattfinden können.“

3.5. Lernleistung

Das räumliche Verständnis fiel in der VR-Konferenz höher aus als in den beiden anderen Formaten. Beim deklarativen Verständnis zeigt sich die Präferenz für VR deskriptiv nur gegenüber den Videokonferenzen (siehe Abbildung 5). Im objektiven Wissenstest, bei dem sich kein Format absetzen konnte, schnitt die VR-Konferenz deskriptiv geringfügig schlechter ab (siehe Abbildung 6).

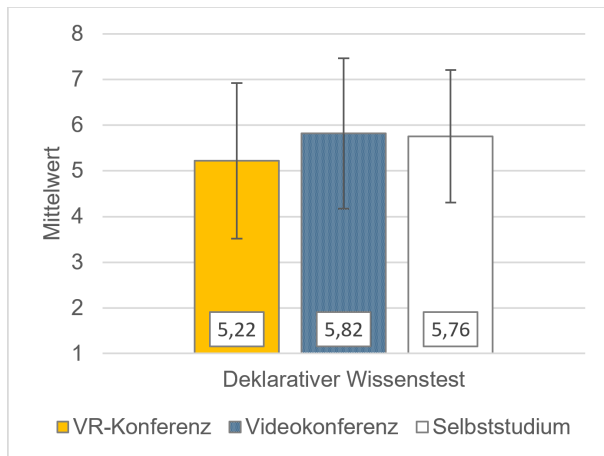


Abbildung 6: Objektive Lernleistung im SoSe 2021. Der Wissenstest bestand aus acht Fragen, für die jeweils ein Punkt vergeben wurde. Fragen siehe Anhang 1. +/- 1 SD Fehlerbalken.

4. Diskussion

VR-Konferenzen sind eine Alternative zu Videokonferenzen, die unter anderem mit Zoom-Fatigue und einer geringen studentischen Beteiligung in Verbindung stehen [1], [2], [30], [31]. In dieser Feldstudie wurden beide Konferenzvarianten und das Selbststudium im curricularen Einsatz verglichen sowie – im Falle der Lehrererfahrung in VR – dem Präsenzunterricht gegenübergestellt.

Für den Dozierenden in VR war die erstmalige Vorbereitung der VR-Konferenz trotz technischer Vorkenntnisse und Unterstützung ein hohes Zeitinvestment. Es ist deshalb anzunehmen, dass aktuell nur die Dozierenden mit VR-Brille unterrichten, die sich für die Technologie interessieren und die Vorbereitungszeit aufbringen können. Durch thematisch verwandte Projektberichte wird diese Annahme bekräftigt [17], [18]. Wenn VR einen breiteren Kreis an Dozierenden erreichen soll, muss die Einstiegschürde durch fakultäre Unterstützungsangebote verringert werden. Dazu zählt die Vorauswahl und Bereitstellung von VR-Brillen und VR-Konferenzsystemen, für die technische und didaktische Schulungen angeboten werden. Besonders in Pandemiezeiten und in internationalen Studiengängen, in denen nicht in Präsenz unterrichtet werden kann, kann ein solches Angebot die Lehrererfahrung verbessern. Anstatt vor einer Webcam Vorträge zu halten, können Dozierende mit einer VR-Brille nahezu wie im realen Seminarraum interaktiv lehren und ihre Studierenden aktivieren. VR eröffnet außerdem neue didaktische Möglichkeiten wie das räumliche Lehren und Lernen mit 3D-Modellen. Letztere können auf Plattformen wie Sketchfab vorgefertigt heruntergeladen oder mit intuitiv gehaltener VR-Software (z.B. Gravity Sketch) selbst in 3D gezeichnet werden.

