

Digitale Strategien in der Lehre

Strategies of Digitized Learning




Autoren

Tobias Dombrowski, Stefan Dazert, Stefan Volkenstein

Institut

Klinik für Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie der Ruhr-Universität Bochum am St. Elisabeth-Hospital Bochum (Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. S. Dazert)

Schlüsselwörter

eLearning, digitale Lehre, Digitalisierung, Hochschullehre, Curriculum

Key words

e-learning, digital teaching, digitization, academic teaching, curriculum, medical education

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-0803-0218>

Laryngo-Rhino-Otol 2019; 98: S197–S208

© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York

ISSN 0935-8943

Korrespondenzadresse

Dr. med. Tobias Dombrowski

Univ. HNO-Klinik, St. Elisabeth-Hospital

Bleichstraße 15

D-44787 Bochum

tobias.dombrowski@rub.de

ZUSAMMENFASSUNG

Die Entwicklung digitaler Strategien in der Lehre beruht auf den technologischen Fortschritten der letzten Jahrzehnte, aber auch auf der Motivation, ein didaktisches Konzept verstärkt auf den Lernenden zu zentrieren. Aus verfügbaren Daten der deutschen Hochschulmedizin ergibt sich das Bild, dass in der Medizin ganz allgemein und speziell in der HNO-Heilkunde digitale Lehrkonzepte aktuell noch eine untergeordnete Rolle spielen. Durch Erhebung eigener Daten konnten wir zeigen, dass die Studierenden in der HNO-Heilkunde in der Mehrheit auf durch den Dozenten ausgegebene Materialien als einzige Lernquelle zurückgreifen. Die Anwendung fundierter digitaler Lehrstrategien bietet daher, insbesondere fachbezogen für die HNO-Heilkunde, besondere Chancen, u. a. um dem Überangebot von Informationen aus teils unklaren Quellen im Internet entgegenzutreten.

Der mögliche Digitalisierungsgrad der Lehre reicht heute von digitalen Serviceangeboten über punktuelle Angebote klassischer Lehrkonzepte und Blended Learning bis hin zum voll digitalen Studium. Die Attraktivität der curricularen Integration di-

gitaler Lehrstrategien beruht dabei weniger auf der Nutzung rein technischer Fortschritte, sondern vielmehr auf den Möglichkeiten der Anwendung innovativer Curricula und neuer didaktischer Konzepte. In Abhängigkeit vom beabsichtigten Lehrzweck werden insbesondere dem Flipped Classroom und der digitalisierten Realität großes Potenzial zugeschrieben, während mobiles Lernen sich in der Praxis bereits individuell etabliert hat. Die Erprobung und Evaluierung digitaler Lehrinnovationen für konkrete Szenarien gehört aktuell zu den wichtigen wissenschaftlichen Herausforderungen digitaler Lehrkonzepte.

Der flächendeckenden Etablierung digitaler Lehre stehen heute weniger technische Voraussetzungen, sondern vielmehr fehlende Finanzierungsmöglichkeiten im Wege, da Förderungen derzeit überwiegend projektgebunden stattfinden, bei dauerhafter Umsetzung jedoch regelmäßige Kosten vorhanden sind. Zur Unterstützung dieser vielversprechenden Lehrformen könnte die Förderung der Einrichtung von Abteilungen für digitale Lehre mit Bereitstellung von entsprechenden Hard- und Softwarelösungen an den Universitäten wesentlich beitragen. Durch die Bildung von Kooperationen zur Nutzung solcher digitalen Plattformen ergäbe sich eine hohe Effizienz in der Verbreitung unter gleichzeitiger Ausnutzung von Sparpotenzialen.

ABSTRACT

The development of digital strategies in teaching is based on the technological progress of the last decades, but also on the strong motivation to focus a didactic concept on the learning individuals. The available data of German medical faculties indicate that digital teaching concepts currently play a subordinate role in medicine in general and specifically in otorhinolaryngology. By assessing data of our own institution, we could demonstrate that the majority of medical students refer mainly to material handed out by the lecturers as single source of information for learning Otorhinolaryngology. Therefore, the application of sound digital teaching strategies provides special chances, in particular in otorhinolaryngology to cope with the excessive amount of online information from partly unclear sources.

Currently, the possible degree of digital teaching reaches from digital service supply via punctual provision of classic teaching concepts and blended learning up to completely digital curricula. The attractiveness of curricular integration of digital teaching strategies is less based on the utilization of merely technological progress, but rather on the variety of applying innovative curricula and new didactic concepts. Depending on the intended teaching purpose, the flipped classroom and the virtual reality

seem to have a particularly high potential, while mobile learning is already established in individual practice. Testing and evaluating digital teaching innovations for concrete scenarios currently belongs to the most important scientific challenges of digital teaching concepts.

Today, the nationwide implementation of digital teaching in Germany is less impeded by technical conditions, but by missing financing because sponsoring is currently mainly performed with refe-

rence to concrete projects; in the context of permanent implementation, however, regular costs arise. To support these promising teaching concepts, the sponsoring of institutions for digital teaching with provision of hard- and software solutions at universities could contribute significantly. Establishing cooperation to use such digital platforms might lead to a high efficiency regarding the distribution with simultaneously profiting of savings potential.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	197
Abstract	197
2. Stand der digitalen Lehre in Deutschland	198
3. Aufbau eines digitalen Lehr-Curriculums	199
4. Innovationen	200
4.1 Flipped Classroom	200
4.2 Gamification	201
4.3 Digitale Spiele / Game-based learning	202
4.4 Vorlesungs- und Veranstaltungsaufzeichnungen	202

4.5 Mobiles Lernen	202
4.6 Soziale Medien	203
4.7 Kollaboratives Lernen	203
4.8 Digitalisierte Realität	203
4.9 Auswahlkriterien von Innovationen für Lehrprojekte in der HNO-Heilkunde	203
5. Finanzierung der digitalen Lehre	205
6. Digitales Prüfen	205
Literatur	206

1. Einleitung

Die Entwicklung der digitalen Lehre und entsprechender Konzepte ist eng mit der rasanten Entwicklung und Verbreitung von Computertechnologien verknüpft, insbesondere aber auch mit einem nahezu flächendeckenden Zugang zum Internet. Um sich der Thematik digitaler Lehrstrategien anzunähern, stellt sich zunächst die Frage nach der Definition: was ist digitale Lehre also überhaupt? Der Begriff „digitale Lehre“ selbst wird häufig durch den englischen Begriff *electronic learning*, kurz *E-Learning* im Sprachgebrauch ersetzt bzw. synonym verwendet. Die Definition des Begriffes ist unscharf, was auf die vielschichtige historische Entwicklung aus unterschiedlichen Richtungen zurückzuführen ist. Im weitesten Sinne bezeichnet *E-Learning* eine Lehre mit technologischer Unterstützung, welche im pädagogischen Ansatz üblicherweise auf den Lernenden zentriert ist [1].

Die Ursprünge werden auf die 1960er Jahre zurückgeführt und wesentlich mit den Pionierarbeiten der Hochschullehrer Patrick Suppes (Stanford University, CA, USA) und Donald Bitzer (University of Illinois, IL, USA) verknüpft [1].

Suppes näherte sich der technologiegestützten Lehre, indem er sich intensiv mit den lerntheoretischen Vorteilen der individualisierten, computergestützten Lehre auseinandersetzte [2]. Aus diesen Ideen entwickelte er ein *Computer Managed Instruction System* als individualisierte Anleitung zum Lernen von Mathematik auf Grundschulniveau. Die wesentlichen Vorteile der Benutzung von Computern sah Suppes in der Möglichkeit, individuelle Unterschiede des Lernenden besser zu adressieren und die Passivität des Zuhörers einer Vorlesung aufzubrechen [2].

Bitzer und Kollegen gingen einen technologischen Weg und etablierten ein interaktives Lern- und Lehrsystem namens „PLATO“, welches auf Basis vieler eigens für das System entwickelten Innovatio-

nen, wie z. B. der Programmiersprache TUTOR, Lehrenden eine Plattform für die eigenen Lehrzwecke bot [3]. Die Lehrprogramme wurden auf einem Großrechner zur Verfügung gestellt, welcher durch die Studierenden von dezentralen Terminals aus angesprochen werden konnte. Die Motivation zur Entwicklung von PLATO war u. a. von steigenden Studierendenzahlen getrieben und hatte als ein Ziel, die Kosten pro Studentenkontakt reduzieren zu können [4]. Aufgrund seiner Funktionen wird PLATO als Vorläufer heutiger *E-Learning*-Plattformen und Videokonferenzsysteme gesehen [1, 3, 5–6].

Mit der zunehmenden Verfügbarkeit von Computern in den 1980er Jahren wurden diese Vorläufermodelle computerassistierter bzw. technologisch unterstützter Lehre verstärkt zu multimedialen, interaktiven Angeboten ausgebaut. Mit der Verbreitung des Internets folgten dann in den 1990er Jahren die Übertragung der bis dahin lokalen Interaktion zwischen Benutzer und Computer auf webgestützte Lehrinhalte und die Entwicklung der Modelle des aktiven Lernenden. Selbige wurden durch weitere technologische Innovationen, insbesondere in der Mobilität, und neue Möglichkeiten der sozialen Interaktion zur digitalen Lehre der Gegenwart weiterentwickelt [1, 7].

Das vorliegende Referat soll den derzeitigen Stand digitaler Lehrstrategien aufgreifen, aktuelle Möglichkeiten, Ansätze, Technologien, Perspektiven und Fördermöglichkeiten aufzeigen und diese bezüglich der Anwendbarkeit auf die durch den hohen Praxisanteil spezielle Situation der medizinischen Lehre analysieren. Der besondere Fokus gilt hierbei Lehrkonzepten der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde.

