



Hochschulforum
Digitalisierung

November 2023

Digitale Transformation in der medizinischen Ausbildung

**Eine Handreichung der Arbeitsgruppe
„Digitalisierung der Fachbereiche:
Medizin“**

November 2023

Digitale Transformation in der medizinischen Ausbildung

Autor:innen

Jenny Brandt (Ärztin und Postdoktorandin im Innovationsmanagement, Department D&ICT, Universitätsspital Basel)

Nicolas Frey, M.Sc. (Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Medizinische Informatik, Human Factors Ingenieur und Data Scientist, Charité – Universitätsmedizin Berlin)

Prof. Dr. med. Felix Hoffmann (Professor für Digital Health, APOLLON Hochschule der Gesundheitswirtschaft; Lehrbeauftragter, Ruhr-Universität Bochum)

Matthias Laupichler, M.Sc. (Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Doktorand im Bereich der Vermittlung und Evaluation digitaler Kompetenzen am Institut für Medizindidaktik, Universitätsklinikum Bonn)

Prof. Dr. Sven Meister (Lehrstuhlinhaber für Gesundheitsinformatik, Department Humanmedizin, Universität Witten/Herdecke)

PD Dr. med. Daniel Pinto Dos Santos (Oberarzt für Radiologie, Uniklinik Köln)

Prof. Dr.-Ing. Dr. rer. medic. Peter Rasche (Professor für Digital Health, Hochschule Niederrhein & assoziierter Forschender an der Medizinischen Fakultät, Ruhr Universität Bochum)

PD. Dr. med. MME Bernd Romeike (Medizindidaktiker und Oberarzt der Medizindidaktik im Studiendekanat, Universitätsmedizin Rostock)

Merve Sarica (Medizinstudentin und Doktorandin am Institut für Medizinische Informatik, Charité – Universitätsmedizin Berlin)

Prof. Dr. med. Thorsten Schäfer (Vorsitzender des Vorstandes der Gesellschaft für Medizinische Ausbildung, Studiendekan der medizinischen Fakultät, Ruhr-Universität Bochum)

Tim Schubert (Medizinstudent und Doktorand am Institut für Humangenetik der Universität Heidelberg, Gastwissenschaftler am Centre for AI in Medicine der University of Cambridge, Podcaster)

Dr. Daniel Tolks (Zentrum für angewandte Gesundheitswissenschaften, Leuphana Universität Lüneburg, Vorsitzender des Ausschusses Digitalisierung der Gesellschaft für medizinische Ausbildung (GMA))

Prof. Dr. Julian Varghese (Leitung der Arbeitsgruppe am Lehrstuhl für Medizinische Informatik, Westfälische Wilhelms-Universität Münster)

Estefania Cepeda Velasquez (Hochschulforum Digitalisierung/ Hochschulrektorenkonferenz)

Prof. Dr. med. Horst Christian Vollmar, MPH (Leiter der Abteilung für Allgemeinmedizin (AM RUB), Ruhr-Universität Bochum)

Inhalt

Das Hochschulforum Digitalisierung	3
1 Präambel	4
2 Thematische Einführung	7
3 Neue Lerninhalte und Kompetenzen im Zuge der digitalen Transformation in der Medizin 9	
3.1 Lernzielkatalog, neue ÄApprO, Gegenstandskatalog	10
3.2 Implementierung digitaler Kompetenzen ins Kerncurriculum.....	11
3.2.1 LeKIM-Studie.....	12
3.2.2 Integration von Medizininformatik und KI ins Kerncurriculum an der Universität Münster ¹⁴	
3.2.3 Longitudinales Curriculum „Digitalisierung in der Medizin“ an der medizinischen Fakultät der Universität Basel	16
4 Umsetzung und Erweiterung evidenzbasierter didaktischer Methoden durch digitale Werkzeuge	19
4.1 Das (Online) Inverted Classroom Model. Ein Good-Practice-Beispiel.....	19
4.2 Künstliche Intelligenz (KI) in der medizinischen Aus- und Weiterbildung: Potenziale, Anwendungen und Herausforderungen	21
4.3 Generative KI Werkzeuge	23
4.4 Gamification.....	28
4.5 Augmented und Virtual Reality	31
4.6 Lernmanagementsysteme und Learning Analytics	34
4.7 Digitale Werkzeuge zum Lernen	37
4.8 Aktivierendes Lehren.....	39
5 Ausblick: Berufliche Handlungsfelder in der Medizin	41
6 Ergebnisse und Handlungsempfehlungen	43
7 Linksammlung	45
8 Literaturverzeichnis	47
9 Abbildungsverzeichnis	50
10 Tabellenverzeichnis	50
11 Abkürzungsverzeichnis	50
Impressum	52

Das Hochschulforum Digitalisierung

Als bundesweiter Think and Do Tank führt das Hochschulforum Digitalisierung (HFD) eine breite Community rund um die digitale Transformation an Hochschulen zusammen, macht Entwicklungen sichtbar und erprobt innovative Lösungsansätze. Dazu werden Akteure aus den Feldern Hochschulen, Politik, Wirtschaft und Gesellschaft vernetzt.

Das 2014 gegründete Hochschulforum Digitalisierung ist eine gemeinsame Initiative des Stifterverbandes (SV), des CHE Centrums für Hochschulentwicklung und der Hochschulrektorenkonferenz (HRK). Gefördert wird es vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).

1 Präambel

Estefania Cepeda Velasquez

Als bundesweiter Think-&-Do-Tank führt das [Hochschulforum Digitalisierung \(HFD\)](#) eine breite Community rund um die Digitalisierung in Studium und Lehre zusammen. Entwicklungen werden sichtbar und innovative Lösungsansätze erprobt. Dazu werden Akteure und Akteurinnen aus Hochschulen, Politik, Wirtschaft und Gesellschaft vernetzt, begleitet und beraten. Das 2014 gegründete HFD ist eine gemeinsame Initiative des [Stifterverbandes \(SV\)](#), des [Centrums für Hochschulentwicklung \(CHE\)](#) und der [Hochschulrektorenkonferenz \(HRK\)](#). Gefördert wird es vom [Bundesministerium für Bildung und Forschung \(BMBF\)](#).

Das HFD stellt den Hochschulen eine vielfältige Palette an Angeboten und Formaten zur Verfügung. Diese dienen dazu, den Austausch über diverse Fragestellungen zu fördern und die Umsetzung der digitalen Transformation zu unterstützen. Eines dieser Formate ist die Fachbereichsberatung. Hierbei sollen bestimmte Vertretungen spezifischer Fachbereiche bei ihrer strategischen Herangehensweise an die Herausforderungen der digitalen Lehre und des Studiums unterstützt werden. Ziel ist es, gemeinsam mit allen beteiligten Statusgruppen Erkenntnisse und Lösungsansätze für die jeweilige Disziplin zu erarbeiten.

Ergänzend zur Fachbereichsberatung bietet das HFD seit dem Beginn der dritten Förderphase eine weitere, fachspezifische Perspektive auf die Digitalisierung an. Diese wird im Rahmen des Formats "Digitalisierung der Fachbereiche" (DiF) umgesetzt. Das Hauptziel von DiF ist es, die Expertise zur Digitalisierung in verschiedenen Fachbereichen innerhalb des Hochschulforums zu bündeln. Dabei entsteht ein niedrigschwelliges Angebot, das insbesondere, jedoch nicht ausschließlich, auf Lehrende abzielt. DiF ermöglicht es den Vertreter:innen aus unterschiedlichen ausgewählten Fächern, von dieser fachspezifischen Perspektive zu profitieren und sich aktiv mit den Herausforderungen und möglichen Lösungsansätzen der Digitalisierung auseinanderzusetzen.

Die seit März 2023 in ihrer gegenwärtigen Form bestehende Arbeitsgruppe (AG) DiF-Medizin besteht aus Mitgliedern aller Statusgruppen der Hochschule sowie aus Vertreter:innen verschiedener medizinischer Fachrichtungen. Gemeinsam wirft die AG DiF-Medizin einen multiperspektivischen Blick auf die steigende Bedeutung des Digitalisierungs- und Transformationsprozesses der Medizin und der medizinischen Ausbildung. Die aktuellen Debatten über die Entwicklung des Berufsbildes der Ärzte und Ärztinnen verdeutlichen diesen Trend: Digitale Kompetenzen werden im aktuellen Referentenentwurf der Ärztlichen Approbationsordnung (ÄApprO)¹ zum ersten Mal explizit als Kernkompetenzen des ärztlichen Berufs genannt. Dies hat weitreichende Auswirkungen auf die Hochschulmedizin und die medizinische Ausbildung, sowohl in curricularer, didaktischer als auch technischer Hinsicht.

¹ siehe Referentenentwurf der Ärztlichen Approbationsordnung des Bundesministeriums für Gesundheit. Abgerufen von: [Referentenentwurf_ÄApprO.pdf \(bundesgesundheitsministerium.de\)](#)

Wie können digitale Kompetenzen im Medizinstudium als Studieninhalt vermittelt werden, um zukünftige Ärzt:innen auf ihren Beruf optimal vorzubereiten? Wie kann die Digitalisierung der Lehre dazu beitragen, Benefits durch neue Lehr- und Lernformate in der Medizin zu generieren? Die AG erarbeitet aus diesen Fragestellungen heraus konkrete Lösungsansätze und entwickelt Handlungsempfehlungen, um diesen Herausforderungen erfolgreich zu begegnen. Ziel der vorliegenden Handreichung ist es, medizinischen Fakultäten im Digitalisierungstransformationsprozess unterstützende Leitlinien und Hilfestellungen zur Verfügung zu stellen. Diese Handreichung enthält Impulse und konkrete Empfehlungen für Beteiligungs- und Interaktionsformate sowie unterstützende Best-Practice-Beispiele, die darauf abzielen, den Transformationsprozess des digitalen Lehrens und Lernens in der Medizin zu fördern. Es ist uns wichtig, darauf hinzuweisen, dass wir uns der verschiedenen Stadien der Digitalisierung in der Hochschullandschaft Deutschlands bewusst sind. Aufgrund dieser Vielfalt sollen alle hier vorgestellten Ideen und Best-Practice-Beispiele als Empfehlungen verstanden werden. Die Hochschulen und Universitäten sind frei in der Art und Weise, wie sie diese umsetzen möchten.

Als Ergebnis des Diskurses stellt die AG DiF-Medizin die vorliegende Handreichung zur Verfügung, die einen schnellen und übersichtlichen Einstieg in Digital Health sowie in den digitalen Aspekten der medizinischen Ausbildung ermöglicht. Dabei liegt der Fokus auf der Integration digitaler Kompetenzen in die Curricula des Medizinstudiums sowie auch auf der Anwendung evidenzbasierter digitaler didaktischer Methoden. In den einzelnen Kapiteln werden die Autor:innen namentlich genannt, um ihre jeweiligen fachlichen Schwerpunkte zu verdeutlichen. Dennoch ist diese Handreichung das Ergebnis einer gemeinsamen Zusammenarbeit, an der alle Autor:innen mitgewirkt haben.

Die Hauptzielgruppe dieser Handreichung sind die medizinischen Fakultäten und ihre Lehrkräfte. Da die Curriculumsentwicklung als ein zentraler Schwerpunkt behandelt wird, sind auch die Entscheidungsträger:innen der Hochschulleitungen und der Hochschulpolitik wichtige Adressaten.

Mitglieder der AG *DiF-Medizin* waren

Jenny Brandt (Ärztin und Postdoktorandin im Innovationsmanagement, Department D&ICT, Universitätsspital Basel)

Nicolas Frey, M.Sc. (Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Medizinische Informatik, Human Factors Ingenieur und Data Scientist, Charité – Universitätsmedizin Berlin)

Prof. Dr. med. Felix Hoffmann (Professor für Digital Health, APOLLON Hochschule der Gesundheitswirtschaft; Lehrbeauftragter, Ruhr-Universität Bochum)

Matthias Laupichler, M.Sc. (Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Doktorand im Bereich der Vermittlung und Evaluation digitaler Kompetenzen am Institut für Medizindidaktik, Universitätsklinikum Bonn)

Prof. Dr. Sven Meister (Lehrstuhlinhaber für Gesundheitsinformatik, Department Humanmedizin, Universität Witten/Herdecke)

PD Dr.med. Daniel Pinto Dos Santos (Oberarzt für Radiologie, Uniklinik Köln)

Prof. Dr.-Ing. Dr. rer. medic. Peter Rasche (Professor für Digital Health, Hochschule Niederrhein & assoziierter Forschender an der Medizinischen Fakultät, Ruhr Universität Bochum)

PD. Dr. med. MME Bernd Romeike (Medizindidaktiker und Oberarzt der Medizindidaktik im Studiendekanat, Universitätsmedizin Rostock)

Merve Sarica (Medizinstudentin und Doktorandin am Institut für Medizinische Informatik, Charité – Universitätsmedizin Berlin)

Prof. Dr. med. Thorsten Schäfer (Vorsitzender des Vorstandes der Gesellschaft für Medizinische Ausbildung, Studiendekan der medizinischen Fakultät, Ruhr-Universität Bochum)

Tim Schubert (Medizinstudent und Doktorand am Institut für Humangenetik der Universität Heidelberg, Gastwissenschaftler am Centre for AI in Medicine der University of Cambridge, Podcaster)

Dr. Daniel Tolks (Zentrum für angewandte Gesundheitswissenschaften, Leuphana Universität Lüneburg, Vorsitzender des Ausschusses Digitalisierung der Gesellschaft für medizinische Ausbildung (GMA))

Prof. Dr. Julian Varghese (Leitung der Arbeitsgruppe am Lehrstuhl für Medizinische Informatik, Westfälische Wilhelms-Universität Münster)

Prof. Dr. med. Horst Christian Vollmar, MPH (Leiter der Abteilung für Allgemeinmedizin (AM RUB), Ruhr-Universität Bochum)

Jenny Brandt hat den AG-Vorsitz inne. Die AG wurde von **Estefania Cepeda Velasquez** und **Stella Berendes** von der HRK-Geschäftsstelle betreut. Die vorliegende Handreichung wurde von Mitgliedern und Betreuenden der AG verfasst und im Rahmen der AG-Sitzungen redigiert.

Besonderen Dank richten das HFD und die Arbeitsgruppe an **Dr. med. Khaled Abdelhamid** (Arzt und Doktorand im Innovationsmanagement, Department D&ICT, Universitätsspital Basel), an **Prof. Dr. med. Jan Ehlers** (Vizepräsident für Lernen und Lehren, Universität Witten/Herdecke), an **Dr. med. Enise Lauterbach** (Kardiologin, Co-Founder und Geschäftsführerin der LEMOA medical GmbH & Co. KG - Forschung und Entwicklung digitaler Gesundheitsanwendungen) und **Dr. med. Sandra Kurz, MME** (Stellvertretende Oberärztin Klinik für Anästhesiologie im Bereich Schmerztherapie und Leiterin Mainzer Medizin Didaktik, Universitätsmedizin Mainz) für die Unterstützung und Begleitung in den verschiedenen Arbeitsphasen der AG.

Zu den Formaten der Arbeitsgruppe gehören u.a. öffentlichkeitswirksame Instrumente wie Blogbeiträge und Hangouts, um die Wahrnehmung des Themas Digital Health und Digitalisierung der medizinischen Ausbildung voranzubringen.

Weitere Informationen zur AG DiF-Medizin finden Sie unter:

<https://hochschulforumdigitalisierung.de/de/themen/ag-medizin>

2 Thematische Einführung

Jenny Brandt, Felix Hoffmann, Daniel Pinto dos Santos

Die digitale Transformation ist ein Prozess des fortlaufenden Wandels, der in den letzten Jahren nahezu alle Aspekte des gesellschaftlichen Lebens beeinflusst und verändert hat. Im Gesundheitswesen umfasst dies nicht nur die Digitalisierung bestehender Versorgungsprozesse, sondern beinhaltet eine erhebliche, mitunter disruptive Veränderung der Versorgungslandschaft. Dabei spielt sich dieser Wandel auf verschiedenen Ebenen ab, aus denen sich unterschiedliche Handlungsfelder ableiten lassen. Um die Transformation nicht dem Zufall zu überlassen, sondern diese aktiv zu beeinflussen, sollten bei verantwortlichen Personen Kompetenzen in all diesen Handlungsfeldern vorhanden sein.

Der deutsche Ethikrat widmet in seiner Stellungnahme "Mensch und Maschine - Herausforderungen durch Künstliche Intelligenz" dem Thema Medizin aufgrund der hohen Relevanz ein komplettes Kapitel. Hier wird die Empfehlung ausgesprochen, dass die Vermittlung von Kenntnissen über KI-Anwendungen bzw. deren technische Grundlagen rasch in die klinische Ausbildung des ärztlichen Fachpersonals erfolgen sollte, um eine *"breitere Nutzung vorzubereiten und verantwortlich so gestalten zu können, dass möglichst alle Patientinnen und Patienten davon profitieren und bestehende Zugangsbarrieren zu den neuen Behandlungsformen abgebaut werden."* Um die Anwendungskompetenz zu stärken, hält der Ethikrat die Entwicklung einschlägiger Curricula und/oder Module in Aus-, Fort- und Weiterbildung für notwendig.²

Dieser Entwicklung trägt auch die neue ÄApprO Rechnung. In der überarbeiteten Fassung des Referentenentwurfs (Stand 06/2023)³ wird der Erwerb digitaler Kompetenzen explizit als Ziel der ärztlichen Ausbildung genannt. Das bedeutet, dass Absolvent:innen des Medizinstudiums in der Lage sein müssen, die für das ärztliche Handeln erforderlichen Grundlagen und insbesondere die Funktionsweisen und den Umgang mit digitalen Technologien zu beherrschen. Dabei sollte der Schwerpunkt auf der Frage liegen, wie diese Technologien im Sinne einer qualitativ hochwertigen Gesundheitsversorgung eingesetzt werden können. Scott et al. definieren in ihrem Artikel "Digital health competencies for the next generation of physicians"⁴, der im April 2023 publiziert wurde, drei Horizonte der "digitalen Gesundheitskompetenz", die aufeinander aufbauen. Dabei geht es zunächst um einen Fokus auf die Grundlagen aktueller digitaler medizinischer Arbeitsabläufe, wie z.B. die Nutzung einer elektronischen Patientenakte oder telemedizinischer Anwendungen. Es sollte eine ethische, datenschutzkonforme und indikationsgerechte Nutzung vermittelt werden, die berücksichtigt, dass sowohl die ärztliche Rolle als auch die Rolle der Patient:innen sich verändern. Patient:innen befinden sich häufig in einem Prozess der wachsenden Gesundheitskompetenz durch die Anwendung digitaler Technologien im Alltag, wie z.B. Symptomchecker-Apps oder Wearables (z.B. Smartwatches). Gleichzeitig

² Deutscher Ethikrat [2022]: Mensch und Maschine – Herausforderungen durch Künstliche Intelligenz; Vorabfassung vom 20. März 2022.

