

Tablet-based versus presentation-based seminars in radiology: Effects of student digital affinity and teacher charisma on didactic quality

Abstract

Aims: Tablets are being adopted as teaching medium in medical education more frequently. Here we compared two teaching formats in a radiology seminar using a tablet-based student-centred approach guided by teachers and traditional presentation-based, teacher-centred instruction. The aim was to investigate the effects on academic performance, estimated learning gain, didactic quality, as well as how teacher charisma and student digital affinity influence these elements.

Methods: Data from 366 students were collected. Student digital affinity, didactic quality of, and overall satisfaction with the seminars were rated for each teaching format over three semesters, whereby in the last semester, students additionally estimated their learning gain, took a knowledge and image interpretation test, and rated teacher charisma.

Results: The tablet-based seminars yielded significantly higher ratings for didactic quality and overall satisfaction. However, the presentation-based seminars proved superior with respect to academic performance as well as estimated learning gain. When employing tablets, teacher charisma correlated with estimated learning gain, and digital affinity affected didactic quality. Additionally, good seminar organization, comprehensible learning objectives, and optimal variation of learning activities were identified as important factors.

Conclusion: This study suggests a complex interplay of various factors concerning teachers, students, and didactics that can be assessed and improved to assure the successful curricular implementation of tablets. Of note, tablet integration and thereby active engagement of students with imaging analysis skills does not automatically result in greater declarative knowledge. Nevertheless, understanding the complexities of structuring and delivering tablet-based, teacher-guided instruction is essential to creating meaningful educational experiences.

Keywords: teaching, radiology, tablets, educational technology, medical education

Sandra Weigel¹
Joy Backhaus¹
Jan-Peter Grunz²
Andreas Steven Kunz²
Thorsten Alexander Bley²
Sarah König¹

1 University Hospital Würzburg, Institute for Medical Teaching and Medical Educational Research, Würzburg, Germany

2 University Hospital Würzburg, Department of Diagnostic and Interventional Radiology, Würzburg, Germany

1. Introduction

With the rise of new media at the beginning of the new millennium, the use of portable tablets in particular seemed promising in clinical routine [1]. Various studies have since documented numerous positive effects of their use in clinical settings from both the physicians' as well as the patients' point of view. Tablets were shown to improve information access, enhance workflow, simplify documentation, and increase physicians' time for patient care [2], [3], [4]. Teaching with tablets has also attracted attention as an effective tool in medical education. Studies indicate that digital devices can promote learner-centred education by facilitating peer feedback, knowledge sharing and discussion [5], positively affect attendance [6], and induce high levels of student satisfaction [7]. Such novel teaching approaches may be of particular

interest in the field of radiology, since medical students view the lack of clear and structured radiological evaluation of imaging and interpretation of findings as one of the most common shortcomings in their medical studies [8], [9]. We postulate that an essential difference between theoretical radiological education (factual knowledge) and the practical implementation of radiological image interpretation in a clinical context exists, necessitating students to navigate through patient datasets (application of knowledge). When integrating tablets in radiological teaching, students can learn to operate a picture archiving and communication system, thereby increasing the degree of task-authenticity. Students gain practical learning experiences that mimic and reflect the characteristics, complexity, and demands of future workspace tasks in imaging. Nonetheless, a dearth of evidence remains regarding tablet-based teaching, despite some studies

pointing towards its potentially positive impact on learning outcomes [10], [11], while others find no difference compared to radiology courses taught conventionally [12], [13].

Structured delivery of knowledge and skills, the use of appropriate teaching and learning methods as well as media in the classroom, and active involvement of students are facets that are widely used as surrogate parameters for didactic quality [14]. Yet there is still a lack of information on the role of teacher charisma in education. We postulate that there is a positive influence on inducing student learning interest [15], engagement [16], and learning effectiveness [17], [18]. A link to a desirable outcome such as critical thinking, cognitive development, and student satisfaction was also recognised [19], [20]. A recent study into teacher perceptions of digital technologies documented that using technology in teaching may also help with motivating students [21]. However, the mechanisms that underpin the role of teachers in technology-based education are not yet fully understood. A study conducted in a computer-based learning environment documented that charismatic trainers influence skills acquisition by boosting positive affectivity [22]. Albeit pushing the teacher into a more moderating and prompting role in tablet-based seminars, we predicted that teacher charisma would continue to have a significant impact on learning outcomes.

A misalignment between the expectation of students being innate, talented users of digital technologies and the often misjudged actual levels of digital competence experienced in classroom settings may act as an obstacle in digital teaching formats. Studies therefore suggest that a more sophisticated review of students' digital affinity is necessary to implement digital devices in the most effective way to support learning [23], [24], [25]. A recent study approached this challenge by identifying two clusters of students differing in digital affinity and found an interaction effect between the digital affinity cluster and the learning outcome in different formats of knowledge delivery [26]. However, a gap in understanding remains as to how digital affinity may affect students' evaluation of teaching and course quality when digital devices and media are employed in classroom activities. The aim of this study was to compare and contrast two different teaching formats in radiology seminars using tablet-based student-centred and teacher-guided instruction versus presentation-based and teacher-centred instruction. In order to explain the impact of tablets on teaching and learning, this study seeks to obtain data, which will help to address the following questions:

- How do the different teaching formats compare in estimated learning gain, academic performance, perceived teacher charisma, didactic quality, and student satisfaction?
- How does the teaching format affect the influence of teacher charisma and student digital affinity on the other variables, especially on didactic quality?

2. Materials and methods

2.1. Study design and participants

This prospective cross-sectional study was conducted at a medical school in Germany offering a standard six-year curriculum comprising two preclinical years of teaching, three clinical years, and one practical year of training. In the fourth year, teaching in radiology comprises lecture series and twelve obligatory seminars, of which six were included in this study: Gynaecological and paediatric imaging were both taught in a presentation-based format using visuals produced in Microsoft PowerPoint (Redmond, USA). In contrast, the four seminars on imaging of the abdomen, heart and large vessels, thorax, and musculoskeletal system were presented in a tablet-based format. Students used anonymised patient imaging sets via a specialized picture archiving and communication system (PACS) application (Merlin, Phoenix-PACS, Freiburg im Breisgau, Germany). Twelve to fourteen different students each week attended the seminars of 90 minutes' duration and were taught by 17 radiology residents from the local department of radiology. Each of the six seminars was taught by various residents, and the majority of the residents (58.8%) taught seminars on at least two different topics. Thanks to a rotation schedule, the seminars ran in a different order for each student group, guaranteeing each student's participation in both the presentation-based and the tablet-based seminars. Participation in the study was on a voluntary basis with no disadvantage resulting from not participating.

2.2. Teaching methods

All seminars were based on the same didactic concept: basic knowledge in anatomy and radiology relevant to the topic were recapitulated and followed by presentations of the real patient cases, each comprising a medical history, the clinical question investigated, and the radiological imaging data sets (radiography and computed tomography). The two formats of the seminars were labelled to outline the medium that teachers used for instruction: presentation and tablet. In the traditional presentation-based seminars, the teacher embedded the images in the visuals and actively involved the students by jointly interpreting the images, trying to involve as many students as possible. The tablet-based seminars were considered as student-centred and teacher-guided instruction. In addition to small introductory prompts given by the lecturer, it was organised as partnered sessions: two students shared a device, allowing them to perform hands-on tasks of imaging analysis such as selecting appropriate image reconstructions, zooming, and scrolling. After evaluating the data, the image interpretation and the correct diagnosis were discussed in the plenary session. Up to 17 patient cases were prepared for each seminar; owing to time restrictions, only a selection could be used.

2.3. Measures and procedure

The study ran during three semesters (winter term of 2016/17, summer term of 2019, and winter term of 2019/20). In all semesters, students were asked to participate in an online end-of-semester survey on the platform EvaSys (Lüneburg, Germany) to rate their personal digital affinity, didactic quality of, and overall satisfaction with the seminars. Only in the last semester (winter term of 2019/20), students additionally estimated their learning gain, rated teacher charisma, and took a knowledge and image interpretation test by means of a smartphone-based quick-response questionnaire at the end of each session. Data from the end-of-semester and quick-response surveys were matched using the matriculation numbers, which were provided by the students. Table 1 lists all the variables used in this study, their definitions, methods of measurement, scale values, and value labels.

The estimated learning gain of each seminar was assessed before the students completed the knowledge and image interpretation test. The gain was calculated based on four operationalised learning objectives (see attachment 1). Students rated their level of competence in each learning objective on a six-point Likert scale from “strongly agree” to “strongly disagree” using a retrospective post-then-pre design (on completing the seminar, students rated their competence both after and before the seminar). The mean competence level was expressed as a percentage. Thus, the difference was taken to calculate the estimated learning gain using a weighted gain method, which was defined as the percentage raw difference multiplied by a weighting coefficient to adjust for pre-test variability [27].

To measure academic performance, tests assessed the clinical knowledge and imaging interpretation skills of the students. Thus, 24 questions were selected from former curricular examinations, which were identified as best meeting good criteria of item difficulty ranging from 0.4-0.8 and corrected item-total correlation exceeding 0.3, then revised and matched to the topics of the seminars. Each seminar test comprised four to five questions; responses were set as 5-option single-choice or multiple-true-false. Students received one point for the correct answer and half a point for selecting more than 50% of the correct responses in the multiple-true-false-type questions. The total test score was expressed as a percentage. In order to prevent teaching to pass the test, the teachers were not aware of the test questions.

To design the study questionnaire (see attachment 2) fitting our specific teaching context, we selected reasonable and appropriate items from a number of published instruments: Teacher charisma was assessed through a selection of items originating from four validated instruments [28], [29], [30], [31]. Didactic quality items were also derived from four pre-existing instruments [31], [32], [33], [34]. To measure digital affinity, items of a recent cluster analysis were used [26]. The wording of some items was mildly adapted to fit the seminar setting.

2.4. Statistics

RStudio 1.2.1335 (Boston, USA) and Microsoft PowerPoint (Redmond, USA) were used to create the illustrations. IBM SPSS Statistics 26.0 (Armonk, USA) and Mplus 7.11 (Muthén & Muthén, Los Angeles, USA) were used for statistical analyses. Missing information was treated statistically as absent, i.e. an imputation procedure was not conducted. Means and standard deviations were calculated for descriptive analysis. Cronbach’s alpha served as a measure of internal consistency. An acceptable alpha-value was defined as greater than 0.70 [35]. To ensure equality between the semesters and the seminar tests, the demographic data of students and the difficulty of the test questions were compared using Student’s t-test. The Welch test was employed using the teaching format as independent variable, and estimated learning gain, academic performance, teacher charisma, rating of didactic quality, and overall satisfaction as dependent variables to test for significance between groups [36]. Pearson correlation coefficients for each format were computed and tested for significance ($p < 0.05$). As Pearson correlation of composite scores does not allow for the correction of measurement error, structural regression models of teacher charisma, digital affinity, and didactic quality were computed [37]. From a statistical point of view, results of structural regression models are more robust than simple Pearson correlations [38]. We set our hypothesis that didactic quality and teacher charisma correlated positively in all computed models. In model 1, the relationships derived from digital affinity were treated as regressions with digital affinity predicting both didactic quality and teacher charisma. Theory-compliant significant intercorrelations based on modification indices greater than 10 were not allowed in model 1, but allowed in an otherwise equivalent model 2. In contrast, all relationships were treated as correlations in model 3, in which intercorrelations based on modification indices greater than 10 were also allowed. The root mean square error of approximation (RMSEA), standardized root mean square residual (SRMR), and comparative fit index (CFI) were employed to investigate the model fit, in order to determine the final model. RMSEA determined how well the model with unknown but optimally chosen parameters would fit the population’s covariance matrix [39]. Its strength lies in its sensitivity to the number of estimated parameters in the model; values lower than 0.06 suggest a relatively good fit between the hypothesized model and the observed data [40]. SRMR serves as a standardized measure assessing the residuals of the sample covariance matrix and the hypothesised covariance model; values below 0.08 indicate a relatively good fit [40]. CFI constitutes an incremental fit index derived from the normed fit index, considering sample size. Values greater than 0.90 are recognized as indicative of a satisfactory fit. Where possible, simple linear regression analysis was performed to determine effect priority. Regression lines best fitting the data were plotted and described by the prediction formula $Y = a + b \cdot X$.

Table 1: Variables studied

Variable	Definition	Method of measurement	Scale values and value labels
Estimated learning gain	Student estimation of learning gain in four learning objectives per seminar	Average gain using a weighted gain calculation method	6-point Likert scale for each learning objective from "strongly agree" to "strongly disagree"
Academic performance	Student achievement in knowledge and image interpretation test	Post-intervention test score	4-5 questions per test including 5-option single-choice and multiple-true-false-type questions; max. 1 point per question
Teacher charisma	Student perception of teacher charisma	Average of items c1-c12	5-point Likert scale for each item from "strongly agree" to "strongly disagree"; items c1, c2, and c3 inversely coded
Didactic quality of seminars	Student rating of didactic quality of the seminars	Average of items q1-q14	5-point Likert scale for each item from "strongly agree" to "strongly disagree"
Student digital affinity	Student self-report of digital affinity level	Average of items d1-d4	5-point Likert scale for each item from "strongly agree" to "strongly disagree"
Overall satisfaction with the seminars	Overall student satisfaction with the seminars	Single item: "I would give the seminars the following grade:"	Grades of 1 to 5, inversely coded into a Likert scale

3. Results

3.1. Descriptive statistics

There were 163, 143, and 147 students enrolled in the seminars in the winter term of 2016/2017, summer term of 2019, and winter term of 2019/2020, respectively. The end-of-semester survey on didactic quality, overall satisfaction with the seminars, and student digital affinity was completed by 103, 125, and 97 students, respectively. In the winter term of 2019/2020, a total of 599 quick-response evaluations were collected, assessing estimated learning gain, academic performance, and teacher charisma (tablet-based $n=422$, presentation-based $n=177$) with 138 students having evaluated at least once. There were no significant differences with respect to the demographic data on comparison of the study participants in the three semesters (55.6% female, mean age 23.95 ± 3.17 years, mean semester 6.97 ± 0.22 , $p > 0.05$). Furthermore, no significant differences were found in the difficulty of the test questions used in tablet-based teaching compared to those used in presentation-based seminars ($p > 0.05$). Cronbach's alpha of the rated level of competence related to the learning objectives was $\alpha=0.84$ (before the seminar) and $\alpha=0.72$ (after completion of the seminar) and therefore considered good. Cronbach's alpha of the teacher charisma and didactic quality scales was excellent (both $\alpha=0.87$), whereas that of the digital affinity scale was only 0.62. Containing only four items, this value was just below the limit of being acceptable. Comparing all scales employed (mean teacher charisma 4.47 ± 0.52 , mean didactic quality 4.31 ± 0.48 , mean digital affinity 3.44 ± 0.71 , mean

overall satisfaction 4.46 ± 0.63), students varied mostly in their digital affinity, which they rated as rather low.

3.2. Scores of estimated learning gain, academic performance, teacher charisma, didactic quality, and overall satisfaction

Presentation-based seminars yielded significantly higher scores in the estimated learning gain as well as in the test of academic performance (see figure 1 a and b). However, the tablet-based teaching format surpassed the traditional, presentation-based format significantly in the students' evaluation of didactic quality and overall satisfaction (see figure 1 c). Of note, both teaching formats scored well. No differences were found in the rating of teacher charisma with respect to each teaching format.

