

# 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

### Digitalization, evidence-based medicine, preventive care and research skills: the role of the medical data sciences in the new medical curriculum

Recommendations for the implementation of the NKLM 2.x through epidemiology, medical biometry, and medical informatics, with bioinformatics and related subjects

#### Abstract

Medical data sciences receive attention as digitalization and artificial intelligence (AI) pose new challenges and opportunities in health care. Specific methods and skills derived from the data sciences have been driving essential developments in almost if not all areas of health care and medical research over many years. For example, evidence-based medicine is now a pillar of medical practice, combined with a stronger focus on reproducible and valid research and an improved understanding of scientific methods.

The increased role of the data sciences in medical research and practice is reflected in the revised national competency-based learning objectives catalog for medicine (NKLM 2.0). Digitalization, research skills, evidence medicine and health promotion and prevention are integral parts of the curriculum from start to end. They relate to all subjects and topics in an interprofessional manner.

This increase in relevance of the data sciences clearly calls for improved competencies in the clinico-theoretical disciplines previously combined as interdisciplinary domain 1 (Q1). Epidemiology, medical biometry and medical informatics will now contribute expertise throughout the whole course of studying medicine. These disciplines deal with digitalization, medical research competence, evidence-based medicine, and prevention. In addition, disease-related learning and many aspects of therapy, diagnostics, communication, and management benefit from cooperation with dedicated instruction in the medical data sciences by didactically trained experts.

This article aims to support faculties and subject representatives during the implementation period of the NKLM 2.0 and beyond regarding data science skills. Tables provide an overview of essential learning objectives in epidemiology, biometry, and medical informatics across the different phases of the curriculum. In addition, we give recommendations for cooperation with other subject representatives. By this we wish to contribute to improving the medical curriculum based on graduate profile-oriented interdisciplinary-integrative teaching.

**Antje Timmer<sup>1</sup>**  
**Tobias Weberschock<sup>2,3</sup>**  
**Dietrich Rothenbacher<sup>4</sup>**  
**Julian Varghese<sup>5</sup>**  
**Ursula Berger<sup>6</sup>**  
**Peter Schlattmann<sup>7</sup>**  
**Martin Dugas<sup>8</sup>**  
**Annette Kopp-Schneider<sup>9</sup>**  
**Alfred Winter<sup>10</sup>**  
**Harald Binder<sup>11</sup>**

1 Abteilung Epidemiologie und Biometrie, Carl von Ossietzky Universität, Oldenburg, Deutschland

2 Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie, Universitätsklinikum Frankfurt, Deutschland

3 Arbeitsgruppe EbM Frankfurt, Institut für Allgemeinmedizin, Goethe-Universität Frankfurt, Frankfurt/Main, Deutschland

4 Institut für Epidemiologie und Medizinische Biometrie,

**Keywords:** medical curriculum, epidemiology, biometry, medical informatics, education, recommendations, evidence-based medicine, science education, digitalization

## Zusammenfassung

Medizinische Datenwissenschaften erhalten über Themen wie Digitalisierung und künstliche Intelligenz (KI) große Aufmerksamkeit. Aber auch in anderen Bereichen entwickeln sich Gesundheitsversorgung und Forschung kontinuierlich weiter unter Rückgriff auf Methoden und Kompetenzen der in den Datenwissenschaften gebündelten Fächer. So ist die Evidenzbasierte Medizin inzwischen als Pfeiler ärztlichen Handelns etabliert, verbunden mit einem stärkeren Fokus auf reproduzierbarer und valider Forschung und verbessertem wissenschaftlichen Methodenverständnis.

Diese wichtigen Entwicklungen medizinischer Forschung und Praxis spiegeln sich auch im überarbeiteten nationalen kompetenzbasierten Lernzielkatalog Medizin (NKLM 2.0) wider. Themenkomplexe zu Digitalisierung, medizinisch-wissenschaftlichen Kompetenzen, und Gesundheitsförderung und Prävention prägen das geplante Curriculum über das gesamte Studium hinweg fächerübergreifend und interprofessionell. Dies korrespondiert mit einer deutlichen Aufwertung der Fächer, die bisher als klinisch-theoretische Fächer im Querschnittsbereich 1 (Q1) zusammengefasst waren. Epidemiologie, Biometrie und Medizininformatik zuzüglich der Bioinformatik bringen nun über den gesamten Verlauf des Studiums Expertise ein. Diese Expertise betrifft schwerpunktmäßig die genannten Bereiche Digitalisierung, wissenschaftliche Methodenkompetenz, Evidenzbasierte Medizin und Prävention. Aber auch inhaltlich-krankheitsbezogene Themen und viele Aspekte aus Therapie, Diagnostik, Kommunikation und Management profitieren von Kooperationen mit Lehrenden der Datenwissenschaften.

Dieser Artikel soll medizinische Fakultäten und Fachvertreter bei der Umsetzung des NKLM 2.0 dort unterstützen, wo Kompetenzen der Datenwissenschaften benötigt werden. An den Kapiteln des NKLM orientierte Tabellen bieten eine Übersicht der wesentlichen Lernziele der Epidemiologie, Biometrie und Medizininformatik über die verschiedenen Phasen des Studiums. Darüber hinaus geben wir konkrete Empfehlungen für Kooperationen mit anderen Fächern. Wir möchten damit zur Verbesserung medizinischer Curricula im Sinne absolventenprofilorientierter interdisziplinär-integrativer Lehre beitragen.

**Schlüsselwörter:** NKLM, Medizincurriculum, Epidemiologie, Biometrie, Medizininformatik, Ausbildung, Empfehlungen, Evidenzbasierte Medizin, Wissenschaftsausbildung, Digitalisierung

## Einleitung

Kompetenter Umgang mit digitalen Technologien und Prozessen, evidenzbasierte Prävention, wissenschaftsbasierte ärztliche Entscheidungsfindung (Evidenzbasierte Medizin) und die Anwendung forschungsrelevanter Methoden im eigenen Forschungsprojekt: Alle diese Kompetenzen werden jungen Ärzten und Ärztinnen mit zunehmender Relevanz abgefordert. Ziel ist eine verstärkte Praxis- und Wissenschaftsorientierung des Medizinstudiums. Dies ist im Masterplan 2020 formuliert, im überarbeiteten nationalen kompetenzbasierten Lernzielkatalog Medizin (NKLM) widergespiegelt und somit voraussichtlich

auch ab 2025 in der neuen Approbationsordnung für Ärzte verankert [1], [2], [3].

Die Fächer des bisherigen Querschnittsbereichs 1 (Q1: Epidemiologie, medizinische Biometrie, Medizininformatik) sowie zunehmend die hiermit kooperierende Bioinformatik spielen bereits heute eine wichtige Rolle als Vermittler der für diese Kompetenzen grundlegenden Kenntnisse bei gleichzeitig hoher klinischer Anwendungsorientierung [4]. Sie sind als medizinische Datenwissenschaften eng miteinander verzahnt und dabei vielfältig in Themen der medizinischen Versorgung, Kommunikation und Wissenschaft eingebunden. Augenfällig neu sind Anwendungen künstlicher Intelligenz (KI); nicht weniger relevant sind digitalisierte Prozesse der Gesundheitsver-

Universität Ulm,  
Deutschland

- 5 Institut für Medizinische Informatik. Medizinische Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität, Münster, Deutschland
- 6 Institut für Medizinische Informationsverarbeitung, Biometrie und Epidemiologie, Ludwig-Maximilians-Universität München, Deutschland
- 7 Institut für Medizinische Statistik, Informatik und Datenwissenschaften, Universitätsklinikum Jena, Deutschland
- 8 Institut für Medizinische Informatik, Universitätsklinikum Heidelberg, Deutschland
- 9 Abteilung Biostatistik, Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg, Deutschland
- 10 Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie, Medizinische Fakultät der Universität Leipzig, Deutschland
- 11 Institut für Medizinische Biometrie und Statistik, Fakultät für Medizin und Universitätsklinikum, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Deutschland

sorgung. In einer zunehmend weiter professionalisierten medizinischen Forschung gewinnen Forschungsdatenmanagement und der verantwortungsvolle Umgang mit Methoden und Ergebnissen, inklusive Kenntnissen über regulatorische Vorgaben zunehmend an Gewicht, vor allem auch im Hinblick auf Probanden- und Patientensicherheit. Widerspiegelt im NKLM 2.0, muss dies auch Eingang in die Lehre finden, beispielsweise im Rahmen des neu vorgesehenen studentischen Forschungsprojektes. Medizinische Datenwissenschaften vermitteln dazu ihre Expertise über das gesamte Studium hinweg, entsprechend den gestiegenen Anforderungen in der späteren Berufspraxis. Dies stellt medizinische Fakultäten und Fachvertretung bei der Prüfung und Umsetzung des NKLM vor Herausforderungen. Ohne dass die rechtlichen Rahmenbedingungen bereits im Einzelnen geklärt sind, muss abgeglichen werden, welche datenwissenschaftlichen Kompetenzen bereits gelehrt werden, wo enge Interaktion mit anderen Fächern in der Umsetzung angezeigt ist und wo ggf. eine Erweiterung von Kapazitäten erforderlich ist, um geforderte Lernziele zu vermitteln. Dies betrifft auch die Betreuung von studentischen Forschungsprojekten. Die vorliegende Arbeit soll hierfür Hilfe leisten. Wir fassen nach Themenkomplexen gegliedert zusammen, welche Lernziele in welcher Phase des Studiums grundlegend durch Fachvertreter der Datenwissenschaften angeboten werden sollten und wo Kooperationen mit anderen Disziplinen oder unterstützende Leistungen möglich sind. Die Empfehlungen basieren auf einem Konsensus aus den jeweiligen Fachgesellschaften und sind einer modernen, absolventenprofilorientierten Lehre verpflichtet. Angebote und Expertise der Fächer in den verschiedenen Kompetenzbereichen werden zunächst kurz erläutert. Übersichtstabellen und Verweise auf detaillierte konsentrierte Lernzielkataloge ergänzen als pragmatische Orientierungshilfen die einleitenden Bemerkungen.

## Lernziele und Themenkomplexe

### Absolventenprofile

Primat jeder Lehre im Medizinstudium nach dem neuen NKLM ist eine Orientierung an dem, was Ärzte und Ärztinnen für den Einstieg ins Berufsleben benötigen. Zu diesem Zweck wurden Absolventenprofile als Leitbild und übergeordnetes Anforderungsprofil formuliert [5]. Sie werden dargestellt als ärztliche Kompetenzrollen, sogenannte „anvertraubare professionelle Aktivitäten (EPA, *entrustable professional activities*) und darüber hinaus als „professionelle wissenschaftliche Aktivitäten“ (PWA) [6], [7]. Grundlage der EPAs bilden die Prinzipien der Evidenzbasierten Medizin (EbM) mit Berücksichtigung der besten verfügbaren Evidenz, der klinischen Expertise sowie der Werte und Lebensverhältnisse des Patienten oder der Patientin.

Diesen EPA und PWA sind auch die Datenwissenschaften verpflichtet, wenn sie Veranstaltungen im Sinne des NKLM 2.0 planen und durchführen. Wir weisen daher in

den nachfolgenden Abschnitten auch auf jeweils relevante EPA/PWA hin.