³ Bundesministerium für Gesundheit [2023]: Verordnung zur Neuregelung der ärztlichen Ausbildung. Approbationsordnung für Ärztinnen und Ärzte (ÄApprO); überarbeitete Fassung vom 15. Juni 2023.

⁴ Scott, Ian A./ Shaw, Tim/ Slade, Christian/ et.al. [2023]: Digital health competencies for the next generation of physicians.

sollen den Studierenden durch eine praxisnahe Vermittlung der Lerninhalte auch die Grenzen der Technologien deutlich werden.

Darauf aufbauend müssen Lehrende das Bewusstsein vermitteln, wie sich Arbeitsabläufe im klinischen Alltag durch die Integration neuer digitaler Tools verändern. Wichtig ist die Erkenntnis, dass sich diese Technologien in unterschiedlichen Entwicklungsstadien befinden, wie sie eingesetzt werden, um beispielsweise die klinische Entscheidungsfindung zu unterstützen, wo derzeit die Limitationen liegen und in welche Richtung diese Anwendungen sich in den nächsten Jahren entwickeln werden. Dabei ist ein praxisnaher Überblick über die große Bandbreite der sogenannten "Digital Health" notwendig, die von Künstlicher Intelligenz in der Diagnostik über Robotik in der Chirurgie, die Anwendungsgebiete von *Virtual Reality* (VR) und *Augmented Reality* (AR), die Verwendung von Wearables, 3D-Druck, DiGAs⁵ und viele weitere Bereiche gehen. Die überarbeitete Fassung des Nationalen Kompetenzbasierten Lernzielkatalogs (NKLM)⁶ beschreibt detailliert die neuen Lernziele zu digitalen Kompetenzen, auf die im zweiten Kapitel näher eingegangen wird.

Abschließend sollten zukünftige Ärzt:innen im Studium dafür sensibilisiert werden, dass die Implementierung neuer Technologien auch neue Arbeitsabläufe notwendig macht, einen stärkeren Fokus auf Interdisziplinarität und Interprofessionalität legt und darüber hinaus neue Berufsbilder entstehen werden.⁷ Es sollte ein Ausblick gegeben werden zur personalisierten, stärker präventionsbasierten Medizin, die durch die rasant zunehmende Datenmenge möglich wird.

Es gibt jedoch gewisse Herausforderungen bei der Implementierung dieser neuen Lerninhalte in bestehende Studienordnungen. Zum einen sind die Curricula des Medizinstudiums bereits überfüllt, zum anderen müssen bei der Ausarbeitung von Kompetenzen und Lehrplänen unterschiedliche Verfügbarkeit und Zugänglichkeit digitaler Infrastrukturen berücksichtigt werden und zuletzt braucht es eine ausreichende Anzahl an hochqualifizierten Dozierenden.

Da digitale Technologien so gut wie alle Bereiche in der Medizin betreffen, ist es empfehlenswert, die Lernziele longitudinal in bereits bestehende Lehrveranstaltungen zu integrieren.⁸ Dabei bedarf es einer guten Zusammenarbeit der einzelnen Lehrbeauftragten und im besten Fall einer oder mehrerer Personen, die das Thema übergeordnet koordinieren.

Es ist daher wichtiger als je zuvor, dass Synergien gebildet werden, sowohl zwischen den Fachbereichen als auch zwischen den Standorten. Neue Lerninhalte, die mit einer so hohen Dynamik einhergehen wie der große Bereich der Digital Health, bedürfen auch neue Lehrmethoden, wie beispielsweise Blended-Learning-Ansätze mit qualitativ hochwertigen eLearning-Modulen, deren inhaltliche Richtigkeit ständig überprüft und die agil angepasst werden können.

⁵ Digitale Gesundheitsanwendung, auch bekannt als "App auf Rezept".

⁶ Nationaler Kompetenzbasierter Lernzielkatalog: NKLM-Startseite.

⁷ Mosch, Lina/ Fürstenau, Daniel/ Brandt, Jenny/ et. al. (2022): The medical profession transformed by artificial intelligence: Qualitative study, in: "Digit Health".

⁸ Brunner, Melissa/ McGregor, Deborah/ Keep Melanie/ et. al.(2018): An ehealth capabilities framework for graduates and health professionals: mixed-methods study.

Eine Zusammenarbeit der medizinischen Fakultäten bei dieser neuen Herausforderung ist empfehlenswert. Diese Handreichung soll als Leitfaden bei der Implementierung eine Hilfestellung geben.

3 Neue Lerninhalte und Kompetenzen im Zuge der digitalen Transformation in der Medizin

Jenny Brandt, Thorsten Schäfer, Julian Varghese

Ein weithin bekanntes Problem im Medizinstudium ist, dass bisher hauptsächlich Faktenwissen geprüft wird, was laut Befragungen dazu führt, dass Studierende sich zwar auf das Examen, jedoch nicht auf den zukünftigen Arztberuf vorbereitet fühlen. Daher setzten die Gesellschaft für Medizinische Ausbildung (GMA) und der Medizinische Fakultätentag (MFT) sich vor einigen Jahren das Ziel, das Medizinstudium hin zu einer stärkeren Kompetenzorientierung zu entwickeln. Es entstand der erste Nationale Kompetenzbasierte Lernzielkatalog für Medizin (NKLM 1.0). Dieser wurde 2015 veröffentlicht und hat ausschließlich Empfehlungscharakter.

Dabei werden Kompetenzen definiert als die Synthese verschiedener Aspekte, z.B. Wissen, manuelle und kommunikative Fertigkeiten sowie Haltung im Sinne von Respekt und Empathie.

Auch Bund und Länder beschäftigen sich seit 2013 mit einer Neustrukturierung des Medizinstudiums. Im Zuge dessen wurde 2017 der Masterplan 2020⁹ beschlossen, in dem auch der NKLM wieder aufgegriffen wurde mit 37 Maßnahmen, die die medizinische Ausbildung kompetenzorientiert neu ausrichten soll. Dies soll durch die Weiterentwicklung von NKLM und Gegenstandskatalog (GK) erreicht werden.

Daher wurde eine NKLM-Kommission gebildet mit Vertretern von Bund und Ländern, dem Institut für medizinische und pharmazeutische Prüfungsfragen (IMPP) und der GMA unter dem Vorsitz des MFT. An diesem Prozess sind etwa 700 Expert:innen inkl. Studierende beteiligt. Es geht grundsätzlich um die Definition von Kernlernzielen, die zukünftig zur Absolvierung des Medizinstudiums notwendig sind. Zusätzlich werden Fakultäten werden dazu angehalten neue Lehr- und Prüfungsformate anzuwenden, wie z.B. OSCE-Prüfungen und Inverted Classroom-Konzepte.¹⁰

⁹ Bundesministerium für Bildung und Forschung; Bundesministerium für Gesundheit; et al. (2017): *Masterplan Medizinstudium 2020*.

¹⁰ <https://medizinische-fakultaeten.de/themen/studium/nklm-nklz/>

3.1 Lernzielkatalog, neue ÄApprO, Gegenstandskatalog

Julian Varghese, Thorsten Schäfer

Die Anforderungen an junge Ärztinnen und Ärzte werden zunehmend durch den kompetenten Umgang mit digitalen Technologien geprägt. Mit der Veröffentlichung des Nationalen Kompetenzbasierten Lernzielkatalogs Medizin in der zweiten Version (NKLM 2.0) wurde eine umfassende Liste an Lernzielen formuliert, die, wie im Masterplan 2020¹¹ gefordert, auch neue digitale Kompetenzen im Medizinstudium beinhalten soll. Dieser Katalog und zukünftige Veränderungen werden in der neuen Approbationsordnung verankert. Kürzlich publizierte Lernzielkataloge aus dem Querschnittsbereich Eins der ärztlichen Approbationsordnung, nämlich Epidemiologie, Biometrie und Medizininformatik wurden in den aktuellen NKLM aufgenommen, darunter auch neue Themenfelder wie Künstliche Intelligenz und Patientenapps¹². Die Lernziele verteilen sich aktuell auf die NKLM Kapitel Sieben (Übergeordnete und krankheitsbezogene Lernziele) und Kapitel Acht (übergeordnete Kompetenzen). Ein detailliertes NKLM-Lernziel ist typischerweise durch ein bis zwei Sätze beschrieben und soll sich auch mit Prüfungsanforderungen im Sinne des Constructive Alignments¹³ decken. Es enthält weitere Angaben zu beispielhaften Anwendungen aus dem klinisch-wissenschaftlichen Alltag sowie Querverweise zu anderen Lernzielen. Hierdurch allein ist selbstverständlich keine detaillierte Planung und Umsetzung einer konkreten Lehrveranstaltung möglich und es obliegt den standortabhängigen Studienordnungen und Lehrverantwortlichen diese zu konkretisieren bzw. den Fachgesellschaften und ihren Lehre-Arbeitsgruppen diese standortübergreifend, z.B. durch Workshops, Verlautbarungen oder Best Practices weiter zu harmonisieren. Auch sollten die Lernziele keinen Anspruch auf thematische Vollständigkeit haben, sondern sollen eine wertvolle Orientierung bieten, um langfristig das Feld der digitalen Kompetenzen in der medizinischen Ausbildung stetig weiter auszubauen.

Die Lernziele zu digitalen Kompetenzen sind dabei im NKLM in bestehende Abschnitte integriert. So wird beispielsweise im Abschnitt zu diagnostischen Verfahren ein vertrauter Umgang mit den aktuellen Entwicklungen auf dem Gebiet der künstlichen Intelligenz, der personalisierten Medizin und der digitalen Bildverarbeitung gefordert. Grundlagen und medizinische Anwendungen von maschinellen Lernverfahren sollen erläutert werden. Unterschiedliche Arten von wissensbasierten Systemen und medizinische Anwendungen von klinischen Entscheidungsunterstützungssystemen (Clinical Decision Support Systems; CDSS) zur Optimierung der Patientenversorgung sollen bekannt sein sowie deren Chancen und Limitationen benannt werden können.

¹¹ Bundesministerium für Bildung und Forschung; Bundesministerium für Gesundheit; et al. (2017): *Masterplan Medizinstudium 2020*.

¹² Timmer, Antje/ Weberschock, Tobias/ Varghese, Julian/ et. al. (2022): Digitalisierung, Evidenzbasierte Medizin, Prävention und Forschungskompetenz: Die Rolle der Medical Data Sciences im neuen Medizin-Curriculum. Empfehlungen zur Umsetzung des NKLM 2.x durch Epidemiologie, medizinische Biometrie und Medizininformatik, mit Bioinformatik und verwandten Fächern.

¹³ Constructive Alignment ist ein didaktisches Prinzip, das in der Hochschulbildung verwendet wird. Es beinhaltet die gezielte Anpassung von Lehr- und Lernaktivitäten sowie Bewertungsmethoden an die Lernziele einer Lehrveranstaltung. Lehrkräfte gestalten ihre Planung so, dass eine klare Übereinstimmung zwischen Lernzielen, Lehrmethoden und Bewertungsverfahren gewährleistet ist.

Absolvent:innen sollen wichtige Standards der medizinischen Informatik benennen sowie den Begriff „Interoperabilität“ und dessen Notwendigkeit und die Ebenen und Erfordernisse an einem klinischen Beispiel erklären können.

Unter diesem Abschnitt wird ebenfalls darauf verwiesen, dass die neuartigen Techniken von *Virtual Reality* (VR), *Augmented Reality* (AR) und computerassistierter Medizin reflektiert angewendet und bewertet werden sollen.

Die Bedeutung telemedizinischer Anwendungen für die Patientenversorgung steigt kontinuierlich, u.a. auch wegen zunehmender Spezialisierung und Fachkräftemangel. Die Studierenden sollten daher frühzeitig während ihrer klinischen Ausbildung über mögliche Anwendungen und deren (u.a. auch rechtliche sowie technische) Rahmenbedingungen informiert sein, um über deren Anwendung zum Nutzen der Patienten entscheiden zu können.

Im Abschnitt über therapeutische Maßnahmen wird erwartet, dass Studierende Chancen und Risiken digitaler Angebote für Gesundheitsförderung und Prävention erläutern können.

Zudem sollen Absolvent:innen dazu in der Lage sein, in das Arzt-Patientengespräch digitale Medien angemessen einzubeziehen. Es sollen Chancen und Risiken digitaler Angebote für Gesundheitsförderung und Prävention erläutert werden können, wie z.B. digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA), die vom BfArM gemäß § 139e SGB V bewertet wurden.

Darüber hinaus wird erwartet, dass ethische und rechtliche Fragestellungen beachtet werden, also die spezifischen Anforderungen, Herausforderungen, Chancen und Grenzen der Arzt-Patienten-Beziehung durch neue technologische Verfahren.¹⁴

In den Folgekapiteln werden hierzu bereits wichtige Impulse anhand von Beispielveranstaltungen gegeben. Diese sind in existierenden Wahlkursen oder sogar bereits ins Kerncurriculum des Medizinstudiums an vereinzelt Standorten fertig implementiert und können aufgrund erster Lehrerfahrungen oder Evaluationsdaten als Best-Practice Modelle fungieren bzw. wichtige Lessons Learned darstellen.

3.2 Implementierung digitaler Kompetenzen ins Kerncurriculum

Jenny Brandt, Julian Varghese

Es gibt bereits zahlreiche Wahlpflichtangebote im Bereich der Digitalen Medizin an medizinischen Fakultäten im deutschsprachigen Raum. Die Ausführungen der vorangegangenen Kapitel machen jedoch deutlich, dass diese Inhalte basierend auf den Lernzielen des NKLM zeitnah in die Kerncurricula implementiert werden müssen, wo sie prüfungsrelevant für alle Studierenden werden. Dies bringt neue Herausforderungen mit sich.

¹⁴ <https://nkml.de/Zend/menu>

Es muss hierbei berücksichtigt werden, dass eine Implementierung ins Kerncurriculum im Vergleich zu Wahlangeboten - welche zuletzt vermehrt im universitären und nicht-universitären Lehrformaten bereitgestellt werden - eine Herausforderung bzgl. Studierendenbedürfnisse darstellt. Während in einem Wahlangebot nur ein Bruchteil der vorhandenen Medizinstudierenden aus einem Semester teilnimmt und mit einer bereits vorhandenen Motivation und Begeisterung für diese Thematik das Angebot bewusst wählt, muss man bei einer Implementierung ins Regelcurriculum alle Medizinstudierenden eines Semesters abholen, auch die, die sich eventuell nicht mit neuen digitalen Technologien und Forschungsaspekten beschäftigen wollen. Daher ist hier eine detaillierte Planung notwendig, um die Notwendigkeit von Medizininformatik und KI zu erläutern und den Bedürfnissen von möglichst allen zukünftigen Mediziner:innen, aber auch den relevanten Lernzielkatalogen in Zukunft gerecht zu werden.

Dabei können grundsätzlich zwei Herangehensweisen verfolgt werden. Der erste Ansatz wäre eine klare Definition von Lernzielen und die Konzeption eines neuen Faches im Curriculum, welches so platziert werden sollte, dass es von der Wissens- und Erfahrungsgrundlage der Studierenden her sinnvoll erscheint. Dies kann über ein oder mehrere Semester in Form von Vorlesungen, Seminaren, Praktika und eLearning erfolgen.

Der zweite Ansatz beinhaltet die longitudinale Implementierung in bestehende Lehrveranstaltungen, im Idealfall vom ersten bis zum letzten Semester des Medizinstudiums. Auch hierbei müssen zunächst Lernziele klar definiert und anschließend gemappt werden, in welche Kurse diese einbezogen werden können. Hierbei braucht es in der Regel eine Fachvertretung, die mit allen Lehrbeauftragten in Kontakt tritt und den Prozess übergeordnet koordiniert.

In den folgenden Kapiteln werden die nachstehenden Themen ausführlich behandelt: Die Ergebnisse der Studie "Lernangebote zu Künstlicher Intelligenz in der Medizin", welche von der Charité Universitätsmedizin Berlin und dem KI-Campus durchgeführt wurde. Diese Studie bietet einen umfassenden Überblick über KI-bezogene Lernmöglichkeiten im Bereich der medizinischen Bildung und beleuchtet auch die zunehmende Anzahl digitaler Lernformate.

Zudem werden zwei exemplarische Umsetzungsbeispiele vorgestellt. Das erste Beispiel beschäftigt sich mit Ansätzen zur Integration von Medizininformatik und KI in das Kerncurriculum und das zweite Beispiel dreht sich um die longitudinale Implementierung von Lehrveranstaltungen.

3.2.1 LeKIM-Studie

Merve Sarica, Nicolas Frey

Die LeKIM Studie (Lernangebote zu Künstlicher Intelligenz in der Medizin)¹⁵ untersuchte den Bestand und den Bedarf an Lernangeboten im Bereich Künstliche Intelligenz (KI) für Medizinstudierende und Ärzt:innen in Deutschland. Die Studie hatte zum Ziel, den aktuellen Stand der KI-bezogenen Lernangebote zu erfassen, relevante KI-Kompetenzen und

¹⁵ Mosch, Lina/ Brandt, Jenny/ Frey, Nicolas et. al. (2021): *Lernangebote zu Künstlicher Intelligenz in der Medizin*. und <https://ki-campus.org/publications/studie-ki-medizin-lernangebote>.

Lernformate zu definieren, sowie Bedarfslücken und Herausforderungen bei der Implementierung dieser Lernangebote in der medizinischen Aus-, Weiter- und Fortbildung zu identifizieren. Letztendlich sollte die Studie Strategien und Empfehlungen für eine erfolgreiche KI-Ausbildung von Mediziner:innen darlegen.

Die Studienergebnisse umfassen eine Umfrage unter allen 39 deutschen medizinischen Ausbildungsstätten, die Auswertung der Weiterbildungsverordnungen der Bundesärztekammer und der Landesärztekammern, sowie eine Analyse von weiteren Lernangeboten zum Thema KI in der Medizin, einschließlich Masterstudiengängen und Summer Schools. Zudem wurden Interviews mit Experten im Bereich KI und Digitalisierung in der Medizin durchgeführt.

