

Kardiologie 2023 · 17:173–185
<https://doi.org/10.1007/s12181-023-00614-3>
 Angenommen: 17. April 2023
 Online publiziert: 23. Mai 2023
 © Deutsche Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung e.V. Published by Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature - all rights reserved 2023



Update Curriculum Kardiale Magnetresonanztomographie

Andreas Rolf¹ · Ingo Eitel² · Mirja Neizel-Wittke³ · Ulf K. Radunski⁴ · Peter Bernhardt⁵ · Florian von Knobelsdorff⁶ · Florian André⁷ · Eike Nagel⁸ · Jeanette Schulz-Menger⁹ · Sebastian Kelle¹⁰

¹ Abt. Kardiologie, Kerckhoff-Klinik, Bad Nauheim, Deutschland; ² DZHK Partner Site Hamburg/Kiel/Lübeck, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Lübeck, Lübeck, Deutschland; ³ Elisabeth-Krankenhaus Rheydt, Kardiologie, Städtische Kliniken Mönchengladbach, Mönchengladbach, Deutschland; ⁴ Klinik für Innere Medizin I, Regio Klinikum Elmshorn, Elmshorn, Deutschland; ⁵ Dr. Haerer und Partner, Herzklinik Ulm, Ulm, Deutschland; ⁶ KIZ – Kardiologie im Zentrum, München, Deutschland; ⁷ Klinik für Innere Medizin, Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland; ⁸ Universitätsklinikum der Goethe Universität Frankfurt, DZHK Partner Site Rhein/Main, Frankfurt, Deutschland; ⁹ Charité Universitätsmedizin Berlin, ECRC und Helios Klinikum Berlin-Buch, Berlin, Deutschland; ¹⁰ Deutsches Herzzentrum Berlin, DZHK Partner Site Berlin, Charité Berlin, Berlin, Deutschland

Zusammenfassung

Ziel des *Curriculums Kardiale Magnetresonanztomographie* (k-MRT) ist die Beschreibung eines Weiterbildungsprozesses für den Kardiologen, dessen Ziel die Erlangung der Zusatzqualifikation k-MRT ist. Die curriculare Weiterbildung soll entsprechend den 3 unterschiedlichen Stufen den Kardiologen in die Lage versetzen, eine adäquate Indikationsstellung sowie die Durchführung und Befundung von k-MRT-Untersuchungen an einer größeren Patientenzahl mit breitem Krankheitsspektrum zu ermöglichen. Darüber hinaus soll der Kardiologe fakultativ einen höheren Grad der Fortbildung erreichen können, sodass er auf dem höchsten Level der Zusatzqualifikation auch in der Lage sein sollte, ein k-MRT-Labor zu leiten und eigenständig wissenschaftliche k-MRT-Untersuchungen durchzuführen. Das Curriculum soll in einem definierten und von der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V. (DGK) zertifizierten Prozess durchgeführt werden, welcher die Qualität der Zusatzqualifikation sichern soll. Die Zertifizierung betrifft nicht nur die Programmkandidaten, sondern auch die Zulassung von Weiterbildungszentren und die Prüfung der Programmkandidaten. Die Weiterbildung in der k-MRT-Bildgebung in Deutschland wurde den europäischen und internationalen Curricula angeglichen (weitgehend übereinstimmend mit den Anforderungen für Level 1–3 der European Society of Cardiovascular Imaging [EACVI] und der Society of Cardiovascular Magnetic Resonance [SCMR]), sodass eine gegenseitige Anerkennung und ein innereuropäischer Austausch in der Weiterbildung möglich sind.

Schlüsselwörter

Weiterbildung · Zusatzqualifikation · Curricula · Zertifizierung · Fachgesellschaft · Kardiovaskuläre MRT

Der Verlag veröffentlicht die Beiträge in der von den Autorinnen und Autoren gewählten Genderform. Bei der Verwendung des generischen Maskulinums als geschlechtsneutrale Form sind alle Geschlechter impliziert.



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

Präambel

Seit Einführung des *Curriculums Kardiale Magnetresonanztomographie* (k-MRT) 2014 hat sich nicht nur das Verfahren selbst erheblich weiterentwickelt, es hat auch Veränderungen der Fort- und Weiterbildungslandschaft gegeben, die in

dem vorliegenden Update berücksichtigt werden sollen.

Nicht zuletzt getrieben durch die COVID-19-Pandemie haben Online-Weiterbildungsformate zunehmend an Bedeutung gewonnen; zeitgleich ermöglichen telemedizinische Anwendungen und Bildübertragungsformate überregio-

nale Falldiskussionen bis hin zum Remote Scanning.

Dieser Entwicklung soll durch Einführung einer Online-Zertifizierung Rechnung getragen werden, die es auch Kolleginnen und Kollegen (Programmkandidat*Innen) an Kliniken oder in der Niederlassung (Praxen/MVZ) ohne etabliertes k-MRT im Verbund mit einer akkreditierten Stätte der Zusatzqualifikation k-MRT ermöglichen soll, alle Stufen der Zusatzqualifikation zu durchlaufen, um sich schließlich als Kardiolog*In zertifizieren zu lassen.

Ziel der Curricula war immer, kardiologisches Wissen und technische Fertigkeiten zu vermitteln, die über die Weiterbildungsordnung der Landesärztekammern hinausgehen. Dieser Leitlinie soll auch das vorliegende Curriculum mit seinen spezifischen Schwerpunkten gerecht werden. Die Anzahl der für die höchste Stufe des Curriculums erforderlichen Untersuchungen wurde dementsprechend auf das von den Landesärztekammern vorgeschriebene Niveau angehoben, der Syllabus um die neuesten Entwicklungen der k-MRT ergänzt und Themen wie T1/T2-Mapping und myokardialer Strain aufgenommen, die möglicherweise noch nicht flächendeckend eingesetzt werden, deren Verständnis aber für die zukünftige Bedeutung der k-MRT unverzichtbar ist.

Zudem wird der Sicherheitsaspekt der Anwendung der MRT in allen öffentlichen Diskussionen zunehmend in den Vordergrund gerückt. Ein Fachkudenkurs MRT, der die physikalischen Prinzipien der MRT und ihre Risiken sowie die möglichen allergischen und toxischen Nebenwirkungen der Gadolinium-Chelate behandelt, wurde daher in das Curriculum integriert.

Um eine begriffliche Abgrenzung gegenüber den Weiterbildungskatalogen der Landesärztekammern zu treffen, wird im Folgenden von Programmkandidaten und Stätte der Zusatzqualifikation gesprochen. Personenbezeichnungen werden einheitlich und neutral für alle Geschlechter verwendet.

1. Einleitung

Die kardiovaskuläre Magnetresonanztomographie (k-MRT) hat in den letzten Jahren nicht nur zunehmend Eingang in internationale Leitlinien gefunden [1],

sondern ist auch ein fester Bestandteil der Weiterbildungsordnung Kardiologie. Dies spiegelt die Bedeutung der Methode bei der Diagnostik und Therapieführung sowohl der koronaren Herzkrankheit als auch der nichtischämischen Entitäten wider [2]. Dabei spielt das Alleinstellungsmerkmal der k-MRT, die nichtinvasive Myokarddifferenzierung, eine entscheidende Rolle. Nicht nur die Detektion von reversiblen und irreversiblen Schäden und die Differenzierung von spezifischen behandelbaren Ursachen, wie z. B. Amyloidose, sondern auch die Risikostratifizierung einschließlich Therapieentscheidung begründen die Notwendigkeit, k-MRT in der klinischen Routine einzusetzen. Da die Therapie in der Hand von Kardiologen liegt, der Untersuchungsgang häufig an die Differenzialdiagnose angepasst werden muss und die Interpretation der Untersuchungsergebnisse oft im Zusammenspiel mit der klinischen Präsentation erfolgt, ist eine kardiologische Fachkompetenz unerlässlich. Insbesondere bei multimorbiden Patienten mit kardialen Devices ist vor/während/nach einer MRT die kardiologische Expertise empfohlen, da es andernfalls zu vital bedrohlichen Komplikationen kommen kann [3]. In den letzten Jahren sind die MRT-Sequenzen deutlich stabiler geworden, sodass es an der Zeit ist, die Ausbildungsdauer und das Curriculum anzupassen, ohne Qualitätseinbußen hinnehmen zu müssen. Einen wesentlichen Baustein für eine standardisierte Untersuchung stellen die Veröffentlichungen der Society of Cardiovascular Magnetic Resonance (SCMR) dar, in der sowohl die Basisprotokolle als auch die erforderlichen Auswertungen beschrieben werden [4, 5]. Hervorzuheben ist, dass die Empfehlungen der European Society of Cardiology (ESC), der DGK und der SCMR eine hohe Übereinstimmung aufweisen.

