

Aus der Klinik und Poliklinik für Radiologie
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Jens Ricke

Entwicklung eines Curriculums für die Schwerpunktspezialisierung in Notfallradiologie auf europäischer Ebene

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Martin Georg Wagner
aus Berlin

2019

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:

Prof. Dr. Dr. med. Stefan Wirth

Mitberichterstatter:

Prof. Dr. med. Ulrich Linsenmaier

Dekan:

Prof. Dr. med. dent. Reinhard Hickel

Tag der mündlichen Prüfung:

12.12.2019

Vorwort

Teilergebnisse der Dissertation wurden vorab publiziert und im Rahmen des fortlaufenden, iterativen Prozesses der Curriculumsentwicklung überarbeitet:

Wagner MG, Fischer MR, Scaglione M, et al. Subspecialisation in Emergency Radiology: Proposal for a harmonised European curriculum. *GMS J Med Educ.* 2017;34(5):Doc61. Published 2017 Nov 15. doi:10.3205/zma001138

Der gesamte Text ist im Folgenden genderneutral gemeint. Aufgrund der einfacheren Lesbarkeit wurde im gesamten Text dennoch das generische Maskulinum verwendet.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis.....	VIII
Abbildungsverzeichnis.....	IX
1 Einleitung	10
1.1 Lehre der Radiologie in Europa.....	10
1.2 Notfallradiologie in Europa	12
1.3 European Diploma in Emergency Radiology	13
2 Zielsetzung	14
3 Material und Methoden.....	15
3.1 European Training Curriculum for Subspecialisation in Radiology.....	15
3.1.1 Dauer und Struktur des Trainings.....	15
3.1.2 Infrastrukturelle Aspekte	16
3.1.3 CanMEDS-Framework	16
3.1.4 Wissen, Fertigkeiten, Kompetenzen und Einstellungen	17
3.1.5 Lernziele einzelner Schwerpunktspezialisierungen.....	18
3.2 Sechsstufiges Modell zur Planung medizinischer Curricula nach Kern..	18
3.2.1 Problemidentifikation	19
3.2.2 Spezielle Bedarfsanalyse	20
3.2.3 Übergeordnete und spezifische Lernziele.....	20
3.2.4 Lehrformate und -methoden	21
3.2.5 Implementierung.....	32
3.2.6 Evaluation	33
3.3 Gewichtete Matrixanalyse der Lehrmethoden.....	34
3.4 Kontinuierliche Verbesserung	35
4 Ergebnisse	36
4.1 Sechsstufiges Modell zur Planung medizinischer Curricula nach Kern..	36
4.1.1 Problemidentifikation	36
4.1.2 Spezielle Bedarfsanalyse	37
4.1.3 Übergeordnete und spezifische Lernziele.....	37
4.1.4 Lehrformate und -methoden / Matrixanalyse	38
4.1.5 Implementierung.....	44
4.1.6 Evaluation	46
4.2 Workshop am Beispiel Notfall Röntgen-Thorax	49
4.3 Kontinuierliche Verbesserung	51
5 Diskussion.....	53
5.1 Sechsstufiges Modell zur Planung medizinischer Curricula nach Kern..	53
5.2 Einhaltung europäischer Qualitätsstandards	55

5.3	Bewährte und neue Lehrmethoden	57
5.4	Geplante Verbesserung	60
6	Schlussfolgerung	62
7	Zusammenfassung.....	64
8	Literaturverzeichnis.....	66
	Lebenslauf.....	72
	Danksagung.....	74
	Eidesstattliche Versicherung.....	75

Abkürzungsverzeichnis

ARS	Audience Response System
CEDEFOP	European Centre for the Development of Vocational Training
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
EDER	European Diploma in Emergency Radiology
EDiR	European Diploma in Radiology
EQF	European Qualifications Framework
ESER	European Society of Emergency Radiology
ESR	European Society of Radiology
ETC Level III	European Training Curriculum for Subspecialisation in Radiology
FAST	Focused Assessment with Sonography for Trauma
FBL	Fall-basiertes Lernen
ICM	Inverted Classroom Model
MCF	Multiple Choice Fragen
PBL	Problem-basiertes Lernen
PDCA	Plan, Do, Check, Act
QM	Qualitätsmanagement
RASCI	Responsible, Accountable, Supported, Consulted, Informed
Royal College	Royal College of Physicians and Surgeons of Canada
SMP	Strukturierte Mündliche Prüfung
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
UEMS	European Union of Medical Specialists
WFK+E	Wissen, Fertigkeiten, Kompetenzen und Einstellungen
WFME	World Federation for Medical Education

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zuordnung von Lernzielen zu Lehrformaten und Ergebnisevaluationen.....	38
Tabelle 2: Gewichtete Matrixanalyse der Lehrmethoden.....	40
Tabelle 3: Ablaufplan eines 90-minütigen Workshops.	50

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ausbildungsstufen und Abschlüsse des ETC.....	11
Abbildung 2: Modell zur Planung medizinischer Curricula nach Kern.	19
Abbildung 3: Strukturierung eines Workshops nach dem Sandwich-Prinzip.	42
Abbildung 4: SWOT-Analyse des European Diploma in Emergency Radiology.....	45
Abbildung 5: EDER-Projektübersicht mit Zeitablauf und Verantwortlichkeiten.	46

1 Einleitung

1.1 Lehre der Radiologie in Europa

Innerhalb der EU sind die Inhalte und Dauer der Lehre während des Medizinstudiums, der Facharztweiterbildung und Möglichkeiten zur Schwerpunktspezialisierung in der Radiologie sehr unterschiedlich geregelt. Dies ist auf nationale Unterschiede in sozioökonomischen Bedingungen, kulturelle Hintergründe, Tradition der Lehre, Organisation der Gesundheitssysteme und geschichtliche Entwicklungen zurückzuführen. Die Variabilität ist wahrscheinlich in der postgraduierten Fort- und Weiterbildung am größten, wobei weitere Veränderungen bei einer künftigen Erweiterung der EU wahrscheinlich sind [1–6].

Obwohl die Anerkennung von Berufsqualifikationen innerhalb der EU durch die Richtlinie 2005/36/EC geregelt ist, fehlen darin klar definierte Qualitätsstandards zu Ausbildung und Lehre. Um dies zu beheben, hat die World Federation for Medical Education (WFME) weltweite Qualitätsstandards für die komplette medizinische Aus- und Weiterbildung im Jahr 2003 entwickelt, welche später an den europäischen Raum angepasst wurden [1]. Zusätzlich wird die Entwicklung und Einhaltung von Qualitätsstandards speziell in der Facharztweiterbildung in Europa historisch von der European Union of Medical Specialists (UEMS) seit 1958 gefördert und verwaltet [7]. Trotz dieser Bemühungen ist der Erwerb der Facharztbezeichnung bis heute national geregelt und die supranationalen Bemühungen haben zwar durchaus einen hohen Stellenwert, sind de facto bislang aber nicht bindend.

Mit der Entstehung der Charter on Training of Medical Specialists im Jahr 1994 führte die UEMS wegweisende Standards für die europäische medizinische Lehre auf Facharzniveau ein, wobei die ersten fünf Kapitel der Charter fächerübergreifende Grundlagen enthielten. Das sechste Kapitel war fachspezifisch und wurde gemeinsam mit den jeweiligen Fachgesellschaften entwickelt [8]. Um den schnell wachsenden Ansprüchen in der Radiologie und den Entwicklungen in der Medizindidaktik gerecht zu werden, wurde das für die Radiologie spezifische Dokument mehrfach revidiert und wird heute unter dem Namen European Training Curriculum for Radiology (ETC) von der European Society of Radiology und deren Schwerpunktgesellschaften veröffentlicht.

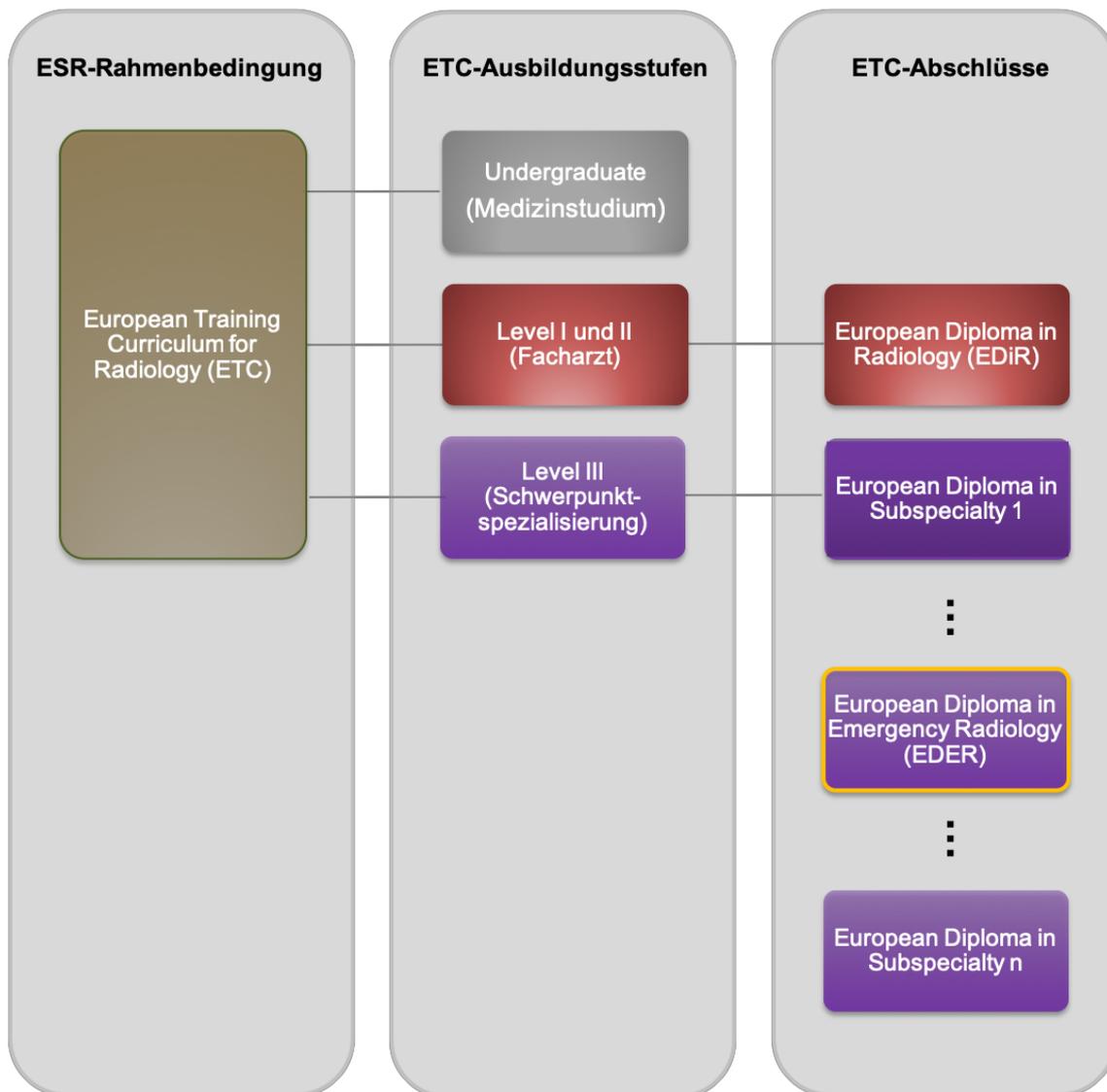


Abbildung 1: Ausbildungsstufen und Abschlüsse des ETC.

Die European Society of Radiology (ESR) gibt mit dem European Training Curriculum (ETC) die Rahmenbedingungen für radiologische Curricula verschiedener Ausbildungsstufen in Europa vor [9–11]. Für das Level I + II gibt es als konkrete Umsetzung auf europäischer Ebene das European Diploma in Radiology (EDiR). Das European Diploma in Emergency Radiology (EDER) entspricht dem Level III und ist das Resultat der vorliegenden Dissertation. Teile der Abbildung wurden vorab veröffentlicht [12].

Neben den ursprünglich enthaltenen Richtlinien für die radiologische Facharztweiterbildung (ETC Level I in den ersten drei Jahren sowie Level II danach) wurde sie um weitere Richtlinien für die radiologische Lehre im Medizinstudium (Level U) und die Schwerpunktspezialisierung nach der Facharztweiterbildung (Level III) erweitert (Abb. 1) [9–11]. Obwohl viele nationale und supranationale Instanzen das ETC erfolgreich nutzen [13,14], wird es trotz der guten Verfügbarkeit nicht flächendeckend in Europa umgesetzt [4–6]. Eine aktuelle Umfrage von europäischen Radiologen in der Ausbildung zeigte, dass zwar 59,7% das European Diploma in

Radiology (EDiR) kannten, aber mit 30,3% nur knapp die Hälfte davon über das zu Grunde liegende ETC Bescheid wussten [15].

1.2 Notfallradiologie in Europa

Akut kranke und/oder verletzte Patienten stellen eine große Anzahl radiologischer Fälle dar und spielen eine Schlüsselrolle in den Krankenhauseinweisungen. Trotz eingeschränkter Datenverfügbarkeit aus vielen Ländern ist durch eine anhaltende Zunahme der Patientenzahlen der Trend zu zunehmender Überfüllung der Notaufnahmen erkennbar [16]. Um bei dieser Entwicklung mit bestenfalls gleichbleibendem Personalschlüssel Komplikationsraten, Mortalität, resultierende Kosten und Folgekosten für das Gesundheitssystem bzw. die Gesellschaft zu senken, benötigen insbesondere auch die akut auftretenden Notfallpatienten eine möglichst schnelle und korrekte Diagnosestellung für eine frühzeitige und zielführende Behandlung [17].

Das Erlangen notfallspezifischer Kompetenzen ist im Studium meist fächerübergreifend organisiert und in die allgemeine Weiterbildung für Radiologie integriert. Diese ist fast überall nach Verfahren, wie z.B. Radiographie, Ultraschall, Schnittbilder oder interventionelle Radiologie unterteilt. Dies bedingt, dass es unter anderem für die Notfallradiologie keine gesondert zu erfüllenden Voraussetzungen, wie z.B. eine bestimmte Menge an Leistungen für Notfälle oder Notfallgruppen, gibt. Da alleine die Dauer bis zum Erlangen des Facharztes der Radiologie in den europäischen Ländern stark differiert, ist auch von einer unterschiedlichen Ausprägung der notfallradiologischen Lehre, Fort- und Weiterbildung in den einzelnen Ländern auszugehen [4]. Obwohl es in Europa selbstverständlich auch Experten in dem Bereich der Notfallradiologie gibt, besteht aktuell keine Möglichkeit zur Schwerpunktspezialisierung, wie dies z.B. in den U.S.A. möglich ist [18]. Somit fehlt neben der Möglichkeit zur Weiterbildung auch die Möglichkeit eines supranationalen, notfallradiologischen Qualifikationsnachweises, der auf transparenten Qualitätsstandards aufbaut.

1.3 European Diploma in Emergency Radiology

Die European Society of Emergency Radiology (ESER) ist eine 2011 gegründete, eigenständige und gemeinnützige Tochtergesellschaft der European Society of Radiology (ESR), welche sich der Unterstützung und Koordination der Notfallradiologie im Allgemeinen und besonders in den europäischen Ländern gewidmet hat. Ein Kernziel stellt neben der Förderung von Wissenschaft und Lehre in der Notfallradiologie vor allem die fachspezifische Fort- und Weiterbildung dar [19]. Um dies zu verwirklichen und insbesondere um das Problem der fehlenden Schwerpunktspezialisierung für Notfallradiologie in Europa zu lösen, wurde vom Board der ESER in 2016 beschlossen, ein Curriculum für das European Diploma in Emergency Radiology (EDER) zu entwickeln. Da die monetären Ressourcen der ESER als junge, gemeinnützige Organisation sehr begrenzt sind, wurde zunächst der Präsident Prof. Stefan Wirth gebeten, einen Vorschlag zu entwickeln, wofür das Promotionsprojekt zur vorliegenden Dissertation einen Beitrag leisten sollte. Zudem galt es bei der Planung und Implementierung des Curriculums zu beachten, dass die weiteren beteiligten Personen in Europa verteilt sind und ein gesicherter Start zum 1.1.2018 erfolgen kann. Aufgrund dieser Limitationen lag der Schwerpunkt zunächst auf Machbarkeit des Curriculums, welches in den darauffolgenden Jahren durch ein mit zu entwickelndes Qualitätsmanagement kontinuierlich verbessert werden sollte.

2 Zielsetzung

Ziel der Arbeit ist die Entwicklung eines europäischen Curriculums für die Schwerpunktspezialisierung in Notfallradiologie mit der Methode nach Kern [20] inklusive (a) gesicherter und schneller Implementierung, (b) Einhaltung europäischer Qualitätsstandards, (c) Fokussierung auf lernerzentrierte Lehrmethoden und (d) einem Konzept zur kontinuierlichen Verbesserung.

3 Material und Methoden

3.1 European Training Curriculum for Subspecialisation in Radiology

Die ESR gibt mit dem European Training Curriculum for Subspecialisation in Radiology (ETC Level III) die Rahmenbedingungen für die radiologische Schwerpunktspezialisierung in Europa und damit auch dem hier entstandenen Curriculum vor. Es beinhaltet Anforderungen an die Dauer und Struktur des Trainings (3.1.1), infrastrukturelle Aspekte (3.1.2), beschreibt das Konzept der Rollen des Arztes nach CanMEDS (3.1.3) sowie das Konzept von Wissen, Fertigkeiten, Kompetenzen und Einstellungen (3.1.4) und beinhaltet spezifische Lernziele (3.1.5) für die jeweiligen Schwerpunktspezialisierungen, welche gemeinsam mit den entsprechenden Schwerpunktgesellschaften entworfen wurden [11]. Obwohl das ETC Level III nur empfehlenden Charakter besitzt, wurde eine möglichst hohe Konformität mit den Inhalten angestrebt, nicht nur damit die Einhaltung europäischer Qualitätsstandards gewährleistet wird, sondern auch um eine anhaltende Unterstützung der Muttergesellschaft ESR zu gewährleisten. Im folgenden Abschnitt werden die Anforderungen des ETC Level III zusammengefasst [11].

3.1.1 Dauer und Struktur des Trainings

Die Dauer der Schwerpunktspezialisierung wird auf mindestens ein Jahr festgelegt. Der Kompetenzerwerb soll dabei im Mittelpunkt stehen und zusammen mit ausgeführten Untersuchungen in einem Logbuch festgehalten werden. Dabei sollen eventuell vor der Schwerpunktspezialisierung erreichte und dokumentierte Kompetenzen anerkannt werden. Am Ende der Weiterbildung soll eine Abschlussprüfung das Erreichen der Lernziele überprüfen. Während der Weiterbildung soll die selbstständige wissenschaftliche Arbeit und ein Übergang in die kontinuierliche berufliche Entwicklung gefördert werden. Eine Reakkreditierung soll alle fünf Jahre stattfinden, wobei ein Minimum an fachspezifischen CME-Punkten und Arbeitszeit, welche im Schwerpunktgebiet geleistet wird, festgelegt werden soll [11, S. 7 f.].

3.1.2 Infrastrukturelle Aspekte

Die berufsbegleitende Weiterbildung soll von der Schwerpunktabteilung einer großen radiologischen Klinik durchgeführt werden. Übergeordnete und spezifische Lernziele sollen klar formuliert und nach Wissen, Fertigkeiten, Kompetenzen und Einstellungen (WFK+E) kategorisiert werden. In der berufsbegleitenden Phase soll ein Mentoring durch Beschäftigte der Abteilung stattfinden und der Zugang zu einem lokalen Koordinator sichergestellt werden. Das Spektrum von Patienten und Untersuchungen soll das komplette Gebiet der Schwerpunktspezialisierung abdecken. Idealerweise wird die gesamte berufsbegleitende Schwerpunkt-Weiterbildung von nur einer Radiologischen Klinik durchgeführt und von einem lokalen Programmdirektor geleitet, welcher das Logbuch final abzeichnet und eine ausgeglichene Verteilung von Arbeits- und Weiterbildungszeit gewährleistet.

Die Anzahl der Dozierenden muss an den Bedarf der Lernenden angepasst sein und mindestens zwei Dozierende sollen schon eine abgeschlossene Schwerpunktspezialisierung vorweisen können. Weiterhin sollen die Dozierenden in universitärer Lehre tätig und entsprechend didaktisch geschult sein und bei der Durchführung von Prüfungen teilnehmen. Die Ausstattung muss angemessen sein und der Strahlenschutz nach nationalem Recht eingehalten werden. Die benötigten Lehrmaterialien sollen zugänglich sein und neben Textbüchern auch den Zugang zu E-Learning und Online-Journalen beinhalten. Die Teilnahme an Lehrveranstaltungen und wissenschaftlicher Arbeit soll gefördert und dokumentiert werden. Die Lernenden sollten regelmäßig im Hinblick auf erreichte Kompetenzen formal evaluiert und Fortschritte im Logbuch sowie wahrgenommene Meinungen zur Lehrumgebung und Dozenten besprochen werden. Die Lehrkrankenhäuser der berufsbegleitenden Schwerpunkt-Weiterbildung sollen nach national geltendem Recht, gemäß ihrem Standort, akkreditiert sein. Die Lernenden sollen eine Abschlussprüfung durchlaufen, in der objektiv gemessen wird, ob sie zur selbstständigen Arbeit in dem entsprechenden Schwerpunktfach fähig sind [11, S. 9 ff.].