Die Ergebnisse dieser Studie können weitreichende Implikationen für die Gestaltung und Implementierung von KI-bezogenen Lernangeboten in der medizinischen Ausbildung und Praxis haben. Sie sind essentiell, um sicherzustellen, dass Ärzt:innen die Vorteile der KI vollständig nutzen und die damit verbundenen Herausforderungen bewältigen können.

Die LeKIM-Studie hat durch ihre ausführliche Betrachtung des Status Quo und des Bedarfes innerhalb des Medizinstudiums, der ärztlichen Fort- und Weiterbildung und zusätzlicher Angebote ein Alleinstellungsmerkmal im deutschsprachigen Raum (Stand 08/2023). Auch wenn die Studie ausschließlich Lernangebote zu Künstlicher Intelligenz in der Medizin untersucht hat, lassen sich die Ergebnisse auf andere Bereiche der Digitalen Medizin übertragen. Dies wurde durch die Interviews mit Expert:innen und die qualitative Auswertung im Rahmen der Bedarfsanalyse deutlich.

Ergebnisse der Bestandsanalyse

Die Ergebnisse der Bestandsanalyse zeigen auf, dass Künstliche Intelligenz (KI) in der medizinischen Aus- und Weiterbildung in Deutschland noch nicht ausreichend integriert ist. Unter den 39 medizinischen Fakultäten, die nach der deutschen Approbationsordnung ausbilden, existieren nur wenige KI-bezogene Lehrangebote. Diese Erkenntnisse wurden durch die betreffenden Dekanate bestätigt. Die Untersuchung der (Muster-)Weiterbildungsordnungen der Bundesärztekammer (BÄK) und der 17 Landesärztekammern ergab, dass KI-Lernziele selten vertreten sind. Ähnliches gilt für KI-Themen in den CME-Fortbildungskursen (Continuing Medical Education) der Landesärztekammern und in der bundesweiten Fortbildungssuche der BÄK. Eine ergänzende Schlagwortsuche in der bundesweiten Fortbildungssuche der BÄK bestätigte dieses Ergebnis. Darüber hinaus wurde eine systematische Internetrecherche durchgeführt, um Masterstudiengänge und Summer Schools zum Thema KI in der Medizin zu identifizieren. Auch hier zeigte sich, dass solche spezialisierten Angebote eher rar sind. Ähnlich verhielt es sich bei der Suche nach digitalen Formaten wie Wissensdatenbanken und Massive Open Online Courses (MOOCs), die KI-bezogene Lernangebote bereitstellen könnten.

Ergebnisse der Bedarfsanalyse

Inhalte und Kompetenzen

Um KI-Kompetenzen zu entwickeln, benötigt man Kenntnisse über die theoretischen und technischen Grundlagen der KI (Funktionsprinzipien, Medical Data Science, Wissensrepräsentation, mathematische Grundlagen) sowie praktische Erfahrung mit KI-Systemen. Außerdem sind Kompetenzen im Bereich der ethischen, rechtlichen und sozialen Fragen (ELSI) in Bezug auf KI wichtig. Ärzt:innen tragen zum einen die Verantwortung, den Nutzen von KI-Verfahren für die Patient:innenversorgung unabhängig von deren technischer Machbarkeit zu bewerten - zum anderen sollen sie in der Lage sein, Limitationen der Anwendung und einen möglichen Bias des Algorithmus erkennen zu können.

Die Integration von KI-Lernangeboten in die medizinische Ausbildung steht vor einer großen Herausforderung aufgrund des bereits überfrachteten Curriculums. Das Medizinstudium bietet nur begrenzte Möglichkeiten, neue Inhalte zu integrieren. Es sei wichtig, das Studium stärker an der Forschung auszurichten und dabei mehr Gelegenheiten für problemorientiertes und kreatives Lernen zu schaffen.

Handlungsempfehlungen zur Vermittlung der Kompetenzen und Implementierung neuer Lernangebote

- interprofessionelle Zusammenarbeit der Lehrenden
- Lehrstühle für Digitale Medizin oder KI in der Medizin einrichten, qualifizierte KI-Expert:innen involvieren
- neue Denkweisen und Problemlösestrategien ("to learn how to learn") fördern
- Lernangebote forschungsbezogen gestalten (bspw. durch Kopplung mit guter wissenschaftlicher Praxis oder Clinician-Scientist Programmen)
- Nutzung webbasierter Lern- oder Programmierumgebungen und interaktiver digitaler Plattformen
- KI-Basiskompetenzen in das medizinische Kerncurriculum einbauen mit Schaffung des direkten Anwendungsbezugs in den höheren Semestern
- vertiefende KI-Kompetenzen im Rahmen von Wahl(pflicht)angeboten vermitteln (bspw. praktische Programmierkompetenzen und Data Science Inhalte)

3.2.2 Integration von Medizininformatik und KI ins Kerncurriculum an der Universität Münster

Julian Varghese

Das Kerncurriculum bezieht sich in diesem Abschnitt auf das Lehrangebot, das fester Bestandteil des Stundenplans im Medizinstudium ist und somit kein Wahl- oder Wahlpflichtangebot darstellt. Eine Reihe von medizininformatischen Basisinhalten, wie z.B. Datenschutz, Krankenhausinformationssysteme und Telemedizin werden durch Medizininformatik Lehrangebote im Kerncurriculum angeboten. Allerdings hat die LeKIM Studie (s.o.) wichtige Hinweise dafür geliefert, dass aufstrebende Themen wie Künstliche Intelligenz und deren Anwendungen im aktuellen Kontext noch kaum Einzug gehalten haben. Mit dieser Problematik hatte sich die Arbeitsgruppe Medizininformatik-Lehre in der Me-

medizin der *Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie* (GMDS-Fachgesellschaft¹⁶) beschäftigt und ein neues Kapitel in ihr Lernzielkatalog (MI-Lernzielkatalog) aufgenommen, wonach Maschinelle Lernverfahren, ihre prinzipiellen Wirkweisen und der kritische Rahmen hinsichtlich ihrer medizinischen Anwendung benannt wurden. Die Lernziele dieses Kapitels wurden später zum größten Teil in den aktuellen NKLM übernommen.

Eine Beispielimplementierung anhand des neuen MI-Lernzielkatalog wurde an der Universität Münster erstmalig ab dem Wintersemester 2021/22 als 2*45 Minuten Vorlesungen in der Veranstaltungsreihe Medizinische Informatik im 9. Semester erprobt und seitdem kontinuierlich weiterentwickelt und von Studierendenseite im Vergleich zu den klassischen Medizininformatik-Inhalten evaluiert, siehe Abbildung 1. Die Studierendenauswertung am Ende eines Semesters liefert erste wichtige Hinweise darauf, dass die neu implementierten KI-Inhalte am besten bewertet wurden. Bzgl. des Lernerfolgs lässt sich festhalten, dass die KI-spezifischen MC-Fragen, die Wissen zu Grundlagen von Künstlich Neuronale Netzen, KI-Evaluation und KI-Regulatorik in der Medizin prüfen mit >80% von allen Studierenden beantwortet wurden, was deutlich über dem Durchschnitt aller MC-Fragen im jeweiligen Semester lag. Durch diese positive Entwicklung und den gegebenen NKLM-Anforderungen, wurde am Standort Münster beschlossen, für das Wintersemester 2023/24 eine zusätzliche Integration von KI bzw. Data Science Inhalten in ein Pflichtpraktikum "Medizininformatik" zu integrieren, in dem Studierende mithilfe einer hoch interaktiven Lernumgebung basierend auf Jupyter-Notebooks und Machine-Learning Aufgaben anschauliche Datenanalysen eigenständig unter Aufsicht durchführen und v.a. die Chancen und Limitationen von neueren Entwicklungen wie Large-Language-Modellen oder generativer KI wie z.B. ChatGPT aktiv erleben und mit Informatik-Experten diskutieren.

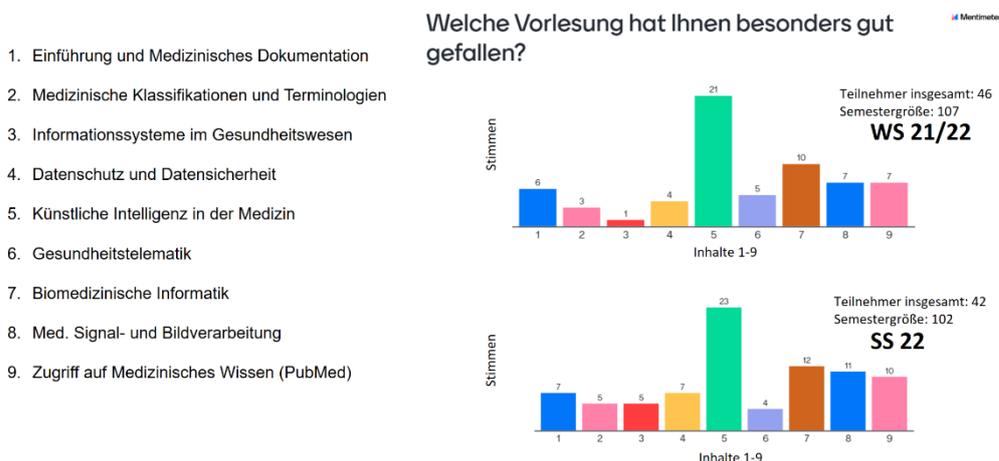


Abb. 1. Inhaltsspezifische Studierendenbewertung in Medizininformatik. Quelle: Mentimeter-Abfrage zum Vorlesungsabschluss Medizininformatik 9. Semester, Medizinische Fakultät, Universität Münster. Originaldaten inkl. Freitextkommentare vom fakultätseigenen Evaluna-System auf Anfrage erhältlich.

¹⁶ vgl. Timmer, Antje/ Weberschock, Tobias/ Varghese, Julian/ et. al. (2022): Digitalisierung, Evidenzbasierte Medizin, Prävention und Forschungskompetenz: Die Rolle der Medical Data Sciences im neuen Medizin-Curriculum. Empfehlungen zur Umsetzung des NKLM 2.x durch Epidemiologie, medizinische Biometrie und Medizininformatik, mit Bioinformatik und verwandten Fächern.

Neue Lerninhalte und Kompetenzen im Zuge der digitalen Transformation in der Medizin

Durch die vom BMBF geförderte Medizininformatik-Initiative wurden zahlreiche neue Professuren und Nachwuchsgruppen im Bereich Medizininformatik oder Medical Data Science an den medizinischen Fakultäten eingerichtet¹⁷. Hierdurch werden wichtige finanzielle und strukturelle Voraussetzungen geschaffen, um in Zukunft deutlich mehr qualifiziertes Lehrpersonal für die genannten Lehrinhalte in den medizinischen Fakultäten bereitzustellen. An den medizinischen Fakultäten sollte daher das neue hinzugewonnene Lehr- und Forschungspersonal in den neuen Entwicklungen der Approbationsordnung und der lokalen Studienordnungen intensiver befragt und integriert werden, um Expertisen harmonisch abzubilden und Doppelangebote zu vermeiden.

3.2.3 Longitudinales Curriculum „Digitalisierung in der Medizin“ an der medizinischen Fakultät der Universität Basel

Jenny Brandt

Wie bereits in der LeKIM-Studie (Kap. 3.2.1) für Deutschland aufgezeigt wurde, existiert auch in der Schweiz an den meisten medizinischen Fakultäten keine standardisierte Vermittlung digitaler Kompetenzen.¹⁸ Aufgrund der hohen Relevanz des Themas hat sich die medizinische Fakultät der Universität Basel für die Umsetzung eines longitudinalen Curriculums „Digitalisierung in der Medizin“ entschieden.

Das Curriculum wurde beginnend im November 2021 in enger Zusammenarbeit der Forschungsgruppe des Innovationsmanagements des Universitätsspitals Basel¹⁹ mit dem Dekanat der medizinischen Fakultät, dem Netzwerk DiKoM²⁰ und dem KI-Campus entwickelt und wird fortlaufend ausgebaut.²¹

Es wurden zehn Themengebiete mit spezifischen Lernzielen definiert:

- Grundlagen der Künstlichen Intelligenz
- Datenkompetenz
- Datenschutz (rechtliche Implikationen)
- Patient Empowerment
- Klinische Entscheidungsunterstützungstools
- Personalisierte Medizin
- Klinische Informationssysteme
- Telemedizin
- Robotik und ihre Anwendung in der Medizin
- Ethische Aspekte

¹⁷ <https://www.medizininformatik-initiative.de/de/konsortien/medizininformatik-lehre-und-fortbildung>

¹⁸ Hautz, Stefanie/ Exadaktylos, Aristomenis K./ Hautz, Wolf E./ et al. (2020): Digitale Kompetenzen in der medizinischen Ausbildung der Schweiz- eine Standortbestimmung.

¹⁹ Innovation Lab d. Universitätsspitals Basel: <https://innovation.usb.ch/index/innovation-lab.html>.

²⁰ DiKoM: „Netzwerk zu digitalen Kompetenzen in der Medizin“, gegründet Anfang 2021. Das Netzwerk ist personell größtenteils in der AG vertreten, die diese Handreichung vorlegt: https://medinfo.charite.de/studium_lehre/dikom/.

²¹ Longitudinales Curriculum der Universität Basel: <https://medizinstudium.unibas.ch/Digitalisierung.pdf>.

Handreichung Digitalisierung der Fachbereiche: Medizin

Neue Lerninhalte und Kompetenzen im Zuge der digitalen Transformation in der Medizin

Nachdem die Lernziele feststanden, wurde von der Fachvertretung und dem Dekanat sondiert, in welche bestehenden Lehrveranstaltungen diese implementiert werden können und welches didaktische Format sich am besten eignet.

Das Thema "Mobile Sensoren in der Medizin" wurde z.B. durch eine neue Vorlesung im Themenblock zu Herz/Kreislauf verankert, das Thema "Einsatz von Patienten-Apps in der Adipositas- oder Diabetes-Therapie" in eine bestehende Vorlesung im Themenblock Endokrine Systeme integriert, usw.

Für einige Themen mussten neue Lehrveranstaltungen geschaffen werden, wie beispielsweise ein Arzt-Patienten-Praktikum zur Telemedizin, welches erstmals im Herbst 2023 durchgeführt wird. Hierbei erlernen die Studierenden in Kleingruppen die Besonderheiten einer telemedizinischen Konsultation im hausärztlichen Setting.

Die Lernziele über die Grundlagen der Künstlichen Intelligenz für das erste Studienjahr werden komplett durch ein eigens konzipiertes eLearning-Modul abgedeckt, das gemeinsam mit KI-Campus²² entwickelt wurde. Der Online-Kurs basiert auf der Lernplattform Moodle und besteht aus neun Modulen mit kurzen Videos (5 bis 7 min), Texteinheiten und interaktiven Aufgaben.

Er ist eingebettet in eine Einführungsvorlesung in Präsenz und einen abschließenden Thementag zur Digitalisierung in der Medizin, in dem die Inhalte des eLearnings aufgegriffen werden. Das Konzept folgt somit einem Blended Learning bzw. Flipped Classroom Ansatz. Der Kurs ist prüfungsrelevant und muss von den Studierenden mit einem Zertifikat abgeschlossen werden.

Von entscheidendem Vorteil ist, dass für die Lerninhalte, die durch das eLearning abgedeckt werden, keine Dozierenden vor Ort benötigt werden, die die Lernziele in mehreren Vorlesungen aufbereiten. Zudem unterliegen gerade diese Inhalte einer hohen Dynamik und können somit regelmäßig auf ihre fachliche Richtigkeit überprüft und agil verändert werden.



Abb. 2. Screenshot Startseite Basler Modul

²² KI-Campus: <https://ki-campus.org/>

Neue Lerninhalte und Kompetenzen im Zuge der digitalen Transformation in der Medizin

Da in diesem Kurs verschiedene Lernpfade möglich sind, z.B. zu Basiskompetenzen und vertiefenden Kompetenzen, ist geplant, die Thematik zu einem späteren Zeitpunkt im Studium wieder aufzugreifen und zu intensivieren. Studierende, die das im Herbst 2022 neu eingeführte eLearning-Modul nicht durchlaufen haben, können diese Inhalte somit nachholen und danach einem vertieften Lernpfad folgen. Studierende, die das Modul bereits kennen, können gleich dem vertieften Lernpfad folgen.

Zudem sind weitere, kürzere Module in Planung, z.B. zu KI-Anwendungen in der Radiologie, die dann ebenfalls in die Präsenzlehre vor Ort eingebettet sind. Der Kurs, der unter dem Titel "Basler Modul" läuft, wird in enger Zusammenarbeit mit KI-Campus weiterentwickelt und ist ausdrücklich mit möglicher Modifizierung und Anpassung der Lerninhalte auf andere Standorte übertragbar, weshalb der Ansatz in dieser Handreichung ausführlicher beschrieben wurde.

Das longitudinale Curriculum kann unter diesem [Link](#) eingesehen werden.²³

²³ Longitudinales Curriculum der Universität Basel: <https://medizinstudium.unibas.ch/de/lehrkonzept/aufbau-des-curriculums/longitudinale-fach-und-themenbereiche/>

4 Umsetzung und Erweiterung evidenzbasierter didaktischer Methoden durch digitale Werkzeuge

Bernd Romeike

Evidenzbasierte didaktische Methoden basieren in der Regel auf den Grundprinzipien der kognitiven Neurobiologie. Wir wissen also ziemlich genau, wie und warum ein didaktisches Konzept funktioniert. Die digitale Transformation birgt nun die Gefahr, dass wir neue digitale Werkzeuge einsetzen, ohne uns ausreichend mit den Konsequenzen auseinanderzusetzen. „A fool with a tool is still a fool.“ Die Didaktik sollte als Grundprinzip immer im Vordergrund stehen und die digitale Technologie als Unterstützung dienen - nicht umgekehrt. In der eigentlichen digitalen Transformation entsteht darüber hinaus ein echter Mehrwert, der im analogen Umfeld so nicht möglich wäre.

Warum muss das digitale Werkzeug der Didaktik folgen?

