

Mapping the undergraduate medical curriculum of the Charité Berlin against the National Competence-Based Catalogue of Learning Objectives (NKLM 2.0)

Abstract

Background: The National Competence-Based Catalogue of Learning Objectives (NKLM) aims to set standards for undergraduate medical education programs in Germany. The NKLM 2.0 is currently under revision, and medical faculties have been invited to evaluate this version. This study maps the learning objectives of the Modular Curriculum of Medicine (MCM) of the Charité Berlin to the NKLM 2.0 items using approaches based to those of a previous mapping of NKLM 1.0 to allow comparison.

Methods: A two-step process was used to determine coverage. First, the MCM learning objectives were mapped to the NKLM 2.0 items using the LOOOP curriculum management platform. Next, the degree of coverage of the NKLM 2.0 by the MCM was calculated via three quantitative approaches and one qualitative approach (content comparison). Finally, the results of NKLM 2.0 coverage were compared with the results of the previous NKLM 1.0 mapping.

Results: The mapping process identified 11,879 matches between 4,396 MCM learning objectives and 2,813 NKLM 2.0 items. The degree of NKLM 2.0 coverage, based on a content comparison approach increased to 52% compared with 41% for the NKLM 1.0. While some NKLM 2.0 chapters showed considerable increases (VII +25%, VIII +20%), others showed relevant decreases (V -8%, VI -8%).

Discussion: The coverage of the NKLM 2.0 by MCM learning objectives has improved compared with the NKLM 1.0. However, the low level of coverage by the MCM of only 52% indicates that the content of future revisions of the NKLM needs to be reduced considerably; otherwise, the content cannot feasibly be taught and learned within the regulatory framework for undergraduate medical education in Germany.

Keywords: National Competence-Based Catalogue of Learning Objectives for Undergraduate Medical Education (NKLM), curriculum mapping, undergraduate medical program, competency-based education

Tabea Theurich¹

Ylva Holzhausen¹

Olaf Ahlers^{2,3}

Harm Peters¹

1 Charité – Universitätsmedizin Berlin, Dieter Scheffner Center for Medical Education and Educational Research, Dean's Office of Study Affairs, Berlin, Germany

2 Brandenburg Medical School Theodor Fontane, Faculty of Health Sciences Brandenburg, Institute of Research in Health Sciences Education, Neuruppin, Germany

3 Charité – Universitätsmedizin Berlin, Institute of Medical Informatics, Berlin, Germany

1. Introduction

National outcome frameworks represent a cornerstone of competency-based medical education (CBME) in countries such as Canada, the United Kingdom, Switzerland and, more recently, Germany [1], [2], [3]. These frameworks operationalize and harmonize standards for core knowledge, skills and attitudes that graduates at the national level should acquire over the course of a medical training program [4], [5], [6]. The National Competence-Based Catalogue of Learning Objectives (NKLM) of the Association of Medical Faculties in Germany (MFT) aims to set standards for undergraduate medical education programs in Germany. The first version (NKLM 1.0) was published in 2015, and a substantially revised version (NKLM 2.0) was released in 2021 [https://nkml.de/zend/menu]. Medical faculties in Ger-

many have been invited by the MFT to evaluate the usability and the feasibility of the NKLM 2.0 in their context with the goal of providing information that can be used to support the further development of the NKLM. The purpose of this study is to follow this call by mapping the Modular Curriculum of Medicine (MCM) of the Charité Berlin against the NKLM 2.0 to estimate coverage by the revised national standard by employing approaches analogous to those used previously for mapping the NKLM 1.0, thereby enabling comparisons.

In previous work, our group mapped the learning objectives of the MCM, the undergraduate medical program of our medical faculty, onto the NKLM 1.0 via the in-house LOOOP curriculum management platform version, called LLP [https://lernziele.charite.de/zend/]. The MCM is an integrated, competency-based curriculum that is in line with the competency-based framework of

the NKLM and the intended reform of the German licensing regulations for physicians [https://www.gesetze-im-internet.de/_appro_2002/BJNR240500002.html]. The design and implementation of the MCM followed an outcome-based approach by building on a competency framework developed at the Charité [7]. This framework, like the NKLM, contains specified knowledge, skills and competence domains. The MCM learning objectives were defined through a faculty-wide process that resulted in the identification and setting of specific learning objectives for all teaching sessions. In particular, this process was conducted in a continuous co-design process that involved faculty from different disciplines as well as educators and students [7], [8]. This made it possible to limit the breadth and depth of these learning objectives to the time available for different teaching formats, including time for preparation and follow-up tasks for students. In our previous work, we assessed the relative coverage of the NKLM 1.0 by the MCM using four approaches. These included three primarily quantitative methods (single match, multiple match, and subordinate match) and one qualitative approach (content comparison) to provide complementary perspectives on curriculum coverage [9]. While the quantitative methods indicated the breadth of NKLM coverage, simple numerical matching failed to capture the depth and quality of content, which led to a systematic overestimation of actual coverage (e.g., 73% with the single-match approach). In contrast, the qualitative content comparison provided a more accurate estimation of both the breadth and depth of coverage and revealed that the MCM learning objectives covered only 41% of the NKLM 1.0 [9]. To date, this remains the only published study that has mapped an entire curriculum against the NKLM 1.0. Other reports have focused on specific methodological aspects, such as the subordinate match approach, or particular content areas, such as research competencies [4], [10], [11].

The NKLM 2.0 represents a substantially revised version of the NKLM 1.0. To date, no study has reported the mapping of an entire undergraduate medical curriculum of a German medical faculty against the NKLM 2.0. Instead, some results of partial mappings against the new NKLM 2.0 have been published. For example, Plange et al. reported the extent to which ophthalmology is represented in the NKLM 2.0 [12]. The German Radiological Society (DRG) developed a radiology curriculum that contributed to the NKLM 2.0 [13]. The Hannover Medical School evaluated part of the NKLM 2.0 learning objectives by matching them on the basis of preexisting mappings of the NKLM 1.0 and evaluating them [11].

The primary aim of this study was to map the learning objectives of the MCM against the items in NKLM 2.0 using a two-step process with four approaches to derive the degree of coverage following a methodology similar to our previous NKLM 1.0 mapping [9]. The second aim was to compare MCM coverage between the NKLM 1.0 and the NKLM 2.0. The findings of this study are intended to inform the development of future versions of the NKLM

and complement the ongoing NKLM 2.0 revision process led by the MFT and its working groups.

2. Methods

2.1. Setting

The study was conducted at the Dieter Scheffner Center for Medical Education and Educational Research at the Charité – Universitätsmedizin Berlin (Charité) from December 2022 to April 2024 using the LOOOP curriculum management platform [14]. The NKLM 2.0 mapping followed the previously established NKLM 1.0 methodology to enable direct comparison between both studies.

2.2. Structure of the MCM

The MCM spans six years including a final clerkship year. The first five years are divided into 40 modules. Four modules have no learning objectives as they are compulsory or repetition modules. These years include a total of 3,580 teaching hours consisting of 45 minutes each with a total of 4,396 learning objectives. No specific learning objectives are implemented for the final clerkship year. The MCM objectives are organized into three hierarchical levels and include competency-based program outcomes (level 1), overarching module-level objectives (level 2), and teaching session-specific objectives (level 3). The objectives are categorized by knowledge, skills, and attitudes, and they follow a LOOOP-specific taxonomy based on Miller's pyramid [15] and Bloom's taxonomy [16]. The MCM learning objectives, which are mandatory for all students, cover approximately 80% of the program's teaching time.

2.3. Structure of the NKLM

The NKLM 2.0 consists of multiple chapters. Chapters I–IV provide introductory and explanatory content; chapter V outlines 167 “consultation occasions”; and chapter VI lists 598 “diseases” grouped into 11 categories. Chapters VII and VIII follow a three-tier structure that comprises 97 “competencies”, 340 “subcompetencies”, and 2,048 “learning objectives” with increasing granularity. Because the NKLM 2.0 has different sections, we use the term “NKLM items” in this article to collectively refer to consultation occasions, diseases, and learning objectives. The NKLM aims to cover approximately 70–80% of undergraduate medical education programs in Germany.

The NKLM 2.0 employs two systems to define the depth of learning objectives on the basis of LOOOP's taxonomy (see table 1). Chapters V and VI use letter-coded descriptors for different aspects of consultation occasions or diseases, whereas chapters VII and VIII assign numerical codes to competency depths. The NKLM 2.0 chapters interact with one another via approximately 15,000 cross-references. These were not considered in this mapping

Table 1: Descriptors and depth of competencies used in the National Competence-Based Catalogue of Learning Objectives 2.0 (NKLM 2.0). There are two different systems, one for chapters V and VI (A) and one for chapters VII and VIII (B). The letter “W” (German: Wissen) indicates knowledge, and the letter “H” (German: Handlungskompetenz) indicates skills.

A.

Chapter V and VI			
Descriptor short	Descriptor long	Depth of competencies	Description
G	Basic knowledge	W	Knowledge
D	Diagnostics	W or H	Knowledge or skills
T	Therapy	W or H	Knowledge or skills
N	Emergency	W or H	Knowledge or skills
P	Prevention	W or H	Knowledge or skills
M	Management	W or H	Knowledge or skills

B.

Chapter VII and VIII	
Depth of competencies	Description
1	Factual knowledge
2	Conceptual knowledge
3a	Skills performed under supervision
3b	Skills performed independently

Table 2: Overview of the changes to the structure of the revised National Competence-Based Catalogue of Learning Objectives (NKLM). Shown are the corresponding chapters in the NKLM 1.0 and the NKLM 2.0.

Chapter – Description	Chapter in the NKLM 2.0	Chapter in the NKLM 1.0
Consultation occasions	V	20
Diseases	VI	21
Overarching and disease-related learning objectives	VII	12, 13, 15, 16, 17
Overarching competencies	VIII	6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 18, 19

process as the additional workload would have been disproportionately high.

The structure of the NKLM 1.0 was revised during the development of the NKLM 2.0. Table 2 compares the corresponding chapters in both versions [<https://nkml.de/zeno/menu>].

2.4. Description of the mapping process

The mapping was conducted using the LOOOP platform that allows to align the hierarchical structures of the MCM learning objectives and the NKLM 2.0 items to ensure a systematic and transparent approach.

The MCM learning objectives were mapped to the NKLM 2.0 items via a two-step process. First, level 3 MCM objectives were matched to NKLM 2.0 items. Coverage was then assessed using four methods similar to those established by Gulbis et al. [9] for the NKLM 1.0. Mapping followed a dual-control principle (four-eyes principle) to enhance reliability and minimize bias. Discrepancies were resolved through discussion until consensus was reached. The mapping team comprised a senior MCM student

(author TT) and the head of the Dieter Scheffner Center for Medical Education (author HP), who played a key role in the implementation of the MCM and prior NKLM 1.0 mapping.

The NKLM 2.0 was mapped against the MCM learning objectives from the summer semester of 2022 with a focus on the most detailed level of both catalogues to allow a detailed analysis of their alignment. The mapping included 2,813 NKLM items and 4,396 MCM objectives. Only minor changes were observed in the MCM objectives compared with those from the summer semester of 2018, which were used for the NKLM 1.0 mapping.

2.4.1. Step 1 – mapping of MCM to NKLM 2.0 items

The mapping followed a three-stage process. First, TT conducted a forward-mapping approach by matching the MCM learning objectives to the NKLM 2.0 items using keyword searches and prior NKLM 1.0 mappings in the LOOOP platform. The guiding principles were iteratively refined throughout the process. Second, HP reviewed

each mapping for accuracy. Finally, a backward-mapping approach with a focus on gaps in NKLM 2.0 coverage identified additional NKLM items that aligned with the MCM objectives. The LLP platform was used to search for potential matches.

To ensure consistency, transparency, and accuracy, the mapping adhered to the following principles:

1. A match between an MCM learning objective and an NKLM 2.0 item was based on content overlap regardless of the degree of conformity.
2. Consultation occasions were not mapped to possible underlying diseases unless explicitly stated.
3. Only explicit statements in the learning objectives were considered part of the mapping process. In the case of bedside teaching courses in the MCM, information on the covered diseases was drawn from the LLP [<https://lernziele.charite.de/Zend/>].
4. The descriptor “G” for basic knowledge was mapped only from the fifth semester onward to reinforce basic sciences in clinical contexts.
5. Consultation occasions or diseases were mapped without a descriptor if none applied.
6. The mapped learning objectives were assigned to the same category (“knowledge” or “skills”) based on LOOOP’s taxonomy.

2.4.2. Step 2 – deriving the relative coverage of the NKLM by the MCM

In step 2, four approaches were chosen that build on established curriculum mapping methodologies [17], [18] and our previous work with the NKLM 1.0 [9]. The combination of primarily quantitative and qualitative approaches was selected to provide complementary perspectives on curriculum coverage by the MCM. Attachment 1 visualizes the three quantitative mapping approaches to allow better comprehension. The qualitative content comparison approach provides deeper insights into the alignment of the content in terms of both the scope and depth of coverage.

The mapping results from step 1 were exported into data files, and NKLM 2.0 coverage by the MCM was calculated using four approaches:

1. *Single match*: An NKLM item was considered covered if at least one MCM objective was matched.
2. *Multiple match*: An NKLM item was considered covered if at least three MCM objectives were matched.
3. *Subordinate match*: The coverage of an NKLM objective at level 2 was derived on the basis of the percentage of its subordinate objectives (level 3) that were covered using the single-match method.
4. *Content comparison*: The qualitative approach was divided into two variants on the basis of the structure of the NKLM 2.0. Both variants relied on the same scale to indicate the degree of coverage:
0=0%, 1=1%-20%, 2=21%-40%, 3=41%-60%, 4=61%-80%, 5=81%-100%.

- 4.1. *Variant 1 (chapters V & VI)*: The depth of competency was scored with “W” (knowledge) assigned 1 point and “H” (skills) assigned 2 points. Each NKLM 2.0 item had a maximum of 11 points based on descriptors (D, T, N, P, M=2 points each, G=1 point). The total points covered by the MCM objectives were converted into a scale from 0 to 5.
- 4.2. *Variant 2 (chapters VII & VIII)*: Each rater assigned coverage scores (0–5) based on content coverage. If the MCM objectives did not match the NKLM competency depth, the score was reduced by at least one point. Full consensus retained the chosen score, good consensus (difference of 1) was rounded up, and no consensus (difference >1) led to discussion and agreement on a final score.

The mapping process spanned 16 months and required approximately 1,500 hours of work by TT and HP.

2.5. Statistical analysis

Statistical analysis was performed using IBM SPSS Statistics 29.0.1.1 and Microsoft Excel 16.83. The descriptive statistics included absolute and relative numbers and means. Weighted means were calculated by multiplying each mean by its weight, which was derived from the proportion of learning objectives in a subchapter relative to the entire chapter. The sum of these weighted values represented the final weighted mean. Interrater reliability for the qualitative approach in chapters VII and VIII was assessed using Cohen’s kappa. It was not calculated for chapters V and VI due to their numerical-based analysis. Coverage comparisons between NKLM 1.0 and 2.0 were based on the corresponding chapters, as detailed in table 2.