3.1.3 CanMEDS-Framework

Das CanMEDS-Framework ist ein vom Royal College of Physicians and Surgeons of Canada (Royal College) in den 1990er Jahren entwickeltes Modell, welches 1996 förmlich angenommen und seitdem zwei Mal aktualisiert wurde – im Jahr 2005 und 2015 [21]. Die aktuelle Version ist in Zusammenarbeit verschiedener vom Royal

College einberufener Komitees und 13 Expert Working Groups entstanden, welche über einen Zeitraum von zwei Jahren die aktuelle Literatur zum Thema untersuchten und zusammentrugen. Mit Hilfe von Fokusgruppen, Umfragen und der Kollaboration mit Interessensgemeinschaften wurde ein Überblick über die von Ärzten benötigten Kompetenzen zusammengestellt [22].

Das CanMEDS-Framework definiert sieben Rollen des Arztes, wovon der Medizinische Experte im Zentrum steht und alle anderen Rollen integriert, namentlich Kommunikator, Teamarbeiter, Manager, Gesundheitsbefürworter, Lehrender und Lernender und der professionelle Arzt. Unter diesen sieben Rollen lassen sich alle notwendigen Kompetenzen eines guten praktizierenden Arztes integrieren. Da sich die Lehre während der Schwerpunktspezialisierung mehr auf Kompetenzen als auf die reine Anhäufung von Wissen konzentriert, ist das CanMEDS-Framework hier von großer Bedeutung [11, S. 12].

3.1.4 Wissen, Fertigkeiten, Kompetenzen und Einstellungen

Das Konzept von WFK+E begann 1956 mit der Bloom'schen Taxonomie kognitiver Lernziele und führte erstmals klar formulierte Lernziele als messbare Lernergebnisse anstelle von Lerninhalten ein [23]. Mit dem WFK+E Konzept kann bei der Formulierung von Lernzielen festgelegt werden, auf welche Weise ein Lernziel vom Lernenden beherrscht werden muss, was Auswirkungen auf die zu verwendenden Lehr- und Evaluationsmethoden hat. Die breite Anwendung des WFK+E Konzeptes in Lehreinrichtungen der ganzen Welt, speziell in der beruflichen Aus- und Weiterbildung, führte neben der Weiterentwicklung auch zu internationalen Unterschieden in der Anwendung der Klassifikation, was ausführlich vom European Centre for the Development of Vocational Training (CEDEFOP) untersucht wurde [24].

Laut des ETC Level III beschreibt „Wissen“ die klassische Auflistung von Lernthemen. Der Begriff „Fertigkeiten“ beschreibt psychomotorische Lernziele, womit alle manuell ausführbaren Handlungen, technische Fertigkeiten und die Anwendung von Wissen gemeint sind. Der Begriff „Kompetenzen und Einstellungen“ beschreibt einerseits die affektiven Lernziele, andererseits die Folge der wiederholten Anwendung von Wissen und Fertigkeiten, welche zu einem tieferen Verständnis führen und die selbstständige und eigenverantwortliche Umsetzung ermöglichen [11, S. 13].

3.1.5 Lernziele einzelner Schwerpunktspezialisierungen

Im ETC Level III sind für 13 verschiedene Schwerpunktspezialisierungen spezifische Lernziele gegeben, welche von den jeweiligen Fachgesellschaften nach den Vorgaben der ESR formuliert wurden. Die notfallradiologischen Lernziele des ETC Level III von 2015 [25] wurden während der Curriculumsentwicklung überarbeitet, erweitert, nach WFK+E und anatomischen Gesichtspunkten kategorisiert und in der 2018 revidierten Version des ETC Level III veröffentlicht [11, S. 35 ff.]. Diese aktualisierten Lernziele sind auch Bestandteil des hier beschriebenen Curriculums, wofür sie weiter kategorisiert, operationalisiert und zu Themengruppen zusammengefasst wurden, um die Inhalte kompakter und anschaulicher darzustellen (vgl. 3.2.3 und 4.1.3).

3.2 Sechsstufiges Modell zur Planung medizinischer Curricula nach Kern

Die Entwicklung des Curriculums erfolgte nach dem sechsstufigen Modell zur Planung medizinischer Curricula nach Kern [20]. Der dabei verwendete, sog. „Kern-Zyklus“ gilt als etablierte Methode in der Curriculumsplanung und findet seit zwei Jahrzehnten Anwendung in den Gesundheitssystemen zahlreicher Länder. Er ist im Gegensatz zu anderen Modellen spezifisch für die medizinische Lehre und ermöglicht durch immer wiederkehrende Neubewertung seiner sechs Stufen sowohl Flexibilität als auch eine kontinuierliche Verbesserung (Abb. 2). Die Abbildung 2 stellt eine Übersicht der sechs Schritte nach Kern dar und verdeutlicht schematisch die wechselseitigen Abhängigkeiten der einzelnen Schritte untereinander.

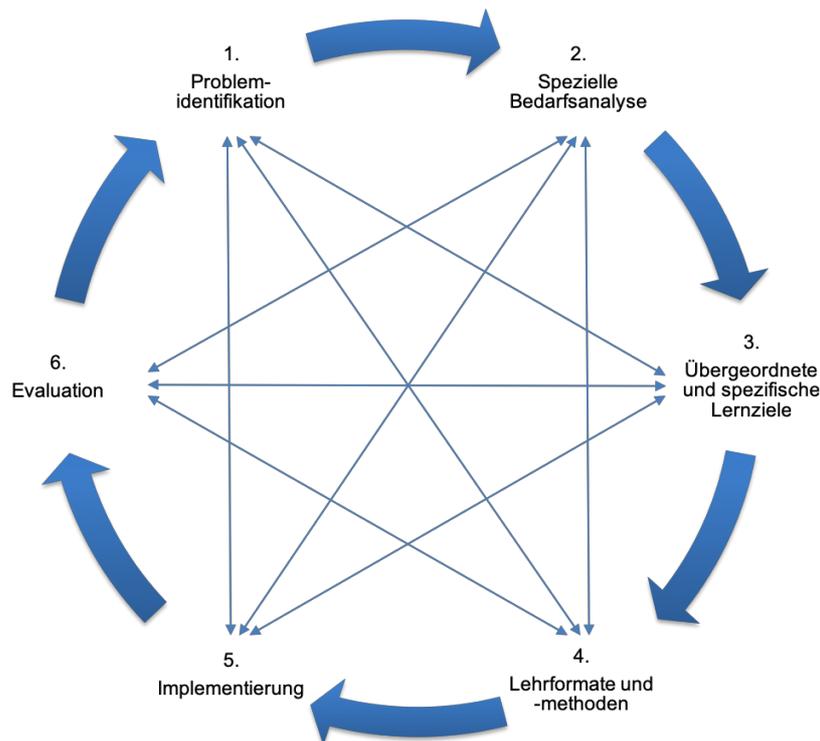


Abbildung 2: Modell zur Planung medizinischer Curricula nach Kern.

Die sechs Stufen nach Kern [20] sind im Uhrzeigersinn angeordnet und durch dünne Pfeile miteinander verbunden. Dies zeigt schematisch die gegenseitigen Abhängigkeiten und Auswirkungen, welche eine ständige Neubewertung und Anpassung aller Stufen erfordern. Um dies zu ermöglichen, folgt die Curriculumsentwicklung, -erhaltung und -verbesserung einem zyklischen Verlauf, welcher durch die dicken Pfeile dargestellt wird und große Gemeinsamkeiten mit den Grundprinzipien des Qualitätsmanagements aufweist. Die Abbildung wurde vorab veröffentlicht [12].

3.2.1 Problemidentifikation

Die Problemidentifikation nach Kern dient als Rationale für die Curriculumsentwicklung und ist ebenso hilfreich, um das Curriculum im zeitlichen Verlauf immer wieder neu auf die Lösung des Problems auszurichten. Dafür wird ein aktuelles Problem im Gesundheitswesen identifiziert sowie die qualitativen und quantitativen Auswirkungen untersucht und kritisch bewertet, wobei sowohl die Folgen des Problems auf z.B. Behandlungsergebnisse, Kosten, Qualität und Zufriedenheit als auch die vom Problem betroffenen Instanzen berücksichtigt werden (z.B. Patienten, Pfleger, Ärzte, Krankenkassen, Fiskus). Neben den Auswirkungen des Problems wird auch recherchiert, welche Maßnahmen schon aktuell zur Lösung des Problems von anderen Instanzen getroffen wurden. Diesem aktuellen Ansatz wird ein eigens formulierter idealer Ansatz mit Maßnahmen und personellen Zuständigkeiten gegenübergestellt, woraus sich ein allgemeiner Bedarf ableitet [20].

Um den allgemeinen Bedarf des EDER zu ermitteln, wurden aktuelle Umsetzungen der radiologischen Aus-, Fort- und Weiterbildung in Europa, durch anfangs orientierende Expertenbefragungen und später vertiefende Literaturrecherche untersucht. Im Verlauf wurden auch die aktuellen Standards in der europäischen postgraduierten Weiterbildung, europäische Gesetze zur Anerkennung von Berufsqualifikationen und vergleichbare Curricula auf gleiche Weise recherchiert. Daraufhin wurde ein idealer Ansatz formuliert, der an die im Verlauf ermittelten Ressourcen für die Planung und Umsetzung des EDER immer wieder angepasst wurde.

3.2.2 Spezielle Bedarfsanalyse

Bei der speziellen Bedarfsanalyse nach Kern werden die zukünftigen Lernenden definiert und deren spezifische Bedürfnisse an Lehrinhalte und -methoden sowie die Lernumgebung untersucht, um für das resultierende Curriculum alles aufeinander abzustimmen. Dadurch wird gewährleistet, dass der Lehrstoff dem Niveau der Lernenden optimal angepasst ist, sie nicht über- oder unterfordert werden oder womöglich schon alles beherrschen. Die Analyse des speziellen Bedarfs kann z.B. durch Umfragen, Evaluationen oder Ergebnissen vorheriger Curricula erfolgen und dabei wahrgenommene Stärken, Schwächen, Erwartungen oder Präferenzen zu bestimmten Lehrinhalten und -methoden aufdecken [20].

Für das EDER war die Zielgruppe der Lernenden vorab durch das ETC Level III schon teilweise definiert und wurde noch weiter eingegrenzt. Der spezielle Bedarf wurde durch die Sichtung vergleichbarer Curricula und Diskussionen mit Interessensvertretern und Mitgliedern auf den ESER-Mitgliederversammlungen ermittelt. Die mögliche Umsetzung der Lernumgebung wurde durch Gruppendiskussionen im ESER-Board, Rücksprache mit anderen Webinaranbietern der ESR und den verantwortlichen Personen für die ESR- und ESER-Kongresse ermittelt.

3.2.3 Übergeordnete und spezifische Lernziele

Die übergeordneten Lernziele orientierten sich an dem ermittelten Bedarf und beschreiben die strategischen Ziele des Curriculums für einen längeren Zeitraum. Sie dienen als Fundament, auf dem die weitere Entwicklung aufbaut und mussten für diesen Zweck prägnant und gut verständlich formuliert werden. Die spezifischen Lernziele orientierten sich an den übergeordneten und präzisieren diese weiter, indem sie als

messbare Ergebnisse formuliert wurden. Sie bestimmten maßgeblich, welche Lehrmethoden und Evaluationen adäquat für die Umsetzung und Bewertung waren [20].

Die Lernziele des ETC Level III, welche schon nach WFK+E kategorisierten waren, wurden zusätzlich nach der Miller-Pyramide [26] in „knows“, „knows how“, „shows how“ und „does“ kategorisiert, um eine spätere Messbarkeit der Lernergebnisse mit den richtigen Evaluationsmethoden zu ermöglichen. Für den gleichen Zweck fand auch eine Operationalisierung nach Mager [27] statt, so dass die Lernziele als konkrete, überprüfbare Verhaltensweise formuliert wurden. Die kognitiven Lernziele wurden durch Clustering in Unterkategorien aufgeteilt, welche nach einer Recherche der verfügbaren Ressourcen als praktikabel erschienen [28]. Die psychomotorischen und affektiven Lernziele wurden ebenso durch Clustering den CanMEDS Rollen zugewiesen, um eventuell fehlende Kompetenzen aufzudecken.

3.2.4 Lehrformate und -methoden

Lehrformate

Die Lehrformate und -methoden stellen die eigentliche Intervention des Curriculums dar und vermitteln die Lernziele an die Lernenden. Die Auswahl der möglichen Lehrformate wurde durch Sichtung der Ergebnisse der speziellen Bedarfsanalyse (4.1.2) und Ermittlung aller verfügbaren personellen und infrastrukturellen Ressourcen (4.1.5) für die Umsetzung der Lehre der vorhandenen Lernziele ermittelt. Nach mehrfacher Rücksprache mit den curricularen Verantwortungsträgern und ausführlicher Diskussion mit dem ESER-Board und kongressverantwortlichen Personen der ESR und ESER wurde die Auswahl der Lehrformate einstimmig durch das ESER-Board beschlossen. Den einzelnen Lehrformaten wurden Lernziele, Lehrmethoden und Evaluationen entsprechend ihrer Taxonomie zugeordnet.

Vorauswahl der Lehrmethoden

Um einer lernerzentrierten Ausrichtung des Curriculums trotz methodisch eingeschränkter spezieller Bedarfsanalyse gerecht zu werden, wurden moderne Lehrmethoden und Ausbildungstheorien durch Brainstorming im ESER-Board zusammengetragen. Um eine sichere Anwendung in der Praxis durch die zukünftigen Dozierenden zu gewährleisten und dennoch den Termin der geplanten Implementierung einzuhalten, wurde die Vielzahl der möglichen Lehrmethoden zusammen mit dem ESER-Board schrittweise reduziert.

Vorerst wurden die Lehrmethoden nach Kategorien geordnet, um sicherzustellen, dass nach der Reduktion noch genügend Methoden der jeweiligen Kategorie vorhanden waren (mindestens zwei Methoden pro Kategorie). Dann wurden überflüssige oder im Rahmen des EDER nicht anwendbare Methoden durch Diskussion in der Gruppe soweit möglich ausgeschlossen und die verbliebenen mittels Matrixanalyse gewichtet, wobei eine zusammenfassende Beschreibung der vorausgewählten Lehrmethoden für das weitere Vorgehen von Bedeutung war (vgl. 3.3).

Feedback und formatives Assessment als Lehrmethode

Feedbackmodell

Feedback ist eine weit verbreitete und universell anwendbare Methode für die Lehre, Fort- und Weiterbildung, wobei die Wirksamkeit stark von der Art und Qualität des Feedbacks sowie dem Timing und der Lernumgebung abhängt. Den Einfluss verschiedener Umstände und Arten von Feedback auf resultierende Lernergebnisse haben Hattie et al. 2007 [29] in einer umfassenden Übersichtsarbeit untersucht und in Folge ein Feedback-Modell entwickelt, welches dies berücksichtigt und die wirksame Anwendung von Feedback in Lernumgebungen erleichtert.

Die Lernenden benötigen klare Lernziele und müssen wissen, wann sie diese erreicht haben. Auf dem Weg dorthin hilft das Feedback einerseits, um zu überprüfen, ob die Lernbemühungen zielgerichtet sind und wie schnell es voran geht (Feed-Back), andererseits um nach Erreichen des Ziels zur weiteren Beschäftigung mit dem Thema anzuregen und effektivere Lösungsstrategien zu entwickeln (Feed-Forward).

Nach Hattie et al. 2007 [29] kann das Feedback der Lernenden auf den folgenden vier Ebenen stattfinden, welche mit unterschiedlichen Wirksamkeiten auf die Lernerfolge assoziiert sind. Das Feedback der (1) Aufgabenebene bewertet, ob und wie gut eine Aufgabe gelöst wurde, wodurch ein übertragbarer Nutzen für das Lösen anderer Aufgaben begrenzt ist. Diese Übertragbarkeit scheint noch am ehesten gegeben zu sein, wenn durch das Feedback bei dem Lernenden falsche Annahmen verworfen wurden und sich dadurch neue Herangehensweisen entwickelten. Das Feedback der (2) Prozessebene bewertet tiefer liegende Prozesse, die zu der Lösung einer Aufgabe führten und kann so zu langfristig verbesserter Wahrnehmung von Fehlern und neuen Lösungsstrategien führen. Das Feedback der (3) Selbstregulationsebene bewertet u.a. die Autonomie, Selbstwirksamkeit sowie Kontrolle und Lenkung der notwendigen

Aktivitäten für die Lösung einer Aufgabe und kann so langfristig zu der besseren Einschätzung eigener Fähigkeiten, kritischem Denken und Arbeitsbereitschaft führen. Das Feedback der (4) Selbstebene bewertet den Lernenden persönlich. Die Selbstregulation der Lernenden durch Feedback und weitere Lehrmethoden zu adressieren, gilt als besonders diffizil und benötigt erfahrene Lehrer sowie entsprechend aufwändige Schulungen, ist aber von großer Bedeutung um längerfristig positive Veränderungen auf der Kognitions-, Motivations- und Verhaltensebene zu bewirken. Gerade im Hinblick auf die kontinuierliche berufliche Entwicklung und das lebenslange Lernen liegt hier in der medizinischen Weiterbildung ein besonders hoher Wert, wofür Nicol et al. [30] ein spezielles Feedbackmodell und entsprechende Feedbackregeln abgeleitet haben, auf die hier aus Platzgründen nicht gesondert eingegangen wird.

Audience Response Systeme

Audience Response Systeme (ARS) ermöglichen in Präsenzveranstaltungen eine schnelle, standardisierte und anonyme Abstimmung der Lernenden zu vorgefertigten Multiple Choice Fragen (MCF) und können so für ein Feedback der Aufgabenebene benutzt werden. Für den Abstimmungsprozess können entweder hardwarebasierte Clicker-Systeme oder webbasierte Anwendungen verwendet werden, wobei die Abstimmung dann über die Smartphones der Lernenden läuft. Die mittlerweile breite Verfügbarkeit vieler Open Source Anwendungen kann dabei den Einstieg in die ARS bei beschränkten Ressourcen erleichtern [31–34].

Durch die Anonymität in der Anwendung kann eine relativ hohe Beteiligung der Lernenden bei der Abstimmung erreicht werden. Die Beantwortung vorgefertigter MCF bei hoher Teilnehmerzahl kann zu aussagekräftigen Ergebnissen des Kollektivs führen und die gesammelten Daten können auch nach der Veranstaltung weiter ausgewertet sowie für weitere curriculare Entscheidungsprozesse genutzt werden. Das ARS kann für wiederkehrende Veranstaltungen genutzt und zur Bewertung der Lehrveranstaltung herangezogen werden. Die standardisierten MCF können so auch unerfahrenere Lehrer zu einem regelmäßigeren Feedback der Aufgabenebene bewegen und gleichzeitig der Qualitätssicherung dienen [35].

Die Standardisierung und Einfachheit der Anwendung geht allerdings zu Lasten eines flexiblen und individualisierten Feedbacks der Einzelnen und ermöglicht nicht ohne weiteres ein Feedback auf den höheren Prozess- und Selbstregulationsebenen. Gleichwohl ist natürlich auch eine Kombination der ARS mit einem Feedback der höheren Ebenen denkbar.

Unterrichtsgestaltung

Sandwich-Prinzip

Das Sandwich-Prinzip nach Wahl [36] stellt ein universelles didaktisches Grundgerüst dar, welches für verschiedene Lehrformate mit unterschiedlichen Inhalten und Teilnehmerzahlen geeignet ist. Es kann als Brücke zwischen Wissen und Handlungskompetenzen sowohl in Vorlesungen und Seminaren als auch in der klinischen Umgebung und Kleingruppenarbeit Anwendung finden. Dabei berücksichtigt es entscheidende lernpsychologische Erkenntnisse der Informationsverarbeitung und -speicherung, was im Wesentlichen mit dem Drei-Speicher-Modell, bestehend aus sensorischem, Arbeits- und Langzeitgedächtnis, erklärt werden kann [37–39]:

Der Mensch verarbeitet alle Sinneswahrnehmungen im unbewussten Zustand und speichert diese Informationen für einige Millisekunden im sensorischen Gedächtnis ab. Um von dort in das Arbeitsgedächtnis und somit auch in das Bewusstsein zu gelangen, benötigt es die Aufmerksamkeit des Individuums. Im Arbeitsgedächtnis verbleibt die Information mehrere Sekunden. Die weitere Überführung aus dem Arbeits- in das Langzeitgedächtnis findet durch Anwendung, Wiederholung und Strukturierung des Wissens statt und wird beeinflusst von individuellen Faktoren wie z.B. Motivationen und der Bedeutung im Kontext des Vorwissens.

Nach Kadmon et al. [39] wirkt das folgendermaßen beschriebene Sandwich-Prinzip positiv auf mehreren Ebenen dieses Modells: Der Einsatz vielschichtiger Lehrmethoden spricht unterschiedliche Sinne an und erhöht so die Informationsdichte im sensorischen Gedächtnis. Durch häufige Wechsel zwischen Phasen des kollektiven Lernens und individuellen Arbeitens kann die Aufmerksamkeitsspanne der Lernenden über einen längeren Zeitraum aufrechterhalten werden und steigert so die Wahrscheinlichkeit des Informationstransfers vom sensorischen zum Arbeitsgedächtnis. Die wechselnden Lernphasen sind durch sog. Gelenke miteinander verbunden.

