

Verbesserung radiologischer Lehre – Effekte von Lernzielfokussierung und verstärkter Berücksichtigung lerntheoretischer Erkenntnisse

Improvement of Radiological Teaching – Effects of Focusing of Learning Targets and Increased Consideration of Learning Theory Knowledge

Autoren

Stefan Wirth¹, York-Alexander William¹, Marco Paolini¹, Kathrin Wirth¹, Daniel Maxien¹, Maximilian Reiser¹, Martin R. Fischer²

Institut

- 1 Department of Radiology, University Hospital, LMU Munich, Germany
- 2 Institute for Medical Education, University Hospital, LMU Munich, Germany

Key words

radiological and medical education, curricular improvement, emergency radiography of the chest

eingereicht 16.02.2017

akzeptiert 20.07.2017

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0043-119037>

Online-Publikation: 20.9.2017

Fortschr Röntgenstr 2018; 190: 161–174

© Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart · New York

ISSN 1438-9029

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Dr. Stefan Wirth
 Institut für Klinische Radiologie, Ludwigs-Maximilians-Universität München, Nußbaumstr. 20, 80336 München, Germany
 Tel.: ++49/89/440 05 92 01
 Fax: ++49/89/440 05 92 02
stefan.wirth@med.uni-muenchen.de

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel Basierend auf Evaluationen und Prüfungsleistungen der Studierenden wurde eine Notwendigkeit zur Verbesserung einer institutionell bislang rein frontalen radiologischen Lehre abgeleitet. Ziel unserer Studie war es, zunächst exemplarisch eines von acht Seminaren verstärkt nach lerntheoretischen Erkenntnissen auszurichten, die resultierenden Effekte festzustellen und zu interpretieren.

Material und Methoden Die Ethikkommission erteilte ein positives Votum zur prospektiven Studie der Seminarumstellung, die nach dem Wintersemester 2015/2016 durchgeführt wurde. Didaktisch wurde in Online-Vorbereitung, Präsenzpha-

se und Online-Nachbereitung aufgeteilt und hierbei interaktives Scaffolding mit praxisbezogenem Clinical Teaching nach Stanford, Skillsvermittlung nach Peyton und ausgedehnter Feedbackinsatz in die Präsenzphase integriert. Jeweils zu Beginn und am Ende der Präsenzveranstaltungen füllte jede/r Studierende (je n = 256 vor und nach Umstellung) identische, standardisierte Fragebogen unter Verwendung einer 5-Punkte Likert-Skala (1: sehr gut, ..., 5: mangelhaft) aus und beantwortete zusätzlich jeweils zwei zufällig geloste schriftliche Prüfungsfragen aus einem inhaltlich abgestimmten Staatsexamen-Fragenpool der letzten fünf Jahre. Zur statistischen Auswertung wurde der Mann-Whitney-U-Test für Evaluationsdaten und Fisher's-Exact-Test für Prüfungsfragen verwendet.

Ergebnisse Vor/nach Umstellung betrug die subjektive studentische Gesamtbewertung 3,22 (Mittelwert) ± 1,51 (Standardabweichung) / 1,66 ± 0,78 (p < 0,001) und der objektive Anteil korrekt beantworteter Prüfungsfragen in der jeweiligen Kohorte zu Beginn des Seminars 37,7/53,9% sowie am Ende des Seminars 55,1/84,6% (p jeweils < 0,001).

Schlussfolgerung Die Umstellung des Testseminars führte sowohl zur besseren Bewertung der Lehrveranstaltung durch die Studierenden (Evaluation) als auch zu einer erheblich höheren Quote korrekt beantworteter Prüfungsfragen aus vergangenen Staatsexamina (Lernerfolg). Dies motiviert zur Konzeptübertragung auf vergleichbare Lehrveranstaltungen.

Kernaussagen

- In der radiologischen Lehre können bewährte lerntheoretische Konzepte mit vertretbarem Aufwand berücksichtigt werden.
- In einem Testseminar verbesserte dies die Bewertung der Veranstaltung durch die Studierenden.
- Zudem führte dies auch zu einer höheren Quote korrekt beantworteter Prüfungsfragen aus vergangenen Staatsexamina.
- Dies motiviert für weitere Schritte in Richtung exzellenter radiologischer Lehre.

Zitierweise

- Wirth S, William Y, Paolini M et al. Improvement of Radiological Teaching – Effects of Focusing of Learning Targets and Increased Consideration of Learning Theory Knowledge. *Fortschr Röntgenstr* 2018; 190: 161–174

ABSTRACT

Purpose Based on evaluation and examination results of students, a necessity for improvement of so far purely instructor-based radiological teaching at the local institution was determined. Aim of our study was to use one out of eight seminars to exemplify adaptation of the teaching concept according to learning theory knowledge, to determine the resulting effects and to interpret them.

Materials and methods The institutional review board approved the prospective study of the seminar conversion, which was performed after the end of the winter semester 2015/2016. Didactically, this included a course split into online preparation, attendance phase and online follow-up with integration of interactive scaffolding, practice-oriented clinical teaching according to Stanford, Peyton skills transfer

and extensive feedback into the attendance phase. At the beginning and at the end of each course, each student filled in identical, standardized questionnaires (n = 256 before and after conversion) using a 5-point Likert scale (1: very good; to 5: deficient) and additionally answered two randomly chosen written examination questions from a content-adapted questionnaire pool of the last five years. For statistical evaluation, the Mann-Whitney U-Test was used for evaluation data and Fisher's Exact test for exam questions.

Results Before/after conversion, the subjective total evaluation score of students was 3.22 (mean value) ± 1.51 (standard deviation) / 1.66 ± 0.78 ($p < 0.001$) and the objective proportion of correctly answered examination questions in the respective cohort at the beginning of the seminar 37.7/53.9% and at the end of the seminar 55.1/84.6% ($p < 0.001$).

Conclusion The conversion of the test seminar resulted in both a better evaluation of the teaching unit by the students (evaluation) and a considerably higher rate of correctly answered examination questions from past state examinations (learning success). This supports transferring the concept to comparable teaching units.

Einleitung

Seit Gründung des Lehrstuhls für Medizindidaktik und Ausbildungsforschung [1] an der untersuchten universitären Einrichtung, verbesserte sich das Abschneiden der Studierenden in den Staatsexamina schrittweise von 3,11 in 2010 auf 2,63 in 2014. Dies entsprach bundesweit im schriftlichen Teil des 2. Staatsexamens dem 11. Rang (von 36) [2]. Dennoch ergab ein interner Vergleich der Lösungsquote der schriftlichen Staatsexamina 2011 – 2015 für Fragen mit radiologischen Lehrinhalten überwiegend eine unterdurchschnittliche Quote richtiger Lösungen.

Die radiologischen Lehrveranstaltungen waren bislang nicht praktisch, wenig strukturiert und ungenügend aufeinander abgestimmt. Auch die Seminare und Praktika fanden fast ausschließlich als Frontalveranstaltungen und damit im Stil von Vorlesungen statt. Es hing überwiegend von den Dozierenden ab, welche Lerninhalte wie detailliert und auf welche Weise vermittelt wurden. Zudem ging durch notwendige Wiederholung von Grundlagen vorausgegangener Semester viel Zeit verloren. Die Studierenden gaben an, dass das Ziel radiologischer Lehrveranstaltungen oft unklar blieb, mehr Interaktivität gewünscht gewesen wäre und der Lernerfolg nicht eingeschätzt werden konnte.

Insgesamt wurde hieraus ein grundsätzlicher Bedarf zur Veränderung radiologischer Lehrveranstaltungen abgeleitet. Da dies personell nicht für alle radiologischen Veranstaltungen zeitgleich umzusetzen war, sollte in einem ersten Schritt die Auswirkung anhand einer Testveranstaltung abgeschätzt und im Erfolgsfall zur Motivation für eine Übertragung auf andere Lehrveranstaltungen genutzt werden. In Absprache mit der lokalen Medizindidaktik erschien es dabei sinnvoll die Lehre stärker an den konkreten klinischen Gegebenheiten und Bedürfnissen auszurichten. Bisherige Publikationen geben dem Recht und berichten darüber hinaus

insbesondere über Erfolge mit interaktivem, fall-basiertem Lernen und E-Learning [3, 4] sowie Peer-to-peer-Feedback [5]. Da im Folgenden einige speziell medizin-didaktische Begriffe benötigt werden, gibt ► **Tab. 1** hierzu eine Kurzübersicht.

Die Beschreibung von Radiografien des Thorax („Röntgen-Thorax“) ist häufig, komplex, typisch und vermutlich aufgrund einer hohen Relevanz im klinischen Alltag oft Bestandteil in den medizinischen Examina [6]. Leider ist die diagnostische Leistung von Studierenden und der Ärzteschaft in einem frühen Weiterbildungsstadium diesbezüglich häufig unbefriedigend [7, 8]. All dies gilt insbesondere unter Behelfs- oder Notfallbedingungen, wie z. B. auf Intensivstation, weshalb das Seminar „Radiologische Bildgebung auf Intensivstation“ als Testveranstaltung gut geeignet erschien.