Stellen Sie sich die digitale Technologie als multifunktionales Werkzeug vor, zum Beispiel als Schweizer Taschenmesser. Ein solches Werkzeug kann in den Händen eines Experten Wunder bewirken. In den Händen eines Laien ohne entsprechende Ausbildung und Expertise hat ein Schweizer Taschenmesser wenig oder gar keinen Wert und kann sogar zu Verletzungen führen. Ein gutes digitales Werkzeug allein macht noch keinen guten Lehrenden oder Studierenden. Didaktik - die Methode und Praxis des Lehrens - bleibt das Herzstück des Bildungsprozesses.

4.1 Das (Online) Inverted Classroom Model. Ein Good-Practice-Beispiel

Daniel Tolks, Bernd Romeike

In der medizinischen Ausbildung sind Lehrmethoden von entscheidender Bedeutung, um angehende Fachkräfte optimal auf die Herausforderungen des Gesundheitswesens vorzubereiten. Eine innovative und vielversprechende Methode, die in diesem Zusammenhang an Bedeutung gewonnen hat, ist das "Inverted Classroom Model" (ICM). Dieser Ansatz kehrt herkömmliche Unterrichtsstrukturen um, indem er den Fokus von passivem Zuhören im Unterricht auf aktive Beteiligung und individuellen Wissenserwerb außerhalb des Unterrichts verlagert.

Beim Inverted Classroom Model wird im Gegensatz zur klassischen Vorlesung dabei die Reihenfolge von Selbstlern- und Präsenzphase umgedreht.²⁴ Es entsteht somit ein aktivierendes Lehren/Lernen, bei dem die Studierenden eigenverantwortlich arbeiten und in der Präsenzphase durch den Lehrenden unterstützt werden. Die Studierenden erwerben Faktenwissen zur Thematik durch verschiedene Lernmaterialien wie Video-Podcasts, Fachartikel etc. online und in ihrem eigenen Lerntempo, zeit- und ortsunabhängig. In der Präsenzphase wird dieses Wissen dann angewandt und vertieft. Laut einigen Studien erzielt die ICM bislang gute Erfolge bezüglich der Motivation, des Engagements und der Lernergebnisse der Studierenden.²⁵ Auch in der medizinischen Ausbildung findet die ICM eine breitere Anwendung.²⁶

Am Klinikum der LMU wurde das Fach Gesundheitssysteme, -ökonomie und öffentliche Gesundheitspflege (GGG) mithilfe des Inverted Classroom Models (ICM) neugestaltet.²⁷ Das Seminar bezieht sich auf ein reales Patientenbeispiel und behandelt das deutsche Gesundheitssystem aus Sicht des Patienten. Im Wintersemester 2018/19 wurde auf Basis der ICM eine ca. 15-minütige Online-Selbstlernphase für das Seminar entwickelt. In dieser Phase sollen sich die Studierenden zunächst einen Überblick über die Patientengeschichte verschaffen und sich mittels festgelegter Lernziele eigenständig Faktenwissen aneignen. Die Verwendung der Videos soll den Lernprozess der Studierenden unterstützen.

In der Präsenzveranstaltung werden die Themen der Videos praxisbezogen vertieft, auf den Patientenfall angewendet und mögliche Behandlungsfehler diskutiert. Hierbei kommen Flipchart-Zusammenfassungen, Impulsreferate der Dozierenden, Gruppendiskussionen und Quizzes zum Einsatz, die als zusätzliches interaktives Element eingesetzt wurden.

Durch die COVID-19-Pandemie wurden neue rein digitale Lernformate im Sinne des Emergency Remote Teaching benötigt. Der Mehraufwand für die digitale Lehre konnte während des Seminars "Der einsame Patient" aufgrund der bereits bestehenden ICM reduziert werden. Die Anpassungen betrafen die vorherige Präsenzphase, die es anzupassen galt. Um die Interaktion in der reinen Online-Lehre zu erhöhen und gemäß dem Inverted Classroom Model anzupassen, wurde das Kurskonzept angepasst.²⁸ Dazu wurde

²⁴ Lage, Maureen J./ Platt, Glenn/ Treglia, Michael (2000): Inverting the Classroom: A Gateway to Creating an Inclusive Learning Environment.

²⁵ Cheng, Li/ Ritzhaupt, Albert D/ Antonenko, Pavlo "Pasha" (2018): Effects of the flipped classroom instructional strategy on students' learning outcomes: a meta-analysis.

Låg, Torstein/ Sæle, Rannveig G. (2019): Does the Flipped Classroom Improve Student Learning and Satisfaction? A Systematic Review and Meta-Analysis

van Alten, David C.D./ Phielix, Chris/ Janssen, Jeroen/ et al. (2019): Effects of flipping the classroom on learning outcomes and satisfaction: A meta-analysis.

Strelan, Peter/ Osborn, Amanda Jane/ Palmer, Edward J. (2020): The flipped classroom: A meta-analysis of effects on student performance across disciplines and education levels.

²⁶ Tolks, Daniel/ Schäfer, Christine/ Taupach, Tobias/ et al. (2016): An introduction to the inverted/ flipped classroom model in education and advanced training in medicine and in the healthcare professions.

Chen, Fei/ Lui, Angela M./ Martinelli, Susan M.(2017): A systematic review of the effectiveness of flipped classrooms in medical education.

²⁷ Huber, Johanna/ Wittl, Matthias/ Tolk, Daniel/ et al. (2021): The use of the online Inverted Classroom Model for digital teaching with gamification in medical studies.

²⁸ Tolks, Daniel/ Romeike, Bernd/ Ehlers, Jan P./ et al. (2021): The online inverted classroom model (oICM). A blueprint to adapt the inverted classroom to an online learning setting in medical and health education (Version 2).

synchrone Online-Lehre durchgeführt. Zur Aktivierung der Studierenden wurde das gamifizierte Audience-Response-System (ARS) *Kahoot!* eingesetzt. Der Einsatz von ARS und insbesondere von *Kahoot!* konnte in einigen Studien als förderlich für das Lernen belegt werden.²⁹ Bereits einige Studien konnten den positiven Effekt des Einsatzes von Gamification in ICM-Lernumgebungen nachweisen.³⁰

Methodik

Der Fragebogen wurde auf Grundlage des ICAP-Modells entwickelt. Das ICAP-Modell klassifiziert Lernaktivitäten nach ihrer kognitiven Beteiligung in vier Stufen: "Interaktiv" (diskutieren/feedbacken), "Konstruktiv" (selbst erstellen/verknüpfen), "Aktiv" (wiederholen/manipulieren) und "Passiv" (hören/zusehen). Es umfasst 28 Evaluationsfragen, die unter anderem den eigenen Lernprozess der Studierenden erfassen. (N=202; Rücklaufquote: 41%).

Ergebnisse

Die ersten Evaluationsergebnisse und Feedbackrunden mit den Studierenden lassen den vorsichtigen Schluss zu, dass der Einsatz des Online-Flipped-Classroom-Modells nicht zu schlechteren Ergebnissen hinsichtlich des subjektiv wahrgenommenen Lernerfolgs und der Interaktivität während der Lehrveranstaltung im Vergleich zu den vorherigen Präsenzsemestern führt. So wird das Seminar in der Gesamtbewertung im Durchschnitt etwas besser beurteilt als das Vorangegangene.

Die Studierenden gaben an, dass sie das synchrone Veranstaltungsformat gegenüber der asynchronen digitalen Lehre bevorzugen. Darüber hinaus ist festzuhalten, dass der Rücklauf der Online-Evaluation im Vergleich zu den Präsenzveranstaltungen der vorangegangenen Semester oder auch im Vergleich zur asynchronen Lehre höher war.

Schlussfolgerung

Durch Anwendung der Online-Inverted-Classroom-Methode konnte die digitale Lehre im COVID-19-Sommersemester erfolgreich fortgesetzt werden. Es lässt sich zudem erkennen, dass die Nachteile der reinen Online-Lehre, wie die reduzierte oder fehlende Interaktion mit den Studierenden, zumindest teilweise kompensiert wurden.

4.2 Künstliche Intelligenz (KI) in der medizinischen Aus- und Weiterbildung: Potenziale, Anwendungen und Herausforderungen

Matthias Laupichler, Daniel Tolks, Bernd Romeike, Peter Rasche, Tim Schubert

Das sehr breite Feld der künstlichen Intelligenz bietet unterschiedlichste Möglichkeiten, mithilfe derer die medizinische Aus- und Weiterbildung unterstützt werden kann. So nutzen viele der im Rest dieses Kapitels vorgestellten Anwendungen teilweise ebenfalls KI-Methoden (z.B. *Augmented Reality* Anwendungen). Wegen der sich schnell wandelnden und verbessernden KI-Möglichkeiten ist es allerdings schwierig, eine genaue Taxonomie der KI-basierten Lehr- und Lernanwendungen zu bieten. Insbesondere die Generative KI,

²⁹ Wang, Alf Inge/ Tahir, Rabail (2020): The effect of using Kahoot! for learning - A literature review.

³⁰ Sailer, Michael/ Sailer, Maximilian (2020): Gamification of in-class activities in flipped classroom lectures.

die auch sog. Large Language Models (LLMs) umfasst, scheint einen großen Einfluss auf das Medizinstudium zu entwickeln.³¹ Dennoch können einige vielversprechende didaktische Methoden vorgestellt werden, welche durch KI ermöglicht oder unterstützt werden. Dabei gibt es "AIED"-Systeme (Artificial Intelligence in Education), die eher auf die Lernenden fokussiert sind, sowie Systeme, welche eher die Lehrenden unterstützen.³² Die Grenze ist hier allerdings nicht klar zu ziehen, und oft finden Systeme aus dem einen Bereich auch in dem anderen Bereich Anwendung.

Beispiele für Systeme mit Lernenden-Fokus:

- Zusammenfassungen langer/komplexer Texte: LLMs wie ChatGPT von OpenAI können Studierende darin unterstützen, umfangreiche Lerntexte oder wissenschaftliche Arbeiten sinnvoll zusammenzufassen. Insbesondere <https://elicit.org/> bezieht sich auf wissenschaftliche Artikel und verweist dabei auf die Originalquellen. Dadurch können unterschiedliche Quellen effizient genutzt und verglichen werden.
- Intelligent Tutoring Systems (ITS): Während ITS nicht zwangsläufig KI nutzen, kann KI die Leistung von ITS bedeutend steigern. So kann KI zum Beispiel genutzt werden, um Lernenden Lernaktivitäten vorzuschlagen, die zu ihrem individuellen Leistungsstand und Lerntyp passen.
- Automatisiertes Formatives Prüfen: Mithilfe von KI kann eine große Anzahl an Übungsfragen ressourceneffizient generiert werden. Diese Übungsfragen können im Rahmen von formativen (also unbenoteten) Prüfungen eingesetzt werden, um den sog. "test enhanced learning" Effekt zu nutzen. Durch das wiederholte Testen der eigenen Leistung werden kognitive Prozesse angeregt, die die Erinnerung des Stoffs begünstigen. Zudem könnten solche Übungsfragen in Programme wie Quizlet oder Anki eingespeist werden (vgl. 3.7 Digitale Werkzeuge zum Lernen). Kombiniert mit entsprechendem Feedback haben Studierende die Möglichkeit, ihre eigenen Stärken und Schwächen im entsprechenden Fach zu identifizieren.

Beispiele für Systeme mit Lehrenden-Fokus:

- Automatisiertes Summatives Prüfen: Ähnlich wie beim automatisierten formativen Prüfen werden KI-Systeme (in erster Linie Large Language Models) genutzt, um Prüfungsfragen zu erstellen. Der Unterschied ist, dass die Fragen in benoteten, summativen Klausuren eingesetzt werden. Somit besteht hier ein noch höherer Anspruch an die Qualität (Reliabilität, Validität, etc.) der Fragen. Es ist empfehlenswert, die KI-generierten Prüfungen durch eine/n Fachexperten:in kontrollieren zu lassen und einer vorgelagerten formativen Prätistung zu unterziehen.

³¹ Abd-alrazaq, Alaa/ AlSaad, Rawan/ Alhuwail, Dari/ et al. (2023): Large Language Models in Medical Education: Opportunities, Challenges, and Future Directions.

Mbakwe, Amarachi B./ Lourentzou, Ismini/ Cel, Leo A./ et al. (2023): ChatGPT passing USMLE shines a spotlight on the flaws of medical education.

Moritz, Sören/ Romeike, Bernd/ Tols, Daniel/ et al. (2023): "Generative AI (gAI) in medical education: ChatGPT and co.

³² Holmes, Wayne/ Tuomi, Ilkka (2022): State of the art and practice in AI in education.

- **Personalisiertes Feedback:** KI kann Lehrende darin unterstützen, detailliertes und auf den Lernenden personalisiertes Feedback zu generieren. Dabei kann Feedback entweder vollständig automatisiert durch die KI-Anwendung erstellt werden, oder es wird KI genutzt, um zum Beispiel aus quantitativen Bewertungen einer Lehrperson ein qualitatives Feedback in gut verständlicher Sprache zu generieren.
- **Plagiatdetektion:** Lehrende können insbesondere im Rahmen von Abschluss- und Hausarbeiten sowie Dissertationen auf KI-Anwendungen zurückgreifen, welche prüfen können, ob der/die Autor:in Inhalte anderer Quellen verwendet hat, ohne dies kenntlich zu machen. Allerdings muss bedacht werden, dass die Plagiatdetektion dem technologischen Fortschritt hinterherhinkt. Insbesondere die Detektion von LLM-generierten Textpassagen in eigenständigen wissenschaftlichen Arbeiten ist nicht mit zufriedenstellender Genauigkeit möglich. Tatsächlich führt die Nutzung von Plagiatdetektionssoftware noch zu häufig zu falsch-positiven Ergebnissen. Es ist somit entscheidend, den Lernenden herausfordernde Aufgaben zu stellen, die eine eigenständige Auseinandersetzung mit dem Thema erfordern. Dadurch würde die Plagiatserkennung im Kontext von Abschlussarbeiten, Hausarbeiten und Dissertationen nahezu überflüssig, da die individuelle und kreative Auseinandersetzung mit einem Thema nur schwer kopierbar ist.³³

4.3 Generative KI Werkzeuge

Bernd Romeike, Peter Rasche, Matthias Laupichler, Tim Schubert, Daniel Tolks

Generative KI bezieht sich auf Systeme, die in der Lage sind, neue Daten oder Inhalte zu erzeugen, die zuvor nicht existierten, und zwar auf der Grundlage von Mustern und Informationen, die sie aus vorhandenen Daten gelernt haben. Dies wird oft durch Techniken wie *Generative Adversarial Networks* (GANs) oder *Variational Autoencoders* (VAEs) erreicht. Generative Modelle versuchen, die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Trainingsdaten zu approximieren. Dadurch können neue Datenmuster abgeleitet werden. Sie werden in verschiedenen Bereichen eingesetzt, z. B. bei der Erzeugung von Bildern und Sprache, beim künstlerischen Schaffen und sogar bei der Entdeckung von Medikamenten.

Notiz: Zunächst möchten die Autoren ganz klar gegen ein Verbot der generativen KI (gKI) Stellung beziehen. Die Büchse der Pandora ist geöffnet und gKI wird nicht mehr weggehen, und das ist auch gut so.

Doris Weßels hat in ihren Workshops oft den Vergleich mit Taschenrechnern gezogen. Taschenrechner machen uns zu wahren Rechenkünstlern - und trotzdem käme niemand auf die Idee, Mathematikunterricht als überflüssig zu betrachten. Deshalb ist es unerlässlich, den Umgang mit diesen mächtigen Werkzeugen aktiv zu vermitteln. Derzeit besteht dringender Handlungsbedarf, um die "Bildungsgerechtigkeit" wiederherzustellen. Weder das Verbot noch der Einsatz von gKI-Detektionssoftware wird zur Wiederherstellung von Bildungsgerechtigkeit führen. Was wir brauchen, sind frei zugängliche gKI-Werkzeuge oder Campus-Lizenzen und neue Lehrformate wie die Schreibwerkstatt, um

³³ Else H. Abstracts written by ChatGPT fool scientists. Nature. 2023;613(7944):423–423 und <https://pub-med.ncbi.nlm.nih.gov/36635510/>

die Chancen und Risiken von gKI in evidenzbasierten Studien erforschen zu können. In Anlehnung an ein berühmt gewordenes Zitat könnte man sagen, dass gKI die Universitätsmedizin natürlich nicht ersetzen wird, aber eine Universitätsmedizin, die gKI einsetzt, wird gegenüber Einrichtungen, die diesen Schritt nicht gehen, im Vorteil sein.

Ein bereits heute beeindruckendes Beispiel aus der Entwicklungsabteilung der "Khan Academy" ist unter dem Begriff "Khanmigo" (<https://en.khanacademy.org/khan-labs#khanmigo>) zu finden. Dieses Tool nutzt GPT-4 für den Betrieb eines KI-basierten Assistenten, der sowohl als virtueller (Super-) Tutor für Schüler als auch als Unterrichtsassistent für Lehrer fungiert. Sal Kahn, Gründer und CEO der "Kahn Academy", stellt seine neue Plattform in einem sehenswerten Ted-Talk vor: <https://youtu.be/hJP5GqnTrNo>. Durch den Einsatz von KI erhalten hierbei sämtliche Schüler individuellen, außerordentlich kreativen Einzelunterricht, einschließlich eines individuellen Feedbacks für Ihre Hausarbeiten.

Eine kleine Auswahl von Themen oder Werkzeugen möchten wir hier vorstellen, von denen wir annehmen, dass sie die Arbeit an den Universitätskliniken nachhaltig beeinflussen könnten. Bei allen Werkzeugen müssen sich die jeweiligen Anwendenden jederzeit der Problematik des Datenschutzes und der Persönlichkeits- und Urheberrechte bewusst sein.

Alles-in-Alles Verwandler und sonstige Generatoren

Die automatische Umwandlung von Audio in Text und umgekehrt ist den meisten von uns schon einmal begegnet. Text-zu-Bild-Konverter wie DallE oder Midjourney erleben gerade bei der jüngeren Generation einen großen Hype.

Viele gKI-Tools können uns beim selbstbestimmten Lernen in bisher ungekannter Weise unterstützen. Mit dem richtigen "Prompt" ist es kein Problem, sich geeignete Lernziele, Unterrichts- und Selbstüberprüfungsaufgaben generieren zu lassen. Hier ein Beispiel dazu.

Prompt für ChatGPT-4 (generiert am 02.09.2023):

Ich bin Medizinstudent im 5. Fachsemester und möchte die Geschichte der Pathologie lernen. Bitte generiere für mich die fünf wichtigsten Lernziele, fünf innovative digitale Unterrichtsmethoden und für später 5 Selbstüberprüfungsfragen, berücksichtige hierbei die Prinzipien des Constructive Alignment. Gebe mir Quellen an, aus denen ich qualitativ hochwertige zusätzliche Informationen recherchieren kann.