Die Durchführung und Befundung einer k-MRT-Untersuchung benötigt neben grundlegendem technischem Wissen v. a. die Kompetenz, die Ergebnisse den Krankheitsbildern zuzuordnen und die erforderlichen Schlussfolgerungen ziehen zu können. Dies stellt die Voraussetzung für die beste Versorgung der Patienten durch eine akkurate Diagnostik, Vermeidung von unnötigen weiteren Untersuchungen sowie

Kosteneinsparungen im Gesundheitssystem dar.

2. Ziele

Ziel des *Curriculums Kardiale Magnetresonanztomographie* ist die Beschreibung eines klar definierten Weiterbildungsprozesses für Kardiologen, deren Ziel die Erlangung der Zusatzqualifikation k-MRT ist. Die curriculare Weiterbildung soll entsprechend den 3 unterschiedlichen Stufen den Kardiologen in die Lage versetzen, eine adäquate Indikationsstellung sowie die Durchführung und Befundung von k-MRT-Untersuchungen an einer größeren Patientenzahl mit breitem Krankheitsspektrum vorzunehmen. Darüber hinaus soll der Kardiologe fakultativ einen höheren Grad der Qualifizierung erreichen können, sodass er abschließend in der Lage ist, ein k-MRT-Labor zu leiten und eigenständig wissenschaftliche k-MRT-Untersuchungen durchzuführen. Das Curriculum soll in einem definierten und von der DGK zertifizierten Prozess durchgeführt werden, welcher die Qualität der Weiterbildung sichern soll. Die Zertifizierung betrifft nicht nur den Weiterbildungsprozess, sondern auch die Zulassung von Weiterbildungszentren und die Prüfung der Programmkandidaten. Die Weiterbildung in der k-MRT-Bildgebung in Deutschland wurde den europäischen und internationalen Curricula angeglichen (weitgehend übereinstimmend mit den Anforderungen für Level 1–3 der ESC/EACVI sowie SCMR), sodass eine gegenseitige Anerkennung und ein innereuropäischer Austausch in der Weiterbildung möglich sind.

3. Syllabus

3.1 Inhalte

Folgende Inhalte sollen während der Weiterbildung in der k-MRT vermittelt werden:

- Sicherheitsaspekte der MRT allgemein, statisches Magnetfeld, Gradientenfelder, Radiofrequenzimpulse, Fremdkörper und ihre Bedeutung, Kontrastmittel, Evakuierung,
- kardiovaskuläre Anatomie, Physiologie und Pathophysiologie,
- Patientenauswahl, Indikation und Limitationen,

- d. Vorbereitung, Durchführung und Nachsorge des Patienten,
- e. Auswertung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse zusammen mit den übrigen Informationen,
- f. Kenntnisse der verschiedenen k-MRT-Prozeduren und deren Aussagekraft inklusive Kenntnisse der Funktionsweise der MRT sowie technischer Limitationen,
- g. selbstständige Durchführung und Befundung von k-MRT-Untersuchungen.

3.2 Lernziele

- Level 1. Sicherheit, Indikationsstellung, Durchführung und Interpretation der Befunde (Grundkenntnisse und Überblick)
- Level 2. Zusätzlich zu Level 1: Kenntnis der verschiedenen k-MRT-Untersuchungsprozeduren und deren Bedeutung für die Diagnose sowie Kenntnis der Physik der MRT-Bildgebung; selbstständige Durchführung und Interpretation von k-MRT-Untersuchungen
- Level 3. Zusätzlich zu Level 2: Spezifische Kenntnisse über spezielle Bildgebungssequenzen für bestimmte klinische Fragestellungen inklusive der Interpretation von Artefakten, Grundlagen der Spektroskopie, Kenntnisse im Datenmanagement und ggf. Durchführung wissenschaftlicher k-MRT-Studien; berechtigt zur selbstständigen Leitung einer k-MRT-Abteilung sowie Ausbildung der Programmkandidaten gemäß *Curriculum Kardiale Magnetresonanztomographie* der DGK

4. Durchführung der Qualifizierung

Das Curriculum ist, wie oben beschrieben, in 3 Stufen angelegt, um den verschiedenen Interessen und Zielen der einzelnen Programmkandidaten entgegenzukommen. In Level 1 sollen die Grundlagen der MRT-Technik und der diagnostische Nutzen der k-MRT erlernt werden. Für Level 2 ergeben sich für die Programmkandidaten weitergehende Perspektiven, weil der Kardiologe nach Erteilung des Zertifikats in einem k-MRT-Labor unter der Leitung eines Level-3-zertifizierten Kardiologen

oder Radiologen die Indikationsstellung, die Untersuchung selbst und die Befundung eigenständig durchführen kann. In Level 3 sollen Kardiologen weitergebildet werden, die entweder eine spezifische klinische oder wissenschaftliche Karriere in der k-MRT-Bildgebung anstreben und/oder die Leitung eines k-MRT-Labors übernehmen wollen. Entsprechend den unterschiedlichen Anforderungen in den 3 Leveln sind die Struktur und die Weiterbildungsinhalte in unterschiedlichem Umfang gestaffelt. Jedes Level der Qualifizierung erfordert eine bestimmte Anzahl zu befundender und selbst durchzuführender Untersuchungen sowie eine definierte Weiterbildungszeit inklusive DGK-anerkannter Kurse mit entsprechenden CME-Punkten. Für eine Original- oder Übersichtsarbeit im Bereich k-MRT als Autor oder Koautor können 5 CME-Punkte angerechnet werden, insgesamt maximal 10 CME-Punkte.

Die einzelnen Level der Qualifizierung müssen nicht hintereinander erbracht werden. Programmkandidaten, die an DGK-zertifizierten Stätten der Zusatzqualifikation arbeiten oder im Rahmen einer Online-Ausbildung entsprechende Zahlen erreichen, können sich auch direkt gemäß Level 2 oder 3 ausbilden und zertifizieren lassen.

Eine Absolvierung der Qualifizierung in Teilzeit (mindestens 50 % einer Vollzeitstelle) ist möglich. Wird das Programm in Teilzeit durchlaufen, verlängern sich die Mindestqualifizierungszeiten für die jeweiligen Level und die Mindestdauer etwaiger Qualifizierungsblöcke entsprechend. Die maximale Dauer der Programmteilnahme für die jeweiligen Level bleibt davon unberührt.

Voraussetzung zur Erlangung der Level 1–3 ist, unabhängig von den übrigen CME-Punkten, der Besuch des Fachkurses Kernspintomographie der DGK.

Die Zertifizierung für Level 2 und 3 erfordert zudem die erfolgreiche Teilnahme an der k-MRT-Abschlussprüfung der DGK.

Bei Erfüllung aller Voraussetzungen erhalten die Weitergebildeten ein Zertifikat der DGK. Die persönlichen Anerkennungen (Level 1–3) werden befristet erteilt; anschließend ist eine Rezertifizierung notwendig (s. Punkt 12).

Level 1

Level 1 umfasst die Grundlagen der Indikationsstellung, Durchführung und Auswertung der k-MRT sowie deren physikalische und technische Grundlagen inklusive von Sicherheitsaspekten. Die Dauer der Weiterbildung beträgt 4 Wochen und kann innerhalb von maximal 10 Monaten erbracht werden. In diesem Zeitraum muss der Weiterzubildende mindestens 50 klinische Fälle eigenständig befunden und diese in dem von der DGK zur Verfügung gestellten Logbuch erfassen. Die selbstständige Durchführung einer k-MRT-Untersuchung ist in diesem Level nicht erforderlich.

Die Teilnahme an einem DGK-, EACVI- oder SCMR-anerkannten, mindestens eintägigen k-MRT-Kurs (entsprechend 8 CME-Punkten) ist obligat. Die Kurse können während der Facharztausbildung durchgeführt werden, die Zertifizierung erfolgt aber nur für Fachärzte für Innere Medizin/Kardiologie oder Teilgebiet Kardiologie.

Die Weiterbildung zu Level 1 kann komplett online durchgeführt werden. Bei teilweiser oder kompletter Durchführung an einer Stätte der Zusatzqualifikation beträgt die kleinste Qualifizierungseinheit 1 Woche.