Zielsetzung

Ziel war es, exemplarisch das Seminar „Radiologische Bildgebung auf Intensivstation“ durch verstärkte inhaltliche Fokussierung und Ausrichtung nach lerntheoretischen Erkenntnissen zu verbessern, die resultierenden Effekte festzustellen und zu interpretieren.

Führt eine Lernzielabstimmung und Fokussierung sowie eine verstärkte Ausrichtung nach lerntheoretischen Erkenntnissen im Vergleich der Semester vor und nach Umstellung dieses Seminars zu einer jeweils signifikanten ($p < 0,05$) Verbesserung der subjektiven Bewertung durch die Studierenden um mindestens 0,5 Punkte einer 5-Punkt Likert-Skala und/oder zu einer um mindestens fünf Prozent objektiv besseren Lösungsquote von inhaltlich passenden Staatsexamensfragen?

► **Tab. 1** Synopsis und Kurzerläuterung relevanter medizindidaktischer Begriffe.

Begriff	Kurzerläuterung	Ziele
Blended-Learning	Lernform und Lernorganisation, die eine didaktisch sinnvolle Verknüpfung von traditionellen Präsenzveranstaltungen und modernen Formen wie z. B. E-Learning anstrebt. Das Konzept verbindet die Effektivität und Flexibilität von elektronischen Lernformen mit den sozialen Aspekten der persönlichen Kommunikation sowie ggf. dem praktischen Lernen von Tätigkeiten.	Geeignete Kombination verschiedener Medien und Methoden um deren Vorteile zu verstärken und deren Nachteile zu minimieren.
Brain-Storming	Methode zur Ideenfindung. Eine, im Hinblick auf wichtige Einflussparameter, für eine bestimmte Fragestellung gemischte Gruppe, wie z. B. hinsichtlich Alter, Expertise, Hierarchieposition von etwa 6 – 8 Personen sammelt möglichst viele Ideen in kurzer Zeit. Hierbei sind freies Assoziieren und Phantasieren nicht nur erlaubt, sondern erwünscht. Dagegen sind Bewertung und Beurteilung der Ideen zu unterlassen.	Generierung neuer Ideen in einer Gruppe zu gegebener Fragestellung oder Thematik
Buzz Group	Murmelgruppe. Zwei bis vier Studierende bilden eine Gruppe und tauschen halblaut zu einem vorgegebenen Thema ihre Meinung aus. Nach Ablauf einer vorgegebenen Zeit werden die Ergebnisse der einzelnen Gruppen im Plenum zusammengetragen. Oft stellt die Murmelgruppe einen Übergang zwischen Frontalformat und interaktivem Lehrformat dar.	Abruf von Vorwissen, Senkung der Hemmschwelle zur aktiven Mitarbeit der Studierenden
E-Learning	Lehrformen, die elektronische oder digitale Medien für die Präsentation oder Verteilung von Lernmaterialien verwenden.	Zeit- und Ortsunabhängigkeit
Feedback	Gruppendynamische Methode zur Rückmeldung von Verhalten an eine Person. Dies beinhaltet, wie andere Teilnehmer diese Person wahrgenommen, verstanden und erlebt haben.	Bewusstmachung von Schwächen und Stärken. Wiederholung von Kerninhalten
Flipped Classroom	Unterrichtsmethode, bei der Stoffvermittlung und Übung örtlich und zeitlich getauscht werden. Statt während der Präsenz zu lernen und zu Hause zu üben wird zu Hause Stoff erarbeitet und während der Präsenz geübt.	Auffrischung von Grundlagen, Vermeidung von Zwischenfragen hierzu
Peyton	Methode zum Erwerb von praktischen Fertigkeiten (Skills). Zunächst zeigen Dozierende die Fertigkeit unkommentiert in normaler Geschwindigkeit. Anschließend wiederholen Dozierende den Vorgang verlangsamt mit gleichzeitiger Erklärung der einzelnen Schritte. Im dritten Schritt werden Dozierende nun durch die Studierenden schrittweise unter Erläuterung angewiesen. Im letzten Schritt vollziehen die Studierenden alle Schritte selbst.	Vermittlung praktischer Fertigkeiten, hier der Befundung und Beurteilung
Peer-to-Peer	Kommunikation auf gleicher Ebene, hier von Studierenden zu Studierenden	Akzeptanzsteigerung, Reduktion von Hemmschwellen
Scaffolding	Unterstützung komplexer Lernprozesse in Form von Anleitungen, Denkanstößen und anderen Hilfestellungen, welche Dozierende geben. Hierdurch kann individuell auf den Kenntnisstand der Lernenden eingegangen werden und komplexe Aufgaben lassen sich in einfacher beherrschbare Teilschritte aufteilen.	Vereinfachung komplexer Lernprozesse, Individualisierung und Zeitmanagement
Swot	Strategisches Planungsinstrument durch Analyse der möglichen internen (hier die konkrete Lehrveranstaltung) und externen Auswirkungen (hier die Radiologie, das Klinikum oder die Lehre insgesamt) einer Projektumsetzung. Untersucht werden Stärken (Strengths), Schwächen (Weaknesses), Chancen (Opportunities) und Gefahren (Threats).	Projektstärkung bereits zu Beginn der Planungsphase

Material und Methoden

Die lokale Ethikkommission erteilte dem Projekt unter der Nummer 17 – 036 UE ein positives Votum zur prospektiven Studie.

Allgemeine Lernziele und Ansiedlung im Curriculum

Die übergeordneten Lernziele aller radiologischen Lehrveranstaltungen sind (a) die Vermittlung von Wissen der Darstellung normaler und veränderter Anatomie in Bildern diverser radiologischer Verfahren, (b) die Fertigkeit der systematischen, beschreibenden Befundung, (c) die Kompetenz der priorisierten, werten-

den Beurteilung und (d) die Kompetenz zur Bewertung von Indikationen für bestimmte radiologische Verfahren mit und ohne spezifische Kontrastmittel. An der untersuchten Einrichtung folgen nach zwei Jahren Vorklinik sechs klinische Module (Semester). Das Modul 1 widmet sich den Grundlagen der klinischen Medizin, was die radiologische Basis zu (a) hinsichtlich normaler Anatomie, zu (b) sowie teilweise zu (d) beinhaltet. Darauf bauen im interdisziplinären Basisjahr (Modul 2 und Modul 3 zusammengefasst als einjähriges Modul 23 bezeichnet) acht radiologische Seminare und ein Praktikum auf [9]. Darüber hinaus ist die Radiologie nur noch als Wahlfach im PJ und im Rahmen eines Repetitoriums vertreten. Diese Aufteilung orientiert sich unter anderem auch an der von der Deutschen Röntgengesellschaft empfohlenen Gliederung radiologischer Curricula in einen eher modalitäten-orientierten Grundlagenteil und einen kompetenz-orientierten zweiten Teil [10].

Thema, Zielgruppe, Format und Rahmen

Die ursprüngliche Lehrveranstaltung „Radiologische Bildgebung auf Intensivstation“ widmet sich vor allem der Radiografie des Thorax im Liegen, beinhaltet aber auch typische CT-Befunde wie Hirnblutung im Verlauf, Pneumonie, Abszess sowie typische Ultraschallbefunde wie Cholestase, Cholezystitis, Pleuraerguss, Perikarderguss und freie abdominelle Flüssigkeit.

Das 90-minütige Seminar ist eine Pflichtveranstaltung mit einmaliger Teilnahme von Studierenden im zweiten oder dritten klinischen Semester. Die Veranstaltung findet in einem tageslichtfreien, dimmbaren, kleinen Hörsaal mit 40 Sitzplätzen statt und wird von jedem der vier Dozierende/n jeweils 4-mal pro Semester angeboten und jeweils von etwa 16 Studierenden besucht.

Die Intervention der Umstellung des gewählten Testseminars

Um die Auswirkungen der Seminarumstellung besser abschätzen zu können, wurde eine SWOT-Analyse unter Einbeziehung von Studierenden, Dozierenden und Entscheidungsträgern durchgeführt (► **Tab. A, B**, Onlinesupplement).

Vor Umstellung wiesen die Inhalte zum Teil sehr deutliche Überlappungen mit anderen Lehrveranstaltungen auf (z. B. CT Abdomen, Traumaseminar, interventionelle Radiologie, etc.). Eine Bildgebung an Intensivpatienten kann prinzipiell mit allen Modalitäten erfolgen. Durch Matrixanalysen [11, 12] wurden als Konsensbewertung der an der Umgestaltung der Veranstaltung beteiligten Personen die Modalität der Radiografie, als am wichtigsten und mit den geringsten inhaltlichen Überschneidungen identifiziert (► **Tab. 3a, b**). Zudem ergab ein Abgleich der Lerninhalte und -ziele mit anderen Lehrveranstaltungen, dass alle Teile außerhalb der „Radiografie des Thorax im Liegen“ entweder bereits in anderen Lehrveranstaltungen abgebildet waren oder aber mit Minimalaufwand dort integriert werden können. Daher wurde das Themengebiet auf die Radiografie im Liegen eingegrenzt und die Veranstaltung entsprechend umbenannt.