Hier kommt die Ausgabe:

****Lernziele zur Geschichte der Pathologie****

1. ****Einführung in die Pathologie:**** Erläutere die Grundbegriffe und definierenden Merkmale der Pathologie sowie die Entwicklung des Fachgebiets im Laufe der Geschichte.

2. **Historische Entwicklung von Diagnostik und Technik:** Verstehe die Veränderungen in der Diagnostik und der Verwendung von Technologien von der makroskopischen Betrachtung bis zur molekularen Ebene.
3. **Berühmte Persönlichkeiten und ihre Beiträge:** Kenne die Schlüsselpersönlichkeiten in der Geschichte der Pathologie und ihre bedeutenden Beiträge zum Fachgebiet.
4. **Pathologie und gesellschaftliche Veränderungen:** Erkenne den Einfluss der gesellschaftlichen, ethischen und rechtlichen Rahmenbedingungen auf die Praxis der Pathologie zu verschiedenen Zeiten.
5. **Aktuelle und zukünftige Trends:** Reflektiere über die aktuelle Rolle der Pathologie im medizinischen Bereich und spekuliere über zukünftige Entwicklungen und Herausforderungen.

Digitale Unterrichtsmethoden

1. **Interaktive Zeitstrahl-Software:** Verwende Tools wie "Tiki-Toki" oder "Timeline JS" zur visuellen Darstellung der Entwicklung der Pathologie. Lasse die Studierenden an der Gestaltung teilhaben, um interaktive Lerneinheiten zu erstellen.
2. **Virtuelle Labore und Pathologiesimulationen:** Verwende simulierte Umgebungen, in denen Studierende historische Techniken ausprobieren und den Fortschritt der Diagnostik erleben können.
3. **Digitale Fallstudien:** Integrierte Fallstudien von berühmten historischen Fällen mit modernen Interpretationen, die durch digitale Tools wie "Articulate Storyline" oder "H5P" interaktiv gestaltet werden.
4. **Podcasts und Videos:** Nutze multimediale Inhalte, um die Geschichte der Pathologie aus verschiedenen Perspektiven darzustellen. Dies kann Interviews mit Experten, Analysen historischer Fälle oder Betrachtungen der kulturellen Auswirkungen einschließen.
5. **Gamified Learning:** Integriere spielerische Elemente in den Lehrplan, zum Beispiel durch Quiz-Apps oder Serious Games, die den Studierenden die Geschichte der Pathologie näherbringen.

Selbstüberprüfungsfragen

1. Welche Hauptereignisse charakterisieren die Entwicklung der Pathologie vom Mittelalter bis zum 20. Jahrhundert?
2. Welche technologischen Fortschritte haben die Pathologie am meisten beeinflusst und warum?
3. Wer waren drei Schlüsselfiguren in der Geschichte der Pathologie und welche Beiträge haben sie geleistet?

4. Wie hat sich die Ethik in der Pathologie im Laufe der Zeit entwickelt, insbesondere im Hinblick auf Patientenrechte und -daten?

5. Welche aktuellen Trends in der Pathologie spiegeln die historischen Entwicklungen wider und welche könnten in der Zukunft auftreten?

****Quellen für vertiefende Recherche****

1. **Robbins Basic Pathology** von Vinay Kumar, Abul K. Abbas und Jon C. Aster.

2. **A History of Pathology** von D. Geraint James.

3. Die Webseite des **Royal College of Pathologists**, die viele Ressourcen und historische Artikel bietet.

4. **Molecular Pathology: The Molecular Basis of Human Disease** von William B. Coleman und Gregory J. Tsongalis. Dieses Buch bietet eine aktuelle Perspektive auf den molekularen Aspekt der Pathologie.

5. Fachzeitschriften wie **The American Journal of Pathology** oder **Archives of Pathology & Laboratory Medicine** für aktuelle Artikel und historische Retrospektiven.

Ich hoffe, dass diese Vorschläge Ihnen bei Ihrem Studium der Pathologie helfen werden!

Ende der Ausgabe.

Lassen wir uns von den digitalen Lehrmethoden inspirieren.

Timelines

Das Erstellen einer Timeline erscheint uns besonders interessant. Dies ist auch tatsächlich unter <https://www.tiki-toki.com/> möglich. Außerdem würden wir gerne ein virtuelles Pathologielabor besichtigen. Nach einer kurzen Google Suche landen wir hier. <https://www.virtualpathology.leeds.ac.uk/> und können gleich barrierefrei digital Mikroskopieren.

Lassen Sie einen virtuellen Diskussionspartner entstehen

Aber warum nicht gleich einen Experten wie z.B. Rudolf Virchow zu Rate ziehen und mit ihm über die Geschichte der Pathologie diskutieren. Hierzu gehen wir auf <https://beta.character.ai> und geben den Namen Rudolf Virchow ein. Die Antworten sind hier aktuell noch mit Vorsicht zu genießen. Wichtig ist hierbei, die richtigen Nachfragen zu stellen, damit auch sinnvolle Inhalte dabei herauskommen.

Fallbasiertes oder problemorientiertes Lernen

Für fallbasiertes oder problemorientiertes Lernen ist es für Chat-GPT-4 auch überhaupt kein Problem, eine Anzahl an Fall-Vignette zu generieren. Aufgrund des halluzinierenden Charakters wird nicht jeder Fall perfekt sein. Wenn ich mir aber eine Auswahl generieren lasse, habe ich vermutlich einen guten Startpunkt. Durch geeignete Nachfragen bzw. Verfeinerung der folgenden Prompts lässt sich das Ergebnis oft deutlich verbessern. Mit <https://articulate.com/> können Sie interaktive und ansprechende E-Learning-Kurse und -Module erstellen, ohne umfangreiche Programmierkenntnisse zu benötigen. Dabei können Sie multimediale Inhalte wie Texte, Bilder, Audio und Videos in Ihre Kurse integrieren und sogar interaktive Elemente wie Quizfragen, Drag-and-Drop-Aufgaben und Simulationen erstellen. Was interaktive Selbstlernaufgaben angeht, ist <https://h5p.org/> ein absolutes "Must See".

Lehrvideos oder Podcasts

Lehrvideos sind eine vielversprechende Lernmethode. Bei <https://www.synthesia.io/> können aus Texten einfache Videos erstellt werden. Ein weiteres sehr interessantes Werkzeug zum Erstellen und Bearbeiten von Videos oder Podcasts ist <https://www.descript.com>. Falls ich an einem Tag lieber eine Fahrradtour unternehmen möchte, erstellen wir uns lieber einen Podcast als ein Video.

Gamification oder Game-Based-Learning

Den o.g. Vorschlag "Gamified Learning" hätten wir vor einem Monat einfach ignoriert. Zu groß die Hürden und wir sind ja kein Informatiker. Zwischenzeitlich habe ich aber auch hierfür zwei Werkzeuge gefunden, die ich demnächst unbedingt ausprobieren werde:

<https://gamemaker.io/de>

<https://game-o-matic.com/>

Audio zu Text Generatoren

Ganz oben ist die Konvertierung von Audio zu Text bereits einmal erwähnt. Als ein vielversprechendes Werkzeug wäre <https://otter.ai/> zu erwähnen. Es ermöglicht die Echtzeit-Transkription von Audio, z.B. im Rahmen von Vorlesungen, aber auch online Meetings. Dieses und vergleichbare Werkzeuge können letztlich auch bei der Erstellung von Besprechungsprotokollen eine sehr große Hilfe darstellen.

Digitale Karteikarten

An anderer Stelle wird für lebenslanges Lernen auch der Nutzen von digitalen Karteikarten ausgeführt. Ein nützliches Werkzeug für die Erstellung von digitalen Karteikarten kann auch <https://www.wisdolia.com/> sein.

Generierung synthetischer Daten

Auch wenn das Feld noch äußerst jung ist, werden in Zukunft immer häufiger synthetische Patient:innendaten erzeugt werden, wie am Beispiel von N3C während der Sars-CoV-2 Pandemie gezeigt³⁴. So könnten auch Studierende beispielsweise mit elektronischen Patientenakten, Bilddaten u.ä. versorgt werden, die wie reale Patientendaten zwar semantisch und klinisch realistisch sind, zugleich aber keine tatsächlich existierenden Patient:innen-Informationen enthalten. Durch Generierung solcher Datensätze, beispielsweise durch *Generative Adversarial Networks*, können Studierende ausgiebig und realitätsnah Datenanalyse betreiben, wobei zugleich die Sicherheit der persönlichen Patient:innendaten in hohem Maße gewährleistet bleiben kann.

4.4 Gamification

Daniel Tolks

Gamification umschreibt die Idee, Spiel-Design-Elemente in spielfremden Kontexten zu verwenden, um die Motivation, die Leistung und das Engagement der Nutzenden zu erhöhen³⁵. Dazu gehören spielerische Elemente wie Punkte, Ranglisten, Avatare, Level-Ups, Quests (Aufgaben oder Missionen) und Badges (virtuelle Auszeichnungen). Mekler et al. stellen den Zusammenhang zwischen verschiedenen Gamification-Elementen und der Selbstbestimmungstheorie (SDT) von Ryan und Deci her³⁶. Diese definiert als Motivationstheorie drei universelle psychologische Grundbedürfnisse, die menschliches Handeln bestimmen: Kompetenzerleben, Autonomie und soziale Eingebundenheit. Werden ein oder mehrere dieser Bedürfnisse (z. B. durch Game-Design-Elemente) angesprochen, so hat dies positive Effekte auf das Verhalten sowie seine Determinanten.

³⁴ Thomas, Jason A./ Foraker, Randi E./ Zamstein, Noa/ et al. (2022): Demonstrating an approach for evaluating synthetic geospatial and temporal epidemiologic data utility: results from analyzing >1.8 million SARS-CoV-2 tests in the United States National COVID Cohort Collaborative (N3C).

³⁵ Deterding, Sebastian/ Dixon, Dan/ Khaled, Rilla/ et al. (2011): From game design elements to gamefulness: defining gamification.

³⁶ Ryan, Richard M./ Deci, Edward L. (2000): Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being.

Tab. 1. Zusammenhang von psychologischen Bedürfnissen und Game-Design-Elementen (mod. nach Sailer)³⁷

Psychologisches Grundbedürfnis	Game-Design-Element
Kompetenzerleben	Punkte Bestenliste Auszeichnungen (Badges) Leistungsanzeige Level-System Quests Boss Fights Kollektionen virtuelle Güter Freischalten von Inhalten
Autonomie	Profilgestaltung Avatare freie Gestaltung der Aktivitäten Auszeichnungen (Badges) bedeutsame Stories Quests
soziale Zugehörigkeit	Teams Teamevents Bestenliste Auszeichnungen (Badges) Netzwerkfunktionen (Kommentare, Likes) Epic Meaning virtuelle Güter Freischalten von Inhalten

Laut einer Metaanalyse von Sailer und Homner hat Gamification positive Effekte auf kognitive, motivationale und verhaltensbezogene Lernergebnisse³⁸. Auch Bai et al. konnten in einer Metaanalyse nachweisen, dass der Einsatz von Gamification im Vergleich zu Lernangeboten ohne Gamification zu besseren Lernergebnissen führt³⁹. Auch der Einsatz von Gamification in domänenspezifischen Settings wie der Schulbildung, der Aus-

³⁷ Sailer, Michael/ Hense Jan U./, Mayr Sarah/ et al. (2017): How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction.

³⁸ Sailer, Michael/ Homner, Lisa (2020): The Gamification of Learning: a Meta-analysis.

³⁹ Bai, Shurui/ Hew, Khe Foon/ Huang, Biyun (2020): Does gamification improve student learning outcome? Evidence from a meta-analysis and synthesis of qualitative data in educational contexts.

bildung von Gesundheitsberufen und der medizinischen Ausbildung zeigt positive Ergebnisse. Eine Zusammenfassung der Vor- und Nachteile beim Einsatz von Gamification findet sich in Tabelle 2.

Tab. 2. Vor- und Nachteile beim Einsatz von Gamification⁴⁰

Vorteile	Nachteile
Fördert die Motivation (Ryan & Deci 2000; Pappas 2017; Sailer et al. 2017)	Unterschiedliche Nutzertypen (Hamari et al. 2014)
Fördert das User-Engagement (Hamari et al. 2013)	Nutzung von Gamification wird in zunehmendem Alter schwieriger (Koivisto & Hamari 2014/ Koivisto & Malik 2019)
Hat einen positiven Einfluss auf den Lernprozess (Dichev und Dicheva 2017, Bai et al. 2020, Sailer & Homner 2020, Zainuddin et al. 2020)	Gender-Gap (Koivisto & Hamari 2014)
Unterstützt soziale Interaktionen (Hamari et al. 2013)	Abgrenzung zu Games und anderen Lehr- und Lernkonzepten unscharf (Tolks & Lampert 2016; Baranowski 2018; Breuer & Tolks 2018)
Fördert positiven Wettbewerb (Kapp 2012)	Gefahr der „Übergamification“ (Tolks 2020)
Ist leicht zugänglich (King et al. 2013; Lister et al. 2014; Sawyer 2014)	Novelty effect (Koivisto & Hamari 2014)
Ist bereits durch das Medium Spiel bekannt (Tolks et al. 2018)	
Lässt sich in den Alltag integrieren (Deterding et al. 2015; Munson et al. 2015)	
Ist kosteneffizient (Sawyer 2014; Munson et al. 2015)	
Ist geeignet in Kombination mit dem Inverted Classroom Model (Zainuddin et al. 2018; Sailer & Sailer 2021, Tolks et al. 2021)	

Im Kontext der medizinischen Ausbildung kann Gamification eingesetzt werden, um komplexe medizinische Konzepte verständlicher zu machen, klinisches Denken zu fördern und das Üben praktischer Fertigkeiten zu unterstützen. Ziel des Einsatzes von Gamification in der medizinischen Ausbildung ist es dabei, die Studierenden zu motivieren, sich aktiv am Lernprozess zu beteiligen, ihr Wissen zu vertiefen und ihre Fähigkeiten zu verbessern, indem die intrinsische Motivation durch spielerische Elemente gestärkt wird. Bei dem Einsatz von Gamification in der medizinischen Ausbildung gibt es einige Designprinzipien, die Lehrende berücksichtigen sollten:

⁴⁰ Quellen beim Autor.

Designprinzipien für den Einsatz von Gamification:⁴¹

- Kombination von mehreren Game-Design-Elementen
- Aktivierendes Lernen ermöglichen
- Theoretische Fundierung
- Abwägung beim Einsatz von kompetitiven Game-Design-Elementen
- Erstellung von Teams
- Einsatz von Storytelling
- Vernetzen von Gamification und Inverted Classroom
- Nachhaltigkeit
- Differenzierung von Gamification
- Entwicklung von neuen Game-Design-Elementen
- Anpassung an die jeweilige Zielgruppe
- Game-Design-Elemente wirken nicht immer gleich

Um die Aktivitäten in dem Bereich Gamification und Serious Games im deutschsprachigen Raum zu intensivieren, wurde 2019 das Netzwerk Serious Games und Gamification for Health gegründet, welches durch das Hochschulforum Digitalisierung gefördert wurde: <https://serious-gamification4health.net/>.

4.5 Augmented und Virtual Reality

Bernd Romeike

Augmented Reality (AR) bezeichnet eine erweiterte Realität, in der computergenerierte Informationen - wie Bilder, Texte oder andere Daten - quasi als Hologramm über eine semitransparente Brille in das aktuelle Geschehen projiziert werden. Dabei können auch interaktive Elemente zur Verfügung gestellt werden. Der Benutzer kann seine Umgebung weiterhin wahrnehmen und mit ihr interagieren, während er auf die digitalen Daten zugreift oder mit ihnen interagiert.

Anatomisches Verständnis verbessern: Studierende können komplexe anatomische Strukturen und Prozesse mithilfe von AR besser visualisieren und verstehen.

Viele Anwendungsbeispiele für die medizinische Ausbildung stecken noch in den Kinderschuhen, aber es sind bereits Trends zu erkennen.

Verbesserung des anatomischen und pathologischen Verständnisses: Die Studierenden können normale und kranke Organe dreidimensional in der Luft sehen, sie von verschiedenen Seiten betrachten, in Hohlorgane hineingehen - wie bei einer virtuellen Endoskopie - und das Modell drehen und wenden. Dadurch soll das Verständnis komplexer anatomischer Strukturen und patho-/physiologischer Prozesse verbessert werden.

Klinische Fähigkeiten erwerben: In klinischen Simulationen können AR-Technologien genutzt werden, um einen simulierten Patienten zu erzeugen, dessen Symptome die Studierenden beobachten können, um ihre diagnostischen Fähigkeiten zu verbessern. Dabei

⁴¹Tolks, Daniel/ Sailer Michael (2021): Gamification als didaktisches Mittel in der Hochschulbildung.

können auch die Erhebung von Anamnesen oder körperliche Untersuchungen trainiert werden. Zudem können Gesprächsszenarien simuliert werden, um die kommunikativen Fähigkeiten der Studierenden zu verbessern.

Fähigkeiten zur Patientenüberwachung entwickeln: In Notfallsimulationen kann AR dazu genutzt werden, um eine Notfallsituation zu simulieren, in der Studierende ihre Reaktionsfähigkeit und Entscheidungsfindungsfähigkeiten testen können.

Chirurgische Fähigkeiten erlernen: Die chirurgische Ausbildung kann auch durch AR verbessert werden, indem Studierende eine Operation an einem simulierten Patienten durchführen und dabei Anleitungen und Feedback von der AR-Anwendung erhalten, was die Entwicklung von chirurgischen Fähigkeiten beschleunigt.

Interprofessionelle Zusammenarbeit fördern: Die interprofessionelle Zusammenarbeit kann durch AR-Simulationen verbessert werden, in denen Studierende mit AR-Avataren aus anderen Fachrichtungen zusammenarbeiten können.

Verbesserung der Fähigkeiten zur Auswertung von Bildgebungsdaten: 3D-Bilder von CT-Scans und Röntgenaufnahmen können in der Luft angezeigt und manipuliert werden, wodurch das Verständnis der medizinischen Bildgebung verbessert wird und die Studierenden lernen, medizinische Bilder zu interpretieren und Diagnosen zu stellen.

