

Kardiologie 2015 · 9:363–374
 DOI 10.1007/s12181-015-0024-6
 Online publiziert: 4. September 2015
 © Deutsche Gesellschaft für Kardiologie -
 Herz- und Kreislaufforschung e.V. Published by
 Springer-Verlag Berlin Heidelberg –
 all rights reserved 2015

**A. Schmermund¹ · S. Achenbach² · A. Leber³ · R. H. Strasser⁴ · G. Korosoglou⁵ ·
 J. Hausleiter⁶ · T. Voigtländer¹ · H. A. Katus⁷**

¹CCB, Cardioangiologisches Centrum Bethanien, AGAPLESION Bethanien Krankenhaus, Frankfurt am Main, Deutschland

²Medizinische Klinik 2, Kardiologie und Angiologie, Universitätsklinikum Erlangen, Erlangen, Deutschland

³Isar Herz Zentrum, München, Deutschland

⁴Klinik für Innere Medizin und Kardiologie, Technische Universität Dresden, Dresden, Deutschland

⁵Abteilung für Innere Medizin – Angiologie, Kardiologie und Pneumologie, Klinik Weinheim, Weinheim, Deutschland

⁶Medizinische Klinik und Poliklinik I, Campus Großhadern, Ludwig-Maximilians-Universität München, München, Deutschland

⁷Medizinische Klinik, Klinik für Kardiologie, Angiologie und Pneumologie (Innere Medizin III), Medizinische Universitätsklinik (Kreih-Klinik), Heidelberg, Deutschland

Curriculum kardiiale Computertomographie

Inhaltsverzeichnis

- 1 Einleitung
- 2 Ziele
- 3 Ausbildungsinhalte
- 4 Durchführung der Ausbildung
- 5 Anforderungen an die Kandidaten
- 6 Anforderungen an die ausbildende Institution
- 7 Anforderungen an Leiter und Fortbilder im Zusatzqualifikationsprogramm
- 8 Evaluierung
- 9 Akkreditierung und Zertifizierung
- 10 Übergangsregelung
- 11 Rezertifizierung
- 12 Qualitätskontrolle
Literatur

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 (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.

1 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 ist der Kardiologe wie kaum eine andere ärztliche Berufsgruppe bei seiner Arbeit in hohem Maße ionisierenden Strahlen ausgesetzt. Deshalb ist es folgerichtig, dass der Kardiologe mit der Anwendung der Röntgenstrahlung, den Prinzipien des Strahlenschutzes und den methodischen und technischen Fortschritten, aber auch den Limitationen der Röntgendiagnostik und Angiographie des Herzens und der herznahen Gefäße bestens vertraut ist.

Getrieben durch den technischen Fortschritt kann inzwischen mit der

Alle Autoren für die Arbeitsgruppe Kardio-CT der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie, Düsseldorf

schnittbildbasierten Radiodiagnostik des Herzens (kardiale Computertomographie, CT) eine Bildqualität erreicht werden, die die CT zu einer für die Kardiologie wertvollen Diagnostikmethode macht. Die kardiale CT, ggf. mit intravenöser Kontrastmittelgabe, ermöglicht die Bildgebung des Herzens mit sehr hoher isotroper Ortsauflösung. Moderne CT-Technologie und 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. In entsprechend indizierten Fällen kann der Kardiologe z. B. auf eine invasive Angiographie mittels Herzkatheter verzichten und stattdessen die weniger invasive kardiale CT-Diagnostik anwenden. 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 aktuellen Leitlinien findet sich für die nichtinvasive Koronarangiographie (CTA) eine Klasse-IIa-Empfehlung für zahlreiche klinische Situationen [5–7]. Eine umfangreiche Datenbasis belegt die hohe prognostische Aussagekraft der CTA. 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 [8]. Die Auswahl der geeigneten Aortenklappenprothese wird heute überwiegend allein anhand der CT-Messungen festgelegt, sodass der interventionelle Kardiologe entsprechende Kenntnisse in der kardialen CT-Diagnostik besitzen muss, um den Klappeneingriff mit maximaler Sicherheit und Effektivität durchzuführen. Die CT-Angiographie wird häufig auch zur Interventionsplanung bei chronischen Koronarverschlüssen verwendet [9]. Koronare Anomalien und angeborene Vitien auch nach Operationen können 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 durchgeführt, Myokardperfusionsanalysen sowie die Berechnung der fraktionellen Flussreserve zur funktionellen Beurteilung von Koronarläsionen [10]. Von entscheidender Bedeutung ist die CT auch zur Planung von elektrophysiologischen Interventionen (z. B. Pulmonalvenenisolation) und für die Referenzbildgebung bei elektroanatomischen Mapping-Verfahren [11].