Gelenk A dient als Einstieg der Lehrveranstaltung und erzeugt optimale Lernbedingungen, indem es die initiale Aufmerksamkeit der Lernenden aktiviert (z.B. Bild aus dem Schockraum), die Prägnanz des Themas verdeutlicht (z.B. Prävalenz Lungenkrebs), die folgenden Inhalte vorstrukturiert, den Kontext erklärt und so Motivation zur aktiven Mitarbeit herstellt. Gelenk B dient dem Wechsel von der kollektiven Lernphase des Einstieges zur ersten individuellen Arbeitsphase, indem es eine klare Arbeitsanweisung zur Auseinandersetzung mit den Informationen aus der

vorherigen Phase gibt (z.B. Diskussion mit anderen Lernenden über Therapieoptionen). Gelenk C dient der Präsentation und dem Besprechen der Ergebnisse aus der individuellen Arbeitsphase. Daraufhin folgt wieder eine kollektive Lernphase, wobei die Informationsdichte hier möglichst hoch sein sollte und spätestens alle 20 Minuten wieder eine individuelle Lernphase folgt. Nach mehrfacher Wiederholung der Phasen und Gelenke B und C wird die Lehrveranstaltung mit dem Gelenk D beendet, welches den Transfer des Wissens für die spätere Anwendung in der Praxis schafft, das Verständnis der Lernenden evaluiert und offene Fragen klärt.

Scaffolding

Für den Begriff des Scaffolding findet sich in der Literatur keine einheitliche Definition, dennoch wird es generell den sozio-konstruktivistischen Lerntheorien zugeordnet [40]. Demnach findet Lernen hauptsächlich durch soziale Interaktion mit der Umwelt statt, woraus individuelle Erfahrungen resultieren. Bei dem Lernenden werden neue Informationen abhängig von dem Vorwissen, der Bedeutung und Motivation in die vorhandenen Wissensstrukturen eingebaut, wobei der Lehrer durch Steuerung der Lernprozesse helfen kann, ein aktives Verständnis aufzubauen und die metakognitiven Strategien der Wissensverarbeitung (z.B. Selbstüberwachung und -steuerung) langfristig zu stärken.

Nach Wygotsky können Lernende bei der Problemlösung unter Anleitung und Hilfestellung durch einen kompetenten Lehrer anspruchsvollere Aufgaben lösen (potentieller Entwicklungsstand), als sie alleine dazu in der Lage wären (aktueller Entwicklungsstand) [41]. Für schnellere Lernfortschritte sollten sich die Lernziele nicht nach dem aktuellen Entwicklungsstand, sondern nach dem potenziellen Entwicklungsstand richten, worauf die Prinzipien des Scaffolding beruhen. Beim Scaffolding gibt der Lehrer die Struktur und Regeln der Lernumgebung gerade so weit vor, dass die Fortschritte der Lernenden im Lernprozess möglichst optimiert werden und die Einschränkung der Selbstbestimmtheit der Lernenden auf das nötigste Maß reduziert wird.

Zu Beginn der Lehrveranstaltung ist der Lehrer aktiv, gibt die grundlegende Struktur vor und zeigt die gewünschte Vorgehensweise bei der Problembearbeitung. Im Verlauf sinkt sein Aktivitätsniveau durch immer weniger werdende Hilfestellungen, während das Aktivitätsniveau der Lernenden durch immer selbstständigere Problembearbeitung steigt. Während des gesamten Prozesses überwacht der Lehrer die individuellen Lernfortschritte durch iteratives Assessment. Dieses Prinzip kann sowohl auf einzelne

Lehrveranstaltungen als auch für die längerfristige Planung aufeinander aufbauender Lehrveranstaltungen eingesetzt werden. Dafür wird neben der Kenntnis des Vorwissens der jeweiligen Lernenden auch eine genaue Planung der einzelnen Schritte in der jeweiligen Lehrveranstaltung und ein didaktisch kompetenter und flexibler Lehrer vorausgesetzt, der auftretende Probleme und individuelle Unterschiede in Wissen, Fertigkeiten und Kompetenzen sowohl antizipieren als auch im laufenden Betrieb spontan handhaben kann. Ein wichtiger Vorteil ist die Möglichkeit, sehr individuell auf die einzelnen Lernenden einzugehen, indem je nach Lernerwerbsstand früher oder später durch den Dozierenden unterstützend eingegriffen werden kann. Zudem besteht hierdurch ein Steuerinstrument, um bei Bedarf Lehrveranstaltungen im zeitlichen Ablauf anzupassen.

Zur Planung und Umsetzung von erfolgreichem Scaffolding gibt McKenzie die folgenden sechs Punkte vor [42]:

1. Klare Anweisung des Vorgehens, Berücksichtigung möglicher Fehlerquellen auf dem Weg dorthin.
2. Klar Formulierte Lernziele und Bedeutung des Themas im größeren Kontext.
3. Verhinderung eines Abweichens im Lernprozess vom eigentlichen Lernziel.
4. Die Erwartungen an die Lernenden und Bewertungskriterien sind den Lernenden bewusst (vgl. Feedback).
5. Informationsquellen zur Vertiefung des Wissens sind bekannt und zugänglich.
6. Enttäuschen, Überraschungen und Unsicherheiten während des Lernfortschritts werden vermieden, durch systematische Planung und optimalerweise auch Testung.

Präsenzveranstaltungen

Vorlesung

Da der Ablauf von Vorlesungen als bekannt vorausgesetzt werden darf, wird hier nur kurz auf die Einordnung im Kontext anderer Lehrmethoden sowie Vor- und Nachteile eingegangen.

Die klassische Vorlesung ist eine eher lehrerzentrierte Methode für die Lehre kognitiver Lernziele, welche trotz zahlreicher neuer Entwicklungen in der Medizindidaktik in Richtung lernerzentrierter Methoden immer noch weitreichende Anwendung in der medizinischen Lehre findet und einen wesentlichen Bestandteil im Repertoire vieler Dozenten darstellt. Gute Vorlesungen können als Einführung in neue Themenbereiche dienen, durch Zusammenfassung von komplexen Sachverhalten einen Überblick schaffen und kritische Entscheidungspfade beleuchten sowie Perspektivenwechsel ermöglichen, die zu einer späteren, vertiefenden Auseinandersetzung mit dem Lernstoff motivieren [43]. Problematisch ist das reine Frontalformat aufgrund abnehmender Aufmerksamkeit, weshalb es ratsam ist, Wechsel mit Aktivität der Lernenden einzubauen.

Obwohl Vorlesungen eher zu einer Vermittlung von Wissen und weniger zu einer Anwendung von Wissen führen, kann dennoch durch die Integration in komplexere Unterrichtsmethoden (vgl. Sandwich-Prinzip) auch die Lehre von kognitiven Lernzielen höherer Taxonomie nach Bloom ermöglicht werden [44]. Der Vorteil von Vorlesungen liegt in der kosten- und zeiteffizienten Anwendung auch sehr großer Gruppen und der Vorerfahrung von Dozenten im Umgang mit der Lehrmethode [43].

Inverted Classroom Model

Bei einer normalen Präsenzveranstaltung (z.B. Vorlesung, Seminar, Workshop) findet die Lehre von kognitiven Lernzielen niedrigerer Taxonomie in der Präsenzphase statt, während die kognitiven Lernziele höherer Taxonomie in einer anschließenden Selbstlernphase alleine bewältigt werden. Bei dem Inverted Classroom Model (ICM) hingegen wird einer Präsenzveranstaltung eine obligatorische Selbstlernphase vorgeschaltet, welche durch den Einsatz von E-Learning eine Wissensgrundlage für die folgende Präsenzveranstaltungen schafft und zum sog. Blended-Learning zählt [45]. Dieses Lehrformat zeichnet sich durch eine Mischung (engl. „blending“) von Online- und Präsenz-Lehrformaten aus. Während der Präsenzveranstaltung wird das vorher selbstständig erarbeitete Wissen nicht wiederholt, sondern gemeinsam vertieft, umgesetzt und im Sinne einer Transferleistung auf andere Sachverhalte angewendet, was mehrere Vorteile bietet.

Die Lernziele einer niedrigeren Taxonomie können gut im Selbststudium vorher erarbeitet werden, während für die Lehre höherer Lernziele die Arbeit in der Gruppe, Feedback und Hilfestellung durch einen Lehrer sehr nützlich sind. Grundlegende Wissenslücken und Verständnisfragen aus der Selbstlernphase können am Anfang der

Präsenzveranstaltung geklärt und die Motivation und Wahrscheinlichkeit einer aktiven Mitarbeit durch die Lernenden gesteigert werden. Für die erfolgreiche Umsetzung des ICM ist sowohl die Kongruenz der Inhalte aus der Selbstlernphase mit der Präsenzphase durch sorgfältige Planung der Lehrer als auch die obligate Durchführung der Selbstlernphase durch die Lernenden unabdingbar [45].

Forschendes Lernen (inquiry-based learning)

Problem-basiertes Lernen und Fall-basiertes Lernen

Problem-basiertes Lernen (PBL) und Fall-basiertes Lernen (FBL) sind miteinander verwandte Methoden der Gruppenarbeit, welche beide einen forschenden Ansatz verfolgen (inquiry-based learning), sich aber in der konkreten Umsetzung in einigen Punkten voneinander unterscheiden. Da es keine einheitliche Definition der Begriffe in der Literatur gibt, werden im Folgenden die strukturellen Gemeinsamkeiten und Unterschiede nach Srinivasan et al. zur Veranschaulichung der Methoden dargestellt [46].

Bei der Anwendung von PBL oder FBL in der medizinischen Lehre wird meist zu Beginn einer Lehrveranstaltung ein klinischer Fall mit einer Problemstellung vorgestellt, welcher im Verlauf durch Gruppenarbeit diskutiert und bearbeitet wird.

Beim FBL wird der eigentlichen Lehrveranstaltung mit Gruppenarbeit eine Selbstlernphase zur Vorbereitung vorgeschaltet, analog zum ICM, in der die Lernenden Grundlagenwissen für die spätere Bearbeitung der Fälle erschließen. Das Material für die Selbstlernphase wird von den Dozenten vorbereitet und den Lernenden zur Verfügung gestellt. Beim PBL hingegen fällt die vorgeschaltete Selbstlernphase weg. Dafür besteht während der Lehrveranstaltung die Möglichkeit, in Kooperation mit der Gruppe sachdienliche Informationen über verschiedene Kanäle, wie z.B. Online-Medien oder durch den Dozenten bereitgestellte Literatur, zu recherchieren. Außerdem findet beim PBL häufig eine Selbstlernphase nach der Präsenzphase statt, in der das Wissen vertieft wird.

Beim FBL steht die erfolgreiche Beantwortung der Fragestellung und das Erreichen der Hauptlernziele im Vordergrund, wobei der Lehrer, wenn nötig, durch dezente Hilfestellungen zum richtigen Zeitpunkt assistiert und auch Verständnisfragen von Lernenden beantwortet. Dies setzt voraus, dass es eine vorher definierte richtige Lösung gibt, welche am Ende der Lehrveranstaltung durch den Lehrer aufgelöst wird. Beim

PBL hingegen steht nicht die definitive Beantwortung der Fragestellung im Vordergrund, sondern der Weg dorthin mit der einhergehenden Diskussion in der Gruppe der Lernenden und selbstständiger Recherche. Der Lehrer ist beim PBL wesentlich passiver und eine abschließende konsensuale Beantwortung der Fragestellung durch den Lehrer findet in der Regel nicht statt.

Daraus ergeben sich die folgenden Vor- und Nachteile der beiden Methoden [46]: Das FBL kann durch den mehr oder weniger geführten forschenden Ansatz (guided inquiry approach) zügiger zu einer konsensualen Beantwortung einer Fragestellung führen, indem der Fokus mehr auf den Schlüsselmerkmalen des Falles liegt und das Vorgehen strukturierter ist. Im Ergebnis werden die konkreten Inhalte der Lernziele effizienter vermittelt. Durch die vorgeschaltete Selbstlernphase können die positiven Effekte des ICM genutzt werden. Der Nachteil beim FBL liegt in der Gefahr, dass der Lehrer in eine zu aktive Rolle gerät und sogar Wissensvermittlung durch Frontalunterricht stattfindet. Dies kann zu sinkender Aktivität der Lernenden führen, welche sich auf eine Lösung der Fragestellung durch den Dozenten verlassen.

Hingegen werden beim PBL durch den offen forschenden Ansatz (open inquiry approach) mehr Prozesse des kritischen Denkens und Teamworks gefördert, durch ausgiebigere Diskussionen in der Gruppe der Lernenden und Abwägung der Vor- und Nachteile von verschiedenen Vorgehensweisen und Lösungsmöglichkeiten. Gemeinsam mit der unabhängigeren Selbstrecherche während der Lehrveranstaltung im Vergleich zum FBL, kann so ein umfassenderes selbstgesteuertes Lernen ermöglicht werden, welches weniger auf die Beantwortung der fachlichen Fragestellung ausgelegt ist, sondern längerfristig die Lernerautonomie stärkt. Der Nachteil beim PBL liegt in einem höheren zeitlichen Aufwand während der Lehrveranstaltungen, so dass viele PBL-Fälle über mehrere Lehrveranstaltungen andauern. Durch die fehlende abschließende Beantwortung der Fragestellung und geringere Hilfestellung der Lehrer besteht die Gefahr, dass bei den Lernenden falsche Annahmen nicht aufgedeckt werden. Die häufige Nachbereitung in einer Selbstlernphase nach der Lehrveranstaltung führt dazu, dass Lernziele einer höheren Taxonomie nicht optimal vermittelt werden können (vgl. ICM).

Lehre von praktischen Fertigkeiten

Peyton-Methode

Die vierstufige Peyton-Methode findet heute breite Anwendung in der Vermittlung von praktischen Fertigkeiten und entstand ursprünglich für die chirurgische Lehre im Operationssaal [47]. Trotz der eigentlichen Umsetzung bei einer 1-zu-1-Betreuung im klinischen Setting fand ihr Einsatz im Verlauf auch immer mehr in Gruppen und Simulationsübungen statt. Die Peyton-Methode enthält die folgenden vier Stufen [47,48]:

- (1) Demonstration:
 - Der Lehrer führt die Handlung in normaler Geschwindigkeit ohne Erklärung aus
- (2) Dekonstruktion:
 - Der Lehrer führt die Handlung langsam aus und erklärt die jeweiligen Einzelschritte
- (3) Verständnis:
 - Der Lehrer führt die Handlung schrittweise unter Anleitung des Lernenden aus und gibt bei Bedarf Hilfestellung
- (4) Durchführung:
 - Der Lernende führt die Handlung selber aus und erklärt die Einzelschritte

Die Peyton-Methode berücksichtigt sowohl behavioristische als auch kognitivistische und konstruktivistische Ansätze der Lerntheorien.

Modifizierte Peyton-Methode

Um die Anwendung der Peyton-Methode von einer 1-zu-1-Betreuung auf Lehrformate in Kleingruppen zu übertragen, haben Nikendei et al. [48] eine Erweiterung der vier Schritte auf die folgenden sechs vorgenommen:

- (A) Demonstration – Dekonstruktion:
 - Entspricht (1) und (2) nach Peyton
- (B) Verständnis – Lehrer führt aus – Beobachtung:
 - Der Lehrer führt (3) unter Anweisung von Lerner 1 aus, alle anderen beobachten
- (C) Verständnis – Lerner führt aus – Beobachtung:
 - Lerner 1 führt (3) unter Anweisung von Lerner 2 aus, alle anderen beobachten

- (D) Peer Feedback – Lehrer Feedback:
 - Lerner 1 erhält Feedback der anderen Lernenden (Peers), dann Feedback des Lehrers
- (E) Wiederholung:
 - (C) und (D) werden wiederholt, bis der letzte Lerner (C) ausgeführt hat
- (F) Abschluss – Finales Feedback:
 - Der letzte Lerner führt (4) aus, abschließendes Feedback der Peers und des Lehrers

Nach dieser modifizierten Peyton-Methode hat jeder Lernende die Handlung mindestens einmal unter Anleitung eines Peers durchgeführt und einmal selber angeleitet. Nur der letzte Lernende hat nicht angeleitet und stattdessen zusätzlich die Handlung einmal alleine durchgeführt. Der Vorteil der modifizierten Peyton-Methode liegt in einer Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit der Lernenden durch kontinuierliche Beobachtung und Feedback sowie gleichzeitiger Erweiterung der Lernmöglichkeiten begründet. Der Lehrer führt (1) und (2) nur einmalig am Anfang aus und kann sich somit im Verlauf besser auf die Leistung der Lernenden und die Anwendung guten Feedbacks fokussieren. Dagegen wird (3) von jedem Lernenden, außer dem letzten, mindestens einmal durchgeführt. Nach Krautter et al. [49] ist (3) von entscheidender Bedeutung um das Wissen aus dem Arbeitsgedächtnis in das Langzeitgedächtnis zu überführen, was auch nicht durch mehrfaches Wiederholen von (2) kompensiert werden kann.

Kleingruppenmodelle

Buzz Group

Die Buzz Group ist eine unkomplizierte Form der Kleingruppenarbeit, bei der eine einfache Fragestellung des Lehrers an das gesamte Plenum gestellt wird (z.B. „Wie sieht das weitere Vorgehen aus?“ oder „Welche Komplikationen erwarten Sie?“). Die Frage wird daraufhin in Gruppen von zwei bis drei Personen für wenige Minuten untereinander diskutiert und beantwortet. Neben der universellen Anwendbarkeit der Buzz Group in Lehrformaten unterschiedlicher Teilnehmerzahl (z.B. Vorlesung, Seminar, Gruppenarbeit), bietet sie mehrere Vorteile. Die Lernenden werden dazu bewegt sich mit dem Thema auseinanderzusetzen, indem sie die Fragestellung mit individuellen Vorgehensweisen und Ergebnissen untereinander diskutieren. Dabei wechseln sie in eine aktive Rolle und können ihr eigenes Wissen vorerst im kleineren

Kreis überprüfen und anpassen, wodurch das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten steigt und die Hemmschwelle zur späteren aktiven Beteiligung an der Gesamtveranstaltung sinkt [43].

Außer einer gesteigerten Aufmerksamkeit und Teilnahmebereitschaft der Lernenden kann der Lehrer hierbei gleich zum Anfang einer Veranstaltung den individuellen Wissensstand abfragen und sein weiteres Vorgehen entsprechend anpassen [50]. Dies kann durch stichprobenartiges Abfragen einzelner Gruppen oder den Einsatz eines ARS erfolgen.

Snowball Group

Die Snowball Group ist eine erweiterte Form der Buzz Group, bei der sowohl die Gruppengröße der Lernenden als auch die Komplexität der Fragen des Lehrers im Verlauf sukzessiv steigt. Eine einfache Frage wird anfangs von jedem Lernenden für sich selber still beantwortet, ggf. aufgeschrieben und dann mit einem Nachbarn in einer Zweiergruppe diskutiert. Im nächsten Schritt finden sich zwei Zweiergruppen zu einer Vierergruppe zusammen, berichten sich gegenseitig Ihre Gruppenergebnisse der ersten Frage und bekommen eine zweite, komplexere Frage des Lehrers, welche auf der ersten Frage aufbaut. Diese zweite Frage wird in den jeweiligen Vierergruppen beantwortet, welche sich daraufhin zu Achtergruppen zusammenschließen, die Ergebnisse der zweiten Frage berichten und eine dritte, wieder komplexere Frage erhalten usw. Dies kann bis zu einer gewünschten Anzahl von Fragen bzw. Gruppengröße durch den Lehrer fortgeführt und die resultierenden Gruppenergebnisse stichprobenartig oder in Gänze abgefragt werden [50].

Die Snowball Group kann analog zur Buzz Group eine Aktivierung der Lernenden und Überprüfung Ihres eigenen Wissens untereinander bewirken. Zusätzlich fördert sie durch die sukzessive Komplexitätssteigerung der aufeinander aufbauenden Fragen eine tiefere Auseinandersetzung sowohl mit dem Lernstoff und den eigenen, damit verbundenen Ansichten als auch mit den Gruppenmitgliedern. Als Ergebnis der Gruppenarbeit entstehen so raffinierte Lösungsvorschläge der Lernenden, welche allerdings auch entsprechend mehr Zeit beanspruchen [51].