Das veränderte Seminar

Die Lernziele des umgestalteten Seminars „Röntgen-Thorax im Liegen“ sind in ► **Tab. 2** angegeben. Diese verteilen sich nun auf

Online-Vorbereitung, Präsenzphase und Online-Nachbereitung, orientieren sich am nationalen kompetenzbasierten Lernzielkatalog für Medizin (NKL) [13] und wurden zusätzlich nach Knowledge (K), Skills (S), Competences (C) und Attitudes (A) kategorisiert.

Die Online-Vorbereitung ist ein zehnteiliges Worddokument, die etwa zur Hälfte der Wiederholung vorausgegangener Inhalte dient und zur anderen Hälfte auf die Präsenzphase vorbereitet. Die Präsenzphase und die Nachbereitung basieren auf Powerpoint-Folien. Die Präsenzphase beginnt im Frontalformat für etwa 20 Minuten und leitet das fallbasierte Lernen durch ein Beispiel ein, welches als Beispiel vollständig durch die Dozierenden übernommen wird. Die übrigen sieben Fälle werden von den Studierenden in verschiedenen Rollen bearbeitet. Diese Rollen sind: Befundung, Feedback zur Befundung, Beurteilung, Feedback zur Beurteilung. Die Dozierenden geben abschließend nochmals Feedback zu den einzelnen Rollen und ergänzen weitere Beispiele derselben Pathologie. Für die Präsenzphase der Lehrveranstaltung im neuen Format, visualisiert und erklärt ► **Abb. 1** den prinzipiellen Ansatz wechselnden Aktivierungsniveaus der Studierenden (Sandwichstruktur [14]). Zentrale Elemente sind interaktives, klinisch orientiertes Lernen an Fällen nach dem „Clinical Teaching“-Modell nach Stanford [15] sowie ein besonderer Schwerpunkt auf Feedback [16]. Dozierende leisten hierbei im Verlauf der Lehrveranstaltung abnehmende Hilfestellung bei der Erarbeitung durch die Studierenden (Scaffolding, [17], von engl. „Scaffold“ – „Gerüst“ als Unterstützung des Lernprozesses durch Bereitstellung einer ersten Orientierungsgrundlage in Form von Anleitungen, Denkanstößen und anderen Hilfestellungen durch die Dozierenden). ► **Tab. 3** gibt hierzu den neuen Ablaufplan und ► **Abb. 2** hierfür ein Beispiel an.

Die Methode zum Erwerb der Fähigkeiten der Befundung und Beurteilung erfolgt in Anlehnung an die Methode nach Peyton [18, 19]. Hierbei werden insgesamt vier Schritte durchlaufen. Als ersten Schritt („Demonstration“), zeigen Dozierende die Fertigkeit unkommentiert in normaler Geschwindigkeit. Im einem zweiten Schritt („Deconstruction“), wiederholen Dozierende den Vorgang verlangsamt mit gleichzeitiger Erklärung der einzelnen Schritte. Im dritten Schritt („Comprehension“), werden Dozierende nun durch die Studierenden schrittweise unter Erläuterung angewiesen. Im vierten und letzten Schritt („Performance“) vollziehen nun die Studierenden alle Schritte selbst.

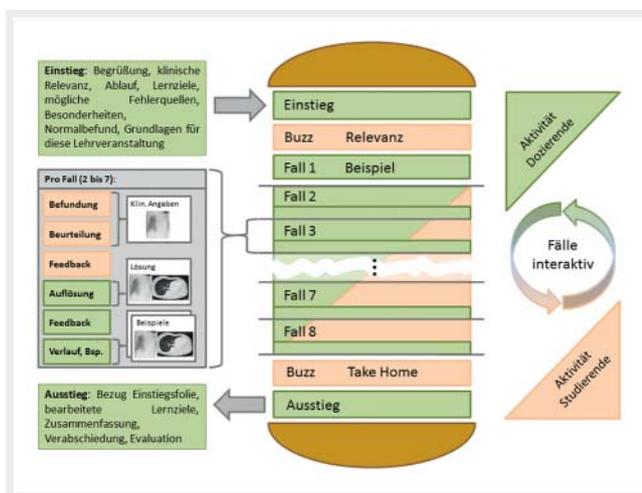
Die Nachbereitung ist ebenso wie die Vorbereitung optional. Hier werden als Powerpoint-Datei weitere Fälle angeboten, wobei jeder Fall aus zwei Folien besteht. Auf der ersten Folie sind klinische Angaben, Fragestellung und das Röntgenbild dargestellt. Hier können die Studierenden Ihre Fähigkeiten prüfen und aus der zweiten Folie, welche Befund, Beurteilung und weitere Erläuterungen in Kurzform enthält, überprüfen.

Die Dozierenden wurden allgemein medizindidaktisch im Rahmen von internen Fortbildungen geschult und waren in den Umgestaltungsprozess involviert. Vor Beginn der Veranstaltung im neuen Format wurde in zwei gemeinsamen Probeveranstaltungen mit PJ-Studierenden geübt. Zudem führte SW die ersten Lehrveranstaltungen im neuen Format durch und diese wurden von jeder/m weiteren Dozierender/m zumindest einmal als stille/r Beobachter besucht.

► Tab. 2 Lernziele.

Phase	Typ ¹	Lernziel
Vorbereitung		
	K	kann die Unterschiede von Röntgen-Thorax im Liegen und in 2 Ebenen im Stehen benennen
	K	kann Qualitätskriterien und normale Anatomie für Röntgen-Thorax im Liegen wiedergeben
	K	kann ein Schema zur strukturierten Befundung von Röntgen-Thorax im Liegen wiedergeben
	K	kann die Einteilung der Befundunsicherheit wiedergeben (sicher, V. a., fraglich, Ausschluss)
	K	hat ein Beispiel der Erscheinungsform pro typischer Pathologie (siehe unten) gesehen
Präsenz		
	K S	kann Qualitätskriterien für Röntgen-Thorax im Liegen anwenden und Normalbefund wiedergeben
	C	kann ein Schema zur strukturierten Befundung einer Röntgen-Thorax im Liegen anwenden
	C	kann die Einteilung der Befundunsicherheit aus der Onlinevorbereitung anwenden
		Für jede der Pathologiegruppen: (1) Pneumothorax, Spannungspneumothorax, (2) Atelektase, Belüftungsstörungen, (3) Pneumonie, typisch und atypisch, (4) Herzinsuffizienz, Stauung, Überwässerung, Pleuraerguss, Lungenödem, (5) Perikarderguss, (6) Lungenembolie, (7) Fehllage von Installationen, (8) Beispiel einer Nebenpathologie
	S	erkennt mithilfe die Erscheinungsform im Röntgen-Thorax im Liegen
	S	kann mithilfe normale und krankhafte Veränderungen beschreiben
	C	kann mithilfe Ausmaß und Dringlichkeit eines Befunds einschätzen
	C	kann mithilfe akute Diagnostik- und Therapieentscheidungen abwägen
	C	kann mithilfe priorisiert und unter Angabe einer Sicherheit strukturiert werten
	S C A	kann Feedback von Dozent/Peer annehmen und Peer geben
Nachbereitung		
	S	kann in Bildbeispielen die Pathologien der Präsenzphase selbst erkennen
	S	kann Bildbeispiel systematisch beschreiben
	C	kann Bildbeispiel zu einem Fall systematisch beurteilen

¹ K: Knowledge (Wissen), S: Skill (Können), C: Competence (Kompetenz), A: Attitude (Haltung).



► Abb. 1 Lerntheoretisch verbesserte Ablaufstruktur des Seminars „Röntgen-Thorax im Liegen“ während der Präsenzzeit. Grüne Bestandteile stellen Aktivität der Dozierenden dar, wogegen dies für die Studierenden in Apricot markiert ist.

Der Gesamtaufwand für die Seminarumgestaltung lag bei etwa vier Personenwochen.

Erfassung, Verarbeitung und Auswertung von Daten

Jeweils am Ende der Präsenzveranstaltungen füllten die Studierenden (je n = 256 im Semester vor und nach Umstellung) identische, standardisierte Fragebogen unter Verwendung einer 5-Punkte Likert-Skala aus und beantworteten zusätzlich jeweils zu Beginn und am Ende zwei zufällig geloste, schriftliche Fragen aus einer Sammlung von 50 Staatsexamensfragen der letzten fünf Jahre. Hierbei wurden solche Fragen berücksichtigt, die nach Bewertung der Studienleitung eine besondere Relevanz für Intensivpatienten haben und deren zugrundeliegende Lerninhalte nicht gesonderter Schwerpunkt anderer Lehrveranstaltungen sind. Der daraus resultierende Fragenpool war vor und nach Umstellung des Seminars identisch. Schwerpunkt war dabei „Röntgen-Thorax liegend“ bzw. in Behelfstechnik sowie nachfolgend CT. Beide Modalitäten machten zusammen knapp 90 % der Fragen aus. Der Rest verteilte sich auf die anderen Modalitäten, darunter noch am meisten auf Ultraschall.

► **Tab. 3** Ablaufplan der Lehrveranstaltung.