### Digitale Kompetenzen

Von virtueller und erweiterter („augmented“) Realität über Grundlagen der Bildentstehung, vom Aufspüren und Umgang von Informationen über digitale Untersuchungsanforderungen, Telemedizin und ein Patientenmanagement via Apps: digitale Kompetenzen berühren nahezu jeden Aspekt von Lehre, Forschung und Versorgung in jedem Abschnitt des Studiums in besonderer Weise (Tabelle 1). EPA fordern digitale Kompetenzen vor allem im Rahmen von ärztlicher Beratung, und dies in verschiedenen Abschnitten der Absolventenprofile. So sollen jeweils „digitale Informations- und Assistenzmöglichkeiten“ selbstständig genutzt werden können, um Patienten Teilhabe und individuelle Gesundheitskompetenz zu ermöglichen.

Der ausgreifend vernetzten Verteilung digitaler Ziele wurde bei der NKLM-Überarbeitung durch eine kapitelübergreifende interdisziplinäre Projektgruppe unter Beteiligung von Fachvertretern der Medizininformatik Rechnung getragen. Die Identifikation und Umsetzung gerade der vielfach kapitelübergreifenden Kompetenzen mag auf den ersten Blick als eine besondere Herausforderung erscheinen.

### Kernkompetenzen der Medizininformatik im Hinblick auf Digitalisierung

Die Medizininformatik beschäftigt sich mit Datenverarbeitungsprozessen im gesamten Spektrum der Medizin und ist insbesondere zuletzt durch die vom Bund finanzierte Medizininformatik-Initiative aktive Treiberin der digitalen Transformation im Gesundheitswesen [8]. Auf der Seite der medizinischen Ausbildung haben sich der Medizinische Fakultätentag und noch deutlicher die Bundesvertretung der Medizinstudierenden Deutschlands für eine verstärkte Implementierung von digitalen Kompetenzen im Medizinstudium ausgesprochen [9], [10]. Aufstrebende Themen wie Gesundheits-Apps, Big Data und künstliche Intelligenz oder Präzisionsmedizin waren Anlass für die Überarbeitung und Abstimmung eines neuen Lernzielkatalogs der Medizininformatik im Medizinstudium, welcher mittlerweile zu einem überwiegenden Teil auch im aktuellen NKLM 2.0 abgebildet wurde [11].

Themen wie Maschinelles Lernen oder künstliche Intelligenz, Verfahren der Bildverarbeitung, Datenmanagement, Datenschutz, IT-Sicherheit, Informationssysteme im Gesundheitswesen, Gesundheitstelematik und andere versorgungsrelevante digitale Kommunikationswege erfordern nach Lernzielbeschreibung ein methodisch-technisches Grundverständnis, weswegen der Medizininformatik und ihren Schwesterdisziplinen im Q1 eine zentrale Bedeutung bei der Vermittlung digitaler Kompetenzen zukommt. Beispielsweise müssen die prinzipielle Wirkweise von KI-Systemen für das Verständnis von technischen Limitationen sowie auch Aspekte bzgl. wissenschaftlicher

Tabelle 1: Digitale Kompetenzen

Kapitel im NKLM	Jahre 1–2 / Grundlagen	Jahr 3 / klinische Basiskompetenzen (BK)	Jahr 4–5 / bis PJ-Reife (+ in Jahr 6 weiter zu vertiefen / eigenständig anzuwenden)
VII.2 Diagnostische Verfahren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erste Einblicke in <i>Virtual Reality, Augmented Reality</i> und <i>computerassistierte Medizin</i> (13.1.2)</li> <li>• <i>Grundlagen der Bildentstehung</i> (3.2.1)</li> <li>• Elektronische Anforderung von Untersuchungen und Befunden (z.B. Röntgenaufnahmen, MRT) (3.2.3, 3.4.1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Grundlagen und Anwendungen von maschinellen Lernverfahren und Künstliche Intelligenz-Systeme (13.1.3)</b></li> <li>• <b>Wissensbasierte Systeme, Clinical Decision Support Systems (13.1.4)</b></li> <li>• <i>Telemedizinische Anwendungen (13.1.5)</i></li> <li>• <b>Verfahren der Visualisierung medizinischer Bilder (13.1.6)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Nationale und internationale Klassifikationssysteme (1.1.3)</b></li> <li>• <i>Prozesse diagnostischen Schlussfolgerns (1.2.1), diagnostische Algorithmen (2.1.32)</i></li> <li>• <i>Qualitätssicherung von Laborverfahren (2.1.29)</i></li> <li>• <b>Standards der medizinischen Informatik, Interoperabilität (13.1.1)</b></li> <li>• <i>Virtual und augmented reality, Computer-assistierte Medizin (13.1.2)</i></li> <li>• <b>Verfahren der Visualisierung medizinischer Bilder (13.1.6)</b></li> <li>• <i>Grundlagen der Bildentstehung (3.2.1)</i></li> <li>• <i>Elektronische Untersuchungsanforderungen (3.2.3, 3.4.1)</i></li> <li>• Medizinische Lehr- und Lernsysteme (2.1.6)</li> </ul>
VIII.1.2 Lernen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationsquellen, Recherchesysteme, Suchstrategien für Fachliteratur (2.1.4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationsquellen, Recherchesysteme, Suchstrategien für Fachliteratur (2.1.4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Patientenorientierter und kritischer Umgang mit IT, z.B. i.R. Mobile Health und digitaler Unterstützungssysteme (3.1.1)</b></li> <li>• <i>Literaturbeschaffung (3.1.3)</i></li> <li>• <b>Gezielte Literaturrecherche nach EbM-Standard (3.1.4)</b></li> </ul>
VIII.1.3 Kritischer Anwender / EbM			<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Rahmenbedingungen von Studien (4.1.2)</i></li> <li>• <i>Literaturrecherche und -verwaltung für eigenes Forschungsprojekt (4.2.1)</i></li> <li>• <i>Grundzüge Projekt- und Datenmanagement anwenden (4.2.2)</i></li> <li>• <i>Eigenes Forschungsprojekt (7.1.1, 7.1.2)</i></li> </ul>
VIII.1.4 Innovator / Forschung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Datenerhebung und Datenmanagement: Nutzung von Datenquellen, Datenbanken, Verfahren der Pseudonymisierung/Anonymisierung, Merkmalskataloge, computerassistierte Erhebung, Case report forms, Sicherung von Datenqualität (4.1.8)</b></li> <li>• <i>Messen: Skalen, Klinische Scores (4.1.7)</i></li> </ul>	<p>Jahre 1–3:                      Fachspezifische Methoden:                      Wahlpflichtpraktika aus den Bereichen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen (Bereich 1)</li> <li>• Klinische Forschung (Bereich 3)</li> <li>• Übergreifende Forschung (Bereich 4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Digitale Medien (6.3.5)</i></li> <li>• <b>Abruf aus KIS, KAS, PDMS Anwendungen (6.3.8)</b></li> <li>• <i>Führen elektronische Patientenakte, digitale Befunddokumentation, Verordnungsmanagement (6.3.9)</i></li> <li>• <b>Risiken / Sicherheit von KIS (6.3.9)</b></li> <li>• <i>Möglichkeiten der Telemedizin (6.3.10)</i></li> <li>• <i>Digitale Patientenberichte, incl. med. Klassifikationssysteme (ICD, ICD-O, DRG, OPS), Notarztprotokoll, Intensivverlegungsberichte (6.2.2)</i></li> </ul>
VIII.2 Gesprächsführung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einbezug digitaler Medien in die Arzt-Patienten-kommunikation (6.3.1)</li> <li>• Gesundheits-Apps, digital unterstützte Anamnese (6.3.1, 6.3.2)</li> <li>• <b>Reflexion Auswirkungen digitaler Medien auf Arzt-Patienten-Verhältnis (6.3.2)</b></li> <li>• Nutzen, Schaden, Besonderheiten digitaler Medien in der Arzt-Patienten-Kommunikation (6.3.3, 5., 7., 11)</li> <li>• <i>Beratung von Patienten hinsichtlich der Nutzung digitaler Medien und Angebote</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Papier vs. elektronische Dokumentation (6.3.3)</b></li> <li>• <i>Online-basierte Intervention, Qualitätsbewertung Apps (6.3.4)</i></li> <li>• <i>Nutzung elektronische Patientenakte (6.3.6)</i></li> <li>• <i>Rechtliche Aspekte virtueller Kommunikation (6.3.7)</i></li> </ul>	

(Fortsetzung)

Tabelle 1: Digitale Kompetenzen

Kapitel im NKLM	Jahre 1–2 / Grundlagen	Jahr 3 / klinische Basiskompetenzen (BK)	Jahr 4–5 / bis PJ-Reife (+ in Jahr 6 weiter zu vertiefen / eigenständig anzuwenden)
VIII.3 Interprofessionelle Kompetenzen		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertraulicher Umgang mit Informationen / Daten (1.1.2)</li> <li>• Fehlervermeidung IT Systeme (3.2.8)</li> <li>• Digitale Kommunikationswege und -techniken (3.3.1)</li> <li>• Dokumentationsstandards (3.5.1, 3.4.2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beachtung Datenschutz / Vertraulichkeit (1.1.2)</li> <li>• Softwareschulungen, -Risikoklassen (3.2.9)</li> <li>• Fehlermöglichkeiten, Risiken, Grenzen IT Anwendung (3.2.8)</li> <li>• Digitale Kommunikationswege (3.3.1)</li> <li>• Qualitätsmanagement: Dokumentation, kritische Reflexion von Dokumentationssystemen (3.4.2, 5.2.4)</li> </ul>
VIII.4 Prävention		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualitätsgesicherte Informationsquellen und Entscheidungshilfen für Präventionsberatung incl. elektronischer Datenbanken (3.9.1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitale Angebote für Gesundheitsförderung und Prävention (Risiken, Fehlerquellen, Rechtslage, Voraussetzungen, IT Sicherheit) (3.6.4)</li> </ul>
VIII.5 Führung und Management			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dokumentation im Rahmen QS (5.2.4)</li> </ul>
VIII.6 Professionelles Handeln, Ethik und Recht	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Rechtliche Vorgaben für Dokumentationspflicht, Datenschutz (1.2.2)</i></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herausforderungen der Digitalisierung in Klinik und Forschung (unterschiedliche Regelungen bzgl. Datenspeicherung Datenschutz, Verantwortlichkeiten, Transparenz von Algorithmen etc.) (4.4.17)</li> <li>• Ethische und rechtliche Herausforderungen</li> <li>• Neue technische Verfahren für Arzt-Patienten-Beziehung (z.B. Gesundheitstelematik, Telemedizin) (4.3.3)</li> <li>• Ethische und rechtliche Herausforderungen durch Verfügbarkeit/Nutzung von „Big Data“ (4.4.14)</li> </ul>

Primär dem Q1 zugeordnete Lernziele sind **fett** gesetzt, Lernziele, bei denen die Q1-Fächer eher ergänzend/unterstützend tätig werden, sind *kursiv* gesetzt. Ziffern in Klammern entsprechen der Kennzeichnung der Lernziele im NKLM 2.0.  
 NKLM: Nationaler kompetenzbasierter Lernzielkatalog Medizin. BK: Basiskompetenzen. P.J: Praktisches Jahr. EbM: Evidenzbasierte Medizin. IT: Informationstechnik. QS: Qualitätssicherung. Q1: Querschnittsbereich 1 der ärztlichen Approbationsordnung (§27) (Epidemiologie, Biometrie und Medizininformatik)



Evidenz, Ethik und Regulatorik vermittelt werden, damit diese Systeme in der medizinischen Versorgung effektiv und sicher eingesetzt werden.