Limitationen von Augmented Reality

AR bietet sicherlich eine Fülle von Möglichkeiten zur Verbesserung der medizinischen Ausbildung, doch ist es wichtig, einige potenzielle Einschränkungen zu berücksichtigen.

Zuallererst stellen technische Hürden eine mögliche Herausforderung dar. Die Implementierung von AR in den Lehrplan erfordert spezielle Hardware und Software, die sowohl teuer in der Anschaffung als auch komplex in der Handhabung sein können. Darüber hinaus ist eine solide technische Infrastruktur und IT-Unterstützung notwendig, um AR erfolgreich einzusetzen. Außerdem ist die Gestaltung und Entwicklung von AR-Inhalten eine aufwendige Aufgabe. Hochwertige AR-Erfahrungen zu erstellen, die pädagogisch sinnvoll und ansprechend sind, können sowohl zeitaufwendig als auch kostspielig sein. Die kontinuierliche Aktualisierung und Anpassung dieser Inhalte kann ebenfalls erhebliche Ressourcen erfordern. Eine weitere Herausforderung ist die Akzeptanz von Technologie. Nicht alle Studierenden oder Lehrenden fühlen sich wohl bei der Nutzung neuer Technologien und könnten daher Schwierigkeiten haben, AR in ihren Lern- oder Lehrprozess zu integrieren. Ausbildung und Unterstützung können dabei helfen, diese Hürden zu überwinden, erfordern aber zusätzliche Ressourcen.

Schließlich müssen bei der Nutzung von AR in der medizinischen Ausbildung auch Fragen des Datenschutzes und der Datensicherheit berücksichtigt werden. Wie bei jeder digitalen Technologie ist es unerlässlich, sicherzustellen, dass personenbezogene Daten sicher gehandhabt und gespeichert werden und dass die Privatsphäre der Nutzer gewahrt bleibt.

Virtual Reality (VR) bezeichnet eine vollständig computergenerierte Umgebung, die die reale Welt nachbildet oder komplett neue Umgebungen schafft. Im Unterschied zu AR,

die digitalen Elemente in die reale Welt projiziert, taucht der Nutzer in VR mit einer geschlossenen Brille vollständig in die virtuelle Umgebung ein und verliert die Verbindung zur physischen Realität. Nutzende können mit der virtuellen Umgebung interagieren, wobei diese Interaktionen oft durch spezielle Hardware wie Headsets, Handschuhe, Controller oder sonstige Wearables ermöglicht werden.

Im einfachsten Fall können vorhandene Räume virtualisiert bzw. mit 360°-Kameras aufgenommen und gegebenenfalls mit Interaktionen versehen werden. Studierende können so besondere Räumlichkeiten kennenlernen und in den Räumlichkeiten Interaktionen absolvieren, bevor sie dort zum Präsenzunterricht erscheinen. Wir arbeiten gerade an der Virtualisierung unseres Zentral-OPs, damit unsere Studierenden sich gleich gut zurechtfinden und genau wissen, wo sie am meisten mitbekommen und gleichzeitig niemandem im Wege stehen, obwohl Sie ja noch nie vor Ort waren. Weitere Anwendungsbeispiele wären die Virtualisierung von Ambulanzen, Intensivstationen oder des Sektionssaals sowie auch der anatomischen und pathologischen Sammlungen.

Eine Schlüsselanwendung ist die Möglichkeit, den menschlichen Körper in einer vollständig immersiven, dreidimensionalen Umgebung zu erkunden. Studierende können in normale und krankhafte Organe 'hineingehen', Strukturen aus verschiedenen Winkeln betrachten und so komplexe anatomische oder pathophysiologische Zusammenhänge besser verstehen.

In klinischen Simulationen können Studierende vollständig in eine Situation eintauchen und ihre Fähigkeiten in sicherer und kontrollierter Umgebung verbessern. Sie können mit virtuellen Patienten interagieren, Anamnesen erheben und Diagnosen stellen, was ein realitätsnahes Lernumfeld bietet und ideal auf den Präsenzunterricht vorbereitet.

Für das Erlernen von chirurgischen Fähigkeiten bietet VR eine sichere Umgebung, in der Operationsszenarien simuliert werden können. Studierende können verschiedene Operationstechniken üben und erhalten unmittelbares Feedback, ohne Risiken für echte Patienten. Notfallsituationen können in VR simuliert werden, um die Entscheidungsfindung und Reaktion der Studierenden unter Druck zu trainieren. Diese Art von Training kann dazu beitragen, das Vertrauen der Studierenden in ihre Fähigkeiten zu stärken und sie besser auf reale Notfallsituationen vorzubereiten. In Bezug auf die interprofessionelle Zusammenarbeit können Studierende in VR vollständig simulierte, interprofessionelle Szenarien durchlaufen. Sie können ihre Fähigkeiten zur Zusammenarbeit und Kommunikation mit anderen Fachrichtungen üben und verbessern, was für die medizinische Praxis von entscheidender Bedeutung ist. Schließlich können dreidimensionale medizinische Bilder in VR manipuliert und analysiert werden. Über Cinematic Rendering kann aus üblichen Dicom-Datensätzen 3D-Modelle generiert werden. Durch die Manipulation dieser Bilder können Studierende ein tieferes Verständnis der medizinischen Bildgebung entwickeln und lernen, wie sie diese Bilder interpretieren und Diagnosen stellen.

Limitierungen von VR in der medizinischen Ausbildung

Wie jede neue Technologie hat auch VR seine Herausforderungen und Einschränkungen. Die Implementierung von VR in den medizinischen Lehrplan erfordert spezialisierte und oft teure Hardware, einschließlich leistungsstarker Computer und VR-Headsets, Controller u.a. Wearables. Zudem können auch fortlaufende Installations- und Wartungsprozesse erforderlich sein, die zusätzliche Kosten verursachen können.

Die Erstellung von Inhalten für VR kann ebenfalls eine Herausforderung darstellen. Die Erstellung von qualitativ hochwertigen, pädagogisch effektiven VR-Inhalten erfordert spezielle Kenntnisse und Fähigkeiten und kann zeitaufwendig und kostspielig sein. Diese Inhalte müssen auch regelmäßig aktualisiert und an die sich ändernden Bedürfnisse der Studierenden angepasst werden.

Nicht alle Studierenden oder Lehrkräfte fühlen sich wohl bei der Nutzung neuer Technologien wie VR. Es kann eine Herausforderung sein, diese Technologie zu lernen und zu akzeptieren. Ansonsten kann VR bei einigen Benutzern auch Unwohlsein oder Desorientierung hervorrufen, was als "Virtual-Reality-Krankheit" bekannt ist. Ein weiteres Problem ist das Fehlen von sozialer Interaktion in VR. Obwohl VR die Interaktion in simulierten Umgebungen ermöglicht, fehlen die Nuancen und das direkte Feedback, die durch Interaktionen im physischen Raum entstehen. Dies kann das Lernen beeinträchtigen, insbesondere in Bereichen, die stark auf soziale Interaktion angewiesen sind, wie die Kommunikation mit Patienten. Aus diesem Grund sollten sowohl AR, als auch VR immer nur ergänzend auf Präsenzunterricht vorbereiten und diesen nicht ersetzen.

Schließlich stellen Datenschutz und Datensicherheit bei der Nutzung von VR eine Herausforderung dar. Wie bei jeder digitalen Technologie müssen Maßnahmen ergriffen werden, um sicherzustellen, dass personenbezogene Daten sicher gehandhabt und gespeichert werden und dass die Privatsphäre der Nutzer gewahrt bleibt.

Trotz dieser Herausforderungen bietet VR ein großes Potenzial zur Verbesserung der medizinischen Ausbildung und zur Förderung des Lernens durch aktive, immersive Erfahrungen. Es ist jedoch entscheidend, diese Herausforderungen zu erkennen und proaktiv zu managen, um das volle Potenzial dieser Technologie auszuschöpfen.

4.6 Lernmanagementsysteme und Learning Analytics

Bernd Romeike, Sven Meister

Lernmanagementsysteme, kurz LMS, sind an den meisten Hochschulen vertreten. Weitverbreitete Vertreter sind Moodle, ILIAS oder Stud.IP, welche über einen Browser eine Vielzahl von Funktionen anbieten, wie zum Beispiel Lerninhalte, Tests, interaktive Videos oder Kommunikationsmöglichkeiten. Leider muss konstatiert werden, dass Dozierende das jeweils verfügbare LMS zumeist zur Dateiablage nutzen. An vielen Standorten werden aber selbst die einfachsten Möglichkeiten nicht genutzt, wie z.B. Studierenden die Handouts zu den Lehrveranstaltungen zur Verfügung zu stellen, obwohl diese Funktionen mit dem geltenden Urheberrecht und der DSGVO kompatibel sind. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Bereitstellung von Lehrmaterial niemals über passwortgeschützte Homepages erfolgen sollte, weil diese schlicht nicht dafür gemacht wurden.

Die Potenziale von LMS werden oft nicht erschlossen und die Angebote gehen nicht deutlich über die Begleitung der Präsenzlehre hinaus.

Einen echten didaktischen Mehrwert und eine nachhaltige Rechtfertigung erlangen LMS über Flipped Classroom oder Blended Learning. Stellen Sie sich für Ihre Fakultät die absolut ideale Traumsituation vor: Niemand kommt jemals wieder unvorbereitet zum Prä-

senzunterricht. Im aktuellen Referentenentwurf für die neue ärztliche Approbationsordnung ist vom sog. "angeleiteten" Selbststudium die Rede. Für uns beinhaltet dies, dass Studierende ein Feedback auf ihr Selbststudium erhalten müssen. Dies können wir durch interaktive Selbstlernaufgaben über LMS erreichen. Die zur Verfügung gestellten Unterrichtsmaterialien überprüfen automatisch, ob die Lernenden das Unterrichtsmaterial auch wirklich verstanden haben. Das klingt für die meisten nach Zukunftsmusik, lässt sich aber mit den interaktiven Selbstlernaufgaben von <https://h5p.org/> mit relativ geringem Aufwand bewerkstelligen. Zudem können sich die Fakultäten im DACH-Raum die Erstellung entsprechender Werkzeuge aufteilen und als Open Educational Resources zur Verfügung stellen. Für den Austausch von digitalen Lern- und Lehrwerkzeugen gibt es auch schon Austauschplattformen, darunter z.B. <https://loop-share.charite.de/>.

Learning Analytics: Unter Learning Analytics versteht man das Sammeln, Analysieren und Berichten von Daten über Lernende und ihren Kontext, um Lernmethoden, Lernumgebungen und andere Rahmenbedingungen zu verstehen und zu optimieren. Learning Analytics verwendet datengestützte Methoden, um Muster und Trends in den Daten zu erkennen, die Aufschluss über das Verhalten, die Leistung und das Engagement der Lernenden geben können.

Die in Learning Analytics verwendeten Daten können aus einer Vielzahl von Quellen stammen. Je intensiver die Möglichkeiten von LMS genutzt werden, einschließlich der Ergebnisse von Online-Tests oder E-Portfolios und anderer digitaler Lernwerkzeuge, desto besser und zuverlässiger werden die Daten sein. Erfasst werden könnten insbesondere Klickmuster, zeitlicher Verlauf, Nutzungshäufigkeit und erzielte Ergebnisse.

In der medizinischen Ausbildung könnte Learning Analytics speziell auch für eine 360°-Evaluation oder ein arbeitsplatzbasiertes Assessment am Krankenbett eingesetzt werden, wie Logbucheinträge, Ergebnisse von Entrustable Professional Activities (EPAs), Mini Clinical Evaluation Exercises (Mini CEX) oder Direct Observation of Procedural Skills (DOPS).

Für die Chancen und Risiken gibt es immer drei Betrachtungsweisen: die der Studierenden, die der Dozierenden und die der Fakultät.

Tab. 3. Chancen und Risiken beim Einsatz von Lernmanagementsystemen

Chancen	Risiken
Für Studierende	
<p>Personalisiertes Lernen: Individuelle Lernpfade, Stärken, Schwächen und Präferenzen können aufgezeigt werden, um maßgeschneiderte Lernerfahrungen zu unterstützen.</p> <p>Frühzeitiges Eingreifen: Es kann genutzt werden, um Studierende zu identifizieren, die möglicherweise Schwierigkeiten haben, und ihnen gezielte Unterstützung anzubieten.</p> <p>Selbstgesteuertes Lernen: Es ermöglicht den Studierenden, ihren eigenen Lernfortschritt zu überwachen und ihre Lernstrategien anzupassen.</p>	<p>Datenschutz: Das Sammeln und Analysieren von Lern- und Verhaltensdaten kann Bedenken hinsichtlich des Datenschutzes und der Privatsphäre aufwerfen.</p> <p>Fehlinterpretation: Es besteht die Gefahr, dass Daten fehlinterpretiert werden und zu ungerechten oder schädlichen Entscheidungen führen.</p>
Für Dozierende	
<p>Effektiveres Lehren: Learning Analytics kann helfen, die Effektivität von Lehrmethoden zu bewerten und zu verbessern.</p> <p>Studierende besser verstehen: Es können Einblicke in das Lernverhalten und die Bedürfnisse von Studierenden gewonnen werden.</p> <p>Gezielte Unterstützung: Lehrende können gezielte Unterstützung und Feedback geben, basierend auf den Erkenntnissen aus den Daten.</p>	<p>Mangelnde Qualifikation: Einige Lehrende könnten Schwierigkeiten haben, die Daten zu interpretieren oder die Ergebnisse effektiv zu nutzen.</p> <p>Arbeitsbelastung: Der Einsatz von Learning Analytics kann für Dozierende zusätzliche Arbeit bedeuten, insbesondere in Bezug auf Datenmanagement und -interpretation.</p>
Für medizinische Fakultäten	
<p>Qualitätsverbesserung: Learning Analytics kann dazu beitragen, die Qualität der medizinischen Ausbildung zu verbessern und den Lernerfolg zu maximieren.</p> <p>Strategische Entscheidungsfindung: Fakultäten können evidenzbasierte Entscheidungen treffen, um Lehrpläne, Kurse und Lernressourcen zu verbessern.</p> <p>Rechenschaftspflicht und Transparenz: Learning Analytics kann dazu beitragen, die Leistung und Effektivität der Fakultät nachzuweisen.</p>	<p>Infrastruktur und Ressourcen: Die Implementierung von Learning Analytics erfordert eine geeignete technische Infrastruktur und qualifiziertes Personal, was erhebliche Kosten verursachen kann.</p> <p>Datenschutz und Sicherheit: Die Fakultäten müssen sicherstellen, dass die gesammelten Daten sicher und in Übereinstimmung mit den Datenschutzbestimmungen gehandhabt werden.</p> <p>Ethik und Fairness: Es besteht die Gefahr, dass Daten missbraucht oder ungerechte Entscheidungen auf der Grundlage von Daten getroffen werden.</p>

Letztlich gehören die Daten immer denen, die sie generieren. Im Fall von Learning Analytics sind das die Studierenden. Sie sollten die Hoheit über die Daten haben und entscheiden können, was mit den Daten geschieht. Jede weitere Nutzung erfordert eine zuverlässige Anonymisierung. Diese scheint jedoch nach derzeitigem Stand der Forschung nur in begrenztem Umfang möglich zu sein.

Angesichts der beeindruckenden Vorteile von Learning Analytics sollten Chancen und Risiken evidenzbasiert weiter untersucht und weitgehend ermöglicht werden.

Mit Blick auf das inhaltlich-zeitlich extrem dichte Medizinstudium bedarf es neuen Ansätzen des Lernens, welche eine höhere Flexibilisierung und Individualisierung erlauben oder - pointiert formuliert - eine Skalierung entlang der verfügbaren kognitiven Ressourcen. Gerade an dieser Stelle können Mechanismen des mediengestützten Selbstlernens bzw. Lernmodelle des Blended Learnings (z.B. Flipped Classroom) unterstützen:

Die Entkopplung frontaler Inhalte von einer Präsenzpflcht schafft Freiräume für mehr Präsenz, wenn sie im Medizinstudium wirklich gebraucht wird.

Eine asynchrone Inhaltsvermittlung erlaubt Lernen zu Zeiten, zu welchen kognitive Ressourcen in genügendem Maße zur Verfügung stehen.

Beide Punkte zusammen haben auch positive Effekte für die Lehrenden, können diese wieder ihre Rollen als Expert:innen wahrnehmen - weg von der monotonen Inhaltsvermittlung und hin zum Coach und Berater.

Durch den Einsatz von LMS ergibt sich zuletzt die Stärkung der Kollaboration zwischen Lehrenden durch den Austausch von Lehr-/Lerninhalten. In diesem Zusammenhang spricht man von Open Educational Resources (OER), also mit einer offenen Lizenz versehene Materialien in einem interoperablen Format. Neben der Effizienzsteigerung durch die Weiternutzung von Inhalten ergeben sich ebenso Potenziale der Qualitätssteigerung.

Zusammengefasst sind LMS eine Chance, Lehren und Lernen neu zu denken und hierüber ein vielfältiges Angebot mit Bezug auf die Forderungen des NKLM 2.0 in einer kognitiv entlastenden Form umsetzen zu können.

4.7 Digitale Werkzeuge zum Lernen

Tim Schubert, Bernd Romeike

Zu Beginn des Studiums schmökern Studierende gerne in Anatomie-Atlanten und markieren relevante Strukturen, bis der Atlas farbenfroh und intensiv genutzt erscheint. Das beschert ein gutes Gefühl, aber sind die Inhalte dadurch wirklich verinnerlicht?

Dunlosky et al. konnten zeigen, dass die verbreiteten Techniken, beispielsweise das Markieren von Texten oder das Schreiben von Zusammenfassungen, kaum nützlich sind. Eine höhere Wirksamkeit können Studierende demnach mit Lerntechniken erzielen, die einerseits eine Wiederholung in regelmäßigen Zeitabständen inkorporieren und anderer-

seits ein aktives Erinnern an die gelernten Inhalte erfordern.⁴² Der "Testing-Effect", insbesondere mit "free recall"-Fragen ist der normalen Wiederholung langfristig überlegen.⁴³

Diese Prinzipien lassen sich unterschiedlich umsetzen. Das aktive Erinnern an Inhalte fordert Quizzes, die sich auch interaktiv gestalten lassen und Lehrenden zugleich erlauben, Feedback zum aktuellen Wissensstand der Studierenden zu erhalten.

