

Kardiologie 2023 · 17:186–197  
<https://doi.org/10.1007/s12181-023-00613-4>  
 Angenommen: 12. April 2023  
 Online publiziert: 24. 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 Computertomographie

A. Schmermund<sup>1</sup> · S. Achenbach<sup>2</sup> · S. J. Buß<sup>3</sup> · J. Hausleiter<sup>4</sup> · G. Korosoglou<sup>5</sup> · A. Leber<sup>6</sup> · S. Möhlenkamp<sup>7</sup> · T. Voigtländer<sup>1</sup>

<sup>1</sup> MVZ CCB, Cardioangiologisches Centrum Bethanien, Frankfurt am Main, Deutschland

<sup>2</sup> Medizinische Klinik 2 – Kardiologie und Angiologie, Universitätsklinikum Erlangen, Erlangen, Deutschland

<sup>3</sup> Das Radiologische Zentrum, MVZ DRZ, Heidelberg, Deutschland

<sup>4</sup> Medizinische Klinik und Poliklinik I, LMU Klinikum, München, Deutschland

<sup>5</sup> Abteilung für Kardiologie und Angiologie, GRN Klinik Weinheim, Weinheim, Deutschland

<sup>6</sup> Isar Herzzentrum, Klinik für Kardiologie, München, Deutschland

<sup>7</sup> Klinik für Kardiologie und Internistische Intensivmedizin, Stiftung Bethanien Krankenhaus, Moers, Deutschland

## Präambel

Die Kardiologie hat sich, getragen durch die enormen Fortschritte im theoretischen Wissen und in den methodischen Möglichkeiten, in allen Facetten erheblich weiterentwickelt. Diese Entwicklung spiegelt sich auch in einer zunehmenden Spezialisierung innerhalb der Kardiologie wider. Die Projektgruppe Aus-, Weiter- und Fortbildung der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V. (DGK) trägt dieser Entwicklung Rechnung und hat unter Mitwirkung von Vertretern der jeweiligen Arbeitsgruppen Curricula für die Erlangung von Zusatzqualifikationen innerhalb der Kardiologie entwickelt. Diese Curricula sollen eine weitere Vertiefung von kardiologischem Wissen und technischen Fertigkeiten innerhalb des Fachgebiets erleichtern. Sie bauen also einerseits auf den Inhalten der Musterweiterbildungsordnung im Bereich Kardiologie auf, gehen aber andererseits über das theoretische Wissen und die technischen Fertigkeiten, die in der Weiterbildungsordnung für den Bereich Kardiologie gefordert werden, hinaus.

Für diese Curricula wurde der Begriff Zusatzqualifikation gewählt, um diese zusätzliche Qualifizierung unter dem Dach der wissenschaftlichen Fachgesellschaft von der Regelweiterbildung nach der (Muster-)Weiterbildungsordnung der Bundesärztekammer zu unterscheiden.

## Einleitung

Die Darstellung der Herzhöhlen, der Herzkranzgefäße und der großen herznahen Gefäße (Aorta, Pulmonalarterie, V. cava) durch Angiographie ist unerlässlich für die Diagnostik und Therapieplanung kardiovaskulärer Erkrankungen und unstrittig integraler Teil der beruflichen Tätigkeit eines Kardiologen. Diente die röntgenbasierte Herzkatheteruntersuchung in der Vergangenheit ausschließlich der Diagnostik kardiovaskulärer Erkrankungen, so hat sich die Herzkatheterprozedur in den letzten Jahrzehnten zunehmend auch zu einer therapeutischen Modalität entwickelt. Dies zeigt sich an dem ungebrochenen Wachstum der katheterbasierten Eingriffe an den Herzkranzgefäßen, an den Herzklappen und am Herzmuskel. Diese zum Teil langwierigen interventionellen Eingriffe am Herzen und insbesondere auch die Implantation von elektrischen Systemen im Herzen erfordern eine kontinuierliche Kontrolle der Prozedur mittels Röntgendurchleuchtung und angiographischer Dokumentation. Damit verbunden sind Fachärzte für Kardiologie wie kaum eine andere ärztliche Berufsgruppe bei ihrer Arbeit in hohem Maße ionisierenden Strahlen ausgesetzt. Deshalb ist es folgerichtig, dass sie mit der Anwendung der Röntgenstrahlung, den Prinzipien des Strahlenschutzes und den methodischen und technischen Fortschritten, aber auch

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

den Limitationen der Röntgendiagnostik und Angiographie des Herzens und der herznahen Gefäße bestens vertraut sind.

Getrieben durch den technischen Fortschritt, kann inzwischen mit der schnittbildbasierten Radiodiagnostik des Herzens (kardiale Computertomographie [CT]) eine Bildqualität erreicht werden, die die CT zu einer für die Kardiologie nach heutigem Stand unverzichtbaren Diagnostikmethode macht. Die kardiale CT, meist verbunden mit intravenöser Kontrastmittelgabe, ermöglicht die Bildgebung des Herzens mit sehr hoher und isotroper Ortsauflösung. Moderne CT-Technologie und die Auswahl geeigneter und individuell angepasster Untersuchungsprotokolle erlauben zudem eine erhebliche Reduktion der Strahlenexposition, ohne die Bildqualität einzuschränken. Die CT-Angiographie stellt insbesondere das einzige in der Klinik verfügbare Verfahren dar, mit dem eine nichtinvasive Darstellung der Koronararterien gelingt. Hochgradige Koronarstenosen können zuverlässig nachgewiesen und ausgeschlossen werden. Nicht selten kann auf eine invasive Angiographie mittels Herzkatheter verzichtet und stattdessen die weniger invasive kardiale CT-Diagnostik angewendet werden. Die Kardiologie in Deutschland nimmt mit hoch angesehenen Publikationen v. a. im Bereich des Strahlenschutzes bei der kardialen CT-Diagnostik und der Untersuchung der klinischen Bedeutung der kardialen CT eine internationale Spitzenstellung in der wissenschaftlichen Bewertung des Verfahrens ein [1–4].

In den aktuellen europäischen Leitlinien findet sich für die nichtinvasive Koronarangiographie (CTA) eine Klasse-I-Empfehlung zur Abklärung sowohl bei Patienten mit akuten Koronarsyndromen ohne ST-Streckenhebung wie auch bei chronischen Koronarsyndromen [5, 6]. Prospektive, randomisierte Studien belegen die hohe prognostische Aussagekraft der CTA [7, 8]. Eine große bevölkerungsbezogene Untersuchung aus Schweden geht sogar der Frage nach der prognostischen Relevanz der CTA bei >25.000 asymptomatischen Personen nach [9]. Wie für die invasive Koronarangiographie ist auch für die qualifizierte Beurteilung und klinische Interpretation der koronaren CTA die kardiologische Fachkompetenz

unverzichtbar. Dies schließt die Bewertung der Symptomatik und anderer technischer Untersuchungsergebnisse (funktionelle Ischämiediagnostik mittels Belastungs-EKG, Stressechokardiographie, Myokardszintigraphie oder Stress-MRT) mit ein. Neben der CTA gestattet die Koronarkalkbestimmung eine Abschätzung des Ausmaßes der koronaren Atherosklerose. Sie kann zur Risikostratifizierung bei asymptomatischen Personen eingesetzt werden. Beide Verfahren, CTA und Koronarkalkbestimmung, erfordern eine individuelle klinisch-kardiologische Indikationsstellung und Einordnung der Befunde.