Phase	Gelenk ¹	Dauer	Methode	Inhalt	ICAP ²
Vorbereitung		25 min	Online Moodle		
		20 min	Selbststudium	Wiederholung von Grundlagen (PDF, 10 Seiten)	P
		5 min	Video	Demo der Befundung eines Rö-Th 1E Normalbefunds	P
Präsenz		90 min	Seminar		
				Einstieg	
	A	1 min	frontal	Begrüßung und Vorstellung	P
		1 min	Eye-catcher	Hervorgehobene „klinische Relevanz“ des Themas	P
		2 min	frontal	Vorstellung von Lernzielen, Struktur, Inhalt und Ablauf der LV	P
				Theorie Röntgen-Thorax in 1 Ebene (Rö-Th 1E), Grundlagen	
		7 min	frontal	Technik, Qualitätskriterien, Feedbackregeln, Befundschema	P
	B1	2 min	Buzz Group	Form/ Inhalt eines schriftlichen Untersuchungsbefunds ?	A
	C1	3 min	Synchronisation	Ergebnisabfrage, Zusammenführung und Auflösung	C A
		4 min	frontal	Normalbefund, Unterschiede Rö-Thorax im Liegen/Stehen	P
				fallbasiertes Lernen (FBL): Fall 1 nach Peyton Step 1 + 2	
		4 min	frontal	Beispiel Fall 1 mit Erläuterung des weiteren Ablaufs	P
		jeweils	Scaffolding	FBL: Fall 2 – 8 nach Peyton, Step 3 + 4 (inklusive 3 min Halbzeitpause)	
		2,5 min	Aktivität S1	Strukturierte Befundung durch Studierende/n	C A
		1 min	Aktivität S2	Priorisierte Beurteilung durch andere/n S.	C A
		1 min	Aktivität S3	Peer-to-peer-Feedback (FB) an S1, S2	I
		1 min	Interaktion	Auflösung und Ausgewähltes Dozierenden-FB an S1–S3	I
		2 min	frontal	weitere Beispiele und Erläuterungen zu dieser Pathologie	P
				Ausstieg	
		3 min	frontal	Zusammenfassung	
B2	2 min	Buzz Group	Take-home-Points	C A	
C2	4 min	Synchronisation	Ergebnisabfrage, Zusammenführung und Auflösung	I	
D	1 min	frontal	Erläuterung Nachbereitung, Verabschiedung	P	
	1 min	Fragebogen	Evaluation	A	
	1 min	Eye-Catcher	WDH Hervorgehobene „klinische Relevanz“ des Themas	P	
	1,5 min	Puffer			
Nachbereitung		35 min	Online/Moodle		
		30 min	Selbststudium	Je ca. 2 – 4 Beispiele zu jeder der 8 Pathologien (PPT ³)	C A
		5 min	MC-Test	Lernkontrolle ohne Benotung	A

¹ Die Gelenkstelle gibt an, in welcher Phase sich die Gruppe der Studierenden bei Gruppenarbeit befindet (A: keine Gruppenarbeit, B: Einstieg in eine Gruppenarbeit, C: Synchronisation der Gruppe, D: Ende der Gruppenarbeit).

² ICAP gibt das kognitive Aktivierungsniveau der Studierenden an (I: interaktiv, C: konstruktiv, A: aktiv, P: passiv).

³ Die Fälle werden als Powerpointdatei (PPT) in Moodle, einer web-basierten, institutionellen Organisationsplattform für Studierende, bereit gestellt.

Die Evaluationsbogen bestanden aus 31 Fragen, wovon 30 die Likert-Skala mit „1: trifft voll zu“ bis „5: trifft gar nicht zu“ nutzten und die 31. Frage die Gesamtbewertung nach einem Schulnotenprinzip mit „1: sehr gut“ bis „5: mangelhaft“ abfragte. ► **Tab. 4** gibt die verwendeten Fragen in verkürzter Darstellung an und zeigt, wie sich daraus die zur Auswertung gelangten Themenblö-

cke „Eigene Motivation“, „Lernklima“, „Dozierende“, „Konzept und Material“, „Verständnis und Lernerfolg“ und „Gesamtnote“ bildeten. Alle 31 Fragen sind in ► **Tab. 5** im Ergebnisteil mit angegeben.

Für die Auswertung der Evaluationsbogen wurden Mittelwertunterschiede von mehr als 0,5 als „relevant“ und solche mit mehr

ADNS-Seminar: Röntgen-Thorax im Liegen

76 JAHRE, MÄNNLICH, AKUTE DYSPNOE



KLINIKUM DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN[®]
INSTITUT FÜR KLINISCHE RADIOLOGIE

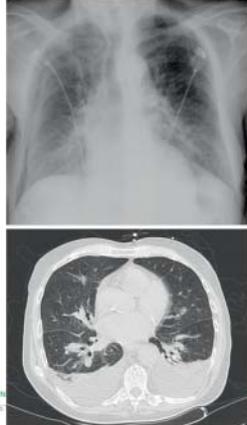
ADNS-Seminar: Röntgen-Thorax im Liegen

76 J., M., AKUTE DYSPNOE

Beurteilung

1. Akute cardio-pulmonale Stauung mit Pleuraergüssen beidseits
2. V.a. geringe Herzvergrößerung
3. Kein Lungenödem, kein Infiltratnachweis
4. V.a. Projektion einer Hautfalte rechts (kein Pneumothoraxnachweis)
5. Sonst keine wesentlichen Auffälligkeiten

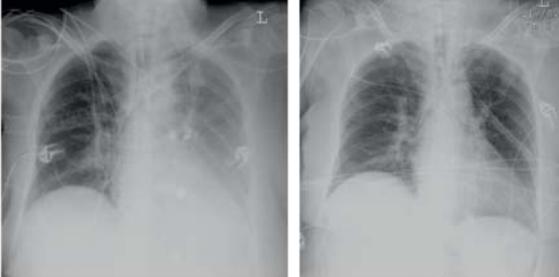
Hinweis: Im Rahmen der nächsten Röntgenkontrolle bitte Kassette von rechts einschieben



KLINIKUM DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN[®]
INSTITUT FÜR KLINISCHE RADIOLOGIE

ADNS-Seminar: Röntgen-Thorax im Liegen

BEISPIEL: 62 J., W., SÄTTIGUNGSABFALL

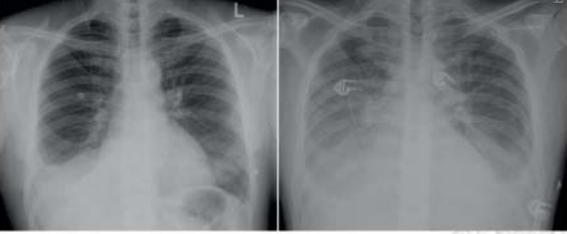


Pleuraerguss: ohne und mit Thoraxdrainage

KLINIKUM DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN[®]
INSTITUT FÜR KLINISCHE RADIOLOGIE

ADNS-Seminar: Röntgen-Thorax im Liegen

BEISPIEL: LAGEABHÄNGIGKEIT PLEURAERGUSS



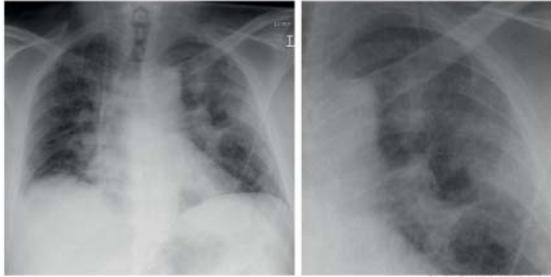
Stehend:
Gebogene Verschattung des rechten Recessus Costo-diaphragmatis mit nicht abgrenzbarem Zwerchfell

Liegend:
Erguss rechts verteilt sich weiter nach cranial, wird auch links erkennbar. Beachte auch Herz, Pulmonalvenen

KLINIKUM DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN[®]
INSTITUT FÜR KLINISCHE RADIOLOGIE

ADNS-Seminar: Röntgen-Thorax im Liegen

60 J., M., AKUTE DYSPNOE NACH HERZINFARKT

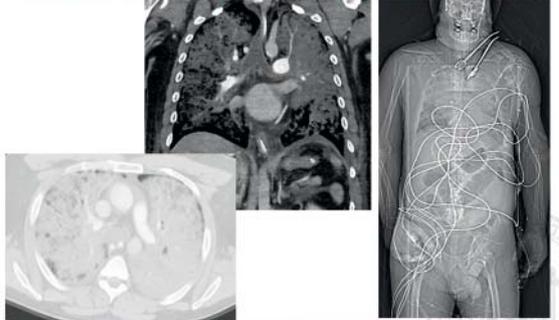


Akute Linksherzdekompensation: hiläre Unschärfe, „Wattebäusche“, Hilus-„Schmetterling“
Zentral betontes Lungenödem, hier (noch) ohne eindeutige Pleuraergüsse.