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 Kardiologen unabdingbar. Umgekehrt sind eingehende Kenntnisse der Kardiologie erforderlich, um die kardiale CT optimal indizieren, durchführen und beurteilen zu können. Kardiologen verfügen über die Voraussetzungen, die Computertomographie zum optimalen Nutzen kardialer Patienten sicher anzuwenden und kompetent zu interpretieren.

Während bis Ende der 1990er-Jahre überwiegend die Elektronenstrahlto-

mographie (EBT) für die kardiale CT-Bildgebung verwendet wurde, hat die enorme technische Weiterentwicklung der Spiral-CT-Geräte seitdem zu einer erheblich verbesserten Bildqualität geführt. Zunächst lag die Strahlendosis der Mehrzeilen-Spiral-CT-Geräte gegenüber der EBT deutlich höher. Verschiedene Modifikationen haben in den letzten Jahren aber 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. Auch hat sich der Anteil von Patienten verringert, bei denen keine diagnostische Bildqualität erzielt werden kann. 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 eingeordnet werden, insbesondere bei der Einordnung von intermediären Koronarstenosen.

Das aktuelle Curriculum berücksichtigt die Konsensempfehlungen der Deutschen Röntgengesellschaft, der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie und der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie zum Einsatz der Herzbildgebung mit Computertomographie und Magnetresonanztomographie, das aktuelle DGK-Curriculum zur kardiologischen Weiterbildung sowie den Core Syllabus der European Association of Cardiovascular Imaging der European Society of Cardiology [12–14].

2 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 vor allem 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 den Kardiologen, eigenständig und unter Beachtung der Strahlenschutzvorschriften ein kardiales CT zu betreiben und die Ausbildung zur Zusatzqualifikation kardiale CT zu leiten.

Spätestens ab Stufe 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. Abweichungen des CT-Bilds vom Normalbefund können häufig medikamentös behandelt werden (z. B. zur Optimierung der kardiovaskulären Risikofaktoren und ggf. Statintherapie), ohne dass weitere Untersuchungen oder eine invasive Abklärung erforderlich werden. Dies ist für die Patientenversorgung von großer Bedeutung. Eine unnötige Folgediagnostik führt zur Ver-

Kardiologie 2015 · 9:363–374 DOI 10.1007/s12181-015-0024-6

© Deutsche Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung e.V. Published by Springer-Verlag Berlin Heidelberg - all rights reserved 2015

A. Schmermund · S. Achenbach · A. Leber · R. H. Strasser · G. Korosoglou · J. Hausleiter · T. Voigtländer · H. A. Katus

Curriculum kardiale Computertomographie

Zusammenfassung

Das vorliegende Curriculum beschreibt einen strukturierten Ausbildungsprozess, mit dem Kardiologen die Zusatzqualifikation „kardiale Computertomographie (CT)“ erlangen können. Die Ausbildung wird von der Fachgesellschaft definiert und nach einheitlichen Qualitätskriterien zertifiziert. Drei Ausbildungsstufen gehen mit einer zunehmend höheren Qualifikation einher, beginnend in Stufe 1 vor allem mit der Indikationsstellung zur kardialen CT, ihrer diagnostischen Wertigkeit sowie dem Vergleich mit alternativen diagnostischen Verfahren. Die 2. Stufe fügt spezielle Kompetenzen in der kardialen CT hinzu, die eine selbstständige Durchführung der Untersuchung ermöglichen. Die 3. Stufe befähigt den Kardiologen, eigenständig und unter

Beachtung der Strahlenschutzvorschriften ein kardiales CT zu betreiben und die Ausbildung zur Zusatzqualifikation kardiale CT zu leiten. Neben der individuellen Weiterbildung werden auch der Zertifizierungsprozess von Ausbildungszentren beschrieben und die Prüfung der Ausbildungskandidaten. Dabei wird das kardiologische Weiterbildungscurriculum der deutschen Fachgesellschaft ebenso berücksichtigt wie die nationalen und europäischen Konsensusempfehlungen zur kardiovaskulären Bildgebung.