## Empfehlungen zu Kooperationen und Absprachen mit anderen Fächern

In Tabelle 1 sind die digitalen Kompetenzen, die aufgrund der zentralen Methoden-Kompetenz hauptsächlich durch Expertise aus den Q1-Fächern in Form von dezidierten Lehrformaten zu vermitteln sind, hervorgehoben. Darüber hinaus gibt es zahlreiche weitere Lernziele aus dem Bereich digitale Kompetenzen oder digitale Medizin, die in anderen klinischen Disziplinen eine Lehranwendung finden oder durch ein interprofessionelles Lehrformat unterrichtet werden können. Insbesondere Anwendungen aus dem Bereich der Arzt-Patienten-Kommunikation (z.B. Patientenapps, „virtual reality“) oder auch KI-Systeme zur klinischen Entscheidungsunterstützung sind im gesamten Spektrum der klinischen Fachdisziplinen vorstellbar. Hierdurch besteht ein großes Potential interdisziplinärer und interprofessioneller Lehrformate für klinische Fallvorstellungen, auch direkt am Krankenbett. Beispielsweise können für klinisch-praktische Fertigkeiten Fachärzte und Fachärztinnen aus Radiologie, Anästhesie, Innerer Medizin etc. Indikationen und Einsatzszenarien verdeutlichen, während Experten aus den Datenwissenschaften und der Medizinethik technisch-wissenschaftliche und ethisch-soziale Aspekte adressieren.

## Wissenschaftliche Kompetenzen

### Grundlagen wissenschaftlichen Arbeitens

Methodische Grundkenntnisse der Epidemiologie, Biometrie und auch Medizininformatik stellen eine gemeinsame Basis der klinischen Forschung und einer fundierten Evidenzbasierten Medizin (kritische Anwendung unter Berücksichtigung der Ergebnisse klinischer Forschung) als auch nahezu jeglicher weiteren empirischen Forschung dar (Tabelle 2).

### Kernkompetenzen der Datenwissenschaften

Es ist unter dem Aspekt von Synergien, der Vermeidung von Redundanzen und der Berücksichtigung von Patientensicherheit wichtig, dass bereits in der wissenschaftlichen Grundlagenausbildung von Ärzten und Ärztinnen ein konsequenter Fokus auf der patientenorientierten klinisch-evaluativen Forschung besteht (Säule 3 nach DFG) [12]. Klinische und epidemiologische Forschung stellt besondere Ansprüche an einen verantwortungsvollen Umgang mit Daten und deren Interpretation. Beispielsweise sind Datenschutz, Reproduzierbarkeit, Validität, Transparenz, Generalisierbarkeit, Anwendungsorientiertheit und Patientensicherheit zu nennen. Sie ist damit stärker professionalisiert und interdisziplinär aufgestellt, als dies in anderen Forschungsbereichen notwendigerweise üblich sein dürfte, und sie bedarf einer spezifischen

Ausbildung, wie sie durch die Fächer des Q1 vertreten wird. Alle drei Disziplinen stehen dabei für eine Lehre, die fächerübergreifend, interdisziplinär relevant, wissenschaftlich und kompetenzbasiert ist. Sie leisten die Grundausbildung, die wissenschaftliche Betreuer aus anderen Fächern entlastet, und die das wissenschaftliche Forschungsverständnis und die Qualität studentischer Forschungsarbeiten verbessert. Die Datenwissenschaften tragen somit sowohl direkt über Methodenlehre und eigene Projekte, als auch indirekt über die methodische Unterstützung von Forschungsprojekten anderer Fächer entscheidend dazu bei, die wissenschaftliche Basis für die spätere Berufspraxis und eine Promotionsfähigkeit zu gewährleisten.

Belange anderer Forschungsbereiche, wie etwa der naturwissenschaftlichen Grundlagenforschung, sozialempirischer Untersuchungen und textbasierter Analysen werden dabei nicht außer Acht gelassen. Auch solche Projekte profitieren von einer soliden Ausbildung in den Methoden der Epidemiologie, medizinischen Biometrie und Medizininformatik. Angesichts der Vielfalt medizinischer Forschung, aber vor allem auch des Umfangs des medizinischen Lernzielkatalogs ist es wichtig, diejenigen Kompetenzen zu identifizieren, die voraussichtlich von (fast) allen Studierenden benötigt werden und zudem als Grundlage evidenzbasierten Handelns in Versorgung und Prävention anzusehen sind. Dies ist in der Formulierung der Lernziele unter VIII.1.4.1 berücksichtigt worden (vgl. Tabelle 2). Alle Lernziele dieses Abschnitts mit Ausnahme einer Referenz zu qualitativer Forschung laufen auf Kernkompetenzen aus der Epidemiologie und Biometrie hinaus [13]. Grundlage bei der Formulierung der Lernziele in diesem Kapitel war unter anderem der Lernzielkatalog Epidemiologie der Fachgesellschaften, die auch diesen Artikel zeichnen [14].

Wissenschaftliche Grundlagenkompetenzen sind laut NKLM 2.0 bereits im ersten Studienabschnitt zu vermitteln. Dazu ist methodisch ausgebildetes und gleichzeitig didaktisch für die Medizinerlehre qualifiziertes Lehrpersonal erforderlich, das mit den besonderen Ansprüchen medizinischer Forschung vertraut ist. Genau dies ist Kernanliegen und Kompetenz der Fächer des Q1. Vertiefungen und Ergänzungen sind direkt darauf aufbauend bis zum zweiten Staatsexamen, bzw. bis zur eigenen Forschungsarbeit vorgesehen. Sie sollten einerseits in eine damit abgestimmte methodische Begleitung der Forschungsarbeiten, andererseits in Lehre zur kritischen klinischen Anwendung münden.

### Empfehlungen zu Kooperationen und Absprachen mit anderen Fächern

- Themen der Forschungsethik und Wissenschaftstheorie sind gerade im Kontext klinischer Forschung notwendiges Fundament und wichtige Ergänzung (Absprachen mit Vertreterinnen der Medizinethik über das gesamte Curriculum, Kapitel VIII.1.1)
- Phasen der klinischen Prüfung wie auch weitere Themen der regulatorischen Forschung betreffen sowohl

Tabelle 2: Medizinisch wissenschaftliche Fertigkeiten, incl. Anwendung i.R. Diagnose und Therapie/Prognose

Kapitel	Jahre 1–2 / Grundlagen	Bis Jahr 3 Basiskompetenzen	Jahr 4–5 / bis PJ-Reife	Jahr 6, Weiterbildungskompetenz, EPA, PWK
VII.2: Diagnostik VII.3: Therapie		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Diagnostische Kennzahlen (VII.2: 1.3.3)</b></li> <li>• <i>Verteilung von Messgrößen (VII.2 – 01.2.2)</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phasen der klinischen Prüfung (VII.3 – 3.1.4.3)</li> <li>• Prinzipien Nutzen-Risiko-Abwägung (VII.3 – 1.1.8)</li> <li>• Placebo-Nocebo Effekte (VII.3 – 1.1)</li> <li>• <i>Einordnung von Zufallsbefunden (VII.2 – 01.2.1)</i></li> <li>• <i>Testergebnis / Vortestwahrscheinlichkeit (VII.2 – 01.2.3)</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Berücksichtigung der Ergebnisse diagnostischer Tests im Hinblick auf Vorwahrscheinlichkeiten (VII.2: 1.3.3)</b></li> </ul>
VIII.1.1: Theorie, Ethik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Kausalitätsbegriff (1.1.1)</i></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Rolle von Hypothesen in der Wissenschaft (1.2.4)</i></li> <li>• <i>Rolle von Ethikkommissionen in der Wissenschaft (1.3.1)</i></li> <li>• <i>Konfliktfeld Forschender – Arzt (1.3.1)</i></li> <li>• <i>Orientierung an guter wissenschaftlicher Praxis (1.3.6)</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Berücksichtigung guter wissenschaftlicher Praxis (1.3.6)</i></li> </ul>
VIII.1.2 Lernender VIII.1.5 Lehrender	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Informationsquellen, Recherchesysteme, Suchstrategien für Fachliteratur (2.1.4)</b></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Medizinische Lehr- und Lernsysteme (2.1.6)</i></li> <li>• <i>Wissenschaftl. Ergebnisse präsentieren / diskutieren (5.3.1)</i></li> <li>• <i>Sich weiterbilden und Handeln anpassen (2.1.5)</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontinuierliche eigene Fortbildung (2.1.6)</li> </ul>
VIII.1.3 Kritischer Anwender (EBM)*			<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>EbM-relevante Literaturrecherche (3.1)</b></li> <li>• <b>Studien zur Diagnostik (Bewertung, Ergebnisinterpretation) (3.2)</b></li> <li>• <b>Studien zu Therapie und Prognose (Bewertung, Ergebnisinterpretation) (3.3)</b></li> <li>• <b>Systematische Übersichtsarbeiten (Bewertung, Ergebnisinterpretation) (3.4)</b></li> <li>• <i>Methodische Aspekte bei Leitlinien (3.5)</i></li> <li>• <i>Evidenzbasierte Entscheidungsfindung (3.6)</i></li> <li>• <i>Erstellen evidenzbasierter Behandlungspläne (3.7)</i></li> <li>• <b>Reflexion und Grundbegriff EbM (3.8)</b> <i>Vgl. zudem VIII.2 – evidenzbasierte Kommunikation (2.6.4, 2.8.1, 3.2.1, 4.2.1, 4.2.3)</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitsplan nach EbM-Prinzipien erstellen (EPA 3)</li> <li>• Therapieplan nach EbM-Prinzipien erstellen (EPA 7)</li> <li>• Strukturierte Beratung/Information (EPA 8)</li> <li>• Fragestellung nach EbM-Konzept bearbeiten/umsetzen (EPA 14)</li> </ul>

(Fortsetzung)

Tabelle 2: Medizinisch wissenschaftliche Fertigkeiten, incl. Anwendung i.R. Diagnose und Therapie/Prognose