Auch abseits des Unterrichts wurde das Prinzip des aktiven Erinnerns und regelmäßiger Wiederholungen bereits vor der digitalen Ära in Form von Karteikartensystemen praktiziert. Heute ermöglichen unter Studierenden weitverbreitete Programme wie Anki oder Quizlet Lernenden, Karteikarten anzulegen, die neben Text auch Bild- und Tonmaterial enthalten können. Karteikarten fordern ihre Benutzer:innen, Wissen aktiv zu reproduzieren (Active Recall Testing), indem zunächst eine Frage erscheint, die dann beantwortet werden muss, bevor schließlich die Lösung aufgedeckt wird. Auch das Prinzip der regelmäßigen Wiederholung (Spaced Repetition, also Selbstabfrage zum richtigen Zeitpunkt) lässt sich mittels digitaler Karteikartenprogramme in den Lernalltag integrieren. Karten werden in definierten Zeitabständen wiederholt und somit die Vergessenskurve berücksichtigt. Nach jeder Karte kann angegeben werden, wie leicht beziehungsweise schwer die entsprechende Aufgabe den Studierenden fiel, wonach die Wiederholungsintervalle entsprechend angepasst werden.

Aktuelle Entwicklungen im Bereich der KI können in Zukunft zu diesem Medium beitragen, indem beispielsweise Karteikarten automatisiert aus Vorlesungsinhalten erstellt werden könnten. Antworten Lernender, die mittels Freitextes oder Spracheingabe erfasst werden könnten, wären zudem automatisiert bewertbar. Je nach Bewertung der Antwort würde dann das Wiederholungsintervall angepasst werden. Die Vermittlung derartiger Lernkompetenzen für das Selbststudium sind essentiell für den Erfolg angehender Mediziner:innen, kommen jedoch im aktuellen Curriculum oft überhaupt nicht vor. Idealerweise werden selbst (automatisiert) entwickelte Karteikarten von Dozent:innen den Student:innen zur Verfügung gestellt. Maßgeblich zum Erfolg der angehenden Mediziner:innen würde allerdings schon eine Vorlesung, ein Seminar oder ein Zusatzkurs zu effektivem Lernen beitragen. Das Erstellen von Karteikarten wird ohnehin eher von Studierenden übernommen. Gerade unter Medizinstudierenden ist der Austausch von Anki-Decks (vorgefertigte Kartenstapel) weit verbreitet. Zudem gibt es insbesondere unter <https://ankiweb.net/decks/> fertige Stapel zu einigen Themen.

Durch die Nutzung von vorgefertigten Stapeln sparen Studierende viel Zeit für das Schreiben von Karten. Stattdessen editieren sie existierende Karten bzw. passen sie für ihre eigenen Zwecke an und können so letztlich mehr Inhalte pro Lerneinheit erlernen. Fragen Sie doch mal in Ihrer Fachschaft, für welches Fach oder welchen QB (keine) Kartenstapel geteilt werden.

⁴² Dunlosky, John/ Rawson, Katherine A./ Marsh Elizabeth/ et al. (2013): Improving Students' Learning With Effective Learning Techniques: Promising Directions From Cognitive and Educational Psychology.

⁴³ Roediger, Henry L./ Karpicke, Jeffrey D. (2006): Test-enhanced learning: taking memory tests improves long-term retention.

Medizinische Fakultäten können zur Qualität der verwendeten Karten beitragen, indem sie alle Vorlesungsfolien und bestenfalls vorlesungsbegleitende Skripte bereitstellen, an denen sich Studierende orientieren können.

Nur durch engen Austausch und Barriereabbau zwischen Lehrenden und Studierenden kann es gelingen, die stetig wachsende Fülle der Lerninhalte umfassend und zugleich nachhaltig zu vermitteln.

4.8 Aktivierendes Lehren

Bernd Romeike

Audience Response Systeme (ARS), auch bekannt als Classroom Response Systeme oder Clicker-Systeme, sind interaktive Technologien, die es Dozierenden ermöglichen, in Echtzeit Feedback oder Antworten auf Fragen von einer Gruppe von Studierenden oder Teilnehmenden zu sammeln. In der Regel besteht ein ARS aus einer Software, die auf dem Computer des Dozierenden läuft, und persönlichen Geräten (wie Smartphones, Tablets oder Laptops), die von den Studierenden genutzt werden, um ihre Antworten einzugeben. Spezielle hardwarebasierte "Clicker"-Geräte sind eigentlich überflüssig und nicht nachhaltig.

Diese Systeme erlauben es, Fragen zu stellen und unmittelbar Rückmeldung zu erhalten, was Motivation, Verständnis und Beteiligung der Studierenden erhöhen kann. Sie ermöglichen eine anonyme Teilnahme, wodurch Hemmungen abgebaut und Beteiligungen gesteigert werden können, insbesondere in großen Gruppen (in Hörsälen). Ebenso können ARS auch dazu genutzt werden, das Lernen zu bewerten, den Unterricht anzupassen und zu verbessern und eine interaktive, studierendenzentrierte Lernumgebung zu fördern.

In der medizinischen Ausbildung können ARS für verschiedene Zwecke eingesetzt werden, wie z.B. für Vorlesungen, Seminare, klinische Fallbesprechungen oder zur Prüfungsvorbereitung. Sie können auch zur Durchführung von Quizzes, zur Abstimmung über klinische Entscheidungen oder zur Diskussion von ethischen Dilemmata genutzt werden. Durch den Einsatz von ARS können Dozierende ein sofortiges Verständnis für das Wissen und die Meinungen der Studierenden erlangen und so das Lernen effektiver gestalten.

Ein sehr komplexes und dennoch frei verfügbares Interaktionstool ist <https://participify.de/>. Es benötigt lediglich einen Computer oder ein mobiles Endgerät. Die Software läuft über den Internetbrowser. Alle Daten werden DSGVO-konform auf einem Server in Deutschland gespeichert. Sicherlich bedarf es einer gewissen Einarbeitungszeit und Übung. Aber es lohnt sich, zumal komplexe Fragen und Aufgaben zu einzelnen Veranstaltungen gespeichert und wiederverwendet werden können. Abstimmungsergebnisse bleiben erhalten und können für die Lehrforschung weiterverwendet werden. Weiterhin können spontane Umfragen durchgeführt oder aktuelle Stimmungsbilder eingeholt werden. Eine Besonderheit sind die interaktiven Wortwolken, bei denen Begriffe zu variablen Themen gesucht werden, die Studierenden diese einsenden und die am häufigsten genannten Wörter am größten dargestellt werden. Die Software ermöglicht Interaktionen vor, während und nach einer Veranstaltung sowie auch vollständig asynchron.

Interaktive Dokumente (Google Docs® u. Co.) sind im einfachsten Fall ein digitales Online-Textdokument, an dem gleichzeitig mehrere Personen kollaborativ schreiben können. Tatsächlich sind die Möglichkeiten heute schon sehr viel komplexer. Eine Vielzahl an digitalen Dateien oder Webinhalten ermöglichen synchrone Benutzerinteraktionen. Im Gegensatz zu traditionellen, statischen, von Dozierenden erstellten Dokumenten bieten interaktive Dokumente den Studierenden eine aktive Rolle bei der Informationsbeschaffung, indem sie z.B. eingebettete Links, interaktive Diagramme, Audio-/Video-Elemente, Pop-ups, Quizze und andere interaktive Elemente einfügen können.

Interaktive Dokumente können in verschiedenen Formaten vorliegen, wie z.B. einfache Texte bis hin zu e-Books, Webseiten, digitalen Präsentationen oder spezieller Bildungssoftware. Sie können über einen beliebigen Browser auf verschiedenen Geräten, einschließlich Computern, Tablets und Smartphones, verwendet werden.

In der medizinischen Ausbildung können interaktive Dokumente genutzt werden, um den Lernprozess zu bereichern und zu personalisieren. Sie ermöglichen ein aktives, selbstgesteuertes Lernen, fördern das kritische Denken und erhöhen das Engagement der Studierenden. Interaktive Dokumente können unter anderem interaktive Anatomieatlanten, klinische Fallstudien, POL, Simulationen oder Prüfungsvorbereitungen enthalten. Sie ermöglichen es den Studierenden, in ihrem eigenen Tempo zu lernen (asynchroner Einsatz), ihre Lernpfade anzupassen oder sofortiges Feedback zu erhalten (synchroner Einsatz). Ebenso können interaktive Dokumente auch genutzt werden, um die Zusammenarbeit zwischen den Studierenden zu fördern und das Online-Lernen zu verbessern.

Für die meisten interaktiven Dokumente gibt es berechtigterweise Bedenken des Datenschutzes. Eine anonyme und kostenfreie Lösung finden Sie unter: <https://cryptpad.fr/>. Hierbei handelt es sich um eine durchgängig verschlüsselte und quelloffene Collaboration-Suite. Eine Anmeldung ist nicht notwendig. Alle Teilnehmenden können alle Dokumente anonym bearbeiten. Die grundsätzlich verschlüsselten Daten werden in Frankreich gespeichert. Eine Anmeldung ist nur erforderlich, wenn viele Dateien über einen längeren Zeitraum gespeichert werden sollen. Eine Besonderheit sind Dokumente, die sich nach einmaliger Betrachtung oder nach einem bestimmten Intervall selbst zerstören. Als kollaborative Dokumente lassen sich unter anderem Texte, Tabellenkalkulation, Kanban, Code, Formulare, Diagramme oder Präsentationen erstellen.

5 Ausblick: Berufliche Handlungsfelder in der Medizin

Felix Hoffmann, Horst Christian Vollmar

Das Gesundheitswesen gilt heute als dysfunktional und teuer, daher lohnt sich der Blick hin zu einer Vision für ein transformiertes Gesundheitswesen. Handlungsleitend sollte darin der Purpose, also der Sinn und Zweck einer Gesundheitseinrichtung bzw. des Gesundheitswesens sein. Das dürften neben einer bestmöglichen Gesundheitsversorgung auch die Bereitstellung gesundheitsfördernder und sinnstiftender Arbeitsbedingungen sein. Ein eher zweifelhafter Purpose dürfte die Erwirtschaftung von Renditen für Geldanleger sein, denn auf diese Weise erhalten Personen Geld aus dem Gesundheitswesen aufgrund eines bestimmten Status (Shareholder), nicht aber aufgrund einer entsprechenden Gegenleistung. Das ist legitim, sollte aber von Gesundheitssystemarchitekt:innen als Wahlmöglichkeit und nicht als gegeben angesehen werden.

Um das zu erreichen, spielen die folgenden Handlungsfelder eine wegweisende Rolle:

- a) Prozessentwicklung: Der Aufbau und die Weiterentwicklung von Versorgungsprozessen verfolgt das Ziel, mit einem möglichst geringen Ressourcenaufwand ein bestmögliches Ergebnis zu erreichen (z.B. bessere Qualität von Versorgungsprozessen, attraktivere Berufstätigkeit, Kosteneffizienz).
- b) Standardisierung und Automatisierung von Prozessen ("Digitalisierung"): Nicht alle Prozessschritte müssen von einem Menschen durchgeführt werden. Viele Tätigkeiten können automatisiert werden und so das Personal entlasten. Voraussetzung ist eine Standardisierung der zu automatisierenden Tätigkeit.
- c) Transformationale Führung: Das Gesundheitswesen ist geprägt von einem hohen Maß an Informations- und Datenverarbeitung und einer hohen Volatilität der Rahmenbedingungen. In einer solchen Wissensumgebung können dezentrale Entscheidungsstrukturen Vorteile bieten, da Entscheidungen besser und schneller getroffen werden können.
- d) Qualifizierung: Wenn sich die Arbeitswelt verändert und damit auch die Anforderungen an die Beschäftigten, müssen diese für diese veränderten Bedingungen qualifiziert werden. Aus- und Weiterbildung ist ein wichtiger Erfolgsfaktor.
- e) Purpose Economy: Der Rahmen für unternehmerisches Handeln wird einerseits dadurch bestimmt, wer die unternehmerischen Entscheidungen trifft und damit letztverantwortlich für alle Aktivitäten des Unternehmens ist und andererseits durch die Frage, wie Unternehmensgewinne verwendet werden. Die gesellschaftliche Wirkung eines Unternehmens hängt sehr stark davon ab, wie diese beiden Variablen umgesetzt werden. Während ein Profit-Unternehmen in erster Linie das Ziel der Wertsteigerung des Eigentums der Eigentümer verfolgt, haben Eigentümer eines Purpose-Unternehmens keinen Zugriff auf das Unternehmensvermögen und werden daher treuhänderisch tätig.

Fazit: Das berufliche Handlungsfeld "Digital Health" beinhaltet die Fähigkeit, digital vernetzte Versorgungsstrukturen aufzubauen und stetig weiterzuentwickeln. Das beinhaltet nicht nur Skills in der digitalen Prozessgestaltung. Auch veränderte Kommunikations- und Führungsstrukturen, die Qualifizierung von Beschäftigten und die Auswahl eines geeigneten Rechtsrahmens sind erfolgsentscheidend und sollten einen relevanten Stellenwert einnehmen. Die Grundlagen sollten bereits im Medizinstudium vermittelt werden, die Vertiefung erfolgt in Qualifizierungsprogrammen im Anschluss an das Medizinstudium bzw. in der Facharztweiterbildung.

6 Ergebnisse und Handlungsempfehlungen

	Ergebnisse/ Herausforderungen	Schlussfolgerungen/ Handlungsempfehlungen
1	Die Abläufe im klinischen Alltag verändern sich durch die Nutzung neuer Technologien und digitaler Werkzeuge, selbst wenn sich diese in verschiedenen Entwicklungsphasen befinden. Eine der digitalen Kompetenzen besteht darin, zu verstehen, wie man mit diesen Technologien umgeht, beispielsweise zur Unterstützung bei der klinischen Entscheidungsfindung.	Es sollte eine Perspektive einer personalisierten Medizin geben, die auf verstärkte Prävention setzt und dank der rapiden wachsenden Menge an verfügbaren Daten möglich ist. Dafür ist ein stärkerer Fokus auf Interdisziplinarität und Interprofessionalität in der medizinischen Ausbildung erforderlich.
2	Die Curricula des Medizinstudiums sind bereits überfüllt. Bei der Ausarbeitung von Kompetenzen und Lehrplänen müssen unterschiedliche Verfügbarkeit und Zugänglichkeit digitaler Infrastrukturen berücksichtigt werden. Es benötigt eine ausreichende Anzahl hochqualifizierter Dozierenden.	Es ist empfehlenswert, die Lernziele longitudinal in bereits bestehende Lehrveranstaltungen zu integrieren. Dafür müssten Synergien sowohl zwischen den Fachbereichen als auch zwischen den Standorten gebildet werden. Das Medizinstudium sollte stärker an der Forschung ausgerichtet werden und dabei mehr Gelegenheiten für problemorientiertes und kreatives Lernen schaffen. Digitale Lernformate können als eLearning-Module in die curriculare Lehre integriert werden.
3	Der Einsatz digitaler Werkzeuge in der medizinischen Lehre und Ausbildung ist nur dann sinnvoll, wenn er auf didaktischen Überlegungen basiert. Allerdings werden zunehmend digitale Werkzeuge in der medizinischen Lehre eingesetzt, ohne deren Mehrwert für die Steigerung des Lernerfolgs zu hinterfragen.	Bei der Planung von Lehr-/Lernaktivitäten sollten immer didaktische Überlegungen im Vordergrund stehen, bevor der Einsatz von digitalen Lehr-/Lernwerkzeugen geplant wird. Diese digitalen Werkzeuge können eine enorme Bereicherung für Lehre und Lernen darstellen, solange sie als Mittel zum Zweck genutzt werden. Die Auswahl von entsprechenden Werkzeugen sollte evidenzbasiert erfolgen und nicht von persönlichen Vorlieben geleitet sein. Weitere Forschung zum Einfluss von diversen digitalen Werkzeugen auf den Lernerfolg im Medizinstudium ist daher essenziell.
4	Wie können Medizinstudierende befähigt werden, den Lernerfolg mittels digitaler Werkzeuge zu steigern?	Vorlesung / Seminar / Zusatzkurs zu effektiven Lernstrategien Fokus auf Active Recall und Spaced Repetition (Umsetzung z.B. über Karteikartenprogramme wie Anki) und andere evidenzbasierten Strategien Bereitstellung von Vorlesungsfolien und bestenfalls Skripten zur Orientierung für Studierende beim Erstellen der Karteikarten

	Ergebnisse/ Herausforderungen	Schlussfolgerungen/ Handlungsempfehlungen
5	Ausnutzung des vollen Potenzials von Lernmanagement Systemen (LMS)	<p>Bereitstellung von Handouts und Skripten vor der jeweiligen Veranstaltung. Die meisten LMS sind DSGVO und UrhG (insbesondere § 60a) kompatibel. Das Überfliegen der Materialien <i>vor</i> der UE aktiviert Vorwissen und stellt die Lernbereitschaft des Gehirns her.</p> <p><u>Angeleitetes Selbststudium</u>: "Assessment drives Learning"; interaktive Texte und Videos überprüfen selbstständig, ob die Lernenden die Inhalte tatsächlich verstanden haben.</p> <p><u>Inverted Classroom</u>: Jeder Präsenzunterricht sollte vor- und nachbereitet werden. LMS bieten eine Vielzahl von entsprechenden Werkzeugen.</p> <p><u>LMS</u> ermöglichen für die reinen Lernphasen ein "Chunking" der üblichen UE. UE von 45 Minuten oder mehr sind für reine Lernphasen kognitiv-neurobiologisch nur bedingt zu rechtfertigen. Kürzere bzw. Mikrolerneinheiten sind evidenzbasiert besser. Weiterhin werden Sie die Umsetzung des Z-Curriculums erheblich erleichtern.</p> <p>Learning Analytics erlaubt eine kontinuierliche Lernstandserfassung und fördert dabei gleichzeitig kontinuierliches Lernen. Binge-Learning kann gezielt reduziert werden. Die Chancen für Lernende, Dozierende und Fakultäten sind außerordentlich und langfristig alternativlos. Die Risiken müssen gezielt angegangen und reduziert werden.</p> <p>Der erhöhte Erstellungs- und Pflegeaufwand muss anerkannt werden. Verordnungen für Lehrkontingent, Kapazitätsverordnungen, Curriculum-Normwerte müssen entsprechend angepasst werden.</p>
6	Die digitale Transformation umfasst mehr als die Implementierung von Technik. Es reicht daher nicht, lediglich technische Skills zu vermitteln.	Die digitale Transformation umfasst neben technologischen Aspekten auch Handlungsfelder in Kommunikation und Führung, der Qualifizierung von Beschäftigten und nicht zuletzt in der konstitutionellen Unternehmensgestaltung. Dies sollte in einem entsprechenden Qualifikationsrahmen berücksichtigt werden.
7	Ethische, rechtliche und soziale Reflektion der Digitalisierung und die Stärkung der damit verbundenen Kompetenzen in der Nutzung und Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> • Reflektion der eigenen Lehre und des Medieneinsatzes im Zuge der Digitalisierung (Präsenz vs. Remote). • Tools und Hilfsmittel (speziell KI) im Zuge des Einsatzes auch kritisch reflektieren (Ursprung der Daten, Art der KI, Limitationen des Einsatzes, Digital Bias, etc.). • Digitalisierung der Medizin zur Gesellschaftlichen Entwicklung in Beziehung setzen.