Schlüsselwörter

Ausbildung · Koronarangiographie · Schichtbildgebung · Zertifizierung · Weiterbildung

Curriculum for cardiac computed tomography

Abstract

The curriculum presented describes a structured process of further education allowing cardiologists to obtain an additional qualification in cardiac computed tomography (CT). The additional qualification is defined by the German Cardiac Society and certified according to uniform criteria. Three levels of education are associated with increasing degrees of qualification. Level 1 mainly pertains to CT indications, diagnostic value and comparisons with alternative diagnostic methods, level 2 adds further competence in cardiac CT, enabling independent performance of cardiac CT examinations and level 3 allows cardiologists to operate a cardiac CT imaging unit in their own right, under the premise of

radiation safety rules being observed and to oversee the education of candidates for additional cardiac CT qualifications. Apart from individual education the process of certifying training centres is also described and examination of the candidates for additional CT qualifications. The current curriculum takes the curriculum for further cardiological education of the German Cardiac Society into consideration as well as national and European consensus recommendations on cardiovascular imaging.

Keywords

Training · Coronary angiography · Tomographic imaging · Certification · Advanced training

unsicherung 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.

3 Ausbildungsinhalte

Im Folgenden werden die inhaltlichen Grundlagen der Zusatzausbildung aufgeführt.

3.1 Grundlegende Prinzipien der kardialen Computertomographie

Technische Grundlagen

- Prinzip der Spiral-CT
- Multidetektortechnik
- Dual-Source-CT
- Spektrale CT

Röntgenstrahlerzeugung und -detektion

- Röntgenstrahlung, Filter und Kollimation
- Charakteristika der Röntgenröhre, Röntgenstrom und -spannung
- Detektortechnik

EKG-Synchronisierung

- Prospektiver Trigger
- Retrospektives Gating

Untersuchungsprotokolle

- Axialer Aufnahmemodus („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“)

3.2 Untersuchungsgang und Bildrekonstruktion

Patientenvorbereitung

- Aufklärung
- Medikamentöse Vorbereitung
 - Herzfrequenzkontrolle
 - Koronardilatation
- Ateminstruktionen

EKG-Synchronisierungsverfahren

- Prospektiv – retrospektiv
- Umgang mit Arrhythmien
- Wahl des Expositionsfensters im EKG

Bildakquisitionsparameter (mA, kV, Kollimation)

Wahl des abgebildeten Volumens
Kontrastmittelinjektion, Synchronisation von Injektion und Datenaufnahme

3.3 Bildqualität

Parameter der Bildqualität/Optimierung

- Zeitliche und räumliche Auflösung
- Kontrastschärfe und Bildrauschen

Bildartefakte

- CT-Artefakte
- Patientenbedingte Artefakte (Bewegung, Atmung, Herzfrequenz, Implantate, Kalk)

3.4 Patientensicherheit

Patientenselektion

- Leitliniengerechte und individualisierte Indikationsstellung
- Besondere Situationen: Adipositas, ausgeprägter Koronarkalk, Arrhythmien

Kontraindikationen

Risiken der Medikation

- Kontrastmittel
- β -Blocker und andere Medikamente zur Senkung der Herzfrequenz
- Nitrate

Rettungskette bei Komplikationen

3.5 Strahlenschutz

Grundlagen der Dosisabschätzung

Unterschiedliche Dosis der gebräuchlichen Protokolle

Strategien zur Dosisminimierung

- Auswahl des Aufnahmealgorithmus und Herzfrequenzsenkung
- Röntgenstrommodulation
- Röhrenspannung (kV)
- Rekonstruktionstechniken, iterative Rekonstruktion

3.6 Befundung und Interpretation

Fensterung

Bildnachverarbeitung

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

Befundbericht

3.7 CT-Anatomie des Herzens und der großen Gefäße

Große Gefäße

Mediastinum

Herz

- Perikard und epikardiales Fettgewebe
- Myokard
 - Myokardsegmente
- Herzklappen
- Koronararterien
 - Koronarsegmente
- Vorhöfe und Pulmonalvenen

3.8 Koronarkalkbestimmung

Quantifizierung von Koronarkalk

Perzentilvergleich anhand bevölkerungsbasierter Daten

Indikation und prognostische Bedeutung

3.9 Koronare CT-Angiographie (CTA)

Nichtatherosklerotische 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 („fractional flow reserve“)-Kalkulation

Indikationen und Wertigkeit der koronaren CTA bei Verdacht auf koronare Herzkrankheit (KHK)

- Stabile KHK
- Akutes Koronarsyndrom
- Präoperative Diagnostik

3.10 Kardiomyopathien

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

3.11 Herzklappenerkrankungen

Nativklappenmorphologie und Verkalkungen
Bestimmung der Klappenöffnungsfläche
Klappenprothesen
Endokarditis

- Vegetationen, Abszessbildung, Umgebungsgewebe (ggf. zusätzlich PET-CT)