3. Results

3.1. Step 1– mapping the MCM against the NKLM items

The MCM learning objectives were mapped 11,879 times to 2,813 NKLM 2.0 items using 98% of the 4,396 MCM objectives. Table 3 presents the numerical results, and figure 1 presents the mappings per NKLM item across chapters. On average, 4.2 MCM objectives were mapped per NKLM item; this number increased to 5.0 when unmapped items were excluded. A total of 417 NKLM items (15%) had no match. The highest rate of unmatched items was in chapter V (consultation occasions) (30%), and the lowest was in chapter VII (overarching and disease-related learning objectives) (12%).

Table 3: Absolute (n) and mean values (mean) in the mapping of the Modular Curriculum of Medicine (MCM) learning objectives to the items of the National Competence-Based Catalogue of Learning Objectives 2.0 (NKLM).

		NKLM items (n)	Mapped MCM objectives (n)	MCM objectives per NKLM items (mean)	MCM objectives per NKLM items with at least one match (mean)	NKLM items with at least one match (n)
V. Consultation occasions						
V.	Consultation occasions	167	538	3.2	4.6	117
Results chapter V.		167	538	3.2	4.6	117
VI. Diseases						
VI.01	Cardiovascular	49	399	8.1	8.5	47
VI.02	Musculoskeletal and soft tissue	53	385	7.3	8.6	45
VI.03	Hormones and metabolism	34	313	9.2	9.5	33
VI.04	Respiratory system	31	327	10.5	11.7	28
VI.05	Blood and immunology	34	284	8.4	9.2	31
VI.06	Urogenital system	53	457	8.6	9.7	47
VI.07	Digestive system	53	479	9.0	11.7	41
VI.08	Skin, skin appendage, mucous membrane	51	270	5.3	6.6	41
VI.09	Sensory systems	57	290	5.1	6.9	42
VI.10	Nervous system and mind	104	1142	11.0	13.3	86
VI.11	Pregnancy, fetal, perinatal and neonatal periods	79	361	4.6	5.1	71
Results chapter VI.		598	4707	7.9	9.2	512
VII. Overarching and disease-related learning objectives						
VII.1a	Principles of normal structure and function	503	2119	4.2	4.9	430
VII.1b	Principles of pathogenesis and pathomechanismus	195	637	3.3	3.4	188
VII.2	Diagnostic approaches	178	560	3.1	3.6	154
VII.3	Therapeutic approaches	516	1089	2.1	2.5	442
VII.4	Emergency measures	66	300	4.5	4.8	6,3
Results chapter VII.		1458	4705	3.2	3.7	1277
VIII. Overarching competencies						
VIII.1	Medical scientific skills	91	384	4.2	5.0	77
VIII.2	Medical communication skills	132	474	3.6	4.1	116
VIII.3	Interprofessional competencies	66	79	1.2	1.6	47
VIII.4	Health counselling and promotion, prevention and	87	292	3.5	4.0	77
VIII.5	Leadership and management	79	112	1.4	1.9	58
VIII.6	Professional behavior and ethics, history and law in	77	187	2.4	3.0	62
VIII.7	Clinical practical skills	58	401	6.9	7.6	53
Results chapter VIII.		590	1929	3.3	3.9	490
Overall NKLM 2.0.		2813	11879	4.2	5.0	2396

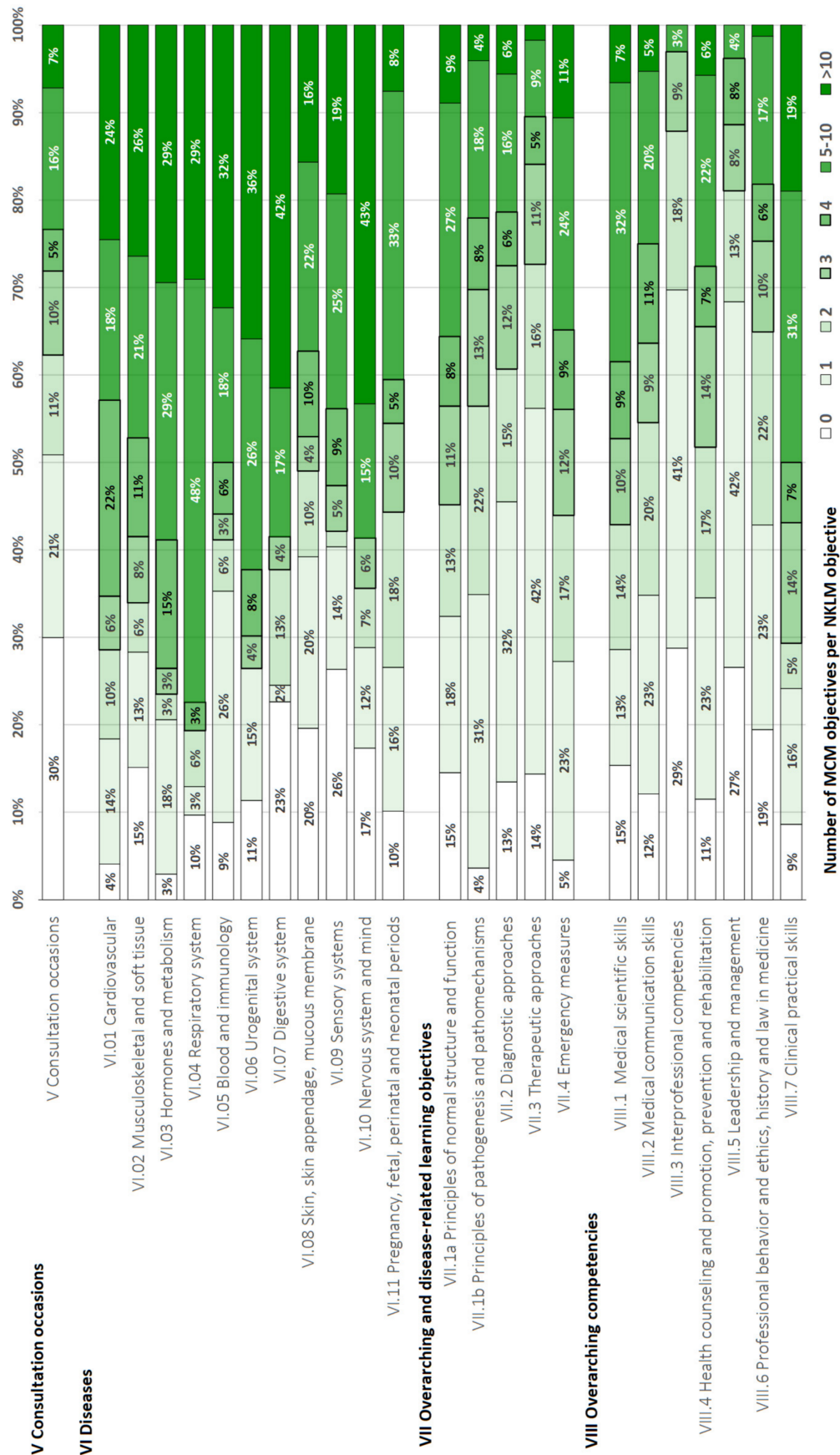


Figure 1: Overview of the relative contribution of the Modular Curriculum of Medicine (MCM) learning objectives mapped to the National Competence-Based Catalogue of Learning Objectives (NKLM) 2.0 items, categorized from 0 to more than 10 mappings per item (see colour legend in the lower part of the figure).

Table 4: Absolute and mean values for the coverage ratings of the National Competence-Based Catalogue of Learning Objectives 2.0 (NKLM) items by Modular Curriculum of Medicine (MCM) learning objectives based on the qualitative, content comparison approach. The ratings range from 0 (no coverage) to 5 (>80-100% coverage) and represent the relative coverage in percentage form.

		NKLM items (n)	0	1	2	3	4	5	Rating (mean)
V. Consultation occasions									
V.	Consultation occasions	167	50	30	34	33	10	10	1.7
Results chapter V.		167	50	30	34	33	10	10	1.7
VI. Diseases									
VI.01	Cardiovascular	49	2	2	4	13	8	20	3.5
VI.02	Musculoskeletal and soft tissue	53	8	6	7	11	16	5	2.9
VI.03	Hormones and metabolism	34	1	7	7	8	9	2	2.7
VI.04	Respiratory system	31	3	2	6	9	7	4	3.0
VI.05	Blood and immunology	34	3	4	8	7	4	8	3.0
VI.06	Urogenital system	53	6	6	6	9	18	8	3.0
VI.07	Digestive system	53	12	2	11	10	16	2	2.6
VI.08	Skin, skin appendage, mucous membrane	51	10	2	8	14	10	7	2.8
VI.09	Sensory systems	57	15	3	13	13	8	5	2.1
VI.10	Nervous system and mind	104	18	10	12	20	30	14	2.9
VI.11	Pregnancy, fetal, perinatal and neonatal periods	79	8	11	18	22	15	5	2.4
Results chapter VI.		598	86	55	100	136	141	80	2.8
VII. Overarching and disease-related learning objectives									
VII.1a	Principles of normal structure and function	503	73	39	57	77	77	180	3.2
VII.1b	Principles of pathogenesis and pathomechanismus	195	7	18	27	37	26	80	3.5
VII.2	Diagnostic approaches	178	24	27	26	42	14	45	2.7
VII.3	Therapeutic approaches	516	74	28	46	70	86	212	3.4
VII.4	Emergency measures	66	33	1	5	6	31	20	3.8
Results chapter VII.		1458	181	113	161	232	234	537	3.3
VIII. Overarching competencies									
VIII.1	Medical scientific skills	91	14	8	8	9	31	21	3.1
VIII.2	Medical communication skills	132	16	9	18	25	45	19	3.0
VIII.3	Interprofessional competencies	66	19	5	13	5	14	10	2.3
VIII.4	Health counselling and promotion, prevention and rehabilitation	87	10	1	10	11	21	34	3.5
VIII.5	Leadership and management	79	21	6	5	10	20	17	2.7
VIII.6	Professional behavior and ethics, history and law in medicine	77	15	2	9	9	26	16	3.0
VIII.7	Clinical practical skills	58	5	1	1	6	30	15	3.7
Results chapter VIII.		590	100	33	64	74	187	132	3.0
Overall NKLM 2.0.		2813	417	231	359	475	572	759	3.0

3.2. Step 2 – deriving the relative coverage of the NKLM by the MCM

Table 4 and figure 2 present the results of the qualitative content comparison for the NKLM 2.0 and its chapters. Interrater reliability was strong for chapters VII and VIII (Cohen's kappa=0.68). The raters initially reached full consensus in 75% of cases (n=1,320), good consensus in 17% (n=298), and no consensus in 8% (n=149).

The degree of qualitative coverage of the NKLM 2.0 items by the MCM learning objectives varied by chapter, with the lowest in chapter V (consultation occasions) and the highest in subchapter VII.4 (emergency measures).

Figure 3 visually presents the degree of NKLM 2.0 coverage across the four approaches. Table 5 details the comparisons by the methods used. The single-match and subordinate-match approaches showed the highest degree of coverage (85% and 86%), whereas the multiple-match approach showed the lowest degree of coverage

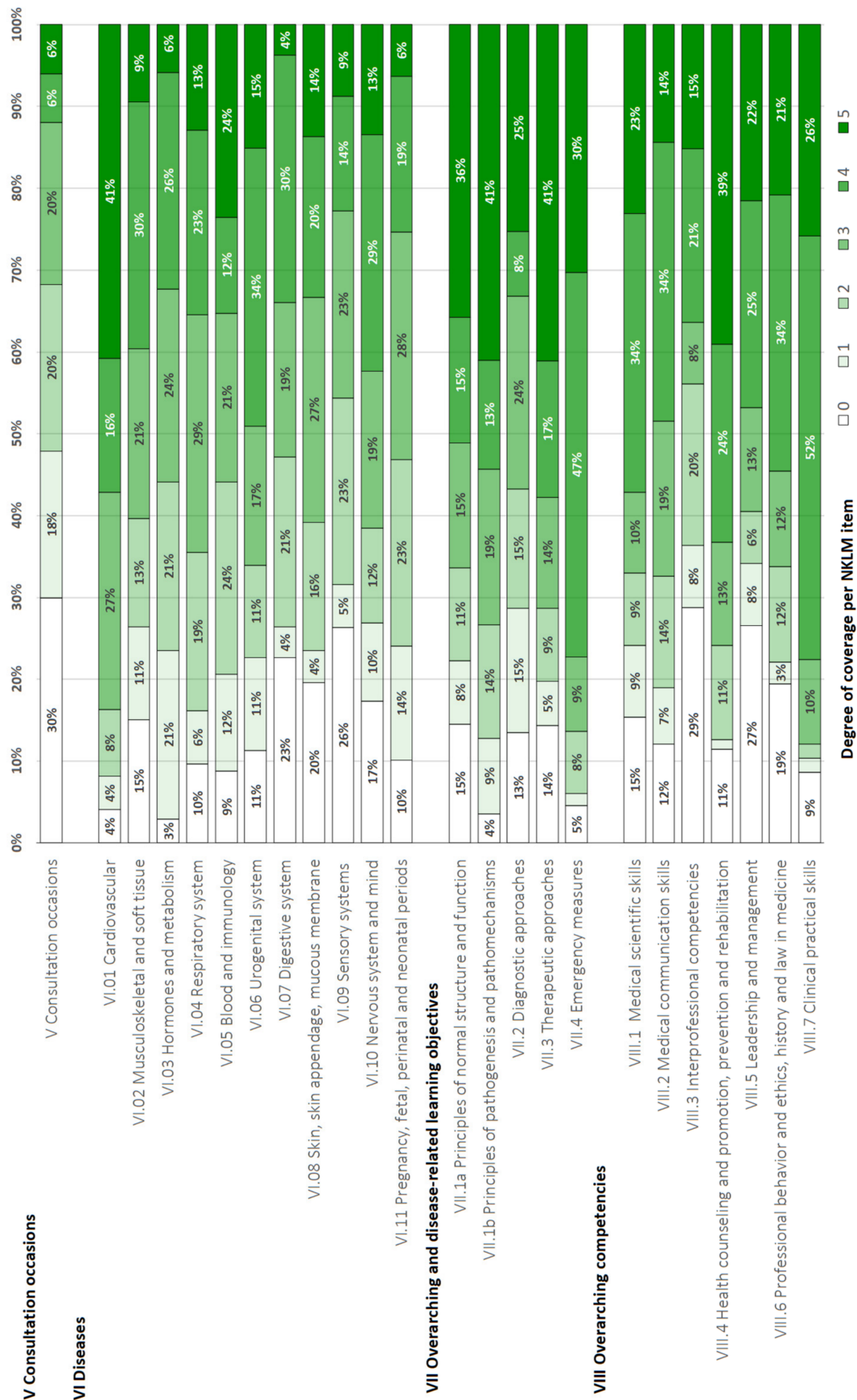


Figure 2: Relative degree of coverage in the National Competence-Based Catalogue of Learning Objectives 2.0 (NKLM) chapters by Modular Curriculum of Medicine (MCM) learning objectives based on the qualitative content comparison mapping approach. Ratings range from 0 (no coverage) to 5 (>80-100% coverage) and represent the relative coverage in percentage form (see colour legend in the lower part of the figure).