3.3. Impact of teacher charisma and student digital affinity in tablet-based seminars

All of the following analyses were conducted using only the data from the last semester of the study (winter term of 2019/20). Pearson correlation coefficients of all explored variables were computed for tablet-based and presentation-based seminars (see table 2 and table 3). In both teaching formats, estimated learning gain and academic performance did not correlate significantly. However, in the tablet-based seminar alone, a significant correlation existed between estimated learning gain and teacher charisma, indicating a greater impact of teacher

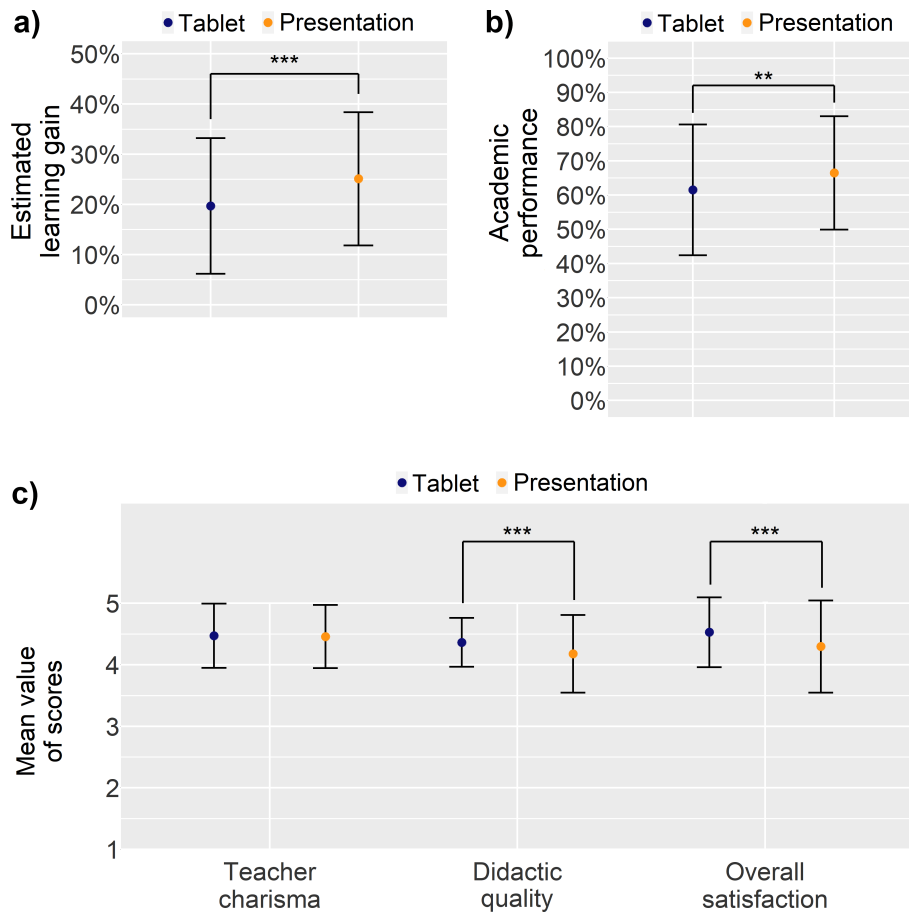


Figure 1: Plots of means and error bars of estimated learning gain (a), academic performance (b) and teacher charisma, didactic quality, and student’s overall satisfaction (c) for the tablet-based and the presentation-based seminars.

Error bars indicate \pm standard deviation. Horizontal bars indicate significance between groups and effect size; ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$. As student digital affinity was assessed independently of the seminar format, it is not depicted in this figure. Please note that estimated learning gain, teacher charisma, and academic performance were only assessed in the winter term of 2019/20.

Table 2: Pearson correlations between the variables in tablet-based seminars

	Variable	1	2	3	4	5	6
1	Estimated learning gain	1.00	0.01	0.23***	0.01	-0.07	0.04
2	Academic performance		1.00	0.01	0.07	0.02	0.06
3	Teacher charisma			1.00	0.10	-0.06	0.13*
4	Didactic quality of seminar				1.00	0.20**	0.57***
5	Students’ digital affinity					1.00	0.12*
6	Overall satisfaction with the seminars						1.00

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.0005$

Table 3: Pearson correlations between the variables in presentation-based seminars

	Variable	1	2	3	4	5	6
1	Estimated learning gain	1.00	0.06	0.03	-0.05	0.14	-0.15
2	Academic performance		1.00	-0.10	0.07	0.04	0.09
3	Teacher charisma			1.00	0.13	-0.01	0.29**
4	Didactic quality of seminar				1.00	0.15	0.47***
5	Students’ digital affinity					1.00	-0.08
6	Overall satisfaction with the seminars						1.00

** $p < 0.01$; *** $p < 0.0005$

charisma in a technology-based format. In both formats, overall satisfaction with the seminar highly correlated with evaluation of the didactic quality. Additionally, in the tablet-based seminar, student digital affinity correlated significantly with overall satisfaction and didactic quality. As these correlations were not significant in the traditional seminar format, digital affinity seems to be particularly relevant in student perception of the tablet-based seminar.

3.4. Structural regression model of digital affinity, teacher charisma, and didactic quality

Comparing the three structural regression models computed, model 2 (hypothesizing a regression of digital affinity predicting didactic quality and allowing intercorrelations) yielded the best goodness-of-fit indices for modelling the tablet-based seminars (a) as well as the presentation-based seminars (b): RMSEA=0.05(a), 0.05(b); SRMR=0.07(a), 0.07(b); CFI=0.90(a), 0.92(b). All further analyses were therefore based on model 2.

The regression of digital affinity predicting didactic quality was significant in the models of both teaching formats (see figure 2). The coefficient was more pronounced in tablet-based compared to presentation-based seminars (0.42 vs. 0.23). The correlation between teacher charisma and didactic quality was also significant with coefficients of similar size in both models (0.15 vs. 0.20). Students that perceived their teacher as charismatic rated the didactic quality higher, irrespective of the didactic format. The effect of digital affinity on teacher charisma was not significant.

Twelve intercorrelations were allowed in the modelling of presentation-based and 37 in the modelling of tablet-based seminars. Numerous intercorrelations originated from good organization (item q1), comprehensible learning objectives (item q3), and optimal variation of learning activities (item q8), but particularly in the model of tablet-based seminars. These items were linked to the oral participation of students in the seminar (item q9), acquisition of knowledge (item q11), understanding of radiology (item q13), and the desire to choose an imaging-based specialty for postgraduate training in the future (item q14).

3.5. Moderating effect of teaching format on the relationship between digital affinity and didactic quality

The teaching format had a moderating effect on the relationship between digital affinity and didactic quality, as illustrated in figure 3. An increase in digital affinity would thus lead to a greater increase in the didactic quality of the tablet-based seminars compared to presentation-based seminars. The model suggests that the ratings of didactic quality for the two teaching formats diverge in the extremes of digital affinity: Low levels of digital affinity

lead to a higher rating of didactic quality in the presentation-based seminars, whereas high levels of digital affinity lead to a higher rating of didactic quality in the tablet-based format.

4. Discussion

While the implementation of tablet devices in medical education has been the topic of numerous studies, a direct comparison with a traditional teaching method has only seldom been performed [41], [42], [43]. In order to elaborate on the existing literature and to explore the impact of tablet-based teaching and its covariates, we conducted this study involving an undergraduate radiology seminar.

In our study, we were unable to declare any one of the teaching formats as superior. Both the tablet-based and the presentation-based seminars yielded high ratings in didactic quality and overall satisfaction from students, however with a statistically significant difference in favour of the tablet-based seminars. Students perceived both didactic formats well, with a preference for the tablet-based format, despite its higher cognitive demand. Nevertheless, the presentation-based seminars proved superior in academic performance as well as in the estimated learning gain. We were able to demonstrate a complex interplay of factors affecting students' experience when comparing the two teaching formats.

4.1. The role of teacher charisma in tablet-based seminars

With respect to the tablet-based seminars, our results indicate that teacher charisma positively correlates with the estimated learning gain and students' rating of the didactic quality. Charismatic teachers are known to convey enthusiasm and rapport, thereby eliciting student interest and participation [44], [45]. Students may attribute this induced engagement to high didactic quality, which is also linked to teacher charisma. In the literature, a similar influence of teacher charisma on perceived teacher effectiveness has been demonstrated [17], [18]. The physical attractiveness of a teacher appears to modify this relationship [17], raising the question of other possible confounding factors. However, the use of digital media does not seem to be an obstacle to teacher personality [22]. Our findings suggest that charisma might play an even greater role in modern digitized teaching formats. Whilst teacher charisma correlated with ratings of didactic quality in both formats, it only had an impact on student estimated learning gain in the tablet-based seminar. This effect may be attributed to a desired shift towards learner-centred teaching, which is known to be facilitated by digital media [6], [46]. A highly charismatic teacher is also more likely to fulfil the appealing role of a moderator, who supports students in their self-directed, e.g. tablet-based learning process and therefore stimulates the perception of an enhanced learning outcome.

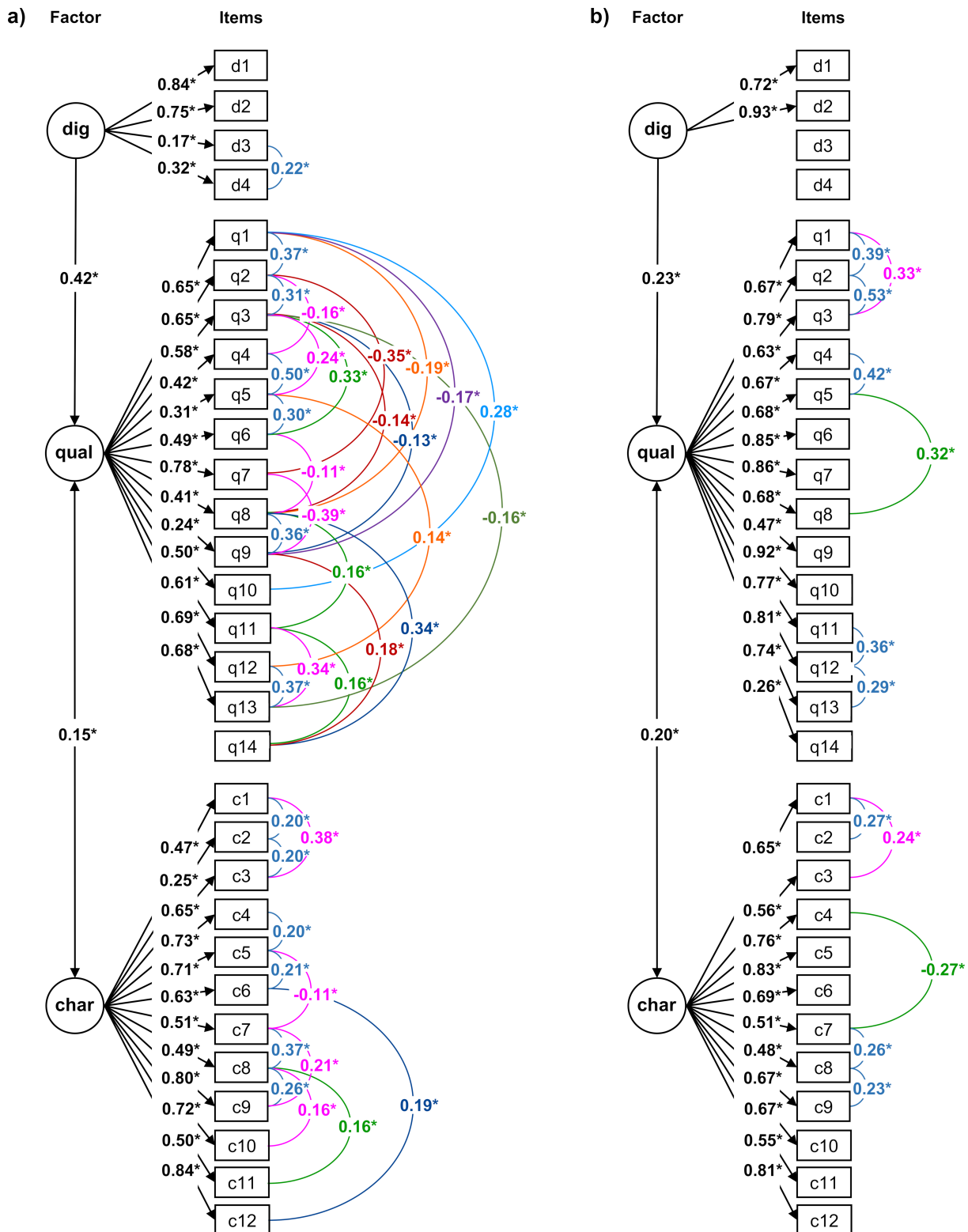


Figure 2: Structural regression model depicting the relationships between digital affinity (dig), didactic quality (qual), and teacher charisma (char) in tablet-based (a) and presentation-based seminars (b). Only significant coefficients are depicted. Single-headed arrow=regression, double-headed arrow=correlation, arch=intercorrelation, * $p < 0.05$

In fact, studies indicate that charisma can be trained and may lead to improved student ratings in teaching [47], [48]. A reflection of teacher personality should therefore be conducted, particularly when introducing digital media into teaching concepts.

4.2. The role of digital affinity of students in tablet-based seminars

Our results also suggest that the digital affinity of students plays a major role in the tablet-based seminars, since it correlated with their overall satisfaction and rating of di-

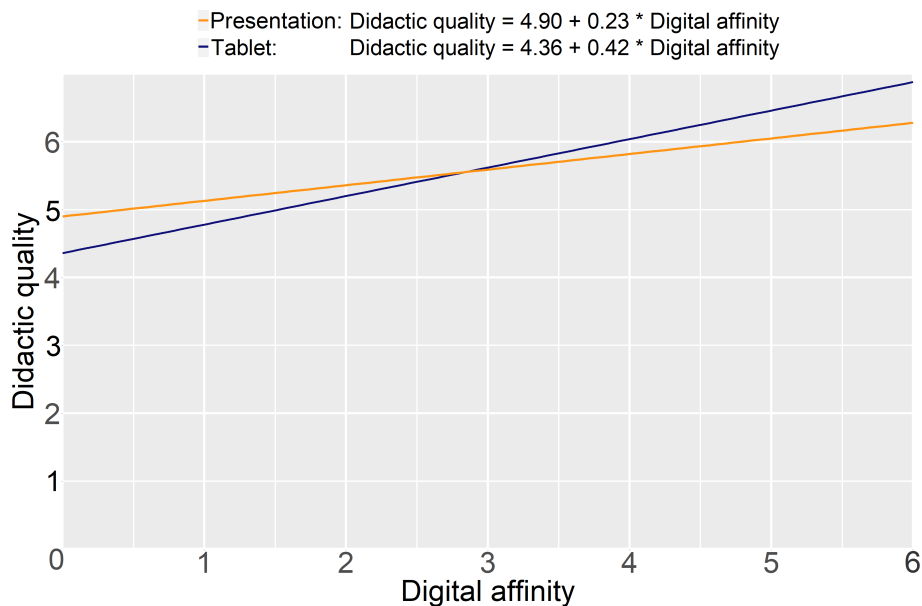


Figure 3: Regression analysis depicting the moderating effect of teaching format on the relationship between digital affinity and didactic quality. Please note that regression analysis estimates the hypothetical relationship, and theoretically, it is possible to plot values outside the response option range of 1-5, as illustrated.

dactic quality. We were also able to document a moderating effect of the teaching format: The effect of higher digital affinity leading to higher ratings of didactic quality was especially pronounced in the tablet-based format. This is consistent with the finding that students with positive attitudes towards computers deem courses to be more satisfactory and efficient [49]. They tend to choose digital learning formats as their preferred learning environment to profit the most [50]. Another study was also able to reveal a significant relationship between online self-efficacy and three factors concerning interactivity with user satisfaction and perceived learning in an online course [51]. Among all factors, online self-efficacy was found to be the most significant predictor of perceived learning, which also accords well with our results.

In our study, undergraduate medical students with high digital affinity showed a preference for practicing the interpretation of imaging results in tablet-based seminars that enabled them to access images through PACS. Yet students varied to the greatest extent in their self-rating of digital affinity, the rating of which was the lowest on average of all variables. This underlines the importance of not taking a high degree of digital affinity in students for granted. Regression analysis revealed that, on the spectrum of digital affinity, high levels may further improve the learning experience with digital media and low levels might even hinder the process. An assessment of digital affinity and compensatory support for users lacking the necessary skills should therefore be conducted prior to the implementation of tablet-based learning wherever possible [52].