Kapitel	Jahre 1–2 / Grundlagen	Bis Jahr 3 Basiskompetenzen	Jahr 4–5 / bis PJ-Reife	Jahr 6, Weiterbildungskompetenz, EPA, PWK
VIII.1.4 Innovator VIII.1.6 Fachspezifische Methoden VIII.1.7 Forschungsprojekt	Grundkenntnisse Forschung (4.1)* • <b>Fragestellung (4.1.1)</b> • <b>Studientypen und Designs (4.1.4)</b> • <b>Stichprobentechniken (4.1.4)</b> • <b>Messen (4.1.7)</b> • <b>Datenmanagement (4.1.8)</b> • <b>Statistische Analyse: Deskription, (4.1.10), Testen (4.1.13), Konfidenzintervalle (4.1.14),</b> • <b>Ergebnisdarstellung (4.1.12)</b> • <b>Confounding und Bias (4.1.16, 4.1.17)</b>	Jahre 1–3: Wahlpflichtpraktika (6.1.2) aus den Bereichen • Grundlagen (Bereich 1) • Klinische Forschung (Bereich 3) • Übergreifende Forschung (Bereich 4)	Aufbaukenntnisse Forschung (4.1)* • <b>Rahmenbedingungen für Forschung (4.1.2)</b> • <b>Studientypen und Designs (4.1.4)</b> • <b>Stichprobentechniken (4.1.5)</b> • <b>Grundlagen Fallzahlplanung (4.1.6)</b> • <b>Statistische Analyse (Regression) (4.1.15)</b> Anwendung im eigenen Projekt (4.2): • Stand der Wissenschaft (4.2.1) • Grundzüge Projektmanagement (4.2.2) • <b>Kritischer Methodeneinsatz (4.2.3)</b> • Ergebnisdiskussion (4.2.4) • Reportingstandards (4.2.6) • Formen der Publikation (4.2.7) Wahlpflichtbereich: Eigenes Forschungsprojekt (7.1.1, 7.1.2)	• Befähigung zur Planung und Durchführung eines Forschungsprojektes (PWK) • Präsentation und Diskussion von wissenschaftlichen Fragestellungen (PWK)

Primär dem Q1 zugeordnete Lernziele sind **fett** gesetzt, Lernziele, bei denen die Q1-Fächer eher ergänzend/unterstützend tätig werden, sind *kursiv* gesetzt. Ziffern in Klammern entsprechen der Kennzeichnung der Lernziele im NKLIM 2.0.

NKLIM: Nationaler kompetenzbasierter Lernzielkatalog Medizin. BK: Basiskompetenzen. PJ: Praktisches Jahr. EbM: Evidenzbasierte Medizin. IT: Informationstechnik.

QS: Qualitätssicherung. Q1: Querschnittsbereich 1 der ärztlichen Approbationsordnung (§27) (Epidemiologie, Biometrie und Medizininformatik)

\* Zur kritischen Bewertung präventiver Maßnahmen siehe Tabelle 3.



die Biometrie und Epidemiologie als auch, vermutlich vorrangig, Medizinethik, Pharmakologie und Fächer, in denen innovative Medizinprodukte relevant sind, wie beispielsweise die HNO (Lernziel VII.3 – 3.1.43).

- Besonders umfassend ist ein Forschungsziel zum Messen formuliert (VIII.1. – 4.1.7; VII.2 – 1.3.3). Dieses berührt neben allen drei Q1-Fächern auch die klinische Diagnostik (z.B. Radiologie, klinische Chemie) sowie Vertreter der empirischen Sozialforschung und medizinischen Psychologie.
- Praktika der Medizinphysik arbeiten häufig bereits früh mit deskriptiver Statistik, wie etwa Mittelwerten und Streuungsmaßen, vgl. Lernziel VIII.1. – 4.1.10 (Kernkompetenz der Biometrie).
- Eine Absprache mit Vertretern qualitativer Forschungsmethoden, beispielsweise aus der medizinischen Soziologie kann sinnvoll sein, um ein umfassenderes Bild medizinischer Forschung zu leisten (Lernziel VIII.1. – 4.1.7)

## Evidenzbasierte Medizin (EbM)

Lernziele des kritischen Anwenders (VIII.1.3) nehmen aufgrund ihrer Bedeutung für die praktische ärztliche Tätigkeit einen großen Anteil im neuen NKLM ein. Sie sind Grundlage aller EPA, expliziter Teil mehrerer EPAs und zusätzlich mit einer eigenen EPA hinterlegt (F.14 – III c – Bearbeiten von Fragestellungen nach dem EbM-Konzept und Umsetzung der Patientenversorgung) und bereits im Gegenstandskatalog des IMPP umgesetzt. Wichtig für die Umsetzung im Medizinstudium ist eine Abstimmung mit den zuvor bereits geforderten wissenschaftlichen Grundlagenkenntnissen einerseits sowie eine zunehmende Einbindung in den klinischen Kontext durch Kooperation mit klinisch-praktischen Fächern andererseits.

### Kernkompetenzen der Datenwissenschaften

Die EbM als Handlungsmethodik einer patientenorientierten Medizin auf wissenschaftlicher Grundlage nutzt Grundlagen der klinischen Epidemiologie als Schnittstelle epidemiologischer und biometrischer Methoden im Kontext klinischer Forschung [15]. Dabei liegt ein besonderer Fokus auf der Befähigung zur patientenorientierten, kritischen Bewertung klinisch relevanter Studienberichte, Evidenzsynthesen und Leitlinien aus den Bereichen Diagnostik, Therapie und Prognose [16]. Darüber hinaus müssen die Ergebnisse sachgerecht interpretiert werden können, unter Beachtung der Rolle von Zufall, Bias, Confounding, Übertragbarkeit und klinischer Relevanz. Die hierfür notwendigen Methodenkenntnisse gehören zu den Kernkompetenzen der Epidemiologie und Biometrie und werden von Vertretern beispielsweise in Übungen, Vorlesungen, vor allem aber auch in Journal Clubs gelehrt. Diese Lehre baut auf den zuvor vermittelten wissenschaftlichen Grundkenntnissen auf und ist in ihrer anwendungsorientierten Form aus Sicht der Q1-Fächer vor allem im dritten Studienabschnitt (Jahr 4–5) relevant.

Damit werden die entsprechenden Lernziele im NKLM 2.0 in idealtypischer Weise im Sinne einer Lernspirale dargestellt. Bereits mit den ersten Veranstaltungen zu epidemiologischen und biometrischen Wissenschaftskompetenzen (VIII.1.4) beginnt eine Ausbildung, nach der die zukünftige Ärztin, bzw. Arzt handlungskompetent und kritisch Ergebnisse der patientenrelevanten Forschung im klinischen Alltag einsetzen können. Die Medizininformatik spielt in diesem Bereich beispielsweise über Kompetenzen der Literaturrecherche ebenfalls eine relevante Rolle.

### Empfehlungen zu Kooperationen und Absprachen mit anderen Fächern

- Eine enge Abstimmung bzgl. der Methoden der wissenschaftlichen Grundausbildung (Kapitel VIII.1.4.1) etabliert eine produktive und effiziente Lernspirale. Die Abschnitte VIII.1.4 und VIII.1.3 bauen aufeinander auf und werden idealerweise durch eng kooperierende Lehrende, jeweils mit klinisch-epidemiologischer Expertise, gelehrt.
- Kenntnisse zur Interpretation von Ergebnissen diagnostischer Maßnahmen insbesondere in Abhängigkeit der Prävalenz von Erkrankungen (prädiktive Werte) sind sowohl im Rahmen des „Kritischen Anwenders“ (VIII.1.-3.2, dritter Studienabschnitt) als auch als übergreifende ärztliche Kompetenz (VII.2 – 1.3.3., zweiter Studienabschnitt) gefordert. Sie könnten darüber hinaus auch bereits im Kontext des Themas „Messen“ als methodische Grundlagenkompetenz (erster Studienabschnitt) gelehrt werden. Eine fächerübergreifende Abstimmung ist zur Vermeidung von Redundanzen empfohlen.
- Lernziele des kritischen Anwenders benötigen insbesondere im letzten Studienabschnitt auch die Vermittlung durch Vertreter klinisch-praktischer Fächer, ohne dass auf Methodenkenntnisse verzichtet werden kann. Besondere Beispiele sind eine patientengerechte Kommunikation wissenschaftlicher Ergebnisse (VIII.1 – 3.6.3), die Erstellung evidenzbasierter Behandlungspfade (VIII.1 – 3.7), die Verwendung evidenzbasierter Leitlinien im ärztlichen Alltag (VIII.1 – 3.5) oder die Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse innerhalb des Behandlungsteams. Gemeinsame Veranstaltungen von Vertretern aus Epidemiologie, Biometrie und klinisch-praktischen Fächern und eine enge Abstimmung werden auch hier empfohlen.
- Das gleiche gilt in besonderem Maße für Kooperationen mit der Allgemeinmedizin hinsichtlich der Vermittlung von Kompetenzen zur Risikokommunikation und evidenzbasierter Prävention (siehe dort).

### Eigene Forschungsprojekte

Zum Erwerb eigener praktischer Forschungserfahrung werden im NKLM zum einen zwei Wahlpflichtpraktika aus verschiedenen Forschungsbereichen (VIII.1 – 6.1.2), zum anderen ein Forschungsprojekt (VIII.1 – 7) gefordert.

Vertreter der Q1-Fächer können sich hierbei in unterschiedlichen Funktionen engagieren.

### Kernkompetenzen der Datenwissenschaften

Zur weiteren Vorbereitung eigener Forschungsprojekte stellen insbesondere Themen der Datenerhebung und -analyse, der Qualitätssicherung und Ergebnisinterpretation in Planung und Durchführung, aber auch Techniken der Literaturrecherche und Standards zum Berichten von Studien originäre Themen aus den Q1-Fächern dar (VIII.1. – 4.2, VIII.1. – 7). Sofern sie nicht bereits als Grundlagenkompetenz erlernt wurden, können Q1-Fächer hier weitere Ausbildung und Unterstützung leisten.

Alle drei Fächer zuzüglich Bioinformatik können zudem eigene Wahlangebote und Forschungsprojekte anbieten. In Praktika werden Methoden vermittelt und geübt, die über die Grundlagenkompetenzen hinausgehen und besonders interessierte Studierende tiefer in Inhalte, Techniken, Prozesse und Forschungsgebiete der Datenwissenschaften einführen (VIII.1. – 6.1.2). Auch Simulationen und Exkursionen bieten sich als Praktikumsthemen an.

Hinsichtlich studentischer Qualifikationsprojekte (dritter Studienabschnitt) ist es aus Sicht der Q1-Fächer mit ihrem Fokus auf klinischer Forschung besonders begrüßenswert, dass auch Studienprotokolle und Ethikanträge als mögliche Formen eigenständiger Forschungsarbeiten genannt werden (VIII.1. – 7.1). Die Akzeptanz dieser wichtigen Dokumente als Forschungsarbeit ermöglicht u.a. einen Zugang zu solchen Arten von Forschung, die Studierenden nicht nur aufgrund einer längeren Datenerhebung bei prospektiver Erfassung, sondern auch aufgrund aufwändigerer Ethikverfahren mit notwendiger Bereitstellung von umfassenden Studienunterlagen, wie etwa informierter Einwilligung und Datenschutzkonzept etc. sonst verschlossen blieben oder nur mit erheblichen Qualitätseinbußen zu bewältigen wären. Auch die explizite Nennung von systematischen Übersichtsarbeiten und Rapid Reviews als zugelassene Forschungsarbeiten ist positiv, da sie trotz entsprechender Stellungnahmen z.B. der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) möglicherweise noch nicht überall als Originalarbeiten anerkannt sind [17].