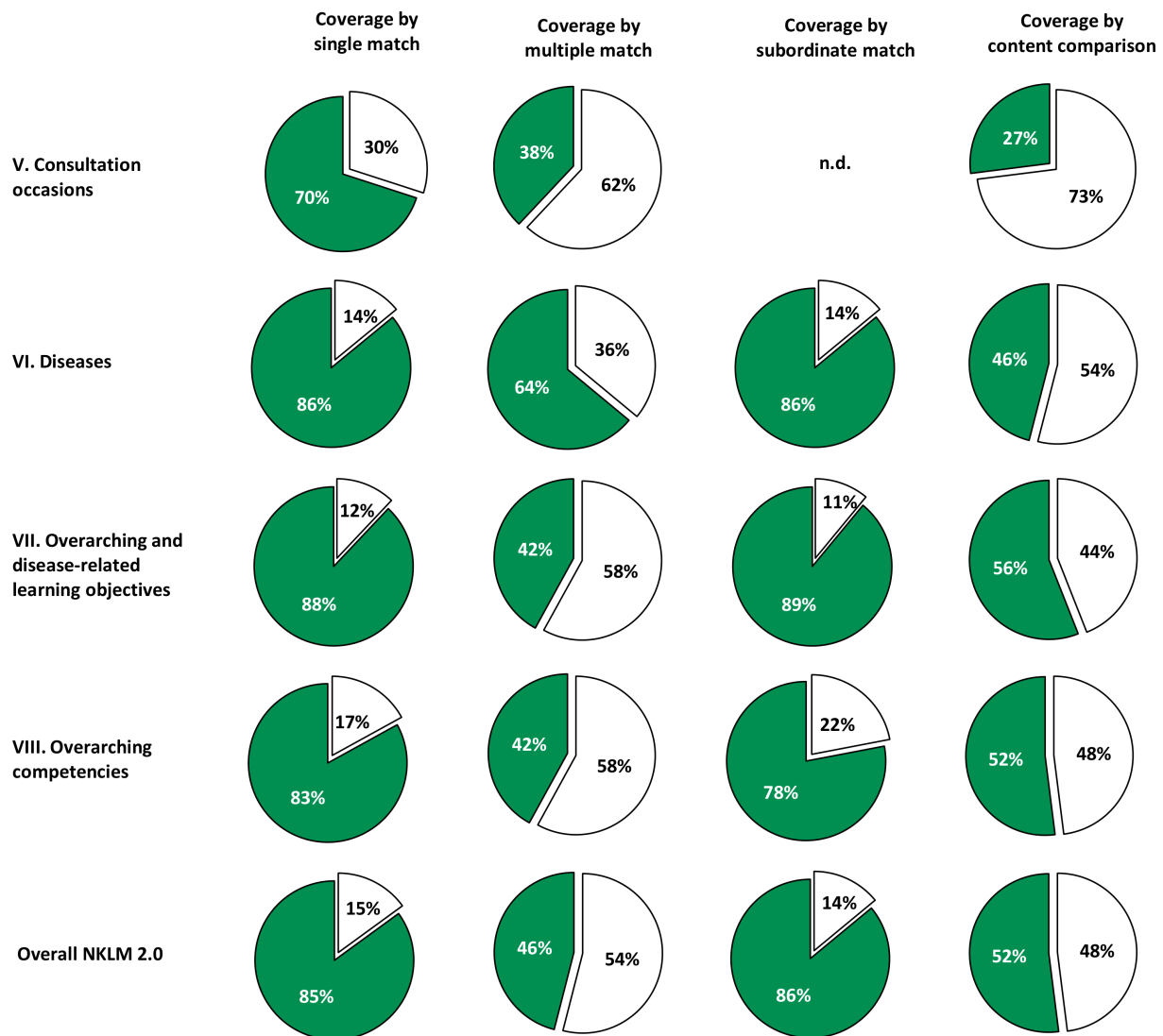


Figure 3: Overview of the degree of coverage exhibited by the National Competence-Based Catalogue of Learning Objectives 2.0 (NKLM) overall and by chapters based on mappings of Modular Curriculum of Medicine (MCM) learning objectives across the four mapping approaches: for each single match, multiple match, subordinate match and the qualitative content comparison approach (n.d.=not determined). The green areas indicate the estimated degree of coverage.

(46%). The qualitative content comparison approach resulted in 52% coverage of the NKLM by the MCM.

3.3. Comparison of the coverage of the NKLM 1.0 and the NKLM 2.0 by the MCM

Compared with our previous mapping of the NKLM 1.0, there were some changes in the number of MCM learning objectives and NKLM items for this study. The MCM objectives decreased slightly from 4,490 (2018) to 4,396 (2022) (-3%), whereas the number of NKLM items increased from 2,105 to 2,813 (+34%). The largest growth occurred in chapter VII (overarching and disease-related learning objectives) (+507 items).

Table 6 compares the degree of coverage of the NKLM 1.0 and 2.0 across chapters. The NKLM 2.0 had higher MCM coverage across all four approaches. The largest increase was in the subordinate-match approach (+19%), whereas the smallest increase was in the multiple-match approach (+4%). The qualitative content comparison ap-

proach showed an 11% overall increase, with notable gains in chapters VII (+25%) and VIII (+20%) and declines in chapters V and VI (-8% each).

4. Discussion

CBME frameworks, such as the NKLM for undergraduate medical education in Germany, aim to ensure that medical graduates are equipped with the necessary competencies – knowledge, skills, and attitudes – that they need to contribute effectively to the care of patients after beginning postgraduate medical training. The present study showed that the substantially revised NKLM 2.0 was only 52% covered when it was mapped to the learning objectives of the competency-based undergraduate medical MCM program at our institution. Below, we discuss the methodology and findings of this mapping study in the context of the literature, particularly our previous work on mapping the MCM against the NKLM 1.0 [9].

Table 5: Degree of coverage exhibited by the National Competence-Based Catalogue of Learning Objectives 2.0 (NKLM) overall and by chapter based on mapping of the Modular Curriculum of Medicine (MCM) learning objectives across the four mapping approaches: each single match, multiple match, subordinate match and the qualitative content comparison approach (n.d.=not determined).

		NKLM coverage by single match	NKLM coverage by multiple match	NKLM coverage by subordinate match	NKLM coverage by content comparison
V. Consultation occasions					
V	Consultation occasions	70%	38%	n.d.	27%
Results chapter V		70%	38%	n.d.	27%
VI Diseases					
VI.01	Cardiovascular	96%	71%	96%	64%
VI.02	Musculoskeletal and soft tissue	85%	66%	78%	45%
VI.03	Hormones and metabolism	97%	76%	95%	44%
VI.04	Respiratory system	90%	81%	85%	48%
VI.05	Blood and immunology	91%	59%	96%	48%
VI.06	Urogenital system	89%	74%	83%	50%
VI.07	Digestive system	77%	62%	79%	41%
VI.08	Skin, skin appendage, mucous membrane	80%	51%	79%	45%
VI.09	Sensory systems	74%	58%	74%	36%
VI.10	Nervous system and mind	83%	64%	84%	46%
VI.11	Pregnancy, fetal, perinatal and neonatal periods	90%	56%	94%	41%
Results chapter VI		86%	64%	86%	46%
VII Overarching and disease-related learning objectives					
VII.1a	Principles of normal structure and function	85%	55%	87%	55%
VII.1b	Principles of pathogenesis and pathomechanisms	96%	44%	97%	61%
VII.2	Diagnostic approaches	87%	39%	82%	46%
VII.3	Therapeutic approaches	96%	27%	88%	59%
VII.4	Emergency measures	95%	56%	93%	67%
Results chapter VII		88%	42%	89%	56%
VIII Overarching competencies					
VIII.1	Medical scientific skills	85%	57%	76%	53%
VIII.2	Medical communication skills	88%	45%	92%	51%
VIII.3	Interprofessional competencies	71%	12%	63%	39%
VIII.4	Health counselling and promotion, prevention and rehabilitation	89%	48%	85%	62%
VIII.5	Leadership and management	73%	19%	70%	46%
VIII.6	Professional behavior and ethics, history and law in medicine	81%	35%	75%	52%
VIII.7	Clinical practical skills	91%	71%	81%	65%
Results chapter VIII		83%	42%	78%	52%
Overall NKLM 2.0		85%	46%	86%	52%

The mapping process was greatly facilitated by the specific mapping functionality of the LOOOP platform, which allowed us to build on previous work that mapped the MCM objectives to the NKLM 1.0. Nevertheless, the mapping process remained labour-intensive overall. LOOOP enabled us to map the written NKLM items and MCM learning objectives as the explicit declared curriculum content. Explicitly articulated learning objectives are fundamental to CBME and provide a transparent foundation for constructive alignment between the curriculum that is taught, learned, and assessed to inform all stakeholders, such as medical faculties, teachers, students and curriculum developers [19]. Overall, the

three quantitative methods provided a general overview of the NKLM 2.0 items covered, their distribution across chapters, and the number of corresponding MCM objectives without reflecting the extent of content coverage. They generally failed to capture the breadth and depth of the NKLM 2.0 coverage by the learning objectives of the MCM, which can range from very low to complete coverage. Their limitation is akin to estimating the amount of fish in a lake by counting the number of fish without considering variations in size or species. This limitation is important to note as most published estimates of coverage have been based solely on quantitative approaches [4], [10], [20]. As the learning objectives provide a qual-

Table 6: Comparison of the degree of coverage exhibited by the National Competence-Based Catalogue of Learning Objectives 1.0 (NKLM 1.0) and NKLM 2.0 by mappings of the Modular Curriculum of Medicine (MCM) learning objectives across the four different mapping approaches. The results are presented according to the NKLM 2.0 structure, as outlined in table 2.

	NKLM coverage by single match	NKLM coverage by multiple match	NKLM coverage by subordinate match	NKLM coverage by content comparison
Consultation occasions				
NKLM 1.0	61%	35%	n.d.	35%
NKLM 2.0	70%	38%	n.d.	27%
Difference	9%	3%		-8%
Diseases				
NKLM 1.0	80%	61%	80%	54%
NKLM 2.0	86%	64%	86%	46%
Difference	6%	3%	6%	-8%
Overarching and disease-related learning objectives				
NKLM 1.0	76%	43%	76%	31%
NKLM 2.0	88%	42%	89%	56%
Difference	12%	-1%	13%	25%
Overarching competencies				
NKLM 1.0	68%	27%	67%	32%
NKLM 2.0	83%	42%	78%	52%
Difference	15%	14%	10%	20%
Overall NKLM 1.0	73%	42%	67%	41%
Overall NKLM 2.0	85%	46%	86%	52%
Difference	12%	4%	19%	11%

itative description of the breadth and depth of the content to be taught, we argue that the calculation of the coverage of a curriculum such as the MCM by the NKLM 2.0 requires a qualitative approach with content comparisons among the objectives to best estimate and describe the degree of content coverage.

Our content-comparison approach showed that, overall, 52% of the NKLM 2.0 items were covered by the MCM learning objectives, indicating a notable improvement over the coverage of the NKLM 1.0. However, coverage varied significantly across chapters, with substantial increases in chapters VII and VIII but decreases in chapters V and VI. These findings regarding the overall coverage of NKLM 2.0 carry implications for future undergraduate medical education programs within the existing regulatory framework in Germany. If the depth and breadth of the NKLM remain at the current level, the duration of the undergraduate program would have to be doubled to 12 years to allow its content to be taught in a feasible manner. Because doubling the duration does not represent a genuine option, ongoing efforts to revise the NKLM should seek to reduce the overall content by approximately 50% on the basis of the qualitative estimation performed in this study.

One reason for the disparity between the scope of the NKLM 2.0 items and the MCM objectives may stem from the manner in which they were developed. The NKLM 2.0 items were largely defined based on the input of various expert groups with discussion that included students or

primary care physicians. However, there was no formal limitation on the content to be included. In contrast, the MCM objectives were actually tailored to the reality of the available teaching hours and formats (i.e. content feasibility) in the context of a long, faculty-wide curriculum development process that featured active co-design by medical students [7]. As a result, a part of the proposed content could not be accommodated in the MCM curriculum due to feasibility constraints.

Defining a competency-based framework such as the NKLM is a challenging task for several reasons. The first issue is content validity, or deciding what content to include and, even more challenging, what not to include. Second, if a topic is included, it must involve an appropriate depth of coverage. Challenges arise as the lines between undergraduate and postgraduate medical education are blurry. Third, the breadth of undergraduate medical education stands in sharp contrast to the relative narrowness and depth that characterize practice in the specific discipline in which graduates will ultimately work. Beyond content validity, feasibility must also be taken into account to ensure that the NKLM aligns with the available teaching hours, formats, and student workloads in undergraduate medical education in Germany. Our previous study on the NKLM 1.0 highlighted feasibility concerns as it showed only 41% coverage by the MCM program. The revised NKLM 2.0 shows improved feasibility and reached 52% coverage. However, our findings suggest that a further reduction of content of approxi-

ately 50% would be necessary for the NKLM to function as a realistic and feasible CBME framework for undergraduate medical education programs within the German regulatory context.

This study has several limitations. First, a single-center study design was employed. Other German medical universities are invited to report their mapping using a similar qualitative content comparison approach to determine the generalisability of the results of this study to other contexts. The mapping of learning objectives and the calculation of content coverage in this study reflect the shared interpretation of two raters, and larger or different groups may yield varying results. Furthermore, the curriculum mapping process was based on the explicitly declared MCM curriculum. The curriculum that is actually taught may diverge from this situation. Furthermore, cross-references within the NKLM 2.0 were not considered, which may have led to an overestimation of coverage in chapters V and VI as certain descriptors may have been considered to be covered.

In conclusion, this study demonstrates an improvement in NKLM 2.0 coverage by the MCM learning objectives compared with the NKLM 1.0. However, coverage varied across chapters in the NKLM 2.0, with increases in some chapters and decreases in others. The overall level of coverage of the NKLM 2.0 items by the MCM program, which remains low, raises considerable concerns about the feasibility of teaching and learning of the current content of the NKLM 2.0 within the regulatory framework for undergraduate medical education in Germany. The results of this study suggest that the content of the revised future NKLM should be notably reduced to allow for feasible implementation of the curriculum.