Mit dem Spektrum der interventionellen Kardiologie hat sich auch das Indikationsspektrum der kardialen CT-Diagnostik erweitert. Die Methode wird als wichtige präinterventionelle Bildgebung vor der kathetergestützten perkutanen Aortenklappenimplantation (TAVI) eingesetzt [10]. Die Auswahl der geeigneten Aortenklappenprothese wird heute überwiegend allein anhand der CT-Messungen festgelegt. Auch bei AV-Klappeneingriffen ist die CT-Diagnostik von Bedeutung, z. B. um den Abstand der Koronararterien von anderen anatomischen Strukturen zu messen [11]. Mithin müssen interventionell tätige Fachärzte für Kardiologie entsprechende Kenntnisse in der kardialen CT-Diagnostik besitzen, um den Klappeneingriff mit maximaler Sicherheit und Effektivität durchzuführen. Die CT-Angiographie wird häufig auch zur Interventionsplanung bei chronischen Koronarverschlüssen verwendet [12]. Koronare Anomalien und angeborene Vitien können auch nach Operationen aufgrund der Möglichkeit der 3-dimensionalen räumlichen Analyse zum Teil besser als mit anderen Verfahren beurteilt werden. In klinischen Studien werden zudem Verlaufsuntersuchungen nach koronarer Stentimplantation, Myokardperfusionsanalysen sowie die Berechnung der fraktionellen Flussreserve zur funktionellen Beurteilung von Koronarläsionen durchgeführt [13, 14]. Von entscheidender Bedeutung ist die CT auch zur Planung von elektrophysiologischen Interventionen (z. B. Pulmonalvenenisolation) und für die Referenzbildgebung bei elektroanatomischen Mapping-Verfahren [15].

Es liegt somit auf der Hand, dass die kardiale CT zentrale Inhalte der kardiologischen Ausbildung betrifft. Kenntnisse und Erfahrungen mit der kardialen CT sind für Fachärzte für Kardiologie unabdingbar. Umgekehrt sind eingehende Kenntnisse der Kardiologie erforderlich, um die kardiale CT optimal indizieren, durchführen und beurteilen zu können. Fachärzte für Kardiologie verfügen über die Voraussetzungen, die CT zum optimalen Nutzen kardialer Patienten sicher anzuwenden und kompetent zu interpretieren.

Neben der erheblich verbesserten Bildqualität hat die enorme technische Entwicklung der Spiral-CT-Geräte in den letzten Jahren auch zu einer erheblichen Reduktion der Strahlenexposition bis in den Bereich einer effektiven Dosis < 1 mSv geführt. Hierfür ist neben einer adäquaten Technologie v. a. eine sorgfältige Vorbereitung der Patienten besonders im Hinblick auf die Herzfrequenz erforderlich. Die Patientenvorbereitung hilft auch dabei, den Anteil von Untersuchungen mit nicht eindeutig diagnostischer Bildqualität zunehmend niedrig zu halten. Ausgeprägter Koronarkalk kann eine kontrastgestützte nichtinvasive Koronarangiographie erschweren. Habitus, Herzfrequenz, Rhythmusstörungen und Mitarbeit des Patienten müssen ebenfalls im Hinblick auf die zu erwartende Bildqualität berücksichtigt werden. Die entsprechende Abwägung und insbesondere die Beurteilung bezüglich des Einsatzes alternativer diagnostischer Verfahren (z. B. invasive Koronarangiographie) erfordern spezielle kardiologische Fachkenntnisse und Erfahrungen. Auch bei der Interpretation des Untersuchungsergebnisses muss die klinische Relevanz von erhobenen Befunden im diagnostischen und therapeutischen Gesamtkontext eingegliedert werden, insbesondere bei der Einordnung von intermediären Koronarstenosen.

Das aktuelle Curriculum berücksichtigt das aktuelle DGK-Curriculum zur kardiologischen Weiterbildung sowie den Core Syllabus der European Association of Cardiovascular Imaging der European Society of Cardiology [16, 17].

## Ziele

Ziel des Curriculums ist eine Strukturierung der Ausbildung von Kardiologen im Bereich der kardialen CT. Es soll die nach heutigem Stand medizinisch richtige Indikationsstellung, Anwendung und Befundinterpretation gewährleisten. Das Curriculum beschreibt die Inhalte eines strukturierten Programms in 3 Stufen. Voraussetzung sind jeweils eingehende klinische Kenntnisse der Kardiologie, insbesondere der röntgenbasierten angiographischen Bildgebung des Herzens und der Therapieoptionen im Herzkatheterlabor. Der Prozess wird von der Fachgesellschaft zertifiziert, damit Standards für die Zusatzqualifikation gewährleistet sind. Die Zertifizierung betrifft sowohl den Ausbildungsprozess der Kardiologen als auch die Zulassung von Ausbildungszentren.

Die 3-stufige Ausbildung umfasst auf der 1. Stufe (Level 1) neben den Grundkenntnissen der Methodik v. a. die Indikationsstellung zur kardialen CT, ihre diagnostische Wertigkeit sowie den Vergleich mit alternativen diagnostischen Verfahren. Die 2. Stufe (Level 2) erweitert die im Level 1 nachgewiesenen Grundkenntnisse um die Erlangung von speziellen Kompetenzen in der kardialen CT, die eine selbstständige Durchführung der Untersuchung ermöglichen. Die 3. Stufe (Level 3) befähigt Fachärzte für Kardiologie, eigenständig und unter Beachtung der Strahlenschutzvorschriften ein kardiales CT zu betreiben und die Ausbildung zur Zusatzqualifikation kardiale CT zu leiten.

Spätestens ab Level 2 müssen die Kandidaten in der Lage sein zu vermeiden, dass als Folge des CT-Befunds eine Absicherungsdiagnostik (in aller Regel invasive Koronarangiographie) mit möglicherweise unnötigen Eingriffen vorgenommen wird. Wenn Abweichungen des Koronar-CT-Bilds vom Normalbefund vorliegen, kann häufig eine medikamentöse Therapie erfolgen (z. B. zur Optimierung der kardiovaskulären Risikofaktoren und ggf. Lipidtherapie), ohne dass weitere Untersuchungen oder eine invasive Abklärung erforderlich werden. Dies ist für die Patientenversorgung von großer Bedeutung. Eine unnötige Folgediagnostik führt zur Verunsicherung der Patienten, zu einer potenziellen Gefährdung durch überflüssige invasive

Maßnahmen und zu Mehrkosten. Umgekehrt führt die kardiale CT bei korrekter Anwendung zu einer Abnahme von (rein diagnostischen) Herzkatheteruntersuchungen.

## Syllabus

Im Folgenden werden die inhaltlichen Grundlagen der Zusatzausbildung aufgeführt.

### Grundlegende Prinzipien der kardialen Computertomographie

- Technische Grundlagen
  - Spiral-CT einschließlich mehrerer Röntgenröhren
  - Multidetektortechnik
  - Spektrale CT
- Röntgenstrahlerzeugung und Röntgenröhrenfunktion
  - Röntgenstrahlung, Filter und Kollimation
  - Charakteristika der Röntgenröhre, Röntgenstrom und -spannung
- EKG-Synchronisierung
  - Prospektiver Trigger
  - Retrospektives Gating
- Untersuchungsprotokolle
  - Axialer Aufnahmeodus („step and shoot“)
  - Spiralmodus/Pitch
  - Dynamische Datenakquisition („Funktionsuntersuchungen“)
- Bildrekonstruktionstechniken
  - Rekonstruktionsparameter (Schichtdicke, Inkrement, Kernelwahl)
  - Filtered-back-Projection und Längsinterpolation
  - Iterative Rekonstruktion
  - Rekonstruktion aus mehreren Herzzyklen („Multi-Cycle“)

### Untersuchungsgang und Bildrekonstruktion

- Patientenvorbereitung
  - Aufklärung
  - Medikamentöse Vorbereitung
    - Herzfrequenzkontrolle
    - Koronardilatation
  - Ateminstruktionen
- EKG-Synchronisierung
  - Prospektiv – retrospektiv
  - Umgang mit Arrhythmien
  - Wahl des Expositionsfensters im EKG

- Bildakquisitionsparameter (mA, kV, Kollimation)
- Wahl des abgebildeten Volumens
- Kontrastmittelinjektion

### Bildqualität

- Parameter der Bildqualität/Optimierung
  - Zeitliche und räumliche Auflösung
  - Kontrastschärfe und Bildrauschen
- Bildartefakte
  - CT-Artefakte
  - Patientenbedingte Artefakte (Bewegung, Atmung, Herzfrequenz, Metall, Kalk)