Inhalte

- Physikalische Grundlagen der MRT, Verständnis von T_1 -, T_2 -, T_2^* - und Protonendichtewichtung, Schichtselektion, Phasen- und Gradientenkodierung, Kenntnisse über die physikalischen Besonderheiten der k-MRT
- Kenntnisse über die Standardebenen der k-MRT
- Kenntnisse über die Anwendung von Kontrastmitteln und deren Kontraindikationen
- Prinzipien der wichtigsten k-MRT-Untersuchungstechniken wie Steady-State Free Precession (SSFP), Phasenkontrastmessungen, Ruhe- und Stressperfusion, Ödembildung und Late-Gadolinium-Enhancement (LGE)
- Auswahl und Zusammenstellung von Untersuchungsprotokollen für die häufigsten kardialen Fragestellungen (Morphologie und Funktion, Ischämie- und Vitalitätsnachweis, Myokarditis)

- Kenntnisse über die Indikationen für die k-MRT sowie das Zusammenwirken mit anderen bildgebenden Modalitäten (multimodale Bildgebung)
- Prinzipien der strukturierten Befundung der k-MRT mit Quantifizierung der kardialen Morphologie und Funktion einschließlich der Volumetrie
- Kenntnisse über relative und absolute Kontraindikation zur k-MRT
- Kenntnisse über die MRT-Fähigkeit passiver und aktiver medizinischer Implantate und Fremdkörper

Level 2

Die curriculare Weiterbildung Level 2 soll auf den Erfahrungen aus Level 1 aufbauen. Vor Aufnahme in das Programm für Level 2 und 3 haben Kandidaten eine dreimonatige Grundausbildung in kardialer Bildgebung (Echokardiographie und/oder k-MRT und/oder kardiale Computertomographie) nachzuweisen. Wenngleich Kandidaten bereits während der Facharzt Ausbildung in das Ausbildungsprogramm der Level 2 und 3 aufgenommen werden können, erfolgt die Zertifizierung erst nach erfolgreicher Facharztprüfung (Innere/Kardiologie oder Teilgebiet Kardiologie).

Die Mindestdauer der Weiterbildung beträgt insgesamt 12 Wochen, die maximale Zeitspanne für die Absolvierung 24 Monate. Im Falle der Online-Qualifizierung müssen während der Ausbildung mindestens 4 Wochen als Präsenzzeit an der Stätte der Zusatzqualifikation absolviert werden; diese kann in wöchentliche Blöcke unterteilt werden. Während der Weiterbildungsphase mit Präsenz soll der Weiterzubildende aktiv am Scanner bei der Patientenvorbereitung, Durchführung der Untersuchung und deren Interpretation tätig werden.

Er muss die Beteiligung an 200 Untersuchungen nachweisen. Davon sind mindestens 50 Untersuchungen unter der Aufsicht eines von der DGK Level-3-zertifizierten Ausbilders selbstständig zu befunden und mindestens 50 Untersuchungen als primärer Operator durchzuführen. Die geforderten Untersuchungen sind in dem von der DGK zur Verfügung gestellten Logbuch zu erfassen.

Wird die Weiterbildung onsite an einer Stätte der Zusatzqualifikation durchgeführt, die selbst als Weiterbildungsstätte durch die zuständige Ärztekammer anerkannt ist und 2 Leiter mit der persönlichen Zusatzqualifikation k-MRT vorhält, kann die Weiterbildungszeit auf 8 Wochen reduziert werden, die geforderten Mindestzahlen an k-MRT bleiben davon unberührt.

Während der gesamten Weiterbildungszeit soll sich der Kandidat durch Selbststudium, Vorlesungen und spezifische Fortbildungen vertieft in die kardiale Bildgebung und k-MRT-Bildgebungstechnik einarbeiten. Die Teilnahme an einer DGK-, EACVI- oder SCMR- anerkannten mindestens eintägigen k-MRT-spezifischen Weiterbildung (entsprechend 8 CME-Punkten) ist für die Zertifizierung obligat. Darüber hinaus müssen weitere CME-Punkte über fachspezifische Kurse oder Kongresse nachgewiesen werden (s. [Tab. 1](#)). Neben dedizierten k-MRT-Kursen oder Bildgebungskongressen werden auch CME-Punkte über die Jahrestagung der DGK oder den jährlichen Kongress der ESC, EACVI oder SCMR akzeptiert. CME-Punkte aus Selbststudium können nicht anerkannt werden.

Die Weiterbildung in Level 2 sollte ein Verständnis für alle relevanten Aspekte wie die Sensitivität, Spezifität, Präzision, Anwendungsgebiete, Kosten, Akquisitionsmethoden und Limitationen der aktuellen k-MRT-Techniken vermitteln. Zusammenfassend sind folgende Kompetenzen in Level 2 zusätzlich zu denen in Level 1 zu erwerben (angelehnt an die Empfehlungen der k-MRT Working Group der ESC [\[6\]](#)):

MR-Physik

- Grundlagen der MR-Bildgebung wie der Aufbau des k-Raums, Gradientenecho, Spinecho, Fast-Spinecho, echoplanares Imaging, Spiralabtastung, SSFP und paralleles Imaging
- Spezielle Bildgebungssequenzen einschließlich Fluss und Bewegung, Phasenimaging, Time-of-Flight-Angiographie, Kontrastmittel und Radiofrequenz-Mapping
- Hardwarekomponenten wie die Elemente des Aufbaus von Gradienten-

spulen, Receiverspulen und des digitalen Samplings

- Ursachen von Artefakten wie Bewegungsartefakte und Artefakte durch Arrhythmien oder Metallobjekte

Klinische Anwendung – didaktisches Programm

- Bildgebung und Analyse der Herzfunktion (Cine-Imaging und Tagged-Cine-Imaging inklusive der SSFP-Sequenzen)
- Volumetrische Bildgebung und Messung der Muskelmasse, des rechts- und linksventrikulären Volumens und der Ejektionsfraktion (mithilfe des Cine-Imaging)
- Flussimaging (z. B. geschwindigkeitskodierte Methoden) und Analyse der Velocity-encoded-Bilder zur Bildgebung von Klappenfehlern (abnorme Struktur und Funktion)
- Bildgebung von Myokardinfarkten, Narbendarstellung und Analyse der Vitalität anhand des LGE-Imaging
- Pharmakologische Stressuntersuchungen zur Frage der Myokardischämie mit Evaluation der regionalen Ventrikelfunktion (Hypo-Akinesie) und/oder von Perfusionsdefekten anhand des First-Pass-Perfusions-Imaging mittels MRT-Kontrastmittel
- MR-Angiographie der Koronararterien und Klassifizierung von Koronaranomalien
- Analyse von Aortenpathologien mittels k-MRT
- Analyse häufiger angeborener Herzfehler im Kindes- oder Jugendalter bzw. im Erwachsenenalter wie Koarktation der Aorta, Fallot-Tetralogie, intrakardiale Shunts oder Koronaranomalien
- k-MRT-Analyse der Herzinsuffizienz einschließlich Inflammation, Phänotypen von Kardiomyopathien (hypertrophe Kardiomyopathie, arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie, dilatative Kardiomyopathie)
- Bildgebung des Perikards
- Darstellung und Analyse kardialer Raumforderungen und Tumoren