3.2.5 Implementierung

Für die Entwicklung und Implementierung des EDER wurden neben dem Kern-Zyklus auch diverse Methoden des Projektmanagements verwendet und die Ergebnisse vorab

publiziert [12]. Zu Beginn der Planungsphase wurden interne Stärken und Schwächen sowie externe Möglichkeiten und Gefahren des Curriculums im ESER-Board durch Brainstorming gesammelt und vermeidbare Probleme und unbeeinflussbare Limitationen aufgedeckt. Die Ergebnisse des Brainstormings wurden einer SWOT-Analyse unterzogen und zusätzlich um Lösungsstrategien erweitert (vgl. Abb. 4, S. 45) [52]. Für die Projektplanung wurden die kritischen Arbeitsschritte des Projektes benannt und in Projektphasen aufgeteilt, welche zusammen mit dem schon vorgegebenen zeitlichen Ablauf in einem Gantt-Diagramm visualisiert wurden [53]. Das Gantt-Diagramm ist ein Balkendiagramm, bei dem die Arbeitsschritte des Projektes auf der einen Achse, gegen die Zeit auf der anderen Achse aufgetragen werden. Sowohl für die einzelnen Arbeitsschritte als auch für das gesamte Projekt muss vorab ein bestimmter Zeitaufwand antizipiert werden, der im Diagramm durch die Balken repräsentiert wird. Je nach Abhängigkeiten der einzelnen Arbeitsschritte untereinander können so Aufgaben innerhalb des Diagramms verschoben werden, um einen reibungslosen Ablauf unter Berücksichtigung der Fristen zu ermöglichen (vgl. Abb. 5, S. 46).

Bei der Implementierung im Sinne des Kern-Zyklus wurde in Diskussionen mit den ESR- und ESER-Verantwortlichen sowie Kongressorganisatoren ermittelt, welche personellen und infrastrukturellen Ressourcen für die zukünftige Umsetzung des Curriculums zur Verfügung stehen [20]. Wo möglich wurden weitere, insbesondere personelle Ressourcen mobilisiert und Zuständigkeiten von Personen zu einzelnen Projektschritten der Curriculumsplanung in einer RASCI-Matrix definiert [54]. Die RASCI-Matrix legte dabei eindeutig fest, welche Personen zu welchem Zeitpunkt welche konkrete Aufgabe haben und unterteilte diese in „verantwortlich“, „rechenschaftspflichtig“, „unterstützend“, „konsultiert“ und „zu informieren“ (vgl. Abb. 5, S. 46). Für die spätere Administration des Curriculums wurden gesondert Posten ernannt und Zuständigkeiten verteilt. Weiterhin wurde nach Möglichkeiten zur finanziellen Förderung recherchiert.

3.2.6 Evaluation

Die Planung der Evaluationen erfolgte nach Kern unter Berücksichtigung folgender zehn Schritte [20]. Zuerst wurden mögliche (1) Benutzer der zukünftigen Evaluationsergebnisse identifiziert, um die anhaltende Unterstützung der Muttergesellschaft ESR zu sichern sowie die Akkreditierung des Programmes zu erleichtern und die Chancen auf eine zukünftige finanzielle Unterstützung zu erhöhen.

Dann wurde eine mögliche (2) Verwendung der Evaluationsergebnisse definiert und die verfügbaren (3) Ressourcen zum Erheben, Verwalten und Auswerten festgelegt, wodurch vorab eine Einschränkung der potentiellen (4) Evaluationsfragen, des (5) Evaluationsdesigns und (6) Evaluationsmethoden stattfand. Es wurde der Umgang mit (7) Datenschutz und ethischen Aspekten sowie die Zeitpunkte zum (8) Sammeln der Daten festgelegt. Für die (9) Analyse der Daten und (10) Bekanntgabe von Ergebnissen wurden Zuständigkeiten und Handlungsweisungen festgelegt.

3.3 Gewichtete Matrixanalyse der Lehrmethoden

Im Verlauf der Curriculumsentwicklung wurde von den Lehrern und curricularen Verantwortungsträgern eine weitere Reduktion der Lehrmethoden gewünscht, da aufgrund der immer noch vorhandenen großen Menge an Lehrmethoden und unterschiedlichen medizindidaktischen Erfahrungsschätzen der Lehrverantwortlichen ein sicherer Umgang nicht immer gewährleistet werden könnte. Um bei der weiteren Entscheidungsfindung alle Lehrverantwortlichen zu integrieren und dennoch einigermaßen objektiv und vor allem zeiteffizient vorzugehen, wurde eine gewichtete Entscheidungsmatrix für die weitere Auswahl der Lehrmethoden erstellt. Um die Anzahl der Lehrmethoden zu reduzieren, bekamen die Lehrverantwortlichen vorab eine Übersicht der entsprechenden Lehrmethoden als Handout sowie Quellenempfehlungen zur weiteren Literaturrecherche, welche das Verständnis der Lehrmethoden und deren Bewertung im folgenden Entscheidungsprozess erleichtern sollten.

Im ersten Schritt wurde durch Brainstorming mit den Lehrverantwortlichen ermittelt, welche Kriterien ein Lehrformat optimalerweise erfüllen soll. Im zweiten Schritt wurde die Wichtigkeit der einzelnen Kriterien von den Lehrbeteiligten auf einer Likert-Skala von 1 – 5 bewertet (1 = gar nicht wichtig; 5 = äußerst wichtig), welche später als Multiplikator in der Bewertung dienten. Im dritten Schritt wurde das Zutreffen der vorher gesammelten Kriterien auf die einzelnen Lehrmethoden von den Lehrverantwortlichen auf einer Likert-Skala von 1 – 5 bewertet (1 = trifft gar nicht zu; 5 = trifft voll zu). Die einzelnen Lehrmethoden konnten so Punkte von 1 – 25 pro Kriterium erreichen ($1 \cdot 1 - 5 \cdot 5$). In Tabelle 2 auf Seite 40 wurden die gerundeten Mittelwerte der Umfrageergebnisse eingetragen und die Lehrmethoden derselben Kategorie vergleichend bewertet. Anschließend wurden jeweils die Lehrmethoden mit der höheren Punktzahl für das Curriculum ausgewählt. Letztlich diente die Methode als

ein Versuch der möglichst objektiven Bewertung von sehr schwer messbaren oder sogar rein subjektiven Entitäten unter Einbeziehung aller Lehrverantwortlichen.

3.4 Kontinuierliche Verbesserung

Um eine positive zukünftige Entwicklung und Nachhaltigkeit des Curriculums trotz der zeitlichen und finanziell bedingten Limitationen des ersten Durchgangs zu fördern, wurden Maßnahmen des gängigen Qualitätsmanagements (QM) ergriffen, die eine kontinuierliche Verbesserung gewährleisten sollen. Dafür wurde der PDCA-Zyklus nach Deming integriert, welcher als fester Bestandteil der Qualitätsmanagementnorm DIN EN ISO 9000 ein etablierter Standard ist und weite Verbreitung im Industrie- und Dienstleistungssektor findet [55,56]. Analog zum Kern-Zyklus, werden bei dem PDCA-Zyklus mehrere Schritte iterativ durchlaufen welche in der Folge eine Prozessoptimierung ermöglichen. Für die einzelnen Phasen Plan, Do, Check und Act wurden im Ergebnisteil Zuständigkeiten von Personen sowie entsprechende Handlungen, Zielvorgaben und geplante Verbesserungen festgehalten.

4 Ergebnisse

4.1 Sechsstufiges Modell zur Planung medizinischer Curricula nach Kern

4.1.1 Problemidentifikation

Die Literaturrecherche ergab unterschiedliche Dauern und Inhalte der radiologischen Aus-, Fort- und Weiterbildungen in den europäischen Ländern [2–6]. Nach der aktuellsten Studie von Rehani et al. 2017 [4], welche die radiologische Lehre in 22 europäischen Ländern mit einem Fragebogen von 23 Items untersuchte, dauern die Facharztweiterbildungen 2 – 6 Jahre und es gibt keine Möglichkeiten zur notfallradiologischen Schwerpunktspezialisierung, wobei 55% der Länder andere Schwerpunktspezialisierungen anbieten. Obwohl Teile der Notfallradiologie prinzipiell in die nationalen Facharztweiterbildungen integriert sind, lässt sich der genaue Umfang nicht ermitteln. Aufgrund der genannten unterschiedlichen Weiterbildungsdauer ist mit nationalen Unterschieden zu rechnen. Folglich ist eine Vergleichbarkeit der notfallradiologischen Qualifikationen in Europa erschwert und die Möglichkeit zur spezifischen notfallradiologischen Weiterbildung auf nationaler Ebene nicht gegeben.

In der EU herrscht generell freier Verkehr von Waren, Personen, Dienstleistungen und Kapital, was auch eine gegenseitige Anerkennung von Berufsqualifikationen beinhaltet. Diese sind in der Richtlinie 2005/36/EC geregelt, welche allerdings keine klar definierten Qualitätsstandards beinhaltet. Die Qualitätsstandards hingegen werden von der WFME für die allgemeine medizinische Lehre und von der ESR für die radiologische Lehre erstellt, besitzen aber nur einen empfehlenden Charakter [1,9–11]. Idealerweise entwickelt und implementiert die ESER auf Grundlage der genannten europäischen Standards ein Curriculum für die Schwerpunktspezialisierung in Notfallradiologie und ermöglicht so in Europa den Erwerb vergleichbarer Qualifikationen auf hohem Niveau mit Hilfe moderner medizindidaktischer Erkenntnisse.

4.1.2 Spezielle Bedarfsanalyse

Die Zielgruppe der Lernenden für das EDER sind Radiologen mit einer abgeschlossenen Facharztweiterbildung und mindestens fünf Jahren Berufserfahrung, wobei die Zeit der Facharztweiterbildung miteinbezogen wird. Sie benötigen ausreichende Englischkenntnisse in Schrift und Sprache, um an den Lehrveranstaltungen aktiv und wirkungsvoll teilnehmen zu können. Weiterhin wird ein besonderes Interesse an der Weiterbildung in Notfallradiologie vorausgesetzt.

Aus den Diskussionen auf den ESER-Mitgliederversammlungen ließ sich zusammenfassend folgender Bedarf ableiten: (1) Das Bedürfnis nach einem hohen Kompetenzerwerb mit einer praxisorientierten Ausrichtung der Lehre, (2) das Anbieten von Workshops auf den ESR- und ESER-Kongressen, (3) eine möglichst geringe Anzahl von Präsenzphasen und (4) der Einsatz von E-Learning und Webinaren.

Die ESR und ESER bieten beide auf ihren jährlichen Kongressen eine Infrastruktur sowohl für Workshops als auch für Abschlussexamina an, inkl. geeigneter Hardware (Computer und Befundungsmonitore) und Software für die Befundung digitaler radiologischer Bilder aller Modalitäten (DICOM-Viewer). Es gibt auch weiterhin Server und eine Plattform für die Durchführung von Webinaren. Die ESER kann zusätzliches Lehrmaterial in Form von Büchern und einer Sammlung von notfallradiologischen Fällen zur Verfügung stellen.

4.1.3 Übergeordnete und spezifische Lernziele

Für die Lernenden ist es das übergeordnete Ziel, Kompetenzen für die selbstständige Tätigkeit in der täglichen notfallradiologischen Arbeit nach bester aktuell verfügbarer Evidenz zu erreichen und die metakognitive Fähigkeiten nachhaltig zu verbessern, um eine prosperierende kontinuierliche berufliche Entwicklung jedes einzelnen zu ermöglichen. Für die ESER ist es das übergeordnete Ziel, die Notfallradiologie als eine Schwerpunktspezialisierung in Europa zu etablieren, die Wissenschaft und Lehre in dem Fach voranzubringen, die Wahrnehmung und Attraktivität des Faches zu steigern und positiv mit ESR- und ESER-Mitgliedern zu interagieren.

Die detaillierten spezifischen Lernziele lassen sich dem ETC Level III entnehmen und wurden für die bessere Übersicht in dieser Arbeit zusammengefasst [11]. Am Ende des Curriculums zeigen alle Lernenden:

- Wissen über die Klinik und Indikationsstellung zur radiologischen Diagnostik und Intervention aller notfallradiologisch relevanten Krankheiten und Normvarianten und die Auswahl der geeigneten Modalitäten.
- Fertigkeiten in der Erhebung, Auswertung, Interpretation und Befundung sowie Behandlung von notfallradiologisch relevanten Erkrankungen mit angebrachter Effizienz und Effektivität.
- Notfallradiologisch relevante Kompetenzen und Einstellungen in medizinischer Expertise, Kommunikation, Kollaboration, Führungsqualitäten, Patientensicherheit und kontinuierlicher Verbesserung.
- Kompetenzen und Einstellungen/Haltungen in Wissenschaft und Lehre, persönliche kontinuierliche berufliche Entwicklung, Integration der besten aktuell verfügbaren Evidenz und Anwendung in der Praxis und Lehre von medizinischem Personal und Kollegen.

4.1.4 Lehrformate und -methoden / Matrixanalyse

Übersicht der Lehrformate

Zusammen mit dem ESER-Board wurde die konkrete Umsetzung des Curriculums mit den folgenden Lehrformaten beschlossen, welche als Übersicht in Tab. 1 mit den dazugehörigen Lernzielen und Ergebnisevaluationen dargestellt werden. Art und Umfang der eingesetzten Lehrmethoden wird weiter unten im Zusammenhang mit der gewichteten Matrixanalyse detaillierter beschrieben und anhand eines Beispielworkshops veranschaulicht (vgl. 4.2). Für den genauen Ablauf der einzelnen Lehrveranstaltungen wurde die Erstellung separater Lehrpläne angeregt, welche von den Lehrern der jeweiligen Lehrveranstaltung erstellt, benutzt und als lebendiges Dokument durch Feedback und Evaluationen kontinuierlich erweitert werden sollen.

Tabelle 1: Zuordnung von Lernzielen zu Lehrformaten und Ergebnisevaluationen.

Lernzielkategorie	Lehrformat	Evaluation des Outcomes
Wissen	<ul style="list-style-type: none"> • Webinare • Selbstgesteuertes Lernen 	<ul style="list-style-type: none"> • Multiple Choice Fragen • Strukturierte Mündliche Prüfung
Fertigkeiten, Kompetenzen und Einstellungen	<ul style="list-style-type: none"> • Workshops • Berufsbegleitende Weiterbildung • Selbstgesteuertes wissenschaftliches Arbeiten 	<ul style="list-style-type: none"> • Logbuch • Präsentation eines Papers/Posters

Die kognitiven Lernziele werden durch Webinare und selbstgesteuertes Lernen gelehrt. Es finden insgesamt 11 Webinare über das Jahr verteilt statt, deren Teilnahme verpflichtend ist. Vor jedem Webinar findet eine 30-minütige Online-Vorbereitungsphase (vgl. ICM) und eine 60-minütige Nachbereitungsphase statt. Die psychomotorischen und affektiven Lernziele werden in Workshops und der berufsbegleitenden Weiterbildung in den Heimatinstitution des jeweiligen Teilnehmers gelehrt. Es finden insgesamt 11 Workshops auf den jährlichen ESR und ESER Kongressen statt. Die Kompetenzen der Rollen „Lehrender“ und „Lernender“ werden durch die selbstständige wissenschaftliche Arbeit und Präsentation eines Papers/Posters auf einem der ESR- oder ESER-Kongresse gefördert. Aus dem Clustering der Lernziele (vgl. 3.2.3) ergaben sich die folgenden 11 Themenkategorien für die Inhalte der Workshops und Webinare:

1. Kopf und Gehirn
2. Wirbelsäule, Rückenmark und periphere Nerven
3. Frakturen
4. Herz und große Gefäße
5. Intervention und Angiographie
6. Thorax (nicht traumatisch, inkl. Interventionen)
7. Abdomen (nicht traumatisch, inkl. Interventionen)
8. Bewegungsapparat
9. Polytrauma
10. Spezielle Patientengruppen (Kinder, Schwangere, geriatrische und onkologische Patienten)
11. Verschiedenes (wie z.B. Drogen, Qualitätssicherung, rechtliche Grundlagen, Strahlenschutz, organisatorische Aspekte, Kommunikation, Teamverhalten, Entscheidungen zwischen Leben und Tod)

Gewichtete Matrixanalyse und resultierende Lehrmethoden

Tabelle 2 zeigt die gewichtete Matrixanalyse für die Auswahl der Lehrmethoden. Nach einer gemeinsamen Vorauswahl mit dem ESER-Board gab es 12 Lehrmethoden, welche sich in sechs Kategorien zusammenfassen ließen (vgl. 3.2.4). Pro Kategorie gab es je zwei Lehrmethoden, welche in der gewichteten Matrixanalyse vergleichend bewertet wurden, um eine finale Auswahl von sechs Lehrmethoden zu erreichen.

Tabelle 2: Gewichtete Matrixanalyse der Lehrmethoden.

Kriterium	G	FB	ARS	SW	SC	VL	ICM	PBL	FBL	P	PM	BG	SG
Eignung für unterschiedliche:													
– Lerntypen	4	5	5	5	4	2	4	4	4	3	3	3	3
– Lerngeschwindigkeiten	4	5	5	4	4	1	5	3	3	3	3	2	3
– Vorwissensstände	5	5	5	5	3	2	5	4	4	3	4	2	3
Einfache Vorbereitung für:													
– Schulung der Dozenten	3	3	4	4	3	5	3	3	3	3	3	5	3
– Lehrmaterial der Kurse	3	5	3	4	4	5	2	3	4	3	2	3	3
Universelle Anwendbarkeit:													
– während des Curriculums	5	5	3	4	4	4	4	3	4	2	4	5	3
– nach dem Curriculum	2	5	2	2	2	5	4	2	3	2	3	4	3
Gewichtete Ergebnisse		124	105	109	92	82	104	85	95	71	85	87	78

Gewichtete Matrixanalyse der gruppierten Lehrmethoden (erste Zeile) mit Bewertungskriterien (erste Spalte) und Gewichtung als Multiplikator (zweite Spalte in rot). Lehrmethoden gleicher Kategorie sind schwarz eingrahmt und wurden vergleichend bewertet. Abkürzungen: G = Gewichtung, FB = Feedback, ARS = Audience Response System, SW = Sandwich-Prinzip, SC = Scaffolding, VL = Vorlesung, ICM = Inverted Classroom Model, PBL = Problem-basiertes Lernen, FBL = Fall-basiertes Lernen, P = Peyton, PM = Peyton modifiziert nach Nikendei [48], BG = Buzz Group, SG = Snowball Group

Die Ergebnisse der Matrixanalyse führten zu der Auswahl der folgenden Lehrmethoden: Feedback (118 Punkte vs. ARS 105 Punkte), Sandwich-Prinzip (109 Punkte vs. Scaffolding 92 Punkte), ICM (104 Punkte vs. Vorlesung 82 Punkte), FBL (95 Punkte vs. PBL 85 Punkte), modifizierte Peyton-Methode nach Nikendei [48] (85 Punkte vs. Peyton-Methode 71 Punkte) und Buzz Group (87 Punkte vs. Snowball Group 78 Punkte). Diese sechs Lehrmethoden stellen eine Mindestanforderung an die Lehrer dar und wurden in einem separaten Beispielworkshop mit Vorbereitungsphase gelehrt. Die konkrete Anwendung der Lehrmethoden im EDER-Curriculum und die im Verlauf gesammelten Erfahrungen damit werden im folgenden Abschnitt genauer beschrieben.

Feedback

Das Feedback nach dem Modell von Hattie et al. [29] und Nicol et al. [30] galt bei der Umsetzung des EDER als entscheidender Bestandteil für die gegenseitige Kommunikation zwischen Lernern und Lehrern und wurde so in alle Webinare und Workshops integriert. Eine gesonderte Schulung der Dozenten war dabei von besonderer Bedeutung, auch um die grundlegenden Prinzipien des guten Feedbacks in den einzelnen Kursen an die Lernenden weiterzugeben und für eine positive Lernatmosphäre zu sorgen sowie längerfristig die Fähigkeiten der Selbstregulation jedes Einzelnen im Lernprozess zu optimieren.

Die Schulungen der Lehrer beinhaltete die folgenden Kernaussagen, welche aus dem Feedback-Modell von Hattie abgeleitet wurden [29]: Effektives Feedback benötigt eine

positive Lernatmosphäre, die selbstkritisches Denken aller Beteiligten zulässt und fördert. Der Lehrer soll grundlegendes Verständnis über die Funktionsprinzipien des Feedbacks haben und muss es zum richtigen Zeitpunkt anwenden sowie verständlich und bedeutungsvoll formulieren können. Es ist nicht geeignet, um völlig neues Wissen zu lehren, sondern um die Abweichung des aktuellen Wissens von dem gewünschten Wissen aufzulösen.

Zur gezielten Förderung und Aktivierung, speziell der Selbstregulation im Lernprozess, wurden den Lehrern die folgenden Feedbackregeln von Nicol et al. vermittelt [30]:

Gutes Feedback

1. hilft klarzustellen, wie eine optimale Leistung aussieht (Lernziele, Bewertungskriterien).
2. fördert die kritische Selbstbewertung der Lernenden.
3. vermittelt bedeutungsvolle Aussagen über den Lernprozess der Lernenden.
4. ermutigt den Dialog zwischen Lehrern und Lernenden untereinander über den Lernprozess.
5. fördert Selbstwertgefühl und motiviert.
6. ermöglicht die Diskrepanz zwischen aktuellem Wissen und erwartetem Wissen zu beheben.
7. gibt dem Lehrer Wissen um seine Lehrstrategien anzupassen.