4.3. Alignment of objectives, effective teaching methods, and assessment of students

In spite of the wide acceptance of the tablet-based teaching concepts in our study, estimated learning gain and academic performance by students did not reach the corresponding levels set in traditional face-to-face teaching. While this finding appears somewhat contrary to one of the reasons for introducing tablet devices, it sheds light on a potential pitfall of teaching with tablet devices and provides guidance on how to avoid it: The introduction of digital devices into pre-existing teaching programmes calls for an implementation strategy. Creating an educational concept of an aligned curriculum based on an intended learning outcome, planned teaching, as well as learning activities and assessment thereof, is a decisive task to ensure high levels of achievement in students. In our study, a lack of alignment may have provoked the discrepancy in estimated learning gain and academic performance between the two teaching formats. While the knowledge and image interpretation tests primarily assessed declarative knowledge, the tablet-based seminar was not primarily designed to fulfil this objective. In fact, it was particularly focused on acquiring procedural knowledge through individual navigation employing the image analysis programme [53]. This included scrolling through numerous images and identifying the relevant areas as well as anatomical landmarks that help to determine the underlying features of a given disease. Actually, students may have rated and performed worse for two reasons: learning the practical skills required shortened the time available for acquiring factual knowledge, and practical skills were not assessed in the academic performance test. These findings highlight the de-

scribed necessity to design a seminar carefully; pointing out that the implementation of a new, authentic way of teaching needs curricular alignment, which includes the correct assessment method. Advantages and disadvantages of such new teaching methods need to be evaluated: Giving students authentic clinical tasks, as conducted in the tablet-based seminars, can contribute to improving communication, collaboration and problem-solving skills as well as increase student confidence [54]. The close correspondence between the educational and the expected future workspace tasks can also lead to increased student engagement, efforts and satisfaction [54]. Yet, the unfamiliarity and uncertainty about the demands of teaching formats of high task-authenticity can cause anxiety and stress for students [55] and the implementation can be time-consuming and costly [56]. Authentic educational methods may require extensive educational resources in order to achieve intended outcomes [57].

4.4. Didactic factors influencing the tablet-based seminar

The structural regression model in our study suggested that good organisation, comprehensible learning objectives, and an optimal variation of learning activities are crucial elements in the tablet-based seminars. In previous literature, these characteristics were also identified as important factors in digitally assisted formats. It has been demonstrated that mobile devices can promote learner-centred teaching and enhance the learner experience [5], [46]. Clear learning objectives allow students to gauge their understanding of the material, to self-direct their learning process towards the fundamental points, and to promote their learning outcome directly [58], [59]. However, it must be pointed out that teaching with mobile devices should not be conducted exclusively, but as one effective element in the variety of current and popular teaching methods [60].

4.5. Strengths of the study

The strength of our study lies in the fact that the same teachers delivered both the presentation-based and the tablet-based seminars to the same group of students. As a result, our findings comparing both formats should be attributed primarily to the differences in teaching format rather than teachers or student cohorts. Of note, we calculated the value of teacher charisma as perceived by each individual student and did not focus on the teacher's mean charisma value across students, as the perception of charisma may vary greatly between individuals [61], [62].

4.6. Limitations and further research

There are some clear limitations associated with this study, which may serve as a starting point for further research. The study took place within the framework of the regular compulsory teaching in radiology, in which the

academic progress of large numbers of students had to be ensured. We were therefore unable to vary the conditions for different study designs or cohorts, as we adopted the authentic environment of teaching and not some artificial classroom setup. We compared and contrasted the current standard of traditional presentation-based seminars as control with the new best practice of tablets and the PACS application. Thus, all students were subjected to exactly the same curriculum to guarantee equality. It is also important to note that the data on estimated learning gain, academic performance, and teacher charisma were collected during only one of the three study semesters, which limits the generalizability of the findings regarding these variables. Nevertheless, a large number of 599 evaluations were included in the study, which were carried out by a total of 138 different students from one semester through multiple evaluations.

Since our teaching intervention was domain-specific and tailored to the tablet-based seminar in the field of radiology, particular attention should be paid to whether the results can be generalized and applied to other subjects and specialties. Additionally, in order to do justice to a potential change in student digital affinity over time, systematic longitudinal studies on tablet use in medical teaching will be necessary.

Although the participating student groups did not vary significantly in gender, age, or semester, we cannot exclude confounders such as differences in socioeconomic and educational background, as well as prior medical experience. However, this well reflects the genuine heterogeneity of students, which represents one of the challenges of teaching in higher education.

While the estimated learning gain was assessed using a retrospective post-then-pre design, academic performance was only assessed once after the teaching intervention, which removes the opportunity to control for pre-test bias. However, student groups attended the seminars in different orders; this effect on learning was therefore minimized. Nevertheless, where feasible, pre-test variability should be taken into account by using retrospective post-then-pre or classic pre-post approaches in further studies.

In future, we may better investigate different teaching formats with respect to identical content instead of different seminar subjects. Focus may also be placed on comparing teaching formats of equally high task-authenticity and comparable cognitive demands. Another avenue of future work is to identify potential confounding factors regarding the influence of teacher charisma such as physical attractiveness, gender, or language capabilities.

5. Conclusion

In summary, this empirical study addresses gaps within the literature while highlighting learning delivery and factors influencing the perceived quality in tablet-based seminars. It becomes clear that the implementation of tablets alone is not sufficient to guarantee high-quality

modern teaching. It is crucial to ensure that various factors concerning teachers, students, and didactics are in accordance with the needs, methods, and intended learning outcomes of teaching in the current digital age. As this study reinforces: *“It is not the technology but the instructional implementation of the technology that determines the effects on learning”* [63]. The findings of this study have a number of practical implications: New media and technical infrastructure appeal to the needs of state-of-the-art medical education. At the same time, motivated and inspiring teachers have to set a situation in which students can and will learn effectively whilst appreciating and/or enjoying the didactic quality. Allowing students to choose between different teaching formats based on their individual preferences and affinity, and aligning authentic teaching and learning activities with appropriate methods of assessment are just a few approaches to achieving this goal.

Statements and declarations

Ethics approval

The local institutional review and ethics board judged the project as not representing medical or epidemiological research on human subjects and as such adopted a simplified assessment protocol. The project was approved without any reservation under the proposal number 20210118 04.

Consent to participate

All students and teachers provided written informed consent after receiving information on the study conditions.

Data

Data for this article are available from Dryad Repository: [<https://doi.org/10.5061/dryad.9p8cz8wm2>] [64]

Authors' contributions

- Sandra Weigel: Conceptualization, formal analysis, investigation, methodology, visualization, writing (original draft), data curation
- Joy Backhaus: Conceptualization, formal analysis, data curation, software, writing (review and editing)
- Jan-Peter Grunz: Conceptualization, writing (review and editing)
- Andreas Steven Kunz: Conceptualization, writing (review and editing)
- Thorsten Alexander Bley: Supervision
- Sarah König: Conceptualization, project administration, supervision, visualization, writing (review and editing)

Acknowledgements

We would like to take this opportunity to thank all the students who participated, without whom this study would never have been possible. Furthermore, we would like to thank Andrew Entwistle for providing comments on the draft version and the assistance with proofreading the manuscript.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Attachments

Available from <https://doi.org/10.3205/zma001641>

1. Attachment_1.pdf (90 KB)
Learning objectives
2. Attachment_2.pdf (87 KB)
Questionnaire

References

1. Lu YC, Xiao Y, Sears A, Jacko JA. A review and a framework of handheld computer adoption in healthcare. *Int J Med Inform.* 2005;74(5):409-422. DOI: 10.1016/j.ijmedinf.2005.03.001
2. Mickan S, Tilson JK, Atherton H, Roberts NW, Heneghan C. Evidence of effectiveness of health care professionals using handheld computers: a scoping review of systematic reviews. *J Med Internet Res.* 2013;15(10):e212. DOI: 10.2196/jmir.2530
3. Fleischmann R, Duhm J, Hupperts H, Brandt SA. Tablet computers with mobile electronic medical records enhance clinical routine and promote bedside time: a controlled prospective crossover study. *J Neurol.* 2015;262(3):532-540. DOI: 10.1007/s00415-014-7581-7
4. Strayer SM, Semler MW, Kington ML, Tanabe KO. Patient attitudes toward physician use of tablet computers in the exam room. *Fam Med.* 2010;42(9):643-647.
5. Bedi HS, Yucel EK. “I Just bought my residents iPads... now what?” The integration of mobile devices into radiology resident education. *AJR Am J Roentgenol.* 2013;201(4):704-709. DOI: 10.2214/AJR.13.10674
6. Wilkinson K, Barter P. Do mobile learning devices enhance learning in higher education anatomy classrooms? *J Pedagogic Develop.* 2016;6(1):14-23.
7. Zafar S, Safdar S, Zafar AN. Evaluation of use of e-learning in undergraduate radiology education: a review. *Eur J Radiol.* 2014;83(12):2277-2287. DOI: 10.1016/j.ejrad.2014.08.017
8. Jeffrey D, Goddard P, Callaway M, Greenwood R. Chest radiograph interpretation by medical students. *Clin Radiol.* 2003;58(6):478-481. DOI: 10.1016/s0009-9260(03)00113-2
9. Ochsmann EB, Zier U, Drexler H, Schmid K. Well prepared for work? Junior doctors' self-assessment after medical education. *BMC Med Educ.* 2011;11(1):99. DOI: 10.1186/1472-6920-11-99

10. Silveira HD, Gomes MJ, Silveira HE, Dalla-Bona RR. Evaluation of the radiographic cephalometry learning process by a learning virtual object. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(1):134-138. DOI: 10.1016/j.jado.2009.03.001
11. Kavarella A, Tsiklakis K, Vougiouklakis G, Lionarakis A. Evaluation of a blended learning course for teaching oral radiology to undergraduate dental students. *Eur J Dent Educ.* 2012;16(1):e88-e95. DOI: 10.1111/j.1600-0579.2011.00680.x
12. Pusic MV, LeBlanc VR, Miller SZ. Linear versus web-style layout of computer tutorials for medical student learning of radiograph interpretation. *Acad Radiol.* 2007;14(7):877-889. DOI: 10.1016/j.acra.2007.04.013
13. Vandeweerd JM, Davies JC, Pinchbeck GL, Cotton JC. Teaching veterinary radiography by e-learning versus structured tutorial: a randomized, single-blinded controlled trial. *J Vet Med Educ.* 2007;34(2):160-167. DOI: 10.3138/jvme.34.2.160
14. Gibson KA, Boyle P, Black DA, Cunningham M, Grimm MC, McNeil HP. Enhancing evaluation in an undergraduate medical education program. *Acad Med.* 2008;83(8):787-793. DOI: 10.1097/ACM.0b013e31817eb8ab
15. Lee DC, Lu JJ, Mao KM, Ling SH, Yeh MC, Hsieh CI. Does teachers charisma can really induce students learning interest? *Procedia Soc Behav Sci.* 2014;116:1143-1148. DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.01.359
16. Lin S, Huang Y. Examining teaching charisma and its relation to student engagement. *Cross Cult Comm.* 2014;10(6):1-8.
17. Rannelli L, Coderre S, Paget M, Woloschuk W, Wright B, McLaughlin K. How do medical students form impressions of the effectiveness of classroom teachers? *Med Educ.* 2014;48(8):831-837. DOI: 10.1111/medu.12420
18. Shevlin M, Banyard P, Davies M, Griffiths M. The validity of student evaluation of teaching in higher education: love me, love my lectures? *Assess Eval High Educ.* 2000;25(4):397-405. DOI: 10.1080/713611436
19. Carini RM, Kuh GD, Klein SP. Student engagement and student learning: Testing the linkages. *Res High Educ.* 2006;47(1):1-32. DOI: 10.1007/s11162-005-8150-9
20. Kuh GD. What student affairs professionals need to know about student engagement. *J Coll Stud Develop.* 2009;50(6):683-706. DOI: 10.1353/csd.0.0099
21. Ottenbreit-Leftwich AT, Glazewski KD, Newby TJ, Ertmer PA. Teacher value beliefs associated with using technology: Addressing professional and student needs. *Comput Educ.* 2010;55(3):1321-1335. DOI: 10.1016/j.compedu.2010.06.002
22. Towler A, Arman G, Quesnell T, Hoffman L. How charismatic trainers inspire others to learn through positive affectivity. *Comp Human Behav.* 2014;32:221-228. DOI: 10.1016/j.chb.2013.12.002
23. Margaryan A, Littlejohn A, Vojt G. Are digital natives a myth or reality? University students' use of digital technologies. *Comput Educ.* 2011;56(2):429-440. DOI: 10.1016/j.compedu.2010.09.004
24. Waycott J, Bennett S, Kennedy G, Dalgarno B, Gray K. Digital divides? Student and staff perceptions of information and communication technologies. *Comput Educ.* 2010;54(4):1202-1211. DOI: 10.1016/j.compedu.2009.11.006
25. Howard SK, Ma J, Yang J. Student rules: Exploring patterns of students' computer-efficacy and engagement with digital technologies in learning. *Comput Educ.* 2016;101:29-42. DOI: 10.1016/j.compedu.2016.05.008
26. Backhaus J, Huth K, Entwistle A, Homayounfar K, Koenig S. Digital affinity in medical students influences learning outcome: a cluster analytical design comparing Vodcast with traditional lecture. *J Surg Educ.* 2019;76(3):711-719. DOI: 10.1016/j.jsurg.2018.12.001
27. Westphale S, Backhaus J, Koenig S. Quantifying teaching quality in medical education: The impact of learning gain calculation. *Med Educ.* 2022;56(3):312-320. DOI: 10.1111/medu.14694
28. Bolkan S, Goodboy AK. Communicating charisma in instructional settings: Indicators and effects of charismatic teaching. *Coll Teach.* 2014;62(4):136-142. DOI: 10.1080/87567555.2014.956039
29. Huang YC, Lin SH. Assessment of charisma as a factor in effective teaching. *J Educ Technol Soc.* 2014;17(2):284-295.
30. Hirschfeld G, Thielsch M. Münsteraner Fragebogen zur Evaluation von Vorlesungen (MFE-V). Münster: Universität Münster; 2009.
31. Staufenbiel T. Fragebogen zur Evaluation von universitären Lehrveranstaltungen durch Studierende und Lehrende. *Diagnostica.* 2000;46(4):169-181. DOI: 10.1026//0012-1924.46.4.169
32. Gollwitzer M, Schlotz W. Das "Trierer Inventar zur Lehrveranstaltungsevaluation"(TRIL): Entwicklung und erste testtheoretische Erprobungen. *Psychologiedidaktik und Evaluation IV.* Berlin: Deutscher Psychologen Verlag; 2003. p.114-128.
33. Gediga G, Von Kannen K, Schnieder F, Köhne S, Luck H, Schneider B. KIEL: Ein Kommunikationsinstrument für die Evaluation von Lehrveranstaltungen. Kiel: Universität Kiel; 2000.
34. Braun E, Gusy B, Leidner B, Hannover B. Das Berliner Evaluationsinstrument für selbsteingeschätzte, studentische Kompetenzen (BEvaKomp). *Diagnostica.* 2008;54(1):30-42. DOI: 10.1026/0012-1924.54.1.30
35. Nunnally JC. *Psychometric theory 3E.* New York: Tata McGraw-hill education; 1994.
36. Rasch D, Kubinger KD, Moder K. The two-sample t test: pre-testing its assumptions does not pay off. *Stat Papers.* 2011;52(1):219-231. DOI: 10.1007/s00362-009-0224-x
37. Geiser C. *Data analysis with Mplus.* New York: Guilford press; 2012. DOI: 10.1007/978-3-531-93192-0
38. Schumacker RE, Lomax RG. *A beginner's guide to structural equation modeling.* London: Psychology press; 2004. DOI: 10.4324/9781410610904
39. Byrne BM. *Structural equation modeling with LISREL, PRELIS, and SIMPLIS: Basic concepts, applications, and programming.* London: Routledge; 1998.
40. Hu Lt, Bentler PM. Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Struct Equ Modeling.* 1999;6(1):1-55. DOI: 10.1080/10705519909540118
41. Patel S, Burke-Gaffney A. The value of mobile tablet computers (iPads) in the undergraduate medical curriculum. *Adv Med Educ Pract.* 2018;9:567-570. DOI: 10.2147/AMEPS163623
42. Hill J, Nuss M, Middendorf B, Cervero R, Gaines J. Using iPads to Enhance Teaching and Learning in Third-Year Medical Clerkships. In: Bastiaens T, Marks G, editors. *Proceedings of E-Learn 2012. World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education.* Montréal, Quebec, Canada: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE); 2012. p.1482-1488.
43. George P, Dumenco L, Doyle R, Dollase R. Incorporating iPads into a preclinical curriculum: A pilot study. *Med Teach.* 2013;35(3):226-230. DOI: 10.3109/0142159X.2012.735384