Weiterhin sollten sich Kandidaten in Level 2 mit folgenden Aspekten auseinandersetzen:

| Tab. 1 Persönliche Anerkennung der Zusatzqualifikation durch Programmteilnahme | | Mindestzahlen und -zeiten | Qualifizierungsinhalte | Einzureichende Unterlagen |
|--|-----------------|---|--|--|
| Level | Voraussetzungen | 50 eigenständige Befundungen von mindestens 50 klinischen Fällen Mentor: Facharzt für Innere Medizin und Kardiologie bzw. Innere Medizin mit Schwerpunkt Kardiologie mit persönlicher Level-3-Anerkennung Mindestdauer der Qualifizierung: 4 Wochen in Vollzeit oder online an einer von der DGK anerkannten Stelle (bei Teilzeit [mindestens 50 % einer Vollzeitstelle] entsprechend mehr) Minimale Qualifizierungseinheit: 1 Woche (bei Teilzeit entsprechend mehr) Maximaldauer der Programmteilnahme: 10 Monate | Physikalische Grundlagen der MRT, Verständnis von T ₁ -, T ₂ -, T ₂ *- und Protonendichtewichtung, Schichtselektion, Phasen- und Gradientenkodierung, Kenntnisse über die physikalischen Besonderheiten der k-MRT Kenntnisse über die Standardebenen der k-MRT Kenntnisse über die Anwendung von Kontrastmitteln und deren Kontraindikationen Prinzipien der wichtigsten k-MRT-Untersuchungstechniken wie Steady-State Free Precession (SSFP), Phasenkontrastmessungen, Ruhe- und Stressperfusion, Ödem-bildgebung und Late-Gadolinium-Enhancement (LGE) Auswahl und Zusammenstellung von Untersuchungsprotokollen für die häufigsten kardialen Fragestellungen (Morphologie und Funktion, Ischämie- und Vitalitätsnachweis, Myokarditis) Kenntnisse über die Indikationen für die k-MRT sowie das Zusammenwirken mit anderen bildgebenden Modalitäten (multimodale Bildgebung) Prinzipien der strukturierten Befundung der k-MRT mit Quantifizierung der kardialen Morphologie und Funktion einschließlich der Volumetrie Kenntnisse über relative und absolute Kontraindikation zur k-MRT Kenntnisse über die MRT-Fähigkeit passiver und aktiver medizinischer Implantate und Fremdkörper | Aktueller Lebenslauf Facharztkunde Innere Medizin und Kardiologie bzw. Innere Medizin mit Schwerpunkt Kardiologie DGK-Logbuch Detaillierter Abschlussbericht des (stellv.) Leiters der Zusatzqualifikation gemäß DGK-Vorlage Nachweis der CME-Punkte Kursbescheinigung Fachkunde Kernspintomographie der DGK |

- Mechanismen, Typen und pharmakologische Aspekte von k-MRT-Kontrastmitteln,
- EKG- und Pulstriggerung und -gating wie das Timing der Bildakquisition innerhalb des Herzzyklus, Bewegungsartefakte und ihre Effekte auf die k-MRT-Bilder sowie Unterdrückungsmethoden der Atmungs-bewegung (z. B. Atemhalte und Navigatoren),
- k-MRT-Bildanalyse und Post-Processing-Methoden,
- Kontraindikationen für eine k-MRT-Untersuchung,
- Bildgebung von Strukturen und Gewebecharakterisierung (mittels T1- und T2-Wichtung, Spinecho, Gradientenecho, SSFP-Sequenzen, T1-, T2- und T2*-Mapping, Mechanismen des Bildkontrasts und Fettsuppression),
- extrakardiale Befunde als Zufallsergebnis der k-MRT-Bildgebung, insbesondere Raumforderungen der Lunge, Mamma, Niere und Leber sowie Lymphome.

Level 3

Level 3 der k-MRT-Weiterbildung stellt den höchsten Grad der curricularen Weiterbildung dar, welche die betreffende Person in die Lage versetzen soll, eine klinische oder akademische Karriere in der k-MRT-Bildgebung zu verfolgen und/oder ein k-MRT-Labor zu leiten.

Die Mindestdauer der Weiterbildung beträgt insgesamt 12 Monate, die maximale Zeitspanne für die Absolvierung 36 Monate.

Die Qualifizierung von Level 3 muss unter der Leitung eines von der DGK Level-3-zertifizierten Mentors erfolgen. In einem von der DGK zur Verfügung gestellten Logbuch müssen mindestens 500 Untersuchungen innerhalb eines Zeitraums von 12 Monaten, davon 100 als „primärer Operator“ selbstständig durchgeführte und ausgewertete Untersuchungen aufgelistet werden. Auch muss der Programmkandidat an mindestens 2 ganztägigen k-MRT-Weiterbildungskursen, die von der DGK, EACVI oder SCMR anerkannt sind, teilnehmen. Hieraus sind mindestens 16 CME-Punkte nachzuweisen. Darüber hinaus sind weitere CME-Punkte über fachspezifische Kurse oder Kongresse zu belegen (s. [Tab. 1](#)). Neben dedizierten k-MRT-Kur-

| Tab. 1 Level | (Fortsetzung) Voraussetzungen | Mindestzahlen und -zeiten | Qualifizierungsinhalte | Einzureichende Unterlagen |
|-----------------|--|---|--|---|
| 2 | <p>Approbation als Arzt und Beginn der Weiterbildung zum Facharzt Innere Medizin und Kardiologie bzw. Innere Medizin mit Schwerpunkt Kardiologie Grundlegende Ausbildung in Innerer Medizin und Kardiologie von mindestens 2 Jahren</p> <p>Dreimonatige Grundausbildung in kardialer Bildgebung (Echokardiographie und/oder k-MRT und/oder K-CT)</p> <p>ACLS-Training</p> <p>Teilnahme an einem DGK-, EACVI- oder SCMR-anerkannten, mindestens eintägigen Kurs (entsprechend 8 CME-Punkten)</p> <p>Nachweis von insgesamt 50 CME-Punkten über nicht mehr als 2 Jahre – über fachspezifische Fortbildungen und/oder Kongressteilnahme</p> <p>Zusätzlich:</p> <p>Teilnahme am Fachkursekurs Kernspintomographie der DGK</p> <p>Erfolgreiche Teilnahme an der k-MRT-Prüfung der DGK</p> | <p>Beteiligung an 200 Untersuchungen, davon mindestens 50 selbstständige Befundungen sowie Durchführung von mindestens 50 Untersuchungen als primärer Operator</p> <p>Mentor: Facharzt für Innere Medizin und Kardiologie bzw. Innere Medizin mit Schwerpunkt Kardiologie mit persönlicher Level-3-Anerkennung</p> <p>Mindestdauer der Qualifizierung: 12 Wochen in Vollzeit oder online mit mindestens 4-wöchiger Präsenz an einer von der DGK anerkannten Stelle (bei Teilzeit [mindestens 50% einer Vollzeitstelle] entsprechend mehr) oder in Gänze an einer von der DGK anerkannten Stelle</p> <p>Verkürzung der Qualifizierungszeit auf 8 Wochen bei Präsenzausbildung in einem High-volume-k-MRT-Labor</p> <p>Minimale Qualifizierungseinheit: 1 Woche (bei Teilzeit entsprechend mehr)</p> <p>Maximaldauer der Programmteilnahme: 24 Monate</p> | <p>Inhalte aus Stufe 1 sowie MR-Physik: Grundlagen der MR-Bildgebung wie der Aufbau des k-Raums, Gradientenecho, Spinecho, Fast-Spinecho, echoplanares Imaging, Spiralabtastung, SSFP und paralleles Imaging</p> <p>Spezielle Bildgebungssequenzen einschließlich Fluss und Bewegung, Phasenimaging, Time-of-Flight-Angiographie, Kontrastmittel und Radiofrequenz-Mapping</p> <p>Hardwarekomponenten wie die Elemente des Aufbaus von Gradientenspulzen, Receiverspulzen und des digitalen Samplings</p> <p>Ursachen von Artefakten wie Bewegungsartefakte und Artefakte durch Arrhythmien oder Metallobjekte</p> <p>Klinische Anwendung – didaktisches Programm: Bildgebung und Analyse der Herzfunktion (Cine-Imaging und Tagged-Cine-Imaging inklusive der SSFP-Sequenzen)</p> <p>Volumetrische Bildgebung und Messung der Muskelmasse, des rechts- und linksventrikulären Volumens und der Ejektionsfraktion (mithilfe des Cine-Imaging)</p> <p>Flussimaging (z. B. geschwindigkeitskodierte Methoden) und Analyse der Velocity-encoded-Bilder zur Bildgebung von Klappenfehlern (abnorme Struktur und Funktion)</p> <p>Bildgebung von Myokardinfarkten, Narbendarstellung und Analyse der Vitalität anhand des LGE-Imaging</p> <p>Pharmakologische Stressuntersuchungen zur Frage der Myokardischämie mit Evaluation der regionalen Ventrikelfunktion (Hypo-Akinesie) und/oder von Perfusionsdefekten anhand des First-Pass-Perfusions-Imaging mittels MRT-Kontrastmittel</p> <p>MR-Angiographie der Koronararterien und Klassifizierung von Koronaromalien</p> <p>Analyse von Aortenpathologien mittels k-MRT</p> <p>Analyse häufiger angeborener Herzfehler im Kindes- oder Jugendalter bzw. im Erwachsenenalter wie Koarktation der Aorta, Fallot-Tetralogie, intrakardiale Shunts oder Koronaromalien</p> <p>k-MRT-Analyse der Herzinsuffizienz einschließlich Inflammation, Phänotypen von Kardiomyopathien (hypertrophe Kardiomyopathie, arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie, dilatative Kardiomyopathie)</p> <p>Bildgebung des Perikards</p> <p>Darstellung und Analyse kardialer Raumforderungen und Tumoren</p> <p>Weiterhin:</p> <p>Mechanismen, Typen und pharmakologische Aspekte von k-MRT-Kontrastmitteln</p> <p>EKG- und Pulstriggerung und -gating wie das Timing der Bildakquisition innerhalb des Herzzyklus, Bewegungsartefakte und ihre Effekte auf die k-MRT-Bilder sowie Unterdrückungsmethoden der Atmungsbewegung (z. B. Atemanhalte und Navigatoren)</p> <p>k-MRT-Bildanalyse und Post-Processing-Methoden</p> <p>Kontraindikationen für eine k-MRT-Untersuchung</p> <p>Bildgebung von Strukturen und Gewebecharakterisierung (mittels T1- und T2-Wichtung, Spinecho, Gradientenecho, SSFP-Sequenzen, T1-, T2- und T2*-Mapping, Mechanismen des Bildkontrasts und Fettsuppression)</p> <p>Extrakardiale Befunde als Zufallsbefunde der k-MRT-Bildgebung, insbesondere Raumforderungen der Lunge, Mamma, Niere und Leber sowie Lymphome</p> | <p>Aktueller Lebenslauf</p> <p>Facharzturkunde Innere Medizin und Kardiologie</p> <p>bzw. Innere Medizin mit Schwerpunkt Kardiologie</p> <p>DGK-Logbuch</p> <p>Detaillierter Abschlussbericht des (stellv.) Leiters der Zusatzqualifikation gemäß DGK-Vorlage</p> <p>Nachweis der CME-Punkte</p> <p>Kursbescheinigung Fachkunde Kernspintomographie der DGK</p> <p>Nachweis der erfolgreichen Prüfungsteilnahme</p> <p>Gültige ACLS-Urkunde</p> |