Authors' ORCIDs

- Tabea Theurich: [0009-0002-9164-4292]
- Ylva Holzhausen: [0000-0001-8710-8257]
- Olaf Ahlers: [0000-0003-1528-7182]
- Harm Peters: [0000-0003-1441-7512]

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Attachments

Available from <https://doi.org/10.3205/zma001770>

1. Attachment_1.pdf (427 KB)
Illustration of the quantitative mapping approaches

References

1. Michaud PA, Jucker-Kupper P; The Profiles Working Group. The "Profiles" document: a modern revision of the objectives of undergraduate medical studies in Switzerland. *Swiss Medical Weekly*. 2016;146:w14270. DOI: 10.4414/smw.2016.14270
2. Frank JR SL, Sherbino J, editors. CanMEDS 2015 Physician Competency Framework. Ottawa: Royal College of Physicians and Surgeons of Canada; 2015. Zugänglich unter/available from: <https://www.royalcollege.ca/en/standards-and-accreditation/canmeds.html>
3. General Medical Council. Outcomes for graduates. London: General Medical Council; 2018. Zugänglich unter/available from: https://www.gmc-uk.org/-/media/documents/dc11326-outcomes-for-graduates-2018_pdf-75040796.pdf
4. Lammerding-Koeppel M, Fritze O, Giesler M, Narciss E, Steffens S, Wosnik A, Griewatz J. Benchmarking for research-related competencies – a curricular mapping approach at medical faculties in Germany. *Med Teach*. 2018;40(2):164-173. DOI: 10.1080/0142159X.2017.1395403
5. Ellaway R, Evans P, McKillop J, Cameron H, Morrison J, McKenzie H, Mires G, Pippard M, Simpson J, Cumming A, Harden R, Guild S. Cross-referencing the Scottish Doctor and Tomorrow's Doctors learning outcome frameworks. *Med Teach*. 2007;29(7):630-635. DOI: 10.1080/01421590701316548
6. Metzler E, Rehrey G, Kurz L, Middendorf J. The Aspirational Curriculum Map: A Diagnostic Model for Action-Oriented Program Review: Aspirational Curriculum Map. *Improve Acad*. 2017;36(2):156-167. DOI: 10.1002/tia2.20062
7. Maaz A, Hitzblech T, Arends P, Degel A, Ludwig S, Mossakowski A, Mothes R, Breckwoldt J, Peters H. Moving a mountain: Practical insights into mastering a major curriculum reform at a large European medical university. *Med Teach*. 2018;40(5):453-460. DOI: 10.1080/0142159X.2018.1440077
8. Milles LS, Hitzblech T, Drees S, Wurl W, Arends P, Peters H. Student engagement in medical education: A mixed-method study on medical students as module co-directors in curriculum development. *Med Teach*. 2019;41(10):1143-1150. DOI: 10.1080/0142159X.2019.1623385
9. Gulbis K, Kruger T, Dittmar M, Peters H. Approaches to mapping an undergraduate medical curriculum to a national competency-based catalogue of learning outcomes. *Med Teach*. 2021;43(4):439-447. DOI: 10.1080/0142159X.2020.1854704
10. Afshar K, Bleidorn J, Büttner K, Schneider N, Steffens S. Kartierung kompetenzbasierter Lernziele im Curriculum Allgemeinmedizin an der Medizinischen Hochschule Hannover Mapping of Competency-Based Learning Objectives of the Curriculum Family Medicine at the Hannover Medical School. *ZFA (Stuttgart)*. 2018;94:405-411. DOI: 10.3238/zfa.2018.0405-0411
11. Mikuteit M, Just I, Steffens S. Evaluation of the National Competence Based Catalogue of Learning Objectives (NKLM 2.0) for undergraduate medical education at the Medical School Hannover. *GMS J Med Educ*. 2023;40(6):Doc68. DOI: 10.3205/zma001650
12. Plange N, Feltgen N. Der Nationale Kompetenzbasierte Lernzielkatalog Medizin NKLM 2.0 – Auswirkungen auf die Lehre in der Augenheilkunde [The "Nationaler Kompetenzbasierter Lernzielkatalog Medizin NKLM 2.0"-Implications for medical education in ophthalmology]. *Ophthalmologie*. 2023;120(5):520-528. DOI: 10.1007/s00347-022-01753-w

13. Dettmer S, Barkhausen J, Volmer E, Mentzel HJ, Reinartz S, Voigt F, Wacker FK, Baeßler B; Konferenz der Lehrstuhlinhaber für Radiologie (KLAR); Vorstand der Deutschen Röntgengesellschaft (DRG); Vorstandskommission der AG Lehre der DRG. White Paper: Radiology Curriculum for Undergraduate Medical Education in Germany and Integration into the NKLM 2.0. Rofo. 2021;193(11):1294-1303. DOI: 10.1055/a-1586-3372
14. Balzer F, Hautz WE, Spies C, Bietenbeck A, Dittmar M, Sugiharto F, Lehmann L, Eisenmann D, Bubser F, Stieg M, Hanfler S, Georg W, Tekian A, Ahlers O. Development and alignment of undergraduate medical curricula in a web-based, dynamic Learning Opportunities, Objectives and Outcome Platform (LOOOP). Med Teach. 2016;38(4):369-377. DOI: 10.3109/0142159X.2015.1035054
15. Miller GE. The assessment of clinical skills/competence/performance. Acad Med. 1990;65(9):S63-S67. DOI: 10.1097/00001888-199009000-00045
16. Anderson LW. Objectives, evaluation, and the improvement of education. Stud Educ Eval. 2005;31(2):102-113. DOI: 10.1016/j.stueduc.2005.05.004
17. Harden RM. AMEE Guide No. 21: Curriculum mapping: a tool for transparent and authentic teaching and learning. Med Teach. 2001;23(2):123-137. DOI: 10.1080/01421590120036547
18. Wijngaards-de Meij L, Merx S. Improving curriculum alignment and achieving learning goals by making the curriculum visible. Int J Acad Dev. 2018;23(3):219-231. DOI: 10.1080/1360144X.2018.1462187
19. Pangaro L, ten Cate O. Frameworks for learner assessment in medicine: AMEE Guide No. 78. Med Teach. 2013;35(6):e1197-e1210. DOI: 10.3109/0142159X.2013.788789
20. Fritze O, Griewatz J, Naciß E, Shiozawa T, Wosnik A, Zipfel S, Lammerding-Koeppel M. How much GK is in the NKLM? A comparison between the catalogues of exam-relevant topics (GK) and the German National Competence-based Learning Objectives Catalogue for Undergraduate Medical Education (NKLM). GMS J Med Educ. 2017;34(1):Doc9. DOI: 10.3205/zma001086

Corresponding author:

Prof. Dr. Harm Peters, MD, MHPE
 Charité – Universitätsmedizin Berlin, Dieter Scheffner
 Center for Medical Education and Educational Research,
 Dean's Office of Study Affairs, Campus Charité Mitte,
 Charitéplatz 1, D-10117 Berlin, Germany, Phone: +49
 (0)30/450-576207, Fax: +49 (0)30/450-7576361
 harm.peters@charite.de

Please cite as

Theurich T, Holzhausen Y, Ahlers O, Peters H. Mapping the undergraduate medical curriculum of the Charité Berlin against the National Competence-Based Catalogue of Learning Objectives (NKLM 2.0). GMS J Med Educ. 2025;42(4):Doc46. DOI: 10.3205/zma001770, URN: urn:nbn:de:0183-zma0017703

This article is freely available from

<https://doi.org/10.3205/zma001770>

Received: 2024-09-24

Revised: 2025-02-25

Accepted: 2025-06-05

Published: 2025-09-15

Copyright

©2025 Theurich et al. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License. See license information at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Kartierung des Curriculums des Modellstudiengangs Medizin der Charité Berlin gegen den Nationalen Kompetenzbasierten Lernzielkatalog Medizin 2.0

Zusammenfassung

Hintergrund: Der Nationale Kompetenzbasierte Lernzielkatalog Medizin (NKLM) soll Standards für die medizinische Ausbildung in Deutschland setzen. Derzeit wird der NKLM 2.0 überarbeitet und die medizinischen Fakultäten wurden aufgerufen, diese Version zu evaluieren. In dieser Studie werden die Lernziele des Modellstudiengangs Medizin (MSM) der Charité Berlin gegen die Items des NKLM 2.0 kartiert. Dabei kommen Verfahren, wie bei der vorherigen Kartierung des NKLM 1.0 zum Einsatz, um einen Vergleich zu ermöglichen.

Methoden: Ein zweistufiger Prozess wurde zur Ermittlung des curricularen Abdeckungsgrads verwendet. Zunächst wurden die Lernziele des MSM mithilfe der Curriculum-Management-Plattform LOOOP den Items des NKLM 2.0 zugeordnet. Anschließend wurde der Abdeckungsgrad des NKLM 2.0 durch den MSM mithilfe von drei quantitativen Ansätzen und einem qualitativen Ansatz (Inhaltsvergleich) berechnet. Abschließend wurden die Ergebnisse der NKLM 2.0-Abdeckung mit den Ergebnissen der vorherigen NKLM 1.0-Kartierung verglichen.

Ergebnisse: Der Kartierungs-Prozess ergab 11.879 Übereinstimmungen zwischen 4.396 MSM-Lernzielen und 2.813 NKLM 2.0-Items. Der Abdeckungsgrad des NKLM 2.0, basierend auf dem qualitativen Inhaltsvergleich, erhöhte sich auf 52%, verglichen mit 41% für den NKLM 1.0. Während einige NKLM 2.0-Kapitel deutliche Steigerungen des Abdeckungsgrades aufwiesen (VII +25%, VIII +20%), waren in anderen Kapiteln relevante Rückgänge zu verzeichnen (V -8%, VI -8%).

Diskussion: Im Vergleich zum NKLM 1.0 hat sich die Abdeckung des NKLM 2.0 durch MSM-Lernziele verbessert. Der nach wie vor niedrige Abdeckungsgrad von nur 52% legt jedoch nahe, dass der Inhalt des NKLM im Zuge zukünftiger Revisionen deutlich reduziert werden sollte. Andernfalls wird er nicht realistisch im gegebenen Rahmen für die medizinische Ausbildung in Deutschland umgesetzt werden können.

Schlüsselwörter: Nationaler Kompetenzbasierter Lernzielkatalog Medizin (NKLM), curriculare Kartierung, Medizinstudium, kompetenzbasierte Ausbildung

Tabea Theurich¹

Ylva Holzhausen¹

Olaf Ahlers^{2,3}

Harm Peters¹

1 Charité – Universitätsmedizin Berlin, Dieter-Scheffner-Fachzentrum für medizinische Hochschullehre und evidenzbasierte Ausbildungsforschung, Prodekanat für Studium und Lehre, Berlin, Deutschland

2 Medizinische Hochschule Brandenburg Theodor Fontane, Fakultät für Gesundheitswissenschaften Brandenburg, Institut für Gesundheitswissenschaftliche Ausbildungsforschung, Neuruppin, Deutschland

3 Charité – Universitätsmedizin Berlin, Institut für Medizinische Informatik, Berlin, Deutschland

1. Einleitung

Nationale Kompetenzrahmenwerke bilden einen Eckpfeiler der kompetenzbasierten medizinischen Ausbildung (CBME) in Ländern wie Kanada, dem Vereinigten Königreich, der Schweiz und in jüngerer Zeit auch in Deutschland [1], [2], [3]. Diese Rahmenwerke operationalisieren und harmonisieren Standards für den Kern der Kenntnisse, Fähigkeiten und Einstellungen, die Absolventen*innen im Laufe einer medizinischen Ausbildung auf nationaler Ebene erwerben sollten [4], [5], [6]. Der Nationale Kompetenzbasierte Lernzielkatalog Medizin (NKLM) des Medizinischen Fakultätentages (MFT) zielt darauf ab, Stan-

dards für die medizinische Ausbildung in Deutschland festzulegen. Die erste Version (NKLM 1.0) erschien 2015, die umfassend überarbeitete Fassung (NKLM 2.0) wurde 2021 veröffentlicht [<https://nkml.de/zend/menu>]. Die medizinischen Fakultäten in Deutschland wurden vom MFT aufgefordert, den NKLM 2.0 auf seine Umsetzbarkeit und Praxistauglichkeit hin zu evaluieren. Es sollen Informationen gesammelt werden, die zur Weiterentwicklung des NKLM beitragen können. Ziel dieser Studie ist es, dem Aufruf nachzukommen und eine Kartierung des Curriculums des Modellstudiengangs Medizin (MSM) der Charité auf den NKLM 2.0 vorzunehmen, um die Abdeckung durch den überarbeiteten nationalen Standard zu ermitteln. Dabei werden die methodischen Ansätze wie

zuvor bei der Kartierung des NKLM 1.0 verwendet, um einen Vergleich der Ergebnisse zu ermöglichen.

In früheren Arbeiten hat unsere Gruppe die Lernziele des MSM über die interne LOOOP-Curriculum-Management-Plattform mit dem Namen Lehrveranstaltungs- und Lernzielplattform [<https://lernziele.charite.de/zeno/>] auf den NKLM 1.0 kartiert. Der MSM ist ein integriertes, kompetenzbasiertes Curriculum, das im Einklang mit dem kompetenzbasierten Rahmen des NKLM und der geplanten Reform der deutschen Approbationsordnung für Ärzte steht [https://www.gesetze-im-internet.de/_appro_2002/BJNR240500002.html]. Bei der Konzeption und Implementation des MSM wurde ein outcome-orientierter Ansatz verfolgt, der auf einem, an der Charité entwickelten, Kompetenzrahmen aufbaut [7]. Dieser Rahmen enthält, ähnlich wie der NKLM, spezifizierte Wissens-, Fertigungs- und Kompetenzbereiche. Die Lernziele des MSM wurden in einem fakultätsweiten Prozess definiert, in dessen Ergebnis für alle Lehrveranstaltungen spezifische Lernziele festgelegt wurden. Ein besonderes Merkmal dieses Prozesses war das kontinuierliche Co-Design unter Beteiligung von Fachvertreter*innen der verschiedenen Disziplinen mit Curriculumentwickler*innen und Studierenden [7], [8]. Dadurch war es möglich, die Breite und Tiefe der Lerninhalte realistisch auf die verfügbare Zeit in den verschiedenen Lehrformaten – einschließlich der Vor- und Nachbereitungszeit für die Studierenden – abzustimmen.

In unserer früheren Arbeit haben wir die relative Abdeckung des NKLM 1.0 durch den MSM anhand von vier methodischen Ansätzen bewertet. Dazu gehörten drei primär quantitative Methoden (Einfachzuordnung, Mehrfachzuordnung und Übergeordnete-Ebenen-Zuordnung) sowie ein qualitativer Ansatz (qualitativer Inhaltsvergleich), um komplementäre Perspektiven auf die Abdeckung des Curriculums zu ermitteln [9]. Die quantitativen Methoden mit den numerischen Abgleichen zeigten zwar die Breite der Abdeckung auf, konnten jedoch nicht die Tiefe und Qualität der Inhalte abbilden. Dies führte zu einer systematischen Überschätzung der tatsächlichen Abdeckung (z. B. 73% mit der Einfachzuordnung). Im Gegensatz dazu lieferte der qualitative Inhaltsvergleich eine genauere Erfassung von der Breite und der Tiefe der curricularen Abdeckung. Er ergab, dass die MSM-Lernziele nur 41% des NKLM 1.0 abdeckten [9]. Bis heute ist dies die einzige veröffentlichte Studie, die ein gesamtes Curriculum gegen den NKLM 1.0 kartiert hat. Andere Berichte konzentrierten sich auf spezifische methodische Aspekte, wie z.B. das Übergeordnete Ebenen-Zuordnungsverfahren oder auf bestimmte Inhaltsbereiche, wie z.B. Forschungskompetenzen [4], [10], [11].

Der NKLM 2.0 stellt eine umfassend überarbeitete Version des NKLM 1.0 dar. Bislang liegt keine Studie vor, die ein komplettes medizinisches Curriculum einer deutschen medizinischen Fakultät systematisch gegen den NKLM 2.0 kartiert hat. Vielmehr wurden Ergebnisse von Teilkartierungen mit dem neuen NKLM 2.0 veröffentlicht. So berichteten Plange et al., in welchem Umfang die Augen-

heilkunde im NKLM 2.0 berücksichtigt wird [12]. Die Deutsche Röntgengesellschaft (DRG) entwickelte ein Radiologie-Curriculum, das in den NKLM 2.0 einfließt [13]. Die Medizinische Hochschule Hannover hat einen Teil der Lernziele des NKLM 2.0 evaluiert, indem sie diese mit bereits bestehenden Kartierungen des NKLM 1.0 abgeglichen und bewertet hat [11].