44. Erdle S, Murray HG, Rushton JP. Personality, classroom behavior, and student ratings of college teaching effectiveness: A path analysis. *J Educ Psychol.* 1985;77(4):394-407. DOI: 10.1037/0022-0663.77.4.394
45. Frey PW. A two-dimensional analysis of student ratings of instruction. *Res High Educ.* 1978;9(1):69-91. DOI: 10.1007/BF00979187
46. Ellaway R, Masters K. AMEE Guide 32: e-Learning in medical education Part 1: Learning, teaching and assessment. *Med Teach.* 2008;30(5):455-473. DOI: 10.1080/01421590802108331
47. Murray HG, Lawrence C. Speech and drama training for lectures as a means of improving university teaching. *Res High Educ.* 1980;13(1):73-90. DOI: 10.1007/BF00975777
48. Towler AJ. Effects of charismatic influence training on attitudes, behavior, and performance. *Pers Psychol.* 2003;56(2):363-381. DOI: 10.1111/j.1744-6570.2003.tb00154.x
49. Park JH, Wentling T. Factors associated with transfer of training in workplace e-learning. *J Workplace Learn.* 2007;19(5):311-329. DOI: 10.1108/13665620710757860
50. Garcia F. Using learner profiling technique to predict college students' tendency to choose elearning. *Courses: a two-step cluster analysis.* *HETS Online J.* 2015;5(2).
51. Alqurashi E. Predicting student satisfaction and perceived learning within online learning environments. *Distance Educ.* 2019;40(1):133-148. DOI: 10.1080/01587919.2018.1553562
52. Murray MC, Pérez J. Unraveling the digital literacy paradox: How higher education fails at the fourth literacy. *Iss Inform Sci Inform Technol.* 2014;11:85. DOI: 10.28945/1982
53. Anderson J. *Language, memory, and thought.* Hillsdale, New Jersey: L. Erlbaum Associates Inc Publishers; 1976.
54. Sokhanvar Z, Salehi K, Sokhanvar F. Advantages of authentic assessment for improving the learning experience and employability skills of higher education students: A systematic literature review. *Stud Educ Eval.* 2021;70:101030. DOI: 10.1016/j.stueduc.2021.101030
55. Forsyth H, Evans J. Authentic assessment for a more inclusive history. *High Educ Res Develop.* 2019;38(4):748-761. DOI: 10.1080/07294360.2019.1581140
56. Svinicki MD. *Authentic assessment: Testing in reality.* New Dir Teach Learn. 2004;2004(100):23-29. DOI: 10.1002/tl.167
57. Jopp R. A case study of a technology enhanced learning initiative that supports authentic assessment. *Teach High Educ.* 2020;25(8):942-958. DOI: 10.1080/13562517.2019.1613637
58. Webb EM, Naeger DM, Fulton TB, Straus CM. Learning objectives in radiology education: why you need them and how to write them. *Acad Radiol.* 2013;20(3):358-263. DOI: 10.1016/j.acra.2012.10.003
59. Sarrab M, Al-Shihi H, Al-Manthari B, Bourdoucen H. Toward educational requirements model for Mobile learning development and adoption in higher education. *TechTrends.* 2018;62(6):635-646. DOI: 10.1007/s11528-018-0331-4
60. Muyinda PB, Mugisa E, Lynch K. M-learning: the educational use of mobile communication devices. *Strengthening Role ICT Develop.* 2007;72:290-301.
61. Rosenberg A, Hirschberg J. Charisma perception from text and speech. *Speech Comm.* 2009;51(7):640-655. DOI: 10.1016/j.specom.2008.11.001
62. Derrico F, Signorello R, Demolin D, Poggi I. The Perception of Charisma from Voice: A Cross-Cultural Study. In: 2013 Humaine Association Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction; 2013 September 2-5; Geneva, Switzerland. IEEE; 2013. p.552-557. DOI: 10.1109/ACII.2013.97
63. Collis B. Anticipating the impact of multimedia in education: Lessons from literature. *Int J Comput Adult Educ Train.* 1991;2(2):136-149.
64. Weigel S, Backhaus J, Grunz JP, Kunz AS, Bley TA, König S. Data from: Tablet-based versus presentation-based seminars in radiology: effects of student digital affinity and teacher charisma on didactic quality. *Dryad;* 2023. DOI: 10.5061/dryad.9p8cz8wm2

Corresponding author:

Prof. Dr. med. Sarah König
University Hospital Würzburg, Institute for Medical Teaching and Medical Educational Research,
Josef-Schneider-Str. 2/D6, D-97080 Würzburg, Germany
koenig_s7@ukw.de

Please cite as

Weigel S, Backhaus J, Grunz JP, Kunz AS, Bley TA, König S. Tablet-based versus presentation-based seminars in radiology: Effects of student digital affinity and teacher charisma on didactic quality. *GMS J Med Educ.* 2023;40(5):Doc59. DOI: 10.3205/zma001641, URN: urn:nbn:de:0183-zma0016419

This article is freely available from

<https://doi.org/10.3205/zma001641>

Received: 2022-12-03

Revised: 2023-05-26

Accepted: 2023-07-18

Published: 2023-09-15

Copyright

©2023 Weigel 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/>.

Tablet-basierte versus Präsentations-basierte Seminare in der Radiologie: Auswirkungen der Technikaffinität der Studierenden und des Charismas der Dozierenden auf die didaktische Qualität

Zusammenfassung

Zielsetzung: Tablets werden zunehmend als Lehrmedium in der medizinischen Ausbildung eingesetzt. Hier vergleichen wir zwei Lehrformate im Radiologie-Seminar: ein Tablet-basiertes, Studierenden-zentriertes Format, das von Dozierenden begleitet wird, und ein traditionelles Präsentations-basiertes, Dozierenden-zentriertes Format. Ziel war es, die Auswirkungen auf den objektiven Lernzuwachs, den selbsteingeschätzten Lernzuwachs und die didaktische Qualität sowie den Einfluss des Charismas der Dozierenden und der Technikaffinität der Studierenden auf diese Elemente zu untersuchen.

Methodik: Daten von 366 Studierenden wurden erhoben. Die Technikaffinität der Studierenden, die didaktische Qualität und die allgemeine Zufriedenheit mit den Seminaren wurden für jedes Lehrformat über drei Semester bewertet. Im letzten Semester schätzten die Studierenden zusätzlich ihren Lernzuwachs ein, absolvierten ein Wissens- und Bildinterpretationstest und bewerteten das Charisma der Dozierenden.

Ergebnisse: Die Tablet-basierten Seminare erzielten signifikant bessere Bewertungen für didaktische Qualität und allgemeine Zufriedenheit. Die Präsentations-basierten Seminare schnitten jedoch in Bezug auf den objektiven und selbsteingeschätzten Lernzuwachs besser ab. Bei Verwendung von Tablets korrelierte das Charisma der Dozierenden mit dem selbsteingeschätzten Lernzuwachs, und die Technikaffinität beeinflusste die didaktische Qualität. Darüber hinaus wurden gute Seminarorganisation, verständliche Lernziele und optimale Variation der Lernaktivitäten als bedeutsame Faktoren identifiziert.

Schlussfolgerung: Diese Studie legt ein komplexes Zusammenspiel verschiedener Faktoren aus Dozierenden, Studierenden und Didaktik nahe. Es sollte beachtet und ggf. moduliert werden, um eine erfolgreiche curriculare Implementierung von Tablets zu ermöglichen. Jedoch zeigte sich, dass die Integration von Tablets und damit das aktive Einbinden der Studierenden in die Bildanalyse nicht automatisch zu mehr deklarativem Wissenserwerb führt. Das Verständnis der komplexen Strukturierung bei der Umsetzung von Tablet-basiertem, von Dozierenden geleitetem Unterricht ist grundlegend, um optimale Lernbedingungen zu schaffen.

Schlüsselwörter: Lehre, Radiologie, Tablets, digitale Lehre, medizinische Ausbildung

1. Einleitung

Mit der Verbreitung neuer Medien zu Beginn des Millenniums erschienen vor allem mobile Tablets für den medizinischen Versorgungsalltag vielversprechend [1]. Verschiedene Studien haben seitdem zahlreiche positive Effekte ihres Einsatzes in klinischen Anwendungen aus

Sicht des ärztlichen Personals und der Patientinnen und Patienten dokumentiert. Tablets erwiesen sich als hilfreich, um Informationszugang und Arbeitsabläufe zu verbessern, Dokumentationsanfordernisse zu erleichtern und damit letztlich ärztliche Zeit für die Krankenversorgung zu gewinnen [2], [3], [4]. Auch das Lehren mit Tablets hat als effektives Instrument in der medizinischen Ausbildung Aufmerksamkeit erlangt. Studien deuten darauf hin, dass digitale Geräte eine Lerner-zentrierte

Sandra Weigel¹
Joy Backhaus¹
Jan-Peter Grunz²
Andreas Steven Kunz²
Thorsten Alexander Bley²
Sarah König¹

1 Universitätsklinikum Würzburg, Institut für medizinische Lehre und Ausbildungsforschung, Würzburg, Deutschland

2 Universitätsklinikum Würzburg, Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Würzburg, Deutschland

Ausbildung fördern, indem sie Peer-Feedback, Wissensaustausch und Diskussionen erleichtern [5], die Teilnahmequote positiv beeinflussen [6] und hohe Zufriedenheit bei Studierenden hervorrufen [7]. Solche moderne Lehrensätze könnten im Bereich der Radiologie von besonderem Interesse sein, da Medizinstudierende den Mangel an Kompetenzerwerb in klarer, strukturierter Bildbewertung und der radiologischen Befundinterpretation als eine der größten Schwächen ihres Medizinstudiums betrachten [8], [9]. Wir postulieren, dass es einen wesentlichen Unterschied zwischen der theoretischen radiologischen Ausbildung (deklaratives Wissen) und der praktischen Umsetzung der Bildinterpretation mit Navigation durch Patientendatensätze (prozedurales Wissen) gibt. Durch die Integration von Tablets in die radiologische Ausbildung können Studierende den Umgang mit Bildarchivierungs- und Kommunikationssystemen erlernen, was den Grad der Aufgabenauthentizität erhöht. Studierende sammeln praktische Lernerfahrungen, die die späteren beruflichen Anforderungen simulieren und der Komplexität im Bereich der Bildgebung gerecht werden. Trotz einiger Studien, die auf die potenziell positiven Auswirkungen Tablet-basierter Lehre hinweisen [10], [11], besteht immer noch ein Mangel an Evidenz zum Lernerfolg, da einige Studien wiederum keinen Unterschied zu konventionell unterrichteten radiologischen Kursen feststellen [12], [13].

Strukturierte Wissens- und Kompetenzvermittlung, die Verwendung geeigneter Lehr- und Lernmethoden sowie vielfältiger Medien-basierter Unterricht und die aktive Einbeziehung der Studierenden stellen Surrogatparameter für eine hohe didaktische Qualität dar [14]. Es besteht jedoch immer noch Informationsbedarf zur Rolle des Charismas von Dozierenden. Es ist anzunehmen, dass dieses einen positiven Einfluss auf das Lerninteresse der Studierenden [15], deren Beteiligung am Unterricht [16] und die Effektivität des Lernens [17], [18] ausübt. Auch der Zusammenhang mit erwünschten Ergebnissen wie kritischem Denken, kognitiver Entwicklung und Studierendenzufriedenheit wurde bereits nachgewiesen [19], [20]. Eine kürzlich durchgeführte Studie über die Wahrnehmung digitaler Technologie durch Lehrpersonal legt nahe, dass der Einsatz von Technologie im Unterricht bei Studierenden zur Motivationssteigerung führen kann [21]. Die Rolle von Lehrpersonal in Technologie-basierten Unterrichtsformaten erscheint jedoch immer noch nicht vollständig verstanden. Eine Studie basierend auf einer Computer-basierten Lernumgebung zeigte, dass charismatische Dozierende die Fähigkeiten von Studierenden durch Affektivität positiv beeinflussen [22]. Obwohl der Lehrperson in Tablet-basierten Seminaren eher eine untergeordnete, moderierende Rolle zukommt, sollte das Charisma dennoch einen bedeutsamen Einfluss auf den Lernerfolg haben.

Die Diskrepanz zwischen der Erwartung, dass Studierende nativ talentierte Nutzer digitaler Technologien sind, und dem in Unterrichtssituationen tatsächlich erlebten, oft falsch eingeschätzten digitalen Kompetenzniveau, kann ein Hindernis für digitale Umsetzungsformate darstellen. Studien legen daher nahe, dass eine differenzierte Bewer-

tung der Technikaffinität der Studierenden notwendig ist, um digitale Geräte effektiv zum Lehren und Lernen einzusetzen [23], [24], [25]. Eine kürzlich durchgeführte Studie hat sich dieser Herausforderung gestellt, indem sie zwei Cluster von Studierenden unterschiedlicher Technikaffinität identifizierte und einen Interaktionseffekt zwischen hoher Affinität und dem Lernerfolg in spezifischen Formaten der Wissensvermittlung feststellte [26]. Es besteht jedoch noch immer ein Mangel an Erkenntnis darüber, wie genau Technikaffinität studentische Evaluationen und die wahrgenommene Unterrichtsqualität beeinflusst, wenn digitale Geräte und Medien im Unterricht eingesetzt werden.

Ziel dieser Studie war es, zwei verschiedene Lehrformate in Seminaren der Radiologie zu vergleichen: Tablet-basierte, Studierenden-zentrierte und Dozierenden-geleitete Lehre versus Präsentations-basierte und Dozierenden-zentrierte Lehre. Um die Auswirkungen von Tablets auf Lehre und Lernen besser zu verstehen, soll diese Studie zur Klärung folgender Forschungsfragen beitragen:

- Wie unterscheiden sich die verschiedenen Lehrformate hinsichtlich des selbsteingeschätzten und objektiven Lernzuwachses, des empfundenen Charismas der Dozierenden, der didaktischen Qualität und der studentischen Zufriedenheit?
- Wie wirkt sich das Lehrformat auf den Einfluss von Charisma der Dozierenden und studentischer Technikaffinität auf die Variablen, insbesondere auf die didaktische Qualität aus?

2. Material und Methoden

2.1. Studiendesign und -teilnehmende

Diese prospektive Querschnittsstudie wurde an einer medizinischen Fakultät in Deutschland durchgeführt, die einen traditionellen sechsjährigen Lehrplan mit zwei präklinischen und drei klinischen Studienjahren sowie einem praktischen Ausbildungsjahr anbietet. Im vierten Jahr umfasst die Lehre im Fach Radiologie Vorlesungsreihen und zwölf obligatorische Seminare, von denen sechs in diese Studie einbezogen wurden: Gynäkologische und pädiatrische Bildgebung wurden beide in einem Präsentations-basierten Format unter Verwendung digitaler Folien in Microsoft PowerPoint (Redmond, USA) unterrichtet. Im Gegensatz dazu wurden die vier Seminare zur Bildgebung des Abdomens, des Herzens und großer Gefäße, des Thorax und des muskuloskeletalen Systems in einem Tablet-basierten Format gehalten. Die Studierenden arbeiteten hier in einer spezialisierten PACS-Applikation (picture archiving and communication system, Merlin, Phoenix-PACS, Freiburg im Breisgau, Deutschland) mit anonymisierten Bilddatensätzen von Patientinnen und Patienten. Die Gruppen von zwölf bis vierzehn Studierenden nahmen wöchentlich an den 90-minütigen Seminaren teil, die von 17 Assistenzärztinnen und Assistenzärzten für Radiologie unterrichtet wurden. Jedes Seminarthema

wurde von verschiedenen Ärztinnen und Ärzten unterrichtet, und die Mehrheit der Ärztinnen und Ärzte (58,8%) unterrichtete Seminare zu mindestens zwei verschiedenen Themen. Aufgrund eines Rotationsplans fanden die Seminare für jede Studierendengruppe in unterschiedlicher Reihenfolge statt und die Teilnahme aller Studierenden sowohl an den Präsentations-basierten als auch an den Tablet-basierten Seminaren war gewährleistet. Die Teilnahme an der Studie erfolgte freiwillig und bei Nichtteilnahme entstanden keine Nachteile.