Spätere klinische Promotionsprojekte profitieren besonders von dieser Aufwertung einer sorgfältigen und angeleiteten Studienplanung im Rahmen der studentischen Forschungsausbildung.

### Empfehlungen zu Kooperationen und Absprachen mit anderen Fächern

- Sinnvoll sind eine gute Kooperation bzw. integrierende Konzepte zur Abstimmung zwischen der Grundausbildung der Studierenden in wissenschaftlichen Kompetenzen ab Jahr 2 mit Beratungs- und Vertiefungsangeboten während der Forschungsprojekte, vgl. Kapitel VIII.1.4, 1.6 und 1.7.

- Eine individuelle Unterstützung von Studierenden in Forschungsprojekten anderer Fächer z.B. bezüglich Literaturrecherche, Studienplanung, Datenmanagement, Auswertung, Qualitätssicherung und Diskussion (Bias, Confounding,  $\alpha/\beta$ -Fehler, Validität, Repräsentativität, Übertragbarkeit bzw. Generalisierbarkeit) durch Vertreter der Datenwissenschaften kann prinzipiell sinnvoll bzw. wünschenswert sein, um eine gute Qualität der studentischen Arbeiten zu gewährleisten. Dabei ist allerdings im Hinblick auf die oft hohen Studierendenzahlen zu berücksichtigen, inwieweit dies ohne weitere Mittel zu bewältigen ist. Letztendlich handelt es sich bei Beratung um Serviceleistungen für die Lehre und Forschung anderer Fächer, die eigene wissenschaftliche Projektangebote der Q1-Fächer nicht ersetzen.

## Gesundheitsförderung und Prävention

Lernziele mit Relevanz für Q1-Fächer aus dem Bereich Prävention sind in Tabelle 3 dargestellt. Für Epidemiologie besteht die spezielle Situation, dass dieses Fach nicht nur elementarer Teil der Datenwissenschaften im Q1 ist, sondern auch für Public Health und das öffentliche Gesundheitswesen eine relevante Grundlagenwissenschaft darstellt. Fachleute der Epidemiologie sollten daher sinnvollerweise auch im Querschnittsbereich 3 (Q3: Gesundheitsökonomie, Gesundheitssystem, Öffentliches Gesundheitswesen) lehren. An vielen Standorten sind Themen der Gesundheitsfürsorge, Sozialmedizin und Epidemiologie an einem gemeinsamen Institut angesiedelt, oder es gibt Institute für Public Health mit Beteiligung von Fachleuten der Epidemiologie. Zur Thematik der Prävention sind darüber hinaus Schnittstellen der Epidemiologie mit medizinischer Soziologie, Allgemeinmedizin und Gesundheitsökonomie relevant.

### Kernkompetenzen zur Prävention aus Epidemiologie und Medizininformatik

Epidemiologische Maßzahlen (VIII.4 – 3.8.2) und epidemiologische Studiendesigns sind als Grundlage evidenzbasierter Prävention bereits im ersten Studienabschnitt zu lehren. Diese Themen können beispielsweise gut im Rahmen der wissenschaftlichen Grundausbildung bearbeitet werden, zumal es hier relevante Überschneidungen gibt. In den späteren Studienabschnitten kommen noch epidemiologische Datenquellen und Register hinzu, bei denen auch die weiteren Q1-Fächer betroffen sind. Auch die Bewertung der Evidenzlage (VIII.4 – 3.8.4) benötigt besondere epidemiologische Expertise und Fertigkeiten und weist hiermit Parallelen zum kritischen Anwender auf: Wo nicht sowieso Epidemiologinnen und Epidemiologen sowohl Methoden der evidenzbasierten (kurativen) Medizin als auch Evidenzbasierte Prävention lehren, sind notwendige Absprachen und Synergien zu berücksichtigen. Über digitale Angebote zur Prävention werden auch

Tabelle 3: Gesundheitsförderung und Prävention

Kapitel	Jahre 1–2 / Grundlagen	Jahr 4–5 / bis PJ-Reife (teils weiter zu vertiefen während PJ/für WK)
VIII.4.2 Institutionen und Organisationen		<ul style="list-style-type: none"> <li>Nationale und internationale Institutionen und Organisationen der Epidemiologie und des ÖGD (RKI, PEI, WHO, CDC, EDC u.a.) (2.1.1; auch VIII.5: 2.1.3)</li> </ul>
VIII.4.3 Begriffe, Modelle, Rahmenbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unterschiedliche Präventionsansätze (z.B. individuell vs. bevölkerungsbezogen), zentrale Dokumente, Public Health Action Cycle (3.3.1)</li> <li><b>Epidemiologische Herausforderungen kennen (Begriffe Epidemie, Pandemie, Endemie, Ausbruch), Maßnahmen zur Eindämmung, Beschreibung globaler Krankheitslast (DALY, QALY) (3.8.1)</b></li> <li><b>Epidemiologische Maßzahlen (Inzidenz, Prävalenz, relatives Risiko, attributable Risiko, Risikodifferenz, NNT, NNH, Number needed to screen) (3.8.2)</b></li> <li><b>Epidemiologische Studiendesigns (VIII.1: 4.1.4)</b></li> </ul> <p>Für BK außerdem (bis Jahr 3):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Qualitätsgesicherte Informationsquellen und Entscheidungshilfen für Präventionsberatung incl. elektronischer Datenbanken (3.9.1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lebensstilassoziierte, genetische, umweltbedingte Risiko- und Schutzfaktoren (3.1.1)</li> <li>Zugang zu Versorgung (Förderung, Barrieren, incl. digitaler Kompetenz) (3.1.3)</li> <li>Global Health/Public Health: Begriffe, Modelle, Variablen (3.2.2)</li> <li>Nationale und internationale Gesundheitspolitik, z.B. Nachhaltigkeitsziele, Agenda 2030, WHO Essential Public Health Operations (3.2.3)</li> <li>Erfassung von Lebensqualität (Methoden, Instrumente, Tools incl. Patientenapps) (3.2.1)</li> <li>Praktische Umsetzung unterschiedlicher Präventionsansätze (in Kooperation mit klinischen Partnern, z.B. Allgemeinmedizin) Zielgruppen- und Setting-spezifische Prävention (3.3.1)</li> <li>Strukturen des Gesundheitssystems in Hinblick auf Präventionsprogramme (z.B. GKV-Rolle bei Screening-Programm MammaCA, Impfprogramme) (3.6.2)</li> <li><b>Evidenzlage bewerten / Problematik von Überdiagnosen/Übertherapie / Relevante Outcomes/Zielkriterien (3.6.3)</b></li> <li><b>Digitale Angebote für Gesundheitsförderung und Prävention (Risiken, Fehlerquellen, Rechtslage, Voraussetzungen, IT-Sicherheit) (3.6.4)</b></li> <li><b>Präventionsstrategien bei epidemiologischen Herausforderungen (3.8.1)</b></li> <li><b>Bewertung und patientengerechte Kommunikation von epidemiologischen Maßzahlen (3.8.2)</b></li> <li><b>Epidemiologische Datenquellen und Register (3.8.3)</b></li> <li><b>Bewertung, Interpretation und Nutzung von Studienergebnissen aus Präventionsforschung und Epidemiologie (3.8.4)</b></li> </ul>
VIII.4.4 Beratung zu Maßnahmen (unterstützend bzw. in Abstimmung mit Klinikern, z.B. Allgemeinmedizin)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nationale Empfehlungen zu Bewegung, Relevanz aktiver Mobilität (4.6.1)</li> <li>Bedeutung von Impfungen zum Schutz von Individuum und Gemeinschaft (4.1.6)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empfehlungen der STIKO (4.1.8)</li> <li><b>Rahmenbedingungen und Kennzahlen der Krebsfrüherkennung (4.2.1)</b></li> <li>Einfluss und Prävention beruflicher Risikofaktoren (4.8.3)</li> <li>Relevanz umweltbedingter Einflussfaktoren auf Gesundheit (4.8.4, 4.8.5)</li> <li>Psychosoziale Risikofaktoren (4.12.1)</li> <li>Evidenzbasierung von Ernährungsempfehlungen (4.4.3)</li> </ul>
VIII.5 (Führung und Management)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Bedeutung von Gesundheit für die Organisation des Gesundheitssystems – Beispiel Corona-Pandemie (2.1.6)</li> </ul>
VIII.6 (Ethik und Recht)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ethische Aspekte bevölkerungsbezogener Maßnahmen (2.2.2)</li> </ul>	

Ergänzend werden präventionsrelevante Lernziele aus den Kapiteln VIII.5 und VIII.6 mit angegeben.

Einige der Kompetenzen aus Jahr 4–5 werden für die Weiterbildungskompetenzen weiter praktisch vertieft / weiter gefordert – hier nicht neu genannt. Eine einzige Kompetenz ist für den Meilenstein BK vorgesehen, hier jetzt mit Grundlagen zusammengefasst (3.9.1).

Primär dem Q1 zugeordnete Lernziele (vs. verwandte Fächer wie Public Health, Gesundheitssystem, Gesundheitsökonomie etc.) sind **fett** gesetzt. Ziffern in Klammern entsprechen der Kennzeichnung der Lernziele im NKLIM 2.0.

NKLIM: Nationaler kompetenzbasierter Lernzielkatalog Medizin. BK: Basiskompetenzen. PJ: Praktisches Jahr. EbM: Evidenzbasierte Medizin. IT: Informationstechnik.

QS: Qualitätssicherung. Q1: Querschnittsbereich 1 der ärztlichen Approbationsordnung (§27) (Epidemiologie, Biometrie und Medizininformatik)

Kompetenzen der Medizininformatik berührt, vgl. Digitalisierung.

## Empfehlungen zu Kooperationen und Absprachen mit anderen Fächern

- Grundsätzlich ist eine enge Abstimmung von Epidemiologie und Public Health sinnvoll, soweit diese Fächer nicht sowieso gemeinsam gelehrt werden (Kapitel VIII.4)
- Lernziele zu „Burden“ (Krankheitslast) benötigen möglicherweise eine Abstimmung mit Lehrenden der Gesundheitsökonomie (Lernziele wie VIII.4 – 3.8.1)
- Präventionsstrategien wurden als Lernziele vorwiegend krankheitsbezogen formuliert und bedürfen dann der Lehre durch fachlich relevante Klinikerinnen. Jedoch können Absprachen und Kooperationen sinnvoll sein. Beispiele betreffen Impfstrategien (Infektiologie, Allgemeinmedizin, Pädiatrie), Untersuchungen zur Gesundheitsvorsorge (Pädiatrie, Geriatrie, Allgemeinmedizin), und Krebsfrüherkennung (Allgemeinmedizin, Dermatologie, Onkologie, Gynäkologie, Urologie).