3.12 Große Gefäße

Thorakale Aorta

- Aneurysma
- Akute Aortenerkrankungen (Dissektion, Hämatom, penetrierendes Ulkus)
- Verlaufsuntersuchungen nach chirurgischer/interventioneller Versorgung

Pulmonalarterien

- Lungenembolie
- Zeichen der pulmonalen Hypertonie, Rechtsbelastung

Pulmonalvenen und linker Vorhof

- Aberrante Einmündung

3.13 Verschiedenes

Perikarderkrankungen

Kardiale Tumore

Implantate

- Herzschrittmacher/Defibrillator
- Verschlussysteme persistierendes Foramen ovale (PFO)/Vorhofohr
- Linksventrikuläres Unterstützungssystem (LVAD)

Angeborene strukturelle Herzerkrankungen

3.14 CT zur Planung von Interventionen an Herz und Gefäßen

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

3.15 Stellenwert der kardialen CT-Diagnostik

Stärken und Schwächen im Vergleich mit anderen bildgebenden Verfahren

- Echokardiographie
- Magnetresonanztomographie
- Szintigraphie
- Herzkatheterdiagnostik

Einordnung der kardialen CT-Befunde (Anamnese, Klinik, EKG, Belastungstests)

Evidenzbasis, Leitlinien

4 Durchführung der Ausbildung

Stufe 1 der Ausbildung ist Bestandteil der kardiologischen Weiterbildung, wie im Curriculum Kardiologie aufgeführt [13]. 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. Die oben dargestellten Ausbildungsinhalte müssen den 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. Dazu gehört auch die rechtfertigende Indikationsstellung. Neben der aktiven Beherrschung der Ausbildungsinhalte (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 Herzerkrankungen, insbesondere der katheterinterventionellen Aortenklappenimplantation (TAVI). Letztere hängt entscheidend von einer gründlichen Planung basierend auf der CT-Diagnostik ab. In noch größerem Ausmaß als bei Stufe 1 ist die Fähigkeit ausschlaggebend, den CT-Befund in das Gesamtbild von Symptomatik und Befundkonstellation des einzelnen Patienten einzuordnen und ihm zu vermitteln.

Die 3. Stufe 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.

Struktur. 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 unter Beteiligung der AG Kardio-CT und der Weiter- und Fortbildungsakademie der DGK (WFA) überprüft und bescheinigt.

Die Inhalte der Zusatzausbildung (s. Ausbildungsinhalte) werden durch 2 Komponenten erworben:

- a) Patientenversorgung
- Auswahl und Vorbereitung der Patienten
 - Festlegung und Programmieren der Aufnahmeparameter
 - Durchführen der Datenakquisition unter Aufsicht
 - Nachbearbeitung und Auswertung
 - Befunderstellung
 - Befundbesprechung mit dem Patienten

Ein Teil der Untersuchungen kann durch das Studium von aufgezeichneten Fällen ersetzt werden. Dabei muss gewährleistet sein, dass dem Auszubildenden Original-CT-Bilddaten zur Verfügung stehen, die interaktiv manipuliert und ausgewertet werden. Dies kann vor Ort geschehen oder im Rahmen eines anerkannten Kursprogramms.

- b) Theoretische Kenntnisse
- Aktive oder passive Teilnahme an zumindest einer nationalen oder internationalen Fachtagung bzw. wissenschaftlichen Sitzung mit Schwerpunkt kardiale CT
- oder
- Wissenschaftliche Arbeiten, dokumentiert durch Peer-reviewed-Publikationen als Erst- oder Letzautor

Ausbildungsdauer und erforderliche Mindestzahlen. Für die Stufe-1-Kompetenz im Rahmen der Weiterbildung zum Kardiologen wird der Nachweis

einer Beteiligung an 50 kardialen CT-Untersuchung gefordert (in Analogie zum Curriculum Kardiologie, s. [13]). Mindestens 40 dieser Untersuchungen sollen kontrastgestützte CTA sein. Die Dokumentation geschieht optimal mithilfe eines Logbuchs, oder es erfolgt eine Bescheinigung durch den Ausbildungsleiter (Kardiologe mit Weiterbildungsberechtigung). Der Ausbildungszeitraum soll 6 Wochen mit überwiegender Tätigkeit in der kardialen CT umfassen oder einen Zeitraum von maximal 6 Monaten. Wenn im primären Ausbildungszentrum keine Möglichkeit der Beteiligung an der kardialen CT besteht, ist alternativ auch die Teilnahme an einem von der Fachgesellschaft anerkannten Kursprogramm möglich. Neben der hier angesprochenen CT-Qualifikation benötigt die Stufe-1-Zusatzqualifikation auch den Nachweis von echokardiographischen Kenntnissen entsprechend dem Level 1 des Curriculums Weiterbildung Kardiologie [13] sowie den Nachweis der Beteiligung an 300 invasiven Linksherzkatheteruntersuchungen.