2. Stand der digitalen Lehre in Deutschland

Die Bestandsaufnahme digitaler Lehre in Deutschland ist aufgrund der Komplexität des Sammelbegriffes und dessen heterogener Ver-

wendung schwierig durchzuführen. Eine indirekte Erhebung ergab, dass formal zwei Drittel der deutschen Universitäten digitale Lernformen anbieten [8]. Aus diesem quantitativen Ansatz kann jedoch keine Aussage über die tatsächliche Nutzung und Integration dieser digitalen Konzepte gemacht werden. Die 2014 gegründete, BMBF-geförderte, unabhängige Institution des Hochschulforums Digitalisierung (HFD) erstellt zu dieser zentralen Frage umfangreiche Analysen und Berichte, aus denen in diesem Referat auch regelhaft zitiert wird [9]. Als gemeinsame Initiative des Centrums für Hochschulentwicklung (CHE) und der Hochschulrektorenkonferenz (HRK) verfolgt das HFD das Ziel, die Einflüsse der Digitalisierung auf die Hochschullehre zu betrachten und zu diskutieren. Hieraus sollen in erster Linie die Umsetzung von Hochschulstrategien, ein Kompetenzaufbau in der Lehre sowie Ideen und Entwicklungen von Zukunftsszenarien generiert werden [9].

Eine aufschlussreiche Analyse zum Stellenwert der digitalen Lehre in Deutschland führten Persike und Friedrich im Auftrag des Hochschulforums Digitalisierung 2016 durch [10]. Diese werteten einen an die Erhebungsrunde 2014/2015 des Hochschulrankings des CHE angeschlossenen Fragenkomplex zum Thema Digitalisierung ausführlich aus. Aus den erhobenen Daten schlussfolgerten die Autoren, dass zum Erhebungszeitpunkt digitale Medien an der Mehrzahl der Hochschulen kein integraler Bestandteil der Lehre waren. Aufgrund der großen Stichprobe von 27 473 Studierenden aus 153 Hochschulen ergaben sich darüber hinaus weitere, interessante Aspekte zur Nutzung der digitalen Lehre an deutschen Hochschulen. So zeigte sich, trotz großer Unterschiede zwischen den einzelnen Fächern, ein noch deutlicherer Unterschied der Digitalisierung der Lehre zwischen den Hochschulen, was die Bedeutung der einzelnen Hochschule selbst für die Entwicklung und Nutzung digitaler Medien unterstreicht. Zudem erfolgte eine eingehende Analyse der teilnehmenden Studierenden, welche Persike und Friedrich nach Auswertung der Befragung in verschiedene Nutzertypen einteilten. Hierzu wurde zunächst zur Vereinfachung der Analyse die Einteilung von 20 Typen digitaler Medien in die 5 Formattypen klassische digitale Medien und Kommunikationstools (z. B. pdf-Dokumente, Powerpoint), soziale Kommunikationstools (z. B. Blogs, Chats, soziale Netzwerke), elektronische Prüfungssysteme (E-Klausuren und –Assessments), audio- und videobasierte Medien und interaktive Tools und Formate vorgenommen. Die Clusteranalyse der 5 Formate ergab letztendlich 4 unterschiedliche Nutzertypen digitaler Medien: 30,2 % der Studierenden nutzten stark bevorzugt klassische digitale Medien, 25,5 % die Kombination aus klassischen Medien und elektronischer Prüfung, 22,8 % stützten sich neben den klassischen Medien stark auf audiovisuelle Inhalte und 21,5 % waren sog. „Digitale Allrounder“ mit einer gleichmäßig hohen Nutzung aller digitalen Lernformate. Betrachtet man hierbei lediglich die medizinischen Fächer, befanden sich 63 % der Studierenden in einer der beiden erstgenannten, an klassischen Lehrformaten orientierten Gruppen, während 14 % mit audiovisuellen Medien lernten und 23 % unter die digitalen Allrounder fielen. Innerhalb der medizinischen Fächer ergab sich zudem ein sehr heterogenes Bild zwischen den Universitäten mit Unterschieden von bis zu 25 % in der Nutzungshäufigkeit digitaler Medien. Die Ursachen der schwerpunktmäßigen Orientierung an klassischen digitalen Medien wie pdf- und PowerPoint-Dokumente können die Autoren der Analyse nicht definitiv klären, sehen jedoch deutliche Hinweise, dass eine regelhafte Nutzung digitaler Medien nur bei Ein-

bindung dieser in die Lehrkonzepte stattfindet. Die Autoren schließen hieraus, dass die Digitalisierung in der Lehre in erster Linie durch die Dozenten getragen werden muss [10].

Diese Beobachtungen decken sich mit den Ergebnissen einer eigenen Befragung von 212 Studierenden aus 2 Semestern der Ruhr-Universität Bochum, welche das HNO-Praktikum in den Jahren 2014–2016 absolvierten [11]. Hier gaben 81 % der Befragten an, von Dozenten ausgegebene Lehrmaterialien zum Lernen für das Fach HNO-Heilkunde zu nutzen. 57 % aller Befragten gaben sogar an, diese Quelle als Einzige zum Lernen für das Fach HNO-Heilkunde zu nutzen. Diese Daten deuten darauf hin, dass für Fächer wie HNO-Heilkunde die Verantwortung der Dozenten für den Lernerfolg u.U. höher zu bewerten ist, als dies in den sog. größeren Fächern wie Innere Medizin oder Chirurgie der Fall sein mag. Anhand dieser Hypothese ergeben sich für unser Fachgebiet möglicherweise besondere Chancen und Möglichkeiten in der Anwendung der digitalen Lehre. In der oben zitierten Studie gaben etwa 90 % der Studierenden an, den Ausbau von digitalen Lehraktivitäten zu befürworten.

Die Verbreitung digitaler Lehrangebote an deutschen Universitäts-HNO-Kliniken ist aktuell noch als gering einzuschätzen, wie von Saß und Kollegen in einer auf das Jahr 2015 bezogenen Analyse 2017 publizierten [12]. Während der Download von Skripten oder Vorlesungsfolien bzw. ergänzendem Material bei der Mehrzahl der deutschen HNO-Universitätskliniken verfügbar war (86 bzw. 62 %), gingen nur wenige Angebote über diese Basis hinaus. Die von Persike und Friedrich geforderte Einbindung digitaler Medien in die Lehrkonzepte scheint in deutschen HNO-Universitätskliniken bisher wenig verbreitet zu sein.

3. Aufbau eines digitalen Lehr-Curriculums

In der generellen Organisation digitaler Lehrangebote werden abhängig vom Digitalisierungsgrad verschiedene Ebenen unterschieden [8]. Diese beginnen bei einer klassischen Lehre ohne Digitalisierung und entwickeln sich über digitale Serviceangebote und partiell digitalisierte Lehre bis hin zum volldigitalen Studium. Eine Übersicht hierzu gibt ► **Abb. 1**. Die Wahl des Konzeptes bzw. der Organisation digitaler Lehre schränkt sich hinsichtlich der medizinischen Lehre bei genauerer Betrachtung merklich ein. Im Zeitalter einer digitalisierten Gesellschaft steht eine Organisation ohne jegliche Digitalisierung heute eigentlich nicht mehr zur Disposition, da die grundlegende digitale Infrastruktur (Endgeräte, Netzwerk / Internet) nahezu überall verfügbar ist. Insbesondere zur Optimierung von Verwaltungsleistungen sind digitale Serviceangebote als einfachster Digitalisierungsgrad rund um das Studium und die ärztliche Weiterbildung heute regelhaft vorhanden. Diese umfassen nicht nur die übliche Kommunikation per E-Mail, sondern z. B. auch die Bereitstellung von z. B. Lernmanagement-Systemen und anderen zentralen IT-Services (Mailserver, Kurs- und Klausuranmeldung, digitale Bibliotheken usw.), welche den Dozenten in der Digitalisierung des Lehrangebotes maßgeblich unterstützen können.

Die teildigitalisierte Lehre lässt sich in 2 wesentliche Unterpunkte subtypisieren: [8]

1. Die einfachste Nutzung digitalisierter Lehre ist die punktuelle Anreicherung von klassischen Lehrmethoden: digitale Angebote werden nicht in das Lehrkonzept integriert, sondern für ausgewählte Lehrzwecke ergänzend zur Verfügung gestellt. In die-



► **Abb. 1** Organisationsformen digitaler Hochschullehre [8].

se Kategorie lassen sich z. B. die Bereitstellung von Vorlesungsfolien oder anderen ergänzenden Materialien zum Download einordnen. Die klassische Rollenverteilung des Lehrenden und Lernenden besteht hierbei unverändert fort.

- Das Konzept des „Blended Learning“ oder „hybrides Lernen“ erweitert den Digitalisierungsgrad, indem es den digitalisierten Inhalt strukturell in das Curriculum integriert und bisher konventionelle durch digitale Angebote ersetzt werden. Der digitale Inhalt bildet so als integraler Baustein zusammen mit Elementen der klassischen Hochschullehre ein gesamtes Curriculum. Durch die Ausgliederung relevanter Themen in den digitalen Bereich verändert sich sekundär auch die Präsenzlehre, da die digital bearbeiteten Themen vorausgesetzt werden können. Die jeweiligen Anteile beider Bausteine können dabei in variablen Anteilen vertreten sein und an den Lehrzweck angepasst werden [13]. Die klassische Rollenverteilung zwischen Dozent und Studierenden wird teilweise aufgelöst und die Lehre stärker auf den Lernenden zentriert. Die Transformation eines klassischen Lehrcurriculums in ein „Blended Learning“-Konzept erfordert in der Regel eine komplette Neuorganisation der Lehrveranstaltung.

In der deutsche Hochschulmedizin beschränkt sich digitale Lehre derzeit überwiegend auf digitale Serviceangebote oder punktuelle Anreicherungskonzepte [14]. Die Option eines volldigitalen Studiums steht aufgrund des hohen Praxisanteils für das Studium der Medizin zwar nicht zur Verfügung, kann aber z. B. im Rahmen von Fort- und Weiterbildungskonzepten (z. B. als Webinar) von Interesse sein [8].

Wie genau ein digital gestütztes medizinisches Curriculum auszusehen hat, kann aufgrund der Breite des Studiums allenfalls fachbezogen beantwortet werden, da sich für die einzelnen Fächer besondere Erfordernisse und Aspekte ergeben. Einige Autoren sehen in dieser tendenziell zunehmenden Komplexität der Medizin besondere Chancen in der digitalisierten Lehre [14, 15]. So fordern Prober und Khan aufgrund der zunehmenden Komplexität des gesamten Fachgebietes die Chancen der Digitalisierung zu nutzen, um die fehlende Flexibilität medizinischer Lehre aufzubrechen [15]. Die Autoren sehen insbesondere das Prinzip des Flipped Classroom für die

Medizin als sehr geeignet an. So soll den Studierenden ein Rahmencurriculum vorgegeben werden, welches als (digital erlernte) theoretische Grundlage für weiterführende Veranstaltungen zur Vertiefung dient. Ausgehend hiervon sollen den Lernenden Optionen zu tieferen Einblicken in Themengebiete nach Bedarf und Interesse ermöglicht werden.