| Tab. 1 (Fortsetzung) | Voraussetzungen | Mindestzahlen und -zeiten | Qualifizierungsinhalte | Einzureichende Unterlagen |
|----------------------|---|---|--|--|
| 3 | <p>Approbation als Arzt und Beginn der Weiterbildung zum Facharzt Innere Medizin und Kardiologie bzw. Innere Medizin mit Schwerpunkt Kardiologie Grundlegende Ausbildung in Innerer Medizin und Kardiologie von mindestens 2 Jahren Dreimonatige Grundausbildung in kardialer Bildgebung (Echokardiographie und/oder k-MRT und/oder K-CT)</p> <p>ACLS-Training</p> <p>Teilnahme an mindestens 2 DGK-, EACVI- oder SCMR-anerkannten, ganztägigen Kursen (entsprechend 16 CME-Punkten)</p> <p>Nachweis von insgesamt 50 CME-Punkten über nicht mehr als 2 Jahre über fachspezifische Fortbildungen und/oder Kongressteilnahme zusätzlich:</p> <p>Teilnahme am Fachdekurs Kernspintomographie der DGK</p> <p>erfolgreiche Teilnahme an der k-MRT-Prüfung der DGK</p> | <p>Beteiligung an 500 Untersuchungen, davon Durchführung von mindestens 100 Untersuchungen als primärer Operator</p> <p>Mentor: Facharzt für Innere Medizin und Kardiologie bzw. Innere Medizin mit Schwerpunkt Kardiologie mit persönlicher Level-3-Anerkennung</p> <p>Mindestdauer der Qualifizierung: 12 Monate in Vollzeit online mit mindestens 12-wöchiger Präsenz an einer von der DGK anerkannten Stätte (bei Teilzeit [mindestens 50 % einer Vollzeitstelle] entsprechend mehr) oder in Gänze an einer von der DGK anerkannten Stätte</p> <p>Verkürzung der Qualifizierungszeit in Präsenz auf 8 Wochen bei Absolvierung der Qualifizierung an einem High-Volume-Zentrum</p> <p>Minimale Qualifizierungseinheit: 1 Woche (bei Teilzeit entsprechend mehr)</p> <p>Maximaldauer der Programmteilnahme: 36 Monate</p> | <p>Inhalte der Stufen 1 und 2 sowie Diagnostik eines Myokardinfarktes und Analyse der Vitalität</p> <p>Ischämiediagnostik mit entweder einem Vasodilatator (z. B. Adenosin, Regadenoson) oder mit einem Inotropikum (z. B. Dobutamin)</p> <p>Analyse der links- und rechtsventrikulären Funktion</p> <p>Pathologien von Aorten-, Mitrals-, Trikuspidal- und Pulmonalklappe</p> <p>Pathologien der Aorta wie Aortenektasie, Aneurysma und Dissektion</p> <p>Häufige angeborene Herzfehler wie Koarktation der Aorta (ISTA), Fallot-Tetralogie, intrakardiale Shunts und Koronaromalien</p> <p>Analyse der Ursachen einer Herzinsuffizienz einschließlich einer Inflammation des Myokards/Perikards</p> <p>Analyse der Phänotypen von Kardiomyopathien (hypertrophe Kardiomyopathie, arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie, dilatative Kardiomyopathie)</p> <p>Perikardabnormalitäten</p> <p>Kardiale Raumforderungen und Tumoren</p> <p>Angiographie der großen Arterien wie Aorta, Pulmonalarterien, Karotiden und der Nierenarterien</p> | <p>Aktueller Lebenslauf</p> <p>Facharzturkunde Innere Medizin und Kardiologie bzw. Innere Medizin mit Schwerpunkt Kardiologie</p> <p>DGK-Logbuch</p> <p>Detaillierter Abschlussbericht des (stellv.) Leiters der Zusatzqualifikation gemäß DGK-Vorlage</p> <p>Nachweis der CME-Punkte</p> <p>Kursbescheinigung Fachkunde Kernspintomographie der DGK</p> <p>Nachweis der erfolgreichen Prüfungsteilnahme</p> <p>Gültige ACLS-Urkunde</p> |
| Hinweis. | <p>Internationale Zertifikate der EACVI und der SCMR können auf Antrag levelgleich anerkannt werden. Da die SCMR bislang keine Prüfung durchführt, ist für Kandidaten, die ein Zertifikat der SCMR einreichen, zusätzlich die erfolgreiche Teilnahme an der k-MRT-Klausur der DGK verpflichtend</p> | | | |

sen oder Bildgebungskongressen werden auch CME-Punkte über die Jahrestagung der DGK oder den jährlichen Kongress der ESC, EACVI oder SCMR akzeptiert. CME-Punkte aus Selbststudium können nicht anerkannt werden.

Mindestens 12 Wochen müssen auch im Falle einer Online-Zertifizierung in Präsenz an einer zertifizierten Stätte der Zusatzqualifikation (onsite) absolviert werden. Diese können in wöchentliche Blöcke unterteilt werden. Wird die Ausbildung an einer High-volume-Stätte der Zusatzqualifikation absolviert (vgl. Punkt 8), d. h. die Stätte ist als Weiterbildungsstätte durch die zuständige Ärztekammer anerkannt und hält 2 Leiter mit der persönlichen Zusatzqualifikation k-MRT vor, kann die minimale Onsite-Zeit auf 8 Wochen verkürzt werden, die auch in einzelne Wochenblöcke aufgeteilt werden können.

Die folgenden Kategorien von pathologischen Befunden und klinischen Analysen sollten im Logbuch aufgelistet sein:

- Diagnostik eines Myokardinfarktes und Analyse der Vitalität,
- Ischämiediagnostik mit entweder einem Vasodilatator (z. B. Adenosin, Regadenoson) oder mit einem Inotropikum (z. B. Dobutamin),
- Analyse der links- und rechtsventrikulären Funktion,
- Pathologien von Aorten-, Mitrals-, Trikuspidal- und Pulmonalklappe,
- Pathologien der Aorta wie Aortenektasie, Aneurysma und Dissektion,
- häufige angeborene Herzfehler wie Koarktation der Aorta (ISTA), Fallot-Tetralogie, intrakardiale Shunts und Koronaromalien,
- Analyse der Ursachen einer Herzinsuffizienz einschließlich einer Inflammation des Myokards/Perikards,
- Analyse der Phänotypen von Kardiomyopathien (hypertrophe Kardiomyopathie, arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie, dilatative Kardiomyopathie),
- Perikardabnormalitäten,
- kardiale Raumforderungen und Tumoren,
- Angiographie der großen Arterien wie Aorta, Pulmonalarterien, Karotiden und der Nierenarterien.