Die Studierenden bevorzugten bei der Formatwahl die etablierten Lehrformate. Als Gründe wurden beim Selbststudium die freie Zeiteinteilung und eine Präferenz für selbstständiges Lernen genannt, was die synchrone Lehre per se nicht bieten kann. Zwischen den synchronen

Lehrformaten entschied sich nur eine Minderheit für die VR-Konferenz, was sich nach dem Technology Acceptance Model mit dem variierenden Interesse an der VR-Technologie und dem damit verbundenen Mehraufwand (schriftliche Anleitung, Software-Installation und Testkonferenz) erklären lässt [32], [33]. Für die breite Studierendenschaft werden VR-Konferenzen vermutlich erst mit zunehmender Bekanntheit und einer verbesserten Zugänglichkeit (Nutzung ohne Installation und Account-Erstellung) attraktiv [34], [35]. Wenn VR-Konferenzen verpflichtend eingesetzt werden, sollte vorab eine technische Einweisung stattfinden, da ansonsten der Lernerfolg von der individuellen Technikkompetenz bedingt wird [25], [36].

Die Studierenden, die sich trotz dem Mehraufwand für die VR-Variante entschieden, taten dies meist aus Neugierde und bewerteten das Seminar und ihre Lernerfahrung insgesamt besser als ihre Kommilitonen. Der Anstieg der Teilnehmerzahl zwischen den Erhebungszeitpunkten ist somit womöglich auf studentische Weiterempfehlungen der VR-Variante zurückzuführen. Die hohen Werte bei der Motivation, Aufmerksamkeit und Interaktion decken sich dabei mit der bisherigen Forschung zu nicht-immersiven VR-Konferenzen [24], [25], [37], [38], [39], [40], [41], [42], [43]. Die Ergebnisse zur sozialen Präsenz waren in Relation zur Videokonferenz hingegen unerwartet. Das Gefühl, sich in virtueller Gesellschaft zu befinden, sollte sich nach Bailenson et al. (2018) nicht merklich zwischen Video- und VR-Konferenzen unterscheiden [44]. Der gefundene Unterschied lässt sich womöglich auf die aktuell vorherrschende Zoom-Fatigue und den Enthusiasmus der VR-Gruppe erklären. Auch die Interaktion, Aufmerksamkeit und Beteiligung fiel in den VR-Konferenzen höher aus. Ein Grund für die hohe Aktivität scheinen die virtuellen Avatare zu sein. Im Gegensatz zu Videokonferenzen sind die Studierenden in VR immer körperlich repräsentiert und als Ansprechpartner erkennbar, ohne dabei real gesehen zu werden [45], [46]. Somit haben Studierende während der VR-Konferenz keinen Anlass, ihr reales Erscheinungsbild zu kontrollieren, was womöglich den geringeren Extraneous Load begründet. Schließlich wurde auch die eigene räumliche und deklarative Lernleistung in VR am höchsten eingeschätzt. Diese Tendenz hat sich in Bezug auf die deklarativen Inhalte objektiv nicht bestätigt, sodass die Verlässlichkeit der studentischen Angaben kritisch hinterfragt werden muss. Die Einschätzung zum räumlichen Verständnis erscheint dennoch glaubwürdig, da es nur in VR-Konferenzen möglich ist, Anschauungsmaterial dreidimensional zu erkunden.

Im Kontrast zur VR-Konferenz schnitten die Videokonferenzen bei allen subjektiven Aspekten der Lernerfahrung am schlechtesten ab. Dazu zählt auch eine ungünstige Arbeitsgedächtnisauslastung, die bereits von anderen Autoren als eine mögliche Ursache für Zoom-Fatigue identifiziert wurde [10], [11], [12]. Vor dem Hintergrund, dass das Format selbst gewählt wurde, ist dies bemerkenswert und lässt darauf schließen, dass Videokonferenzen auch von den Studierenden häufig als ermüdend

und ineffektiv wahrgenommen werden. Die breite Streuung bei den Angaben lässt vermuten, dass die Qualität und Eignung von Videokonferenzen von individuellen Präferenzen und Lehrstilen abhängig sind. Der deklarative Wissenstest gab zudem keinen Grund zur Annahme, dass Videokonferenzen den deklarativen Lernerfolg beeinträchtigen.