4. Innovationen

In der Betrachtung von zukunftsweisenden Strategien in der Hochschullehre mag schon die Verwendung neuer, digitaler Technologien als wesentliche Innovation erscheinen. Die eigentliche Attraktivität digitaler Lehrstrategien beruht jedoch auf den vielfältigen Möglichkeiten der Anwendung innovativer Curricula und neuer didaktischer Konzepte. Im Folgenden sollen daher ausgewählte Innovationen vorgestellt und näher beleuchtet werden. In der Entwicklung einer digitalen Lehrstrategie ist die gleichzeitige Nutzung verschiedener Formate üblich. Die unerlässliche Evaluation solcher Modelle ist jedoch komplex und die Wirkung auf den Lernenden nur schwierig zu quantifizieren. Die Erprobung und Evaluierung derartiger komplexer digitaler Lehrinnovationen für konkrete Szenarien gehört somit zu den wichtigen wissenschaftlichen Herausforderungen digitaler Lehrkonzepte [16].

4.1 Flipped Classroom

Eines der derzeit wichtigsten lerntheoretischen Prinzipien der digitalen Lehre ist der sog. Flipped Classroom [17]. Hierbei wird das Lehrkonzept auf den Lernenden aktiv zentriert und die Digitalisierung ist ein grundlegender Baustein des Konzeptes. Unter unterschiedlichen Definitionen wird der Flipped Classroom auch reverse, inverse oder backwards classroom genannt. Strukturell wird der klassische Ansatz, zunächst in einer Präsenzveranstaltung oder Vorlesung Wissen zu erwerben, um in der Folge daraus Hausaufgaben oder Transferaufgaben zu erledigen, umgedreht:

Der Dozent stellt die theoretischen Grundlagen der zu behandelnden Thematik in Form einer digitalen Vorbereitung, z. B. als online abrufbares Video, zur Verfügung. Mit dieser bereitet sich der Lernende vorab im eigenen Lerntempo auf die inverse Präsenzveranstaltung vor. Die hierzu benutzten Inhalte können prinzipiell in jedem möglichen Format dargeboten werden. Zur Präsenzveranstaltung bringt somit jeder Teilnehmer ein vorab akquiriertes Basiswissen mit, so dass in der Veranstaltung selbst der Fokus auf problemorientiertes Lernen, sowie Anwendung und Erweiterung des Basiswissens gelegt werden kann; die „Hausaufgaben“ werden im Plenum zusammen durchgeführt [15, 18]. Eine Übersicht über die Struktur eines Flipped Classrooms ist in ► **Abb. 2** dargestellt.

In verschiedenen Studien ist für den Flipped Classroom ein positiver Effekt auf die Lehr- und Lerneffektivität und –aktivität beschrieben worden [19]. Zahlreiche medizinische Applikationen und Analysen dieses Lehrprinzips finden sich mittlerweile in verschiedensten Themengebieten präklinischer [18, 20, 21] und klinischer Medizin [22–27] sowie in der ärztlichen Weiterbildung [28]. Zur Implementation eines Flipped Classrooms ist eine komplette Neustrukturierung des Curriculums sinnvoll [15]. Die Herstellung von digitalem Material zur theoretischen Vorbereitung kann außerdem zeitintensiv sein. Dennoch bietet der Flipped Classroom durch die breite Gestaltungsmöglichkeit, die freie Wahl des Lerntempos und die Mög-

lichkeit der Durchführung einer Präsenzveranstaltung auf höherem fachlichen Niveau besondere Chancen, die Lehrattraktivität für die Studierenden zu erhöhen [15, 29]. Auch die Lehre in der HNO-Heilkunde könnte durch den hohen Anteil visueller Elemente von diesem Lehrkonzept profitieren. Der sinnvolle Anteil von Veranstaltungen nach dem Flipped Classroom Prinzip an allen Lehrveranstaltungen ist weiterhin Diskussionsgegenstand.

In einer eigenen Studie an der HNO-Universitätsklinik Bochum zur Umsetzung eines Flipped Classrooms für das Praktikum der HNO-Heilkunde konnten wir die von vielen Autoren vertretene Hypothese der besonderen Eignung des Flipped Classrooms für die Medizin bestätigen [11]. Im Rahmen der internen Umstrukturierung des Praktikums wurden hierbei die Einführung in grundlegende HNO-Untersuchungsstrategien, die Auffrischung anatomischer und physiologischer Grundlagen, sowie die richtige Anwendung des Instrumentariums in einen auf der OpenSource Plattform Moodle der Ruhr-Universität Bochum basierenden Online Kurs zusammengefasst. Die Studierenden wurden angewiesen diese aufbereiteten Grundlagen vor Antritt des Praktikums durchzuarbeiten und die Inhalte wurden durch den Dozenten vorausgesetzt. Hierbei zeigte sich u. a., dass intensive Nutzer der Online-Inhalte sich signifikant besser auf das Praktikum vorbereitet fühlten. Auch insgesamt wurde das neu eingeführte Lehrkonzept durch Studierende und Dozenten positiv wahrgenommen.

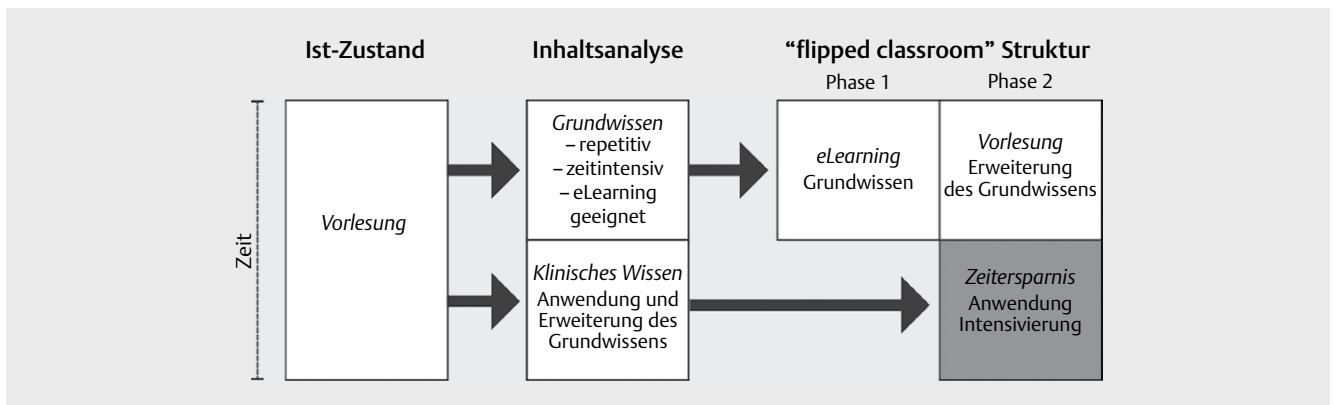
4.2 Gamification

Der englische Begriff Gamification wird im Deutschen als Fachterminus für einen relativ jungen Ansatz der digitalen Lehrmethodik verwendet. Als englischer Kunstbegriff für die Übertragung eines ei-

gentlich nicht spielerischen in einen spielerischen Kontext beschreibt er im Zusammenhang mit digitaler Lehre die Benutzung spielerischer Elemente zum Erreichen von bestehenden Lernzielen. Bei diesen Elementen kann es sich z. B. um Punktesysteme, Wettbewerbe und Auszeichnungen oder Belohnungen handeln [30, 31]. Gamification beinhaltet dabei zwar ggf. auch die gleichzeitige Nutzung mehrerer spielerischer Elemente, wird aber von echten Spielen abgegrenzt. In der medizinischen Lehre sind bereits einige Beispiele publiziert, wie Gamification genutzt werden kann. Eine Übersicht ausgewählter publizierter Arbeiten zu verschiedenen Gamification-Elementen findet sich in der ► **Tab. 1**.

Im Allgemeinen wird der Methode ein hohes Potenzial zur Lehrverbesserung durch die Aktivierung der intrinsischen Motivation des Lernenden auf Basis der Selbstbestimmungstheorie zugeschrieben [30, 32]. Dieses Potenzial kann durch die Publikationen über das kompetitive Multiplayer Spiel „FoldIt“ illustriert werden, im Rahmen dessen die Spieler bei der Lösung einer komplexen Proteinfaltung des HI-Virus wesentlich beitrugen [33, 34]. Für die Implementation eines digitalen Gamification-Ansatzes reichen, abhängig vom Design, schon geringe technische Voraussetzungen aus, da z. B. auch die Nutzung sozialer Netzwerke wie Twitter einen gängigen Ansatz darstellt [35].

Für die breite Anwendung unterschiedlichster spielerischer Elemente ergibt sich jedoch neben den beschriebenen Vorteilen insbesondere die wissenschaftlich wenig bearbeitete Frage, unter welchen speziellen Bedingungen Gamification ein erfolgreiches Lehrkonzept sein kann [32]. Es ist daher anzunehmen, dass unter diesen Grundvoraussetzungen das Risiko für einen didaktischen Irrweg relativ hoch ist [32].



► **Abb. 2** Grundprinzip des Flipped Classroom am Beispiel einer Vorlesungsveranstaltung.

► **Tab. 1** Publierte Beispiele zur Umsetzung eines Gamification Ansatzes in der medizinischen Lehre.