### Patientensicherheit

- Patientenselektion
  - Indikationsstellung, Leitlinien
  - Besondere Situationen: Adipositas, ausgeprägter Koronarkalk, Arrhythmien
- Kontraindikationen
- Risiken der Medikation
  - Kontrastmittel
  - Betablocker und andere Medikamente zur Senkung der Herzfrequenz
  - Nitrate
- Rettungskette bei Komplikationen

### Strahlenschutz

- Grundlagen der Dosisabschätzung
- Unterschiedliche Dosis der gebräuchlichen Protokolle
- Strategien zur Dosisminimierung
  - Auswahl des Aufnahmealgorithmus und Herzfrequenzsenkung
  - Röntgenstrommodulation
  - Röhrenspannung (kV)
  - Rekonstruktionstechniken, iterative Rekonstruktion

### Befundung und Interpretation

- Fensterung
- Bildnachbearbeitung
  - Multiplanar Reconstruction, Maximum Intensity Projection, Curved Multiplanar Reconstruction, Volume Rendering
  - 2-D vs. 3-D
- Befundbericht

## CT-Anatomie des Herzens und der großen Gefäße

- Große Gefäße
- Mediastinum
- Herz
  - Perikard und epikardiales Fettgewebe
  - Myokard, Myokardsegmente
  - Herzklappen
  - Koronararterien, Koronarsegmente
  - Vorhöfe und Pulmonalvenen

## Koronarkalkbestimmung

- Quantifizierung von Koronarkalk
- Perzentilvergleich anhand bevölkerungsbasierter Daten
- Indikation und prognostische Bedeutung

## Koronare CT-Angiographie (CTA)

- Nicht-atherosklerotische koronare Veränderungen
  - Koronaranomalien
  - Ektasie/Aneurysma
  - Myokardbrücken
  - Koronardissektion
- Stenosedetektion
  - Vergleich CTA mit invasiver Angiographie
  - Vergleich CTA mit funktionellen Tests
  - Prinzipien der Vor- und Nachtestwahrscheinlichkeit, Bayes-Statistik
- Visualisierung von koronaren atherosklerotischen Plaques
  - Möglichkeiten und Grenzen der Plaquecharakterisierung
  - Prognostische Bedeutung
- CTA nach koronarer Stentimplantation
  - Nutzen und Limitationen
- CTA nach aortokoronarer Bypassoperation
  - Nutzen und Limitationen
- Abschätzung der hämodynamischen Wirksamkeit von Stenosen
  - CTA-basierte FFR-Kalkulation
- Indikationen und Wertigkeit der koronaren CTA bei Verdacht auf KHK
  - Chronisches Koronarsyndrom
  - Akutes Koronarsyndrom
  - Präoperative Diagnostik

## Myokarddarstellung

- LV- und RV-Morphologie
- LV- und RV-Funktion
- Myokardperfusion

## Herzklappenerkrankungen

- Nativklappenmorphologie und Verkalkungen
- Bestimmung der Klappenöffnungsfläche
- Klappenprothesen
- Endokarditis
  - Vegetationen, Abszessbildung, Umgebungsgewebe

## Große Gefäße

- Thorakale Aorta
  - Aneurysma
  - Akute Aortenerkrankungen (Dissektion, Hämatom, penetrierendes Ulkus)
  - Verlaufsuntersuchungen nach chirurgischer/interventioneller Versorgung
- Pulmonalarterien
  - Lungenembolie
  - Zeichen der pulmonalen Hypertonie, Rechtsbelastung
  - Zeichen für chronisch thromboembolische pulmonale Hypertonie (CTEPH)
- Pulmonalvenen und linker Vorhof
  - Aberrante Einmündung

## Verschiedenes

- Perikarderkrankungen
- Kardiale Tumoren
- Implantate
  - Herzschrittmacher/Defibrillator
  - Verschlusssysteme PFO/Vorhofohr
  - LVAD
- Angeborene strukturelle Herzerkrankungen

## CT im Kontext kardialer/koronarer Interventionen

- Pulmonalvenenisolation
- Komplexe koronare Interventionen/chronischer Gefäßverschluss
- Interventionsplanung strukturelle Herzerkrankungen

- Dimensionen
- Räumliche Orientierung/fluoroskopische Angulation
- Kathetergestützte Aortenklappenimplantation
  - Zugangsweg
  - Geometrie/Dimensionen der Aortenwurzel
  - Räumliche Orientierung/fluoroskopische Angulation

## Stellenwert der kardialen CT-Diagnostik

- Stärken und Schwächen im Vergleich mit anderen bildgebenden Verfahren
  - Echokardiographie
  - Magnetresonanztomographie
  - Nuklearmedizin
  - Herzkatheterdiagnostik
- Einordnung der kardialen CT-Befunde (Anamnese, Klinik, EKG, Belastungstests)
- Evidenzbasis, Leitlinien

## Durchführung der Qualifizierung

### Dauer

Die Qualifizierungsdauer beträgt 6 Wochen für die Level-1-Zusatzqualifikation innerhalb eines maximalen Zeitraums von 6 Monaten, 3 Monate innerhalb eines maximalen Zeitraums von 12 Monaten für Level 2 und 12 Monate für Level 3, die in einem maximalen Zeitraum von 36 Monaten erbracht werden können. Die Qualifizierung kann für alle Level in wöchentliche Blöcke unterteilt und im Rahmen einer Hospitation an einer DGK-zertifizierten Stätte absolviert werden.

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

Ein Anerkennungsverfahren für erfahrene Kardiologen erlaubt es, die kontinuierliche und weiterhin andauernde Durchführung kardialer CT-Untersuchungen zu berücksichtigen (s. Anerkennungs-

verfahren für erfahrene Kardiologen und **Tab. 2).**

### Aktivitätsnachweise

Die für die jeweiligen Level nachzuweisenden CT-Untersuchungen werden durch das von der DGK zur Verfügung gestellte Prozedurenlogbuch bescheinigt.

Die im Rahmen der theoretischen Ausbildungsinhalte erforderlichen Fortbildungen werden anhand entsprechender Nachweise belegt. Eine Kopie der jeweiligen Urkunde ist ausreichend. Publikationen werden in Kopie eingereicht. Anrechnungsfähige Zertifikate anderer Fachgesellschaften werden ebenfalls in Kopie eingereicht.

Für eine Zertifizierung im Rahmen des Anerkennungsverfahrens für erfahrene Kardiologen ist der Nachweis eines kontinuierlich durchgeführten und weiterhin andauernden kardialen CT-Programms notwendig. Die Beteiligung des Antragstellers im Rahmen der täglichen Arbeit muss eindeutig dokumentiert sein durch ein Zeugnis des Leiters der Einrichtung.

### Struktur des Curriculums

Stufe 1 (Level 1) der Ausbildung ist Bestandteil der kardiologischen Weiterbildung, wie im Curriculum Kardiologie aufgeführt [16]. Sie beinhaltet Grundkenntnisse der Methodik, die anhand der Beteiligung an kardialen CT-Untersuchungen nachgewiesen werden müssen. Das Verständnis für Indikationen, Nutzen und potenzielle Risiken der Methode wird durch die Vertrautheit mit der röntgenbasierten angiographischen Diagnostik und den therapeutischen Optionen im Herzkatheterlabor erleichtert, die anhand des kardiologischen Ausbildungskatalogs nachzuweisen ist. Ein besonderer Wert wird auf die patientenorientierte individuelle Indikationsstellung gelegt, welche die Kandidaten in der klinischen Arbeit mit ihren Ausbildern diskutieren. Dementsprechend müssen sie mit der diagnostischen Wertigkeit der kardialen CT vertraut sein und die Vor- und Nachteile im Vergleich mit alternativen diagnostischen Verfahren abwägen können. Von entscheidender Bedeutung ist auch der Nachweis, dass die CT-Befunde in das Spektrum von Symptomatik, Anamnese, Untersuchungsbefund

und apparativ erhobenen Befunden eingeordnet werden können, insbesondere EKG und Echokardiographie. Der oben dargestellte Syllabus muss Kandidaten in diesem Stadium der Ausbildung inhaltlich bekannt sein.