2.2. Lehrmethodik

Alle Seminare basierten auf demselben didaktischen Konzept: Zunächst wurde für das Thema relevantes Grundlagenwissen in Anatomie und Radiologie wiederholt, anschließend wurden die realen Patientenfälle vorgestellt, die jeweils Anamnese, zu untersuchende klinische Fragestellung und radiologische Bilddatensätze (Radiografie und Computertomografie) umfassten. Die beiden Seminarformate werden in dieser Studie mit Begriffen gekennzeichnet, die das verwendete Medium beschreiben: Präsentation und Tablet. In den traditionellen Präsentations-basierten Seminaren wurden die radiologischen Bilder in die digitalen Präsentationsfolien eingebettet, und die Studierenden wurden möglichst allesamt aktiv in die gemeinsame Interpretation der Bilder einbezogen. Die Tablet-basierten Seminare waren als Studierenden-zentrierte, Dozierenden-geleitete Lehre konzipiert. Nach einer kurzen einweisenden Einführung seitens der Dozierenden wurden sie als Partnerarbeit durchgeführt: Zwei Studierende teilten sich ein Gerät, um praktische Aufgaben der Bildanalyse wie die Auswahl geeigneter Bildrekonstruktionen, Zoomen und Scrollen durchzuführen. Nach der Auswertung der Bilddaten wurden Bildinterpretation und korrekte Diagnose im Plenum diskutiert. Für jedes Seminar wurden bis zu 17 Patientenfälle vorbereitet; aufgrund der Zeitbeschränkung konnte nur eine Auswahl der Fälle verwendet werden.

2.3. Studiendesign und Messmethodik

Die Studie lief über drei Semester (Wintersemester 2016/17, Sommersemester 2019 und Wintersemester 2019/20). In allen Semestern wurden die Studierenden gebeten, zum Semesterende an einer Online-Umfrage auf der Plattform EvaSys (Lüneburg, Deutschland) teilzunehmen, um ihre persönliche Technikaffinität, die didaktische Qualität und die allgemeine Zufriedenheit mit den Seminaren zu bewerten. Nur im letzten Semester (Wintersemester 2019/20) schätzten die Studierenden zusätzlich am Ende jeder Seminarsitzung ihren Lernzuwachs ein, bewerteten das Charisma der Dozierenden und absolvierten ein Wissens- und Bildinterpretationstestat via Smartphone-basiertem QR (quick response)-Fragebogen. Die Daten aus Semesterend- und QR-Umfragen wurden anhand der Matrikelnummern, die von den Studierenden bereitgestellt wurden, abgeglichen. Tabelle 1 listet alle in dieser Studie untersuchten Variablen, ihre Definition,

die Messmethode, Skalierung und Wertebezeichnung auf.

Die studentische Selbsteinschätzung des Lernzuwachses jedes Seminars erfolgte vor dem Absolvieren des Wissens- und Bildinterpretationstests. Der Lernzuwachs wurde anhand von vier operationalisierten Lernzielen berechnet (siehe Anhang 1). Die Studierenden bewerteten ihre Kompetenzstufe in jedem Lernziel auf einer sechsstufigen Likert-Skala von „stimme voll zu“ bis „stimme überhaupt nicht zu“ unter Verwendung eines retrospektiven Post-then-Pre-Designs (nach Abschluss des Seminars gaben die Studierenden ihre Kompetenz sowohl nach als auch vor dem Seminar an). Durch Mittelwertbildung wurden zwei Einschätzungen generiert und in Prozent umgewandelt. Dann wurde die Differenz berechnet und schließlich der selbsteingeschätzte Lernzuwachs mithilfe einer Berechnungsmethode ermittelt, bei der die prozentuale Rohdifferenz mit einem Gewichtungskoeffizienten multipliziert wird, um die Pretest-Variabilität zu bereinigen [27]. Der objektive Lernzuwachs wurde mittels Testaten zur klinischen Wissens- und Bildinterpretationsfähigkeit der Studierenden erhoben. Dazu wurden 24 Fragen aus früheren curricularen Prüfungen ausgewählt, die bestmöglich die Kriterien einer Aufgabenschwierigkeit von 0,4 bis 0,8 und einer Trennschärfe von mehr als 0,3 erfüllten, und nach Überarbeitung den Themen der Seminare zugeordnet. Jedes Testat bestand aus vier bis fünf Fragen; die Antwortmöglichkeiten wurden als Einfachauswahlverfahren mit 5 Antwortoptionen und im Multiple-True-False-Typ konzipiert. Die Studierenden erhielten einen Punkt für die richtige Einfachauswahl bzw. einen halben Punkt für die Auswahl von mehr als 50% der richtigen Antworten bei Multiple-True-False. Die Gesamtpunktzahl des Testats wurde in Prozent ausgedrückt. Um ein mögliches Lehren spezifisch auf das Testat zu verhindern, waren den Dozierenden die Testatfragen nicht bekannt.

Um den Fragebogen der Studie (siehe Anhang 2) an den spezifischen Lehrkontext zu adaptieren, haben wir entsprechend geeignete Fragen aus einer Reihe veröffentlichter Instrumente ausgewählt: Das Charisma der Dozierenden wurde anhand einer Auswahl von Fragen aus vier validierten Instrumenten bewertet [28], [29], [30], [31]. Die Items zur didaktischen Qualität wurden ebenfalls aus vier bereits bestehenden Instrumenten abgeleitet [31], [32], [33], [34]. Zur Messung der Technikaffinität wurden Items einer kürzlich durchgeführten Clusteranalyse verwendet [26]. Die Formulierung einiger Items wurde leicht angepasst, um speziell dem Seminar zu entsprechen.

2.4. Statistik

Zur Erstellung der Abbildungen wurden RStudio 1.2.1335 (Boston, USA) und Microsoft PowerPoint (Redmond, USA) verwendet. Für die statistische Analyse kamen IBM SPSS Statistics 26.0 (Armonk, USA) und Mplus 7.11 (Muthén & Muthén, Los Angeles, USA) zum Einsatz. Fehlende Werte wurden auch statistisch als fehlend betrachtet, d.h. es wurde kein Imputationsverfahren durchgeführt. Für die deskriptive Analyse wurden Mittelwerte und

Tabelle 1: Untersuchte Variablen

Variable	Definition	Messmethode	Skalierung und Wertebezeichnung
Selbsteingeschätzter Lernzuwachs	Selbsteinschätzung des Lernzuwachses durch die Studierenden anhand von vier Lernzielen pro Seminar	Durchschnittlicher Zuwachs unter Verwendung einer gewichteten Berechnungsmethode	6-stufige Likert-Skala für jedes Lernziel von „stimme voll zu“ bis „stimme überhaupt nicht zu“
Objektiver Lernzuwachs	Studentische Leistung im Wissens- und Bildinterpretationstest	Testatergebnis nach der Intervention	Pro Testat 4-5 Fragen als Einfachauswahl mit 5 Antwortoptionen und als Multiple-True-False-Typ; max. 1 Punkt pro Frage
Charisma der Dozierenden	Wahrnehmung des Charismas der Dozierenden durch die Studierenden	Durchschnitt der Items c1-c12	5-stufige Likert-Skala für jedes Item von „stimme voll zu“ bis „stimme überhaupt nicht zu“; Items c1, c2 und c3 invers kodiert
Didaktische Qualität der Seminare	Bewertung der didaktischen Qualität der Seminare durch die Studierenden	Durchschnitt der Items q1-q14	5-stufige Likert-Skala für jedes Element von „stimme voll zu“ bis „stimme überhaupt nicht zu“
Studentische Technikaffinität	Selbsteinschätzung der Technikaffinität durch die Studierenden	Durchschnitt der Items d1-d4	5-stufige Likert-Skala für jedes Element von „stimme voll zu“ bis „stimme überhaupt nicht zu“
Gesamtzufriedenheit mit den Seminaren	Gesamtzufriedenheit der Studierenden mit den Seminaren	Einzelnes Item: „Ich würde den Seminaren die folgende Note geben.“	Noten von 1 bis 5, invers in Likert-Skala kodiert

Standardabweichungen berechnet. Cronbachs Alpha wurde als Maß für die interne Konsistenz verwendet. Ein akzeptabler Alpha-Wert wurde als über 0,70 definiert [35]. Um Gleichheit zwischen den Semesterkohorten sicherzustellen, wurden die demografischen Daten der Studierenden und die Schwierigkeit der Testate mithilfe des Student's t-Test verglichen. Der Welch-Test wurde unter Verwendung des Lehrformats als unabhängige Variable und des selbsteingeschätzten und objektiven Lernzuwachses, des Charismas der Dozierenden, der Bewertung der didaktischen Qualität und der studentischen Zufriedenheit als abhängige Variablen angewandt, um auf Signifikanz zwischen den Gruppen zu testen [36]. Pearson-Korrelationskoeffizienten wurden für jedes Format berechnet und auf Signifikanz getestet ($p < 0,05$). Da der Pearson-Korrelationskoeffizient keine Messfehlerkorrektur zulässt, wurden Strukturregressionsmodelle für Charisma, Technikaffinität und didaktische Qualität berechnet [37]. Aus statistischer Sicht sind die Ergebnisse von Strukturregressionsmodellen robuster als einfache Pearson-Korrelationen [38]. Unsere Hypothese war, dass didaktische Qualität und Charisma in allen berechneten Modellen positiv korrelierten. In Modell 1 wurden die von Technikaffinität ausgehenden Beziehungen als Regressionen behandelt, wobei die Technikaffinität sowohl die didaktische Qualität als auch das Charisma vorhersagte. Theoriekonforme signifikante Interkorrelationen aufgrund von Modifikationsindizes größer als 10 waren in Modell 1 nicht erlaubt, jedoch in einem ansonsten äquivalenten Modell 2. Im Gegensatz dazu wurden in Modell 3 alle Beziehungen als Korrelationen behandelt, wobei Interkor-

relationen aufgrund von Modifikationsindizes größer als 10 ebenfalls erlaubt waren. Root-Mean-Square-Error-of-Approximation (RMSEA), Standardized-Root-Mean-Square-Residual (SRMR) und Comparative-Fit-Index (CFI) wurden verwendet, um die Modellpassung zu untersuchen und das endgültige Modell festzulegen. Der RMSEA ermittelte, wie gut das Modell mit unbekanntem, aber optimal gewählten Parametern zur Kovarianzmatrix der Population passt [39]. Seine Stärke liegt in der Sensitivität gegenüber der Anzahl der im Modell geschätzten Parameter; Werte kleiner als 0,06 deuten auf eine relativ gute Passung zwischen dem hypothetisierten Modell und den beobachteten Daten hin [40]. Der SRMR diente als standardisiertes Maß zur Gesamtbewertung der Residuen der Kovarianzmatrix der Stichprobe und des hypothetisierten Kovarianzmodells; Werte unter 0,08 deuten auf eine relativ gute Passung hin [40]. Der CFI stellte einen inkrementellen Anpassungsindex dar, der vom Normed-Fit-Index abgeleitet ist und die Stichprobengröße berücksichtigt. Werte über 0,90 gelten als Hinweis auf eine zufriedenstellende Passung. Wo möglich wurde eine einfache lineare Regressionsanalyse durchgeführt, um die Effektreihenfolge zu bestimmen. Bestmöglich den Daten entsprechende Regressionslinien wurden geplottet und durch die vorhergesagte Formel $Y = a + b \cdot X$ beschrieben.

3. Ergebnisse

3.1. Deskriptive Statistik

Im Wintersemester 2016/2017, Sommersemester 2019 und Wintersemester 2019/2020 waren 163, 143 bzw. 147 Studierende in den Seminaren eingeschrieben. Die Umfrage am Semesterende zu didaktischer Qualität, Zufriedenheit mit den Seminaren und Technikaffinität der Studierenden wurde von jeweils 103, 125 bzw. 97 Studierenden ausgefüllt. Im Wintersemester 2019/2020 wurden insgesamt 599 QR-Evaluationen gesammelt, die Daten zu selbsteingeschätztem und objektivem Lernzuwachs sowie Charisma der Dozierenden erhoben (Tablet-basiert $n=422$, Präsentations-basiert $n=177$), wobei 138 Studierende mindestens einmal evaluierten. Es wurden keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der demografischen Daten der Studienteilnehmenden in den drei Semestern festgestellt (55,6 % weiblich, durchschnittliches Alter $23,95 \pm 3,17$ Jahre, durchschnittliches Semester $6,97 \pm 0,22$, $p > 0,05$). Darüber hinaus wurden keine signifikanten Unterschiede in der Schwierigkeit der Testfragen zwischen den Tablet-basierten und den Präsentations-basierten Seminaren dokumentiert ($p > 0,05$). Cronbachs Alpha für die studentische Selbsteinschätzung der Kompetenz in Bezug auf die Lernziele betrug $\alpha = 0,84$ (vor dem Seminar) und $\alpha = 0,72$ (nach Abschluss des Seminars) und wurde daher als gut angesehen. Cronbachs Alpha für die Skalen des Charismas und der didaktischen Qualität war sehr gut (beide $\alpha = 0,87$), während Cronbachs Alpha für die Skala der Technikaffinität nur 0,62 betrug. Dieser Wert der nur vier Items umfassenden Skala lag damit nur knapp unter der Grenze um als akzeptabel zu gelten. Im Vergleich aller verwendeter Skalen (Mittelwert Charisma $4,47 \pm 0,52$, Mittelwert didaktische Qualität $4,31 \pm 0,48$, Mittelwert Technikaffinität $3,44 \pm 0,71$, Mittelwert Gesamtzufriedenheit $4,46 \pm 0,63$) variierten die Studierenden am stärksten in ihrer Technikaffinität, die sie als eher niedrig bewerteten.

3.2. Bewertungen des selbsteingeschätzten und objektiven Lernzuwachses, des Charismas der Dozierenden, der didaktischen Qualität und der Gesamtzufriedenheit

Die Präsentations-basierten Seminare erzielten signifikant höhere Bewertungen in selbsteingeschätztem und objektivem Lernzuwachs (siehe Abbildung 1 a und b). Das Tablet-basierte Lehrformat hingegen übertraf das traditionelle Präsentations-basierte Format signifikant in der Bewertung der didaktischen Qualität und der Gesamtzufriedenheit der Studierenden (siehe Abbildung 1 c). Zu beachten ist, dass beide Lehrformate gut abschnitten. In der Bewertung des Charismas der Dozierenden wurden keine Unterschiede zwischen den Lehrformaten festgestellt.

3.3. Auswirkung des Charismas der Dozierenden und der studentischen Technikaffinität in Tablet-basierten Seminaren

Alle folgenden Analysen wurden ausschließlich mit den Daten des letzten Studiensemesters (Wintersemester 2019/20) durchgeführt. Pearson-Korrelationskoeffizienten für alle untersuchten Variablen wurden für die Tablet-basierten und die Präsentations-basierten Seminare berechnet (siehe Tabelle 2 und Tabelle 3). In beiden Lehrformaten gab es keine signifikante Korrelation zwischen selbsteingeschätztem und objektiv erhobenem Lernzuwachs. In den Tablet-basierten Seminaren bestand jedoch eine signifikante Korrelation zwischen dem selbsteingeschätzten Lernzuwachs und dem Charisma der Dozierenden, was auf eine größere Auswirkung des Charismas in Technologie-basierten Formaten hinweist. In beiden Formaten korrelierte die studentische Gesamtzufriedenheit mit dem Seminar stark mit der Bewertung der didaktischen Qualität. Zusätzlich korrelierte in den Tablet-basierten Seminaren die Technikaffinität der Studierenden signifikant mit der Gesamtzufriedenheit und der didaktischen Qualität. Da diese Korrelationen im traditionellen Seminarformat nicht signifikant waren, scheint die Technikaffinität für die Wahrnehmung des Tablet-basierten Seminars besonders relevant zu sein.