Bei der Interpretation der Ergebnisse muss berücksichtigt werden, dass die Studierenden ihre Gruppenzugehörigkeit selbst nach persönlichen Präferenzen wählten und in den Konferenzen unterschiedliche Dozierende lehrten. Zudem ist der Einfluss des Novelty-Effekts denkbar [47]. Die positive Einschätzung von VR-Konferenzen seitens des Dozierenden und der Studierenden könnte sich demnach relativieren, sobald sich die VR-Technologie etabliert hat. Um festzustellen, ob die aufgezeigten Tendenzen allgemeingültig sind, müssen diese mit randomisierten Gruppen in stärker kontrollierten Settings überprüft werden. In zukünftigen Studien sollte außerdem untersucht werden, wie sich die Teilnahmeart (immersiv vs. nicht-immersiv) und bevorstehende technische Neuerungen (z.B. fotorealistische Avatare mit authentischer Mimik) auf VR-Konferenzen in der Lehre auswirken [11].

5. Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse aus der curricularen Lehre zeigen, dass VR-Konferenzen die synchrone Distanzlehre bereichern können, wenn Dozierende und Studierende für die Technologie aufgeschlossen sind. VR-Konferenzen bieten Dozierenden, die den initialen Aufwand investieren, neue didaktische Möglichkeiten im virtuellen 3D-Raum und ein Lehrerlebnis wie in Präsenz. Die meisten Studierenden präferieren a priori Videokonferenzen und das Selbststudium, die weniger Vorbereitung benötigen. In den VR-Konferenzen werden jedoch unter anderem die Interaktion, die Beteiligung, die soziale Präsenz und das Seminar besser bewertet als in den etablierten Lehrformaten. Diese subjektive Einschätzung resultiert nicht in einer besseren deklarativen Lernleistung.

Förderung

Die Feldstudie wurde von der AG Lehrforschung der Medizinischen Fakultät Ulm finanziell gefördert.