Publikation	Ansatz	Gamification-Element	Fachrichtung
Lamb et al. [35]	Tägliche medizinische Fragen bei Twitter zur Stärkung des kompetitiven Charakters	Belohnung (Badge)	Chirurgie
Nevin et al. [81]	Beantwortung von Fragen mit Online Rangliste	Rangliste Punktesystem	Innere Medizin
Chen et al. [82]	Beantwortung von Fragen zum Röntgen des Thorax innerhalb von 15 s	Zeitbeschränkung	Radiologie
Chang et al. [83]	Festgelegte, eingeschränkte Rollenverteilung in einer Notfallumgebung	Beschränkung von Ressourcen	Pädiatrie

4.3 Digitale Spiele / Game-based learning

Game-based Learning beschreibt die Erweiterung des Gamification-Ansatzes zu einem echten digitalen Lernspiel, welches inhaltlich und strukturell den pädagogischen und didaktischen Anforderungen des Bildungszweckes untergeordnet wird; der Zweck des Spiels ist also das zu erreichende Lernziel [36]. Vom Quiz bis hin zur virtuellen Realität oder komplexen Planspielen sind dabei viele unterschiedliche Formate denkbar. Gorbanev und Kollegen haben digitale Spiele in der medizinischen Lehre 2018 innerhalb eines nach Cochrane-Richtlinien durchgeführten Reviews ausführlich analysiert [37].

Hierbei kommen sie zu dem Ergebnis, dass die überwiegend positiv berichtenden Publikationen medizinischer Spiele nur einen mäßigen Evidenzgrad aufweisen und aufgrund deren Vereinzelung im Nutzen für die Lehre schwierig beurteilt werden können. Die Anwendungen bleiben überwiegend auf Quizzes und Simulationen beschränkt, für komplexere Spiele scheint es in der medizinischen Lehre keinen großen Bedarf zu geben [37]. Weitere Kritik an diesem Format besagt, dass die grundsätzliche Elemente der Spieltheorie – Freiwilligkeit und Abwesenheit eines Zweckes – im Kontext des Game-based Learning außer Kraft gesetzt sind [36].

4.4 Vorlesungs- und Veranstaltungsaufzeichnungen

Die Aufzeichnung und anschließende Bereitstellung von Vorlesungen ist eine seit vielen Jahren verfügbare Technik. Mittlerweile stehen automatische Aufzeichnungssysteme in vielen Universitäten und Hörsälen zur Verfügung, welche den technischen Aufwand und die laufenden Kosten minimieren. Eine anschließende technische Überarbeitung ist im Regelfall dennoch notwendig, damit das Video des Dozenten, Vortragsfolien und Ton zusammengefügt werden können.

In Deutschland existieren keine verlässlichen Daten dazu, wie verbreitet Vorlesungsaufzeichnungen tatsächlich durchgeführt werden. Auch im englischsprachigen Raum ist die Sinnhaftigkeit der Methode seit Jahren in der Diskussion. Die Studienlage ist heterogen; während einige Studien aufzeigen, dass Vorlesungsaufzeichnungen von Studierenden eher wenig genutzt werden und die echte Vorlesung bevorzugt wird [38, 39], zeigen andere Studien eine hohe Nachfrage und Nutzung auf [40–41].

Die zentrale Frage und Sorge von Dozenten, wie eine Vorlesungsaufzeichnung mit dem Besuch der echten Veranstaltung konkurriert und interagiert scheint von vielen Faktoren abhängig zu sein und kann anhand der aktuellen Datenlage nicht sicher beurteilt werden. Das gängige Argument, dass der Besuch der Präsenzveranstaltung durch eine jederzeit verfügbare Aufzeichnung in geringeren Besuchszahlen resultiert, scheint nicht zutreffend zu sein. Vielmehr scheinen Studierende eine Vorlesungsaufzeichnung mehr als Ergänzung statt als Ersatz für die eigentliche Vorlesungsveranstaltung zu sehen [42]. In einer eigenen Untersuchung der Vorlesungsaufzeichnung an der HNO-Universitätsklinik der Ruhr-Universität Bochum konnte diese These gestützt und ebenso kein messbarer Effekt auf die Besuchszahlen der Vorlesung verzeichnet werden. Während die Teilnehmerzahlen der Vorlesung und die Nutzerzahlen der Online-Aufzeichnung etwa gleichwertig waren, fand sich unter den intensiven Nutzern der Vorlesungsaufzeichnung eine gleichmäßige Verteilung von Studierenden, welche die Vorlesung oft, mäßig oder selten besuchten [43]. Weitere Ursachen für die Ablehnung durch Dozenten begründen sich auf Bedenken bezüglich der Technik, dem Schutz geistigen Eigen-

tums und Unkenntnis zentraler Unterstützungsmöglichkeiten. Die Mehrheit der Dozenten berichtet jedoch nach Einführung einer Aufzeichnung über positive Erfahrungen [42].

Vorteile auf Seite der Studierenden sind eine flexible Bearbeitung und Nachbearbeitung des Vorlesungsmaterials im eigenen Lerntempo. In variablen Anteilen scheint es zudem unterschiedliche Nutzergruppen zu geben, die das Angebot einer Vorlesungsaufzeichnung in unterschiedlichem Ausmaß als Ergänzung oder Ersatz sehen [41]. Insbesondere bei Krankheit, Fremdsprachigkeit, Stundenplankonflikten oder zur Prüfungsvorbereitung kann die Möglichkeit der Nachbearbeitung entsprechend hilfreich sein. Eine aufgezeichnete Vorlesung als Ersatzformat zur eigentlichen Vorlesung wird aufgrund des fehlenden Innovationscharakters kritisch gesehen [36].

4.5 Mobiles Lernen

Mobiles Lernen definiert sich nicht nur über die Benutzung von z. B. Smartphones zum Abrufen von Lerninhalten, sondern umfasst vielmehr sämtliche Lernszenarien, welche orts- und zeitunabhängig durch mobile Endgeräte ermöglicht werden [36]. Vor dem Hintergrund der hohen Verbreitung von Smartphones ist davon auszugehen, dass von einem konkreten Lernkontext unabhängiges Lernen damit z. B. während Wartezeiten, im Nahverkehr etc. ohnehin stattfindet. So zeigte z. B. eine amerikanische Studie, dass mehr als 90 % der untersuchten Population von Medizinstudierenden das Smartphone zum fachbezogenen Lernen, Kommunizieren und Nachschlagen innerhalb ihres Studiums benutzen und auch die strukturierte Nutzung des Mediums innerhalb der Kurse befürworten [44]. Da nicht nur unter Studierenden, sondern auch den Dozenten und Patienten von einer hohen Verbreitung mobiler Geräte auszugehen ist, drängt sich die Frage auf, wie diese vorhandene Infrastruktur für Lehrzwecke genutzt werden kann.

Neben dem freien, kontextunabhängigen Lehrszenario kann mobiles Lernen im Hörsaal stattfinden (z. B. Live-Umfragen) oder eine Lehrsituation an bestimmten lehrrlevanten Orten (z. B. Krankenbett) unterstützen [36]. Masters und Kollegen fassen die Anwendung mobilen Lernens in 4 interagierende Bereiche zusammen [45]:

1. Durch die tägliche Nutzung von mobilen Endgeräten werden gleiche Technologien für das Lernen, Lehren und die Praxis benutzt und andersherum neue Technologien aus diesen Bereichen in das tägliche Leben importiert.
2. Im Bereich mobiler Lehre wird die Expertise mit Mobiltechnologien durch Bereitstellung von mobilen Lehrangeboten an die Lernenden geteilt und Praxisanwendungen entwickelt.
3. Aus der Praxis generieren sich Beispiele und Anwendungen für die mobil gestützte Lehre, die Fort- und Weiterbildung wird zudem mit mobiler Technologie ermöglicht.
4. Zuletzt lernt der Lernende, mobile Anwendungen für die Praxis zu nutzen und teilt Ideen und Perspektiven mit dem Lehrenden.

Eine Übersicht über das Konzept von Masters et al. zeigt ► **Abb. 3**.

In konkreten Lehr-Lern-Situationen kann das Prinzip der Nutzung des eigenen Gerätes (BYOD, „Bring your own device“) technische Probleme schaffen, da üblicherweise unterschiedliche Betriebssysteme und Leistungsfähigkeiten der Geräte vorhanden sind und der Lernende für die Aktualität und Funktionalität selbst verantwortlich ist [36, 44]. In manchen Szenarien kann entsprechend die Nutzung von für diesen Zweck zentral ausgegebener Hardware wie z. B. Tab-

lets sinnvoll sein und Vorteile bei der Datensicherheit bieten [46]. Die meisten Studien zum mobilen Lernen befassen sich mit für den Studienzweck entwickelten Apps, z. B. zur Auswertung einer Praxis-einheit oder zum kollaborativen Lernen [47–48].

4.6 Soziale Medien

Ebenso wie dies für mobile Endgeräte gilt, ist die Nutzung sozialer Medien wie Facebook, Twitter, Instagram, YouTube, WhatsApp, usw. im täglichen Leben vieler Menschen heutzutage verankert. Durch die von den Anbietern gestellte Infrastruktur und in der Regel einfache Anwendung können soziale Medien auf vielfältige Weise für die digitale Lehre genutzt werden. Was hierbei tatsächlich nützlich ist und was nicht, ist bei der Vielzahl an Möglichkeiten und Formaten unklar. Durch die Nutzung einer vorhandenen Infrastruktur kann im Rahmen der Anwendung sozialer Medien für Lehrzwecke leicht ein großes Publikum erreicht werden [49, 50]. Die sofortige Feedbackmöglichkeit bei den meisten sozialen Medien verursacht im besten Fall einen schnellen Diskurs des zur Verfügung gestellten Lehrinhaltes [51].

In der Literatur finden sich zahlreiche Anwendungen sozialer Medien für medizinische Lehre auf akademischer und fachärztlicher Bildungsebene. Dieser scheinbare Vorteil kann sich leicht in einen Nachteil wenden. So kann z. B. ein Überangebot an Information die Bewertung der Nützlichkeit des Einzelnen deutlich erschweren [52]. Die einfachen Möglichkeiten für jeden Nutzer, eine Information zur Verfügung zu stellen kann zudem auch zu schlecht recherchierten oder auch falschen Informationen führen [53]. Die Entwicklung von Qualitätskriterien für Fachinhalte stellt daher eine besondere Herausforderung dar [54].

4.7 Kollaboratives Lernen

Digitales kollaboratives Lernen bezeichnet im Wesentlichen die digitale Durchführung des klassischen Lehr- und Lernformats der Partner- oder Gruppenarbeit zur Lösung eines Problems. Die Transformation dieser bekannten Lernumgebung in eine digitale Umgebung macht das Konstrukt zeitlich und örtlich unabhängig und schafft damit einen limitierenden Faktor ebendieser ab. Als klassische Beispiele können hierbei Wikis und Foren genannt werden.