Das primäre Ziel dieser Studie war es, die Lernziele des MSM systematisch gegen die Items des NKLM 2.0 zu kartieren. Dazu wurde ein zweistufiges Vorgehen gewählt, das vier verschiedene Berechnungsansätze zur Ermittlung des Abdeckungsgrads umfasst und auf der Methodik unserer früheren Kartierung zum NKLM 1.0 basiert [9]. Das sekundäre Ziel bestand darin, die den Grad der Abdeckung des MSM zwischen dem NKLM 1.0 und dem NKLM 2.0 zu vergleichen. Die Ergebnisse dieser Studie sollen in die Weiterentwicklung zukünftiger NKLM-Versionen einfließen und den laufenden Überarbeitungsprozess des NKLM 2.0 unter der Leitung des MFT und seiner Arbeitsgruppen ergänzen.

2. Methodik

2.1. Studienrahmen

Die Studie wurde von Dezember 2022 bis April 2024 am Dieter-Scheffner-Fachzentrum für medizinische Hochschullehre und evidenzbasierte Ausbildungsforschung an der Charité - Universitätsmedizin Berlin (Charité) unter Verwendung der Curriculum-Management-Plattform LOOOP durchgeführt [14]. Die curriculare Kartierung des NKLM 2.0 folgte der etablierten Vorgehensweise bei der Kartierung des NKLM 1.0, um einen direkten Vergleich zwischen beiden Studien zu ermöglichen.

2.2. Aufbau des MSM

Der MSM umfasst eine Studienzeit von sechs Jahren, einschließlich eines abschließenden Praktischen Jahres. Die ersten fünf Jahre gliedern sich in 40 Module. Vier dieser Module enthalten keine für alle Studierenden verpflichtenden Lernziele, da es sich um Repetitorien- oder Wahlpflichtmodule handelt. Insgesamt umfasst das Studium 3.580 Unterrichtsstunden à 45 Minuten, denen insgesamt 4.396 Lernziele zugeordnet sind. Für das Praktische Jahr sind keine spezifischen Lernziele definiert. Die MSM-Lernziele sind in drei hierarchische Ebenen gegliedert: kompetenzbasierte Ausbildungsziele (Ebene 1), übergreifende Lernziele auf Modulebene (Ebene 2) und unterrichtsspezifische Lernziele (Ebene 3). Die Lernziele sind nach Wissen, Fähigkeiten und Einstellungen kategorisiert und folgen einer LOOOP-spezifischen Taxonomie, die sich an der Millerschen Pyramide [15] und der Bloomschen Taxonomie [16] orientiert. Die MSM-Lernziele, die für alle Studierenden verpflichtend sind, decken etwa 80% der Unterrichtszeit des Studiums ab.

2.3. Aufbau des NKLM

Der NKLM 2.0 besteht aus mehreren Kapiteln. Die Kapitel I-IV enthalten einführende und erläuternde Inhalte. Kapitel V beschreibt 167 „Konsultationsanlässe“ und Kapitel VI listet 598 „Erkrankungen“ auf, die in 11 Kategorien unterteilt sind. Die Kapitel VII und VIII folgen einer dreistufigen Struktur, die 97 „Kompetenzen“, 340 „Teilkompetenzen“ und 2.048 „Lernziele“ mit zunehmender Granularität umfasst. Da der NKLM 2.0 in verschiedene Abschnitte mit abweichender Terminologie unterteilt ist, wird in diesem Artikel der Sammelbegriff „NKLM-Items“ für Konsultationsanlässe, Erkrankungen und Lernziele verwendet. Der NKLM zielt darauf ab, etwa 70-80% des Inhalts eines Medizinstudiengangs in Deutschland abzudecken. Der NKLM 2.0 verwendet zwei Systeme zur Definition der Tiefe von Lernzielen auf der Grundlage der LOOOP-Taxonomie (siehe Tabelle 1). Während in den Kapiteln V und VI buchstabencodierte Deskriptoren für verschiedene Aspekte von Konsultationsanlässen oder Erkrankungen verwendet werden, werden in den Kapiteln VII und VIII den Kompetenztiefen Zahlencodes zugeordnet. Die Kapitel des NKLM 2.0 interagieren über ca. 15.000 Querverweise miteinander. Diese wurden im Prozess der Kartierung nicht berücksichtigt, da der zusätzliche Arbeitsaufwand unverhältnismäßig hoch gewesen wäre. Im Zuge der Entwicklung des NKLM 2.0 wurde die Struktur des NKLM 1.0 überarbeitet. Tabelle 2 stellt die entsprechenden Kapitel beider Versionen gegenüber [<https://nkml.de/zen/menu>].

2.4. Beschreibung des Kartierungsprozesses

Die curriculare Kartierung wurde mit Hilfe der LOOOP-Plattform durchgeführt. Die Plattform ermöglicht es, die Ebenenstruktur der MSM-Lernziele und der NKLM 2.0-Items aufeinander abzustimmen und dabei eine systematische und transparente Zuordnung sicherzustellen. Die MSM-Lernziele wurden in einem zweistufigen Prozess gegen die NKLM 2.0-Items kartiert. Zunächst wurden die MSM-Lernziele der Ebene 3 den NKLM 2.0-Items zugeordnet. Anschließend wurde der Grad der Abdeckung mithilfe von vier methodischen Ansätzen ermittelt. Diese basieren auf der von Gulbis et al. [9] angewandten Methodik zur Kartierung des NKLM 1.0. Die Kartierung erfolgte nach dem Prinzip der gegenseitigen Kontrolle (Vier-Augen-Prinzip), um die Reliabilität zu erhöhen und Verzerrungen zu minimieren. Unstimmigkeiten wurden durch Diskussionen geklärt, bis ein Konsens erzielt wurde. Das Kartierungsteam bestand aus einer Senior-MSM-Studierenden (Autorin TT) sowie dem Leiter des Dieter-Scheffner-Fachzentrums für medizinische Hochschullehre und evidenzbasierte Ausbildungsforschung (Autor HP), der maßgeblich an der Entwicklung und Implementierung des MSM sowie an der vorherigen NKLM 1.0-Kartierung beteiligt war.

Der NKLM 2.0 wurde gegen die MSM-Lernziele aus dem Sommersemester 2022 kartiert. Der Schwerpunkt lag dabei auf der jeweils detailliertesten Ebene beider Kataloge, um eine spezifische Analyse ihrer Übereinstimmung zu ermöglichen. Die Kartierung umfasste 2.813 NKLM-Items und 4.396 MSM-Lernziele. Im Vergleich zur Kartierung auf Basis des Sommersemesters 2018, die für die NKLM 1.0-Analyse herangezogen wurde, ergaben sich nur geringfügige Änderungen in der Struktur und Formulierung der MSM-Lernziele.

2.4.1. Schritt 1 – Zuordnung von MSM-Lernzielen zu NKLM 2.0-Items

Die Zuordnung erfolgte in einem dreistufigen Verfahren. Zuerst führte TT eine Vorwärtskartierung durch, bei der die MSM-Lernziele den NKLM 2.0-Items zugeordnet wurden. Grundlage hierfür waren Stichwortsuchen sowie bereits bestehende Zuordnungen aus der vorherigen NKLM 1.0-Kartierung, die in der LOOOP-Plattform hinterlegt sind. Die dabei verwendeten Leitprinzipien wurden im Verlauf des Prozesses iterativ weiterentwickelt. HP überprüfte dann sämtliche Zuordnungen auf ihre inhaltliche Richtigkeit. In einer Rückwärtskartierung wurden schließlich NKLM-Items zu MSM-Lernzielen zugeordnet. Der Schwerpunkt lag hierbei auf NKLM-Items, die bislang ohne eine Zuordnung von MSM-Lernzielen geblieben waren. Für diesen Schritt wurde die Lehrveranstaltungs- und Lernzielpattform (LLP) [<https://lernziele.charite.de/zen/>] zur Suche von potenziellen Zuordnungen genutzt. Die folgenden Leitprinzipien wurden bei der Kartierung berücksichtigt, um deren Konsistenz, Transparenz und Richtigkeit zu gewährleisten:

1. Eine Zuordnung zwischen einem MSM-Lernziel und einem NKLM 2.0-Item erfolgte bei inhaltlicher Übereinstimmung, unabhängig vom Grad der Übereinstimmung.
2. Die Konsultationsanlässe wurden nicht den zugrunde liegenden möglichen Erkrankungen zugeordnet, es sei denn, diese wurden explizit angegeben.
3. Nur explizite Aussagen in den Lernzielen wurden im Kartierungsprozess berücksichtigt. Im Falle von Unterricht am Krankenbett im MSM wurden die Informationen zu den hier behandelten Erkrankungen aus der LLP entnommen [<https://lernziele.charite.de/zen/>].
4. Der Deskriptor "G" für Wissen aus den Grundlagenwissenschaften wurde erst ab dem fünften Semester kartiert, da er sich auf die Vermittlung von Grundlagenwissen im klinischen Kontext bezieht. Konsultationsanlässe oder Erkrankungen wurden auch NKLM-Items zugeordnet, wenn kein Deskriptor zutraf.
5. Die kartierten MSM-Lernziele und NKLM-Items wurden jeweils der gleichen Kategorie („Wissen“ oder „Fertigkeiten“) auf Grundlage der LOOOP-Taxonomie zugeordnet.

Tabelle 1: Deskriptoren und Kompetenztiefen, die im Nationalen Kompetenzbasierten Lernzielkatalog Medizin 2.0 (NKLM) verwendet werden. Es gibt zwei Systeme, eines für die Kapitel V und VI (A) und eines für die Kapitel VII und VIII (B). Der Buchstabe W steht für „Wissen“ und der Buchstabe H „Handlungskompetenz“.

A.

Kapitel V und VI			
Deskriptor kurz	Deskriptor lang	Kompetenztiefe	Beschreibung
G	Grundlagenvertiefung	W	Wissen
D	Diagnostik	W oder H	Wissen oder Handlungskompetenz
T	Therapie	W oder H	Wissen oder Handlungskompetenz
N	Notfall	W oder H	Wissen oder Handlungskompetenz
P/R	Prävention/Rehabilitation	W oder H	Wissen oder Handlungskompetenz
M	Management	W oder H	Wissen oder Handlungskompetenz

B.

Kapitel VII und VIII	
Kompetenz-tiefe	Beschreibung
1	Faktenwissen
2	Handlungs- und Begründungswissen
3a	Handlungskompetenz (unter Anleitung)
3b	Handlungskompetenz (selbstständig)

Tabelle 2: Übersicht über die Veränderungen in der Struktur des überarbeiteten Nationalen Kompetenzbasierten Lernzielkatalogs Medizin (NKLM) 2.0. Dargestellt sind die entsprechenden Kapitel des NKLM 1.0 und des NKLM 2.0.

Beschreibung der Kapitel	Kapitel im NKLM 2.0	Kapitel im NKLM 1.0
Konsultationsanlässe	V	20
Erkrankungen	VI	21
Übergeordnete und krankheitsbezogene Lernziele	VII	12, 13, 15, 16, 17
Übergeordnete Kompetenzen	VIII	5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 18, 19

2.4.2. Schritt 2 – Ermittlung der relativen Abdeckung des NKLM 2.0 durch den MSM

In diesem Schritt wurden vier Ansätze verwendet, die auf etablierten Methoden der curricularen Kartierung sowie auf unserer früheren Arbeit zum NKLM 1.0 [17, 18, 9] aufbauen. Die Kombination aus primär quantitativen und qualitativen Ansätzen wurde gewählt, um sich ergänzende Perspektiven auf die curriculare Abdeckung durch den MSM zu erhalten. Anhang 1 visualisiert die drei quantitativen Kartierungsansätze zum besseren Verständnis. Der Ansatz des qualitativen Inhaltsvergleichs erlaubt tiefergehende Einblicke in die Übereinstimmung der Inhalte in Bezug auf den Umfang und Tiefe des Abdeckungsgrades. Die Ergebnisse der Kartierung aus Schritt 1 wurden als Datensätze exportiert, und der Grad der NKLM 2.0-Abdeckung durch den MSM anhand der folgenden Ansätze ermittelt:

1. *Einfachzuordnung*: Ein NKLM-Item galt als abgedeckt, wenn mindestens ein MSM-Lernziel zugeordnet wurde.
2. *Mehrfachzuordnung*: Ein NKLM-Item galt als abgedeckt, wenn mindestens drei MSM-Lernziele zugeordnet wurden.
3. *Übergeordnete Ebenen-Zuordnung*: Die Abdeckung eines NKLM-Items auf Ebene 2 wurde auf der Grundlage des Prozentsatzes seiner untergeordneten Items (Ebene 3) abgeleitet, die mittels Einfachzuordnung als abgedeckt zählen.
4. *Qualitativer Inhaltsvergleich*: Der qualitative Ansatz wurde auf Grundlage der Struktur des NKLM 2.0 in zwei Varianten durchgeführt. Beide Varianten verwendeten dieselbe Skala, um den Grad der Abdeckung zu ermitteln:
 0=0%, 1=1%-20%, 2=21%-40%, 3=41%-60%, 4=61%-80%, 5=81%-100%.
 - 4.1. *Variante 1 (Kapitel V & VI)*: Die Kompetenztiefe wurde für „W“ (Wissen) mit 1 Punkt und für „H“ (Handlungskompetenz) mit 2 Punkten bewertet. Jedes NKLM 2.0-Item konnte auf der Grundlage der sechs Deskriptoren (D, T, N, P, M=jeweils 2 Punkte, G=1 Punkt) maximal 11 Punkte erreichen. Die erreichte Gesamtpunktzahl für zugeordnete MSM-Ziele wurde in eine Skala von 0 bis 5 umgewandelt.
 - 4.2. *Variante 2 (Kapitel VII und VIII)*: Jede*r Bewerber*in bewertete den Grad der inhaltlichen Ab-

deckung für sich und vergab dafür 0-5 Punkte. Wenn die MSM-Lernziele nicht mit der Komplexitätstiefe des NKLM übereinstimmten, wurde die Punktzahl um mindestens einen Punkt reduziert. Bei vollständigem Konsens (keine Differenz) wurde die gewählte Punktzahl beibehalten. Bei gutem Konsens (Differenz von 1) wurde aufgerundet, und bei keinem Konsens (Differenz > 1) wurde diskutiert und eine endgültige Punktzahl untereinander abgestimmt.

Der Kartierungsprozess erstreckte sich über 16 Monate und erforderte ca. 1.500 Arbeitsstunden von TT und HP.

2.5. Statistische Auswertung

Die statistische Analyse wurde mit IBM SPSS Statistics 29.0.1.1 und Microsoft Excel 16.83 durchgeführt. Die deskriptiven Statistiken umfassten absolute und relative Zahlen sowie Mittelwerte. Für die Berechnung der gewichteten Mittelwerte wurde jeder Mittelwert mit seinem jeweiligen Gewicht multipliziert. Die Gewichtung ergab sich aus dem Anteil der Lernziele eines Unterkapitels im Verhältnis zur Gesamtanzahl der Lernziele des übergeordneten Kapitels. Die Summe dieser gewichteten Werte stellte den endgültigen gewichteten Mittelwert dar. Die Interrater-Reliabilität beim qualitativen Ansatz in den Kapiteln VII und VIII wurde anhand von Cohens Kappa berechnet. Aufgrund der numerischen Analyse im qualitativen Inhaltsvergleich der Kapitel V und VI, wurde für diese Kapitel keine Interrater-Reliabilität berechnet. Die Vergleiche des Abdeckungsgrads zwischen NKLM 1.0 und 2.0 basieren auf den korrespondierenden Kapiteln, wie in Tabelle 2 dargestellt.