Die 2. Stufe (Level 2) erweitert die in Stufe 1 nachgewiesenen Grundkenntnisse um die Erlangung von speziellen Kompetenzen in der kardialen CT, die eine selbstständige Durchführung der Untersuchung ermöglichen. Neben der aktiven Beherrschung der Inhalte des Syllabus (s. oben) ist besonders die persönliche Erfahrung mit der invasiven Kardiologie von Bedeutung. Dazu zählen in erster Linie die im Herzkatheterlabor erhobenen koronarangiographischen und physiologischen („fractional flow reserve“ [FFR]) Befunde sowie ihre funktionellen Auswirkungen. Darüber hinaus wird ein Verständnis der koronaren Mikrozirkulation vorausgesetzt, z. B. im Hinblick auf eine mögliche Beeinflussung der koronaren Funktionsdiagnostik. Von besonderer Bedeutung sind auch Kenntnisse der Möglichkeiten der katheterinterventionellen Therapie struktureller Herzkrankungen, insbesondere der Aortenklappenimplantation (TAVI) und des interventionellen Ersatzes der AV-Klappen bei Insuffizienz. Ausschlaggebend ist die Fähigkeit, den CT-Befund in das Gesamtbild von Symptomatik und Befundkonstellation des einzelnen Patienten einzuordnen und ihm zu vermitteln.

Die 3. Stufe (Level 3) befähigt die Kandidaten, eigenständig und unter Beachtung der Strahlenschutzvorschriften ein kardiales CT-Labor zu betreiben und die Ausbildung zur Zusatzqualifikation kardiale CT zu leiten. Zusätzlich zu den Qualifikationen der Stufe 2 wird eine mehrjährige Erfahrung in der CT-Diagnostik vorausgesetzt, damit auch seltene Befunde eingeordnet werden können und eine Weitergabe der Erfahrungen möglich ist.

Die Zusatzausbildung kardiale CT muss an einem akkreditierten Ausbildungsinstitut unter Anleitung des dortigen Programmleiters und der Supervisoren erworben werden (s. unten). Sie wird von einer Kommission der DGK überprüft und bescheinigt.

Für die Level-1-Kompetenz wird der Nachweis einer Beteiligung an 50 kardialen CT-Untersuchungen gefordert (in Ana-

logie zum Curriculum Kardiologie, s. [16]). Mindestens 40 dieser Untersuchungen sollen kontrastgestützte CTA sein. Der Ausbildungszeitraum soll 6 Wochen mit überwiegender Tätigkeit in der kardialen CT umfassen in einem Zeitraum von maximal 6 Monaten. Wenn im primären Ausbildungszentrum keine Möglichkeit der Beteiligung an der kardialen CT besteht, ist auch die Teilnahme an einem von der Fachgesellschaft anerkannten Kursprogramm möglich (K-CT Grund- oder Aufbaukurs der DGK, alternativ K-CT Q1- oder Q2-Kurs der DRG). Neben der hier angesprochenen CT-Qualifikation benötigt die Level-1-Zusatzqualifikation auch den Nachweis von echokardiographischen Kenntnissen entsprechend dem Level 1 des Curriculums Weiterbildung Kardiologie [16] sowie den Nachweis der Beteiligung an 300 invasiven Linksherzkatheteruntersuchungen.

Die Level-2-Zusatzqualifikation setzt eine Ausbildungsdauer voraus, die einer 3-monatigen überwiegenden Tätigkeit im Bereich der kardialen CT entspricht. Weil sich dies häufig im Klinikalltag schwer verwirklichen lässt, kann die Ausbildung auch über einen längeren Zeitraum ausgedehnt werden, damit die geforderten Inhalte und Zahlen erreicht werden können. Um eine ausreichende Beschäftigung mit der kardialen CT zu gewährleisten, soll ein Zeitraum von einem Jahr aber nicht überschritten werden. Die geforderten praktischen Erfahrungen müssen anhand der dokumentierten Beteiligung an insgesamt 100 kardialen CT-Untersuchungen nachgewiesen werden, davon mindestens 80 mit Kontrastmittelgabe, mindestens 70 koronare CTA und mindestens 10 TAVI-Vorbereitungen. Durch die Teilnahme an einem von der Fachgesellschaft anerkannten Kursprogramm (K-CT Grund- und Aufbaukurs der DGK, alternativ K-CT Q1- und Q2-Kurs der DRG) kann die Hälfte der für Level 2 geforderten Zeiten und Leistungen abgedeckt werden.

Die Level-3-Zusatzqualifikation setzt eine Ausbildungsdauer voraus, die einer 12-monatigen überwiegenden Tätigkeit in der kardialen CT entspricht. Bei nicht oder nur teilweise überwiegender Tätigkeit in diesem Bereich kann die Ausbildungsdauer auf bis zu 3 Jahre ausgedehnt werden. Insgesamt ist der Nachweis von mindestens 400 kardialen CT-Untersuchungen erforder-