KLINIKUM DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN[®]
INSTITUT FÜR KLINISCHE RADIOLOGIE

ADNS-Seminar: Röntgen-Thorax im Liegen

BEISPIEL: AUSGEPRÄGTES LUNGENÖDEM IM CT



KLINIKUM DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN[®]
INSTITUT FÜR KLINISCHE RADIOLOGIE

► **Abb. 2** Beispielpathologie „Stauung“ aus dem Seminar nach Umstellung. **a** Klinische Angabe mit zu bearbeitendem Bild einer Pathologiegruppe. Ein/e Studierende/r führt die Befundung, ein/e weiter/e die Beurteilung durch. Falls benötigt, so erhalten sie hierbei jeweils Hilfestellung. Im Anschluss daran geben zwei weitere Studierende Feedback zu Befund und Beurteilung. **b** Auflösung des Falles durch Angabe einer Musterbeurteilung und eines zugehörigen CT-Bildes, gefolgt von einem abschließenden Dozentenfeedback. **c** Weiterer Verlauf. **e, f** Weitere Beispiele derselben Pathologiegruppe, welche frontal durch Dozierende vorgestellt werden.

als 1,0 als „hoch relevant“ festgelegt. Bei den Staatsexamensfragen hingegen wurden die prozentualen Anteile korrekter und falscher Antworten im Kollektiv bestimmt und bei Veränderungen von mehr als fünf Prozent als relevant und bei mehr als zehn Pro-

zent als hoch relevant gewertet. Hintergrund beider Überlegungen war, dass bei Schulnotenskalen Änderungen von 0,5 für die Hälfte des Kollektivs eine Notenstufenänderung bedingen würden und dies bei Änderungen von 1,0 für das gesamte Kollektiv der Fall

► **Tab. 4** Thematische Gruppierung der Fragebogenitems zur Auswertung der subjektiven Evaluation.

Item Nr.	Item Text (verkürzt)	Themengruppe	
1	eigene Motivation ist hoch	eigene Motivation	
2	Inhalte relevant und wichtig		
5	Vorbereitung auf Veranstaltungsinhalte notwendig		
9	Veranstaltung sollte nachbereitet werden		
26	Interesse Inhalte hoch		
3	mein Wissenstand in Bezug auf Inhalte ist hoch	Verständnis und Lernerfolg	
27	Verständnisinhalte durch Veranstaltung weiterentwickelt		
28	kann Inhalte der Veranstaltung wiedergeben		
29	durch Veranstaltung ist Prüfungsvorbereitung einfacher		
12	Lernziele wurden deutlich	Konzept und Material	
13	erkennbarer roter Faden in Veranstaltung		
14	Veranstaltungszeit ausreichend zur Inhaltsbearbeitung		
15	Schwierigkeitsgrad genau richtig		
17	eingesetzte Beispiele/Bilder halfen beim Verständnis		
22	genügend Möglichkeit zur aktiven Teilnahme		
23	Anregung zur kritischen Auseinandersetzung mit Inhalten		
25	Umfang an Interaktivität genau richtig		
16	Dozierende haben kompliziertes verständlich dargestellt		Dozierende
18	Ausführungen Dozierende war gut zu folgen		
19	Dozierende bemüht Wissen zu vermitteln		
20	adäquates Verhalten Dozierende gegenüber Studenten		
21	Dozierende/r ging gut auf Fragen ein		
24	Lernatmosphäre konstruktiv	Lernklima	
30	Veranstaltung hat Spaß gemacht	Gesamtnote	
31	Benotung Veranstaltung		

wäre. Dem vergleichbar bedeutet bei den medizinischen Staats-examina der Standardfall der Bestehensgrenze von 60 % (d. h. ohne Gleitklauselkorrektur zur Vermeidung von mehr als 22 % Durchfallquote) einen Notensprung in Schritten von je zehn Prozent. Für die statistische Testung auf Unterschiede in Daten der Evaluationsbogen wurde der Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben verwendet und, bei den Prüfungsergebnissen der Fisher's-Exact-Test herangezogen. Hinsichtlich der Anforderungen an multiples Testen wurden Frage 31 und die Auswertung der Prüfungsergebnisse als formal nicht zusammenhängend mit der sonstigen Auswertung erachtet und zur Anpassung der Schwellensignifikanzen die Methode nach Bonferroni genutzt [20]. Hieraus folgt eine Schwelle von $p < 0,05$ für die „Gesamt-note“, von $p < 0,01$ für jeden der fünf anderen Themenblöcke der Evaluationsbogen und von $p < 0,01$ für die Prüfungsfragen.

Ergebnisse

Die Ergebnisse sind in ► **Tab. 5, 6** angegeben.

Die Veränderung der Lehrveranstaltung ergab jeweils signifi-kant für die Durchschnittswerte der Bewertung „Eigene Motiva-tion“ der Studierenden eine geringe Verbesserung von 2,19 auf 2,05, eine jeweils hoch relevante Verbesserung für „Verständnis und Lernerfolg“ von 3,24 auf 2,01 und für „Konzept und Material“ von 2,85 auf 1,69. Für die Bewertung „Dozierende“ ergab sich sogar eine leichte Verschlechterung von 1,23 auf 1,44, für das „Lernklima“ jedoch eine Verbesserung von 2,29 auf 1,87 sowie für die „Gesamtnote“ der Veranstaltung eine hoch relevante Ver-besserung von 3,22 auf 1,66. Die Ergebnisse zu den einzelnen Fra-gebogenitems sind in ► **Tab. 5** angegeben.

Die Quote richtig beantworteter Prüfungsfragen veränderte sich durch die Seminarumstellung jeweils signifikant zu Beginn der Präsenzphase hoch relevant von 37,7 auf 53,9 % und am Ende dieses Teil der Lehrveranstaltung hoch relevant von 55,1 auf 84,6 % (► **Abb. 3**).

► **Tab. 6** beinhaltet alle wesentlichen Ergebnisse in einer Über-sicht.

► **Tab. 5** Einzelergebnisse der subjektiven Evaluation.

Item-Nr.	Itemtext (teilweise gering gekürzt)	vor Umstellung ¹		nach Umstellung ¹	
		Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung
1	Meine Motivation ist hoch, mich auch nach der Veranstaltung mit den Inhalten zu beschäftigen.	3,32	1,49	2,29	0,98
2	Meiner Meinung nach, sind die Inhalte der Veranstaltung relevant und wichtig.	2,00	0,91	1,39	0,61
3	Mein Wissensstand in Bezug auf die Inhalte des AINS-Blocks in Modul 23 ist hoch.	3,67	1,20	2,61	0,92
4	Mein Wissensstand in Bezug auf die notwendigen radiologischen Grundlagen ist hoch.	3,76	1,17	2,76	0,87
5	Meiner Meinung nach, sollte man sich auf die Veranstaltung vorbereiten.	2,09	1,154	2,14	0,99
6	Die zur Verfügung gestellten Lernmaterialien haben mir geholfen, mich vorzubereiten.	2	2	1,74	0,90
7	Die Vorbereitung auf die Veranstaltung sollte vor allem radiologische Grundlagen beinhalten.	1,81	1,00	2,39	1,04
8	Die Vorbereitung auf die Veranstaltung sollte vor allem Bildbeispiele beinhalten.	1,55	0,85	1,79	0,83
9	Meiner Meinung nach, sollte die heutige Veranstaltung nachbereitet werden.	2,06	1,19	2,75	1,19
10	Eine Nachbereitung sollte vor allem radiologische Grundlagen beinhalten.	2,13	1,30	2,90	1,26
11	Eine Nachbereitung sollte vor allem Bildbeispiele beinhalten.	1,64	0,93	1,87	0,85
12	Die Lernziele der Veranstaltung wurden mir klar.	2,29	0,92	1,88	0,94
13	Für mich zog sich ein klar erkennbarer roter Faden durch die Veranstaltung.	3,20	1,63	1,70	0,91
14	Ich hatte während der Veranstaltung ausreichend Zeit, die Lerninhalte vollständig zu bearbeiten.	3,41	1,49	1,93	0,93
15	Der Schwierigkeitsgrad der Veranstaltung war genau richtig.	3,11	1,62	1,83	0,82
16	Meiner Meinung nach hat die Dozentin/der Dozent Kompliziertes verständlich dargestellt.	1,30	0,57	1,58	0,79
17	Die eingesetzten Beispiele, Bilder oder Fälle haben mir beim Verstehen der Inhalte geholfen.	2,07	0,871	1,48	0,66
18	Ich konnte den Ausführungen der Dozentin/des Dozenten gut folgen.	1,32	0,60	1,63	0,93
19	Es war der Dozentin/dem Dozenten wichtig, dass die Studierenden etwas lernen.	1,20	0,49	1,38	0,70
20	Das Verhalten der Dozentin/des Dozenten war professionell und angemessen.	1,16	0,41	1,31	0,63

► Tab. 5 (Fortsetzung)

Item-Nr.	Itemtext (teilweise gering gekürzt)	vor Umstellung ¹		nach Umstellung ¹	
		Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung
21	Die Dozentin/der Dozent ging gut auf Fragen und Anregungen ein.	1,17	0,45	1,34	0,63
22	Es gab für mich genügend Möglichkeiten, aktiv mitzuarbeiten.	2,77	1,82	1,36	0,66
23	Ich wurde zur kritischen Auseinandersetzung mit den behandelten Inhalten angeregt.	3,09	1,64	1,81	0,83
24	Ich fand die Lernatmosphäre in der Veranstaltung konstruktiv.	2,15	0,87	1,89	0,95
25	Der Umfang an Interaktivität in der Veranstaltung war insgesamt genau richtig.	2,95	1,71	1,88	0,94
26	Die Inhalte der Veranstaltung haben mich interessiert.	1,48	0,77	1,68	0,76
27	Mein Verständnis für die Inhalte hat sich durch die Veranstaltung weiterentwickelt.	2,97	1,67	1,75	0,79
28	Ich kann einen Überblick über die Inhalte der Veranstaltung geben.	3,01	1,64	1,82	0,81
29	Durch den Besuch der Veranstaltung fällt mir die Vorbereitung auf die Prüfung leichter.	3,31	1,46	1,99	0,92
30	Insgesamt hat mir die Veranstaltung Spaß gemacht.	2,43	0,80	1,85	0,93
31	Insgesamt bewerte ich die Veranstaltung mit.	3,22	1,51	1,66	0,78

¹ Fragen 1 bis 30: Likert-Skala mit „1: trifft voll zu“ bis „5: trifft gar nicht zu“, Frage 31. Schulnotenprinzip mit „1: sehr gut“ bis „5: mangelhaft“.