3. Ergebnisse

3.1. Schritt 1 – Zuordnung der MSM-Lernziele zu den NKLM 2.0-Items

Im Rahmen der Kartierung erfolgten insgesamt 11.879 Zuordnungen zwischen 4.396 MSM-Lernzielen und 2.813 NKLM 2.0-Items. Dabei konnten 98% der MSM-Lernziele mindestens einem NKLM-Item zugeordnet werden. Tabelle 3 gibt einen Überblick über die numerischen Ergebnisse, während Abbildung 1 die Anzahl der Kartierungen pro NKLM-Item und pro NKLM-Kapitel visualisiert. Im Durchschnitt wurden 4,2 MSM-Lernziele pro NKLM-Item zugeordnet. Diese Zahl stieg auf 5,0, wenn NKLM-Items ohne Zuordnung nicht berücksichtigt wurden. Insgesamt konnten 417 NKLM-Items (15%) keinem MSM-Lernziel zugeordnet werden. Den höchsten Anteil an Items ohne Zuordnung fand sich in Kapitel V (Konsultationsanlässe) mit 30%, den niedrigsten in Kapitel VII (Übergeordnete und krankheitsbezogene Lernziele) mit 12%.

3.2. Schritt 2 – Ermittlung der relativen Abdeckung des NKLM 2.0 durch den MSM

Tabelle 4 und Abbildung 2 zeigen die Ergebnisse des qualitativen Inhaltsvergleichs für alle Kapitel des NKLM 2.0. Die Interrater-Reliabilität war bei den Kapiteln VII und VIII mit Cohen's kappa=0,68 hoch. Die Beurteiler*innen erreichten in 75% der Fälle (n=1.320) einen vollständigen Konsens, in 17% (n=298) einen guten Konsens und in 8% (n=149) keinen Konsens.

Der Grad der qualitativ-inhaltlichen Abdeckung der NKLM 2.0-Items durch die MSM-Lernziele variierte zwischen den NKLM-Kapiteln. Der niedrigste Wert wurde in Kapitel V (Konsultationsanlässe) und der höchste in Unterkapitel VII.4 (Notfallmaßnahmen) verzeichnet.

Abbildung 3 visualisiert den Grad der Abdeckung aller vier Verfahren. In Tabelle 5 werden die Ergebnisse miteinander verglichen. Die höchsten Abdeckungsgrade wurden mit der Einfachzuordnung und der Übergeordneten Ebenen-Zuordnung erzielt (85% bzw. 86%), während die Mehrfachzuordnung den niedrigsten Abdeckungsgrad aufwies (46%). Beim qualitativen Inhaltsvergleich ergab sich eine Abdeckung des NKLM durch den MSM von 52%.

3.3. Vergleich der Abdeckung des NKLM 1.0 und des NKLM 2.0 durch den MSM

Im Vergleich zu unserer vorherigen Kartierung des NKLM 1.0 ergaben sich in dieser Studie Veränderungen hinsichtlich der Anzahl der MSM-Lernziele und NKLM-Items. Während die Anzahl der MSM-Lernziele von 4.490 (2018) auf 4.396 (2022) leicht zurückging (-3%), stieg die Anzahl der NKLM-Items von 2.105 auf 2.813 (+34%). Der größte Zuwachs war in Kapitel VII (übergeordnete und krankheitsbezogene Lernziele) zu verzeichnen (+507 Items).

Tabelle 6 vergleicht den Abdeckungsgrad des NKLM 1.0 und 2.0 in den einzelnen Kapiteln. Der NKLM 2.0 wies bei allen vier Verfahren eine höhere Abdeckung durch die MSM-Lernziele auf. Der größte Zuwachs war bei der übergeordneten Ebenen-Zuordnung zu verzeichnen (+19%), während der geringste Zuwachs bei der Mehrfachzuordnung (+4%) zu verzeichnen war. Beim qualitativen Inhaltsvergleich wurde ein Gesamtanstieg von 11% verzeichnet, mit deutlichen Zuwächsen in den Kapiteln VII (+25%) und VIII (+20%) sowie Rückgängen in den Kapiteln V und VI (jeweils -8%).

Tabelle 3: Absolute Werte (n) und Mittelwerte (M) der Kartierung der Lernziele des Modellstudiengangs Medizin (MSM) gegen die Items des Nationalen Kompetenzbasierten Lernzielkatalogs Medizin 2.0 (NKLM).

		NKLM-Items (n)	Kartierte MSM Lernziele (n)	MSM Lernziele mit NKLM-Items (M)	MSM Lernziele mit NKLM-Items mit mind. 1 Zuordnung (M)	NKLM-Items mit mind. 1 Zuordnung (n)
V. Konsultationsanlässe						
V.	Konsultationsanlässe	167	538	3,2	4,6	117
Ergebnisse Kapitel V.		167	538	3,2	4,6	117
VI. Erkrankungen						
VI.01	Kardiovaskulär	49	399	8,1	8,5	47
VI.02	Muskuloskelettal und Weichteile	53	385	7,3	8,6	45
VI.03	Homone und Stoffwechsel	34	313	9,2	9,5	33
VI.04	Respiratorisches System	31	327	10,5	11,7	28
VI.05	Blut und Immunologie	34	284	8,4	9,2	31
VI.06	Urogenitales System	53	457	8,6	9,7	47
VI.07	Verdauungssystem	53	479	9,0	11,7	41
VI.08	Haut, Hautanhang, Schleimhaut	51	270	5,3	6,6	41
VI.09	Sinnessysteme	57	290	5,1	6,9	42
VI.10	Nervensystem und Psyche	104	1142	11,0	13,3	86
VI.11	Schwangerschaft, Fetal-, Perinatal- und Neonatalzeit	79	361	4,6	5,1	71
Ergebnisse Kapitel VI.		598	4707	7,9	9,2	512
VII. Übergeordnete und krankheitsbezogene Lernziele						
VII.1a	Prinzipien normaler Struktur und Funktion	503	2119	4,2	4,9	430
VII.1b	Prinzipien der Pathogenese und Pathomechanismen	195	637	3,3	3,4	188
VII.2	Diagnostische Verfahren	178	560	3,1	3,6	154
VII.3	Theurapeutische Maßnahmen	516	1089	2,1	2,5	442
VII.4	Notfallmaßnahmen	66	300	4,5	4,8	6,3
Ergebnisse Kapitel VII.		1458	4705	3,2	3,7	1277
VIII. Übergeordnete Kompetenzen						
VIII.1	Medizinisch-wissenschaftliche Fertigkeiten	91	384	4,2	5,0	77
VIII.2	Ärztliche Gesprächsführung	132	474	3,6	4,1	116
VIII.3	Interprofessionelle Kompetenzen	66	79	1,2	1,6	47
VIII.4	Gesundheitsberatung, -förderung, Prävention und Rehabilitation	87	292	3,5	4,0	77
VIII.5	Führung und Management	79	112	1,4	1,9	58
VIII.6	Professionelles Handeln und Ethik, Geschichte u. Recht der Medizin	77	187	2,4	3,0	62
VIII.7	Klinisch-praktische Fertigkeiten	58	401	6,9	7,6	53
Ergebnisse Kapitel VIII.		590	1929	3,3	3,9	490
Gesamt NKLM 2.0.		2813	11879	4,2	5,0	2396

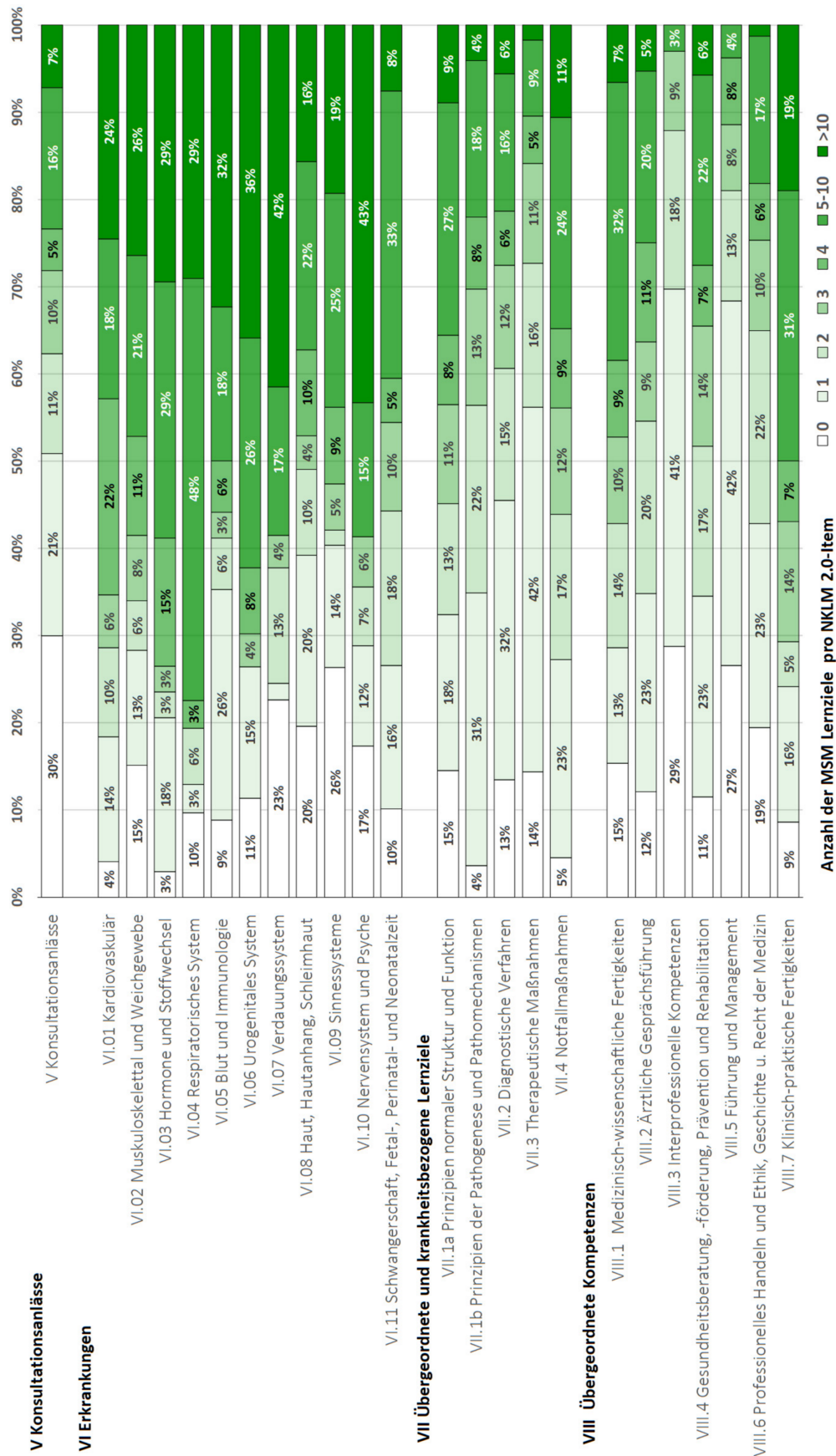


Abbildung 1: Übersicht über die Anzahl der Kartierungen von Lernzielen des Modellstudiengangs Medizin (MSM) der Charité gegen die Items des Nationalen Kompetenzbasierten Lernzielkatalogs Medizin 2.0 (NKLM), aufgeteilt in Kategorien von 0 bis mehr als 10 Zuordnungen pro Item (siehe Legende im unteren Bereich der Abbildung).

Tabelle 4: Absolute Werte (n) und Mittelwerte (M) für die Abdeckungsgrade der Items des Nationalen Kompetenzbasierten Lernzielkatalogs Medizin 2.0 (NKLM) durch die Lernziele des Modellstudiengangs Medizin (MSM) basierend auf dem qualitativen Inhaltsvergleich. Die Bewertungen reichen von 0 (keine Übereinstimmung) bis 5 (>80-100% Übereinstimmung) und repräsentieren die relativen Abdeckungsgrade in Prozent.

		NKLM-Items (n)	NKLM-Items pro Bewertung						Bewertung (M)
			0	1	2	3	4	5	
V. Konsultationsanlässe									
V.	Konsultationsanlässe	167	50	30	34	33	10	10	1,7
Ergebnisse Kapitel V.		167	50	30	34	33	10	10	1,7
VI. Erkrankungen									
VI.01	Kardiovaskulär	49	2	2	4	13	8	20	3,5
VI.02	Muskuloskelettal und Weichgewebe	53	8	6	7	11	16	5	2,9
VI.03	Hormone und Stoffwechsel	34	1	7	7	8	9	2	2,7
VI.04	Respiratorisches System	31	3	2	6	9	7	4	3,0
VI.05	Blut und Immunologie	34	3	4	8	7	4	8	3,0
VI.06	Urogenitales System	53	6	6	6	9	18	8	3,0
VI.07	Verdauungssystem	53	12	2	11	10	16	2	2,6
VI.08	Haut, Hautanhang, Schleimhaut	51	10	2	8	14	10	7	2,8
VI.09	Sinnessysteme	57	15	3	13	13	8	5	2,1
VI.10	Nervensystem und Psyche	104	18	10	12	20	30	14	2,9
VI.11	Schwangerschaft, Fetal-, Perinatal- und Neonatalzeit	79	8	11	18	22	15	5	2,4
Ergebnisse Kapitel VI.		598	86	55	100	136	141	80	2,8
VII. Übergeordnete und krankheitsbezogene Lernziele									
VII.1a	Prinzipien normaler Struktur und Funktion	503	73	39	57	77	77	180	3,2
VII.1b	Prinzipien der Pathogenese und Pathomechanismen	195	7	18	27	37	26	80	3,5
VII.2	Diagnostische Verfahren	178	24	27	26	42	14	45	2,7
VII.3	Therapeutische Maßnahmen	516	74	28	46	70	86	212	3,4
VII.4	Notfallmaßnahmen	66	33	1	5	6	31	20	3,8
Ergebnisse Kapitel VII.		1458	181	113	161	232	234	537	3,3
VIII. Übergeordnete Kompetenzen									
VIII.1	Medizinisch-wissenschaftliche Fertigkeiten	91	14	8	8	9	31	21	3,1
VIII.2	Ärztliche Gesprächsführung	132	16	9	18	25	45	19	3,0
VIII.3	Interprofessionelle Kompetenzen	66	19	5	13	5	14	10	2,3
VIII.4	Gesundheitsberatung, -förderung, Prävention und Rehabilitation	87	10	1	10	11	21	34	3,5
VIII.5	Führung und Management	79	21	6	5	10	20	17	2,7
VIII.6	Professionelles Handeln und Ehtik, Geschichte u. Recht der Medizin	77	15	2	9	9	26	16	3,0
VIII.7	Klinisch-praktische Fertigkeiten	58	5	1	1	6	30	15	3,7
Ergebnisse Kapitel VIII.		590	100	33	64	74	187	132	3,0
Gesamt NKLM 2.0.		2813	417	231	359	475	572	759	3,0