Sandwich-Prinzip

Das Sandwich-Prinzip nach Wahl [36] war vielen Lehrern anfänglich nicht bekannt, wurde aber im Verlauf dankend zur Unterrichtsgestaltung der Webinare und Workshops angenommen und bot dabei genau das richtige Mittelmaß an Flexibilität und Struktur. Unerfahreneren Lehrern wurde anhand eines Beispielworkshops die konkrete Umsetzung des Sandwich-Prinzips erklärt, inklusive der wirkungsvollen Anwendung der mindestens geforderten Lehrmethoden (Feedback, ICM, FBL, Buzz Group und ggf. modifizierte Peyton-Methode bei praktischen Fertigkeiten), was durchgehend positiv aufgenommen wurde und bei der späteren selbstständigen Planung der Lehrveranstaltungen half. Erfahrenere Lehrer konnten durch den variablen Aufbau des Sandwich-Prinzips auch zusätzliche bevorzugte Lehrmethoden integrieren, die sie aus anderweitiger Lehrtätigkeit beherrschten und so die Lehrveranstaltung nach eigenen Vorlieben gestalten.

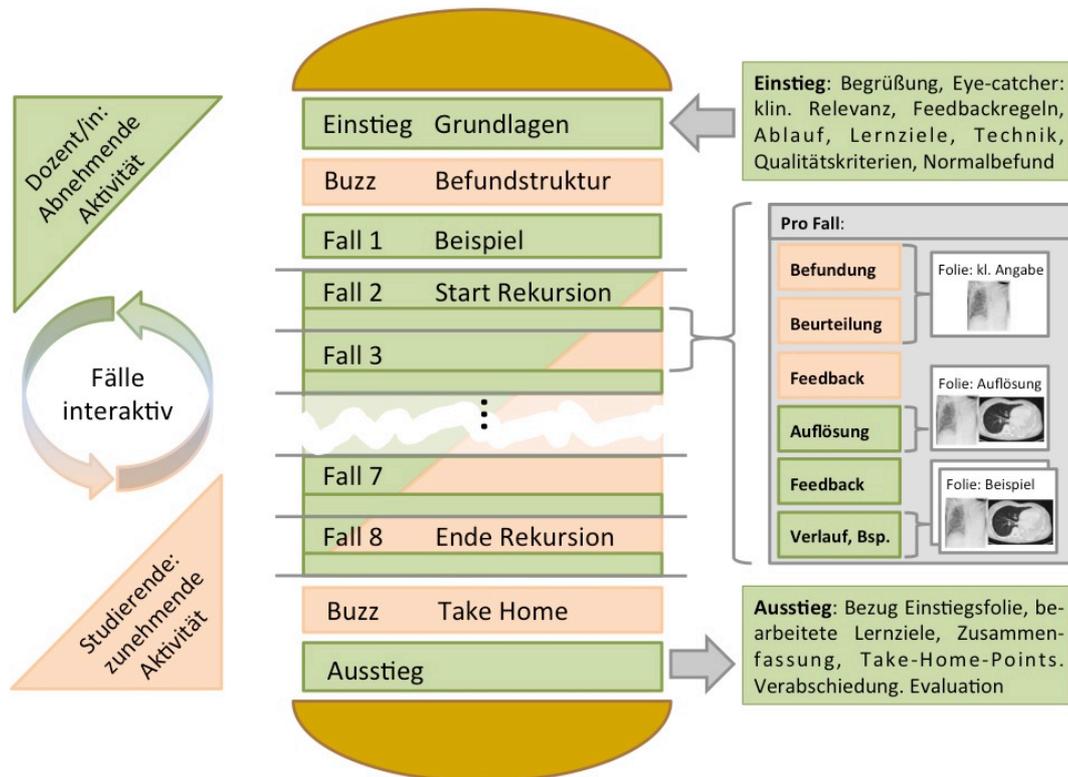


Abbildung 3: Strukturierung eines Workshops nach dem Sandwich-Prinzip.

Exemplarische Darstellung des Workshops “Notfall Röntgen-Thorax”. Aktive Phasen des Lehrers sind grün, wogegen aktive Phasen der Lernenden apricot dargestellt sind. Die Aktivität des Lehrers nimmt im Verlauf des Workshops ab und die der Lernenden zu. Vgl. hierzu auch Tab. 3, S. 50. Die Ergebnisse der Abbildung wurden vorab veröffentlicht [12].

Inverted Classroom Model

Das ICM wurde für Workshops und Webinare implementiert, was für die Lehrer vorerst einen Mehraufwand bedeutete um die Selbstlernphase kongruent mit der Präsenzphase vorzubereiten. Allerdings konnten die vorbereiteten Lehrmaterialien in folgenden Lehrveranstaltungen (ggf. durch leichte Anpassung) größtenteils wiederverwendet werden, wodurch sich der Mehraufwand auf die Anfangszeit beschränkte und die Vorteile insgesamt deutlich überwogen. In der Präsenzphase konnten durch die obligate Selbstlernphase Verständnisprobleme gleich zu Anfang geklärt werden, was zu einer gesteigerten aktiven Teilnahme am Lerngeschehen und Kommunikation untereinander führte. Die vorgeschaltete Selbstlernphase berücksichtigte nicht nur verschiedene Vorwissensstände, Lerngeschwindigkeiten und -typen, sondern schaffte auch Raum, um während der Präsenzphase den Prozess der Wissensverarbeitung auf einer höheren, metakognitiven Ebene nachhaltig zu verbessern.

Fall-basiertes Lernen

Das FBL wurde in zahlreiche Workshops und einige Webinare integriert, wobei die Fälle im Vergleich zum klassischen FBL oft sehr kurz waren und so mehrere Fälle pro Lehrveranstaltung bearbeitet werden konnten. Der Vorbereitungsaufwand durch die Lehrer konnte minimiert werden, indem schon vorhandene Fälle aus der Falldatenbank der ESR genutzt wurden und die vorgeschaltete Selbstlernphase des FBL mit der Selbstlernphase des ICM zusammengeführt wurde. Die Selbstlernphase und strukturierte Hilfe der Dozenten in der Präsenzphase ermöglichte beim FBL einen flüssigeren Ablauf, als ihn viele Lehrer aus anderen Lehrtätigkeiten mit PBL gewohnt waren. Das FBL stellte sich so als guter Kompromiss zwischen Lernerautonomie und Zeitersparnis heraus, was gerade im Hinblick auf die begrenzte Zeit und Anzahl der Lehrveranstaltungen vorteilhaft war.

Modifizierte Peyton-Methode

Die modifizierte Peyton-Methode [48] wurde in einzelne Kursformate mit der Ausrichtung auf praktische Fertigkeiten integriert und fand so speziell in den Workshops zur Intervention sowie dem Workshop Polytrauma beim Erlernen des Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST) Anwendung. Darüber hinaus sollte die (modifizierte) Peyton-Methode [47,48] auch nach abgeschlossenem EDER bei den Lernenden Anwendung in der klinischen Lehre von praktischen Fertigkeiten finden und so eine nachhaltige Alternative für das „See one, do one, teach one“ bilden.

Buzz Groups

Die Buzz Groups wurden durch ihre Vielseitigkeit und einfache Anwendung in zahlreiche Workshops auch von unerfahrenen Lehrern integriert und harmonierten gut mit den anderen Lehrmethoden. So wurden sie oft im Rahmen des Sandwich-Prinzips für eine frühe Teilnehmeraktivierung und als Gelenk zwischen den Phasen kollektiven und individuellen Lernens eingesetzt. Auch eine lebhaftere Teilnahme an Feedbackrunden konnte durch die Buzz Groups erreicht werden. Die Methode eignete sich auch hervorragend für die Zusammentragung der Take-Home Points am Ende einer Veranstaltung. Für die Zukunft wurde von einigen Lehrern eine Anwendung in den Webinaren vorgeschlagen, was durch die Gruppenchatfunktion, welche die meisten Webinartools bieten, einfach umsetzbar wäre.

4.1.5 Implementierung

Während des jährlichen wissenschaftlichen Treffens der ESR im März 2017 und der ESER im April 2017 hat das ESER-Board das Curriculum in seinem aktuellen Status verabschiedet und die konkrete Umsetzung als EDER beschlossen und den Beginn ab 01. Januar 2018 bestätigt. Erste Abschlussprüfungen wurden für den 29. Februar 2019 auf dem Europäischen Kongress für Radiologie in Wien festgelegt.

Nach Analyse und Mobilisierung der Ressourcen standen folgende Personen für die Umsetzung des Curriculums zur Verfügung: Das gesamte ESER-Board, welches aus sechs Personen besteht. Jeder dieser Personen ist eine Funktion zugeordnet, wie z.B. ESER-Präsident oder Educational Officer. Zudem ist jedem Boardmitglied ein Member at Large für die Zuarbeit in einem erweiterten Board zugeordnet. Die Hauptverantwortung obliegt dem Präsidenten und Educational Officer. Hinzu kommen die ESER-Office Mitarbeiter; das Institut für Didaktik und Ausbildungsforschung der Ludwig-Maximilians-Universität München für Konsultationen und Lehrer vergangener ESER-Webinare und -Workshops. Folgende Räumlichkeiten und Ausstattungen wurden ermittelt: ESER-Büro und Büros der curricular verantwortlichen Mitarbeiter; ESER- und ESR-Kongresse mit Räumlichkeiten und Infrastruktur für Workshops und Abschlussprüfungen; Server, Computer und Software zum Betreiben von Webinaren, Workshops und Abschlussprüfungen; ESER-Textbücher; Education-On-Demand Plattform; Falldatenbank; Webbasierte Lern- Lehr- und Examensplattform; Heiminstitutionen der Lernenden.

Die Administration des Curriculums erfolgt durch die folgenden Posten:

Der Curriculumsdirektor (ESER-Präsident) beaufsichtigt alle Geschäftshandlungen und schlägt Positionen und Verantwortlichkeiten vor. Der Curriculumskoordinator (ESER Educational Officer) schlägt Positionen und Verantwortlichkeiten vor, koordiniert die Instandhaltung und Weiterentwicklung des Curriculums, wertet Evaluationsergebnisse aus und berichtet dem ESER-Board. Der Curriculum Support Manager (ESER Educational Member at large) gibt generelle administrative Unterstützung, wie z.B. Terminplanung, Kommunikation mit Lernenden, Verwaltung der Logbücher, Hilfe bei Evaluationen und Beschwerdemanagement). Das ESER-Board trifft die finalen curricularen Entscheidungen und das ESER-Office dient als Curriculumsbüro.

SWOT	Hilfreich	Schädlich	Maßnahmen / Konsequenzen
Interne Faktoren	Strengths S1. Motiviertes ESER Board S2. Interessantes und radiologisch breit relevantes Thema S3. Jährlich je ein Kongress ESR und ESER mit Einflussmöglichkeit auf das Programm S4. Infrastruktur teilweise vorhanden und kostengünstig (z.B. Webinare, ESER-Büro) S5. Medizindidaktik in München als Partner mit Unterstützung, Beratung, Expertise S6. Universitäre Anbindung des C-Verantwortlichen in München S7. Nutzbares Sekretariat des C-Verantwortlichen in München S8. EDiR als europäisches Facharztäquivalent vorhanden S9. Vorhandene ESER Bücher werden promoted	Weaknesses W1. Zeitdruck (UL) W2. Räumliche Distanz zwischen den L, wie auch den D (UL) W3. Variierender Ausbildungsstand der T aufgrund national verschiedener Weiterbildungsordnungen (UL) W4. Abhängigkeit der ESER von der ESR (UL) W5. Geringe Anzahl aktiver EDER-Dozenten (UL) W6. Einige LZ bedingen dezentrale Ausbildungsabschnitte (UL) W7. Mögliche Sprachbarriere der T (VP) W8. Kaum Finanzmittel der ESER (VP), insbesondere für C-Entwicklung, Personal (UL) W9. Unklarheit, wer prüfen kann, soll, darf (VP)	Strategie W1. Paretoprinzip berücksichtigen und kontinuierliche Verbesserung sichern (QM) W2. Nutzung von S3 für Präsenz-LV, Evaluationen, QM-Konferenzen, Prüfungen und S4 für Web-LV, PR, Infoverteilung W3. Nutzung von S8 als vergleichbare Zugangsvoraussetzung, S9 (und später O7) als Vorbereitungsliteratur W4. Supportsicherung durch S4, O1, PR-Wirksamkeit, ETC-Rahmen W5. Nutzung von S1, O8, Anerkennung von D-Leistung auf EDiR-Erwerb der D W6. Auslagerung in lokale Einrichtungen mit detaillierter vertraglicher Verpflichtung zu Übernahme einzelner LZ, siehe T6 W7. Ausbildungssprache Englisch ist Voraussetzung (ebenso für S8, S9) W8. Nutzung von S1, S7, O5. Zudem Zuarbeit im Rahmen einer Promotionsarbeit. ESER-Mitgliedschaft fördern W9. Attraktivität für D steigern, z.B. durch vereinfachten eigenen EDiR-Erwerb
	Opportunities O1. Erste europäische Aus- und Weiterbildung in ER, mögliches Gegenstück für eine wechselseitige Anerkennung mit US-Qualifikation O2. Stärkung von ER und ESER O3. Stärkung der ESER in der ESR O4. Hochwertige C-Inhalte O5. Einnahmen für ESER, z.B. Zunahme Mitgliederzahl, Gebühren von L, Sponsoren O6. Akquise neuer D aus den L O7. Akquise neuer, aktiver ESER-Mitglieder aus den L O8. Positive PR für aktive D O9. Austausch der L über Kultur und Gesundheitssysteme hinweg	Threats T1. C wird nicht termingerecht fertig (VP) T2. Geringe Anzahl an L (VP) T3. Kein „perfektes“ C (UL) T4. Verminderung des Supports der ESR (VP) T5. Ungenügende Ausbildungskapazitäten allgemein (VP) T6. Ungeregelte/r Erwerb/Kontrolle von Teilen der Skills- und Attitudes-LZ (UL) T7. Ungenügende Prüfungskapazitäten (VP) T8. Probleme in der Akkreditierung T9. Fehlende Anerkennung auf nationaler Ebene (UL)	Strategie T1. Siehe zu W1, W5, W8 T2. Nutzung von S2, O1, O4, O9, möglichst langfristig attraktive Gestaltung von O5, O7 T3. Siehe zu W1, Nutzung von S5 T4. Siehe zu W4, Nutzung von O1, O3 T5. Siehe zu W5, W9, Nutzung von S3, S4, Mehrfachnutzung von C-Bestandteilen, z.B. als Webinare oder Workshops T6. Siehe zu W6, Gebühren für Zertifizierung solcher Einrichtungen T7. Siehe zu W9, Nutzung von S4 T8. Nutzung von S4 zur Abstimmung mit ESR, die bereits eine Akkreditierung plant. T9. Falls nationale ER-Qualifikation möglich, sollte O1 genutzt werden. Unkritisch falls nicht, da EDiR einzig möglicher europäischer Qualifikations-Nachweis in ER
Externe Faktoren			

Abbildung 4: SWOT-Analyse des European Diploma in Emergency Radiology.

Ergebnisse des Brainstormings im ESER-Board zu internen Stärken und Schwächen, externen Möglichkeiten und Gefahren sowie strategische Aufarbeitung mit priorisierter Angabe der wichtigsten neun Punkte. Ergebnisse wurden vorab veröffentlicht [12]. Abkürzungen: C = Curriculum, D = Dozierende, Curriculumsentwickler und -betreuer, EBR = European Board of Radiology, ED = European Diploma, ER = Notfallradiologie, ESR = European Society of Radiology, ETC = European Training Curriculum, L = Lernende, LZ = Lernziel, QM = Qualitätsmanagement, UL = Unbeeinflussbare Limitation, VP = Vermeidbares Problem

Projekt: EDER-Curriculum		Start					Durchlauf (Kern-Zyklus)						Ende			
2015 Oktober																
November																
Dezember																
2016 Januar																
Februar																
März																
2016 April																
Mai																
Juni																
2016 Juli																
August																
September																
2016 Oktober bis Dezember (Puffer)																
Projektschritt	Projektdefinition	Brainstorming	SWOT-Analyse	Strategiekonzept	Rahmendefinition	Allg. Bedarfsanalyse	Spez. Bedarfsanalyse *	Lernziele	Lehrmethoden	Implementierung **	Evaluation **	QM	Überprüfung	Endversion	Freigabe	
	Beteiligte															
ESER																
Projektleitung	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RS
Educational Officer	RA	A	RA	A	A	A		A	A				A	I	S	
Präsidium ***	RA	A	RA		S			A	I					C	A	
Kongressorganisation	S			S	I					SC				I	I	
Dozierende, Prüfer	S			C	I		A	A	A				A	C	I	
Sonstige Mitglieder	I							C						I	I	
Zielgruppe (Lernende) *	I							C	S				A	C	I	
Unterstützung																
ESER Büro	I	S	S	S	I								S	I	I	
Projektssekretariat	I				I	S	S	S	S	S	S	S	S	I	I	
Projektstudent	I				I	A	A	A	A	A	A	A	I	A	I	
ESR																
ESR Präsidium	I				I									I	I	
Educational Officer	I				S			I						C	I	
Kongressorgansiation	I				I					SC				S	I	
Partner																
Nationale radiologische Gesellschaften *	I				I									I	I	
Lehrkrankenhäuser *	I				SC			I						SC	I	
Medizindidaktik	I				I			C						C	I	
Akkreditierungseinrichtungen	I				C									S	I	
Sponsoren	I				I									I	I	

Abbildung 5: EDER-Projektübersicht mit Zeitablauf und Verantwortlichkeiten.

Oberer Teil: Gantt-Diagramm, unterer Teil: RASCI-Matrix. Der ursprünglich geplante, hier dargestellte Zeitablauf konnte nicht vollends eingehalten werden. Die Ergebnisse der Abbildung wurden vorab veröffentlicht [12]. Abkürzungen: R = responsible, A = accountable, S = support, C = consulted, I = informed

* Gruppe eingeschränkt auf exemplarische Vertreter.

** Beschränkt auf ursprünglich geplante Umsetzung, da das Curriculum während der Erstellung des Gantt-Diagramms bzw. der RASCI-Matrix noch entwickelt wurde.

*** Das Präsidium umfasst mehrere Personen, die hier nicht näher angegeben wurden.

4.1.6 Evaluation

Es wurden ursprünglich umfassende summative und formative Evaluationen und das genaue Vorgehen dafür geplant. Nach weiteren gründlichen Überlegungen und Gesprächen im ESER-Board mit den curricularen Verantwortungsträgern stellte sich im

Verlauf heraus, dass die Umsetzung in dieser Form für die erste Kohorte als nicht machbar erschien. Im Ergebnis wurde deshalb neben den Evaluationen für die erste Kohorte der Vorschlag für das zukünftige Vorgehen und eine Erweiterung für spätere Kohorten festgehalten.

Fragebögen werden nach jedem Kurs eingesammelt um die Antwortraten zu erhöhen und den Aufwand der Datensammlung gering zu halten. Um die Validität der Evaluationen bei initial limitierter Methodik zu erhöhen, wurde der Einsatz verschiedener Messinstrumente zu mehreren Zeitpunkten empfohlen. Zur Förderung einer kontinuierlichen Verbesserung wurden Vorschläge zur erweiterten Evaluation formuliert und festgehalten, welche im Falle einer zukünftigen besseren Finanzlage umgesetzt werden sollen.

Benutzer und Verwendung der Evaluationsergebnisse

Die Evaluationsergebnisse werden primär von den Lernenden und curricularen Mitarbeitern verwendet. Potentiell weitere Nutzer sind die ESR und folgende, mit ihr assoziierte Organisationen: das European Training Assessment Programme zur externen Bewertung des Curriculums und Akkreditierung von Lehrkrankenhäusern und das European Board of Radiology, falls in Zukunft eine Infrastruktur für die Durchführung der Abschlussprüfungen des EDER und des EDiR geteilt wird [13].

Die formativen Evaluationen werden verwendet um den (1) Fortschritt und das Erreichen von Meilensteinen/Kompetenzen zu bewerten, die (2) wahrgenommene Wirksamkeit und Zufriedenheit der Lernenden mit den Lehr- und Prüfungsmethoden zu bewerten, um eine Lernerzentriertheit zu gewährleisten und zum (3) Verständnis und Verbesserung der individuellen Leistungen und des Curriculums.

Die summativen Evaluationen werden verwendet zur (1) Bewertung der Leistung der Teilnehmer, (2) Wirksamkeit des Curriculums und (3) Ableitung von curricularen Veränderungen. Weiterhin können alle Evaluationsergebnisse genutzt werden, um Fördermittel zu erlangen.

Evaluationsmethoden und -fragen

Die summative Evaluation der Lernenden findet zum Ende ihrer Weiterbildung in Form einer Abschlussprüfung statt. Zur Anmeldung müssen alle erforderlichen Voraussetzungen und Leistungsnachweise erfüllt sein. Dazu gehört (a) der Nachweis einer abgeschlossenen Facharztweiterbildung mit mindestens fünfjähriger Dauer bzw. zusätzlicher Berufserfahrung (Proof of experience) und (b) aktueller Beschäftigung

(Proof of practice), (c) eine absolvierte berufsbegleitende Schwerpunktspezialisierung in Notfallradiologie an der Heimatinstitution der Lernenden von mindestens einem Jahr, welche vom dort ansässigen Programmdirektor schriftlich bestätigt wurde, (d) die bestätigte Teilnahme an jeweils 11 ESER-Webinaren und -Workshops, (e) der Nachweis der Veröffentlichung eines von der ESER akzeptierten, fachspezifischen Papers/Posters, (f) mindestens 25 fachspezifische CME Punkte in den letzten drei Jahren, (g) eine aktive ESER-Mitgliedschaft und (h) ein aktueller Lebenslauf.