² Frage 6 wurde nur nach Umstellung gestellt, da zuvor keine Lernmaterialien zur Vorbereitung angegeben waren.

Diskussion

Insbesondere die Studentenproteste Ende der 90er-Jahre prangerten Probleme in der klinischen Lehre an. Kernpunkt der Kritik war der zu theorielastige Unterricht und die praxisferne Ausrichtung [21]. Etwa ab diesem Zeitpunkt begann ein Umdenken, welches unter anderem bewirkte, dass heute nahezu jede medizinische Fakultät eine gesonderte Einrichtung für die Medizindidaktik unterhält. Das Bemühen um die Verbesserung der Lehre betrifft das Studium generell und damit auch die einzelnen Fachbereiche, welche spezifisch für die Umsetzung zuständig sind. Hinzu kommt, dass die Universitätskliniken auch einen sehr großen Teil ärztlicher Weiterbildung verantworten.

Die untersuchte Einrichtung hat selbst einen Veränderungsbedarf festgestellt und in Anbetracht feststehender Mittelzuweisungen und dem vermuteten Gesamtaufwand beschlossen, zunächst testweise eine radiologische Lehrveranstaltung umzustellen. Als besondere Herausforderungen bestanden Überschneidungen mit anderen Lehrveranstaltungen und unterschiedliche Reihenfolge der Seminarveranstaltungen im Rahmen des AINS-Blocks (Anäs-

thesie, Intensiv- und Notfallmedizin, Schmerztherapie), in welchen das Testseminar eingebettet ist. Darüber hinaus behandeln die radiologischen Lehrveranstaltungen Querschnittsthemen in einem relativ frühen Ausbildungsstand. Hinzu kommt ein gewollte Orientierung an dem White-Paper „Radiological Curriculum for Undergraduate Medical Education in Germany“ der Deutschen Röntgengesellschaft und der Konferenz radiologischer Lehrstuhlinhaber [10]. Unter Berücksichtigung didaktisch bewährter lerntheoretischer Erkenntnisse wurde zunächst ein theoretisch vorbereitender Teil Grundwissen vermittelt bzw. dieses aufgefrischt, um die Präsenzzeit effektiv zum Vertiefen des Gelernten nutzen zu können (Inverted oder flipped classroom [22, 23] – „Umgedrehter Klassenraum“, ein Modell, bei dem durch gezielte Vorbereitung die Präsenzphase effizienter genutzt werden kann). Im Rahmen der Studie kamen mit Ausnahme dieser Konzepte, welche auf technische Voraussetzungen angewiesen und daher vergleichsweise aktuelle Erkenntnisbereiche in der Pädagogik und Didaktik sind, nur etablierte und schon länger bekannte Methoden zum Einsatz. Die Ergebnisse zeigen, welches Potenzial diese bewährten und oft einfachen Mittel haben können, wenn diese

► Tab. 6 Ergebniszusammenfassung.

Themengruppe	Maßzahl ¹	Zeitpunkt im Seminar	vor Umstellung	nach Umstellung	p-Wert
Fragebogen (subjektiv)			jeweils N = 256	jeweils N = 256	Mann-Whitney-U-Test
zeigene Motivation	MW (SD)	Ende	2,19 (0,46)	2,05 (0,62)	0,001
	MD (25%/75%)		2 (2/2)	2 (2/2)	
Verständnis und Lernerfolg	MW (SD)	Ende	3,24 (1,41)	2,04 (0,63))	<0,001
	MD (25%/75%)		2,5 (2/5)	2 (1,5/2,5)	
Konzept und Material	MW (SD)	Ende	2,85 (1,39)	1,69 (0,56)	<0,001
	MD (25%/75%)		2 (2/4)	1,5 (1/2)	
Dozierende	MW (SD)	Ende	1,23 (0,40)	1,44 (0,60)	<0,001
	MD (25%/75%)		1 (1/2)	1 (1/2)	
Lernklima	MW (SD)	Ende	2,29 (0,73)	1,87 (0,85)	<0,001
	MD (25%/75%)		2,5 (1,5/3)	2 (1/2,5)	
Gesamtnote	MW (SD)	Ende	3,22 (1,51)	1,66 (0,78)	<0,001
	MD (25%/75%)		3 (2/5)	2 (1/2)	
Prüfungsfragen (objektiv)			jeweils N = 512	jeweils N = 512	Fisher's Exact-Test
	richtig (%)	Beginn	37,7	53,9 ¹	<0,001
	richtig (%)	Ende	55,1 ¹	84,6	<0,001
			<0,001	<0,001	p-Wert

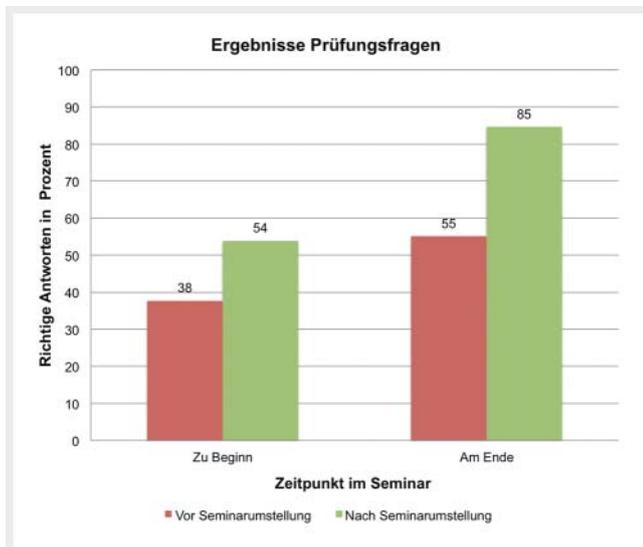
¹ Ein kreuzweiser Vergleich der korrekten Beantwortung von Prüfungsfragen am Ende des Seminars vor dessen Umstellung mit den Ergebnissen zu Beginn der Lehrveranstaltung im neuen Format ergab bei Anwendung des Fisher's Exact Test einen p-Wert von 0,754 für zweiseitige und von 0,377 bei einseitiger Testung. (MW: Mittelwert; SD: Standardabweichung).

konkret und konsequent eingesetzt werden. An der untersuchten Einrichtung erschien es in Absprache mit der lokalen Medizindidaktik grundsätzlich sinnvoll die radiologische Lehre stärker an den konkreten klinischen Gegebenheiten und Bedürfnissen auszurichten. Wenngleich Publikationen zur radiologischen Lehre, welche über Interdisziplinarität und hier wiederum unter Einbeziehung der Anatomie hinausgehen, nur in vergleichsweise geringer Zahl verfügbar sind, so stellten diese Studien insbesondere zu interaktivem, fallbasiertem Lernen und E-Learning [3, 4] sowie Peer-to-peer-Feedback [5] ebenfalls positive Effekte fest.

Im neuen Format erfolgt die Zielkommunikation [24, 25] in mehreren Phasen während der Präsenzzeit. Direkt zu Beginn veranschaulicht ein „Eye-Catcher“ die besondere klinische Bedeutung des Themas. Im einleitenden Frontalteil werden die prägnanter formulierten Lernziele kurz vereinbart, der persönliche Nutzen für die Studierenden betont und eine Agenda vorgestellt. Im Rahmen der ersten Aktivitätsphase entwickelten die Studierenden im Format einer Buzz-Group (auch „Murmelgruppe“ genannt, wo je zwei bis vier Studierende halblaut kurz eine Frage, ein Bild, ein Problem, usw. diskutieren und so einerseits aktiv werden und sich andererseits die Hemmschwelle zur Mitarbeit erniedrigt) mit dem in der Medizin allgemein gültigen Aufbau eines Befundbriefes, selbst eine strukturgebende Anwendung der Lernziele.