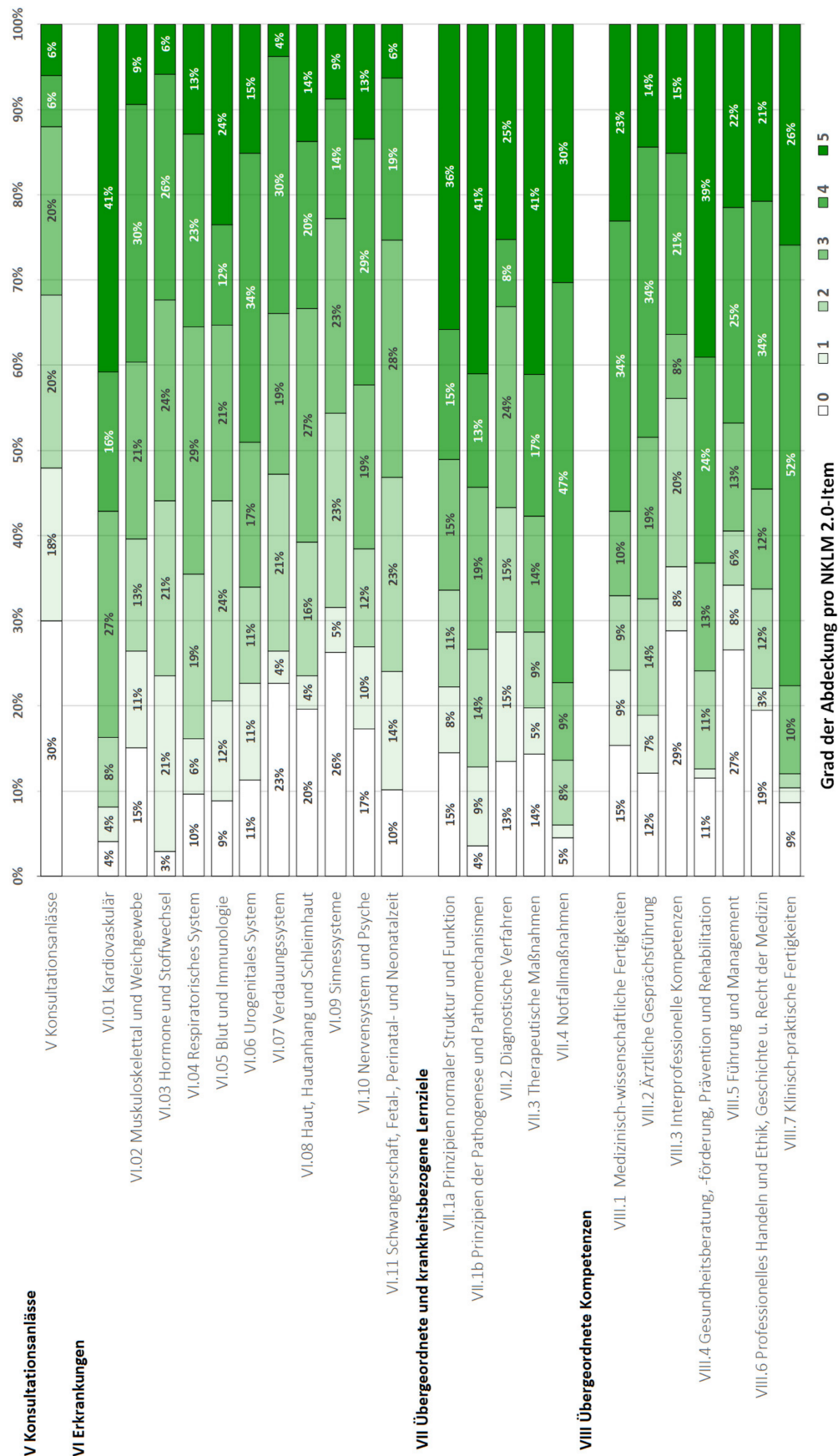


Abbildung 2: Relative Abdeckungsgrade der Kapitel des Nationalen Kompetenzbasierten Lernzielkatalogs Medizin 2.0 (NKLM) durch die Lernziele des Modellstudiengangs Medizin (MSM) auf Basis des qualitativen Inhaltsvergleichs. Die Bewertungen reichen von 0 (keine Übereinstimmung) bis 5 (>80-100% Übereinstimmung) und stellen den relativen Abdeckungsgrad in Prozent dar (siehe Legende im unteren Bereich der Abbildung).

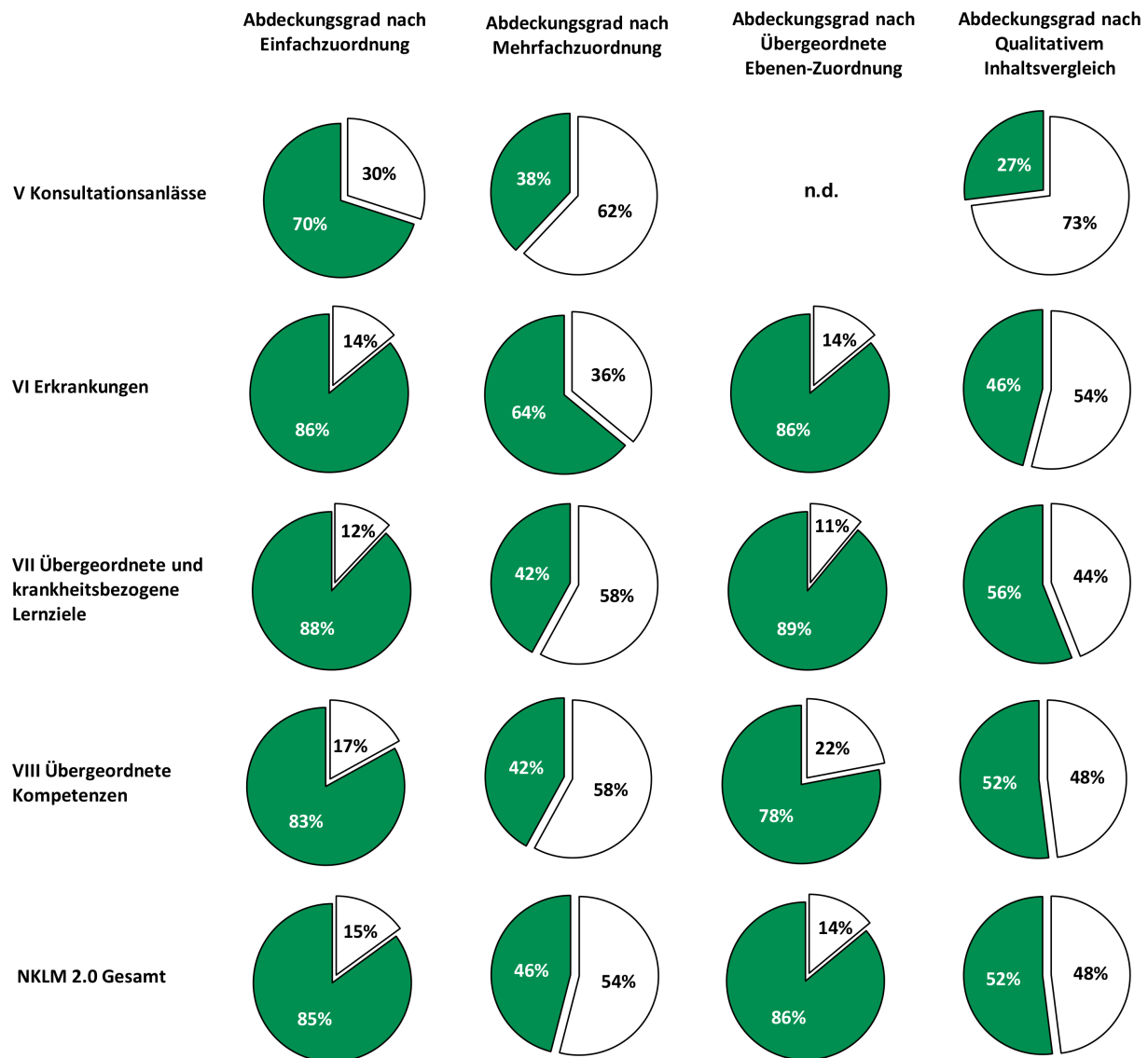


Abbildung 3: Übersicht über die Abdeckungsgrade des Nationalen Kompetenzbasierten Lernzielkatalogs Medizin 2.0 (NKLM) insgesamt und nach Kapiteln auf Grundlage der Kartierung der Lernziele des Modellstudiengangs Medizin (MSM) anhand der vier Zuordnungsverfahren: Einfachzuordnung, Mehrfachzuordnung, Übergeordnete Ebenen-Zuordnung und qualitativer Inhaltsvergleich (n.d.=nicht definiert). Die grünen Bereiche zeigen den geschätzten Abdeckungsgrad.

4. Diskussion

CBME-Rahmenwerke wie der NKLM für das Medizinstudium zielen darauf ab, dass die Studierenden nach Abschluss ihres Studiums über die erforderlichen Kompetenzen – Wissen, Fertigkeiten und Einstellungen – verfügen, um nach Beginn ihrer ärztlichen Weiterbildung einen effektiven Beitrag zur Patientenversorgung leisten zu können. Die vorliegende Studie zeigt, dass der grundlegend überarbeitete NKLM 2.0 nur zu 52% durch die Lernziele des kompetenzbasierten Medizinstudiengangs unserer Fakultät abgedeckt wird. Im Folgenden werden Methodik und Ergebnisse dieser curricularen Kartierung im Kontext der Literatur diskutiert – insbesondere im Vergleich zu unserer früheren Arbeit zur Zuordnung des MSM zum NKLM 1.0 [9].

Der Prozess der Kartierung wurde durch die spezifische Funktion der LOOOP-Plattform erheblich erleichtert. So

war es möglich, auf früheren Arbeiten aufzubauen, in denen die MSM-Lernziele bereits den NKLM 1.0 zugeordnet waren. Dennoch blieb die Kartierung insgesamt sehr arbeitsintensiv. Mit Hilfe der LOOOP-Plattform konnten wir die schriftlich festgehaltenen NKLM-Items und die MSM-Lernziele als explizit deklarierte Curriculumsinhalte kartieren. Schriftlich formulierte Lernziele sind für CBME von grundlegender Bedeutung. Sie bieten eine transparente Grundlage für das „Constructive Alignment“ zwischen gelehrt, gelerntem und geprüftem Curriculum, sowie für die Kommunikation der Inhalte mit allen Beteiligten, wie medizinische Fakultäten als Organisation, Lehrenden, Studierenden und Curriculumentwickler*innen [19]. Insgesamt lieferten die drei primär quantitativen Methoden einen allgemeinen Überblick über die abgedeckten NKLM 2.0-Items, ihre Verteilung auf die Kapitel sowie die Anzahl der entsprechenden MSM-Lernziele. Sie erfassten jedoch nicht die Breite und die Tiefe der tatsäch-

Tabelle 5: Grad der Abdeckung des Nationalen Kompetenzbasierten Lernzielkatalogs Medizin 2.0 (NKLM) insgesamt und nach Kapiteln, basierend auf der Kartierung des Curriculums des Modellstudiengangs Medizin (MSM). Die Daten sind unterteilt in die vier verschiedenen Verfahren: Einfachzuordnung, Mehrfachzuordnung, Übergeordnete Ebenen-Zuordnung und qualitativer Inhaltsvergleich (n.d.=nicht definiert).

		NKLM Abdeckungsgrad nach Einfachzuordnung	NKLM Abdeckungsgrad nach Mehrfachzuordnung	NKLM Abdeckungsgrad nach übergeordneter Ebenenzuordnung	NKLM Abdeckungsgrad nach qualitativem Inhaltsvergleich
V. Konsultationsanlässe					
V	Konsultationsanlässe	70%	38%	n.d.	27%
Ergebnisse Kapitel V		70%	38%	n.d.	27%
VI Erkrankungen					
VI.01	Kardiovaskulär	96%	71%	96%	64%
VI.02	Muskuloskelettal und Weichgewebe	85%	66%	78%	45%
VI.03	Hormone und Stoffwechsel	97%	76%	95%	44%
VI.04	Respiratorisches System	90%	81%	85%	48%
VI.05	Blut und Immunologie	91%	59%	96%	48%
VI.06	Urogenitales System	89%	74%	83%	50%
VI.07	Verdauungssystem	77%	62%	79%	41%
VI.08	Haut, Hautanhang, Schleimhaut	80%	51%	79%	45%
VI.09	Sinnessysteme	74%	58%	74%	36%
VI.10	Nervensystem und Psyche	83%	64%	84%	46%
VI.11	Schwangerschaft, Fetal-, Perinatal- und Neonatalzeit	90%	56%	94%	41%
Ergebnisse Kapitel VI		86%	64%	86%	46%
VII Übergeordnete und krankheitsbezogene Lernziele					
VII.1a	Prinzipien normaler Struktur und Funktion	85%	55%	87%	55%
VII.1b	Prinzipien der Pathogenese und Pathomechanismen	96%	44%	97%	61%
VII.2	Diagnostische Verfahren	87%	39%	82%	46%
VII.3	Therapeutische Maßnahmen	96%	27%	88%	59%
VII.4	Notfallmaßnahmen	95%	56%	93%	67%
Ergebnisse Kapitel VII		88%	42%	89%	56%
VIII Übergeordnete Kompetenzen					
VIII.1	Medizinisch-wissenschaftliche Fertigkeiten	85%	57%	76%	53%
VIII.2	Ärztliche Gesprächsführung	88%	45%	92%	51%
VIII.3	Interprofessionelle Kompetenzen	71%	12%	63%	39%
VIII.4	Gesundheitsberatung, -förderung, Prävention und Rehabilitation	89%	48%	85%	62%
VIII.5	Führung und Management	73%	19%	70%	46%
VIII.6	Professionelles Handeln und Ethik, Geschichte u. Recht der Medizin	81%	35%	75%	52%
VIII.7	Klinisch-praktische Fertigkeiten	91%	71%	81%	65%
Ergebnisse Kapitel VIII		83%	42%	78%	52%
Gesamt NKLM 2.0.		85%	46%	86%	52%

lichen inhaltlichen Abdeckung, die von sehr gering bis hin zu vollständig reichten. Diese Herangehensweise lässt sich mit der Schätzung der Fischmenge in einem See vergleichen, bei der lediglich die Anzahl der Fische gezählt wird, ohne dass aber Unterschiede in Größe oder Art berücksichtigt werden. Dies ist eine wichtige Einschränkung in ihrer Aussagekraft, da die meisten publizierten Ergebnisse zum Grad der curricularen Abdeckung ausschließlich auf quantitativen Ansätzen basieren [4], [10], [20].

Da die Lernziele eine qualitative Beschreibung der Breite und Tiefe der zu vermittelnden Inhalte darstellen, argumentieren wir, dass die Ermittlung des Abdeckungsgrads eines Curriculums wie des MSM durch das NKLM 2.0 einen qualitativen Ansatz mit Inhaltsvergleichen zwischen den Lernzielen erfordert, um den Grad der inhaltlichen Abdeckung bestmöglich zu ermitteln und zu beschreiben. Der Ansatz des qualitativen Inhaltsvergleichs ergab, dass insgesamt 52% des NKLM 2.0 durch die MSM-Lernziele

Tabelle 6: Vergleich der Abdeckungsgrade des Nationalen Kompetenzbasierten Lernzielkatalogs Medizin 1.0 (NKLM 1.0) und des NKLM 2.0 durch die curriculare Kartierung der Lernziele des Modellstudiengangs Medizin (MSM) bezogen auf die vier verschiedenen Ansätze. Die Ergebnisse werden analog zu den entsprechenden Kapiteln des NKLM 1.0 und des NKLM 2.0 dargestellt (siehe Tabelle 2).