## Krankheitsbezogene Lernziele

Fächerübergreifende und interprofessionelle Lehre ist ein Kernanliegen des NKLM 2.0. Dies wird gerade bei der Gestaltung der Kapitel zu Konsultationsanlässen und Erkrankungen (Kapitel V und VI) deutlich. Kernkompetenzen aus den Datenwissenschaften sind demgegenüber interdisziplinär und erkrankungsübergreifend. Auch die bereits in den vorhergehenden Abschnitten thematisierte Zusammenarbeit mit Lehrenden klinisch-praktischer Fächer ist typischerweise nicht an bestimmte Erkrankungen gebunden, beispielsweise im Rahmen von Journal Clubs zur EbM oder gemeinsamen wissenschaftlichen Projekten. Dennoch bieten sich verschiedene Erkrankungen besonders für eine Abstimmung zwischen Lehrenden der klinisch-praktischen Fächer und der Datenwissenschaften, bzw. als Beispielerkrankungen für Lehre der Q1-Fächer an. Entsprechende Hinweise in Tabelle 4 sollen den beteiligten Professionen einen Anhalt geben, wo auf der Basis von Informationen im NKLM eine Zusammenarbeit sinnvoll sein könnte. Wesentliche Grundlage hierfür waren die Definition von Fokuserkrankungen, Q1-relevanten Stichworten und Hinweisen zu besonderer Relevanz im Rahmen von Prävention („P/R Kennzeichnung“), sowie Querverweise zu Lernzielen der Fächer Epidemiologie, Biometrie und Medizininformatik, soweit sie im NKLM bisher vorhanden waren.

Die Lernziele des kritischen Anwenders wurden dagegen nicht in Bezug zu einzelnen Erkrankungen gesetzt, da diese im Sinne der Evidenzbasierten Medizin als handlungswissenschaftliche Grundlage im Alltag für alle medizinischen und insbesondere die patientenversorgenden Disziplinen gesehen werden (vgl. EPA).

## Fokuserkrankungen

Hierbei handelt es sich um Erkrankungen, die bereits in frühen Phasen des Studiums exemplarisch besprochen und geprüft werden sollen, um den Erfordernissen eines Z-Curriculums im Sinne einer Verschränkung klinischer Inhalte mit Grundlagenthemen gerecht zu werden. Fokuserkrankungen wurden beispielsweise aufgrund ihrer Häufigkeit, hinsichtlich der besonderen Belastung („burden“) für die Gesellschaft, oder aufgrund ihrer Bedeutung als präventable Erkrankungen ausgewählt. Sie bieten sich daher besonders zur Bearbeitung von Themen wie etwa der epidemiologischen Risiko- beziehungsweise Häufigkeitsmaße oder epidemiologischer Datenquellen an. Wir haben entsprechende Hinweise auf diese Lernziele in Tabelle 4 mitaufgenommen. Die Listung der Fokuserkrankungen soll zudem helfen, mit illustrierten Beispielen zur Vermittlung methodischer Inhalte an bereits vorhandene Kenntnisse der Studierenden anzuknüpfen.

## „Qualifyer P/R“

Für Konsultationsanlässe und Erkrankungen (Kapitel V und VI) ist im NKLM jeweils markiert, welche von acht definierten Aspekten relevant sind. Dabei finden sich unter der Kennzeichnung „P/R“ (Prävention/Rehabilitation) auch Bezüge zur Epidemiologie. P/R markierte Erkrankungen wurden daher für diesen Artikel auf entsprechende Hinweise überprüft. Sie haben ebenfalls in Tabelle 4 Eingang gefunden.

## Querverweise

Querverweise zwischen Lernzielen unterschiedlicher Kapitel des NKLM sind derzeit noch nicht konsequent ausgearbeitet und müssen teils noch ergänzt, teils auf Relevanz überprüft werden. Besonders viele Anknüpfungspunkte finden sich davon unabhängig für Infektionen (Influenza, Masern), Krebserkrankungen (kolorektales Karzinom, Mammakarzinom, Prostatakarzinom) sowie die „Volkskrankheiten“ Rückenschmerz, Herzinsuffizienz, koronare Herzerkrankung, ischämischer Schlaganfall, Adipositas, Alkoholismus und Depression (die sämtlich auch Fokuserkrankungen sind).

In Tabelle 4 sind bereits bestehende Querverweise zu Erkrankungen und/oder Konsultationsanlässen fett dargestellt; weitere denkbare Verweise sind ergänzt. Dabei wurde ein Schwerpunkt auf die Fokuserkrankungen gesetzt. So bieten sich die Erkrankungen, die bisher im Programm für Nationale Versorgungsleitlinien bearbeitet wurden, illustrierend zur Besprechung von Leitlinienmethoden an (VIII.1-3.5).

## Krankheitsbezogene Kernkompetenzen der Datenwissenschaften

Kernkompetenzen der Q1-Fächer sind grundsätzlich fächer- und erkrankungsübergreifend. Jedoch unterhalten viele epidemiologische, teils auch biometrische Institute



Tabelle 4: Relevante Beispielerkrankungen, Querverweise aus den Kapiteln IV und V

Fokuserkrankungen und relevante Konsultationsanlässe	Q1 relevante Stichworte im NKLM 2.0 (aus P/R Qualifyern, Präzisierungen und Zusammenfassungen)	Querverweise im NKLM: sonstige Lernziele mit sinnvollen Anknüpfungsmöglichkeiten
<ul style="list-style-type: none"> <li>Herzinsuffizienz</li> </ul>	Häufigkeit; Burden	<ul style="list-style-type: none"> <li>Leitlinien (Typen, Bewertung, Relevanz) (VIII.1.3.5)</li> <li>Messen (NYHA als Beispiel eines klinischen Scores) (VIII.1.4.1.7)</li> <li>Messung von Lebensqualität (VIII.4 – 3.2.1)</li> <li>Epidemiologische Maßzahlen (VIII.4 – 3.8.2)</li> <li>Epidemiologische Datenquellen (z.B. Global Burden of Disease Study) (VIII.4 – 3.8.3)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Arterielle Hypertonie</li> <li>Koronare Herzkrankung</li> <li>Akutes Koronarsyndrom</li> </ul>	Relevante Risikofaktoren, präventives Verhalten, häufigste Todesursache	<ul style="list-style-type: none"> <li>Leitlinien (NVL – Typen, Bewertung, Relevanz) (VIII.1.3.5)</li> <li>Regression (i.R. prädiktive Scores) (VIII.1 – 4.1.15)</li> <li>Gesundheitsrelevante Verhaltensweisen (VIII.2 – 2.4.9)</li> <li>Unterschiedliche Präventionsansätze (VIII.4 – 3.3.1)</li> <li>Digitale Angebote für Gesundheitsförderung (VIII.4 – 3.6.2)</li> <li>Evidenzlage zur Prävention bewerten (VIII.4 – 3.6.3; 3.8.4)</li> <li>Epidemiologische Maßzahlen (VIII.4 – 3.8.2)</li> <li>Grundlagen Ernährung (VIII.4 – 4.4.1; 4.4.2)</li> <li>Bedeutung körperlicher Aktivität (VIII.4 – 4.6.1)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Diabetes mellitus Typ 1,</li> <li>Diabetes mellitus Typ 2</li> </ul>	Langzeitfolgen bei Kindern und Jugendlichen Sozialepidemiologie / psychosoziale Risikofaktoren Gesundheitsverhalten (Alkohol, Tabakkonsum) Psychosoziale Faktoren auf Gesundheitsverhalten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Leitlinien (NVL – Typen, Bewertung, Relevanz) (VIII.1.3.5)</li> <li>Gesundheitsrelevante Verhaltensweisen (VIII.2 – 2.4.9)</li> <li>Grundlagen Ernährung (VIII.4 – 4.4.1; 4.4.2)</li> <li>Bedeutung körperlicher Aktivität (VIII.4 – 4.6.1)</li> <li>Versorgungsstrukturen und Einrichtungen (VIII.5 – 2.1.5)</li> <li>Epidemiologische Herausforderungen (Endemie) (VIII.4 – 3.8.2)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Struma, Hypo/Hyperthyreose</li> </ul>	Neugeborenen-Screening auf Hypothyreose	<ul style="list-style-type: none"> <li>Epidemiologische Herausforderungen (Endemie) (VIII.4 – 3.8.2)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Adipositas</li> </ul>	Exogene Risikofaktoren. Folgen insbesondere auch bei Kindern	<ul style="list-style-type: none"> <li>gesundheitsrelevante Verhaltensweisen (VIII.2 – 2.4.9)</li> <li>Epidemiologische Herausforderungen (Endemie) VIII.4 – 3.8.2)</li> <li>Versorgungsstrukturen und Einrichtungen (VIII.5 – 2.1.5)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Asthma bronchiale</li> <li>COPD, Emphysem</li> </ul>	Präventive Maßnahmen, z.B. Vermeidung von Allergenen Häufige / exemplarische Diagnose im Kindesalter Komplexes Management Relevante Risikofaktoren, Prävention, Vermeidung Schadstoffexposition, psychosoziale Krankheitsfolgen, „Volkskrankheit“	<ul style="list-style-type: none"> <li>Leitlinien (NVL – Typen, Bewertung, Relevanz) (VIII.1.3.5)</li> <li>Gesundheitsrelevante Verhaltensweisen (VIII.2 – 2.4.9)</li> <li>Messung von Lebensqualität (VIII.4 – 3.2.1)</li> <li>Epidemiologische Maßzahlen (VIII.4 – 03.8.2)</li> <li>Epidemiologische Datenquellen (VIII.4 – 3.8.3)</li> <li>Impfung zum Schutz von Individuum und Gemeinschaft (VIII.4 – 4.1.6)</li> <li>Bedeutung körperlicher Aktivität (VIII.4 – 4.6.1)</li> <li>Wechselwirkungen zwischen Arbeit und Gesundheit (VIII.4 – 4.8.4)</li> <li>Gefährdungen am Arbeitsplatz (VIII.4 – 4.9.1)</li> <li>Versorgungsstrukturen und Einrichtungen (VIII.5 – 2.1.5)</li> </ul>



(Fortsetzung)

Tabelle 4: Relevante Beispielerkrankungen, Querverweise aus den Kapiteln IV und V