Zweieinhalb Minuten für die strukturierte Befundung durch Studierende ist knapp bemessen, aber dennoch deutlich mehr als in der Routineversorgung zur Verfügung steht. Eine der Stärken des Konzepts nach Umstellung der Veranstaltung ist das Scaffolding, welches den Dozierenden jederzeit erlaubt einzugreifen, z. B. wenn die Zeit knapp wird. Zu Beginn der Veranstaltung wird bewusst keine Vollständigkeit von Befundung oder Beurteilung erwartet. Stattdessen greifen die Dozierenden ein und geben so Hilfestellung. Im Laufe der Veranstaltung geben die Dozierenden dann immer weniger Hilfestellung. Dies wird möglich, da die Übung und die Wiederholungen durch die Feedbacks dies auch immer weniger notwendig machen.

Die Hauptförderung von Verstehen und Behalten bestand in einer Verbesserung von Konzeption, Inhalt und Ablaufplan sowie insbesondere der Förderung aktiven Lernens. Die Online-Vorbereitung wiederholt Grundlagen, spart damit durch wegfallende Wiederholungen Zeit ein und fördert die Voraussetzungen zur Lernzielerreichung. In der Präsenzphase unterstützten verbessertes Lernklima und effektivere Zielkommunikation eine Aufmerksamkeitssteigerung. Die bewusste Begrenzung des einleitenden Frontalteils ist lernpsychologisch ebenso günstig, wie der sich anschließende, konsequente Aktivitätswechsel mit klaren Arbeitsanweisungen. Es wurde auf eine Gruppenmethode fokussiert, damit diese von verschiedenen Dozierenden sicher beherrscht



► **Abb. 3** Anteil der durch die Studierenden richtig beantworteten Prüfungsfragen vor und nach Umstellung des Testseminars. Nach Umstellung startet die Lehrveranstaltung bereits auf dem Niveau, mit dem dies vor Umstellung endete. Zudem bewirkte die Veränderung eine deutliche Verbesserung während der Veranstaltung und hebt das Niveau des Kollektivs direkt am Ende der Veranstaltung auf das Notenniveau einer „zwei“, die üblicherweise bei Rängen zwischen 80 und 90 % vergeben wird (Daten von insgesamt 1056 Antworten zu Prüfungsfragen, je zwei pro Studierende und Zeitpunkt, siehe auch ► **Tab. 6**).

werden kann. Die Gruppenphase zu Beginn hilft die Sinnhaftigkeit selbst festzustellen und sorgt am Ende durch eigene Erarbeitung der „Take-home-Punkte“ für Nachhaltigkeit. Kernstück der Präsenzphase ist der effektive, rekursive Aufbau anhand von Fällen mit Scaffolding-unterstützter Skills-Vermittlung in Anlehnung an Peyton [17–19]. Hierbei ist insbesondere der dritte Schritt der Methode, also eine Anweisung der Studierenden an Dozierende, welche dementsprechend handeln, nur teilweise abbildbar. Feedback versucht dies auszugleichen, sorgt für zusätzliche Aktivität, unterstützt Wertschätzung der Studierenden, sorgt für Wiederholung der Kerninhalte und erlaubt ein Lernen aus überwachbaren Fehlern [5, 16, 26]. Die Online-Nachbereitung bietet eine Vertiefung mit alternativen Fallbeispielen.

Die durchgeführten Schulungsmaßnahmen für Dozierende haben sich ebenfalls exemplarisch bewährt. Mit der gegebenen Begrenzung der Anzahl an Methoden erforderten die Schulungen nur wenig zusätzlichen Aufwand. Dieser bestand in allgemeinen medizindidaktischen Fortbildungen für alle Dozierenden, einer einstündigen Erklärung der neuen Methoden mit anschließendem Probedurchlauf durch die Veranstaltung für alle Dozierenden sowie einer Teilnahme der Dozierenden als Beobachter bei den ersten Seminaren im neuen Format.

Für die professionelle Entwicklung von Lehrplänen ist die Methode nach Kern [27] etabliert und Messparameter zur Qualitätskontrolle sind von der World Federation for Medical Education beschrieben [28]. Nach jedem Semester sollten die studentischen Evaluationen zur kontinuierlichen Verbesserung herangezogen, im Folgequartal im zuständigen Lehrgremium der Radiologie aus-

gewertet und aufgearbeitet, auf einer institutionellen Konferenz auch im Hinblick auf Anmerkungen der Dozierenden diskutiert und abschließend Maßnahmen beschlossen, dokumentiert und überwacht werden.

Für die konkret veränderte Lehrveranstaltung hat sich die Gesamtbewertung signifikant um 1,56 Notenpunkte und damit hoch relevant in den Bereich des besten Siebtels der verwendeten Skala verbessert. Hinsichtlich der Einzelergebnisse verschiedener Themengruppen der weiteren subjektiven Evaluation waren diese zwar ebenfalls alle signifikant, aber in Ihrer Relevanz unterschiedlich. Für die „Dozierenden“ ergab sich sogar eine Verschlechterung Ihrer Bewertung um 0,19 Notenpunkte. Erklärbar könnte dies durch ein mit 1,22 bereits sehr gutes Ausgangsniveau und möglichen Unsicherheiten bei den erstmaligen Seminardurchführungen im neuen Format sein. Verbessert haben sich noch die „eigene Motivation“ der Studierenden um 0,14 Notenpunkte sowie das „Lernklima“ um 0,42 Notenpunkte knapp unterhalb der definierten Relevanzschwelle auf jeweils bereits gutem Niveau. Hoch relevante Verbesserungen wurden für „Konzept und Material“ um 1,16 Notenpunkte sowie für „Verständnis und Lernerfolg“ um 1,2 Notenpunkte auf ein nun jeweils gutes Niveau festgestellt.

Da Multiple-choice-Fragen Wissen, aber keine Fertigkeiten oder Kompetenzen im Sinne des NKLM abprüfen sind diese in ihrer Wertigkeit bei Prüfungen umstritten. Gleichwohl sind MC-Fragen aber zumindest stark standardisiert und werden in den Staatsexamina verwendet. Aus diesem Grund wurden in dieser Studie Fragen der schriftlichen medizinischen Prüfungen verwendet um auch ein objektiveres Maß für die Auswirkung der Seminarumstellung zu erhalten. Hinsichtlich des Lernerfolgs wurden dabei die subjektiven Ergebnisse durch die um 29,5 % gestiegene Quote korrekt beantworteter Prüfungsfragen bestätigt. Gemessen an den Notengrenzen des letzten schriftlichen medizinischen Staatsexamens [29] würde dies bedeuten, dass beide Kohorten vor Beginn des Seminars auf einem Stand von Note „5“ waren und die Semestergruppe vor Umstellung nach dem Seminar auf diesem Notenlevel verblieb, während sich die Gruppe nach Umstellung direkt nach dem Seminarbesuch auf dem Niveau einer „2“ befand. Eine Nachhaltigkeit dieses Erfolgs soll durch das Angebot einer Nachbereitung gefördert werden, was bislang möglicherweise aufgrund eines Starteffekts allerdings nur wenig genutzt wurde. Wenngleich Fragen zum „Röntgen-Thorax liegend“ den Schwerpunkt bildeten, so waren auch zu etwas mehr als einem Drittel Fragen zur CT enthalten. Den Erfolg bei Fragen zur Radiografie erklären wir uns durch die primär darauf ausgerichtete Veranstaltung im neuen Format. Hinsichtlich der CT als zweitwichtigste Modalität beruht dies vermutlich auf die extensive Verwendung zur Veranschaulichung der aktiv erarbeiteten Pathologien und ebenso im Rahmen der ergänzenden Beispiele.

Nach Etablierung der Umstellung kann ein weiterer Verbesserungsansatz die Intensivierung der Selbstlernphase in der Online-Vorbereitung zur Vermittlung von Faktenwissen durch Blended-learning-Konzepte im Sinne des Flipped-classroom-Ansatzes [22, 23] sein. Hierbei und vor allem auch in der Online-Nachbereitung wäre eine verstärkte Integration der bekannten Vorteile von E-Learning [4, 30] vermutlich abwechslungsreich und vielversprechend. Damit alle teilnehmende Studierende auch jede Rolle

(Befundung, Beurteilung, Nehmen und Geben von Feedback zur Befundung und zur Beurteilung) zumindest mindestens einmal annehmen können, wäre eine Begrenzung auf die Anzahl der durch diese zu erarbeitenden Fälle notwendig, was im konkreten Beispiel mit acht Fällen, wovon einer als Beispiel durch die Dozierenden bearbeitet wird, eine Limitierung auf sieben Teilnehmer bedeuten würde.

Limitationen

Es handelt sich um eine Studie unter Verwendung eines Seminars einer Einrichtung, weshalb keine gesicherten Erkenntnisse nach Konzeptübertragung auf andere Lehrveranstaltungen oder Einrichtungen vorliegen. Die Umgestaltung der Lehrveranstaltung wurde von SW vorgenommen, der auch einer von vier Dozierenden war. Zudem ist SW direkter Dienstvorgesetzter der weiteren Dozierenden. Wenngleich um Vermeidung desselben bemüht, so kann ein hieraus resultierender Bias nicht vollständig ausgeschlossen werden.

Zur Abfrage des Lernerfolgs wurden MC-Fragen verwendet, welche maximal Wissen, aber keine Skills oder Kompetenzen im Sinne des NKLM abprüfen und somit eine nur eingeschränkte Prüfungsmodalität für das Seminar in neuem Format sind.