3.4. Strukturregressionsmodell der Technikaffinität, des Charismas der Dozierenden und der didaktischen Qualität

Im Vergleich der drei berechneten Strukturregressionsmodelle erzielte Modell 2, dem ein vorhersagender Effekt von Technikaffinität auf didaktische Qualität im Sinne einer Regression zugrunde liegt und das Interkorrelationen erlaubt, die besten Gütekriterien für die Modellierung der Tablet-basierten (a) sowie der Präsentations-basierten Seminare (b): RMSEA=0,05(a), 0,05(b); SRMR=0,07(a), 0,07(b); CFI=0,90(a), 0,92(b). Alle weiteren Analysen basierten daher auf Modell 2.

Die Regression der Technikaffinität, die die didaktische Qualität vorhersagte, war in beiden Lehrformaten signifikant (siehe Abbildung 2). Der Koeffizient fiel in den Tablet-basierten Seminaren im Vergleich zu den Präsentations-basierten Seminaren höher aus (0,42 vs. 0,23). Die Korrelation zwischen Charisma der Dozierenden und didaktischer Qualität war ebenfalls in beiden Modellen signifikant, wobei die Koeffizienten ähnlich groß waren (0,15 vs. 0,20). Studierende, die ihren Dozierenden oder ihre Dozierende als charismatisch empfanden, bewerteten die didaktische Qualität höher, unabhängig vom Lehrformat. Die Auswirkung der Technikaffinität auf die Bewertung des Charismas der Dozierenden war nicht signifikant. Im Modell der Präsentations-basierten Seminare wurden zwölf Interkorrelationen zugelassen, im Modell der Tablet-

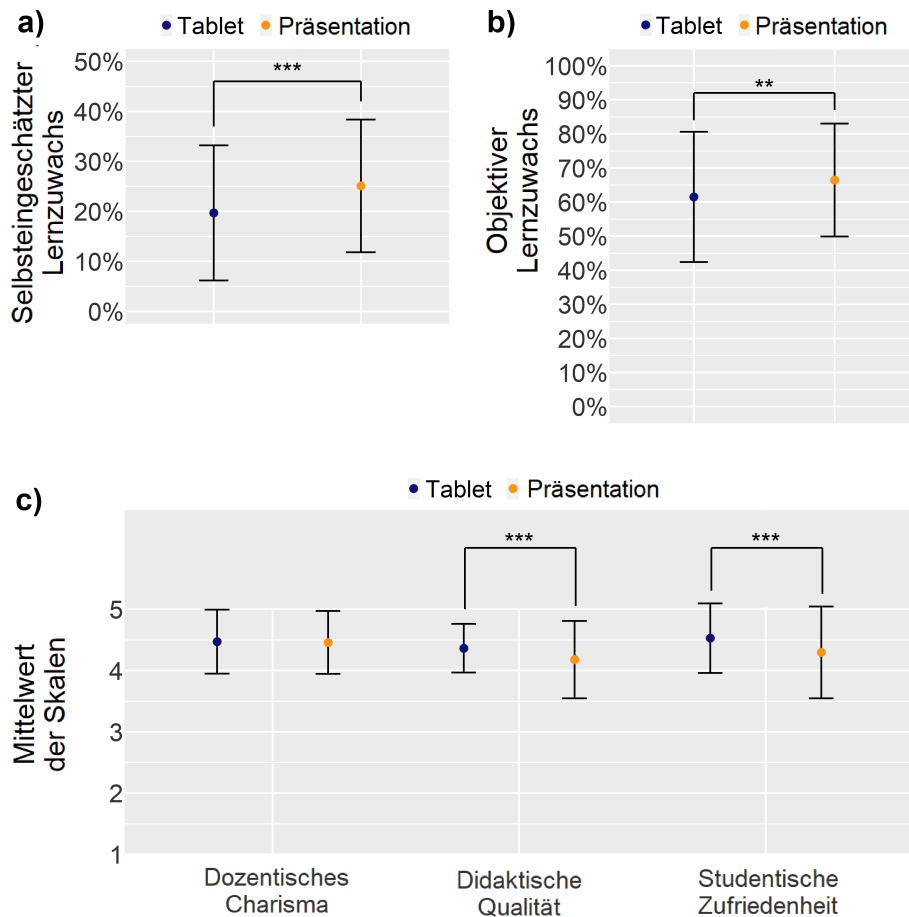


Abbildung 1: Diagramme der Mittelwerte und Fehlerbalken für selbsteingeschätzten Lernzuwachs (a), objektiven Lernzuwachs (b) und Charisma der Dozierenden, didaktische Qualität und studentische Zufriedenheit (c) für die Tablet-basierten und Präsentations-basierten Seminare.

Fehlerbalken geben ± Standardabweichung an. Waagrechte Balken geben Signifikanz zwischen den Gruppen und Effektgröße an; ** p<0.01; *** p<0.001. Da die studentische Technikaffinität unabhängig vom Lehrformat erhoben wurde, ist sie nicht Teil dieser Grafik. Es ist zu beachten, dass selbsteingeschätzter Lernzuwachs, Charisma der Dozierenden und objektiver Lernzuwachs ausschließlich im Wintersemester 2019/20 erhoben wurden.

Tabelle 2: Pearson-Korrelationen zwischen den Variablen in den Tablet-basierten Seminaren

	Variable	1	2	3	4	5	6
1	Selbsteingeschätzter Lernzuwachs	1,00	0,01	0,23***	0,01	-0,07	0,04
2	Objektiver Lernzuwachs		1,00	0,01	0,07	0,02	0,06
3	Charisma der Dozierenden			1,00	0,10	-0,06	0,13*
4	Didaktische Qualität der Seminare				1,00	0,20**	0,57***
5	Studentische Technikaffinität					1,00	0,12*
6	Gesamtzufriedenheit mit den Seminaren						1,00

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,0005

Tabelle 3: Pearson-Korrelationen zwischen den Variablen in den Präsentations-basierten Seminaren

	Variable	1	2	3	4	5	6
1	Selbsteingeschätzter Lernzuwachs	1,00	0,06	0,03	-0,05	0,14	-0,15
2	Objektiver Lernzuwachs		1,00	-0,10	0,07	0,04	0,09
3	Charisma der Dozierenden			1,00	0,13	-0,01	0,29**
4	Didaktische Qualität der Seminare				1,00	0,15	0,47***
5	Studentische Technikaffinität					1,00	-0,08
6	Gesamtzufriedenheit mit den Seminaren						1,00

p<0,01; *p<0,0005

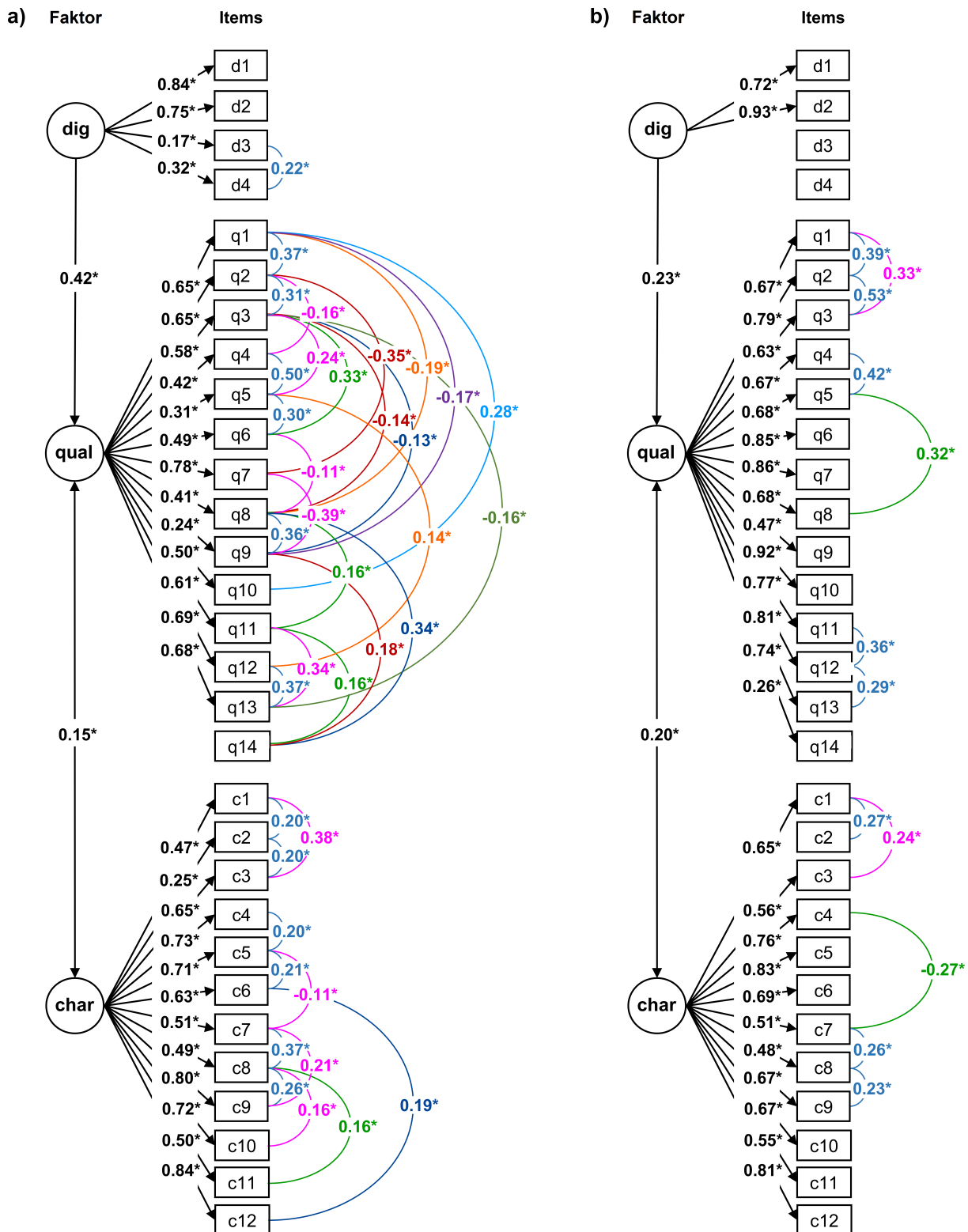


Abbildung 2: Strukturregressionsmodell der Beziehungen zwischen Technikaffinität (dig), didaktischer Qualität (qual) und Charisma der Dozierenden (char) in Tablet-basiertem (a) und Präsentations-basiertem Lehrformat (b). Nur signifikante Koeffizienten sind abgebildet.

Einfacher Pfeil=Regression, Doppelpfeil=Korrelation, Bogen=Interkorrelation, * p<0.05

basierten Seminare 37. Zahlreiche Interkorrelationen bestanden zwischen guter Organisation (Item q1), verständlichen Lernzielen (Item q3) und optimaler Variation von Lernaktivitäten (Item q8), jedoch insbesondere im Modell der Tablet-basierten Seminare. Diese Items stan-

den in Zusammenhang mit der mündlichen Beteiligung der Studierenden am Seminar (Item q9), dem Wissenserwerb (Item q11), dem Verständnis im Fach Radiologie (Item q13) und dem Wunsch, sich in der Zukunft für eine

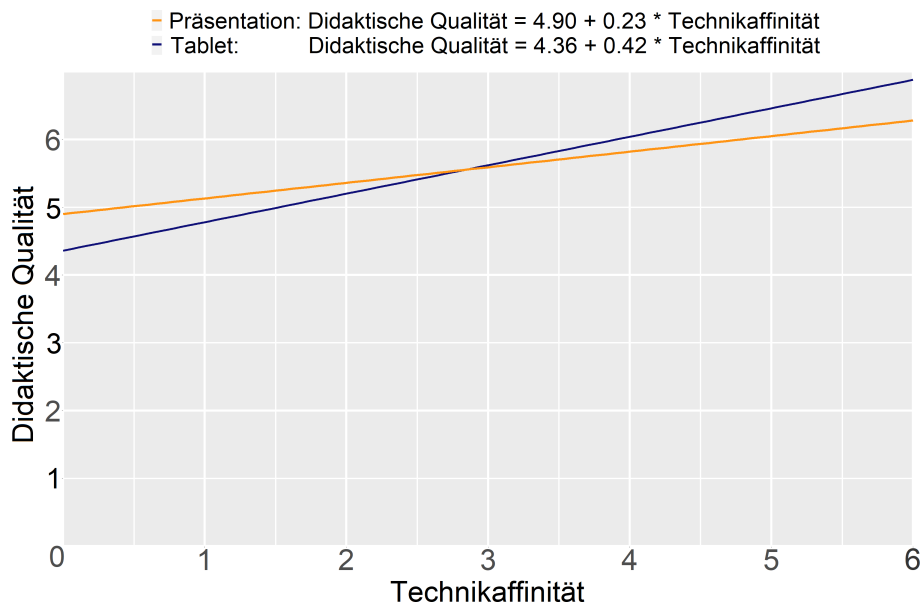


Abbildung 3: Regressionsanalyse mit moderierendem Effekt des Lehrformats auf den Einfluss von studentischer Technikaffinität auf die empfundene didaktische Qualität. Es ist zu beachten, dass die Regressionsanalyse die hypothetische Beziehung der Variablen schätzt, und somit auch Werte außerhalb der Skala der Antwortmöglichkeiten von 1 bis 5 abgebildet werden.

bildgebende Fachrichtung in der Weiterbildung zu entscheiden (Item q14).

3.5. Moderierende Wirkung des Lehrformats auf den Einfluss von Technikaffinität auf didaktische Qualität

Das Lehrformat hatte eine moderierende Wirkung auf den Zusammenhang von Technikaffinität und didaktischer Qualität, wie in Abbildung 3 dargestellt ist. Eine Erhöhung der Technikaffinität würde demnach zu einer größeren Steigerung der empfundenen didaktischen Qualität in Tablet-basierten Seminaren im Vergleich zu Präsentations-basierten Seminaren führen. Das Modell legt nahe, dass die Bewertungen der didaktischen Qualität beider Lehrformate in den Extremen der Technikaffinität divergieren: Niedrige Technikaffinität führte zu einer höheren Bewertung der didaktischen Qualität in Präsentations-basierten Seminaren, während hohe Technikaffinität zu einer höheren Bewertung der didaktischen Qualität im Tablet-basierten Format führte.

4. Diskussion

Obwohl die Implementierung von Tablet-Geräten in der medizinischen Ausbildung Gegenstand zahlreicher Studien war, wurde nur selten ein direkter Vergleich mit einer traditionellen Lehrmethode durchgeführt [41], [42], [43]. Um die bestehende Literatur zu ergänzen und die Auswirkungen von Tablet-basiertem Unterricht und seinen Kovariaten zu untersuchen, führten wir diese Studie in einem Seminar der Radiologie für Studierende durch. In unserer Studie konnten wir keines der Lehrformate als überlegen reüssieren. Sowohl die Tablet-basierten als auch die Präsentations-basierten Seminare erhielten von

den Studierenden gute Bewertungen in Bezug auf die didaktische Qualität und die Gesamtzufriedenheit, jedoch mit statistisch signifikantem Unterschied zugunsten der Tablet-basierten Seminare. Die Studierenden bewerteten beide Lehrformate gut, bevorzugten jedoch – trotz des höheren kognitiven Anspruchs – das Tablet-basierte Format. Dennoch erwiesen sich die Präsentations-basierten Seminare in Bezug auf den selbsteingeschätzten und objektiven Lernzuwachs als überlegen. Im Vergleich der zwei Lehrformate konnten wir ein komplexes Zusammenspiel verschiedener Faktoren nachweisen, die die Lernerfahrungen der Studierenden beeinflussen.