Interessenkonflikt

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

Anhänge

Verfügbar unter <https://doi.org/10.3205/zma001601>

1. Anhang_1.pdf (134 KB)
Zusätzliche Tabellen

Literatur

1. Speidel R, Schneider A, Körner J, Grab-Kroll C, Öchsner W. Did video kill the XR star? Digital trends in medical education before and after the COVID-19 outbreak from the perspective of students and lecturers from the faculty of medicine at the University of Ulm. *GMS J Med Educ.* 2021;38(7):Doc101. DOI: 10.3205/zma001497
2. Joshi PK, Bodkha PG. A comparative evaluation of students' insight of face to face classroom lectures and virtual online lectures. *Nat J Physiol Pharm Pharmacol.* 2021;11(1):28-33. DOI: 10.5455/njppp.2021.10.08225202026082020
3. Peper E, Wilson V, Martin M, Rosegard E, Harvey R. Avoid Zoom Fatigue, Be Present and Learn. *NeuroRegulation.* 2021;8(1):47-56. DOI: 10.15540/nr.8.1.47
4. Gunawardena CN, Zittle FJ. Social presence as a predictor of satisfaction within a computer-mediated conferencing environment. *Am J Distance Educ.* 1997;11(3):8-26. DOI: 10.1080/08923649709526970
5. Biocca F. The Cyborg's Dilemma: Progressive Embodiment in Virtual Environments. *J Comput Mediat Commun.* 1997;3(2):JCMC324. DOI: 10.1111/j.1083-6101.1997.tb00070.x
6. Parker EB. The Social Psychology of Telecommunications by John Short, Ederyn Williams, Bruce Christie. *Contemp Sociol.* 1978;7(1):32-33. DOI: 10.2307/2065899
7. Yamada M. The role of social presence in learner-centered communicative language learning using synchronous computer-mediated communication: Experimental study. *Comput Educ.* 2009;52(4):820-833. DOI: 10.1016/j.compedu.2008.12.007
8. Torda A, Shulruf b. It's what you do, not the way you do it - online versus face-to-face small group teaching in first year medical school. *BMC Med Educ.* 2021;21(1):541. DOI: 10.1186/s12909-021-02981-5
9. Massner CK. Zooming in on Zoom Fatigue: A Case Study of Videoconferencing and Zoom Fatigue in Higher Education. [Doctoral dissertation]. Lynchburg, VA: Liberty University; 2021. Zugänglich unter/available from: <https://digitalcommons.liberty.edu/doctoral/3030>
10. Bailenson JN. Nonverbal overload: A theoretical argument for the causes of Zoom fatigue. *Technol Mind Behav.* 2021;2(1). DOI: 10.1037/tmb0000030
11. Matthews B, See ZS, Day J. Crisis and extended realities: remote presence in the time of COVID-19. *Media Int Australia.* 2021;178(1):198-209. DOI: 10.1177/1329878X20967165
12. Bailenson J. Transformed Social Interaction in Collaborative Virtual Environments. In: Messaris P, Humphreys L, editors. *Transformations in Human Communication.* New York, Oxford: Peter Lang; 2006. p.255-264.
13. Schoenenberg K, Raake A, Koeppel J. Why are you so slow? - Misattribution of transmission delay to attributes of the conversation partner at the far-end. *Int J Hum Comput Stud.* 2014;72(5):477-487. DOI: 10.1016/j.ijhcs.2014.02.004
14. Sweller J. Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learn Instr.* 1994;4(4):295-312. DOI: 10.1016/0959-4752(94)90003-5
15. Francescucci A, Rohani L. Exclusively Synchronous Online (VIRI) Learning: The Impact on Student Performance and Engagement Outcomes. *J Mark Educ.* 2019;41(1):60-69. DOI: 10.1177/0273475318818864