Fokuserkrankungen und relevante Konsultationsanlässe	Q1 relevante Stichworte im NKLIM 2.0 (aus P/R Qualifyern, Präzisionen und Zusammenfassungen)	Querverweise im NKLIM, sonstige Lernziele mit sinnvollen Anknüpfungsmöglichkeiten
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infektionen der unteren Atemwege                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Fokus Influenza</li> <li>◦ Masern</li> <li>◦ Konsultationsanlass</li> </ul> </li> <li>• Impfberatung</li> </ul>	Impfungen, Isolierung / Quarantäne, Meldung Begriffsdefinition Epidemie, Pandemie; Inzidenz Verhältnis- und Verhaltensprävention; Kenntnis regionaler, nationaler und internationaler Institutionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Institutionen und Organisationen des Öffentlichen Gesundheitswesens (VIII.4 – 2.1.1)</li> <li>• Grundlagen von Prävention (VIII.4 – 3.3.1, VIII.4 – 3.3.2))</li> <li>• Epidemiologische Herausforderungen erkennen (Epidemie, Pandemie) (VIII.4 – 3.8.1)</li> <li>• Epidemiologische Maßzahlen (VIII.4 – 3.8.2)</li> <li>• Bedeutung von Hygiene, Impfung – Individuum und Gemeinschaft (VIII.4 – 4.1.6)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lungenkarzinom</li> <li>• Prostatakarzinom</li> <li>• Mammakarzinom</li> <li>• Tumoren des Kolorektrums</li> </ul>	Rauchstopp, Kontextfaktoren, Lebensalter, Genetische Testung Bedeutung PSA-Screening erklären Mammographie-Screening Gemeinsame Entscheidungsfindung Therapiefolgen Häufigste Krebserkrankungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Epidemiologische Studiendesigns (VIII.1 – 4.1.4)</li> <li>• Schutz und Risikofaktoren incl. kritischer Reflexion aktueller Evidenz (VIII.4 – 3.1.1)</li> <li>• Evidenzlage bewerten / Problematik Überdiagnosen (VIII.4 – 3.6.3)</li> <li>• Epidemiologische Maßzahlen (VIII.4 – 3.8.2)</li> <li>• Epidemiologische Datenquellen und Register (VIII.4 – 3.8.3)</li> <li>• Kennzahlen der Krebsfrüherkennung (VIII.4 – 4.2.1)</li> <li>• Versorgungsstrukturen und Einrichtungen (VIII.5 – 2.1.5)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demenzzynrome</li> <li>• Depression</li> <li>• Ischämischer Schlaganfall</li> </ul>	Kenntnis regionaler, nationaler und internationaler Institutionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitlinien (NVL – Typen, Bewertung, Relevanz) (VIII.1.3.5)</li> <li>• Gesundheitsrelevante Verhaltensweisen (VIII.2 – 2.4.9)</li> <li>• Institutionen und Organisationen des Öffentlichen Gesundheitswesens (VIII.4 – 2.1.1)</li> <li>• Schutz und Risikofaktoren incl. kritischer Reflexion aktueller Evidenz (VIII.4 – 3.1.1)</li> <li>• Epidemiologische Maßzahlen (VIII.4 – 3.8.2)</li> <li>• Grundlagen Ernährung (VIII.4 – 4.4.1; 4.4.2)</li> <li>• Bedeutung körperlicher Aktivität (VIII.4 – 4.6.1)</li> <li>• Versorgungsstrukturen und Einrichtungen (VIII.5 – 2.1.5)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alkoholmissbrauch und -abhängigkeit                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Konsultationsanlass</li> </ul> </li> <li>• Suchtverhalten, Abhängigkeit</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schutz und Risikofaktoren incl. kritischer Reflexion aktueller Evidenz (VIII.4 – 3.1.1)</li> <li>• Studien der Präventionsforschung und Epidemiologie interpretieren (VIII.4 – 3.8.4)</li> <li>• Versorgungsstrukturen und Einrichtungen (VIII.5 – 2.1.5)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osteoporose</li> <li>• Rückenschmerz</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesundheitsrelevante Verhaltensweisen (VIII.2 – 2.4.9), Schutz und Risikofaktoren incl. kritischer Reflexion aktueller Evidenz (VIII.4 – 3.1.1)</li> <li>• Messung von Lebensqualität (VIII.4 – 3.2.1)</li> <li>• Bedeutung körperlicher Aktivität (VIII.4 – 4.6.1)</li> </ul>

Primär dem Q1 zugeordnete Lernziele sind **fett** gesetzt, Lernziele, bei denen die Q1-Fächer eher ergänzend/unterstützend tätig werden, sind *kursiv* gesetzt. Ziffern in Klammern entsprechen der Kennzeichnung der Lernziele im NKLIM 2.0.  
 NKLIM: Nationaler kompetenzbasierter Lernzielkatalog Medizin. BK: Basiskompetenzen. P.J: Praktisches Jahr. EbM: Evidenzbasierte Medizin. IT: Informationstechnik. QS: Qualitätssicherung. Q1: Querschnittsbereich 1 der ärztlichen Approbationsordnung (§27) (Epidemiologie, Biometrie und Medizininformatik)

und Abteilungen fachspezifische Schwerpunkte. Beispiele sind besondere Forschungsaktivitäten und Lehrangebote in der Infektionsepidemiologie, der Herz-Kreislauf-epidemiologie, der Epidemiologie der Arbeitswelt, Umwelt-epidemiologie oder Krebs-epidemiologie. Bei Institutionen der Medizin- und/oder Bioinformatik sind darüber hinaus besondere Schwerpunkte auch krankheitsbezogener Art beispielsweise in der Bildgebung und Diagnostik vorhanden. Auch wenn dies im aktuellen NKLM so noch nicht umgesetzt ist, sollen individuelle fakultäre Schwerpunkte wichtiger Teil der Curricula-Planung sein. Solche Schwerpunkte schließen idealerweise eine Beteiligung der Datenwissenschaften ein.

### Empfehlungen zu Kooperationen und Absprachen mit anderen Fächern

- Die Lehre krankheitsspezifischer Inhalte wie etwa die Kenntnis der für eine Erkrankung nachgewiesenen Risikofaktoren oder der Altersverteilung dieser Erkrankung obliegt üblicherweise den Vertretern klinisch-praktischer Fächer. Vertreter der Q1-Fächer können hinzugezogen werden. Tabelle 4 soll für mögliche Themen eine Hilfestellung geben.
- In Abhängigkeit der inhaltlichen Ausrichtung der epidemiologischen Abteilungen vor Ort können sinnvolle erkrankungsbezogene Lehrkooperationen zwischen Fakultäten deutlich variieren.
- Bei der Organisation von erkrankungsbezogenen Modulen sollten Vertreter der Datenwissenschaften, je nach Organisation vor Ort zuzüglich Public Health, primär mit eingebunden werden. Besonders bieten sich Kooperationen an im Rahmen epidemisch auftretender Erkrankungen (z.B. Influenza, Masern), der Krebsfrüherkennung (z.B. Mamma, Prostata, Kolorektum) und der „Volkskrankheiten“ (z.B. Herz-Kreislauf-erkrankungen, Rückenschmerzen) mit besonderer Public Health Relevanz.
- Bei der Wahl von Beispielen im Rahmen der Grundlagenlehre der Q1-Fächer sollte prioritär auf die Fokus-erkrankungen zurückgegriffen werden, um eine bessere Anknüpfung an bereits bekannte klinische Inhalte zu gewährleisten.
- Bei der weiteren Entwicklung des NKLM sollten Querverweise zu Q1-relevanten Lernzielen ergänzt werden, um eine kompetenzbasierte Zusammenarbeit zwischen Fächern zu gewährleisten und weiter zu vereinfachen.

### Bezüge zu anderen Curricula

Für alle im Q1 vertretenen Fächer liegen separate aufeinander abgestimmte Lernzielkataloge der Fachgesellschaften vor [11], [14], [16], [18]. Sie wurden in der Entwicklung des NKLM berücksichtigt. Aufgrund der höheren Granularität der Lernziele bieten sie bei der Umsetzung des NKLM in den betroffenen Fächern zusätzliche Orientierung und praktische Hilfestellung. Fachvertreter haben die Möglichkeit, sich in den hiermit befassten Arbeitsgrup-

pen aktiv in die Weiterentwicklung der Curricula einzubringen und von Lehrressourcen zu profitieren.

Curriculumsübergreifende Lehrangebote und Beiträge der Datenwissenschaften für andere Fächer wurden im vorliegenden Artikel nicht thematisiert. Jedoch sind Q1-Fächer vielerorts in weitere Studiengänge eingebunden. Hervorzuheben ist hier vor allem das neue Curriculum für Studierende der Zahnmedizin, welches an das Q1-Konzept angenähert wurde. Auch Lehrkooperationen mit Studiengängen der Gesundheits- und Pflegewissenschaften bieten sich für Kooperationen an. Es gilt, Synergien weiterhin möglich zu machen.

### Fazit

Der neue NKLM löst die fächerbezogene Wissensvermittlung auf und intendiert eine übergreifende, interprofessionelle, und kompetenzbasierte Lehre. Dabei wird digitalen Kompetenzen und Prozessen, EbM, Forschungskompetenz und Gesundheitsförderung und Prävention mehr Bedeutung und Raum gegeben. Dies korrespondiert mit einer fächerübergreifenden Einbindung und einer deutlichen Aufwertung der medizinischen Datenwissenschaften Epidemiologie, Biometrie, Medizininformatik und Bioinformatik im bisherigen Q1. Bei der Organisation von fächerübergreifenden Lehrereinheiten sollten Vertreter der Datenwissenschaften primär mit eingebunden werden, um die kompetente Vermittlung der relevanten Inhalte der entsprechenden Fachdisziplinen zu gewährleisten.

### Anmerkungen

#### Erklärung zum Konsensusprozess dieser Empfehlungen

#### Auswahl der Q1-relevanten Lernziele

Die in den Tabellen dargestellten Lernziele stellen das Ergebnis des durch die AWMF im Frühjahr 2021 angestoßenen Zuordnungsprozesses dar.

- Im Frühjahr 2021 erhielten alle in der AWMF vertretenen medizinischen Fachgesellschaften durch Anschreiben der Geschäftsstelle der AWMF die Möglichkeit, ihre Zuständigkeit für bestimmte Fächer bzw. Fächerkombinationen zu erklären und Delegierte für die Lernzielzuordnung zu benennen.
- Für die Fächerkombination Epidemiologie, Biometrie und Medizininformatik (Q1) wurde Fachrelevanz durch folgende Gesellschaften bzw. Netzwerke angemeldet:
  - Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS)
  - Deutsche Gesellschaft für Epidemiologie (DGEpi)
  - Internationale Biometrische Gesellschaft – Deutsche Region (IBS-DR)
  - Deutsches Netzwerk Evidenzbasierte Medizin (DNEbM)

Regelung und Begleitung dieses Prozesses oblagen der AWMF (Kick-off des Auswahl-Prozesses 30.4.2021). Die Auswahl und Markierung relevanter Lernziele wurde zwischen Juli und September 2021 über die LOOOP Plattform des Medizinischer Fakultätentag (MFT) umgesetzt (inzwischen für alle Fakultäten einsehbar).

Die Delegierten für die Q1-Fächer sichten alle relevanten Kapitel des NKLM zunächst unabhängig voneinander. Relevante Lernziele wurden anschließend in einer gemeinsamen Liste zusammengeführt. Anschließend wurde diese Liste mittels Online-Konferenz prozessgemäß auf 63 prioritäre originäre Q1-Ziele sowie weitere nachgeordnete, redundante oder nur teilrelevante Lernziele reduziert. Es war lediglich eine Konsensrunde zur Reduktion erforderlich. Die Auswahl und Priorisierung der Lernziele erfolgten einstimmig.