4.1. Die Rolle des Charismas der Dozierenden in Tablet-basierten Seminaren

Im Hinblick auf die Tablet-basierten Seminare deuten unsere Ergebnisse darauf hin, dass das Charisma der Dozierenden positiv mit dem selbsteingeschätzten Lernzuwachs und der Bewertung der didaktischen Qualität durch die Studierenden korreliert. Charismatische Dozierende vermitteln Begeisterung über eine harmonische Beziehungsebene und fördern dadurch Interesse und Beteiligung der Studierenden [44], [45]. Die Studierenden schreiben das ausgelöste Engagement der hohen didaktischen Qualität zu, die im Einklang mit dem Charisma der Dozierenden steht. In der Literatur wurde ein ähnlicher Einfluss von Charisma auf die empfundene Lehreffektivität gezeigt [17], [18]. Die Attraktivität einer Lehrperson scheint diese Beziehung zu modifizieren [17], was die Frage nach anderen möglichen Störfaktoren aufwirft. Die Verwendung digitaler Medien scheint jedenfalls kein Hindernis für mögliche Auswirkungen der Lehrpersönlichkeit darzustellen [22]. Unsere Ergebnisse legen nahe, dass das Charisma in modernen, digitalisierten Lehrfor-

maten möglicherweise sogar eine noch größere Rolle spielt. Während das Charisma der Dozierenden in beiden Formaten mit der Bewertung der didaktischen Qualität korrelierte, hatte es nur im Tablet-basierten Seminar einen Einfluss auf den selbsteingeschätzten Lernzuwachs der Studierenden. Dieser Effekt könnte auf eine wünschenswerte Verschiebung hin zu Lernenden-zentriertem Unterricht zurückzuführen sein, der durch digitale Medien erleichtert wird [6], [46]. Eine besonders charismatische Lehrperson wird zudem eher der motivierenden Rolle eines Moderators gerecht, der die Studierenden in ihrem selbstgesteuerten, z. B. Tablet-basierten Lernprozess unterstützt und damit die Wahrnehmung eines höheren Lernerfolgs fördert. Tatsächlich zeigen Studien, dass Charisma trainiert werden und zu besseren Studierendenbewertungen im Unterricht führen kann [47], [48]. Eine Reflexion der Lehrpersönlichkeit sollte daher insbesondere bei der Gestaltung und Schulung von digital unterstützten Lehrkonzepten erwogen werden.

4.2. Die Rolle der Technikaffinität der Studierenden in Tablet-basierten Seminaren

Unsere Ergebnisse legen zudem nahe, dass die Technikaffinität der Studierenden eine wichtige Rolle in Tablet-basierten Seminaren spielt, da sie mit studentischer Gesamtzufriedenheit und Bewertung der didaktischen Qualität korrelierte. Wir konnten darüber hinaus eine moderierende Wirkung des Lehrformats feststellen: Der Effekt, dass höhere Technikaffinität zu besserer Bewertung der didaktischen Qualität führte, war im Tablet-basierten Format besonders ausgeprägt. Dies bestätigt, dass Studierende mit positiven Einstellungen gegenüber Computern entsprechende Kurse als zufriedenstellender und effizienter empfinden [49]. Sie tendieren dazu, digitale Lernformate als bevorzugte Lernumgebung zu wählen, um von ihnen bestmöglich zu profitieren [50]. Eine andere Studie konnte auch einen signifikanten Zusammenhang zwischen Online-Selbstwirksamkeitserwartung sowie drei Interaktivitätsfaktoren und Benutzerzufriedenheit sowie empfundenem Lernerfolg in einem Online-Kurs aufdecken [51]. Unter allen Faktoren wurde die Online-Selbstwirksamkeitserwartung als bedeutendster Prädiktor des empfundenen Lernerfolgs identifiziert, was ebenfalls gut mit unseren Ergebnissen übereinstimmt.

In unserer Studie zeigten Studierende der Humanmedizin mit hoher Technikaffinität eine Vorliebe dafür, Bildinterpretation in Tablet-basierten Seminaren mit Zugriff auf PACS zu üben. Jedoch variierten die Studierenden in ihrer selbsteingeschätzten Technikaffinität auch am stärksten, und die durchschnittliche Bewertung dieser fiel im Vergleich aller Variablen am niedrigsten aus. Dies unterstreicht den Trugschluss, dass hohe Technikaffinität unter Studierenden als selbstverständlich angenommen werden könne. Die Regressionsanalyse ergab, dass eine hohe Technikaffinität das Lernerlebnis mit digitalen Medien weiter verbessern und im Umkehrschluss eine niedrige

Technikaffinität im Lernprozess sogar hinderlich wirken kann. Eine Erhebung der Technikaffinität und kompensatorische Unterstützung für Benutzende, die nicht über die notwendigen Fähigkeiten verfügen, sollten daher vor der Implementierung Tablet-basierter Lernens durchgeführt werden [52].

4.3. Kongruenz von Zielen, effektiven Lehrmethoden und Prüfung der Studierenden

Trotz der breiten Akzeptanz des Tablet-basierten Lehrkonzepts in unserer Studie erreichten selbsteingeschätzter und objektiver Lernzuwachs in diesem Format nicht das entsprechende Niveau des traditionellen Unterrichts. Obwohl diese Feststellung gewissermaßen im Widerspruch zu einem der Gründe für die Einführung von Tablet-Geräten steht, deckt sie doch eine mögliche Hürde beim Unterrichten mit Tablets auf und gibt Hinweise, wie man sie vermeiden kann: Die Einführung digitaler Geräte in bestehende Lehrprogramme erfordert eine Implementierungsstrategie. Die Schaffung eines Unterrichtskonzepts mit kongruentem Curriculum auf der Grundlage eines beabsichtigten Lernziels, mit passendem Lehrkonzept bzw. Lernaktivitäten und abgestimmten Prüfungen ist von entscheidender Bedeutung, um hohe Studienleistungen sicherzustellen. In unserer Studie könnte ein Mangel an Kongruenz die Diskrepanz in selbsteingeschätztem und objektivem Lernzuwachs zwischen beiden Lehrformaten verursacht haben. Während die Wissens- und Bildinterpretationstestate hauptsächlich deklaratives Wissen prüften, entsprach dies nicht in erster Linie der Zielsetzung der Tablet-basierten Seminare. Tatsächlich lag in diesen der Fokus insbesondere auf dem Erwerb von prozeduralem Wissen durch individuelle Navigation im Bildanalyseprogramm [53]. Dazu gehörte das Durchscrollen zahlreicher Bilder und das Identifizieren der relevanten Bereiche sowie anatomischer Strukturen, um die zugrundeliegenden Merkmale einer bestimmten Krankheit zu erkennen. In der Tat haben die Studierenden möglicherweise aus zwei Gründen schlechter evaluiert und abgeschnitten: Das Erlernen der notwendigen praktischen Fähigkeiten verkürzte die für den Erwerb von Faktenwissen verfügbare Zeit, und die praktischen Fähigkeiten wurden im Testat nicht bewertet. Diese Ergebnisse unterstreichen die beschriebene Notwendigkeit, ein Seminar-konzept sorgfältig auszuarbeiten und weisen darauf hin, dass die Implementierung einer neuen, authentischen Lehrmethode eine curriculare Abstimmung erfordert, die auch die korrekte Bewertungsmethode mit einschließt. Vor- und Nachteile solcher neuer Lehrmethoden müssen untersucht werden: Das Bereitstellen von authentischen klinischen Aufgaben für Studierende, wie es in den Tablet-basierten Seminaren durchgeführt wurde, kann zur Verbesserung von Kommunikations-, Kooperations- und Problemlösungsfähigkeiten sowie zur Steigerung des Selbstbewusstseins der Studierenden beitragen [54]. Eine hohe Übereinstimmung zwischen den Bildungsinhal-

ten und den zu erwartenden künftigen Arbeitsplatzanforderungen kann auch zu gesteigertem Engagement, Einsatz und Zufriedenheit der Studierenden führen [54]. Die fehlende Vertrautheit und die Unsicherheit in Bezug auf die Anforderungen von Lehrformaten hoher Authentizität können jedoch auch Angst und Stress bei Studierenden verursachen [55], und die Implementierung kann zeitaufwändig und kostenintensiv sein [56]. Authentische Bildungsmethoden können umfangreiche Bildungsressourcen erforderlich machen, um die beabsichtigten Ergebnisse zu erzielen [57].

4.4. Didaktische Einflussfaktoren Tablet-basierter Seminare

Das Strukturregressionsmodell unserer Studie legte nahe, dass gute Organisation, verständliche Lernziele und optimale Variation von Lernaktivitäten entscheidende Elemente Tablet-basierter Seminare sind. In früheren Studien wurden diese Merkmale ebenso als wichtige Faktoren digital unterstützter Formate identifiziert. Es konnte gezeigt werden, dass mobile Geräte Lernenden-zentrierten Unterricht fördern und das Lernerlebnis verbessern können [5], [46]. Klare Lernziele ermöglichen es den Studierenden, ihr Verständnis des Materials einzuschätzen, ihren Lernprozess auf die wesentlichen Punkte auszurichten und ihr beabsichtigtes Lernergebnis direkt anzustreben [58], [59]. Es gilt jedoch darauf hinzuweisen, dass nicht ausschließlich Unterricht anhand von mobilen Geräten durchgeführt werden sollte, sondern dass dieser als ein wirksames Element in der Vielfalt aktueller, verbreiteter Unterrichtsmethoden zu verstehen ist [60].

4.5. Stärken der Studie

Die Stärke unserer Studie liegt darin, dass die identischen Dozierenden sowohl die Präsentations-basierten als auch die Tablet-basierten Seminare für dieselben Studiengruppen durchführten. Daher können unsere formatvergleichenden Ergebnisse primär den Unterschieden im Lehrformat zugeschrieben werden und nicht den Lehrenden oder Studierendenkohorten. Beachtenswert ist, dass wir sogar den Wert des Charismas der Dozierenden zu jedem einzelnen Studierenden individuell berechnet und nicht den Durchschnittswert des Charismas in der Kohorte herangezogen haben. Dies geschah aufgrund der Tatsache, dass die Wahrnehmung von Charisma zwischen Individuen stark variieren kann [61], [62].

4.6. Limitationen und zukünftige Forschung

Es gibt einige klare Limitationen dieser Studie, die als Ausgangspunkt für weitere Forschung dienen können. Die Studie fand im Rahmen des regulären, verpflichtenden Unterrichts im Fach Radiologie statt, in dem der akademische Fortschritt einer Vielzahl Studierender sichergestellt werden musste. Wir konnten daher die Be-

dingungen nicht in Hinsicht auf verschiedene Studiendesigns oder Kohorten variieren, da wir die curricularen Erfordernisse beachten mussten und kein künstliches Lehrszenario verwendeten. Wir haben den aktuellen Standard Präsentations-basierter Seminare im Sinne einer Kontrolle mit der neuen Lehrmethode anhand von Tablet-Geräten und PACS-Anwendung verglichen. Alle Studierenden wurden nach demselben Lehrplan unterrichtet, um Gleichbehandlung zu gewährleisten.

Es ist ebenso wichtig zu beachten, dass die Daten zum selbsteingeschätzten und objektiven Lernzuwachs sowie zum Charisma der Dozierenden nur in einem der drei Studiensemester gesammelt wurden, was die Generalisierbarkeit der Ergebnisse in Bezug auf diese Variablen einschränkt. Dennoch wurde eine beträchtliche Summe von 599 Evaluationen in die Studie einbezogen, die von insgesamt 138 verschiedenen Studierenden innerhalb eines Semesters im Rahmen multipler Evaluationen abgegeben wurden.

Da unsere Lehrintervention fachspezifisch auf das Tablet-basierte Seminar im Bereich Radiologie zugeschnitten war, sollte insbesondere hinterfragt werden, ob die Ergebnisse generalisierbar und auf andere Fächer und Weiterbildungsgebiete anwendbar sind. Darüber hinaus sind systematische Längsschnittstudien zum Einsatz von Tablets in der medizinischen Lehre erforderlich, um einer potenziellen Veränderung der Technikaffinität der Studierenden im Laufe der Zeit gerecht zu werden.

Obwohl die teilnehmenden Studiengruppen in Geschlecht, Alter und Semester nicht signifikant variierten, können weitere Störfaktoren wie Unterschiede in Sozioökonomie und Bildungshintergrund sowie medizinischer Vorerfahrung nicht ausgeschlossen werden. Dies spiegelt jedoch die tatsächliche Heterogenität der Studierenden wider, die eine der Herausforderungen in der Hochschullehre darstellt.

Während der selbsteingeschätzte Lernzuwachs anhand eines retrospektiven Post-Then-Pre-Designs bewertet wurde, wurde der objektive Lernzuwachs nur einmalig nach der Lehrintervention bewertet, sodass keine Kontrolle der Pretest-Variabilität möglich war. Die Studiengruppen nahmen jedoch in unterschiedlicher Reihenfolge an den verschiedenen Seminaren teil, wodurch dieser mögliche Effekt auf das Lernen minimiert war. Dennoch sollte, wo immer möglich, die Pretest-Variabilität durch den Einsatz retrospektiver Post-Then-Pre- oder klassischer Pre-Post-Ansätze in weiteren Studien berücksichtigt werden.

In Zukunft könnten verschiedene Lehrformate mit identischem Lehrinhalt untersucht werden, anstatt solche mit verschiedenen Seminarthemen. Der Fokus könnte auch auf dem Vergleich von Lehrformaten gleicher Aufgabenaugmentizität und vergleichbarer kognitiver Anforderungen gelegt werden. Ein weiterer Bereich zukünftiger Fragestellungen könnte auch darin bestehen, potenzielle Störfaktoren in Bezug auf die Wirkung des Charismas der Dozierenden zu identifizieren, wie beispielsweise Attraktivität, Geschlecht oder Sprachfertigkeit.

5. Fazit

Zusammenfassend geht diese empirische Studie auf bestehende Lücken der Literatur ein. Der Schwerpunkt lag auf Wissensvermittlung mittels Tablet-basierter Seminare und Faktoren, die die wahrgenommene Qualität dieser Seminare beeinflussen. Es wird deutlich, dass die bloße Implementierung von Tablets allein nicht ausreicht, um hochwertige, moderne Lehre zu gewährleisten. Es ist entscheidend, dass verschiedene Faktoren in Bezug auf Lehrende, Studierende und Didaktik den Anforderungen, Methoden und beabsichtigten Lernergebnissen des Unterrichts im aktuellen digitalen Zeitalter entsprechen. Demnach bestätigt die vorliegende Studie: „*It is not the technology but the instructional implementation of the technology that determines the effects on learning*“ [63]. Aus den gewonnenen Erkenntnissen ergeben sich mehrere praktische Implikationen: Neue Medien und technische Infrastruktur werden den Anforderungen einer modernen medizinischen Ausbildung gerecht. Parallel müssen jedoch motivierte und inspirierende Lehrende eine Situation schaffen, in der Studierende effektiv lernen können, während sie die didaktische Qualität wertschätzen. Studierende basierend auf ihren individuellen Präferenzen und Affinitäten zwischen verschiedenen Lehrformaten wählen zu lassen und authentische Lehr- und Lernaktivitäten mit abgestimmten Bewertungsmethoden zu konzipieren, erscheinen als gewinnbringende Ansätze.

Erklärungen

Genehmigung der Ethikkommission

Die lokale, institutionelle Ethikkommission bewertete das Projekt nicht als medizinische oder epidemiologische Forschung an Menschen und genehmigte es daher in einem vereinfachten Prüfungsverfahren. Das Projekt wurde unter der Antragsnummer 20210118 04 ohne jegliche Vorbehalte genehmigt.

Einverständniserklärung zur Teilnahme

Alle Studierenden und Lehrenden haben nach Erhalt von Informationen ihre schriftliche Einverständniserklärung zur Studie abgegeben.