5. Online-Zertifizierung

Alle oben formulierten Anforderungen an die Zusatzqualifikation gelten grundsätzlich auch für die Online-Zertifizierung. Im Folgenden sollen weitere Details formuliert sein, die aufseiten des Programmkandidaten und der Stätte der Zusatzqualifikation erfüllt sein müssen:

- Die Online-Ausbildung erfolgt in Verantwortung durch den Leiter oder stellv. Leiter der Zusatzqualifikation.
- Die Qualität der Interaktion zwischen (stellv.) Leiter der Zusatzqualifikation und Programmkandidaten soll dem Onsite-Training möglichst nahekommen. Daher sollen die Falldiskussionen über ein etabliertes Videokonferenzsystem durchgeführt werden.
- Sowohl der (stellv.) Leiter der Zusatzqualifikation als auch der Programmkandidat müssen den Zugriff auf die entsprechende Postprocessingsoftware mit den Patientebildern freigeben können.
- Wichtiger Teil der Ausbildung ist das Training am Scanner. Dem Programmkandidaten muss daher möglich sein, gemeinsam mit dem (stellv.) Leiter der Zusatzqualifikation interaktiv auf den Steuerrechner des Scanners zuzugreifen. Idealerweise sollten hierfür spezifische Softwareschnittstellen eingesetzt werden, mindestens muss aber über eine Kameraverbindung eine Visualisierung der Scanparameter ermöglicht werden.
- Um erfolgreich an der Online-Zertifizierung teilnehmen zu können, muss der Programmkandidat die Aufnahme in das Qualifizierungsprogramm mittels Zeugnisses des Leiters der Zusatzqualifikation beantragen, der die Online-Supervision durchführt.
- Der Leiter der Zusatzqualifikation bescheinigt per Zeugnis, dass die oben genannten Qualitätsrichtlinien eingehalten werden

Alle mit dem Datenaustausch verbundenen juristischen Aspekte insbesondere bezüglich des Datenschutzes obliegen der Stätte der Zusatzqualifikation und der medizinischen Einrichtung, an der der Programmkandidat beschäftigt ist.

Die DGK prüft stichprobenartig, ggf. auch durch Vor-Ort-Audits, ob die oben genannten technischen Voraussetzungen erfüllt sind.

6. Weiterbildung in der k-MRT bei Erwachsenen mit angeborenen Herzfehlern

Die Weiterbildung in der k-MRT bei angeborenen Herzfehlern und Erwachsenen mit angeborenen Herzfehlern (EMAH) stellt eine Subspezialisierung jenseits des Rahmens dieses Curriculums dar. Alle Programmkandidaten auf dem Gebiet der k-MRT sollten jedoch mit den häufigsten Indikationen der k-MRT bei Patienten mit angeborenen Herzfehlern und EMAH vertraut sein. Für die Ausbildung in Level 2 und 3 ist daher die Anwendung und Auswertung der k-MRT bei angeborenen Herzfehlern und EMAH integraler Bestandteil. Programmkandidaten sollten Grundkenntnisse auf diesem Gebiet erlangen.

7. Anforderung an den Programmkandidaten

Level 1

Das erste Level der k-MRT-Zertifizierung kann bereits während der Weiterbildungszeit zum Facharzt für Innere Medizin/Kardiologie oder Teilgebiet Kardiologie begonnen werden. Grundkenntnisse in der kardialen Bildgebung (Echokardiographie und/oder K-CT) sollten vor Beginn der k-MRT-Weiterbildung vorhanden sein.

Level 2 und 3

Eine grundlegende Ausbildung in Innerer Medizin und Kardiologie sollte vor der Weiterbildungszeit in der kardialen MRT erfolgt sein. Diese Ausbildungszeit sollte nicht kürzer als 2 Jahre sein und Grundkenntnisse in der kardialen Bildgebung (Echokardiographie und/oder K-CT) beinhalten. Zudem sollten Kenntnisse in der Behandlung von akuten internistischen Notfällen (allergischer Schock, akuter Asthmaanfall, bradykarde und tachykarde Rhythmusstörungen) sowie ein ACLS-Training vorhanden sein.

Kandidaten aus dem nichteuropäischen Ausland, die sich um eine Stelle für das k-MRT-Training bewerben, müssen eine Ausbildung in Innerer Medizin und Kardiologie nachweisen, die mit der Ausbildung in Deutschland vergleichbar ist.

8. Anforderungen an die Stätte der Zusatzqualifikation

An einer Stätte der Zusatzqualifikation müssen die technischen, organisatorischen, personellen und medizinischen Voraussetzungen gegeben sein, um k-MRT-Untersuchungen zu dem üblichen Spektrum der kardiovaskulären Erkrankungen in hoher diagnostischer Qualität vornehmen zu können. Die k-MRT-Einrichtung muss alle notwendigen technischen Voraussetzungen vorhalten, welche für die k-MRT-Bildakquisition und -auswertung notwendig sind. Dies beinhaltet einen Magnetresonanztomographen mit geeignetem Spulensystem und ein Monitoringsystem zur EKG- und Pulsoxy-metrieableitung, zur Bestimmung der Atemexkursion sowie zur nichtinvasiven Blutdruckmessung. Das MRT-System muss über die gängigen Messsequenzen verfügen, welche für die Akquisition und Analyse von kardialer Morphologie und Funktion, Flussmessungen, Angiographien, Ödembildgebung sowie Late-Gadolinium-Enhancement erforderlich sind. Für die Durchführung von Adenosin- und Dobutamin-Stressuntersuchungen muss ein geeignetes Spritzenpumpensystem sowie für die Kontrastmittelgabe ein MRT-tauglicher Hochdruckinjektor bzw. ein kombiniertes Applikationssystem zur Verfügung stehen. Neben der Bildrekonstruktion in Echtzeit sollte eine direkte visuelle Befundung vor Ort möglich sein, um während Stressuntersuchungen oder der Untersuchung kritisch kranker Patienten die Patientensicherheit zu gewährleisten.

Für die Bildanalyse und Befundung muss ein geeignetes Hardwaresystem mit entsprechend zertifizierter Software vorhanden sein, die die Darstellung und Quantifizierung der kardialen Morphologie und Funktion einschließlich Volumetrie, die Analyse belastungsinduzierter Wandbewegungsstörungen, die Analyse

| Tab. 2 Anerkennung als Stätte der Zusatzqualifikation | | |
|---|---|---|
| Voraussetzungen | Mindestzahlen | Einzureichende Unterlagen |
| <p>Personelle Ausstattung: Level-3-zertifizierter Leiter der Zusatzqualifikation Optional Level-3-zertifizierter stellv. Leiter der Zusatzqualifikation</p> <p>Apparative Ausstattung: Magnetresonanztomographen mit geeignetem Spulensystem Monitoringsystem zur EKG- und Pulsoxymetrieableitung, der Bestimmung der Atemexkursion sowie der nichtinvasiven Blutdruckmessung MRT-System, das über die gängigen Messesequenzen verfügt Geeignetes Spritzenpumpensystem MRT-tauglicher Hochdruckinjektor bzw. kombiniertes Applikationssystem Geeignetes Hardwaresystem Alle für die ACLS erforderlichen Materialien und Geräte</p> <p>Konferenzen/Fortbildungen: Fallbesprechungen M&M-Konferenzen Regelmäßige Fortbildungen</p> | <p>Mindestens 400 Untersuchungen pro Jahr High-volume-Zentren: Die Stätte ist als Weiterbildungsstätte durch die zuständige Ärztekammer anerkannt Es werden 2 Leiter mit der persönlichen Zusatzqualifikation k-MRT vorgehalten</p> | <p>Ausführliche Beschreibung der Stätte, die Aufschluss über die personelle, räumliche und apparative Ausstattung sowie den Ablauf und die Struktur in der Stätte gibt und Angaben zu wöchentlichen Konferenzen und internen (evtl. auch externen) Fortbildungen enthält Nachweisdokumente zur Belegung der Leistungszahlen</p> |

| Tab. 3 Anerkennung als (stellv.) Leiter der Zusatzqualifikation | |
|---|---|
| Voraussetzungen | Einzureichende Unterlagen |
| <p>Facharztanerkennung Innere Medizin und Kardiologie bzw. Innere Medizin mit Schwerpunkt Kardiologie Persönliche Anerkennung der Zusatzqualifikation Level 3 ACLS-Training</p> | <p>Aktueller Lebenslauf Facharzturkunde Innere Medizin und Kardiologie bzw. Innere Medizin mit Schwerpunkt Kardiologie Zertifikat der persönlichen Level-3-Anerkennung Gültige ACLS-Urkunde</p> |

der myokardialen Ruhe- und Stressperfusion, Flussanalysen, kardiale Gewebetexturanalyse (Ödembildgebung, T₁-/T₂-T₂*-Mapping [fakultativ], Late-Gadolinium-Enhancement und Strain [fakultativ]) sowie die dreidimensionale Darstellung und Ausmessung von Angiographien erlaubt.