Die Zusammensetzung der Kohorten wurde nicht auf Vergleichbarkeit geprüft. Obwohl bei einer Anzahl von 256 Studierenden pro Semester von einem ausgleichenden Effekt großer Stichproben ausgegangen werden kann, so ist dies nicht gesichert. Vergleichbares gilt für mögliche saisonale Einflüsse, da sich eine Kohorte im Sommer- und eine im Wintersemester befand.

Das Angebot einer Nachbereitung ist mutmaßlich unterstützend, aber das Ausmaß einer Nachhaltigkeit der festgestellten positiven Effekte ist bislang unbekannt.

Schlussfolgerung

Die Umstellung eines radiologischen Testseminars mit einer Lernzielabstimmung und -fokussierung sowie einer verstärkten Berücksichtigung lerntheoretischer Konzepte bewirkte eine wertige Verbesserung und motiviert zur Konzeptübertragung auf vergleichbare Lehrveranstaltungen.

Im Falle einer auch in der Lehre leistungsorientierten Mittelvergabe könnten sogar mögliche finanzielle Vorteile resultieren. Wenngleich darin sicher nicht der Zweck universitärer Lehre liegt, so könnten auf diese Weise die Umstellungen der Veranstaltungen vielleicht zumindest teilweise ohne zusätzlichen Kostenaufwand erfolgen.

Weiteres Potenzial kann in der verstärkten Integration von E-Learning in die Online-Vor- und Nachbereitung, in einem institutseigenen oder sogar institutionellen Qualitätsmanagement-Ansatz zur kontinuierlichen Verbesserung und in einer Reduktion der Gruppengröße bestehen.

KLINISCHE RELEVANZ

Die Radiologie ist vor allem in Krankenhäusern in bis zu 80% der Fälle in die Diagnostik oder den Therapieverlauf direkt eingebunden, weshalb viele radiologische Lehrinhalte auch außerhalb des Fachs von hoher Relevanz sind. Da im untersuchten Beispielseminar aus der Lernzielfokussierung und der Integration lerntheoretischer Erkenntnisse eine messbare und wertige Verbesserung resultierte, liegt es nahe, die an der Lehre beteiligten Personen zu motivieren durch solche, oder vergleichbare Konzepte einen (noch) größeren radiologischen Beitrag zur (noch) besseren medizinischen Ausbildung und damit letztendlich zu (noch) besseren Ärztinnen und Ärzten zu liefern.

Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Anmerkung

Teile der Arbeit entstanden im Rahmen einer Projektarbeit von Stefan Wirth im Rahmen seines Studiums zum Master of Medical Education.

Literatur

- [1] Klinikum der Universität München. Institut für Didaktik und Ausbildungsforschung in der Medizin. 2014. Abruf von <http://www.klinikum.uni-muenchen.de/Institut-fuer-Didaktik-und-Ausbildungsforschung-in-der-Medizin/de/impressum/index.html> am 25.01.2017
- [2] Institut für medizinische und pharmazeutische Prüfungsfragen. Archiv: Lösungen und Ergebnisse der Prüfungen nach der Approbationsordnung für Ärzte. 2014. Abgerufen von <https://www.impp.de/internet/de/archiv.html> am 26.01.2017
- [3] Braun LT, Zottmann JM, Adolf C et al. Representation scaffolds improve diagnostic efficiency in medical students. *Med Educ* 2017. doi:10.1111/medu.13355 Epub ahead of print
- [4] Heye T, Kurz P, Eiers M et al. Eine radiologische Fallsammlung mit interaktivem Charakter als neues Element in der studentischen Ausbildung. *Fortschr Röntgenstr* 2008; 180: 337–344
- [5] Elshami W, Abdalla ME. Diagnostic radiography students' perceptions of formative peer assessment within a radiographic technique module. *Radiography (Lond)* 2017; 23: 9–13
- [6] Fotenos AF, Safdar NM, Nagy PG et al. Unbiased review of digital diagnostic images in practice: informatics prototype and pilot study. *Acad Radiol* 2013; 20: 238–242
- [7] Christiansen JM, Gerke O, Karstoft J et al. Poor interpretation of chest X-rays by junior doctors. *Dan Med J* 2014; 61: A4875
- [8] Salajegheh A, Jahangiri A, Dolan-Evans E et al. A combination of traditional learning and e-learning can be more effective on radiological interpretation skills in medical students: a pre- and post-intervention study. *BMC Medical Education* 2016; 16: 46
- [9] Studiendekanat der Medizinischen Fakultät der LMU München. Medizinisches Curriculum München – MeCuM. 2014. Abgerufen von <http://www.mecum-online.de/de/studium/mecum/index.html> am 25.01.2017

- [10] Ertl-Wagner B, Barkhausen J, Mahnken AH et al. White Paper: Radiological Curriculum for Undergraduate Medical Education in Germany. *Fortschr Röntgenstr* 2016; 188: 1017 – 1023
- [11] Charantimath PM. *Total Quality Management*; Dorling Kindersley: Pearson, 2011: 260
- [12] Rösch FM. *Nephrologischer Unterricht an den 36 Universitäten in Deutschland – ein interfakultärer Vergleich*. Dissertation Humanmedizin. Hamburg-Eppendorf, 2016
- [13] Hahn EG, Fischer MR. *Nationaler Kompetenzbasierter Lernzielkatalog Medizin (NKLM) für Deutschland: Zusammenarbeit der Gesellschaft für Medizinische Ausbildung (GMA) und des Medizinischen Fakultätentages (MFT)*. *GMS Z Med Ausbild* 2009; 26: 2009 – 2026
- [14] Kadmon M, Strittmatter-Haubold V et al. *Das Sandwich-Prinzip – Einführung in Lerner zentrierte Lehr-Lernmethoden in der Medizin*. *Z Evid Fortbild Qual Gesundhwes* 2008; 102: 628 – 633
- [15] Ramani S, Leinster S. *AMEE Guide no. 34: Teaching in the clinical environment*. *Med Teach* 2008; 30: 347 – 364
- [16] Cantillon P, Sargeant J. *Teaching Rounds: Giving Feedback in Clinical Settings*. *BMJ* 2008; 337: 1292 – 1294
- [17] Pea RD. *The Social and Technological Dimensions of Scaffolding and Related Theoretical Concepts for Learning, Education, and Human Activity*. *JLS* 2004; 13: 423 – 451
- [18] Walker M, Peyton JWR. *Teaching in the theatre*. In: Peyton JWR, (editor) *Teaching and learning in medical practice*. Rickmansworth: Manticore Publishers Europe Ltd; 1998: 171 – 180
- [19] Nikendei C, Huber J, Stiepak J et al. *Modification of Peyton's four-step approach for small group teaching – a descriptive study*. *BMC Med Educ* 2014; 14: 68
- [20] Shaffe JP. *Multiple Hypothesis Testing*. *Ann Rev Psych* 1995; 46: 561 – 584
- [21] Jox RJ, Galambos P. *Munich-Harvard-Alliance for Medical Education: Im Mekka der Medizin*. *Dtsch Arztebl International* 2002; 99: A-1078/B-898/C-840
- [22] Leibniz-Institut für Wissensmedien (IWM) in Tübingen. *Inverted Classroom*. 2015. Abgerufen von http://www.e-teaching.org/lehrszenarien/vorlesung/inverted_classroom am 23.01.2016
- [23] Bösner S, Pickert J, Stibane T. *Teaching differential diagnosis in primary care using an inverted classroom approach: student satisfaction and gain in skills and knowledge*. *BMC Medical Education* 2015; 15: 63
- [24] Roff S, Aleer MC. *What is educational climate?* *Med Teach* 2009; 23: 333 – 334
- [25] Mullan PB, Lypson ML. *Communicating your Program's Goals and Objectives*. *J Grad Med Educ* 2011; 3: 574 – 576
- [26] Kopp V, Stark R, Fischer MR. *Fostering diagnostic knowledge through computer-supported, case-based worked examples: effects of erroneous examples and feedback*. *Med Educ* 2008; 42: 823 – 829
- [27] Kern DE, Thomas PA, Howard DM et al. *Curriculum Development for Medical Education: A Six-step Approach*. Baltimore: Johns Hopkins Press; 1998
- [28] World Federation for Medical Education. *Globale Standards der WMFE zur Qualitätsverbesserung*. 2003. Abgerufen von <http://wfme.org/standards/bme/6-quality-improvement-in-basic-medical-education-german/file> am 25.01.2017
- [29] Institut für medizinische und Pharmazeutische Prüfungsfragen (IMPP). *Schriftlicher Teil des Zweiten Abschnitts der Ärztlichen Prüfung nach ÄAppO 2002: Lösungen und Ergebnisse 2016*. Abgerufen von https://www.impp.de/internet/de/loesungen-und-ergebnisse/articles/bestehens-und-notengrenzen.html?file=files/internet_files/PDF/aktuelle%20Loesungen%20und%20Ergebnisse/AktM2H16APPO2012.pdf am 28.01.2017
- [30] Heiman HL, Uchida T, Adams C et al. *E-learning and deliberate practice for oral case presentation skills: A randomized trial*. *Med Teach* 2012; 34: e820 – e826