## Erstellung des Empfehlungspapers

Die Fachgesellschaften wurden durch die Delegierten über den Auswahlprozess und die Entwicklung von Empfehlungen informiert. Darüber hinaus wird auf der jährlichen Zusammenkunft der Fachvertreter (Lehrstuhlinhaber Q1-Fächer aller medizinischen Fakultäten) regelmäßig der Fortgang von NKLM und Auswahlprozessen diskutiert. Die Fachvertreter sprachen sich dabei im Frühjahr 2021 und erneut im Rahmen der GMDS-Jahrestagung im Herbst 2021 für die Erstellung eines Empfehlungspapers aus. Bei beiden Gelegenheiten wurde zur Teilnahme an der Schreibgruppe eingeladen. Diese Gruppe traf sich online Ende 2021, um Form und Zuständige des Schreibprozesses zu diskutieren. Teilnehmer waren die Delegierten für den AWMF-Prozess, Mitglieder der Präsidiumscommission Curriculare Lehre im Medizinstudium der GMDS, sowie weitere Vertreter der Q1-Fächer, die sich an den bisherigen Diskussionen beteiligt hatten oder nachträglich benannt wurden. Eine Vertretung aller beteiligten Fachgesellschaften, Netzwerke und Fächer wurde gewährleistet (vgl. auch nachfolgende Erklärungen zu den Beteiligten und ihren Rollen im Prozess).

Der Artikel entstand in verschiedenen Runden jeweils im E-Mail-Umlauf, basierend auf den zuvor durch die Delegierten konsentierten Lernzieltabellen. Alle Beteiligten hatten mehrfach die Möglichkeit zu Ergänzungen, Änderungen und Kommentaren. Abschließend wurde eine finale Version erstellt, die den Vorständen bzw. Präsidenten der beteiligten Fachgesellschaften zur Prüfung vorgelegt wurde.

## Zeichnende Fachgesellschaften, Rollen der Autoren

- Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS) e.V., vertreten durch die Präsidenten (Harald Binder, Alfred Winter) und Mitglieder der Präsidiumscommission Curriculare Lehre in der Medizin (Peter Schlattmann, Antje Timmer, Martin Dugas)

- Deutsche Gesellschaft für Epidemiologie (DGEpi) e.V., vertreten durch Dietrich Rothenbacher (Mitglied des Vorstands) und Antje Timmer (Delegierte NKLM/IMPP der DGEpi)
- Internationale Biometrische Gesellschaft – Deutsche Region (IBS-DR) e.V., vertreten durch die Präsidentin (Annette Kopp-Schneider), Ursula Berger (AG Lehre und Didaktik der Biometrie) und Peter Schlattmann (Delegierter NKLM der IBS-DR)
- Deutsches Netzwerk Evidenzbasierte Medizin (DNEbM), vertreten durch Tobias Weberschock und Antje Timmer (Delegierte für NKLM/IMPP)

## Interessenkonflikte

Antje Timmer (GMDS, DGEpi, DNEbM), Tobias Weberschock (DNEbM), Martin Dugas (GMDS) und Peter Schlattmann (GMDS, IBS-DR) haben als Delegierte der Fachgesellschaften und des Netzwerks an der Erstellung des NKLM 2.0 mitgewirkt und die fachlichen Zuordnungen von Lernzielen vorgenommen, die den im vorliegenden Papier dargestellten Tabellen zugrunde liegen. Julian Varghese und Martin Dugas sind Autoren des Lernzielkatalogs Medizinische Informatik und Mitglieder der Projektgruppe Digitalisierung zum NKLM. Ursula Berger (GMDS, IBS-DR) koordinierte die Erstellung des Lernzielkatalogs Medizinische Biometrie für das Studium der Humanmedizin in Abstimmung mit dem Lernzielkatalog Epidemiologie und ist Co-Vorsitzende der gemeinsamen Arbeitsgruppe Lehre und Didaktik der Biometrie der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS) und der Internationalen Biometrischen Gesellschaft der Deutschen Region (IBS-DR).

## Literatur

1. Bundesministerium für Bildung und Forschung; Bundesministerium für Gesundheit; et al. Masterplan Medizinstudium 2020. Beschlusstext. 2017 [last accessed 05.04.2021]. Available from: <https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/kurzmeldungen/de/masterplan-medizinstudium-2020.html>
2. Bundesministerium für Gesundheit. Verordnung zur Neuregelung der ärztlichen Ausbildung. Referentenentwurf. 17.11.2020 [last accessed 27.05.2022]. Available from: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/service/gesetze-und-verordnungen/detail/verordnung-zur-neuregelung-der-aerztlichen-ausbildung.html>
3. Medizinischer Fakultätentag. Nationaler kompetenzbasierter Lernzielkatalog Medizin 2.0. 2021 [last accessed 28.5.2022]. Available from: <https://www.nklm.de>
4. Hilgers RD, Feldmann U, Jöckel KH, Klar R, Rienhoff O, Schäfer H, Selbmann HK, Wichmann HE. Empfehlungen zur Umsetzung der Approbationsordnung für Ärzte vom 27.06.2002 in den Fächern Epidemiologie, Medizinische Biometrie und Medizinische Informatik [Recommendations for the implementation of the new German medical curriculum (27.6.2002) in the subjects Epidemiology, Medical Biometry and Medical Informatics]. GMS Med Inform Biom Epidemiol. 2005;1(1):Doc05.

5. Medizinischer Fakultätentag. Nationaler kompetenzbasierter Lernzielkatalog Medizin (NKLM) 2.0. 2021 [last accessed 28.05.2022]. IV Absolventenprofile. Available from: <https://nklm.de/Zend/objective/list/orderBy/@objectivePosition/studiengang/Absolventenprofil>
6. Hennis MP, van Dam M, Gauthier S, Taylor DR, Ten Cate O. The logic behind entrustable professional activity frameworks: A scoping review of the literature. *Med Educ.* 2022 Sep;56(9):881-91. DOI: 10.1111/medu.14806
7. Chen HC, van den Broek WE, ten Cate O. The case for use of entrustable professional activities in undergraduate medical education. *Acad Med.* 2015 Apr;90(4):431-6. DOI: 10.1097/ACM.0000000000000586
8. Semler SC, Wissing F, Heyder R. German Medical Informatics Initiative. *Methods Inf Med.* 2018 Jul;57(S 01):e50-e56. DOI: 10.3414/ME18-03-0003
9. Medizinischer Fakultätentag. Masterplan Medizinstudium 2020: Fachwissen und Erfahrung der Universitäten in der politischen Planung stärker berücksichtigen. [last accessed 11.07.2022]. Available from: <https://medizinische-fakultaeten.de/studium/themen/aktuelle-themen/masterplan-medizinstudium-2020/>
10. Bundesvertretung der Medizinstudierenden in Deutschland e.V. #ausbaufähig – Digitalisierung in der medizinischen Ausbildung [Positionspapier]. 2021 [last accessed 11.7.2022]. Available from: [https://www.bvmd.de/wp-content/uploads/2022/04/Grundsatzentscheidung\\_2021%E2%80%93307\\_Digitalisierung\\_in\\_der\\_Medizinischen\\_Ausbildung.pdf](https://www.bvmd.de/wp-content/uploads/2022/04/Grundsatzentscheidung_2021%E2%80%93307_Digitalisierung_in_der_Medizinischen_Ausbildung.pdf)
11. Varghese J, Röhrig R, Dugas M; GMDS-Arbeitsgruppe „MI-Lehre in der Medizin“. Welche Kompetenzen in Medizininformatik benötigen Ärztinnen und Ärzte? Update des Lernzielkatalogs für Studierende der Humanmedizin [Which competencies in medical informatics are required by physicians? An update of the catalog of learning objectives for medical students]. *GMS Med Inform Biom Epidemiol.* 2020;16(1):Doc02. DOI: 10.3205/mibe000205
12. Deutsche Forschungsgemeinschaft. Klinische Forschung: Denkschrift. 1999 [last accessed 02.08.2021]. Available from: [https://www.dfg.de/dfg\\_profil/gremien/senat/klinische\\_forschung/stellungnahmen/index.html](https://www.dfg.de/dfg_profil/gremien/senat/klinische_forschung/stellungnahmen/index.html)
13. Timmer A. Wissenschaft im neuen Curriculum Humanmedizin – Bericht zum neuen Nationalen kompetenzbasierten Lernzielkatalog Medizin (NKLM 2.0) aus Perspektive der in der GMDS vertretenen Kompetenzen [Science in the revised medical curriculum – implications of the National Competence-Based Learning Objectives Catalogue for Medicine (NKLM 2.0) for teaching data sciences as represented in the GMDS]. *GMS Med Inform Biom Epidemiol.* 2021;17(4):Doc16. DOI: 10.3205/mibe000230
14. Working Group Teaching in Epidemiology (GMDS, DGEpi). Catalogue of Learning Objectives Epidemiology – Basics of Epidemiology. 2019 [last accessed 11.08.2022]. Available from: <https://indd.adobe.com/view/6f2f24d7-da20-41c9-9de8-9cf305dadb10>
15. Raspe H. Klinische Medizin, klinische Forschung und klinische Epidemiologie [Clinical medicine, clinical research, and clinical epidemiology]. *Med Klin (Munich).* 2004 Feb 15;99(2):97-103. DOI: 10.1007/s00063-004-1018-5
16. Steckelberg A, Siebolds M, Lühmann D, Weberschock T, Strametz R, Weingart O, Albrecht M, Braun C, Balzer K; Fachbereich EbM in Aus-, Weiter- und Fortbildung des Deutschen Netzwerks Evidenzbasierte Medizin. Kerncurriculum Basismodul Evidenzbasierte Entscheidungsfindung. 2017 [last accessed 30.05.2022]. Available from: <https://www.ebm-netzwerk.de/de/veroeffentlichungen/ebm-curricula>
17. Arbeitsgemeinschaft der medizinisch-wissenschaftlichen Fachgesellschaften (AWMF). Empfehlung der AWMF zur Berücksichtigung der Autorenschaft an systematischen Übersichtsarbeiten, Metaanalysen und Leitlinien. Qualitätsentwicklung in Forschung und Lehre. 2013 [last accessed 12.08.2022]. Available from: <https://www.awmf.org/forschung-und-lehre>
18. Hermann C, Berger U; Arbeitsgruppe Lehre und Didaktik der Biometrie. Lernzielkatalog Biometrie. 2021. Available from [auf Anfrage – Kontakt]: <https://www.gmds.de/de/aktivitaeten/medizinische-biometrie/arbeitsgruppenseiten/lehre-und-didaktik-der-biometrie/>

**Korrespondenzadresse:**

Prof. Dr. Antje Timmer  
Abteilung Epidemiologie und Biometrie, Fakultät für Medizin und Gesundheitswissenschaften, Carl von Ossietzky Universität, Ammerländer Heerstrasse 140, 26111 Oldenburg, Deutschland, Tel.: 0441 798 2772  
[Antje.timmer@uni-oldenburg.de](mailto:Antje.timmer@uni-oldenburg.de)

**Bitte zitieren als**

Timmer A, Weberschock T, Rothenbacher D, Varghese J, Berger U, Schlattmann P, Dugas M, Kopp-Schneider A, Winter A, Binder H. 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. *GMS Med Inform Biom Epidemiol.* 2022;18(2):Doc06. DOI: 10.3205/mibe000239, URN: <urn:nbn:de:0183-mibe0002391>

**Artikel online frei zugänglich unter**

<https://doi.org/10.3205/mibe000239>

**Veröffentlicht:** 19.12.2022**Copyright**

©2022 Timmer et al. Dieser Artikel ist ein Open-Access-Artikel und steht unter den Lizenzbedingungen der Creative Commons Attribution 4.0 License (Namensnennung). Lizenz-Angaben siehe <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.