Kollaboratives Lernen kann die Motivation für längere Online-Kur-

se im Vergleich zur Einzelarbeit steigern. Die zugrundeliegenden Mechanismen sind vermutlich durch sozialen Druck und schnelles Feedback anderer Teilnehmer getriggert [55]. Probleme beim kollaborativen Lernen ergeben sich durch die komplexen sozialen Interaktionen, wie z. B. die Nichtteilnahme oder Dominanz einzelner Personen. Ein moderierendes Eingreifen des Lehrenden kann deshalb sinnvoll sein [56].

4.8 Digitalisierte Realität

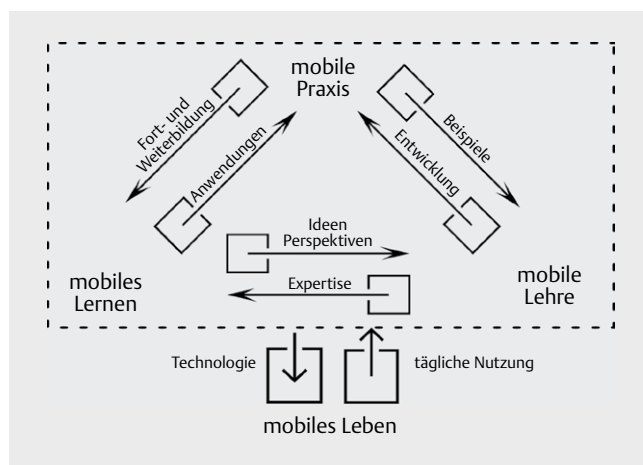
Der Oberbegriff der digitalisierten Realität oder Wirklichkeit umfasst die Themen der erweiterten Realität (Augmented Reality, AR), virtuellen Realität (Virtual Reality, VR) und Simulationen [36].

Bei der AR handelt es sich um die Darstellung der Umgebung mit visueller Darstellung von ergänzenden Informationen. Die AR ist entsprechend die technisch am einfachsten umzusetzende Variante der digitalisierten Realität mit vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten in der Lehre. Gegenstand der Forschung derzeit ist jedoch mehr die technische Umsetzung als der didaktische Mehrwert, weswegen letzterer noch unklar ist [36]. Betrachtet man allerdings die zunehmenden Entwicklungen von AR-Anwendungen für die medizinische Praxis, z. B. im Rahmen von roboterassistierten Operationen [57], können bereits einige Rückschlüsse gezogen werden, wie diese Technik auch in der prä- und postgraduierten Lehre zur Anwendung kommen könnte. Sinnvolle Anwendungen könnten sich bspw. in der chirurgischen Ausbildung durch Erläuterung/Live-Feedback bei Operationen oder in der anatomischen Ausbildung ergeben [58–60].

Das Konzept der virtuellen Realität (virtual reality, VR) ist eng mit der AR verwandt. Die Lernsituation wird komplett in einen interaktiven, simulierten Raum verlegt, der die Wirklichkeit nachbilden soll. Anwendungen der VR scheinen im medizinischen Bereich ein besonderes Potenzial zu haben. So können z. B. Notfallsituationen in virtuellen Realitäten geübt werden oder operative Techniken trainiert werden. Verschiedene Autoren sehen AR und VR gar als digitale Schlüsseltechnologien für den medizinischen Bereich [61]. Im Gegensatz zur AR oder VR sind Simulationen schon länger ein Bestandteil medizinischer Lehre. Diese sind definiert als eine Nachbildung einer realen Umgebung, die dann zur Anwendung kommt, wenn eine reale Durchführung aus unterschiedlichen Gründen nicht möglich ist [36]. Auch für die HNO-Heilkunde existieren zahlreiche Praxisbeispiele für die Ohr-, Nasennebenhöhlen- oder Larynxchirurgie [62]. Trotz nachgewiesenen Vorteilen in Studien z. B. zur Ausbildung in der Nasennebenhöhlenchirurgie [63] oder zum Umgang mit HNO-Notfällen [64], bleibt der Evidenzgrad in den meisten Studien gering [62]. Das Hauptargument für Simulationen ist also die Möglichkeit des Trainings einer realitätsnahen Situation, die in der Realität so nicht erfolgen kann.

4.9 Auswahlkriterien von Innovationen für Lehrprojekte in der HNO-Heilkunde

Anhand der Heterogenität der oben genannten Auswahl von Innovationen können die zahlreichen Design-Optionen eines digitalen Lehrprojektes illustriert werden. Für die speziellen Fachcharakteristiken der HNO-Heilkunde soll im Folgenden der Versuch unternommen werden, eine weitere Differenzierung zu schaffen. Aufgrund der überwiegend schlechten Evidenzlage können in den meisten Fällen keine wissenschaftlichen Daten zu Grunde gelegt werden. Wichtige Faktoren bei der Auswahl von Innovationen für einen Lehrzweck sind



► **Abb. 3** Modell der Interaktion zwischen mobiler Lehre, Lernen und Praxis, adaptiert nach [45].

► **Tab. 2** Vorschlag zur Auswahlhilfe digitaler Innovationen für ein Lehrkonzept.

Innovation	Technik	Aufwand	Kosten	Prägraduierte Lehre		Postgraduierte Lehre	
				Praxis	Theorie	Praxis	Theorie
Flipped classroom	+	++	++	++	+++	++	+++
Gamification	+ / ++	+ / ++	+ / ++	++	++	+	++
Digitale Spiele	+++	+++	++ / +++	+	+	+	+
Veranstaltungs-aufzeichnungen	++	+	++	+	++	+	++
Mobiles Lernen	++	+	+	++	++	++	++
Soziale Medien	+	+	+	+	++	+	++
Kollaboratives Lernen	+	+	+	++	++	+	++
Augmented Reality	+++	++	++	+++	+	+++	+
Virtual Reality	+++	+++	+++	+++	+	+++	+

(+) gering/wenig geeignet; (++) mittel/vermutlich geeignet; (+++) hoch/vielversprechend.

die zur Erstellung erforderliche technische Kompetenz, die Komplexität / der Aufwand, Kostenfaktoren, die Zielgruppe und besonders die Eignung für den Lehrzweck. Einen Vorschlag zur Korrelation dieser Parameter ist in ► **Tab. 2** dargestellt.

Die relevanten Lehrzwecke in der HNO-Heilkunde in Deutschland umfassen die praktische und theoretische Ausbildung von Studierenden der Medizin (prägraduierte Lehre) sowie die ebenso praktische und theoretische Fort- und Weiterbildung von Ärzten (postgraduierte Lehre). Innerhalb dieser Lehrzwecke unterscheiden sich die prä- und postgraduierte Lehre wesentlich. Erstere ist eher theoriebetont und beinhaltet in der Regel ein zeitlich kurzes Praktikum und eine längere Fortbildungsveranstaltung. Die Medizinstudierenden als Adressaten sollen in grundlegenden Themen der HNO-Heilkunde einen Wissensfortschritt erfahren, der sie für die folgende Prüfung und das Staatsexamen qualifiziert. Die praktische Ausbildung ist hierbei limitiert. Im Rahmen der postgraduierten Lehre kehrt sich dieses Verhältnis um; der Fort- oder Weiterzubildende bringt bereits Basiswissen mit und wird überwiegend praktische Inhalte gelehrt (z. B. durch Operationskurse).

Aufgrund der eher einfachen Technik bei mittlerem Aufwand und Kosten scheint der Flipped Classroom sich für die meisten Lehrzwecke zu eignen. Insbesondere für die prägraduierte Lehre finden sich in der Literatur diverse Anwendungsbeispiele und Fürsprecher [15, 29]. In einer eigenen Studie konnten wir die sinnvolle Anwendung des Flipped Classrooms auch für den praktischen Anteil der prägraduierten Lehre zeigen [11]. Auch in der postgraduierten Lehre finden sich zunehmend Studien, die die Anwendbarkeit des Flipped Classrooms propagieren [65–67].

Wie oben bereits beschrieben, sind für die Lehre nach einem Gamification-Ansatz nur geringe technische Voraussetzungen erforderlich, da hier häufig die Nutzung der Grundstruktur sozialer Medien möglich ist [35, 68]. Die Überschneidung mit dem Themenfeld sozialer Medien und dem kollaborativen Lernen ist entsprechend hoch, regelhaft werden diese Strategien gemeinsam verwendet [68, 69]. Der didaktische Mehrwert ist daher als komplex einzuschätzen [32]. Ausgewählte publizierte Beispiele zur Gamification sind be-

reits in ► **Tab. 1** dargestellt. Einen interessanten Ansatz zeigten Kollegen der Allgemeinmedizin der Charité in Berlin auf, welche durch die Fallbesprechung in virtuellen Gruppen, kombiniert mit einem Gamification-Konzept, der geringen Interaktion zwischen den Kollegen verschiedener Praxen entgegenzuwirken versuchten [69].

Auch auf die Bewertung digitaler Spiele / des „game-based learning“ wurde oben bereits eingegangen und auf das 2018 erschene, nach Cochrane-Richtlinien zum Thema durchgeführte Review verwiesen [37]. Die Autoren sehen aufgrund der zu erwartenden Entwicklungskosten und den fraglichen Nutzen digitale Spiele derzeit nicht als relevant für die digitale Lehre in der HNO-Heilkunde an, unabhängig vom beabsichtigten Lehrzweck.

Die Aufzeichnung von Vorlesungen oder anderer Veranstaltungen ist vermutlich unter dem Grundgedanken der flexiblen Bearbeitung und Nachbearbeitung von Theorie unabhängig vom Lehrzweck für Veranstaltungen mit praktischem Schwerpunkt als wenig relevant anzunehmen. Die Autoren unterstreichen bei auch hier geringer Evidenz in der Literatur die positiven Erfahrungen aus der eigenen Vorlesungsaufzeichnung an der Ruhr-Universität Bochum [43]. Aufgrund des Zurückgreifens auf zentrale Infrastrukturen der Universitäten können zudem Kosten und Aufwand oft im Rahmen gehalten werden. Durch die Auslagerung von Teilen der technischen Voraussetzungen in die Verantwortlichkeit des Nutzers können die finanziellen und technischen Charakteristika mobilen Lernens ähnlich formuliert werden [36, 44]. Die Eignung mobiler Lehrstrategien für sowohl praktische als auch theoretische Anwendungen wurde im Abschnitt 4.5 bereits mit Referenzen belegt.