Tab. 1 Persönliche Anerkennung der Zusatzqualifikation durch Programmteilnahme				
Level	Voraussetzungen	Mindestzahlen und -zeiten	Qualifizierungsinhalte	Einzureichende Unterlagen
1	<p>Approbation als Arzt und Beginn der Weiterbildung zum Facharzt Innere Medizin und Kardiologie bzw. Innere Medizin mit Schwerpunkt Kardiologie</p> <p>Sachkunde Strahlenschutz Gefäßsystem des Herzens</p> <p><b>Strukturierte Qualifizierung im Rahmen von Vorträgen:</b> 4 CME-Punkte (z. B. DGK-Akademie)</p> <p><b>Hinweis:</b> Analoge Qualifikationen (Level 1) der DRG oder SCCT sind vollumfänglich anrechenbar</p>	<p>Beteiligung an mindestens 50 kardialen CT-Untersuchungen, von denen mindestens 40 einer kontrastgestützten koronaren CT-Angiographie entsprechen müssen</p> <p><b>(Stellv) Leiter/Leiterin der Zusatzqualifikation:</b> Facharzt für Innere Medizin und Kardiologie bzw. Innere Medizin mit Schwerpunkt Kardiologie mit persönlicher Level-3-Anerkennung oder Facharzt für Radiologie mit Level-3-Anerkennung der DRG oder SCCT</p> <p>300 invasive Linksherzkatheteruntersuchungen (primärer Untersucher oder Beteiligung)</p> <p><b>Mindestdauer der Qualifizierung:</b> 6 Wochen Vollzeitbeschäftigung im CT-Programm einer von der DGK nach dem <i>Curriculum Kardiale Computertomographie</i> zertifizierten Stätte (bei Teilzeit [mindestens 50 % einer Vollzeitstelle] entsprechend mehr)</p> <p><b>Alternativ:</b> Nachweis K-CT Grund- oder Aufbaukurs der DGK oder Nachweis K-CT Q1- oder Q2-Kurs der DRG oder</p> <p><b>Minimale Qualifizierungseinheit:</b> 1 Woche (bei Teilzeit entsprechend mehr)</p> <p><b>Maximaldauer der Qualifizierung:</b> 6 Monate</p>	<p>Grundlagen: Grundkenntnisse der Technik der Mehrzeilen-CT</p> <p>Grundlagen: Diagnostische Möglichkeiten, Indikationsstellung, Nutzen und mögliche Risiken</p> <p>Grundlagen: Therapeutischer Nutzen durch die Bildgebung der Koronargefäße und der Klappenstrukturen</p> <p>Kenntnisse der Symptomatik, Anamnese, Abklärung und Therapieoptionen kardiologischer Krankheitsbilder</p> <p>Vertrautheit mit invasiver Diagnostik und Therapie im Herzkatheterlabor, vertiefte Kenntnisse der Echokardiographie, Vertrautheit mit alternativen diagnostischen Möglichkeiten im Vergleich mit der kardialen CT (Echokardiographie, Magnetresonanztomographie, Myokardszintigraphie)</p>	<p>Aktueller Lebenslauf</p> <p>Facharzturkunde Innere Medizin und Kardiologie bzw. Innere Medizin mit Schwerpunkt Kardiologie</p> <p>Sachkunde Strahlenschutz Gefäßsystem des Herzens</p> <p>DGK-Logbuch</p> <p>Detaillierter Abschlussbericht des (stellv.) Leiters der Zusatzqualifikation gemäß DGK-Vorlage</p> <p>Wenn zutreffend, weitere Leistungsnachweise (z. B. Zertifikate DGK oder andere Fachgesellschaften), Publikationen</p> <p>Nachweis der CME-Punkte</p>
2	<p>Approbation als Arzt und Beginn der Weiterbildung zum Facharzt Innere Medizin und Kardiologie bzw. Innere Medizin mit Schwerpunkt Kardiologie</p> <p>Sachkunde Strahlenschutz Gefäßsystem des Herzens</p> <p><b>Strukturierte Qualifizierung im Rahmen von Vorträgen:</b> 16 CME-Punkte (z. B. DGK-Akademie)</p> <p><b>Hinweis:</b> Analoge Qualifikationen (Level 2) der DRG oder SCCT sind vollumfänglich anrechenbar</p>	<p>100 kardiale CT-Untersuchungen, davon mindestens 80 mit Kontrastmittelgabe und mindestens 70 koronare CT-Angiographien sowie mindestens 10 Untersuchungen zur Vorbereitung einer TAVI-Prozedur</p> <p><b>(Stellv) Leiter/Leiterin der Zusatzqualifikation:</b> Facharzt für Innere Medizin und Kardiologie bzw. Innere Medizin mit Schwerpunkt Kardiologie mit persönlicher Level-3-Anerkennung oder Facharzt für Radiologie mit Level-3-Anerkennung der DRG oder SCCT</p> <p><b>Mindestdauer der Qualifizierung:</b> 3 Monate Vollzeitbeschäftigung im CT-Programm einer von der DGK nach dem <i>Curriculum Kardiale Computertomographie</i> zertifizierten Stätte (bei Teilzeit [mindestens 50 % einer Vollzeitstelle] entsprechend mehr)</p> <p><b>Alternativ:</b> Durch den Nachweis des K-CT Grund- und Aufbaukurses der DGK oder des K-CT Q1- und Q2-Kurses der DRG reduzieren sich die für Level 2 geforderten Zeiten und Leistungen um die Hälfte.</p> <p><b>Minimale Qualifizierungseinheit:</b> 1 Woche (bei Teilzeit entsprechend mehr)</p> <p><b>Maximaldauer der Qualifizierung:</b> 12 Monate</p>	<p>Kenntnisse der Technik der Mehrzeilen-CT besonders im Hinblick auf Bildqualität und Begrenzung der Strahlendosis, unterschiedliche Untersuchungsprotokolle</p> <p>Kenntnisse der diagnostischen Möglichkeiten und von Indikationsstellung, Nutzen und möglichen Risiken in der Abklärung der wichtigsten Indikationsgebiete, d. h. Koronaranatomie, TAVI-Vorbereitung, Vorbereitung von AV-Klappeneingriffen</p> <p>Kenntnisse der Symptomatik, Anamnese, Abklärung und Therapieoptionen kardiologischer Krankheitsbilder</p> <p>Vertrautheit mit invasiver Diagnostik und Therapie im Herzkatheterlabor, vertiefte Kenntnisse der Echokardiographie, Vertrautheit mit alternativen diagnostischen Möglichkeiten im Vergleich mit der kardialen CT (Echokardiographie, Magnetresonanztomographie, Myokardszintigraphie)</p>	<p>Aktueller Lebenslauf</p> <p>Facharzturkunde Innere Medizin und Kardiologie bzw. Innere Medizin mit Schwerpunkt Kardiologie</p> <p>Sachkunde Strahlenschutz Gefäßsystem des Herzens</p> <p>Nachweis des Zugangs zur invasiven Kardiologie, d. h. selbst invasive Tätigkeit im Herzkatheterlabor (z. B. DGK-Zertifizierung als invasiver Kardiologe) oder Kooperation</p> <p>DGK-Logbuch</p> <p>Detaillierter Abschlussbericht des (stellv.) Leiters der Zusatzqualifikation gemäß DGK-Vorlage</p> <p>Nachweis der CME-Punkte</p> <p>Wenn zutreffend, weitere Leistungsnachweise (z. B. Zertifikate DGK oder andere Fachgesellschaften), Publikationen</p> <p>Nachweis der CME-Punkte</p>

Tab. 1 (Fortsetzung)				
Level	Voraussetzungen	Mindestzahlen und -zeiten	Qualifizierungsinhalte	Einzureichende Unterlagen
3	Approbation als Arzt und Beginn der Weiterbildung zum Facharzt Innere Medizin und Kardiologie bzw. Innere Medizin mit Schwerpunkt Kardiologie Sachkunde Strahlenschutz Gefäßsystem des Herzens <b>Strukturierte Qualifizierung im Rahmen von Vorträgen:</b> Nachweis von insgesamt 50 CME-Punkten über nicht mehr als 2 Jahre über fachspezifische Fortbildungen und/oder Kongressteilnahme <b>Hinweis:</b> Analoge Qualifikationen (Level 3) der DRG oder SCCT sind vollumfänglich anrechenbar	400 kardiale CT-Untersuchungen, davon mindestens 300 mit Kontrastmittelgabe und mindestens 250 koronare CT-Angiographien sowie mindestens 25 Untersuchungen zur Vorbereitung einer TAVI-Prozedur <b>(Stellv) Leiter/Leiterin der Zusatzqualifikation:</b> Facharzt für Innere Medizin und Kardiologie bzw. Innere Medizin mit Schwerpunkt Kardiologie mit persönlicher Level-3-Anerkennung oder Facharzt für Radiologie mit Level-3-Anerkennung der DRG oder SCCT <b>Mindestdauer der Qualifizierung:</b> 12 Monate Vollzeitbeschäftigung im CT-Programm einer von der DGK nach dem <i>Curriculum Kardiale Computertomographie</i> zertifizierten Stätte (bei Teilzeit [mindestens 50 % einer Vollzeitstelle] entsprechend mehr) <b>Minimale Qualifizierungseinheit:</b> 1 Woche (bei Teilzeit entsprechend mehr) <b>Maximaldauer der Qualifizierung:</b> 36 Monate	Fundierte Kenntnisse der Technik der Mehrzeilen-CT Vertiefte Kenntnisse der diagnostischen Möglichkeiten und von Indikationsstellung, Nutzen und möglichen Risiken der Methode Kenntnisse der Symptomatik, Anamnese, Abklärung und Therapieoptionen kardiologischer Krankheitsbilder Vertrautheit mit invasiver Diagnostik und Therapie im Herzkatheterlabor, vertiefte Kenntnisse der Echokardiographie, Vertrautheit mit alternativen diagnostischen Möglichkeiten im Vergleich mit der kardialen CT (Echokardiographie, Magnetresonanztomographie, Myokardszintigraphie)	Aktueller Lebenslauf Facharzturkunde Innere Medizin und Kardiologie bzw. Innere Medizin mit Schwerpunkt Kardiologie Sachkunde Strahlenschutz Gefäßsystem des Herzens Nachweis des Zugangs zur invasiven Kardiologie, d. h. selbst invasive Tätigkeit im Herzkatheterlabor (z. B. DGK-Zertifizierung als interventioneller Kardiologe/Kardiologin) oder Kooperation DGK-Logbuch Detaillierter Abschlussbericht des (stellv.) Leiters der Zusatzqualifikation gemäß DGK-Vorlage Wenn zutreffend, weitere Leistungsnachweise (z. B. Zertifikate DGK oder andere Fachgesellschaften), Publikationen Nachweis der CME-Punkte