Daten

Daten für diesen Artikel sind im Dryad-Repositorium verfügbar: [<https://doi.org/10.5061/dryad.9p8cz8wm2>] [64]

Beitrag der Autoren

- Sandra Weigel: Konzeptualisierung, formale Analyse, Untersuchung, Methodik, Visualisierung, Schreiben (Ursprungsentwurf), Datenkuratierung
- Joy Backhaus: Konzeptualisierung, formale Analyse, Datenkuratierung, Software, Schreiben (Überprüfung und Bearbeitung)
- Jan-Peter Grunz: Konzeptualisierung, Schreiben (Überprüfung und Bearbeitung)
- Andreas Steven Kunz: Konzeptualisierung, Schreiben (Überprüfung und Bearbeitung)
- Thorsten Alexander Bley: Supervision
- Sarah König: Konzeptualisierung, Projektadministration, Supervision, Visualisierung, Schreiben (Überprüfung und Bearbeitung)

Danksagung

Wir möchten die Gelegenheit nutzen, allen teilnehmenden Studierenden zu danken, ohne die diese Studie nicht möglich gewesen wäre. Außerdem möchten wir Andrew Entwistle für sein Kommentieren der Entwurfsversion und die Unterstützung bei der Korrektur des Manuskripts auf Englisch danken.

Interessenkonflikt

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

Anhänge

Verfügbar unter <https://doi.org/10.3205/zma001641>

1. Anhang_1.pdf (93 KB)
Lernziele
2. Anhang_2.pdf (88 KB)
Fragenkatalog

Literatur

1. Lu YC, Xiao Y, Sears A, Jacko JA. A review and a framework of handheld computer adoption in healthcare. *Int J Med Inform.* 2005;74(5):409-422. DOI: 10.1016/j.ijmedinf.2005.03.001
2. Mickan S, Tilson JK, Atherton H, Roberts NW, Heneghan C. Evidence of effectiveness of health care professionals using handheld computers: a scoping review of systematic reviews. *J Med Internet Res.* 2013;15(10):e212. DOI: 10.2196/jmir.2530
3. Fleischmann R, Duhm J, Hupperts H, Brandt SA. Tablet computers with mobile electronic medical records enhance clinical routine and promote bedside time: a controlled prospective crossover study. *J Neurol.* 2015;262(3):532-540. DOI: 10.1007/s00415-014-7581-7
4. Strayer SM, Semler MW, Kington ML, Tanabe KO. Patient attitudes toward physician use of tablet computers in the exam room. *Fam Med.* 2010;42(9):643-647.

5. Bedi HS, Yucl EK. "I Just bought my residents iPads... now what?" The integration of mobile devices into radiology resident education. *AJR Am J Roentgenol.* 2013;201(4):704-709. DOI: 10.2214/AJR.13.10674
6. Wilkinson K, Barter P. Do mobile learning devices enhance learning in higher education anatomy classrooms? *J Pedagogic Develop.* 2016;6(1):14-23.
7. Zafar S, Safdar S, Zafar AN. Evaluation of use of e-learning in undergraduate radiology education: a review. *Eur J Radiol.* 2014;83(12):2277-2287. DOI: 10.1016/j.ejrad.2014.08.017
8. Jeffrey D, Goddard P, Callaway M, Greenwood R. Chest radiograph interpretation by medical students. *Clin Radiol.* 2003;58(6):478-481. DOI: 10.1016/s0009-9260(03)00113-2
9. Ochsmann EB, Zier U, Drexler H, Schmid K. Well prepared for work? Junior doctors' self-assessment after medical education. *BMC Med Educ.* 2011;11(1):99. DOI: 10.1186/1472-6920-11-99
10. Silveira HD, Gomes MJ, Silveira HE, Dalla-Bona RR. Evaluation of the radiographic cephalometry learning process by a learning virtual object. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(1):134-138. DOI: 10.1016/j.ajodo.2009.03.001
11. Kavadella A, Tsiklakis K, Vougiouklakis G, Lionarakis A. Evaluation of a blended learning course for teaching oral radiology to undergraduate dental students. *Eur J Dent Educ.* 2012;16(1):e88-e95. DOI: 10.1111/j.1600-0579.2011.00680.x
12. Pusic MV, LeBlanc VR, Miller SZ. Linear versus web-style layout of computer tutorials for medical student learning of radiograph interpretation. *Acad Radiol.* 2007;14(7):877-889. DOI: 10.1016/j.acra.2007.04.013
13. Vandeweerd JM, Davies JC, Pinchbeck GL, Cotton JC. Teaching veterinary radiography by e-learning versus structured tutorial: a randomized, single-blinded controlled trial. *J Vet Med Educ.* 2007;34(2):160-167. DOI: 10.3138/jvme.34.2.160
14. Gibson KA, Boyle P, Black DA, Cunningham M, Grimm MC, McNeill HP. Enhancing evaluation in an undergraduate medical education program. *Acad Med.* 2008;83(8):787-793. DOI: 10.1097/ACM.0b013e31817eb8ab
15. Lee DC, Lu JJ, Mao KM, Ling SH, Yeh MC, Hsieh CI. Does teachers charisma can really induce students learning interest? *Procedia Soc Behav Sci.* 2014;116:1143-1148. DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.01.359
16. Lin S, Huang Y. Examining teaching charisma and its relation to student engagement. *Cross Cult Comm.* 2014;10(6):1-8.
17. Rannelli L, Coderre S, Paget M, Woloschuk W, Wright B, McLaughlin K. How do medical students form impressions of the effectiveness of classroom teachers? *Med Educ.* 2014;48(8):831-837. DOI: 10.1111/medu.12420
18. Shevlin M, Banyard P, Davies M, Griffiths M. The validity of student evaluation of teaching in higher education: love me, love my lectures? *Assess Eval High Educ.* 2000;25(4):397-405. DOI: 10.1080/713611436
19. Carini RM, Kuh GD, Klein SP. Student engagement and student learning: Testing the linkages. *Res High Educ.* 2006;47(1):1-32. DOI: 10.1007/s11162-005-8150-9
20. Kuh GD. What student affairs professionals need to know about student engagement. *J Coll Stud Develop.* 2009;50(6):683-706. DOI: 10.1353/csd.0.0099
21. Ottenbreit-Leftwich AT, Glazewski KD, Newby TJ, Ertmer PA. Teacher value beliefs associated with using technology: Addressing professional and student needs. *Comput Educ.* 2010;55(3):1321-1335. DOI: 10.1016/j.compedu.2010.06.002
22. Towler A, Arman G, Quesnell T, Hoffman L. How charismatic trainers inspire others to learn through positive affectivity. *Comp Human Behav.* 2014;32:221-228. DOI: 10.1016/j.chb.2013.12.002
23. Margaryan A, Littlejohn A, Vojt G. Are digital natives a myth or reality? University students' use of digital technologies. *Comput Educ.* 2011;56(2):429-440. DOI: 10.1016/j.compedu.2010.09.004
24. Waycott J, Bennett S, Kennedy G, Dalgarno B, Gray K. Digital divides? Student and staff perceptions of information and communication technologies. *Comput Educ.* 2010;54(4):1202-1211. DOI: 10.1016/j.compedu.2009.11.006
25. Howard SK, Ma J, Yang J. Student rules: Exploring patterns of students' computer-efficacy and engagement with digital technologies in learning. *Comput Educ.* 2016;101:29-42. DOI: 10.1016/j.compedu.2016.05.008
26. Backhaus J, Huth K, Entwistle A, Homayounfar K, Koenig S. Digital affinity in medical students influences learning outcome: a cluster analytical design comparing Vodcast with traditional lecture. *J Surg Educ.* 2019;76(3):711-719. DOI: 10.1016/j.jsurg.2018.12.001
27. Westphale S, Backhaus J, Koenig S. Quantifying teaching quality in medical education: The impact of learning gain calculation. *Med Educ.* 2022;56(3):312-320. DOI: 10.1111/medu.14694
28. Bolkan S, Goodboy AK. Communicating charisma in instructional settings: Indicators and effects of charismatic teaching. *Coll Teach.* 2014;62(4):136-142. DOI: 10.1080/87567555.2014.956039
29. Huang YC, Lin SH. Assessment of charisma as a factor in effective teaching. *J Educ Technol Soc.* 2014;17(2):284-295.
30. Hirschfeld G, Thielsch M. Münsteraner Fragebogen zur Evaluation von Vorlesungen (MFE-V). Münster: Universität Münster; 2009.
31. Staufenberg T. Fragebogen zur Evaluation von universitären Lehrveranstaltungen durch Studierende und Lehrende. *Diagnostica.* 2000;46(4):169-181. DOI: 10.1026//0012-1924.46.4.169
32. Gollwitzer M, Schlotz W. Das "Trierer Inventar zur Lehrveranstaltungsevaluation"(TRIL): Entwicklung und erste testtheoretische Erprobungen. *Psychologiedidaktik und Evaluation IV.* Berlin: Deutscher Psychologen Verlag; 2003. p.114-128.
33. Gediga G, Von Kannen K, Schnieder F, Köhne S, Luck H, Schneider B. KIEL: Ein Kommunikationsinstrument für die Evaluation von Lehrveranstaltungen. Kiel: Universität Kiel; 2000.
34. Braun E, Gusy B, Leidner B, Hannover B. Das Berliner Evaluationsinstrument für selbsteingeschätzte, studentische Kompetenzen (BEvaKomp). *Diagnostica.* 2008;54(1):30-42. DOI: 10.1026/0012-1924.54.1.30
35. Nunnally JC. *Psychometric theory* 3E. New York: Tata McGraw-hill education; 1994.
36. Rasch D, Kubinger KD, Moder K. The two-sample t test: pre-testing its assumptions does not pay off. *Stat Papers.* 2011;52(1):219-231. DOI: 10.1007/s00362-009-0224-x
37. Geiser C. *Data analysis with Mplus.* New York: Guilford press; 2012. DOI: 10.1007/978-3-531-93192-0
38. Schumacker RE, Lomax RG. *A beginner's guide to structural equation modeling.* London: Psychology press; 2004. DOI: 10.4324/9781410610904
39. Byrne BM. *Structural equation modeling with LISREL, PRELIS, and SIMPLIS: Basic concepts, applications, and programming.* London: Routledge; 1998.

40. Hu Lt, Bentler PM. Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Struct Equ Modeling*. 1999;6(1):1-55. DOI: 10.1080/10705519909540118
41. Patel S, Burke-Gaffney A. The value of mobile tablet computers (iPads) in the undergraduate medical curriculum. *Adv Med Educ Pract*. 2018;9:567-570. DOI: 10.2147/AMEP.S163623
42. Hill J, Nuss M, Middendorf B, Cervero R, Gaines J. Using iPads to Enhance Teaching and Learning in Third-Year Medical Clerkships. In: Bastiaens T, Marks G, editors. *Proceedings of E-Learn 2012. World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*. Montréal, Quebec, Canada: Association for the Advancement of Computing in Education (ACE); 2012. p.1482-1488.
43. George P, Dumenco L, Doyle R, Dollase R. Incorporating iPads into a preclinical curriculum: A pilot study. *Med Teach*. 2013;35(3):226-230. DOI: 10.3109/0142159X.2012.735384
44. Erdle S, Murray HG, Rushton JP. Personality, classroom behavior, and student ratings of college teaching effectiveness: A path analysis. *J Educ Psychol*. 1985;77(4):394-407. DOI: 10.1037/0022-0663.77.4.394
45. Frey PW. A two-dimensional analysis of student ratings of instruction. *Res High Educ*. 1978;9(1):69-91. DOI: 10.1007/BF00979187
46. Ellaway R, Masters K. AMEE Guide 32: e-Learning in medical education Part 1: Learning, teaching and assessment. *Med Teach*. 2008;30(5):455-473. DOI: 10.1080/01421590802108331
47. Murray HG, Lawrence C. Speech and drama training for lectures as a means of improving university teaching. *Res High Educ*. 1980;13(1):73-90. DOI: 10.1007/BF00975777
48. Towler AJ. Effects of charismatic influence training on attitudes, behavior, and performance. *Pers Psychol*. 2003;56(2):363-381. DOI: 10.1111/j.1744-6570.2003.tb00154.x
49. Park JH, Wentling T. Factors associated with transfer of training in workplace e-learning. *J Workplace Learn*. 2007;19(5):311-329. DOI: 10.1108/13665620710757860
50. Garcia F. Using learner profiling technique to predict college students' tendency to choose elearning. *Courses: a two-step cluster analysis*. *HETS Online J*. 2015;5(2).
51. Alqurashi E. Predicting student satisfaction and perceived learning within online learning environments. *Distance Educ*. 2019;40(1):133-148. DOI: 10.1080/01587919.2018.1553562
52. Murray MC, Pérez J. Unraveling the digital literacy paradox: How higher education fails at the fourth literacy. *Iss Inform Sci Inform Technol*. 2014;11:85. DOI: 10.28945/1982
53. Anderson J. *Language, memory, and thought*. Hillsdale, New Jersey: L. Erlbaum Associates Inc Publishers; 1976.
54. Sokhanvar Z, Salehi K, Sokhanvar F. Advantages of authentic assessment for improving the learning experience and employability skills of higher education students: A systematic literature review. *Stud Educ Eval*. 2021;70:101030. DOI: 10.1016/j.stueduc.2021.101030
55. Forsyth H, Evans J. Authentic assessment for a more inclusive history. *High Educ Res Develop*. 2019;38(4):748-761. DOI: 10.1080/07294360.2019.1581140
56. Svinicki MD. Authentic assessment: Testing in reality. *New Dir Teach Learn*. 2004;2004(100):23-29. DOI: 10.1002/tl.167
57. Jopp R. A case study of a technology enhanced learning initiative that supports authentic assessment. *Teach High Educ*. 2020;25(8):942-958. DOI: 10.1080/13562517.2019.1613637
58. Webb EM, Naeger DM, Fulton TB, Straus CM. Learning objectives in radiology education: why you need them and how to write them. *Acad Radiol*. 2013;20(3):358-263. DOI: 10.1016/j.acra.2012.10.003
59. Sarrab M, Al-Shihi H, Al-Manthari B, Bourdoucen H. Toward educational requirements model for Mobile learning development and adoption in higher education. *TechTrends*. 2018;62(6):635-646. DOI: 10.1007/s11528-018-0331-4
60. Muyinda PB, Mugisa E, Lynch K. M-learning: the educational use of mobile communication devices. *Strengthening Role ICT Develop*. 2007;72:290-301.
61. Rosenberg A, Hirschberg J. Charisma perception from text and speech. *Speech Comm*. 2009;51(7):640-655. DOI: 10.1016/j.specom.2008.11.001
62. Derrico F, Signorello R, Demolin D, Poggi I. The Perception of Charisma from Voice: A Cross-Cultural Study. In: 2013 Humaine Association Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction; 2013 September 2-5; Geneva, Switzerland. IEEE; 2013. p.552-557. DOI: 10.1109/ACII.2013.97
63. Collis B. Anticipating the impact of multimedia in education: Lessons from literature. *Int J Comput Adult Educ Train*. 1991;2(2):136-149.
64. Weigel S, Backhaus J, Grunz JP, Kunz AS, Bley TA, König S. Data from: Tablet-based versus presentation-based seminars in radiology: effects of student digital affinity and teacher charisma on didactic quality. *Dryad*. 2023. DOI: 10.5061/dryad.9p8cz8wm2

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. med. Sarah König
 Universitätsklinikum Würzburg, Institut für medizinische
 Lehre und Ausbildungsforschung, Josef-Schneider-Str.
 2/D6, 97080 Würzburg, Deutschland
 koenig_s7@ukw.de

Bitte zitieren als

Weigel S, Backhaus J, Grunz JP, Kunz AS, Bley TA, König S. Tablet-based versus presentation-based seminars in radiology: Effects of student digital affinity and teacher charisma on didactic quality. *GMS J Med Educ*. 2023;40(5):Doc59. DOI: 10.3205/zma001641, URN: urn:nbn:de:0183-zma0016419

Artikel online frei zugänglich unter

<https://doi.org/10.3205/zma001641>

Eingereicht: 03.12.2022

Überarbeitet: 26.05.2023

Angenommen: 18.07.2023

Veröffentlicht: 15.09.2023

Copyright

©2023 Weigel 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/>.