Die digitalisierte Realität ist unter den beschriebenen Innovationen vermutlich eine der aufwand- und kostenintensivsten, da diese nicht ohne komplexere technische Grundlagen funktionieren kann. Aufgrund dieser Einschränkungen sehen wir, deckungsgleich mit der vorhandenen Literatur, sinnvolle Anwendungen derzeit nur versuchsweise in der postgraduierten Lehre und der Facharztweiterbildung. Die Nutzung von AR- und VR-Anwendungen könnte in unserem Fachgebiet bspw. für chirurgische Trainingszwecke und telemedizinische Fortbildungen, wie Live-Übertragungen, hilfreich sein. Einer flächen-

deckenden Anwendung widerspricht jedoch momentan noch die eher evidenzschwache Literatur [62]. Das Potenzial der Technologien ist aber als hoch einzuschätzen, wie bereits in einigen Studien zur operativen Ausbildung in der HNO-Heilkunde gezeigt wurde [61, 63].

5. Finanzierung der digitalen Lehre

Bei der Einführung digitaler Lehrformate ist von zusätzlichem Kosten- und Personalaufwand auszugehen. Entsprechend ist eine nachhaltige Finanz- und Personalplanung in der Einrichtung und der laufenden Betreuung digitaler Lehrkonzepte essenziell [70]. Auf der Ebene der Kostenstruktur muss zwischen 2 Kostenebenen unterschieden werden, in welchen sich unterschiedliche Voraussetzungen und Ziele der Finanzierung ergeben. Die zentrale Ebene bezeichnet hierbei die allgemeine Finanzierung digitaler Infrastruktur hochschulübergreifend oder hochschulintern und bildet eine Grundvoraussetzung für die Schaffung dezentraler, fachspezifischer Lehrangebote. In der derzeitigen Situation an deutschen Hochschulen ergeben sich auf beiden Finanzierungsebenen strukturelle Probleme [70]:

Aufgrund der hohen Kosten der Schaffung digitaler Infrastruktur erfolgt die Finanzierung ebendieser derzeit meist auf der Grundlage von Projektfinanzierungen, welche jedoch keinen nachhaltigen Ansatz, insbesondere bezogen auf die laufenden Kosten darstellen können. Da die Schaffung dezentraler Lehrangebote neben dem Vorhandensein digitaler Infrastruktur fachspezifische Kenntnisse in der Erstellung erforderlich machen, ergeben sich auf dieser zweiten Ebene in erster Linie Erfordernisse zur Erhöhung und Finanzierung zusätzlichen Lehrpersonals. Da der letzte Punkt die medizinische Lehre und damit die HNO-Heilkunde insbesondere betrifft, ist zur Finanzierung digitaler Lehrprojekte auch das Einwerben von Fördergeldern anzustreben bzw. unerlässlich. Neben diversen hochschulinternen Förderungsmöglichkeiten stehen hier auch verschiedene, meist projektgebundene Drittmittelquellen zur Verfügung. Ein wesentlicher Akteur in diesem Feld ist der Stifterverband der deutschen Wissenschaft, der z. B. Fellowships für die Förderung digitaler Hochschullehre vergibt oder Strategieförderprogramme auf diesem Gebiet anbietet. Auch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert Forschungsprojekte auf dem Gebiet der digitalen Lehre z. B. im Rahmen der „Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft“.

Neben der Akquise von Fördergeldern könnte möglicherweise die Bildung von Kooperationen oder Konsortien zur Problemlösung beitragen, insbesondere die technische Ebene betreffend [70]. Hier zeigt sich ein Ansatz auf, der insbesondere für die HNO-Heilkunde auch inhaltlich von großer Relevanz sein könnte.

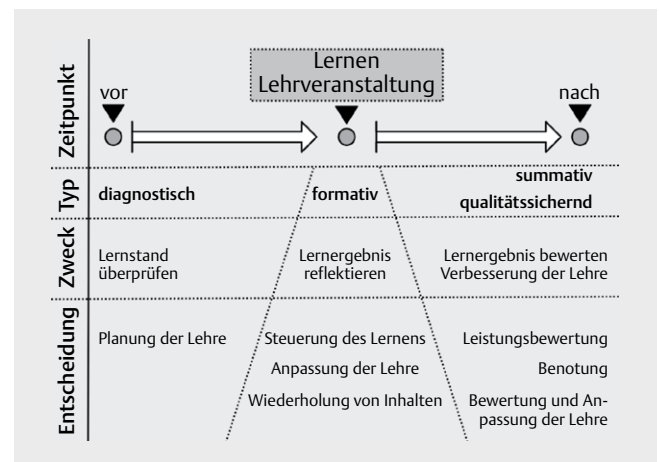
6. Digitales Prüfen

Digitale Prüfungen, auch e-Assessments genannt, können didaktisch nach dem Zeitpunkt der Prüfung subkategorisiert werden. Schmees und Krüger [71] unterscheiden die Typen beratend (vor dem Studium), diagnostisch (vor dem Lernen), formativ (während des Lernens), summativ (nach dem Lernen) und qualitätssichernd (nach der Lehrveranstaltung). Eine Übersicht über die in der medizinischen Lehre relevanten Typen gibt ► **Abb. 4**. Breite Anwendung im medizinischen Bereich findet erfahrungsgemäß v. a. der qualitätssichernde Typ zur Evaluation von Lehr- und Fortbildungsveranstaltungen, um selbige

stetig zu bewerten und anzupassen. Zudem entspricht das summative Prüfungsformat im Wesentlichen der klassischen Wissensüberprüfung in der Medizin z. B. im Rahmen einer (e-)Klausur [72]. Zur Verbreitung elektronischer Prüfungsformate in medizinischen Fachbereichen in Deutschland existieren keine verlässlichen Daten. Betrachtet man jedoch die Breite der unterschiedlichen Prüfungstypen (► **Abb. 4**) ergibt sich ein weites Feld möglicher Anwendungen mit teils komplexen Überschneidungen und Interaktionen zwischen Lernen und Prüfung [72–75]. Insbesondere im Rahmen formativer Prüfungstypen sehen einige Autoren großes Potenzial die Lehr- und Lernqualität zu verbessern, da der Prüfungszweck darauf beruht, das Lernergebnis zu reflektieren und das Lernen nach Möglichkeit zu optimieren [72, 74, 75]. Ein Beispiel hierzu ist der von der Charité entwickelte und mittlerweile vielerorts durchgeführt Progress Test Medizin, welcher jedoch nicht rein digital durchgeführt wird [76]. Durch 200 interdisziplinäre Multiple-Choice Fragen wird dabei regelmäßig der Wissensstand und individuelle Fortschritt der Medizinstudierenden ab dem ersten Semester überprüft. So kann der eigene Wissensstand objektiviert und mit Anderen verglichen werden. Dieses Beispiel zeigt, dass die erläuterten Typen von e-Assessments prinzipiell auch ohne digitale Unterstützung durchführbar sind. Daher sollen im Folgenden mögliche Vor- und Nachteile eines digitalen Formates herausgearbeitet werden.

Durch die hohe Technisierung und Digitalisierung in der medizinischen Praxis entstehen relevante Inhalte, die für den Lernenden nur digital sinnvoll zugänglich sein können, wie z. B. hochauflösende Mikroskopie- oder Endoskopiebilder oder bildgebende Verfahren wie Computertomographie (CT), Magnetresonanztomographie (MRT) oder digitale Volumetomographie (DVT). Die Einbindung entsprechender multimedialer Inhalte in ein e-Assessment kann diese Lehrinhalte auch für die Prüfung verfügbar machen. Insbesondere für formative Prüfungsformate bietet sich auf der Basis von Lernmanagement-Systemen der Universitäten die Möglichkeit der Nutzung multimedialer Inhalte und Fragenformate an. Weitere Vorteile können die vereinfachte, automatisierte, schnellere Auswertung und Übersichtlichkeit sein [77–78].

Höhere Kosten digitaler Prüfungsformate, verglichen zu papierbasierten Prüfungen, fallen v. a. in der Etablierungsphase für technische Grundlagen an [79]. Insbesondere für digitale Klausuren müs-



► **Abb. 4** Didaktische Subkategorisierung von e-Assessments, adaptiert nach [71, 79].

sen Funktionalität der Technik, Sicherheit und Bedienbarkeit von Anfang an gewährleistet sein. Verschiedene Autoren postulieren jedoch, dass die Vereinfachung der Auswertung und Wartung letztlich zu einer Kostenersparnis oder identischen Kosten führt, da laufende Kosten nach der Etablierungsphase deutlich geringer seien [77, 79]. Die rechtlichen Probleme digitaler Klausuren betreffen die Anmeldung zur Prüfung, die Zuordnung von Prüfung zu Prüfling und die Sicherstellung der Identität des Kandidaten [80]. Hierzu existieren mittlerweile zahlreiche Lösungsansätze und Richtlinien [80]. Durch die einfache Durchführbarkeit von e-Assessments und die geringe Erfahrung im Nutzen neuartiger Frageformate besteht das Risiko, wenig sinnvolle oder qualitativ schlechte Assessments zu produzieren. Diesem zentralen Problem kann jedoch durch die Orientierung an Richtlinien entgegnet werden [73].

Unklar bleibt zudem, ob u. U. medial versierte Studierende durch ein digitales Prüfungsformat bevorzugt werden könnten [78].