	NKLM Abdeckungsgrad nach Einfach- zuordnung	NKLM Abdeckungsgrad nach Mehrfach- zuordnung	NKLM Abdeckungsgrad nach übergeordnete Ebenen- zuordnung	NKLM Abdeckungsgrad nach qualitativem Inhaltsvergleich
Konsultationsanlässe				
NKLM 1.0	61%	35%	n.d.	35%
NKLM 2.0	70%	38%	n.d.	27%
Differenz	9%	3%		-8%
Erkrankungen				
NKLM 1.0	80%	61%	80%	54%
NKLM 2.0	86%	64%	86%	46%
Differenz	6%	3%	6%	-8%
Übergeordnete und krankheitsbezogene Lernziele				
NKLM 1.0	76%	43%	76%	31%
NKLM 2.0	88%	42%	89%	56%
Differenz	12%	-1%	13%	25%
Übergeordnete Kompetenzen				
NKLM 1.0	68%	27%	67%	32%
NKLM 2.0	83%	42%	78%	52%
Differenz	15%	14%	10%	20%
Gesamt NKLM 1.0	73%	42%	67%	41%
Gesamt NKLM 2.0	85%	46%	86%	52%
Differenz	12%	4%	19%	11%

abgedeckt waren. Dies stellt eine deutliche Verbesserung gegenüber der Abdeckung durch den NKLM 1.0 dar. Die Abdeckung variierte jedoch erheblich zwischen den einzelnen Kapiteln. Während sie in den Kapiteln VII und VIII deutlich zunahm, nahm sie in den Kapiteln V und VI ab. Die Ergebnisse zur Gesamtabdeckung des NKLM 2.0 haben potenzielle Auswirkungen auf den zukünftigen Medizinstudiengang unter den in Deutschland gegebenen Rahmenbedingungen. Bleibt die Tiefe und Breite des NKLM auf dem gegenwärtigen Niveau, müsste die Dauer des Studiums auf 12 Jahre verdoppelt werden, um seine Inhalte auf eine realistisch umsetzbare Weise vermitteln zu können. Da eine Verdoppelung der Studiendauer jedoch keine ernsthafte Option darstellt, sollten die laufenden Anstrengungen zur Überarbeitung des NKLM darauf abzielen, dessen Gesamtumfang auf Basis des qualitativen Inhaltsvergleichs in dieser Studie um etwa 50% zu reduzieren.

Ein wesentlicher Grund für die beobachtete Diskrepanz zwischen dem Umfang des NKLM 2.0 und den MSM-Lernzielen liegt vermutlich in der unterschiedlichen Entstehung ihrer jeweiligen Inhalte. Die NKLM 2.0-Items wurden größtenteils im Rahmen eines breit angelegten Expert*innenprozesses entwickelt, in den auch Studierende sowie Hausärzte*innen einbezogen wurden. Es gab jedoch keine formale Beschränkung der Inhalte, die aufgenommen werden sollten. Im Gegensatz dazu wurden

die MSM-Lernziele im Rahmen eines strukturierten, fakultätsweiten Entwicklungsprozesses formuliert. Dieser wurde aktiv von Studierenden mitgestaltet und konsequent auf die Realität der verfügbaren Unterrichtszeiten und -formate (d. h. die inhaltliche Umsetzbarkeit) abgestimmt [7]. Infolgedessen konnte ein Teil der vorgeschlagenen Inhalte aufgrund von Umsetzbarkeitsbeschränkungen nicht in das MSM-Curriculum aufgenommen werden. Die Definition eines kompetenzbasierten Rahmenwerks wie das NKLM ist in mehrfacher Hinsicht eine anspruchsvolle Herausforderung. Das erste Problem ist die inhaltliche Validität, also die Entscheidung, welche Themen aufgenommen werden sollen und – was noch schwieriger ist – welche Themen nicht. Zweitens muss die inhaltliche Tiefe der aufgenommenen Themen definiert werden. Hier ergeben sich weitere Herausforderungen dadurch, dass die Grenzen zwischen Inhalten für das Medizinstudium und die ärztliche Weiterbildung nur unscharf gezogen sind. Drittens steht die inhaltliche Breite im Medizinstudium im starken Gegensatz zur inhaltlichen Umschriebenheit und Tiefe, die die Praxis in dem spezifischen Fachgebiet kennzeichnet, in dem die Absolvent*innen letztendlich arbeiten werden. Darüber hinaus ist neben der inhaltlichen Validität auch die praktische Umsetzbarkeit zu berücksichtigen. Ein nationaler Rahmen wie der NKLM muss mit den tatsächlich zur Verfügung stehenden Unterrichtsstunden und Lehrformaten sowie der studentischen

Arbeitsbelastung im Medizinstudium in Deutschland vereinbar sein. Unsere frühere Studie zum NKLM 1.0 hatte bereits dessen praktische Umsetzbarkeit infrage gestellt, da sich mit MSM nur 41% der NKLM-Inhalte abdecken ließen. Der überarbeitete NKLM 2.0 erreicht nun eine Abdeckung von 52% und damit eine verbesserte Umsetzbarkeit. Unsere Ergebnisse zeigen jedoch auf, dass eine weitere Reduzierung seines Gesamtumfangs um etwa 50% erforderlich wäre, damit die Inhalte des NKLM unter den in Deutschland geltenden Rahmenbedingungen für das Medizinstudium auch realistisch umgesetzt werden können.

Diese Studie weist mehrere Limitationen auf. Erstens basiert die Untersuchung auf einem Studiendesign, das sich auf das Curriculum des MSM an der Charité beschränkt. Andere deutsche medizinische Universitäten sind eingeladen, ihre curricularen Kartierungen mit einem ähnlichen qualitativen Inhaltsvergleich durchzuführen, um die Übertragbarkeit der Ergebnisse dieser Studie auf andere Kontexte zu ermitteln. Zweitens basiert die Kartierung der Lernziele und die Berechnung der inhaltlichen Abdeckung auf der gemeinsamen Interpretation zweier Rater*innen. Größere oder diversere Gruppen könnten zu anderen Ergebnissen kommen. Drittens basiert die Analyse auf dem explizit formulierten Curriculum. Das tatsächlich unterrichtete Curriculum kann davon abweichen. Schließlich wurden die Querverweise innerhalb des NKLM 2.0 nicht berücksichtigt. Dies könnte zu einer Überschätzung der Abdeckungsgrade in den Kapiteln V und VI geführt haben, da ggf. Deskriptoren fälschlicherweise als abgedeckt bewertet wurden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass diese Studie eine Verbesserung der Abdeckung des NKLM 2.0 durch die MSM-Lernziele im Vergleich zum NKLM 1.0 zeigt. Die Abdeckungsgrade variierten jedoch zwischen den einzelnen Kapiteln des NKLM 2.0, wobei sie in einigen Kapiteln zunahm und in anderen abnahm. Der insgesamt niedrige Abdeckungsgrad von 52% wirft grundlegende Fragen zur praktischen Umsetzbarkeit der aktuellen Inhalte des NKLM 2.0 unter den gegebenen Rahmenbedingungen des Medizinstudiums in Deutschland auf. Die Ergebnisse dieser Studie legen nahe, dass die Inhalte der künftigen, überarbeiteten NKLM deutlich reduziert werden sollten, um die realistische Umsetzung des Curriculums zu ermöglichen.

ORCIDs der Autor*innen

- Tabea Theurich: [0009-0002-9164-4292]
- Ylva Holzhausen: [0000-0001-8710-8257]
- Olaf Ahlers: [0000-0003-1528-7182]
- Harm Peters: [0000-0003-1441-7512]

Interessenkonflikt

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

Anhänge

Verfügbar unter <https://doi.org/10.3205/zma001770>

1. Anhang_1.pdf (324 KB)
Illustration der quantitativen Kartierungsverfahren

Literatur

1. Michaud PA, Jucker-Kupper P; The Profiles Working Group. The "Profiles" document: a modern revision of the objectives of undergraduate medical studies in Switzerland. *Swiss Medical Weekly*. 2016;146:w14270. DOI: 10.4414/smw.2016.14270
2. Frank JR SL, Sherbino J, editors. *CanMEDS 2015 Physician Competency Framework*. Ottawa: Royal College of Physicians and Surgeons of Canada; 2015. Zugänglich unter/available from: <https://www.royalcollege.ca/en/standards-and-accreditation/canmeds.html>
3. General Medical Council. *Outcomes for graduates*. London: General Medical Council; 2018. Zugänglich unter/available from: https://www.gmc-uk.org/-/media/documents/dc11326-outcomes-for-graduates-2018_pdf-75040796.pdf
4. Lammerding-Koeppel M, Fritze O, Giesler M, Narciss E, Steffens S, Wosnik A, Griewatz J. Benchmarking for research-related competencies – a curricular mapping approach at medical faculties in Germany. *Med Teach*. 2018;40(2):164-173. DOI: 10.1080/0142159X.2017.1395403
5. Ellaway R, Evans P, McKillop J, Cameron H, Morrison J, McKenzie H, Mires G, Pippard M, Simpson J, Cumming A, Harden R, Guild S. Cross-referencing the Scottish Doctor and Tomorrow's Doctors learning outcome frameworks. *Med Teach*. 2007;29(7):630-635. DOI: 10.1080/01421590701316548
6. Metzler E, Rehrey G, Kurz L, Middendorf J. The Aspirational Curriculum Map: A Diagnostic Model for Action-Oriented Program Review: Aspirational Curriculum Map. *Improve Acad*. 2017;36(2):156-167. DOI: 10.1002/tia2.20062
7. Maaz A, Hitzblech T, Arends P, Degel A, Ludwig S, Mossakowski A, Mothes R, Breckwoldt J, Peters H. Moving a mountain: Practical insights into mastering a major curriculum reform at a large European medical university. *Med Teach*. 2018;40(5):453-460. DOI: 10.1080/0142159X.2018.1440077
8. Milles LS, Hitzblech T, Drees S, Wurl W, Arends P, Peters H. Student engagement in medical education: A mixed-method study on medical students as module co-directors in curriculum development. *Med Teach*. 2019;41(10):1143-1150. DOI: 10.1080/0142159X.2019.1623385
9. Gulbis K, Kruger T, Dittmar M, Peters H. Approaches to mapping an undergraduate medical curriculum to a national competency-based catalogue of learning outcomes. *Med Teach*. 2021;43(4):439-447. DOI: 10.1080/0142159X.2020.1854704
10. Afshar K, Bleidorn J, Büttner K, Schneider N, Steffens S. Kartierung kompetenzbasierter Lernziele im Curriculum Allgemeinmedizin an der Medizinischen Hochschule Hannover Mapping of Competency-Based Learning Objectives of the Curriculum Family Medicine at the Hannover Medical School. *ZFA (Stuttgart)*. 2018;94:405-411. DOI: 10.3238/zfa.2018.0405-0411
11. Mikuteit M, Just I, Steffens S. Evaluation of the National Competence Based Catalogue of Learning Objectives (NKLM 2.0) for undergraduate medical education at the Medical School Hannover. *GMS J Med Educ*. 2023;40(6):Doc68. DOI: 10.3205/zma001650

12. Plange N, Feltgen N. Der Nationale Kompetenzbasierte Lernzielkatalog Medizin NKLM 2.0 – Auswirkungen auf die Lehre in der Augenheilkunde [The "Nationaler Kompetenzbasierter Lernzielkatalog Medizin NKLM 2.0"-Implications for medical education in ophthalmology]. *Ophthalmologie*. 2023;120(5):520-528. DOI: 10.1007/s00347-022-01753-w
13. Dettmer S, Barkhausen J, Volmer E, Mentzel HJ, Reinartz S, Voigt F, Wacker FK, Baessler B; Konferenz der Lehrstuhlinhaber für Radiologie (KLAR); Vorstand der Deutschen Röntgengesellschaft (DRG); Vorstandskommission der AG Lehre der DRG. White Paper: Radiology Curriculum for Undergraduate Medical Education in Germany and Integration into the NKLM 2.0. *Rofo*. 2021;193(11):1294-1303. DOI: 10.1055/a-1586-3372
14. Balzer F, Hautz WE, Spies C, Bietenbeck A, Dittmar M, Sugiharto F, Lehmann L, Eisenmann D, Bubser F, Stieg M, Hanfler S, Georg W, Tekian A, Ahlers O. Development and alignment of undergraduate medical curricula in a web-based, dynamic Learning Opportunities, Objectives and Outcome Platform (LOOOP). *Med Teach*. 2016;38(4):369-377. DOI: 10.3109/0142159X.2015.1035054
15. Miller GE. The assessment of clinical skills/competence/performance. *Acad Med*. 1990;65(9):S63-S67. DOI: 10.1097/00001888-199009000-00045
16. Anderson LW. Objectives, evaluation, and the improvement of education. *Stud Educ Eval*. 2005;31(2):102-113. DOI: 10.1016/j.stueduc.2005.05.004
17. Harden RM. AMEE Guide No. 21: Curriculum mapping: a tool for transparent and authentic teaching and learning. *Med Teach*. 2001;23(2):123-137. DOI: 10.1080/01421590120036547
18. Wijngaards-de Meij L, Merx S. Improving curriculum alignment and achieving learning goals by making the curriculum visible. *Int J Acad Dev*. 2018;23(3):219-231. DOI: 10.1080/1360144X.2018.1462187
19. Pangaro L, ten Cate O. Frameworks for learner assessment in medicine: AMEE Guide No. 78. *Med Teach*. 2013;35(6):e1197-e1210. DOI: 10.3109/0142159X.2013.788789
20. Fritze O, Griewatz J, Narciß E, Shiozawa T, Wosnik A, Zipfel S, Lammerding-Koeppel M. How much GK is in the NKLM? A comparison between the catalogues of exam-relevant topics (GK) and the German National Competence-based Learning Objectives Catalogue for Undergraduate Medical Education (NKLM). *GMS J Med Educ*. 2017;34(1):Doc9. DOI: 10.3205/zma001086

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. Harm Peters, MD, MHPE
Charité – Universitätsmedizin Berlin,
Dieter-Scheffner-Fachzentrum für medizinische
Hochschullehre und evidenzbasierte
Ausbildungsforschung, Prodekanat für Studium und
Lehre, Campus Charité Mitte, Charitéplatz 1, 10117
Berlin, Deutschland, Tel.: +49 (0)30/450-576207, Fax:
+49 (0)30/450-7576361
harm.peters@charite.de

Bitte zitieren als

Theurich T, Holzhausen Y, Ahlers O, Peters H. Mapping the undergraduate medical curriculum of the Charité Berlin against the National Competence-Based Catalogue of Learning Objectives (NKLM 2.0). *GMS J Med Educ*. 2025;42(4):Doc46. DOI: 10.3205/zma001770, URN: urn:nbn:de:0183-zma0017703

Artikel online frei zugänglich unter
<https://doi.org/10.3205/zma001770>

Eingereicht: 24.09.2024
Überarbeitet: 25.02.2025
Angenommen: 05.06.2025
Veröffentlicht: 15.09.2025

Copyright

©2025 Theurich 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/>.