Die Stufe-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 sich erreichen lassen. Um eine ausreichende Beschäftigung mit der kardialen CT zu gewährleisten, soll ein Zeitraum von 1 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 und mindestens 70 koronare CTA. Die Dokumentation geschieht optimal mithilfe eines Logbuchs, oder es erfolgt eine Bescheinigung durch den Ausbildungsleiter. Als Alternative zur arbeitstäglichen Patientenversorgung mit der kardialen CT über einen Zeitraum von 3 Monaten kann ein Teil der Zusatzqualifikation auch durch die erfolgreiche Teilnahme an einem anerkannten Kursprogramm erworben werden. Weil

in diesem Fall aber zusätzliche praktische Erfahrungen erworben werden müssen, kann nur die Hälfte der praktischen Fälle durch ein von der Fachgesellschaft anerkanntes Kursprogramm ersetzt werden, das auch aufgezeichnete Datensätze beinhaltet. In diesem Fall reduziert sich die erforderliche Ausbildungszeit um bis zu 6 Wochen.

Die Stufe-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 300 kardialen CT-Untersuchungen erforderlich, davon mindestens 250 kontrastgestützte Untersuchungen und 200 CT-Angiographien. Daneben wird eine hohe Kompetenz in der invasiven Koronardiagnostik inklusive Bypassdarstellung gefordert, die idealerweise durch die Zusatzqualifikation *invasiver Kardiologie* abgebildet wird.

5 Anforderungen an die Kandidaten

Die Kandidaten für die Zusatzqualifikation müssen mindestens bereits 3 Jahre Ausbildung in Innerer Medizin/Kardiologie vorweisen können, in der Regel die Basisweiterbildung „common trunk“. Eine echokardiographische Grundausbildung ist Voraussetzung (s. oben, Level 1 nach dem aktuellen Curriculum [13]). Auch werden gründliche Kenntnisse der im Herzkatheterlabor invasiv dargestellten Koronaranatomie vorausgesetzt sowie Kenntnisse der invasiven hämodynamischen Messungen (Klappenitien, Shunts) und der Bestimmung der „fractional flow reserve“ (FFR; s. oben).

Die Sachkunde im Strahlenschutz *Gefäßsystem des Herzens* sollte während der Ausbildung zumindest begonnen sein. Sie ist Voraussetzung für die Anerkennung der Zusatzqualifikation (Stufen 1–3).

Die Ausbildung zur Zusatzqualifikation kardiale CT (Stufen 1–3) kann bereits während der Weiterbildungszeit zum Kardiologen begonnen werden,

aber erst nach Anerkennung des Schwerpunkts Kardiologie abgeschlossen und erteilt werden. Die einzelnen Stufen der Zusatzqualifikation können aufeinander aufbauend erworben werden, wenn die zeitlichen Vorgaben erfüllt werden. In diesem Fall kann die Stufe-1-Qualifikation von der Ausbildungsdauer und den Mindestzahlen her auf die Stufe-2-Qualifikation angerechnet werden und Stufe 2 auf Stufe 3.

6 Anforderungen an die ausbildende Institution

6.1 Stufe-1-Ausbildung

Sie kann in allen kardiologischen Einrichtungen durchgeführt werden, in denen eine entsprechende Weiterbildungsermächtigung zum Facharzt für Kardiologie vorhanden ist.

6.2 Zusatzausbildung Stufe 2 und 3

Sie kann nur in einer kardiologischen Einrichtung erworben werden, die über einen Schwerpunkt in der kardiovaskulären Schnittbildgebung verfügt (CT, MRT) und die mindestens ein Herzkatheterlabor betreibt. Zudem wird die Teilnahme an der kardiologischen Patientenversorgung einschließlich Notfalldiagnostik und Notfalleingriffen für die ausbildende Einrichtung vorausgesetzt. Dies erscheint wichtig, weil ansonsten ein regelmäßiger Abgleich der Befunde mit der invasiven Überprüfung und den therapeutischen Konsequenzen nicht ausreichend intensiv erfolgen kann.