– Aktuelle Umsetzung:

- 20-minütige Strukturierte Mündliche Prüfung (SMP) zur tiefergehenden Beurteilung höherer kognitiver Lernziele und Einstellungen.
- 30 Multiple Choice Fragen (MCF) zur Beurteilung kognitiver Lernziele.
- Logbuch zur Dokumentation erreichter Meilensteine/Kompetenzen während der berufsbegleitenden Weiterbildung an der Heimatinstitution, welches vom dortigen Programmdirektor abschließend unterschrieben wurde, wobei auch vorher erreichte Kompetenzen, z.B. während eines Level II Scholarships in der Notfallradiologie, berücksichtigt werden.

Die formativen Evaluationen finden während der laufenden Weiterbildung statt und dienen dem direkten Feedback der Lernenden zum Curriculum und der Beurteilung von Fortschritten der Lernenden und des Curriculums, wodurch sich unmittelbar mögliche Veränderungen ableiten.

– Aktuell teilweise umgesetzt:

- One-Minute-Paper über Stärken und Schwächen der Veranstaltung, zur Klärung offener Fragen und zur stichprobenartigen Überprüfung, ob die Hauptlernziele erreicht wurden. Bei Bedarf können Lerninhalte sofort oder in der nächsten Unterrichtseinheit wiederholt werden.

– Geplant für die Zukunft:

- Umfragen der Lernenden nach jeder Lehrveranstaltung (Webinar, Workshop) zur (1) Lernumgebung, wie z.B. Equipment und Räumlichkeiten, (2) Lehrmethoden, (3) Organisation (4) Praxisrelevanz, (5) Lernatmosphäre, (6) wahrgenommene Wirksamkeit des Dozenten und (7) wahrgenommene Wirksamkeit der Lehrveranstaltung insgesamt, jeweils bewertet mit Likert-Skala 1 – 5 (trifft voll zu – trifft gar nicht zu) sowie offene Fragen zu Stärken und Schwächen.

- MCF nach Webinaren und Workshops mit einem ARS zur Bewertung des Verständnisses der jeweiligen Hauptlernziele und bei Bedarf anschließender Wiederholung und Diskussion derselben.
- Arbeitsplatz-basiertes Assessment während der berufsbegleitenden Weiterbildung an der Heimatinstitution zur Bewertung von erreichten Fertigkeiten und Kompetenzen mit anschließendem Feedbackgespräch über individuelle Stärken und Möglichkeiten zur Verbesserung.

Datenschutz

Alle Lernenden und Dozenten respektieren die Verschwiegenheitspflicht und den Datenschutz zur Förderung einer sicheren Lernatmosphäre und dem Schutz des Patienteninteresses. Die Evaluationen werden unmittelbar nach jeder Lerneinheit und der Abschlussprüfung ausgefüllt, eingesammelt und an den Curriculumkoordinator geschickt. Dieser wertet die erhobenen Daten mit Methoden der deskriptiven Statistik aus und gibt die Ergebnisse periodisch, derzeit jährlich, an den Curriculumsdirektor weiter.

Bekanntgabe von Ergebnissen

Das formative Feedback der Lernenden findet unmittelbar während der Weiterbildung statt. Die individuellen summativen Ergebnisse werden den Lernenden zeitnah mitgeteilt. Die aggregierten Daten der formativen und summativen Evaluationen werden interpretiert und auf der jährlichen ESER-Generalversammlung vorgestellt. Bei Bedarf werden curriculare Veränderungen vom Curriculumsdirektor vorgeschlagen und nach Abstimmung des ESER-Boards umgesetzt oder verworfen. Sollte eine curriculare Veränderung stattgefunden haben, werden die aggregierten Daten mit denen des letzten Jahres verglichen, um die Wirksamkeit der Veränderung zu bewerten.

4.2 Workshop am Beispiel Notfall Röntgen-Thorax

Die Tabelle 3 zeigt beispielhaft den Ablauf des Workshops „Notfall Röntgen-Thorax“. Die Präsenzphase des Workshops beträgt 90 Minuten und wurde in eine dezentrale Online-Vor- und Nachbereitungsphase von 20 Minuten bzw. 40 Minuten eingebettet. Im Sinne eines ICM werden in der Vorbereitungsphase kognitive Lernziele niedriger Taxonomie nach Bloom durch selbstgesteuertes E-Learning vermittelt, wohingegen die Anwendung und Vertiefung des Wissens während der Präsenzphase stattfindet. Die

Präsenzphase ist nach dem Sandwich-Prinzip aufgebaut (vgl. Abb. 3, S. 42) und verbindet kollektive Lernphasen mit individuellen und (Klein-)Gruppen Arbeitsphasen durch die Gelenke A – D (vgl. 3.2.4).

Tabelle 3: Ablaufplan eines 90-minütigen Workshops.

Phase	Gelenk	Dauer in min	Methode	Inhalt	ICAP
Vorbereitung		20	Online		
		15	Selbststudium	Wiederholung von Grundlagen (PDF, 10 Seiten)	
		5	Video	Demo der Befundung eines Rö-Th 1E Normalbefunds	
Präsenz		90	Workshop		
				Einstieg	
	A	1	Frontal	Begrüßung und Vorstellung	P
		1	Eyecatcher	Hervorgehobene „klinische Relevanz“ des Themas	P
		2	Frontal	Vorstellung von Lernzielen, Struktur, Inhalt und Ablauf der LV	P
				Theorie Röntgen-Thorax in 1 Ebene (Rö-Th 1E), Grundlagen	
		7	Impulsreferat	Technik, Qualitätskriterien, Feedbackregeln, Befundungsschema	P
	B1	2	Buzz Group	Form/ Inhalt eines schriftlichen Untersuchungsbefunds	A
	C1	3	Synchronisation	Ergebnisabfrage, Zusammenführung und Auflösung	A C
		4	Impulsreferat	Rö-Th 1E Normalbefund, Unterschiede Rö-Th im Liegen/ Stehen	P
				Fall-basiertes Lernen (FBL): Fall 1 = Beispiel	
		4	Frontal	Beispiel Fall 1 mit Erläuterung des weiteren Ablaufs	P
			Fall-basiertes Lernen	Interaktive Fälle, Rekursion Fall 2 bis 8	
		2	Aktivität L1	Strukturierte Befundung durch L	I C A
		1	Aktivität L2	Priorisierte Beurteilung durch andere/n L	I C A
		1	Aktivität L3	Peer-to-Peer-Feedback an L1, L2	I
		1	Interaktion	Auflösung und Ausgewähltes Dozierenden-Feedback an L1 – L3	I
		2	Frontal	Weitere Beispiele und Erläuterungen zu dieser Pathologie	P
				Ausstieg	
		3	Frontal	Zusammenfassung	
	B2	2	Buzz Group	Take-home points	A
	C2	4	Synchronisation	Ergebnisabfrage, Zusammenführung und Auflösung	C A
	D	1	Eye-Catcher	Wiederholung der hervorgehobenen „klinischen Relevanz“ des Themas	P
	Frontal	1		Erläuterung Nachbereitung, Verabschiedung	P
		1	Fragebogen	Evaluation	A
		2		Puffer	
Nachbereitung		40	Online		
		35	Selbststudium	Je 3 – 4 Beispiele zu jeder der 8 Pathologien	
		5	MC-Test	Lernkontrolle ohne Benotung	

Ablauf eines Workshops am Beispiel der Notfallbefundung des konventionellen Röntgen-Thorax mit dezentraler Vor- und Nachbereitung. Ergebnisse wurden vorab veröffentlicht [12]. Abkürzungen: Rö-Th = Röntgen-Thorax, L = Lernender (Nummer zur Kennzeichnung verschiedener Personen), A = Einstieg, B = Gruppenphase, C = Synchronisation der Gruppe, D = Ausstieg; ICAP = Aktivitätsniveau der L: I = interaktive, C = constructive, A = active, P = passive

In einem Impulsreferat werden zum Einstieg die Lernziele, der gewünschte Standard in der Befundung sowie die zugrunde liegenden Bewertungskriterien klar kommuniziert

und schaffen zusammen mit der Vermittlung der grundlegenden Feedbackregeln die Basis für individuelles Lernen. Für die B Gelenke wurden Buzz Groups implementiert, insbesondere um direkt nach dem Einstieg eine Aktivierung der Lernenden zu bewirken und eine Überwindung zur aktiven Teilnahme zu erleichtern.

Den Kern des Workshops bildet interaktives FBL, wobei je nach Geschwindigkeit der Gruppe ca. acht Fälle aus der ESR-Falldatenbank durch jeweils unterschiedliche Lernende nacheinander bearbeitet werden, während die restlichen Lernenden den Befundungsprozess beobachten und Peer-to-Peer Feedback geben. Durch die iterative Bearbeitung mehrerer Fälle können die Lernenden neben einer strukturierten Befundung auch die Anwendung guten Feedbacks sukzessiv verbessern. Die wechselnden Aktivitätsniveaus zwischen Lehrer und Lernenden sowie der Lernenden untereinander helfen zusätzlich, die Aufmerksamkeitspanne über einen längeren Zeitraum aufrechtzuerhalten.

4.3 Kontinuierliche Verbesserung

Die Inhalte des PDCA-Zyklus überschneiden sich teilweise mit dem Kern-Zyklus, wurden aber insbesondere um die konkrete Angabe von messbaren Zielvorgaben und geplanten Verbesserungen erweitert.

Plan

Die Planungsphase des Einstiegs enthielt die Analyse und Mobilisierung von Ressourcen und die Benennung von Posten und Verantwortlichkeiten (vgl. 4.1.5 und Abb. 5, S. 46), wobei speziell nach dem Brainstorming und der SWOT-Analyse im ESER-Board einige weitere Personen ihre Bereitschaft zu Teilnahme äußerten. Die limitierte Methodik der Evaluationen wurde zu Gunsten besserer Lehrmethoden hingenommen und eine geplante Verbesserung vorgemerkt. Für die Abschlussprüfung mit MCF und SMP wurden Zielvorgaben erstellt: Es sollen $\geq 80\%$ der Examensteilnehmer die standardisierte Abschlussprüfung bestehen. Um eine möglichst hohe Konformität mit europäischen Standards zu gewährleisten, wurde eine Checkliste erstellt und im Prozess der Curriculumsentwicklung selbstevaluiert. Im laufenden Betrieb soll vorerst jeder Jahreskongress der ESER, welcher wenige Monaten nach dem jährlichen ESR-Kongress stattfindet, genutzt werden, um die Planung insgesamt und insbesondere hinsichtlich der zu messenden Parameter anzupassen.

Do

Die Umsetzung fand bei vorerst geringer Teilnehmerzahl von bislang 12 Kandidaten statt. Da noch keine Prüfung stattfand, ist der erste Durchlauf noch nicht abgeschlossen.

Check

Die Prüfungsphase beinhaltet die Analyse der bevorstehenden Evaluation der Abschlussergebnisse (Wieviel Prozent der Teilnehmer demonstrierten Wissen über die Klinik und Indikationsstellung zur radiologischen Diagnostik und Intervention aller notfallradiologisch relevanten Krankheiten und Normvarianten und die Auswahl der angebrachten Modalitäten? Welche Auskunft geben die zusammengefassten qualitativen Evaluationen?), die Reevaluation europäischer Standards (Welche Teile des ETC Level III werden aktuell erfüllt? Gibt es aktuellere europäische Leitlinien/Standards?) und die Reevaluation von curricularen Ressourcen (Können mit den aktuellen Ressourcen geplante Verbesserungen umgesetzt werden?). Weitere Kenngrößen sind derzeit die Bewertungen der Lehrveranstaltungen und die curricularen Finanzen.

Act

Auf jedem jährlichen Kongress der ESR, welcher immer in Wien stattfindet und am Wochenende der ersten Märzwoche endet, werden die Prüfungen der Zielvorgaben zusammengeführt, ausgewertet, diskutiert und Maßnahmen beschlossen. Es wird beabsichtigt, diesen Prozess mehrmals im Jahr durchzuführen, was derzeit aufgrund der räumlichen Verteilung und der limitierten finanziellen Möglichkeiten nicht machbar ist. Typische Beispiele können sein:

- Wurde die Zielvorgabe erreicht ($\geq 80\%$ der Examensteilnehmer bestehen die Abschlussprüfung)?
 - Ja: keine Veränderung.
 - Nein: Diskussion mit ESER-Board über mögliche Ursachen, ggf. Kern-Zyklus erneut durchlaufen.
- Gibt es neue curriculare Ressourcen?
 - Ja: Evaluationsmethodik verbessern; Konformität mit europäischen Standards verbessern (z.B. Zertifizierung der Lehrkrankenhäuser).
 - Nein: Versuch der weiteren Mobilisierung von Ressourcen.

5 Diskussion

5.1 Sechsstufiges Modell zur Planung medizinischer Curricula nach Kern

Der Kern-Zyklus mit seinen sechs Stufen wurde sowohl während der Planung und Umsetzung des Curriculums als auch für die spätere Anpassung an unvorhergesehene äußere und geplante innere Veränderungen als sehr nützliche Methode wahrgenommen und ließ sich gut mit dem PDCA-Zyklus nach Deming kombinieren. Die Besonderheit des Kern-Zyklus lag im Vergleich zu anderen bewährten Methoden für die Curriculumsentwicklung in der spezifischen Ausrichtung auf die medizinische Lehre und einer für diesen Zweck sehr differenzierten Beschreibung möglicher Vorgehensweisen [20,57–59]. Die Problemidentifikation und der daraus abgeleitete Bedarf einer curricularen Intervention war bei der Entwicklung des EDER vorteilhaft für die Begründung einer notwendigen Ressourcenallokation bei den relevanten Vertretern der ESR und ESER, auch wenn diese noch durchaus ausbaufähig ist. Aufgrund des vorher zeitlich festgelegten Startpunktes des Curriculums durch die ESER und dem absehbar großen zeitlichen und monetären Aufwand einer aussagekräftigen Studie auf europäischer Ebene wurde bei der Bedarfsanalyse vorerst bewusst auf die Erhebung von Primärdaten verzichtet, welche die qualitativen und quantitativen Auswirkungen einer fehlenden Schwerpunktspezialisierung für Notfallradiologie in den europäischen Gesundheitssystemen untersucht. Hier könnte bei Bedarf in Zukunft noch nachgebessert werden, wobei dies nach eigener Ansicht nicht die höchste Priorität hat (vgl. 5.4 geplante Verbesserung).

Auch die spezielle Bedarfsanalyse der Lernenden durch Diskussionsrunden auf den ESR- und ESER-Kongressen war methodisch eingeschränkt und brachte nur qualitative und keine quantitativen Daten, was im Hinblick auf eine schnelle Implementierung des Curriculums in Kauf genommen wurde. Um eventuell unentdeckte Unterschiede bei den Lernenden und deren Anforderungen an die Lernumgebung gerecht zu werden, wurde der Einsatz lernerzentrierter Lehrmethoden favorisiert, welche unterschiedliche Lerntypen, Lerngeschwindigkeiten und Vorwissensstände berücksichtigten und genauer unter 5.3 diskutiert werden.

Dass die anfänglich geplanten formativen Evaluationen nach jeder Lehrveranstaltung als nicht machbar durch das ESER-Board eingestuft wurden, wurde mit großem

Bedauern hingenommen. Alternativ wurde der Einsatz von Feedback, ARS und One-Minute-Papern vorgeschlagen, wobei schlussendlich der obligatorische Einsatz von Feedback und fakultative Einsatz von One-Minute-Papern beschlossen wurde. Diese ersetzen gewissermaßen die formativen Evaluationen als Kompromiss, um den Aufwand für die Erhebung und Auswertung von Evaluationsdaten zu minimieren und diesen auf Abschlussprüfungen zu beschränken. Dies sollte im Rahmen der kontinuierlichen Verbesserung mehr berücksichtigt werden.

Derzeit fehlen noch quantitative Daten über den Fortschritt der Lernenden während des Curriculums sowie der Zufriedenheit mit den einzelnen Lehrern und den Lehrveranstaltungen. Dies ist nach eigener Ansicht der größte Kritikpunkt an der derzeitigen Umsetzung des EDER, da infolge belastbare Daten über den Verlauf des Curriculums fehlen, welche für eine regelmäßige Bewertung der Lehrveranstaltungen und Lehrer gerade in der kritischen Anfangsphase wünschenswert wären. Der Vergleich von erweiterten formativen Evaluationsergebnissen mit vorher erstellten Zielvorgaben im PDCA-Zyklus sollte erstrebenswert sein, um Daten für die Bewertung des Curriculums zu erhalten – nicht nur um zukünftige curriculare Entscheidungsprozesse objektiver zu gestalten, sondern auch um bei potentiellen Sponsoren die Chance auf eine finanzielle Förderung zu erhöhen.

Die gewichtete Matrixanalyse erwies sich als pragmatische Methode für die finale Auswahl der Lehrmethoden und ermöglichte sowohl die schnelle und einigermaßen objektive Entscheidungsfindung als auch die Einbeziehung aller Lehrverantwortlichen. Es lässt sich diskutieren, ob eine systematische Literaturrecherche über die Wirksamkeit und Lernerzentriertheit der Lehrmethoden sinnvoller für deren Auswahl gewesen wäre. Allerdings erschien dies aus zeitlichen Gründen nicht realisierbar und die Matrixanalyse ermöglichte eine große Zufriedenheit der Lehrverantwortlichen mit den ausgewählten Lehrmethoden, was vermeintlich auf ein höheres Mitbestimmungsrecht und das systematischere Vorgehen, im Vergleich zu einer Auswahl durch Diskussion mit anschließender Abstimmung, zurückgeführt werden kann.

Die 103 Lernziele des ETC Level III erschienen für den Umfang des Curriculums sehr viel und es wurde dem ESER-Board eine Kürzung und Zusammenlegung ähnlicher Lernziele empfohlen und vorbereitet, um die Übersichtlichkeit für Lehrer und Lerner zu erhöhen und eine realistische Vermittlung aller Lernziele zu ermöglichen. Das Konzept von WFK+E ist im ETC Level III wenig konkret definiert, so dass von einem einheitlichen Verständnis der ETC Level III Lernziele nicht auszugehen ist.

Entsprechend unterschiedlich ist die Auslegung in den europäischen Ländern [24]. Vielleicht wäre ein Verweis auf die Empfehlungen des European Qualifications Framework (EQF) von 2008 sinnvoll, welches auf dem Konzept von WFK+E aufbaut, dieses genauer definiert und zusätzliche Deskriptoren verwendet, um erwartete Lernoutcomes genauer zu beschreiben [60]. Das EQF wird zur besseren Vergleichbarkeit europäischer Berufsqualifikationen genutzt, entspricht den Empfehlungen des Europäischen Parlamentes und basiert auf langjähriger Forschung des CEDEFOP. Für zukünftige Revisionen des ETC Level III wäre auch ein Hinweis auf das CEDEFOP „Handbuch zur Definition, Schreiben und Anwenden von Lernzielen“ besonders hilfreich, um ein einheitlicheres Verständnis von Lernzielen sicherzustellen und die resultierenden Curricula untereinander vergleichbarer zu gestalten [61].

Das initiale Brainstorming im ESER-Board führte zu einer frühzeitigen Beteiligung aller curriculumsrelevanten Akteure. Die anschließende SWOT-Analyse bot gleich mehrere Vorteile. Sie half bei der Einschätzung der Machbarkeit, schaffte eine Diskussionsgrundlage über bevorstehende Aufgaben, zeigte Strategien zur Bewältigung von Herausforderungen auf und motivierte die ESER-Boardmitglieder vermehrt an der Entwicklung und Umsetzung des EDER teilzuhaben. Das Gantt-Diagramm visualisierte dabei die Abhängigkeiten kritischer Projektschritte und deren voraussichtlich benötigte Zeit, woraus sich ein genauerer Projektplan ableiten ließ und nochmals der hohe Termindruck betont wurde. Die RASCI-Matrix wies die Verantwortlichkeiten der einzelnen Projektschritte klar und unmissverständlich bestimmten Personen(-gruppen) zu und hielt diese schriftlich und für jeden nachvollziehbar fest. Dies erleichterte nicht nur die Aufgabenverteilung und Zusammenarbeit verschiedener Curriculumsbeteiligter über größere Entfernungen hinweg, sondern machte die zugewiesenen Verantwortlichkeiten auch im Nachhinein belastbar, wodurch nicht erfüllte Aufgaben eingefordert werden konnten.

5.2 Einhaltung europäischer Qualitätsstandards

Durch die wiederholte Selbstevaluation während des iterativen Prozesses der Curriculumsplanung ist das resultierende EDER größtenteils konform mit den Vorgaben des ETC Level III bezüglich der Struktur und Dauer des Trainings (vgl. 3.1.1), der Fokussierung auf eine kompetenzbasierte Lehre, dem Erreichen relevanter CanMEDS-Rollen (vgl. 3.1.3), der Kategorisierung der Lernziele nach WFK+E (vgl.