16. Umphrey LR, Wickersham JA, Sherblom JC. Student Perceptions of the Instructor's Relational Characteristics, the Classroom Communication Experience, and the Interaction Involvement in Face-to-Face versus Video Conference Instruction. *Commun Res Rep.* 2008;25(2):102-114. DOI: 10.1080/08824090802021954
17. Yoshimura A, Borst CW. Evaluation of Headset-based Viewing and Desktop-based Viewing of Remote Lectures in a Social VR Platform. In: Teather RJ, Joslin C, Stuerzlinger W, et al., editors. *26th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology.* Vol. 26. New York City (NY): Association for Computing Machinery; 2020. p.1-3. DOI: 10.1145/3385956.3422124
18. Eriksson T. Failure and Success in Using Mozilla Hubs for Online Teaching in a Movie Production Course. In: *7th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN).* New York, NY: IEEE; 2021. p.1-8. DOI: 10.23919/iLRN52045.2021.9459321
19. Makransky G, Terkildsen TS, Mayer RE. Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learn Instr.* 2019;60:225-236. DOI: 10.1016/j.learninstruc.2017.12.007
20. Roettl J, Terlutter R. The same video game in 2D, 3D or virtual reality - How does technology impact game evaluation and brand placements? *PLoS ONE.* 2018;13(7):e0200724. DOI: 10.1371/journal.pone.0200724
21. Srivastava P, Rimzhim A, Vijay P, Singh S, Chandra S. Desktop VR Is Better Than Non-ambulatory HMD VR for Spatial Learning. *Front Robot AI.* 2019;6:50. DOI: 10.3389/frobt.2019.00050
22. Parmar D, Bertrand J, Babu SV, Madathil K, Zelaya M, Wang T, Wagner J, Gramopadhye AK, Frady K. A comparative evaluation of viewing metaphors on psychophysical skills education in an interactive virtual environment. *Virtual Real.* 2016;20(3):141-157. DOI: 10.1007/s10055-016-0287-7
23. Murcia-López M, Steed A. The Effect of Environmental Features, Self-Avatar, and Immersion on Object Location Memory in Virtual Environments. *Front ICT.* 2016;3. DOI: 10.3389/fict.2016.00024
24. Reisoglu I, Topu B, Yilmaz R, Karakus Yilmaz T, Goktas Y. 3D virtual learning environments in education: A meta-review. *Asia Pacific Educ Rev.* 2017;18(1):81-100. DOI: 10.1007/s12564-016-9467-0
25. Ozonur M, Yanpar Yelken T, Sancar Tokmak H. Social presence and motivation in online environments: Second Life versus the Enocta Learning Management System/Adobe Connect. *Australas J Educ Technol.* 2018;34(3):14. DOI: 10.14742/ajet.3128
26. Churchward M, Rézeau J. Moodle plugins directory: questionnaire. Moodle Pty Ltd; 2020. Zugänglich unter/available from: https://moodle.org/plugins/view.php?plugin=mod_questionnaire
27. Makransky G, Lilleholt L, Aaby A. Development and validation of the Multimodal Presence Scale for virtual reality environments: A confirmatory factor analysis and item response theory approach. *Comput Human Behav.* 2017;72:276-285. DOI: 10.1016/j.chb.2017.02.066
28. Volkmann T, Wessel D, Jochems N, Franke T. German Translation of the Multimodal Presence Scale. In: Dachsel R, Weber G, editors. *Mensch und Computer 2018 - Tagungsband.* Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V; 2018.
29. Klepsch M, Schmitz F, Seufert T. Development and Validation of Two Instruments Measuring Intrinsic, Extraneous, and Germane Cognitive Load. *Front Psychol.* 2017;8:1997. DOI: 10.3389/fpsyg.2017.01997
30. Aston SJ, Reade S, Petersen B, Ward C, Duffy A, Nsutebu E. Extraordinary virtual multidisciplinary team meetings - a novel forum for the coordinated care of patients with -complex conditions within a secondary care setting. *Future Healthc J.* 2018;5(3):218-223. DOI: 10.7861/futurehosp.5-3-218
31. Munro AJ, Swartzman S. What is a virtual multidisciplinary team (vMDT)? *Br J Cancer.* 2013;108(12):2433-2441. DOI: 10.1038/bjc.2013.231
32. Holden RJ, Karsh BT. The technology acceptance model: its past and its future in health care. *J Biomed Inform.* 2010;43(1):159-172. DOI: 10.1016/j.jbi.2009.07.002
33. Davis FD, Bagozzi RP, Warshaw PR. User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Manag Sci.* 1989;35(8):982-1003. DOI: 10.1287/mnsc.35.8.982
34. Weisflog W, Böckel A. Ein studentischer Blick auf den Digital Turn: Auswertung einer bundesweiten Befragung von Studierenden für Studierende. *Hochschulforum Digitalisierung.* 2020;54:1-34. Zugänglich unter/available from: https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/dateien/HFD_AP_54_Studierendenbefragung.pdf
35. Walter S, Speidel R, Hann A, Leitner J, Jerg-Bretzke L, Kropp P, Garbe J, Ebner F. Skepticism towards advancing VR technology – student acceptance of VR as a teaching and assessment tool in medicine. *GMS J Med Educ.* 2021;38(6):Doc100. DOI: 10.3205/zma001496
36. Wiecha J, Heyden R, Sternthal E, Merialdi M. Learning in a virtual world: experience with using second life for medical education. *J Med Internet Res.* 2010;12(1):e1. DOI: 10.2196/jmir.1337
37. Mystakidis S, Berki E, Valtanen JP. Deep and Meaningful E-Learning with Social Virtual Reality Environments in Higher Education: A Systematic Literature Review. *Appl Sci.* 2021;11(5):2412. DOI: 10.3390/app11052412
38. Mystakidis S, Berki E, Valtanen J. Designing and Implementing a Big Open Online Course by Using a 3D Virtual Immersive Environment - Lessons Learned. In: Gómez Chova L, López Martínez A, Candel Torres I, editors. *Edulearn 17: Conference proceedings.* Barcelona: IATED Academy; 2017. p.8070-8079. DOI: 10.21125/edulearn.2017.0487
39. Beltrán Sierra LM, Gutiérrez RS, Garzón-Castro CL. Second Life as a support element for learning electronic related subjects: A real case. *Comput Educ.* 2012;58(1):291-302. DOI: 10.1016/j.compedu.2011.07.019
40. Burgess ML, Slate JR, Rojas-LeBouef A, LaPrairie K. Teaching and learning in Second Life: Using the Community of Inquiry (Col) model to support online instruction with graduate students in instructional technology. *Internet High Educ.* 2010;13(1-2):84-88. DOI: 10.1016/j.iheduc.2009.12.003
41. Schiller SZ, Mennecke BE, Fui-Hoon Nah F, Luse A. Institutional boundaries and trust of virtual teams in collaborative design: An experimental study in a virtual world environment. *Comput Human Behav.* 2014;35:565-577. DOI: 10.1016/j.chb.2014.02.051
42. Tapsis N, Tsolakidis K, Vitsilaki C. Virtual Worlds and Course Dialogue. *Am J Distance Educ.* 2012;26(2):96-109. DOI: 10.1080/08923647.2012.655053
43. Taylor MJ, Shikaislami C, McNicholas C, Taylor D, Reed J, Vlaev I. Using virtual worlds as a platform for collaborative meetings in healthcare: a feasibility study. *BMC Health Serv Res.* 2020;20(1):1-10. DOI: 10.1186/s12913-020-05290-7
44. Oh CS, Bailenson JN, Welch GF. A Systematic Review of Social Presence: Definition, Antecedents, and Implications. *Front Robot AI.* 2018;5:114. DOI: 10.3389/frobt.2018.00114
45. Lorenzo-Alvarez R, Rudolphi-Solero T, Ruiz-Gomez MJ, Sendra-Portero F. Medical Student Education for Abdominal Radiographs in a 3D Virtual Classroom Versus Traditional Classroom: A Randomized Controlled Trial. *AJR Am J Roentgenol.* 2019;213(3):644-650. DOI: 10.2214/AJR.19.21131