Die Patientenvorbereitung, die Durchführung der k-MRT und die Befundung müssen durch ärztliches und nichtärztliches medizinisches Personal erfolgen, welches über entsprechende Expertise in der k-MRT verfügt und darüber hinaus in der Erkennung und Behandlung von unerwünschten Wirkungen (z. B. allergischen Reaktionen und Arrhythmien) und Notfällen geschult ist. Alle für die ACLS erforderlichen Materialien und Geräte müssen vor Ort vorhanden und ein Arzt mit notfall- oder intensivmedizinischer Erfahrung bzw. abgeschlossener Facharztweiterbildung zum Internisten/Kardiologen muss während der Untersuchung verfügbar sein. Für die Durchführung und Befundung der k-MRT ist ein Facharzt für Kardiologie verantwortlich, welcher die Zusatzqualifikation Level 3

innehaben muss und sich kontinuierlich auf diesem Gebiet weiterbildet. Die kontinuierliche Weiterbildung weist der Leiter der Zusatzqualifikation im Rahmen seiner persönlichen Rezertifizierung durch Dokumentation von 56 CME-Punkten aus dem Bereich der CMR-Bildgebung nach.

An einer Stätte der Zusatzqualifikation müssen pro Jahr mindestens 400 k-MRT-Untersuchungen erfolgen, welche das übliche Spektrum der kardiovaskulären Erkrankungen abbilden. Für den Status als High-volume-Zentrum muss die Stätte als Weiterbildungsstätte gemäß Weiterbildungsordnung anerkannt sein und 2 Leiter mit der persönlichen Zusatzqualifikation k-MRT vorhalten. Die Erfüllung der Voraussetzungen wird durch ein Zeugnis des Klinikdirektors bestätigt.

Dem Antrag auf Aufnahme in das Programm muss eine Bestätigung des Leiters der Zusatzqualifikation beigelegt werden (Zusage der Stätte). Wenn die Ausbildung remote/online stattfindet, muss dieses entsprechend auf dem Formular angegeben werden.

Eine Übersicht der Kriterien findet sich in [Tab. 2](#).

9. Anforderungen an den (stellv.) Leiter der Zusatzqualifikation

Eine Stätte für die Zusatzqualifikation k-MRT muss von einem entsprechend qualifizierten Leiter geführt werden. Die Benennung eines stellvertretenden Leiters erfolgt vorerst optional. Leiter und stellvertretender Leiter müssen die Facharztkompetenz Kardiologie sowie die k-MRT-Level-3-Zertifizierung der DGK besitzen.

Eine Übersicht der Kriterien findet sich in [Tab. 3](#).

10. Evaluierung

Programmkandidaten

Der Zertifizierungsprozess beginnt mit dem Antrag zur Aufnahme in das Programm. Hierfür sind folgende Unterlagen vorzulegen:

- Zusageerklärung des Leiters der Zusatzqualifikation über die Präsenz- oder Online-Weiterbildung,
- Zeugnis über die bisherige Weiterbildungszeit inklusive des Nachweises über ausreichende Erfahrung in kardialer Bildgebung (Echokardiographie und/oder K-CT),
- Lebenslauf,
- Approbationsurkunde.

| Tab. 4 Persönliche Anerkennung der Zusatzqualifikation im Rahmen des Anerkennungsverfahrens für erfahrene Kardiologen | | | |
|--|--|--|--|
| Level | Voraussetzungen | Mindestzahlen und -zeiten | Einzureichende Unterlagen |
| 3 | Facharztanerkennung Innere Medizin und Kardiologie bzw. Innere Medizin mit Schwerpunkt Kardiologie ACLS-Training Erfolgreiche Teilnahme an der k-MRT-Prüfung der DGK | Beteiligung an 5000 Untersuchungen lebenslang, davon Durchführung von mindestens 1000 Untersuchungen als primärer Operator Beteiligung an 1250 Untersuchungen im letzten Kalenderjahr vor Antragstellung, davon Durchführung von mindestens 250 Untersuchungen als primärer Operator im letzten Kalenderjahr vor Antragstellung Mindestens 10-jährige Erfahrung auf dem Gebiet der kardialen MRT | Aktueller Lebenslauf Facharzturkunde Innere Medizin und Kardiologie bzw. Innere Medizin mit Schwerpunkt Kardiologie Tätigkeitsnachweis(e) Zeugnis des Leiters der Einrichtung über die Tätigkeit in der kardialen Magnetresonanztomographie sowie die geforderten Mindestzahlen Nachweis der erfolgreichen Prüfungsteilnahme Gültige ACLS-Urkunde |

| Tab. 5 Rezertifizierung der persönlichen Anerkennung der Zusatzqualifikation nach 7 Jahren | | | |
|--|---------------------|--|--|
| Level | Voraussetzungen | Zahl der Patientenuntersuchungen und CME-Punkte | Einzureichende Unterlagen |
| 1 | Level-1-Anerkennung | Im vergangenen Zertifizierungszeitraum insgesamt 50 eigenständige Befundungen von mindestens 50 klinischen Fällen (mindestens 1 Aktivität pro Jahr) 56 CME-Punkte über fachspezifische Fortbildungen und/oder Kongress-teilnahme (Kumulativ für die gesamte Zertifizierungsdauer) | Aktueller Lebenslauf Zahlennachweis durch DGK-Logbuch oder Zeugnis des Leiters der Einrichtung Nachweis der CME-Punkte |
| 2 | Level-2-Anerkennung | Im vergangenen Zertifizierungszeitraum Durchführung von mindestens 200 Untersuchungen als primärer Operator (mindestens 1 Aktivität pro Jahr) 56 CME-Punkte über fachspezifische Fortbildungen und/oder Kongress-teilnahme (Kumulativ für die gesamte Zertifizierungsdauer) | Aktueller Lebenslauf Zahlennachweis durch DGK-Logbuch oder Zeugnis des Leiters der Einrichtung Nachweis der CME-Punkte Gültige ACLS-Urkunde |
| 3 | Level-3-Anerkennung | Im vergangenen Zertifizierungszeitraum Durchführung von mindestens 500 Untersuchungen als primärer Operator (mindestens 1 Aktivität pro Jahr) 56 CME-Punkte über fachspezifische Fortbildungen und/oder Kongress-teilnahme (Kumulativ für die gesamte Zertifizierungsdauer) | Aktueller Lebenslauf Zahlennachweis durch DGK-Logbuch oder Zeugnis des Leiters der Einrichtung Nachweis der CME-Punkte Gültige ACLS-Urkunde |
| Hinweis. Für die Rezertifizierung der Stätte gelten die gleichen Bedingungen wie für die Erstzertifizierung (s. Tab. 2). Darüber hinaus ist der Nachweis erforderlich, dass die Stätte im laufenden Zertifizierungszeitraum aktiv Programmkandidaten ausgebildet hat | | | |

Wenn der Kandidat die jeweiligen Anforderungen erfüllt hat, stellt er den Antrag auf Erteilung der Zusatzqualifikation. Hierfür sind einzureichen:

- aktueller Lebenslauf,
- Facharzturkunde Innere Medizin/ Kardiologie,
- abschließender Bericht des (stellv.) Leiters der Zusatzqualifikation gemäß der Vorlage der DGK,
- Logbuch der k-MRT-Untersuchungen,
- für Level 2 und 3 gültige ACLS-Urkunde,
- Nachweis der geforderten CME-Punkte und Kursbescheinigungen,
- für Level 2 und 3 Nachweis der erfolgreichen Teilnahme an der k-MRT-Prüfung der DGK.