3.1.4) und Zuordnung von angemessenen Lehrmethoden und Evaluationen. Gleichwohl wurde die Einhaltung einiger Aspekte des ETC Level III durch eine initial beschränkte Verfügbarkeit von Ressourcen, zugunsten einer schnelleren Implementierung des Curriculums, zurückgestellt. Diese Entscheidung fiel nicht leicht, aber war retrospektiv richtig, da das ETC Level III gerade einigen fundamentalen Veränderungen durch die ESR unterliegt, welche den Versuch einer weiteren Annäherung während der Curriculumsplanung obsolet gemacht hätten. Die neueren ESR-Anforderungen werden ihren Mittelpunkt mehr auf die praktische Lehre setzen. Genauer gesagt wird die Zeit für die berufsbegleitende Weiterbildung im Lehrkrankenhaus auf mindestens zwei Jahre erhöht und die Anzahl der mindestens besuchten Kurse, Webinare oder Workshops auf drei reduziert werden.

Die Einhaltung der unter 3.1.2 beschriebenen infrastrukturellen Aspekte fiel dabei am schwierigsten, da viele von ihnen abhängig von den Gegebenheiten der Heimatinstitutionen für die berufsbegleitende Weiterbildung sind. Im Idealfall sollten diese Institutionen vorher besucht und akkreditiert werden, um die Einhaltung der 3.1.2 infrastrukturellen Aspekte zu gewährleisten, was unter den gegebenen Bedingungen nicht realisierbar war. Dies wäre nicht nur ein langwieriger Prozess, sondern hätte auch drastisch die Anzahl der verfügbaren Lehrkrankenhäuser und entsprechend die Anzahl der möglichen EDER-Teilnehmer beschränkt. Daher genügt vorerst die schriftliche Bestätigung eines vor Ort bestimmten Programmdirektors über die Dauer des Trainings und das Erreichen vorgegebener Kompetenzen im Logbuch. Auf die Einhaltung der genannten Vorgaben muss vertraut werden. Dieses Vorgehen ist bei weitem nicht optimal, aber es entspricht dem Vorgehen der Nachweise für die Voraussetzungen zur Facharztprüfung auf nationalen Ebenen und ist daher etabliert und insofern vertretbar. Um neben den infrastrukturellen Aspekten auch die generelle Curriculumsstruktur, Lehrmethoden und Ergebnisse objektiv zu bewerten, wäre ein externes Assessment nötig. Dafür könnte zukünftig das European Training Assessment Programme 2.0 beauftragt werden, welches als Initiative der UEMS und dem European Board of Radiology eine Zertifizierung nach europäischen Standards vornimmt und so neben der Bewertung der Wirksamkeit des Curriculums auch eine Aufwertung der Lehrkrankenhäuser bedeutet [62]. In Zukunft böte hier ein durch das ESER-Board gesteuerter Zertifizierungsprozess die Möglichkeit, die Qualität zu sichern bzw. zu verbessern und darüber hinaus auch die Möglichkeit zusätzlicher finanzieller Einnahmequellen für die Gesellschaft. Dies könnte vielleicht genutzt werden, um den Zugang für die Kandidaten zu vergünstigen und daher noch attraktiver zu machen.

Abgesehen davon konnten viele Anforderungen an die 3.1.2 infrastrukturellen Aspekte des ETC Level III eingehalten werden, was durch die Auswahl einer hohen Anzahl von dezentralen Lehrmethoden möglich war und weitere Vorteile bot: Der Einsatz von E-Learning, Webinaren und selbstgesteuertem Lernen half die Notwendigkeit von Präsenzphasen bei der Vermittlung von kognitiven Lernzielen zu minimieren. Da allerdings die Lehre von psychomotorischen und affektiven Lernzielen stark von der direkten Interaktion zwischen Lehrer und Lernendem profitiert, musste auch ein ausreichend großer Anteil von Präsenzphasen miteinbezogen werden. Aus diesem Grunde wurden die von ESER-Mitgliedern bereits gut besuchten, jährlichen Kongresse der ESR und ESER zur Umsetzung von Workshops und Abschlussprüfungen sowie der Präsentation von wissenschaftlicher Arbeit genutzt. Neben einer weiteren Steigerung der Kongressteilnehmer entstand so die Möglichkeit, eine gemeinsame Infrastruktur mit der ESR zu nutzen und die Kosten zu minimieren.

Die Fokussierung auf einen dezentralen Ansatz begünstigte die optimale Nutzung der ermittelten, initial verfügbaren Ressourcen (Webinare, Kongresse, E-Learning Material, ESER-Bücher). Weiterhin ermöglichte es die Einhaltung der angegebenen Qualitätsstandards in allen Lehrveranstaltungen, außer der praktischen, berufsbegleitenden Weiterbildung an der jeweiligen Heimatinstitution, da diese aus Gründen der Machbarkeit vor dem Start des EDER noch nicht ausführlich begutachtet werden können. Im Gegenzug resultierte ein erweiterter Zugang für die notfallradiologische Schwerpunktspezialisierung in Europa und ein externes Assessment der Heimatinstitutionen wurde für einen späteren Zeitpunkt geplant.

5.3 Bewährte und neue Lehrmethoden

In eine umfassende Übersichtsarbeit von Hattie 2009 [63] wurden 815 Metaanalysen mit über 50000 Studien eingeschlossen und 138 Einflussfaktoren auf Lernergebnisse untersucht und nach Effektstärke gerankt. Bei dem Ranking der Wirksamkeiten von Lehrmethoden lag Feedback auf Rang vier und scheint zusammen mit formativen Evaluationen auf Rang eins eine entscheidende Rolle zu spielen. Neben der großen Bedeutung von (1) Rückmeldung durch Feedback und Evaluationen formulieren Steffens et al. [64] aus den Ergebnissen von Hatties Studie die folgenden zwei weiteren Dimensionen der wirksamen Lehrmethoden: (2) Eindeutigkeit des Lehrers, direkte Anweisungen und Struktur sowie (3) aktivierende Lernstrategien, problemlösungsorientiertes Lernen und metakognitive Strategien.

Bezogen auf das EDER ist die Dimension (2) größtenteils von den jeweiligen Dozenten abhängig und kann nur durch entsprechende Einstellungskriterien vorab oder durch Schulungen im Verlauf verbessert werden. Die Lehrpläne in ihrer aktuellen Form berücksichtigen (1) durch die Schulung und extensive Anwendung von Feedback und (3) durch die Implementierung sowohl etablierter als auch neuer Lehrmethoden wie dem Sandwich-Prinzip, FBL, ICM und Buzz Groups. Die formativen Evaluationen finden derzeit nur durch Feedback und teilweise One-Minute-Paper statt, weshalb es keine derzeit noch keine verwertbaren quantitativen Daten gibt. Dieses Manko ist dem Zeitdruck der geplanten Implementierung geschuldet und soll in zukünftigen Iterationen im Rahmen der kontinuierlichen Verbesserung behoben werden (vgl. 5.4). Es gilt zu berücksichtigen, dass Hatties 2009 Übersichtsarbeit [63] nicht systematisch ist, Studien unterschiedlicher Evidenz einschließt, die Einschlusskriterien nicht klar ersichtlich sind und Populationen verschiedenen Alters und Entwicklungsstufen beinhaltet. Somit lässt sich die Aussagekraft und Übertragbarkeit auf das EDER trotz der imposanten Fallzahl nicht abschließend bewerten.

Auch die Studienlage zur Effektivität der Peyton-Methode ist widersprüchlich, weshalb vom European Resuscitation Council keine Empfehlung für die Anwendung der Peyton-Methode zur praktischen Lehre der kardiopulmonalen Reanimation ausgesprochen wurde [65], wobei Münster et al. [66] argumentieren, dass die zu Grunde liegenden Studien [67,68] andere Handlungsabläufe untersuchten und die Peyton-Methode am ehesten Wirksamkeit für komplexere Handlungsabläufe mit mehreren Items zeigt [69], professionelleres Auftreten und eine verbesserte Arzt-Patienten-Kommunikation fördern kann [70] und die Peyton-Methode wirksamer ist als ihre Einzelschritte [49]. Auf Grund des Mangels an einer besseren Alternative und einer schon vorhandenen Beherrschung und praktikablen Umsetzung, gerade der modifizierten Peyton-Methode für Kleingruppen nach Nikendei et al. [48], wird diese im Curriculum des EDER zwar angewendet, für die Zukunft aber eine Berücksichtigung der Handlungskomplexität in Betracht gezogen.

Ein systematisches Review der Best Evidence Medical Education Collaboration zur Effektivität von FBL kam zu folgendem Ergebnis [71]: Die Anwendung von FBL gefällt sowohl den Lernenden als auch den Lehrern, was subjektiv das Lernen erleichtert. Dies kann zu einer gesteigerten Motivation, Lernatmosphäre und Lernbereitschaft führen. Die gesteigerte Lernbereitschaft und das Lernen anhand relevanter klinischer Fälle scheint sich vorteilhaft auf den Lernprozess auszuwirken. Dabei kann FBL auch für Online-Lehrformate genutzt werden, sofern die

Aufmerksamkeit der Lernenden nicht zu sehr abfällt. Zur Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit während der Webinare wäre in Zukunft eine Nutzung der Buzz Groups sehr sinnvoll, wofür die verwendete Webinarumgebung die technischen Voraussetzungen bereitstellen muss. In den Workshops ermöglichten die Buzz Groups neben einer Aufmerksamkeitssteigerung auch vermehrte Kommunikation der Lernenden untereinander, was durch Zuhören, kooperieren, präsentieren und überzeugen von Ideen viele Aspekte der Arbeit im Team förderte.

Eine Übersichtsarbeit zur ICM von Bishop et al. 2013 [72] suggeriert, dass die Lernenden überwiegend zufrieden mit der ICM sind und anekdotische Evidenz darauf hinweist, dass die ICM vorteilhaft gegenüber klassischen Lehrveranstaltungen mit Präsenzphase und ohne interaktive Gruppenarbeit ist. Allerdings beinhaltet die Übersichtsarbeit kaum Studien mit Kontrollgruppen und nur eine Studie, die Lernergebnisse der Lernenden misst, anstelle der wahrgenommenen Wirksamkeit, weshalb die Autoren weitere experimentelle Studien fordern, um eine bessere Evidenz zu erhalten.

Means et al. [73] untersuchten für das U.S. Department of Education in einer umfangreichen Metaanalyse mit strengen Einschlusskriterien Studien im Zeitraum von 1996 – 2008, welche (1) E-Learning mit Präsenz-Lehrformaten, (2) Blended-Learning (Mischung aus E-Learning und Präsenz-Lehrformat) mit reinen Präsenz-Lehrformaten und (3) unterschiedliche Arten von E- und Blended-Learning miteinander verglichen. Dabei wurden nur randomisiert kontrollierte (experimentelle) und kontrollierte (quasi-experimentelle) Studien eingeschlossen, welche die Lernergebnisse der Lernenden maßen und genügend Daten für die Berechnung von Effektstärken beinhalteten. Im Ergebnis war ein durchschnittlicher Vorteil von E-Learning gegenüber Präsenz-Lehrformaten festzustellen, wobei dieser durchschnittliche Vorteil beim Vergleich von Blended-Learning mit reinen Präsenz-Lehrformaten noch größer ausfiel. Demnach scheint die ICM, welche zum Blended-Learning gehört, einen Vorteil gegenüber dem klassischen Präsenz-Lehrformat zu haben. Allerdings wurden die meisten Studien der Gruppe (2) nicht auf deren Art und Menge des Inhaltes kontrolliert, weshalb auch hier keine sicheren Rückschlüsse auf einen Vorteil getroffen werden können.

Den Erfolg und die Akzeptanz der ICM bei den Lernenden führen Tolks et al. [45] auf die Lernerzentriertheit, Anwendung von Wissen höherer Taxonomie in der Gruppe und die Integration technischer Innovationen zurück. Dabei geben sie zu bedenken, dass ein

Großteil der aktuell verfügbaren Studien zur ICM nicht spezifisch für die medizinische Lehre ist.

Um das ICM noch zu optimieren wäre ein Quiz mit MCF am Ende der Selbstlernphase denkbar um das Verständnis abzufragen und auch Rückschlüsse auf die Qualität der Selbstlernphase zu erhalten. Eine weitere Recherche zu schon vorhandenem, frei verfügbarem Lehrmaterial zur Vorbereitung könnte die Vorbereitungszeit der Lehrer für das ICM eventuell noch weiter verringern, wobei hier auf größtmögliche Kongruenz mit der Präsenzphase zu achten ist und mittlerweile schon Lehrmaterial aus den Vorbereitungsphasen der letzten Jahre gegeben ist.

5.4 Geplante Verbesserung

Obwohl das EDER-Curriculum der Definition einer kompetenzbasierten Lehre entspricht, indem es sich an Patientenbedürfnissen orientiert und anstelle von Lernzeit hauptsächlich auf Lernergebnisse konzentriert ist, gibt es einige Dinge, die verbessert werden könnten, um die Lernerzentriertheit zu optimieren [74]. Da das Demonstrieren neu erworbener Kompetenzen essentiell ist, um auf den Stufen der kontinuierlichen beruflichen Entwicklung voranzuschreiten, erscheint eine Erweiterung der formativen Evaluationen sinnvoll. Diese sollten regelmäßig und idealerweise in der gewohnten Krankenhausumgebung des Lernenden stattfinden, da einerseits Kompetenzen am besten in realistischen Bedingungen beurteilt werden und andererseits so haftungsrechtliche Fragen bei Arbeiten an Patienten in aller Regel bereits durch das lokale Arbeitsverhältnis abgedeckt sind. Dafür bieten sich Formen des Arbeitsplatzbasierten Assessment an. Regelmäßiges Feedback zum Fortschritt der Lernenden fördert die Fähigkeit zur Selbstbeurteilung und nachhaltigem kritischem Denken [75]. Als Ergebnis wurden Handlungsschritte für eine Verbesserung des Curriculums geplant, wobei die Umsetzung stark von der zukünftigen Verfügbarkeit monetärer und personeller Ressourcen abhängig ist:

1. Ein erweiterter Anforderungskatalog an die Lehrkrankenhäuser der berufsbegleitenden Fortbildung sollte erstellt werden, um alle im ETC Level III geforderten infrastrukturellen Aspekte zu erfüllen, wobei die Einhaltung extern bzw. durch ein ESER-Gremium in Form einer Akkreditierung bewertet werden sollte.

2. Die erreichten Kompetenzen des Logbuches sollten während der berufsbegleitenden Weiterbildung regelmäßig bewertet und mit Feedbackgesprächen Möglichkeiten zur individuellen Verbesserung gegeben werden. Dabei sollte das Logbuch mit Institutionen, die notfallradiologische Fellowships des Level II anbieten, abgeglichen werden, um den Aufwand für die Anerkennung erreichter Kompetenzen zu minimieren.
3. Formen von Arbeitsplatz-basiertem Assessment sollten integriert werden und regelmäßig den Fortschritt der erworbenen Fertigkeiten und Kompetenzen Beurteilen sowie individuelle Stärken und Schwächen aufzeigen und Lernziele ableiten, um die individuelle Leistung schon während der Fortbildungszeit zu verbessern.
4. Die Wirksamkeit des Curriculums und der einzelnen Lehrveranstaltungen sollte besser messbar gemacht werden. Die formativen Evaluationen nach den Lehrveranstaltungen sollen dafür um quantitative Items erweitert werden (siehe 4.1.6 geplant für die Zukunft). Das Evaluationsdesign der Abschlussprüfung könnte mit wenig Aufwand durch ein einfaches Prätest-Posttest-Design verbessert werden, wobei die Ergebnisse der Abschlussprüfung mit MCF gegen einen Test zu Beginn des Curriculums mit MCF verglichen werden. Abhängig von der zukünftigen Finanzlage der ESER, könnte das Prätest-Posttest-Design im Verlauf um Kontrollgruppen, z.B. von parallel Lernenden anderer europäischer Schwerpunktspezialisierungen erweitert werden, um die Aussagekraft zu erhöhen. Die Tests könnten mit den Kontrollgruppen zeitgleich auf den jährlich gemeinsam besuchten ESR-Kongressen stattfinden.

6 Schlussfolgerung

Die Entwicklung und Implementierung eines tragfähigen europäischen Curriculums für die Schwerpunktspezialisierung in Notfallradiologie war innerhalb eines Jahres möglich, trotz zeitlicher Begrenzung für die Curriculumsplanung und fehlender Finanzierung. Das initiale Brainstorming im ESER-Board mit anschließender SWOT-Analyse war neben einer realistischen Einschätzung der Machbarkeit besonders hilfreich bei der Mobilisierung von personellen Ressourcen. Die Darstellung des Projektablaufes im Gantt-Diagramm und Zuweisung von Zuständigkeiten in der RASCI-Matrix erleichterte die effektive Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten auch über große Entfernung hinweg. Die Selbstevaluation auf die Einhaltung der ETC Level III Rahmenbedingungen gab eine klare Richtung für die wichtigsten curricularen Eckpunkte vor, führte zu hoher Übereinstimmung mit europäischen Standards in der medizinischen Lehre, sicherte die Unterstützung der ESR und erleichterte die spätere Akkreditierung des Curriculums.

Die nur marginal durchgeführte spezielle Bedarfsanalyse der Lernenden konnte eventuelle Unterschiede in den Anforderungen an das Curriculum nicht sicher aufdecken, was durch die bislang spärlichen fakultativen Evaluationen weiter begünstigt wurde. Diese zeit- und ressourcenbedingte Limitation wurde bewusst wahrgenommen und versucht durch eine Priorisierung von wissenschaftsbasierten und lernerzentrierten Lehrmethoden zumindest teilweise auszugleichen. Die angewendeten Lehrmethoden berücksichtigen unterschiedliche Lerntypen, -geschwindigkeiten und Vorwissenstände und zielen auf eine langfristige Verbesserung der Lernerautonomie ab, was gerade im Hinblick auf das lebenslange Lernen und die kontinuierliche berufliche Entwicklung von besonderer Bedeutung ist. Die Notwendigkeit der Priorisierung führte zu der Entscheidung, lieber ein potenziell wirksames Curriculum zu entwickeln, was derzeit nur eingeschränkt messbar ist, als ein potentiell schlecht wirksames Curriculum, das gut messbar ist. Durch die Integration eines zwar schlanken, aber immerhin vorhandenen curricularen QM, ist ein Rahmen zur kontinuierlichen Verbesserung geschaffen, um die derzeitigen Schwachpunkte schrittweise zu reduzieren und letztlich ganz zu vermeiden. Dadurch und aufgrund eines gegenwärtig noch ausstehenden Durchlaufs der ersten Lernenden-Kohorte lässt sich allerdings zum jetzigen Zeitpunkt die Wirksamkeit des Curriculums und der einzelnen Lehrveranstaltungen noch nicht abschließend bewerten.

Neben der Art und dem Umfang der Evaluationen spiegeln sich die unausweichlichen Limitationen auch in der fehlenden Qualifizierung der Lehrkrankenhäuser für die berufsbegleitende Weiterbildung wider. Um dennoch eine Nachhaltigkeit des Curriculums zu erreichen, wurden wiederum entsprechende Maßnahmen in das QM integriert, welche neben einer kontinuierlichen Verbesserung auch die Flexibilität auf zukünftige Veränderungen erhöhen. Dies hat sich bereits bewährt, da die ESR als Muttergesellschaft die Vorgaben für die offizielle Unterstützung der Curricula von Tochtergesellschaften wie der ESER zum Jahreswechsel 2019 geändert hat. Rückwirkend betrachtet war es also sinnvoll, ein Curriculum lieber schnell als vollständig ausgereift den Start zu bringen.

Als wichtigster Schritt für die Zukunft müssen sowohl die Lehrveranstaltungen als auch das Curriculum besser messbar gemacht werden, um eine klare Aussage über die Wirksamkeit der Interventionen zu erhalten. Dies sollte weniger als Verpflichtung, sondern mehr als Möglichkeit gesehen werden, um bevorstehende curriculare Entscheidungen objektiver zu gestalten und mit einem nachweisbar wirksamen Curriculum effektiver für weitere ESER-Mitglieder zu werben.

Durch die Umsetzung des EDER wurde sowohl ein Zugang zur notfallradiologischen Schwerpunktspezialisierung in Europa als auch die Möglichkeit eines entsprechenden Qualifikationsnachweises realisiert. Es besteht große Zuversicht, dass in Folge die Wahrnehmung und Interessen der Notfallradiologie auf europäischer Ebene gestärkt wurden und in Zukunft weitere Bemühungen zur Förderung der Wissenschaft und Lehre dieses wichtigen Faches entstehen.

7 Zusammenfassung

In der Notfallversorgung nimmt die Radiologie durch frühe und präzise Diagnosen unter hohem Zeitdruck bereits zu Beginn der Patientenbehandlung eine zentrale Rolle ein. Die Inhalte und Dauer der notfallradiologischen Aus-, Fort- und Weiterbildung sind in Europa sehr inhomogen und es gibt keine gesonderte Möglichkeit zur notfallradiologischen Schwerpunktspezialisierung, wie es z.B. in den U.S.A. möglich ist. Daher hat die European Society of Radiology (ESR) die Subgesellschaft der European Society of Emergency Radiology (ESER) gegründet und mit der Entwicklung eines europäischen Curriculums beauftragt, welches im Rahmen dieser Dissertation als European Diploma in Emergency Radiology (EDER) entstanden ist. Grundlage dafür war das European Training Curriculum (ETC), das von der ESR als Blaupause für die Entwicklung europäischer Radiologie-Curricula bereitgestellt wurde und die dafür benötigten Qualitätsstandards vorgab. Ziel der Dissertation war die Entwicklung eines europäischen Curriculums für die Schwerpunktspezialisierung in Notfallradiologie inklusive (a) gesicherter und schneller Implementierung, (b) Einhaltung europäischer Qualitätsstandards, (c) Fokussierung auf lernerzentrierte Lehrmethoden und (d) einem Konzept zur kontinuierlichen Verbesserung.