*CME* Continuous Medical Education, *CT* Computertomographie, *DGK* Deutsche Gesellschaft für Kardiologie, *DRG* Deutsche Röntgengesellschaft, *K-CT* kardiale Computertomographie, *SCCCT* Society of Cardiovascular Computed Tomograph

Tab. 2 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 Sachkunde Strahlenschutz Gefäßsystem des Herzens	4000 kardiale CT-Untersuchungen, davon mindestens 3000 mit Kontrastmittelgabe und mindestens 2500 koronare CT-Angiographien sowie mindestens 250 Untersuchungen zur Vorbereitung einer TAVI-Prozedur lebenslang <b>Von den oben genannten 4000 Untersuchungen sind im letzten Kalenderjahr vor Antragstellung folgende Mindestzahlen nachzuweisen:</b> 1000 kardiale CT-Untersuchungen, davon mindestens 750 mit Kontrastmittelgabe und mindestens 625 koronare CT-Angiographien sowie mindestens 65 Untersuchungen zur Vorbereitung einer TAVI-Prozedur Mindestens 10-jährige Erfahrung auf dem Fachgebiet der kardialen Computertomographie	Aktueller Lebenslauf Facharzturkunde Innere Medizin und Kardiologie bzw. Innere Medizin mit Schwerpunkt Kardiologie Sachkunde Strahlenschutz Gefäßsystem des Herzens Zeugnis des Leiters der Einrichtung über die Tätigkeit in der kardialen Computertomographie sowie die geforderten Mindestzahlen	

*CME* Continuous Medical Education, *CT* Computertomographie, *DGK* Deutsche Gesellschaft für Kardiologie, *DRG* Deutsche Röntgengesellschaft, *K-CT* kardiale Computertomographie, *SCCCT* Society of Cardiovascular Computed Tomograph

derlich, davon mindestens 300 kontrastgestützte Untersuchungen, 250 CT-Angiographien und mindestens 25 TAVI-Vorbereitungen. Daneben wird eine hohe Kompetenz in der invasiven Herzkatheterdiagnostik gefordert, die am besten durch die *Zusatzqualifikation Interventionelle Kardiologie* abgebildet wird, alternativ durch den Nachweis eines invasiven Programms am Standort oder in Kooperation mit einem auswärtigen Herzkatheterlabor.

Die Ausbildung zur *Zusatzqualifikation Kardiale Computertomographie* (Le-

vel 1–3) kann bereits während der Weiterbildungszeit zum Facharzt für Kardiologie begonnen werden, aber erst nach Anerkennung des Schwerpunkts Kardiologie abgeschlossen und erteilt werden. Die einzelnen Level der Zusatzqualifikation können aufeinander aufbauend erworben werden, wenn die zeitlichen Vorgaben erfüllt werden. In diesem Fall kann die Level-1-Qualifikation von der Ausbildungsdauer und den Mindestzahlen her auf die Level-2-Qualifikation angerechnet werden und Level 2 auf Level 3.

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. Rezertifizierung und [Tab. 3](#)).

Die für die persönliche Zertifizierung zu erfüllenden Kriterien und einzureichenden Dokumente und Nachweise für die 3 Qualifizierungslevel sind in der dem Curriculum zugehörigen [Tab. 1](#) zusammengefasst.

<b>Tab. 3</b> 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 Durchführung von insgesamt 50 kardialen CT-Untersuchungen, von denen mindestens 40 einer kontrastgestützten koronaren CT-Angiographie entsprechen müssen (mindestens 1 Aktivität pro Jahr) 56 CME-Punkte über fachspezifische Fortbildungen und/oder Kongressteilnahme (kumulativ für die gesamte Zertifizierungsdauer)	Aktueller Lebenslauf Gültige Sachkunde Strahlenschutz Gefäßsystem des Herzens oder Nachweis Aktualisierungskurs Zahlennachweis durch DGK-Logbuch oder Zeugnis des Leiters der Einrichtung Nachweis der CME-Punkte Ggf. Publikationen
2	Level-2-Anerkennung	Im vergangenen Zertifizierungszeitraum Durchführung von insgesamt 100 kardialen CT-Untersuchungen, davon mindestens 80 mit Kontrastmittelgabe und mindestens 70 koronare CT-Angiographien sowie mindestens 10 Untersuchungen zur Vorbereitung einer TAVI-Prozedur 56 CME-Punkte über fachspezifische Fortbildungen und/oder Kongressteilnahme (kumulativ für die gesamte Zertifizierungsdauer)	Aktueller Lebenslauf Gültige Sachkunde Strahlenschutz Gefäßsystem des Herzens oder Nachweis Aktualisierungskurs Zahlennachweis durch DGK-Logbuch oder Zeugnis des Leiters der Einrichtung Nachweis der CME-Punkte Ggf. Publikationen
3	Level-3-Anerkennung	Im vergangenen Zertifizierungszeitraum Durchführung von 400 kardialen CT-Untersuchungen, davon mindestens 300 mit Kontrastmittelgabe und mindestens 250 koronare CT-Angiographien sowie mindestens 25 Untersuchungen zur Vorbereitung einer TAVI-Prozedur 56 CME-Punkte über fachspezifische Fortbildungen und/oder Kongressteilnahme (kumulativ für die gesamte Zertifizierungsdauer)	Aktueller Lebenslauf Gültige Sachkunde Strahlenschutz Gefäßsystem des Herzens oder Nachweis Aktualisierungskurs Zahlennachweis durch DGK-Logbuch oder Zeugnis des Leiters der Einrichtung Nachweis der CME-Punkte Ggf. Publikationen
Für die Rezertifizierung der Stätte gelten die gleichen Bedingungen wie für die Erstzertifizierung (s. nachfolgende <b>Tab. 4</b> ). Darüber hinaus ist der Nachweis erforderlich, dass die Stätte im laufenden Zertifizierungszeitraum aktiv Programmkandidaten ausgebildet hat			

## Online-Verbundzertifizierung

Um die Qualifizierung von Kandidaten zu fördern, die an einer nicht anerkannten Stätte tätig sind, ist nach Etablierung der Online-Verbundzertifizierung für die Zusatzqualifikation K-MRT die Möglichkeit der Online-Verbundzertifizierung durch Kooperation mit DGK-zertifizierten Stätten auch für die Zusatzqualifikation K-CT angedacht.

Die hierfür zu erfüllenden Voraussetzungen werden zu gegebener Zeit in den dem Curriculum zugehörigen Tabellen erfasst.

## Anforderungen an Programmkandidaten

Die Kandidaten für die Zusatzqualifikation müssen mindestens bereits 3 Jahre Ausbildung in Innerer Medizin/Kardiologie vorweisen können, in der Regel die Basisweiterbildung „common trunk“. Die Sachkunde im Strahlenschutz *Gefäßsystem des Herzens* sollte während der Ausbildung zumindest begonnen sein. Sie ist Voraussetzung für die Anerkennung der Zusatzqualifikation (Level 1–3).

## Anforderungen an die Stätte der Zusatzqualifikation

Die Zusatzqualifikation für alle Level kann nur in einer kardiologischen Einrichtung erworben werden, die über einen Schwerpunkt in der kardiovaskulären Schnittbildgebung verfügt (CT, MRT) und die mindestens ein Herzkatheterlabor einschließlich Notfallversorgung betreibt oder eine enge Kooperation mit einem solchen Herzkatheterlabor dokumentiert. Darüber hinaus muss die kardiologische Einrichtung von der DGK als Stätte anerkannt sein. Die Teilnahme an der kardiologischen Patientenversorgung einschließlich Notfalldiagnostik und Notfalleingriffen wird für die auszubildende Einrichtung vorausgesetzt, um einen regelmäßigen Abgleich der Befunde mit der invasiven Überprüfung und den therapeutischen Konsequenzen ausreichend intensiv gewährleisten zu können.