In der kardialen CT müssen jährlich mindestens 300 Untersuchungen über mindestens 3 Jahre durchgeführt worden sein. Im Team der Ausbilder müssen mindestens 2 Kardiologen oder Radiologen mit einem dokumentierten Schwerpunkt in der kardiovaskulären Schnittbildgebung arbeiten. Die Qualifikation der kardiologischen Ausbilder ist durch eine Stufe-3-Zusatzqualifikation zu belegen, die Qualifikation der radiologischen Ausbilder durch den Nachweis der entsprechenden Untersuchungszahlen und mindestens 3 Jahre überwiegende Tätigkeit im Bereich der kardiovaskulären Schnittbildgebung.

7 Anforderungen an die Leitung des Zusatzqualifikationsprogramms

7.1 Leitung der Stufe-1-Zusatzqualifikation

Sie wird durch den Weiterbildungsermächtigten zum Facharzt für Kardiologie durchgeführt.

7.2 Leitung des Ausbildungsprogramms der Stufen 2 und 3

Diese muss durch Fachärzte für Kardiologie oder Radiologie mit mindestens 3 Jahren Erfahrung im Bereich der kardialen Schnittbildgebung gewährleistet werden, die über eine Erfahrung von wenigstens 300 kardialen CT-Untersuchungen verfügen. Der kardiologische Leiter benötigt die Stufe-3-Zusatzqualifikation. Ein radiologischer Leiter muss einen Facharzt für Kardiologie als Kooperationspartner in derselben Institution vorweisen können, der für die Ausbildung zur Verfügung steht. Die Leitung ist für den strukturierten Ablauf des Ausbildungsprogramms verantwortlich. Dazu zählt die Supervision durch qualifizierte Ausbilder und die Möglichkeit für die Ärzte in der Ausbildung, die notwendigen theoretischen Kenntnisse im Rahmen von Literaturstudium, Konferenzen, Kursen und Journal Clubs zu erwerben.

Eine kooperative Leitung mit Kardiologen und Radiologen in einem kardialen CT-Team wird bevorzugt, die einander in allen Aspekten der CT-Diagnostik gleichberechtigt begegnen. Dies wird durch eine Zuweisung der Patienten sowohl durch kardiologische wie durch radiologische Kollegen dokumentiert, durch eine gemeinsame Indikationsstellung bei einigen Patienten, die dem Team gemeinsam vorgestellt werden, und durch regelmäßige Teambesprechungen. Die kardialen CT-Befunde werden von der kardiologischen und radiologischen Leitung gemeinsam unterzeichnet.

Auch eine rein kardiologische Leitung ist möglich, solange die strukturellen und personellen Voraussetzungen im Hinblick auf die Sachkunde CT gegeben sind. Dies bedeutet eine enge und regel-

mäßige Kooperation mit radiologischen Kollegen. In der Regel wird dabei ein angestellter radiologischer Kollege speziell für die kardiale CT zur Verfügung stehen.

Als dritte Variante ist auch eine rein radiologische Leitung möglich, sofern die erforderliche klinisch-kardiologische Kompetenz vorgehalten wird. Dies kann – wie oben dargestellt – durch die Kooperation mit einem entsprechend qualifizierten Kardiologen geschehen. Letzterer muss in der Indikationsstellung zur CT-Diagnostik unabhängig sein und den CT-Befund gemeinsam mit der radiologischen Leitung unterzeichnen.

8 Evaluierung

Die Evaluierung setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen:

- a) Bericht des Leiters des Zusatzqualifikationsprogramms
Der Bericht muss Details zu den Aktivitäten, der Kompetenz und der erreichten Selbstständigkeit des Kandidaten beinhalten. Er beinhaltet also neben Informationen zu den Kenntnissen und Erfahrungen auch eine Beschreibung der Fortschritte in praktischen Tätigkeiten und theoretischem Wissen. Es muss erkennbar sein, dass der Kandidat als unabhängiger Untersucher diagnostische kardiale CT-Untersuchungen verantwortungsbewusst und sach- bzw. leitliniengerecht durchführen kann. Es ist selbstverständlich, dass dies unter Beachtung der durch die Röntgenverordnung vorgeschriebenen Strahlenschutzmaßnahmen geschieht. Besonders wichtig ist die geeignete Patientenselektion, Vorbereitung der Patienten auf die CT-Untersuchung und schließlich die Einordnung des erhobenen Befundes im Rahmen der Gesamtsituation des Patienten. Auch das Management von eventuellen Notfällen und die Interaktion mit dem Team, dem Patienten und Angehörigen sollen beschrieben werden.
- b) Dokumentation von Ausbildung und Untersuchungszahlen
 - Die Dokumentation der durchgeführten Untersuchungen erfolgt optimal in einem Logbuch. Dabei

wird neben dem Untersuchungsprotokoll auch die verantwortliche Stellung des Kandidaten für die Zusatzqualifikation dokumentiert. Die Korrektheit des Logbuchs wird schriftlich durch den Leiter des Zusatzqualifikationsprogramms bestätigt. Alternativ werden der Zeitraum der Ausbildung und die Untersuchungszahlen durch den Leiter des Zusatzqualifikationsprogramms schriftlich bescheinigt. Dies muss anhand der Untersuchungsdokumentation der kardialen CT nachvollziehbar sein.