Schriftliche Prüfung der Kenntnisse in k-MRT:

- Die erfolgreiche Teilnahme an der schriftlichen Prüfung ist Voraussetzung zur Erteilung der Zusatzqualifikation Level 2 und 3.
- Die Prüfung ist einmal zu absolvieren. Das heißt, hat ein Programmkandidat bereits erfolgreich an der Prüfung teilgenommen und die Zusatzqualifikation Level 2 erworben, muss er, wenn er später Level 3 beantragt, nicht erneut an der Prüfung teilnehmen.
- Die Prüfung wird einmal jährlich als Online-Prüfung durchgeführt.

Bei Nichtbestehen kann die Prüfung insgesamt zweimal wiederholt werden. Bei dreimaligem Nichtbestehen gilt die Prüfung als endgültig nicht bestanden.

Internationale Zertifikate der EACVI und der SCMR können auf Antrag levelgleich

anerkannt werden, wenn die Kriterien der Zertifizierung übereinstimmen. Für Kandidaten, die ein Zertifikat der SCMR einreichen, ist zusätzlich die erfolgreiche Teilnahme an der k-MRT-Klausur der DGK verpflichtend, da die SCMR bislang keine Prüfung durchführt. Im Falle des EACVI-Zertifikates werden das Logbuch und die Klausur anerkannt, es müssen allerdings zusätzlich Fälle über das Logbuch der DGK dokumentiert werden, wenn für die Erlangung des EACVI-Zertifikats Level 2 weniger als 200 Fälle und für Level 3 weniger als 500 Fälle dokumentiert wurden. Für mögliche andere Zertifikate anderer Fachgesellschaften soll analog verfahren werden.

Stätte der Zusatzqualifikation

Der Antrag auf Zertifizierung als Stätte der Zusatzqualifikation muss von einem Level-3-zertifizierten Kardiologen gestellt werden, der damit verbunden den Antrag auf Anerkennung als Leiter der Zusatzqualifikation stellt. Ein Stellvertreter kann vorerst fakultativ benannt werden. Die erforderlichen Kriterien müssen durch den Chefarzt der Abteilung für Kardiologie per Zeugnis nachgewiesen werden. Die DGK behält sich stichprobenartige Überprüfungen vor.

Stätten, die selbst als Weiterbildungsstätte gemäß Weiterbildungsordnung anerkannt sind und 2 Leiter mit der persönlichen Zusatzqualifikation k-MRT vorhalten, wird im Rahmen dieses Updates zudem die Möglichkeit eingeräumt, sich als High-volume-Stätte zertifizieren zu lassen. Die Antragstellung erfolgt auf gleichem Wege.

11. Anerkennungsverfahren für erfahrene Kardiologen

Fachärzte für Innere Medizin und Kardiologie bzw. Innere Medizin mit Schwerpunkt Kardiologie mit mindestens 10-jähriger Erfahrung und Expertise in der Durchführung der kardialen MRT können im Rahmen eines Anerkennungsverfahrens, das parallel zu dem oben dargestellten Prozess der Regelzertifizierung läuft, die persönliche Level-3-Zertifizierung der DGK erwerben. Wichtig ist hier insbesondere der Nachweis der kontinuierlichen und aktuellen Tätigkeit im Bereich der kardialen MRT. Der Nachweis über die geforderten Untersuchungszahlen kann per Logbuch oder mittels eines Zeugnisses des Leiters der Einrichtung erbracht werden.

Die von den Antragstellern zu erfüllenden Kriterien und einzureichenden Dokumente und Nachweise sind in **Tab. 4** zusammengefasst.

12. Rezertifizierung

Die Gültigkeit der Anerkennung sowohl von Personen als auch von Stätten und deren (stellv.) Leitern der Zusatzqualifikation ist befristet und unterliegt somit einer Rezertifizierungspflicht, sofern die jeweilige Anerkennung weiterbestehen soll.

Die Rezertifizierung von Personen dient dem Zweck des Nachweises, dass die zerti-

Update on the cardiac magnetic resonance imaging curriculum

The aim of this cardiac magnetic resonance imaging (C-MRI) curriculum is a description of the further education process for cardiologists in order to be able to achieve expert certification in C-MRI. The further education C-MRI curriculum should provide the basis according to three different C-MRI levels for a cardiologist to assess the indications, perform and interpret C-MRI examinations correctly in a large cohort of patients with a broad range of cardiovascular diseases. In addition, on a higher level, the cardiologists should be able to lead a C-MRI laboratory and to perform scientific C-MRI examinations at a defined high level. The curriculum itself is intended to be carried out in a defined process certified by the German Cardiac Society. To guarantee the quality of certification, this publication covers not only the education process itself but also the approval criteria for further education centers and knowledge assessment of candidates by written examination. The C-MRI certification process is in accordance with the recommendations of the European Society of Cardiovascular Imaging (EACVI) and the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance (SCMR) to harmonize education and facilitate clinical and scientific exchange in Europe.

Keywords

Continuing medical education · Additional qualification · Curricula · Scientific society · Cardiovascular MRI · Certification

fizierte Person nach wie vor im Fachgebiet der kardialen MRT tätig ist.

Die Rezertifizierung einer Stätte und ihres (stellv.) Leiters der Zusatzqualifikation ist durch den aktuellen Leiter der Zusatzqualifikation zu beantragen und dient dem Zweck des Nachweises, dass die im Zuge der Erstzertifizierung genannten personalen, apparativen und logistischen Voraussetzungen weiterhin erfüllt sind.

Die für die persönliche Rezertifizierung zu erfüllenden Kriterien und einzureichenden Dokumente und Nachweise für die 3 Zertifizierungslevel sind in **Tab. 5** zusammengefasst. Für die Rezertifizierung einer Stätte gelten die gleichen Voraussetzungen wie bei der Erstzertifizierung. Darüber hinaus ist für die Rezertifizierung der Stätte der Nachweis erforderlich, dass die Stätte im laufenden Zertifizierungszeitraum aktiv Programmkandidaten ausgebildet hat.

13. Qualitätskontrolle

Die DGK behält sich vor, die Einhaltung aller hier definierten Kriterien stichprobenartig zu prüfen.

Korrespondenzadresse



PD Dr. med. Andreas Rolf

Abt. Kardiologie, Kerckhoff-Klinik
Benekestr. 2–8, 61231 Bad Nauheim,
Deutschland
a.rolf@kerckhoff-klinik.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. Den Interessenkonflikt der Autoren finden Sie online auf der DGK-Homepage unter <http://leitlinien.dgk.org/> bei der entsprechenden Publikation.

Für diesen Beitrag wurden von den Autor/-innen keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Literatur

- Knobelsdorff-Brenkenhoff F, Schulz-Menger J (2016) Role of cardiovascular magnetic resonance in the guidelines of the European Society of Cardiology. *J Cardiovasc Magn Reson* 18(1):6

2. Gulati M, Levy PD, Mukherjee D, Amsterdam E, Bhatt DL, Birtcher KK et al (2021) 2021 AHA/ACC/AASE/CHEST/SAEM/SCCT/SCMR guideline for the evaluation and diagnosis of chest pain: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association joint committee on clinical practice guidelines. *Circulation* 144(22):e368–e454
3. Knobelsdorff-Brenkenhoff F, Bauer WR, Deneke T, Fleck E, Rolf A, Schulz-Menger J et al (2019) Empfehlungen zu kardialen MRT-Untersuchungen bei Patienten mit Herzschrittmachern und implantierbaren Kardioverter-Defibrillatoren. *Kardiologie* 13(2):75–86
4. Kramer CM, Barkhausen J, Bucciarelli-Ducci C, Flamm SD, Kim RJ, Nagel E (2020) Standardized cardiovascular magnetic resonance imaging (CMR) protocols: 2020 update. *J Cardiovasc Magn Reson* 22(1):17
5. Schulz-Menger J, Bluemke DA, Bremerich J, Flamm SD, Fogel MA, Friedrich MG et al (2020) Standardized image interpretation and post-processing in cardiovascular magnetic resonance – 2020 update : Society for Cardiovascular Magnetic Resonance (SCMR): Board of Trustees Task Force on Standardized Post-Processing. *J Cardiovasc Magn Reson* 22(1):19
6. Plein S, Schulz-Menger J, Almeida A, Mahrholdt H, Rademakers F, Pennell D et al (2011) Training and accreditation in cardiovascular magnetic resonance in Europe: a position statement of the working group on cardiovascular magnetic resonance of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 32(7):793–798