In der kardialen CT müssen jährlich mindestens 300 Untersuchungen über mindestens 3 Jahre durchgeführt worden sein. Die Leistungszahlen werden durch ein Zeugnis des Klinikdirektors bestätigt und durch entsprechende Nachweise (OPS-Codes zur Abrechnung der Fallpau-

schale oder Auswertung der CT-Geräte) belegt.

Die Qualifikation der kardiologischen Ausbilder ist durch eine Level-3-Zusatzqualifikation zu belegen, die Qualifikation der radiologischen Ausbilder durch den Nachweis der persönlichen Anerkennung einer der kardiologischen Zusatzqualifikation Level 3 äquivalenten Ausbildungsstufe, in der Regel Level 3 der DRG oder SCCT. Kenntnisse in der Echokardiographie und der invasiven Herzkatheterdiagnostik sind für den Radiologen von Nutzen, aber für die Position als Ausbilder/Mentor keine unabdingbare Voraussetzung, da die entsprechenden Kenntnisse durch Kardiologen mit der Level-3-Zusatzqualifikation vermittelt werden können.

Alle von der Stätte der Zusatzqualifikation zu erfüllenden Kriterien sind in der dem Curriculum zugehörigen **Tab. 4** zusammengefasst.

## Anforderungen an den (stellv.) Leiter / die (stellv.) Leiterin der Zusatzqualifikation

Die Leitung des Ausbildungsprogramms für alle Level muss durch einen Leiter und optional einen stellv. Leiter gewährleistet

Tab. 4 Anerkennung als Stätte der Zusatzqualifikation		
Voraussetzungen	Mindestzahlen	Einzureichende Unterlagen
<p><b>Kardiologische Einrichtung mit Schwerpunkt in der kardialen Bildgebung (zu belegen über die CT-Untersuchungszahlen) und Zugang zu einem Herzkatheterlabor mit Notfallversorgung (24-h-Bereitschaft)</b></p> <p><b>Personelle Ausstattung:</b> Level-3-zertifizierter Leiter der Zusatzqualifikation Optional: Level-3-zertifizierter stellv. Leiter der Zusatzqualifikation</p> <p><b>Räumliche Ausstattung:</b> Strahlenschutzbereich mit Überwachungs- und Kontrollbereich Ausreichender Arbeitsraum und -platz für den Kandidaten der Zusatzausbildung mit Zugang zu Workstation/Befundung</p> <p><b>Apparative Ausstattung:</b> Betrieb eines für die kardiale Bildgebung geeigneten Computertomographen mit mindestens 64 Detektorzeilen</p> <p><b>Konferenzen/Fortbildungen:</b> Fallkonferenzen mit dem (stellv.) Leiter der Stätte (mindestens 2-mal/Monat) Regelmäßige Fortbildungen zum Thema kardiale Bildgebung für die Mitarbeiter (mindestens 2-mal/Jahr)</p>	<p>Mindestens 300 kardiale CT-Untersuchungen pro Jahr über einen Zeitraum von mindestens 3 Jahren</p>	<p>Ausführliche Beschreibung der personellen und räumlichen Ausstattung der Stätte Die Vorgaben nach DIN 6812 und Röntgenverordnung müssen ebenso wenig wie die Beachtung der gesetzlich geregelten Hygienebedingungen gesondert ausgewiesen werden. Strukturbeschreibung mit Angaben zu Fallkonferenzen und internen (evtl. auch externen) Fortbildungen Dokumentation des aktuell betriebenen Computertomographen Nachweis über den Betrieb eines Herzkatheterlabors oder Zugang dazu in einer kooperativen Struktur Nachweisdokumente zur Belegung der Leistungszahlen (OPS-Codes zur Abrechnung der Fallpauschale oder Auswertung der CT-Geräte)</p>
<p><i>CME</i> Continuous Medical Education, <i>CT</i> Computertomographie, <i>DGK</i> Deutsche Gesellschaft für Kardiologie, <i>DRG</i> Deutsche Röntgengesellschaft, <i>K-CT</i> kardiale Computertomographie, <i>SCCCT</i> Society of Cardiovascular Computed Tomography, <i>OPS</i> Operationen- und Prozedurenschlüssel</p>		

tet werden. Hierbei handelt es sich um Fachärzte für Kardiologie mit Level-3-Zusatzqualifikation oder Fachärzte für Radiologie mit persönlicher Anerkennung einer der kardiologischen Zusatzqualifikation Level 3 äquivalenten Ausbildungsstufe, in der Regel Stufe 3 der DRG oder Level 3 der SCCCT.

Eine rein kardiologische Leitung und stellv. Leitung ist möglich, solange die strukturellen und personellen Voraussetzungen im Hinblick auf die Sachkunde CT gegeben sind. Dies bedeutet eine enge und regelmäßige Kooperation mit den radiologischen fachärztlichen Kollegen. Im Gegensatz dazu ist eine rein radiologische Leitung und stellv. Leitung nicht möglich.

Die (stellv.) Leitung ist für den strukturierten Ablauf des Ausbildungsprogramms verantwortlich. Dazu zählen die Supervision durch qualifizierte Ausbilder und die Möglichkeit für Ärzte in der Ausbildung, die notwendigen theoretischen Kenntnisse im Rahmen von Literaturstudium, Fallkonferenzen, Kursen und/oder Journal Clubs zu erwerben.

Eine kooperative Leitung mit Fachärzten für Kardiologie und Radiologie in einem kardialen CT-Team ist denkbar, die einander auf Augenhöhe begegnen. Dies wird durch eine gemeinsame Verantwortlichkeit für die Patienten dokumentiert, durch eine gemeinsame Indikationsstellung bei Patienten, die dem Team gemeinsam vorgestellt werden, und durch regel-

mäßige Teambesprechungen. Die kardialen CT-Befunde werden von der kardiologischen und radiologischen Leitung gemeinsam unterzeichnet.

Alle vom (stellv.) Leiter / von der (stellv.) Leiterin der Zusatzqualifikation zu erfüllenden Kriterien sind in der dem Curriculum zugehörigen **Tab. 5** zusammengefasst.

### Evaluierung

Die Evaluierung stützt sich auf die Zeugnisse der Aus- und Weiterbildungsberechtigten, Nachweis der Untersuchungszahlen mittels Prozedurenlogbuch, Nachweis der persönlichen und strukturellen Voraussetzungen und möglicher alternativer Qualifikationen, die anrechenbar sind. Einzelheiten sind in den dem Curriculum zugehörigen Tabellen aufgeführt.

Die Anerkennung eines Zentrums als Stätte zum Erwerb der Zusatzqualifikation sowie der (stellv.) Leitung des Programms erfolgt durch Gutachter der DGK. Die Anerkennung wird durch den Kardiologen beantragt, welcher die Leitung des Programms übernehmen will. Die Gutachter der DGK sichten die Unterlagen und gewähren die Anerkennung, wenn die Voraussetzungen erfüllt sind.

Anträge der Kandidaten auf Zertifizierung der curricularen Leistungen zur Erlangung der Zusatzqualifikation werden von den oben genannten Gutachtern geprüft. Die DGK stellt dem Kandidaten ein

Zertifikat über die Ableistung der *Zusatzqualifikation Kardiale Computertomographie* aus, wenn alle Voraussetzungen erfüllt sind.

Die anzurechnenden Leistungszahlen und Qualifizierungszeiten müssen innerhalb des maximalen Qualifizierungszeitraums für das jeweilige Level erbracht worden sein. Dies gilt ebenso für DGK-Zertifikate wie auch für Zertifikate fachfremder bzw. ausländischer Fachgesellschaften. Zertifikate der Deutschen Röntgengesellschaft, der European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) und der amerikanischen Society of Cardiovascular Computed Tomography (SCCT) werden anerkannt. Zertifikate anderer Fachgesellschaften können im Einzelfall ebenfalls anerkannt werden. Über die Möglichkeit der Anerkennung wird durch die von der DGK eingesetzten Gutachter entschieden. Entscheidungsgrundlage ist die detaillierte Auflistung der Voraussetzungen und Inhalte des jeweiligen Zertifikats durch den Antragsteller.