- Ein Beleg über die theoretischen Kenntnisse in der kardialen CT wird durch Nachweis der Teilnahme an akkreditierten Kongressen, Workshops, Symposien und anerkannten Kursen erbracht oder durch die Erst- oder Letztautorenschaft von wissenschaftlichen Publikationen in Peer-reviewed-Zeitschriften (s. Abschn. 4, Durchführung der Ausbildung).

9 Akkreditierung und Zertifizierung

Die Akkreditierung des Zentrums als Stätte zum Erwerb der Zusatzqualifikation und des Leiters des Programms erfolgt durch eine Kommission „Zusatzqualifikation in der Kardiologie“ der DGK. Die Akkreditierung wird vom Zentrum durch den Kardiologen beantragt, welcher die Leitung des Programms übernehmen will. Die Kommission der DGK sichtet die Unterlagen und gewährt die Akkreditierung, wenn die Voraussetzungen erfüllt sind.

Anträge der Kandidaten auf Zertifizierung der curricularen Leistungen zur Erlangung der Zusatzqualifikation werden von der oben genannten Kommission geprüft. Vorzulegen sind: Lebenslauf, Facharzt- und ggf. Schwerpunktzeugnis, die Dokumentation der im Curriculum geforderten Zeiten und Fortbildungen sowie der erforderlichen Sachkunde, das Prozedurenlogbuch und die Bescheinigung bzw. Beurteilung des Leiters des Zusatzqualifizierungsprogramms. Die

DGK stellt dem Kandidaten ein Zertifikat über die Ableistung der Zusatzqualifikation „kardiale Computertomographie“ aus, wenn alle Voraussetzungen hierfür erfüllt sind.

10 Übergangsregelung

Fachärzte für Innere Medizin und Kardiologie, die während der vorangegangenen 3 Jahre vor der Antragstellung die geforderten Mindestzahlen in der kardialen CT über den geforderten Mindestzeitraum nachweisen, können auf Antrag im Rahmen einer Übergangsregelung ohne formale Absolvierung des Curriculums die Anerkennung „kardiale Computertomographie“ in den Stufen 1–3 erhalten. Die Anerkennung der Stufen 2 und 3 der Zusatzqualifikation im Rahmen der Übergangsregelung ist nur für Kollegen möglich, die ihre Ausbildungszeit in einer Einrichtung nachweisen können, welche den oben dargestellten Kriterien für ein Ausbildungszentrum genügt. Ein glaubhafter Nachweis ist zu erbringen, z. B. durch die Bestätigung des Leiters der Einrichtung. Die Übergangsregelung erstreckt sich auch auf die Anerkennung als auszubildende Einrichtung, solange die entsprechenden strukturellen und personellen Voraussetzungen und die Mindestzahlen während der vorangegangenen 3 Jahre nachgewiesen werden können.

Diese Übergangsregelung gilt für 2 Jahre nach Veröffentlichung des Curriculums.

11 Rezertifizierung

Eine Rezertifizierung der individuellen Stufe-2- und Stufe-3-Kompetenz erfolgt nach 3 Jahren anhand der kontinuierlich nachgewiesenen kardialen CT-Diagnostik (Mindestzahlen), eine Rezertifizierung der Ausbildungszentren nach 5 Jahren anhand der nachgewiesenen Aufrechterhaltung der strukturellen Voraussetzungen. Eine Rezertifizierung der Stufe-1-Kompetenz ist nicht vorgesehen. Für die Rezertifizierung der Stufe-2-Kompetenz nach 3 Jahren ist der Nachweis von insgesamt 100 kar-

dialen CT-Untersuchungen in diesem Zeitraum erforderlich, davon mindestens 80 mit Kontrastmittelgabe und mindestens 50 koronare CT-Angiographien. Bis zur Hälfte dieser Zahlen kann durch die erfolgreiche Teilnahme an einem anerkannten Kursprogramm ersetzt werden. Für die Rezertifizierung der Stufe-3-Kompetenz nach 3 Jahren ist der Nachweis von insgesamt 200 kardialen CT-Untersuchungen in diesem Zeitraum erforderlich, davon mindestens 160 mit Kontrastmittelgabe und mindestens 100 koronare CT-Angiographien. Diese Zahlen können durch die erfolgreiche Teilnahme an einem anerkannten Kursprogramm auf 150/100/60 reduziert werden.