7 Linksammlung

Zur Einführung:

- Artikel "Digital health competencies for the next generation of physicians": <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/imj.16122>
- Digitalisierung, Evidenzbasierte Medizin, Prävention und Forschungskompetenz: Die Rolle der Medical Data Sciences im neuen Medizin-Curriculum: Empfehlungen zur Umsetzung des NKLM 2.x durch Epidemiologie, medizinische Biometrie und Medizininformatik, mit Bioinformatik und verwandten Fächern: <https://www.egms.de/static/en/journals/mibe/2022-18/mibe000239.shtml>
- Masterplan Medizinstudium 2020: <https://www.bmbf.de/bmbf/shared-docs/kurzmeldungen/de/masterplan-medizinstudium-2020.html>
- Nationaler Kompetenzbasierter Lernzielkatalog Medizin: <https://nkml.de/Zend/menu>
- Referentenentwurf der Ärztlichen Approbationsordnung: https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/Gesetze_und_Verordnungen/GuV/A/Referentenentwurf_AEApr0.pdf
- Studie: Effect of a flipped classroom course to foster medical students' AI literacy with a focus on medical imaging: <https://bmcmmededuc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12909-022-03866-x>
- Studie "Lernangebote zu Künstlicher Intelligenz in der Medizin": <https://ki-campus.org/publications/studie-ki-medizin-lernangebote>
- Zwischenbericht Digital Radar: Im ersten Schritt ermöglicht das Reifegradmodell DigitalRadar eine umfassende Bewertung des Grades der Digitalisierung. In einem darauf folgenden zweiten Schritt liefert Informationen über die Auswirkungen der Unterstützung hinsichtlich dieses Digitalisierungsgrades sowie der Verbesserung der Versorgung von Patient:innen und regionaler Versorgungsstrukturen: https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/user_upload/2022-09-06_Zwischenbericht_barrierefrei_lo.pdf

Künstliche Intelligenz, Digitale Tools und Patienten APPs:

- Digitale Werkzeuge zum Lernen: <https://ankiweb.net/decks/>
- Echtzeittranskription: <https://otter.ai/>
- Eine stetig aktualisierte Infosammlung zu ChatGPT und weiteren KI-gestützten Tools: <https://padlet.com/danieltolks1/linksammlung-didaktik-und-chatgpt-ausschuss-digitalisierung-ihupnj9wb3y0foz3>
- Interaktionstool: <https://particify.de/>
- Sammlung an digitalen Lehrwerkzeuge: <https://prezi.com/q3gsvzktbkik/>
- Sammlung von 3D Makroskopie und digitaler Mikroskopie für den pathologischen Unterricht: <https://www.med.uni-rostock.de/forschung-lehre/studium-und-lehre/3d-makroskopie-und-digitale-mikroskopie>
- Sonstige Lernhilfen für Lebenslanges Lernen: <https://www.wisdolia.com/>

- Zusammenfassungen langer/komplexer Texte: <https://elicit.org/>

Best-Practice-Beispiele:

- Digital Health Engineering and Entrepreneurial innovation (WWU Münster, RWTH, RUB): <https://www.wiwi.uni-muenster.de/ent/de/vorlesung-master-digital-health-engineering-and-entrepreneurial-innovation>
- INTER-AGENT: https://medinfo.charite.de/studium_lehre/projekte/inter_agent/
- KI-LAURA Projekt (Online- und Flipped Classroom Kurs zu KI-Kompetenzen für Medizinstudierende): <https://ki-campus.org/courses/ki-laura-ukb2022>
- Longitudinales Curriculum "Digitalisierung in der Medizin" an der medizinischen Fakultät der Universität Basel: https://www.ki-campus.org/index.php/blog/basler-modul?language_content_entity=de und [Microsoft Word - LC_Digitalisierung_Web_19012023.docx \(unibas.ch\)](#)
- Ringvorlesung Digital Medicine:
 - <https://www.egms.de/static/en/journals/mibe/2019-15/mibe000200.shtml>
 - <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/16/10184>
 - <https://www.mdpi.com/1660-4601/20/3/2029>
- Teacher Training "Technology Enhanced Learning":
 - <https://zfhe.at/index.php/zfhe/article/view/1548>
 - <https://www.youtube.com/playlist?list=PLY-yp4QoudTb1IX5Rge5ZJz0xKh14bGqA>
- Zertifikatsprogramm „Digital Health“ für die Humanmediziner:innen der UW/H: <https://www.uni-wh.de/gesundheit/department-fuer-humanmedizin/lehrstuehle-institute-und-zentren/lehrstuhl-fuer-gesundheitsinformatik/>

8 Literaturverzeichnis

Abd-alrazaq, Alaa/ AlSaad, Rawan/ Alhuwail, Dari/ et al. (2023): *Large Language Models in Medical Education: Opportunities, Challenges, and Future Directions*. In: "JMIR Medical Education", 9(1):e48291.

Bai, Shurui/ Hew, Khe Foon/ Huang, Biyun (2020): *Does gamification improve student learning outcome? Evidence from a meta-analysis and synthesis of qualitative data in educational contexts*. In: "Educational Research Review", 30:100322.

Brunner, Melissa/ McGregor, Deborah/ Keep Melanie/ et. al. (2018): *An ehealth capabilities framework for graduates and health professionals: mixed-methods study*. In: "Journal Med Internet Research", 20(5):e10229.

Bundesministerium für Gesundheit (2023): *Verordnung zur Neuregelung der ärztlichen Ausbildung. Approbationsordnung für Ärztinnen und Ärzte (ÄApprO)*. Abzurufen unter: https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/Gesetze_und_Verordnungen/GuV/A/Referentenentwurf_AEApprO.pdf, [zuletzt abgerufen am 21.08.2023].

Bundesministerium für Gesundheit/ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2017): *Masterplan Medizinstudium 2020*. Beschlusstext. Abzurufen unter: <https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/kurzmeldungen/de/masterplan-medizinstudium-2020.html>, [abgerufen am 05.04.2021].

Cheng, Li/ Ritzhaupt, Albert D/ Antonenko, Pavlo "Pasha" (2018): *Effects of the flipped classroom instructional strategy on students' learning outcomes: a meta-analysis*. In: "Educational Technology Research and Development", 67(4):793-824.

Chen, Fei/ Lui, Angela M./ Martinelli, Susan M.(2017): *A systematic review of the effectiveness of flipped classrooms in medical education*. In: "Medical Education", 51(6):585-597.

Deterding, Sebastian/ Dixon, Dan/ Khaled, Rilla/ et al. (2011): *From game design elements to gamefulness: defining gamification*. In: "Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments. Tampere: ACM", S. 9–15.

Deutscher Ethikrat (2022): *Mensch und Maschine – Herausforderungen durch Künstliche Intelligenz* (Vorabfassung vom 20. März 2022).

Dunlosky, John/ Rawson, Katherine A./ Marsh Elizabeth/ et al. (2013): *Improving Students' Learning With Effective Learning Techniques: Promising Directions From Cognitive and Educational Psychology*. In: "Psychol Sci Public Interest", 14(1):4-58.

Else H. Abstracts written by ChatGPT fool scientists. Nature. 2023;613(7944):423–423. Abzurufen unter: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36635510/>

Hautz, Stefanie/ Exadaktylos, Aristomenis K./ Hautz, Wolf E./ et al. (2020): *Digitale Kompetenzen in der medizinischen Ausbildung der Schweiz- eine Standortbestimmung*. In: "GMS Journal for Medical Education" 2020;37(6): Doc62.

Holmes, Wayne/ Tuomi, Ilkka (2022). *State of the art and practice in AI in education*. In: "European Journal of Education", 57(4), 542-570.

Huber, Johanna/ Wittl, Matthias/ Tolk, Daniel/ et al. (2021): *The use of the online Inverted Classroom Model for digital teaching with gamification in medical studies*. In: "GMS Journal for Medical Education"; 38(1):Doc3.

KI-Campus. Abzurufen unter: <https://ki-campus.org/>

Låg, Torstein/ Sæle, Rannveig G. (2019): *Does the Flipped Classroom Improve Student Learning and Satisfaction? A Systematic Review and Meta-Analysis*. In: "AERA Open", 5(3):1-17.

Lage, Maureen J./ Platt, Glenn/ Treglia, Michael (2000): *Inverting the Classroom: A Gateway to Creating an Inclusive Learning Environment*. In: "The Journal of Economic Education"; 31(1):30-43.

Mbakwe, Amarachi B./ Lourentzou, Ismini/ Cel, Leo A./ et al. (2023): *ChatGPT passing USMLE shines a spotlight on the flaws of medical education*. In: "PLOS Digital Health", 2(2):e0000205.

Medizininformatik: Lehre und Forschung. Abzurufen unter: <https://www.medizininformatik-initiative.de/de/konsortien/medizininformatik-lehre-und-fortbildung>

Moritz, Sören/ Romeike, Bernd/ Tols, Daniel/ et al. (2023): *Generative AI (gAI) in medical education: Chat-GPT and co*. In: "GMS Journal for Medical Education", 40(4):Doc54.

Mosch, Lina/ Brandt, Jenny/ Frey, Nicolas et. al. (2021): *Lernangebote zu Künstlicher Intelligenz in der Medizin*. in: "Zenodo" 2021;1:1-86.

Mosch, Lina/ Fürstenau, Daniel/ Brandt, Jenny/ et. al. (2022): *The medical profession transformed by artificial intelligence: Qualitative study*, In: "Digit Health 2022", Vol. 8 Pages.

Nationaler Kompetenzbasierter Lernzielkatalog Medizin (NKLM). Abzurufen unter: <https://nklm.de/zeno/menu>.

"Netzwerk Digitale Kompetenzen in der Medizin" (DiKoM): (https://medinfo.charite.de/studium_lehre/dikom/)

Roediger, Henry L./ Karpicke, Jeffrey D. (2006): *Test-enhanced learning: taking memory tests improves long-term retention*. In: "Psychological science", 17(3), 249–255.

Ryan, Richard M./ Deci, Edward L. (2000): *Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being*. In: "American psychologist", 55(1):68.

Sailer, Michael/ Hense Jan U./ Mayr Sarah/ et al. (2017): *How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction*. In: "Computers in Human Behavior", 69(Supplement C):371–80.

Sailer, Michael/ Homner, Lisa (2020): *The Gamification of Learning: a Meta-analysis*. In: "Educ Psychol Review", 32(1):77–112.

Sailer, Michael/ Sailer, Maximilian (2020): *Gamification of in-class activities in flipped classroom lectures*. In: "British Journal of Educational Technology." Abzurufen unter: <https://online-library.wiley.com/doi/abs/10.1111/bjet.12948>

Scott, Ian A./ Shaw, Tim/ Slade, Christian/ et.al. (2023): *Digital health competencies for the next generation of physicians*. In: "Intern Med J. 2023"; 53(6):1042-9.

Strelan, Peter/ Osborn, Amanda Jane/ Palmer, Edward J. (2020): *The flipped classroom: A meta-analysis of effects on student performance across disciplines and education levels*. In: "Educational Research Review"; 30:100314.

Thomas, Jason A./ Foraker, Randi E./ Zamstein, Noa/ et al. (2022): *Demonstrating an approach for evaluating synthetic geospatial and temporal epidemiologic data utility: results from analyzing >1.8 million SARS-CoV-2 tests in the United States National COVID Cohort Collaborative (N3C)*. In: "Journal of the American Medical Informatics Association (JAMIA)"; 29(8), 1350–1365.

Timmer, Antje/ Weberschock, Tobias/ Varghese, Julian/ et. al. (2022): *Digitalisierung, Evidenzbasierte Medizin, Prävention und Forschungskompetenz: Die Rolle der Medical Data Sciences im neuen Medizin-Curriculum. Empfehlungen zur Umsetzung des NKLM 2.x durch Epidemiologie, medizinische Biometrie und Medizininformatik, mit Bioinformatik und verwandten Fächern*. In: "GMS Med Inform Biom Epidemiol 2022", 18 (2), Doc06. Abzurufen unter: [GMS Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie | Digitalisierung, Evidenzbasierte Medizin, Prävention und Forschungskompetenz: Die Rolle der Medical Data Sciences im neuen Medizin-Curriculum \(egms.de\)](https://www.egms.de/medinform/2022/18/2/Doc06)

Tolks, Daniel/ Sailer Michael (2021): *Gamification als didaktisches Mittel in der Hochschulbildung*. In: "Hochschulforum Digitalisierung, (Hg.): "Digitalisierung in Studium und Lehre gemeinsam gestalten: Innovative Formate, Strategien und Netzwerke", S. 515–32.

Tolks, Daniel/ Schäfer, Christine/ Taupach, Tobias/ et al. (2016): *An introduction to the inverted/flipped classroom model in education and advanced training in medicine and in the healthcare professions*. In: "GMS Journal for Medical Education"; 33(3):Doc46.

Tolks, Daniel/ Romeike, Bernd/ Ehlers, Jan P./ et al. (2021): *The online inverted classroom model (oiCM). A blueprint to adapt the inverted classroom to an online learning setting in medical and health education (Version 2)*. In: "MedEdPublish"; 9(113).

Universität Basel (2023): *Longitudinales Curriculum: Digitalisierung in der Medizin*. Abzurufen unter: [Longitudinales Curriculum der Universität Basel](https://www.unibas.ch/de/curriculum)

Universitätsspital Basel: *Innovation Lab*. Abzurufen unter: <https://innovation.usb.ch/index/innovation-lab.html>

van Alten, David C.D./ Phielix, Chris/ Janssen, Jeroen/ et al. (2019): *Effects of flipping the classroom on learning outcomes and satisfaction: A meta-analysis*. In: "Educational Research Review", 28:100281.

Wang, Alf Inge/ Tahir, Rabail (2020): *The effect of using Kahoot! for learning - A literature review*. In: "Computers & Education"; 149:103818.

9 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Inhaltsspezifische Studierendenbewertung in Medizininformatik. Quelle: Menti-meter-Abfrage zum Vorlesungsabschluss Medizininformatik 9. Semester, Medizinische Fakultät, Universität Münster. Originaldaten inkl. Freitextkommentare vom fakultätseigenen Evaluna-System auf Anfrage erhältlich.

Abb. 2: Startseite Basler Modul. Quelle: [LC Digitalisierung in der Medizin uni-bas.ch](https://www.lc-digitalisierung.in.der.medizin.uni-bas.ch).

10 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Zusammenhang von psychologischen Bedürfnissen und Game-Design-Elementen. Quelle: Tolks & Sailer 2021.

Tab. 2: Vor- und Nachteile beim Einsatz von Gamification.

Tab. 3: Chancen und Risiken beim Einsatz von Lernmanagementsystemen.

11 Abkürzungsverzeichnis

ÄApprO	Ärztliche Approbationsordnung
AI	Artificial Intelligence
AIED	Artificial Intelligence in Education
AR	Augmented Reality
ARS	Audience-Response-System
BÄK	Bundesärztekammer
CEX	Clinical Evaluation Exercises

DGSVO	Datenschutzgrundverordnung
DiGA	Digitale Gesundheitsanwendung
DOPS	Direct Observation of Procedural Skills
ELSI	Ethical, Legal and Social Implications
EPA	Entrustable Professional Activities
GAN	Generative Adversarial Networks
GDMS	Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie
GGG	Gesundheitssysteme, -ökonomie und öffentliche Gesundheitspflege
gKI	Generative Künstliche Intelligenz
ICM	Inverted Classroom Model
ITS	Intelligent Tutoring System
KI	Künstliche Intelligenz
LeKIM	Lernangebote zu Künstlicher Intelligenz in der Medizin
LLM	Large Language Model
LMS	Lernmanagementsystem
MOOC	Massive Open Online Courses
NKLM	Nationaler Kompetenzbasierter Lernzielkatalog
OER	Open Educational Resources
POL	Problemorientiertes Lernen
SDT	Selbstbestimmungstheorie
VAE	Variational Autoencoders
VR	Virtual Reality

Impressum



Dieses Werk ist unter einer Creative Commons Lizenz vom Typ Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International zugänglich. Um eine Kopie dieser Lizenz einzusehen, konsultieren Sie <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>. Von dieser Lizenz ausgenommen sind Organisationslogos sowie falls gekennzeichnet einzelne Bilder und Visualisierungen.

ISSN (Online) 2365-7081; 9. Jahrgang

Zitierhinweis

Arbeitsgruppe DiF-Medizin (2023): Digitale Transformation in der medizinischen Ausbildung. Eine Handreichung der Arbeitsgruppe Digitalisierung in den Fachbereichen: Medizin. Arbeitspapier Nr. 74. Berlin: Hochschulforum Digitalisierung.

Herausgeber

Geschäftsstelle Hochschulforum Digitalisierung beim Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V.

Hauptstadtbüro • Pariser Platz 6 • 10117 Berlin • T 030 322982-520

info@hochschulforumdigitalisierung.de

Redaktion

Estefania Cepeda Velasquez

Verlag

Edition Stifterverband – Verwaltungsgesellschaft für Wissenschaftspflege mbH

Barkhovenallee 1 • 45239 Essen • T 0201 8401-0 • mail@stifterverband.de

Layout

Satz: Michael Siegel

Vorlage: TAU GmbH • Köpenicker Straße 154 A • 10997 Berlin

Das Hochschulforum Digitalisierung ist ein gemeinsames Projekt des Stifterverbandes, des CHE Centrums für Hochschulentwicklung und der Hochschulrektorenkonferenz. Förderer ist das Bundesministerium für Bildung und Forschung.

www.hochschulforumdigitalisierung.de