FAZIT

Die Digitalisierungsentwicklungen in der Lehre stellen ein komplexes Thema mit multifaktoriellen Herausforderungen dar. In der Betrachtung der aktuellen Situation digitaler Lehre in Deutschland besteht insbesondere in der Medizin eine Diskrepanz zwischen dem digital und multimedial dominierten privaten und beruflichen Leben der Menschen in unserer Gesellschaft und der überwiegend auf klassischen, punktuell digital angereicherten Strategien beruhenden medizinischen Hochschullehre. Während die Herstellung und Durchführung digitaler Lehrinhalte sich in den letzten Jahren, auch getragen durch zentrale Serviceangebote der Universitäten, deutlich vereinfacht hat, findet in der Regel weiterhin überwiegend projektgebundene Finanzierung statt, welche die Verstetigung digitaler Lehrinhalte über einen Projektzeitraum hinaus erschwert. Digitalisierte Lehre muss daher wesentlich durch den verantwortlichen Dozenten getragen und vorangebracht werden. Eine dauerhafte finanzielle Grundausstattung ist hierfür eine *Conditio sine qua non*. Der aktuell mangelhaften finanziellen Ausstattung könnte zumindest teilweise durch die Bildung von universitären Kooperationen oder entsprechenden Arbeitsgruppen innerhalb von wissenschaftlichen Fachgesellschaften entgegnet werden, um entsprechende Synergieeffekte zu nutzen und zusätzlich multizentrische Studien zu diesem Themenfeld anzustoßen.

Aufgrund der hohen Technisierung, sowohl in diagnostischen als auch in therapeutisch-chirurgischen Anwendungen und der Vielzahl von Blickdiagnosen könnten sich für die HNO-Heilkunde innerhalb der Medizin besondere Chancen für moderne digitale Lehrstrategien ergeben. In eigenen Untersuchungen konnten wir zeigen, dass die Nutzung dieser Chancen für die HNO-Heilkunde, insbesondere durch die hohe Abhängigkeit der Studierenden von durch Dozenten ausgegebenen Lehrmaterialien, sinnvoll erscheint. Die vielfältigen Innovationen in der digitalen Lehre sind in ihrer didaktischen Bewertung komplex und erfordern eine

sorgfältige Abwägung für den beabsichtigten Lehrzweck. Hierzu konnten diverse Anwendungsbeispiele aus publizierten Arbeiten gezeigt werden. Bezüglich der Anwendbarkeit dieser Innovationen innerhalb eines digitalen Gesamtkonzeptes für die Lehre existieren jedoch bisher zu wenig belastbare Daten. Der Mut zu digitalisierten Innovationen in der Lehre unter sorgfältiger wissenschaftlicher Evaluation kann daher abschließend nur angeregt werden. Durch eine möglichst frühzeitig im Studium beginnende Etablierung geeigneter digitaler Lehrkonzepte für die HNO-Heilkunde könnte interessierten Studierenden der Medizin die Vielfalt und Attraktivität unseres Fachgebietes zeitgemäß nahe gebracht werden und somit zusätzlich zu einem optimierten Lehrangebot ein wichtiger Beitrag für die Nachwuchsgewinnung geleistet werden.

Interessenskonflikt

Dr. med. Tobias Dombrowski erhielt projektgebundene Drittmittel durch einen „Fellowship für Innovationen in der digitalen Hochschullehre“ des Stifterverbandes für die deutsche Wissenschaft. Prof. Dr. med. S. Dazert und Priv.-Doz. Dr. med. S. Volkenstein geben keine Interessenskonflikte an.

Literatur

- [1] Nicholson P. A History of E-Learning. In: Computers and Education. Springer; Dordrecht: 2007: 1–11
- [2] Allen MW. Addressing diversity in (e-)learning. In: Michael Allen's 2008 e-Learning Annual. Pfeiffer; 2008: S. 30ff
- [3] Bitzer D, Braunfeld P, Lichtenberger W. PLATO: An Automatic Teaching Device. IRE Trans Educ 1961; 4: 157–161
- [4] Bitzer DL, Johnson RL, Skaperdas D. A Digitally Addressable Random Access Image Selector and Random Access Audio System. Urbana, Illinois: Computer-based Education Research Laboratory, University of Illinois; 1970
- [5] Hagler MO, Marcy WM. The legacy of PLATO and TICCIT for learning with computers. Comput Appl Eng Educ 2000; 8: 127–131
- [6] Suppes P. Modern Learning Theory and The Elementary-School Curriculum. Am Educ Res J 1964; 1: 79–93
- [7] Keengwe J, Kidd TT. Towards Best Practices in Online Learning and Teaching in Higher Education. 2010; 6: 9
- [8] Schmid U, Thom S, Görtz L. Ein Leben lang digital lernen – neue Weiterbildungsmodelle aus Hochschulen. Berlin: Hochschulforum Digitalisierung; 2016
- [9] Janoschka O, Friedrich J-D, Rademacher M. Das Hochschulforum. Im Internet: <https://hochschulforumdigitalisierung.de/de/wir/hochschulforum>
- [10] Friedrich J-D. Lernen mit digitalen Medien aus Studierendenperspektive. 2016; 45
- [11] Dombrowski T, Wrobel C, Dazert S, Volkenstein S. Flipped classroom frameworks improve efficacy in undergraduate practical courses – a quasi-randomized pilot study in Otorhinolaryngology. BMC Med Educ 2018; 18: 294

- [12] von Saß PF, Klenzner T, Scheckenbach K, Chaker A. Einsatz von E-Learning an deutschen Universitäts-HNO-Kliniken. *Laryngo-Rhino-Otol* 2017; 96: 175–179
- [13] Christensen CM, Horn MB, Staker H. Is K-12 Blended Learning Disruptive? An introduction to the theory of hybrids. The Clayton Christensen Institute. 2013; Im Internet: <https://www.christenseninstitute.org/publications/hybrids/>
- [14] Kuhn S, Frankenhauser S, Tolks D. Digitale Lehr- und Lernangebote in der medizinischen Ausbildung. *Bundesgesundheitsbl* 2018; 201–209
- [15] Prober CG, Khan S. Medical education reimagined: a call to action. *Acad Med J Assoc Am Med Coll* 2013; 88: 1407–1410
- [16] Themengruppe Curriculum Design & Qualitätsentwicklung. Design digitaler Lehr-, Lern- und Prüfungsangebote. Berlin: Hochschulforum Digitalisierung
- [17] Johnson L, Adams Becker S, Estrada V, Freeman A. NMC Horizon Report. 2015 Austin, Texas: The New Media Consortium
- [18] Prober CG, Heath C. Lecture Halls without Lectures — A Proposal for Medical Education. *N Engl J Med* 2012; 366: 1657–1659
- [19] Ramnanan C, Pound L. Advances in medical education and practice: student perceptions of the flipped classroom. *Adv Med Educ Pract* 2017; 8: 63–73
- [20] Morton DA, Colbert-Getz JM. Measuring the impact of the flipped anatomy classroom: The importance of categorizing an assessment by Bloom's taxonomy.. *Anat Sci Educ* 2017; 10: 170–175
- [21] Whelan A, Leddy JJ, Mindra S, Matthew Hughes JD, El-Bialy S, Ramnanan CJ. Student perceptions of independent versus facilitated small group learning approaches to compressed medical anatomy education. *Anat Sci Educ* 2016; 9: 40–51
- [22] Lew EK. Creating a contemporary clerkship curriculum: the flipped classroom model in emergency medicine. *Int J Emerg Med* 2016; 9: 25
- [23] Nelson BP, Hojsak J, Dei Rossi E, Karani R, Narula J. Seeing Is Believing: Evaluating a Point-of-Care Ultrasound Curriculum for 1st-Year Medical Students. *Teach Learn Med* 2017; 29: 85–92
- [24] Sharma N, Lau CS, Doherty I, Harbutt D. How we flipped the medical classroom. *Med Teach* 2015; 37: 327–330
- [25] Sajid MR, Laheji AF, Abothenain F, Salam Y, Aljayer D, Obeidat A. Can blended learning and the flipped classroom improve student learning and satisfaction in Saudi Arabia? *Int J Med Educ* 2016; 7: 281–285
- [26] Evans KH, Thompson AC, O'Brien C, Bryant M, Basaviah P, Prober C, Popat RA. An Innovative Blended Preclinical Curriculum in Clinical Epidemiology and Biostatistics: Impact on Student Satisfaction and Performance. *Acad Med J Assoc Am Med Coll* 2016; 91: 696–700
- [27] Grossman E, Grosseman S, Azevedo GD, Figueiró-Filho EA, Mckinley D. Flipped classroom on humanities: medicine, narrative and art. *Med Educ* 2015; 49: 1142
- [28] Rose E, Claudius I, Tabatabai R, Kearn L, Behar S, Jhun P. The Flipped Classroom in Emergency Medicine Using Online Videos with Interpolated Questions. *J Emerg Med* 2016; 51: 284–291.e1
- [29] Lin Y, Zhu Y, Chen C, Wang W, Chen T, Li T, Li Y, Liu B, Lian Y, Lu L, Zou Y, Liu Y. Facing the challenges in ophthalmology clerkship teaching: Is flipped classroom the answer? *PLoS ONE* 2017; 12:
- [30] Bharamgoudar R. Gamification. *Clin Teach* 2018; 15: 268–269
- [31] Lewis ZH, Swartz MC, Lyons EJ. What's the Point?: A Review of Reward Systems Implemented in Gamification Interventions. *Games Health J* 2016; 5: 93–99
- [32] Rutledge C, Walsh CM, Swinger N, Auerbach M, Castro D, Dewan M, Khattab M, Rake A, Harwayne-Gidansky I, Raymond TT, Maa T, Chang TP. Quality Cardiopulmonary Resuscitation (QCPR) leaderboard investigators of the International Network for Simulation-based Pediatric Innovation, Research, and Education (INSPIRE). Gamification in Action: Theoretical and Practical Considerations for Medical Educators. *Acad Med J Assoc Am Med Coll* 2018
- [33] Cooper S, Khatib F, Treuille A, Barbero J, Lee J, Beenen M, Leaver-Fay A, Baker D, Popović Z, Players F. Predicting protein structures with a multiplayer online game. *Nature* 2010; 466: 756–760
- [34] Khatib F, DiMaio F, Cooper S, Kazmierczyk M, Gilski M, Krzywda S, Zabranska H, Pichova I, Thompson J, Popovi Z, Jaskolski M, Baker D. Crystal structure of a monomeric retroviral protease solved by protein folding game players. *Nat Struct Mol Biol* 2011; 18: 1175–1177
- [35] Lamb LC, DiFiori MM, Jayaraman V, Shames BD, Feeney JM. Gamified Twitter Microblogging to Support Resident Preparation for the American Board of Surgery In-Service Training Examination. *J Surg Educ* 2017; 74: 986–991
- [36] Wannemacher K, Jungermann I, Scholz J, Tercanli H, Villiez A. Digitale Lernszenarien im Hochschulbereich. Arbeitspapier Nr. 15 Berlin: Hochschulforum Digitalisierung; 2016
- [37] Gorbanev I, Agudelo-Londoño S, González RA, Cortes A, Pomares A, Delgadillo V, Yepes FJ, Muñoz Ó. A systematic review of serious games in medical education: quality of evidence and pedagogical strategy. *Med Educ Online* 2018; 23: 1438718
- [38] Cardall S, Krupat E, Ulrich M. Live Lecture Versus Video-Recorded Lecture: Are Students Voting With Their Feet. *Acad Med* 2008; 83: 1174–1178
- [39] Bacro TRH, Gebregziabher M, Fitzharris TP. Evaluation of a lecture recording system in a medical curriculum. *Anat Sci Educ* 3: 300–308
- [40] Johnston ANB, Massa H, Burne THJ. Digital lecture recording: a cautionary tale. *Nurse Educ Pract* 2013; 13: 40–47
- [41] Gupta A, Saks NS. Exploring medical student decisions regarding attending live lectures and using recorded lectures. *Med Teach* 2013; 35: 767–771
- [42] Kwiatkowski AC, Demirbilek M. Investigating Veterinary Medicine Faculty Perceptions of Lecture Capture: Issues, Concerns, and Promises. *J Vet Med Educ*. 2016;
- [43] Dombrowski T, Dazert S. Unpublished Results. 2018
- [44] Gavali MY, Khismatrao DS, Gavali YV, Patil KB. Smartphone, the New Learning Aid amongst Medical Students. *J Clin Diagn Res JCDR* 2017; 11: JC05–JC08
- [45] Masters K, Ellaway RH, Topps D, Archibald D, Hogue RJ. Mobile technologies in medical education: AMEE Guide No. 105. *Med Teach* 2016; 38: 537–549
- [46] Deutsch K, Gaines JK, Hill JR, Nuss MA. iPad experience during clinical rotations from seven medical schools in the United States: Lessons learned. *Med Teach* 2016; 38: 1152–1156
- [47] Chang W-H, Su Y-C, Lin AP-C, Huang M-Y. Using a mobile application to facilitate post-simulation debriefing. *Med Educ* 49: 1163–1164
- [48] Hsueh WD, Bent JP, Moskowitz HS. An app to enhance resident education in otolaryngology. *The Laryngoscope* 2018; 128: 1340–1345
- [49] Carley S, Beardsell I, May N, Crowe L, Baombe J, Grayson A, Carden R, Liebig A, Gray C, Fisher R, Horner D, Howard L, Body R. Social-media-enabled learning in emergency medicine: a case study of the growth, engagement and impact of a free open access medical education blog. *Postgrad Med J* 2018; 94: 92–96
- [50] Junhasavasdikul D, Srisangkaew S, Sukhato K, Dellow A. Cartoons on Facebook: a novel medical education tool. *Med Educ* 2017; 51: 539–540
- [51] Nettle M. Social media in medical education: Can you trust it? Yes. *Emerg Med Australas* 30: 416–417
- [52] Zucker BE, Kontovounisios C. It is time to improve the quality of medical information distributed to students across social media. *Adv Med Educ Pract* 2018; 9: 203–205
- [53] Chan R. Social media in medical education: Can you trust it? No. *Emerg Med Australas EMA* 2018; 30: 418–419