46. Englund C, Gustafsson M, Gallego G. Pharmacy Students' Attitudes and Perceptions of "Virtual Worlds" as an Instructional Tool for Clinical Pharmacy Teaching. *Pharmacy (Basel)*. 2017;5(1):5. DOI: 10.3390/pharmacy5010005
47. Clark RE. Reconsidering Research on Learning from Media. *Rev Educ Res*. 1983;53(4):445. DOI: 10.2307/1170217

Bitte zitieren als

Speidel R, Felder E, Schneider A, Öchsner W. Virtual reality against Zoom fatigue? A field study on the teaching and learning experience in interactive video and VR conferencing. *GMS J Med Educ*. 2023;40(2):Doc19.
DOI: 10.3205/zma001601, URN: urn:nbn:de:0183-zma0016011

Artikel online frei zugänglich unter

<https://doi.org/10.3205/zma001601>

Korrespondenzadresse:

Robert Speidel
Universität Ulm, Medizinische Fakultät, Studiendekanat,
Kompetenzzentrum eEducation in der Medizin,
Albert-Einstein-Allee 11, 89081 Ulm, Deutschland
robert.speidel@uni-ulm.de

Eingereicht: 20.08.2022

Überarbeitet: 21.11.2022

Angenommen: 30.01.2023

Veröffentlicht: 17.04.2023

Copyright

©2023 Speidel 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/>.