### Anerkennungsverfahren für erfahrene Kardiologinnen/ Kardiologen

Kardiologische Fachärzte mit langjähriger Erfahrung und Expertise in der Durchführung der kardialen Computertomographie können im Rahmen eines Anerkennungsverfahrens, das parallel zu dem oben

Tab. 5 Anerkennung als (stellv.) Leiter der Zusatzqualifikation. Übersicht der Voraussetzungen und Kriterien	
Voraussetzungen	Einzureichende Unterlagen
Facharztanerkennung Innere Medizin und Kardiologie bzw. Innere Medizin mit Schwerpunkt Kardiologie <b>und</b> persönliche Anerkennung der Zusatzqualifikation Level 3 <b>Optional:</b> Facharztanerkennung für Radiologie mit Schwerpunkt in der kardiovaskulären Bildgebung <b>und</b> persönliche Anerkennung einer der kardiologischen Zusatzqualifikation Level 3 äquivalenten Ausbildungsstufe, in der Regel Level 3 der DRG oder SCCT	Aktueller Lebenslauf Facharzturkunde Innere Medizin und Kardiologie bzw. Innere Medizin mit Schwerpunkt Kardiologie Alternativ Facharzturkunde Radiologie Zertifikat der persönlichen Level-3-Anerkennung oder der analogen Befähigung Dokumentation der Strukturen des Ausbildungszentrums kardiovaskuläre Computertomographie, Untersuchungszahlen
<i>CME</i> Continuous Medical Education, <i>CT</i> Computertomographie, <i>DGK</i> Deutsche Gesellschaft für Kardiologie, <i>DRG</i> Deutsche Röntgengesellschaft, <i>K-CT</i> kardiale Computertomographie, <i>SCCT</i> Society of Cardiovascular Computed Tomography	

dargestellten Prozess der Regelzertifizierung läuft, die persönliche Level-3-Zertifizierung erwerben. Wichtig ist hier insbesondere der Nachweis der Aktualität. Die Bestätigung der geforderten Untersuchungszahlen ist durch ein Zeugnis des Leiters der Einrichtung zu erbringen.

Die von den Antragstellern zu erfüllenden Kriterien und einzureichenden Dokumente und Nachweise sind in der dem Curriculum zugehörigen **Tab. 2** zusammengefasst.

## 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 zertifizierte Person nach wie vor im Fachgebiet der kardiovaskulären Computertomographie tätig ist.

Die Rezertifizierung einer Stätte und ihrer (stellv.) Leiterin / ihres (stellv.) Leiters der Zusatzqualifikation ist durch die aktuelle Leitung der Zusatzqualifikation zu beantragen und dient dem Zweck des Nachweises, dass die im Zuge der Erstzertifizierung genannten personellen, apparativen und logistischen Voraussetzungen weiterhin erfüllt sind.

Die persönliche Rezertifizierung erfolgt für alle Level anhand der kontinuierlich nachgewiesenen kardialen CT-Diagnostik (Mindestzahlen) und der geforderten CME-Punkte. Die für die persönliche Rezertifizierung zu erfüllenden Kriterien und einzureichenden Dokumente und Nachweise für die 3 Qualifizierungslevel sind in der dem Curriculum zugehörigen **Tab. 3** zusammengefasst.

Für die Rezertifizierung einer Stätte und ihres (stellv.) Leiters der Zusatzqualifikation gelten die gleichen Voraussetzungen wie bei der Erstzertifizierung (a. die dem Curriculum zugehörigen **Tab. 4 und 5**). Darüber hinaus ist für die Rezertifizierung der Stätte der Nachweis erforderlich, dass die Stätte im laufenden Zertifizierungszeitraum aktiv Programmkandidaten ausgebildet hat.

## Qualitätskontrolle

Die von der DGK bestimmten Gutachter sehen die Nachweise zur Erlangung der persönlichen Zusatzqualifikation und Zertifizierung der Stätten ein und beurteilen die Übereinstimmung mit den im Curriculum festgelegten Kriterien.

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

## Korrespondenzadresse

**Prof. Dr. med. A. Schermund**  
 MVZ CCB, Cardioangiologisches Centrum  
 Bethanien  
 Im Prüfling 23, 60389 Frankfurt am Main,  
 Deutschland  
 a.schermund@ccb.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

- Marwan M, Oikonomou EK, Desai MY et al (2018) Non-invasive detection of coronary inflammation using computed tomography and prediction of residual cardiovascular risk (the CRISP CT study): a post-hoc analysis of prospective outcome data. *Lancet* 392(10151):929–939
- Schermund A, Marwan M, Hausleiter J et al (2017) Declining radiation dose of coronary computed tomography angiography: German cardiac CT registry experience 2009–2014. *Clin Res Cardiol* 106:905–912
- Deseive S, Kupke M, Straub R et al (2021) Quantified total coronary plaque volume from computed tomography angiography provides superior 10-year risk stratification. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 22:314–321
- Hell MM, Emrich T, Kreidel F et al (2021) Computed tomography imaging needs for novel transcatheter tricuspid valve repair and replacement therapies. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 22:601–610
- Collet JP, Thiele H, Barbato E et al (2021) 2020 ESC guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. *Eur Heart J* 42:1289–1367
- Knuuti J, Wijns W, Saraste A et al (2020) 2019 ESC guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. The task force for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes of the European society of cardiology (ESC). *Eur Heart J* 41:407–477
- Hoffmann U, Ferencik M, Udelson JE et al (2017) Prognostic value of noninvasive cardiovascular testing in patients with stable chest pain: insights from the PROMISE trial (prospective multicenter imaging study for evaluation of chest pain). *Circulation* 135:2320–2332
- Adamson PD, Williams MC, Dweck MR et al (2019) Guiding therapy by coronary CT angiography improves outcomes in patients with stable chest pain. *J Am Coll Cardiol* 74:2058–2074
- Bergström G, Persson M, Adiels M et al (2021) Prevalence of subclinical coronary artery atherosclerosis in the general population. *Circulation* 144:916–929

10. Blanke P, Weir-McCall JR, Achenbach S et al (2019) Computed tomography imaging in the context of transcatheter aortic valve implantation (TAVI)/ transcatheter aortic valve replacement (TAVR): an expert consensus document of the society of cardiovascular computed tomography. *JACC Cardiovasc Imaging* 12:1–24
11. Pulerwitz TC, Khalique OK, Leb J et al (2020) Optimizing cardiac CT protocols for comprehensive acquisition prior to percutaneous MV and TV repair/replacement. *JACC Cardiovasc Imaging* 13:836–850
12. Opolski MP, Achenbach S, Schuhbäck A et al (2015) Coronary computed tomographic prediction rule for time-efficient guidewire crossing through chronic total occlusion: insights from the CT-RECTOR multicenter registry (computed tomography registry of chronic total occlusion revascularization). *JACC Cardiovasc Interv* 8:257–267
13. Nørgaard BL, Leipsic J, Gaur S, NXT Trial Study Group et al (2014) Diagnostic performance of noninvasive fractional flow reserve derived from coronary computed tomography angiography in suspected coronary artery disease: the NXT trial (analysis of coronary blood flow using CT angiography: next steps). *J Am Coll Cardiol* 63:1145–1155
14. Eckert J, Renczes-Janetzko P, Schmidt M et al (2019) Coronary CT angiography (CCTA) using third-generation dual-source CT for ruling out in-stent restenosis. *Clin Res Cardiol* 108:402–410
15. Markman TM, Khoshknab M, Nazarian S (2021) Catheter ablation of atrial fibrillation: cardiac imaging guidance as an adjunct to the electrophysiological guided approach. *Europace* 23:520–528
16. Werdan K, Flachskampf FA, Griebenow R et al (2013) Curriculum Kardiologie. *Kardiologie* 7:435–456
17. Nieman K, Achenbach S, Pugliese F et al (2015) Cardiac computed tomography core syllabus of the European association of cardiovascular imaging (EACVI). *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 16:351–352