Zu Beginn der curricularen Planungsphase wurden durch Brainstorming mit dem ESER-Board interne Stärken und Schwächen sowie externe Möglichkeiten und Gefahren des Curriculums in einer SWOT-Analyse festgehalten und Problembewältigungsstrategien abgeleitet. Anschließend wurde das Curriculumsprojekt in Teilschritte zerlegt, der Zeitablauf in einem Gantt-Diagramm festgehalten und Aufgaben sowie Zuständigkeiten mittels RASCI-Matrix abgebildet. Das Curriculum wurde mit dem sechsstufigen Modell nach Kern zur Planung medizinischer Curricula iterativ entworfen und im Verlauf mehrmals angepasst. Die Auswahl der Lehrformate richtete sich nach den Ergebnissen der speziellen Bedarfsanalyse und den ermittelten vorhandenen Ressourcen. Für die Auswahl aus einer Vielzahl möglicher lernerzentrierter Lehrmethoden wurde eine gewichtete Matrix-Analyse erstellt, welche deren Anzahl reduzierte, um den Lehrern einen sicheren Umgang mit den Lehrmethoden zu ermöglichen und den Schulungsaufwand dafür zu minimieren. Den einzelnen Lehrformaten und -methoden wurden passende Lernziele und Evaluationen entsprechend ihrer Taxonomie zugeordnet.

Das resultierende EDER besteht aus je 11 Webinaren und Workshops, selbstgesteuertem Lernen und wissenschaftlicher Tätigkeit sowie einer einjährigen berufsbegleitenden Weiterbildung in einem Lehrkrankenhaus im Heimatland der Teilnehmer. Das Abschlussexamen beinhaltet eine schriftliche Prüfung mit Multiple Choice Fragen sowie eine Strukturierte Mündliche Prüfung. Die Teilnahme daran setzt den Nachweis einer abgeschlossenen Facharztweiterbildung mit mindestens fünfjähriger Dauer, 25 fachspezifische CME-Punkte und eine aktive ESER-Mitgliedschaft voraus.

Aufgrund des Termindrucks durch die ESER musste die Curriculumsentwicklung priorisiert erfolgen, wobei die spezielle Bedarfsanalyse und Evaluationen anfangs spärlich ausfielen. Um dennoch eine kontinuierliche Verbesserung zu erreichen, wurden QM-Maßnahmen ergriffen, anfängliche Defizite wahrgenommen und konkrete Maßnahmen zur zukünftigen Optimierung vorgeschlagen. Die enge Ausrichtung des Curriculums am ETC gab die wichtigsten curricularen Eckpunkte vor, sicherte die Unterstützung der ESR und ermöglichte eine problemlose Akkreditierung. Der Fokus auf lernerzentrierte Lehrmethoden berücksichtigte unterschiedliche Wissensstände, Lerntypen und Lerngeschwindigkeiten. Die Minimierung von Präsenzphasen, Auslagerung der berufsbegleitenden Weiterbildung auf Heimatinstitutionen der Lernenden und das Anbieten von Workshops auf gut besuchten Kongressen erweiterte den Zugang zum EDER.

Die beschriebene Vorgehensweise ermöglichte die ortsunabhängige Entwicklung und Implementierung eines tragfähigen europäischen Curriculums für die Schwerpunktspezialisierung in Notfallradiologie innerhalb eines Jahres – trotz komplexer Vorgaben durch die ESR und einer notwendigen Priorisierung aufgrund knapper Ressourcen. Obwohl sich die Wirksamkeit des Curriculums aufgrund des spärlichen Evaluationsdesigns und der -methoden leider nicht abschließend bewerten lässt, werden die geplanten Verbesserungen und die Verankerung in ein QM dies hoffentlich für zukünftigen Kohorten ermöglichen.

8 Literaturverzeichnis

1. WFME/AMSE International Task Force. WFME Global Standards for Quality Improvement in Medical Education European Specifications [Internet]. Copenhagen: World Federation for Medical Education; 2007 [cited 2019 Mar 18]. p. 82. Available from: <https://wfme.org/publications/the-thematic-network-on-medical-education-in-europe-wfme-global-standards-for-quality-improvement-in-medical-education/>
2. Baert AL. Postgraduate radiological education in Europe E.A.R. working group. *Eur Radiol.* 1993;3(3):289–92.
3. Willatt JMG, Mason AC. Comparison of radiology residency programs in ten countries. *Eur Radiol.* 2006;16(2):437–44.
4. Rehani B, Zhang YC, Rehani MM, Palkó A, Lau L, Lette MNM, et al. Radiology education in Europe: Analysis of results from 22 European countries. *World J Radiol.* 2017 Feb 28;9(2):55.
5. European Society of Radiology. Radiological Training Programmes in Europe [Internet]. Vienna: European Society of Radiology; 2005 [cited 2019 Mar 18]. p. 12. Available from: https://www.myesr.org/sites/default/files/ESR_brochure_05.pdf
6. European Society of Radiology. Undergraduate education in radiology. A white paper by the European Society of Radiology. *Insights Imaging.* 2011;2(4):363–74.
7. European Union of Medical Specialists. History of UEMS [Internet]. Brussels: European Union of Medical Specialists; 2013 [cited 2018 Sep 28]. Available from: <https://www.uems.eu/about-us/presentation/history>
8. European Union of Medical Specialists. European Standards in Medical Training [Internet]. Brussels: European Union of Medical Specialists; [cited 2019 Jan 12]. Available from: <https://www.uems.eu/areas-of-expertise/postgraduate-training/european-standards-in-medical-training>
9. European Society of Radiology. European Training Curriculum for Radiology [Internet]. Vienna: European Society of Radiology; 2018 [cited 2019 Feb 10]. p. 152. Available from: <https://www.myesr.org/media/2838>
10. European Society of Radiology. Curriculum for Undergraduate Radiological Education [Internet]. Vienna: European Society of Radiology; 2017 [cited 2019 Feb 10]. p. 26. Available from: <https://www.myesr.org/media/2843>
11. European Society of Radiology. European Training Curriculum for Subspecialisation in Radiology [Internet]. Vienna: European Society of Radiology; 2018 [cited 2019 Feb 10]. p. 98. Available from: <https://www.myesr.org/media/2840>
12. Wagner MG, Fischer MR, Scaglione M, Linsenmaier U, Schueller G, Berger FH, et al. Subspecialisation in Emergency Radiology: Proposal for a harmonised European curriculum. *GMS J Med Educ.* 2017 Nov 15;34(5):Doc61-Doc61.

13. Vilar J. Message from the EDiR Scientific Director 04/16 [Internet]. Barcelona: European Board of Radiology; 2016. Available from: http://myebr.org/web/documents/pdf/Message_EDiR_Scientific_Director.pdf
14. Scheele F, Teunissen P, Luijk S Van, Heineman E, Fluit L, Mulder H, et al. Introducing competency-based postgraduate medical education in the Netherlands. *Med Teach*. 2008 Jan 1;30(3):248–53.
15. European Society of Radiology. Radiology trainees forum survey report on workplace satisfaction, ESR education, mobility and stress level. *Insights Imaging*. 2018 Sep 5;1–5.
16. Pines JM, Hilton JA, Weber EJ, Alkemade AJ, Al Shabanah H, Anderson PD, et al. International Perspectives on Emergency Department Crowding. *Acad Emerg Med*. 2011;18(12):1358–70.
17. Carter EJ, Pouch SM, Larson EL. The Relationship Between Emergency Department Crowding and Patient Outcomes: A Systematic Review. *J Nurs Scholarsh*. 2014 Mar 1;46(2):106–15.
18. Noveline RA. Core Curriculum in Emergency Radiology [Internet]. American Society of Emergency Radiology; 2019 [cited 2019 Mar 18]. p. 29. Available from: <https://cdn.ymaws.com/asere.org/resource/resmgr/CCIP/ASERCoreCurriculum.pdf>
19. European Society of Emergency Radiology. Statutes [Internet]. Vienna: European Society of Emergency Radiology; 2018 [cited 2019 Mar 18]. p. 8. Available from: <https://www.eser-society.org/app/uploads/ESER-Statutes-EN-2018-02-28.pdf>
20. Thomas PA, Kern DE, Hughes MT, Chen BY, editors. *Curriculum Development for Medical Education: A Six-Step Approach*. 3rd ed. Baltimore: JHU Press; 2015. 300 p.
21. Frank JR, Snell L, Sherbino J, editors. *CanMEDS 2015 Physician Competency Framework* [Internet]. Ottawa: Royal College of Physicians and Surgeons of Canada; 2015 [cited 2017 Feb 1]. p. 30. Available from: <http://www.royalcollege.ca/rcsite/documents/canmeds/canmeds-full-framework-e.pdf>
22. Royal College of Surgeons and Physicians of Canada. The CanMEDS 2015 project: Methodology [Internet]. 2019 [cited 2019 Jan 14]. Available from: <http://www.royalcollege.ca/rcsite/canmeds/about/canmeds-2015-project-methodology-e>
23. Bloom BS. *Taxonomy of educational objectives*. 1st ed. London: Longmans; 1956. 207 p.
24. Cedefop. Typology of knowledge, skills and competences: clarification of the concept and prototype [Internet]. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities; 2006 [cited 2019 Jan 12]. p. 140. Available from: http://www.cedefop.europa.eu/files/3048_en.pdf
25. European Society of Radiology. European Training Curriculum for Subspecialisation in Radiology [Internet]. Vienna: European Society of Radiology; 2015 [cited 2019 Jan 17]. p. 86. Available from: <https://www.eser-society.org/app/uploads/ESR-European-Training-Curriculum-Level-III.pdf>

26. Miller GE. The assessment of clinical skills/competence/performance. *Acad Med.* 1990 Sep;65(9 Suppl):S63-7.
27. Mager RF. *Lernziele und Unterricht.* Weinheim: Beltz; 1994.
28. Kaufman L, Rousseeuw PJ. *Finding groups in data: An introduction to cluster analysis.* Vol. 344. New Jersey: John Wiley & Sons; 2009.
29. Hattie J, Timperley H. The Power of Feedback. *Rev Educ Res.* 2007;77(1):81–112.
30. Nicol DJ, Macfarlane-Dick D. Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice. *Stud High Educ.* 2006;31(2):199–218.
31. Quibeldey-Cirkel K. ARSnova – Audience Response System für innovative Lehre [Internet]. Gießen: TransMIT – Gesellschaft für Technologietransfer mbH; 2018 [cited 2019 Feb 10]. p. 12. Available from: <https://arsnova.thm.de/blog/>
32. Sarikas A. OnlineTED - Voting made simple! [Internet]. 2018 [cited 2019 Feb 10]. p. 3. Available from: <https://www.onlineted.de/index.php>
33. Richardson ML. ARSenic - a free, open-source audience response system [Internet]. [cited 2019 Feb 10]. p. 1. Available from: <http://uwmsk.org/arsenic/>
34. Uni Paderborn. OpenSource | Pings über PINGO [Internet]. Paderborn; [cited 2019 Feb 10]. p. 2. Available from: <https://blogs.uni-paderborn.de/pingo/opensource/>
35. Nelson C, Hartling L, Campbell S, Oswald AE. The effects of audience response systems on learning outcomes in health professions education. A BEME systematic review: BEME Guide No. 21. *Med Teach.* 2012 Jun 11;34(6):e386-405.
36. Wahl D. *Lernumgebungen erfolgreich gestalten: Vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln.* 3. Auflage. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt; 2013.
37. Atkinson RC, Shiffrin RM. Human Memory: A Proposed System and its Control Processes. In: Spence KW, Spence JT, editors. *Psychology of Learning and Motivation.* New York: Academic Press; 1968. p. 89–195.
38. Baddeley A. Working memory. *Curr Biol.* 2010 Feb 23;20(4):R136–40.
39. Kadmon M, Strittmatter-Haubold V, Greifeneder R, Ehlail F, Lammerding-Köppel M. Das Sandwich-Prinzip – Einführung in Lerner zentrierte Lehr-Lernmethoden in der Medizin. *Z Evid Fortbild Qual Gesundheitswes.* 2008 Jan 1;102(10):628–33.
40. Pea RD. The Social and Technological Dimensions of Scaffolding and Related Theoretical Concepts for Learning, Education, and Human Activity. *J Learn Sci.* 2004 Jul;13(3):423–51.
41. Vygotsky L. Zone of proximal development. *Mind Soc Dev High Psychol Process.* 1987;5291:157.
42. McKenzie J. Scaffolding for success. *Educ Technol J.* 1999;9(4):12.
43. Brown G, Manogue M. AMEE Medical Education Guide No. 22: Refreshing lecturing: a guide for lecturers. *Med Teach.* 2001 May 3;23(3):231–44.
44. van der Vleuten CPM, Driessen EW. What would happen to education if we take education evidence seriously? *Perspect Med Educ.* 2014 Jun;3(3):222–32.

45. Tolks D, Schäfer C, Raupach T, Kruse L, Sarikas A, Gerhardt-Szép S, et al. An Introduction to the Inverted/Flipped Classroom Model in Education and Advanced Training in Medicine and in the Healthcare Professions. *GMS J Med Educ.* 2016;33(3):Doc46.
46. Srinivasan M, Wilkes M, Stevenson F, Nguyen T, Slavin S. Comparing Problem-Based Learning with Case-Based Learning: Effects of a Major Curricular Shift at Two Institutions. *Acad Med.* 2007 Jan;82(1):74–82.
47. Walker M, Peyton JWR. Teaching in the theatre. In: Peyton JWR, editor. *Teaching and learning in medical practice.* Manticore Publishers Europe Ltd.; 1998. p. 171–80.
48. Nikendei C, Huber J, Stiepak J, Huhn D, Lauter J, Herzog W, et al. Modification of Peyton’s four-step approach for small group teaching – a descriptive study. *BMC Med Educ.* 2014 Apr 2;14(1):68.
49. Krautter M, Dittrich R, Safi A, Krautter J, Maatouk I, Möltner A, et al. Peyton’s four-step approach: differential effects of single instructional steps on procedural and memory performance – a clarification study. *Adv Med Educ Pract.* 2015 May;6:399–406.
50. Jaques D. Teaching small groups. *BMJ.* 2003 Mar 1;326(7387):492–4.
51. Jaques D, Salmon G. *Learning in groups: A handbook for face-to-face and online environments.* 4th ed. New York: Routledge; 2007. 358 p.
52. Helms MM, Nixon J. Exploring SWOT analysis – Where are we now? A review of academic research from the last decade. *J Strateg Manag.* 2010;3(3):215–51.
53. Wilson JM. Gantt charts: A centenary appreciation. *Eur J Oper Res.* 2003;149(2):430–7.
54. Cadle J, Paul D, Turner P. *Business analysis techniques: 72 essential tools for success.* Swindon: BCS, The Chartered Institute for IT; 2010.
55. Project Management Institute. *A guide to the project management body of knowledge.* Pennsylvania: Newtown Square; 2013.
56. Goetsch DL, Davis SB. *Quality management for organizational excellence.* Harlow: Pearson; 2014.
57. Taba H. *Curriculum development: theory and practice.* New York: Harcourt, Brace & World; 1962.
58. Tyler RW. *Basic Principles of Curriculum and Instruction.* Chicago: University of Chicago Press; 2013.
59. Sheets KJ, Anderson WA, Alguire PC. Curriculum development and evaluation in medical education. *J Gen Intern Med.* 1992 Sep;7(5):538–43.
60. European Commission. *The European Qualifications Framework for Lifelong Learning [Internet].* Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities; 2008 [cited 2019 Feb 17]. p. 20. Available from: http://ecocompetences.eu/wp-content/uploads/2013/11/EQF_broch_2008_en.pdf

61. Cedefop. Defining, writing and applying learning outcomes: a European handbook [Internet]. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2017 [cited 2019 Feb 17]. p. 99. Available from: <http://dx.doi.org/10.2801/566770>
62. European Training Assessment Programme – ETAP [Internet]. European Board of Radiology; [cited 2016 Aug 25]. Available from: <https://www.myebr.org/etap-1933>
63. Hattie J. Visible Learning. London: Routledge; 2009.
64. Steffens U, Höfer D. Die Hattie-Studie: Forschungsbilanz & Handlungsperspektiven [Internet]. Institut für Qualitätsentwicklung; 2014 [cited 2019 Jan 18]. p. 25. Available from: <http://www.sqa.at/course/view.php?id=36>
65. Greif R, Lockey AS, Conaghan P, Lippert A, De Vries W, Monsieurs KG, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015. Resuscitation. 2015 Oct;95:288–301.
66. Münster T, Stosch C, Hindrichs N, Franklin J, Matthes J. Peyton’s 4-Steps-Approach in comparison: Medium-term effects on learning external chest compression - a pilot study. GMS J Med Educ. 2016;33(4):Doc60.
67. Orde S, Celenza A, Pinder M. A randomised trial comparing a 4-stage to 2-stage teaching technique for laryngeal mask insertion. Resuscitation. 2010 Dec;81(12):1687–91.
68. Greif R, Egger L, Basciani RM, Lockey A, Vogt A. Emergency skill training – A randomized controlled study on the effectiveness of the 4-stage approach compared to traditional clinical teaching. Resuscitation. 2010 Dec;81(12):1692–7.
69. Gradl G, Luebke C, Muenker R, Steinbusch J, Pape H-C, Knobe M. Die Vermittlung komplexer manualtherapeutischer Fertigkeiten – Konventionelle Lehre oder 4-Schritt-Methode nach Peyton: Eine prospektive randomisierte Studie. In: Gemeinsame Jahrestagung der Gesellschaft für Medizinische Ausbildung (GMA) und des Arbeitskreises zur Weiterentwicklung der Lehre in der Zahnmedizin (AKWLZ); 2015 Sep 09 - 03 Oct; Leipzig, Germany. Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; 2015. p. DocV534.
70. Krautter M, Weyrich P, Schultz J-H, Buss SJ, Maatouk I, Jünger J, et al. Effects of Peyton’s Four-Step Approach on Objective Performance Measures in Technical Skills Training: A Controlled Trial. Teach Learn Med. 2011 Jul 11;23(3):244–50.
71. Thistlethwaite JE, Davies D, Ekeocha S, Kidd JM, MacDougall C, Matthews P, et al. The effectiveness of case-based learning in health professional education. A BEME systematic review: BEME Guide No. 23. Med Teach. 2012 May 11;34(6):e421–44.
72. Bishop JL, Verleger MA. The Flipped Classroom: A Survey of the Research. In: ASEE Annual Conference & Exposition; 2013 Jun 23-26; Atlanta. Atlanta: American Society for Engineering Education; 2013.

-
73. Means B, Toyama Y, Murphy R, Bakia M, Jones K. Evaluation of Evidence-Based Practices in Online Learning: A Meta-Analysis and Review of Online Learning Studies [Internet]. Washington, D.C.: U.S. Department of Education, Office of Planning, Evaluation, and Policy Development; 2009 [cited 2019 Feb 21]. p. 93. Available from: <http://repository.alt.ac.uk/id/eprint/629>
 74. Frank JR, Mungroo R, Ahmad Y, Wang M, De Rossi S, Horsley T. Toward a definition of competency-based education in medicine: a systematic review of published definitions. *Med Teach*. 2010 Aug 1;32(8):631–7.
 75. Iobst WF, Sherbino J, Cate O Ten, Richardson DL, Dath D, Swing SR, et al. Competency-based medical education in postgraduate medical education. *Med Teach*. 2010 Aug 1;32(8):651–6.

Publikation

Wagner MG, Fischer MR, Scaglione M, et al. Subspecialisation in Emergency Radiology: **Proposal for a harmonised European curriculum**. GMS J Med Educ. 2017;34(5):Doc61. Published 2017 Nov 15. doi:10.3205/zma001138

Danksagung

Mein außerordentlicher Dank gilt meinem Doktorvater Herrn Prof. Wirth für die intensive Betreuung und gewährten Freiheiten bei der Ausarbeitung dieses hochinteressanten Themas, die häufige Korrespondenz bei formalen und fachlichen Fragen und die kontinuierliche motivationale Unterstützung und Geduld, welche die Anfertigung dieser Promotionsschrift überhaupt erst ermöglicht haben.

Besonderes möchte ich mich bei meinen Eltern Eva und Detlef für die jahrelange Unterstützung und liebevolle Rücksichtnahme während des Studiums und der Promotion bedanken.

Schließlich Danke ich Nora für ihr Verständnis und andauernden Rückhalt während der Promotionsphase.

Eidesstattliche Versicherung

Wagner, Martin Georg

Name, Vorname

Ich erkläre hiermit an Eides statt,
dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema

Entwicklung eines Curriculums für die Schwerpunktspezialisierung in Notfallradiologie auf europäischer Ebene

selbstständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

München, 20.03.2019

Martin Georg Wagner

Ort, Datum

Unterschrift