- [54] Paterson QS, Thoma B, Milne WK, Lin M, Chan TM. A Systematic Review and Qualitative Analysis to Determine Quality Indicators for Health Professions Education Blogs and Podcasts. *J Grad Med Educ* 2015; 7: 549–554
- [55] MacNeill H, Telner D, Sparaggis-Agaliotis A, Hanna E. All for one and one for all: understanding health professionals' experience in individual versus collaborative online learning. *J Contin Educ Health Prof* 2014; 34: 102–111
- [56] Saqr M, Fors U, Tedre M. How the study of online collaborative learning can guide teachers and predict students' performance in a medical course. *BMC Med Educ* 2018; 18: 24
- [57] Pratt P, Arora A. Transoral Robotic Surgery: Image Guidance and Augmented Reality. *ORL J Oto-Rhino-Laryngol Its Relat Spec* 2018; 1–9
- [58] Zahiri M, Nelson CA, Oleynikov D, Siu K-C. Evaluation of Augmented Reality Feedback in Surgical Training Environment. *Surg Innov* 2018; 25: 81–87
- [59] Christ R, Guevar J, Poyade M, Rea PM. Proof of concept of a workflow methodology for the creation of basic canine head anatomy veterinary education tool using augmented reality. *PLoS One* 2018; 13: e0195866
- [60] Kùçük S, Kapakin S, Göktaş Y. Learning anatomy via mobile augmented reality: Effects on achievement and cognitive load. *Anat Sci Educ* 2016; 9: 411–421
- [61] Johnson L, Adams Becker S, Estrada V, Freeman A. *NMC Horizon Report. 2015* Austin, Texas: The New Media Consortium
- [62] Musbahi O, Aydin A, Al Omran Y, Skilbeck CJ, Ahmed K. Current Status of Simulation in Otolaryngology: A Systematic Review. *J Surg Educ* 2017; 74: 203–215
- [63] Chan M, Carrie S. Training and assessment in functional endoscopic sinus surgery. *J Laryngol Otol* 2018; 132: 133–137
- [64] Smith ME, Navaratnam A, Jablenska L, Dimitriadis PA, Sharma R. A randomized controlled trial of simulation-based training for ear, nose, and throat emergencies. *The Laryngoscope* 2015; 125: 1816–1821
- [65] Hsu S-D, Chen C-J, Chang W-K, Hu Y-J. An Investigation of the Outcomes of PGY Students' Cognition of and Persistent Behavior in Learning through the Intervention of the Flipped Classroom in Taiwan. *PLoS One* 2016; 11: e0167598
- [66] Martinelli SM, Chen F, DiLorenzo AN, Mayer DC, Fairbanks S, Moran K, Ku C, Mitchell JD, Bowe EA, Royal KD, Hendrickse A, VanDyke K, Trawicki MC, Rankin D, Guldán GJ, Hand W, Gallagher C, Jacob Z, Zvara DA, McEvoy MD, Schell RM. Results of a Flipped Classroom Teaching Approach in Anesthesiology Residents. *J Grad Med Educ* 2017; 9: 485–490
- [67] Lucardie AT, Berkenbosch L, van den Berg J, Busari JO. Flipping the classroom to teach Millennial residents medical leadership: a proof of concept. *Adv Med Educ Pract* 2017; 8: 57–61
- [68] Mesko B, Györfy Z, Kollár J. Digital Literacy in the Medical Curriculum: A Course With Social Media Tools and Gamification. *JMIR Med Educ* 2015; 1: e6
- [69] Dini L, Galanski C, Döpfmer S, Gehrke-Beck S, Bayer G, Boeckle M, Micheel I, Novak J, Heintze C. Online Platform as a Tool to Support Postgraduate Training in General Practice - A Case Report. *GMS J Med Educ* 2017; 34: Doc59
- [70] Thuy P. Finanzierung digitaler Lehre. Arbeitspapier Nr. 19. Berlin: Hochschulforum Digitalisierung, 2016 Im Internet: https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/dateien/HFD_AP_Nr%2019_Finanzierung_digitaler_Lehre.pdf
- [71] Schmees M, Krüger M. E-Assessments in der Hochschullehre: Einführung, Positionen & Einsatzbeispiele. 1. Aufl. Peter Lang GmbH, Internationaler Verlag der Wissenschaften; 2013
- [72] Schuwirth LWT, van der Vleuten CPM. General overview of the theories used in assessment: AMEE Guide No. 57. *Med Teach* 2011; 33: 783–797
- [73] Norcini J, Anderson B, Bollela V, Burch V, Costa MJ, Duvivier R, Galbraith R, Hays R, Kent A, Perrott V, Roberts T. Criteria for good assessment: Consensus statement and recommendations from the Ottawa 2010 Conference. *Med Teach* 2011; 33: 206–214
- [74] Pugh D, Regehr G. Taking the sting out of assessment: is there a role for progress testing? *Med Educ* 2016; 50: 721–729
- [75] Schuwirth LWT, der Vleuten CPM. Programmatic assessment: From assessment of learning to assessment for learning. *Med Teach* 2011; 33: 478–485
- [76] Osterberg K, Kölbl S, Brauns K. Der Progress Test Medizin. *GMS Z Für Med Ausbild* 2006; 23: Doc46
- [77] Burr SA, Chatterjee A, Gibson S, Coombes L, Wilkinson S. Key Points to Facilitate the Adoption of Computer-Based Assessments. *J Med Educ Curric Dev* 2016; 3:
- [78] Vogt M, Schneider S, Vogt M, Schneider S. (2009). E-Klausuren an Hochschulen. Koordinationsstelle Multimedia, JLU Gießen, 2009
- [79] Michel LP, Goertz L, Radomski S, Fritsch T, Baschour L. Digitales Prüfen und Bewerten im Hochschulbereich. Arbeitspapier Nr. 1. Berlin: Hochschulforum Digitalisierung; 2015
- [80] Vogt M, Schneider S, Vogt M, Schneider S. (2009). E-Klausuren an Hochschulen. Koordinationsstelle Multimedia, JLU Gießen, 2009
- [81] Nevin CR, Westfall AO, Rodriguez JM, Dempsey DM, Cherrington A, Roy B, Patel M, Willig JH. Gamification as a tool for enhancing graduate medical education. *Postgrad Med J* 2014; 90: 685–693
- [82] Chen F, Lui AM, Martinelli SM. A systematic review of the effectiveness of flipped classrooms in medical education. *Med Educ* 2017; 51: 585–597
- [83] Chang TP, Kwan KY, Liberman D, Song E, Dao EH, Chung D, Morton I, Festekjian A. Introducing Teamwork Challenges in Simulation Using Game Cards. *Simul Healthc J Soc Simul Healthc* 2015; 10: 223–226