Für die Rezertifizierung des akkreditierten Zentrums nach 5 Jahren sind ein Nachweis über die personellen Mindestvoraussetzungen genauso wie bei der Erstzertifizierung erforderlich sowie mindestens 900 kardiale CT-Untersuchungen während der zurückliegenden 5 Jahre.

12 Qualitätskontrolle

Die Zentren stellen auf Aufforderung die Dokumente der gesetzlich erforderlichen Qualitätskontrollen dem Akkreditierungskomitee zur Verfügung.

Korrespondenzadresse

A. Schermund

CCB, Cardioangiologisches Centrum Bethanien, AGAPLESION Bethanien Krankenhaus
Im Prüfling 23, 60389 Frankfurt am Main, Deutschland
a.schermund@ccb.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. A. Schermund: Vortragstätigkeit Siemens Healthcare. S. Achenbach: Forschungsunterstützung Siemens Healthcare, Abbott Vascular. A. Leber, R. H. Strasser, G. Korosoglou, J. Hausleiter, T. Voigtländer und H. A. Katus geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

Literatur

1. Hausleiter J, Meyer T, Hermann F et al (2009) Estimated radiation dose associated with cardiac CT angiography. *JAMA* 301:500–507
2. Erbel R, Möhlenkamp S, Moebus S et al (2010) Coronary risk stratification, discrimination, and reclassification improvement based on quantification of subclinical coronary atherosclerosis: the Heinz Nixdorf Recall study. *J Am Coll Cardiol* 56:1397–1406
3. Achenbach S, Goroll T, Seltmann M et al (2011) Detection of coronary artery stenoses by low-dose, prospectively ECG-triggered, high-pitch spiral coronary CT angiography. *JACC Cardiovasc Imaging* 4:328–337
4. Marwan M, Hausleiter J, Abbara S et al (2014) Multicenter evaluation of coronary dual-source CT angiography in patients with intermediate risk of coronary artery stenoses (MEDIC): study design and rationale. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 8:183–188
5. Hamm CW, Bassand JP, Agewall S et al (2011) ESC committee for practice guidelines. ESC guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation: the task force for the management of acute coronary syndromes (ACS) in patients presenting without persistent ST-segment elevation of the european society of cardiology (ESC). *Eur Heart J* 32:2999–3054
6. Montalescot G, Sechtem U, Achenbach S et al (2013) 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: the task force on the management of stable coronary artery disease of the european society of cardiology. *Eur Heart J* 34:2949–3003 (Erratum in: *Eur Heart J* 2014;35:2260–2261)
7. Windecker S, Kolh P, Alfonso F et al (2014) 2014 ESC/EACTS guidelines on myocardial revascularization: the task force on myocardial revascularization of the european society of cardiology (ESC) and the european association for cardio-thoracic surgery (EACTS). Developed with the special contribution of the european association of percutaneous cardiovascular interventions (EAPCI). *Eur Heart J* 35:2541–2619
8. Zamorano JL, Gonçalves A, Lang R (2014) Imaging to select and guide transcatheter aortic valve implantation. *Eur Heart J* 35:1578–1587
9. Opolski MP, Achenbach S, Schübäck 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
10. 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
11. Burke MC, Roberts MJ, Knight BP (2006) Integration of cardiac imaging and electrophysiology during catheter ablation procedures for atrial fibrillation. *J Electrocardiol* 39(4):188–192
12. Achenbach S, Barkhausen J, Beer M et al (2012) Konsensusempfehlungen der DGR/DGK/DGPK zum Einsatz der Herzbildgebung mit Computertomographie und Magnetresonanztomographie. *Kardiologie* 6:105–125
13. Werdan K, Flachskampf FA, Griebenow R et al (2013) Curriculum Kardiologie. *Kardiologie* 7:435–456
14. 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

19 Millionen Patienten waren 2014 im Krankenhaus

Im vergangenen Jahr haben die deutschen Krankenhäuser mehr Behandlungsfälle notiert als im Jahr zuvor. Das zeigen vorläufige Zahlen des Statistischen Bundesamtes. Demnach sind im vergangenen Jahr 19,1 Millionen Patienten in einem deutschen Krankenhaus behandelt worden. Die Zahl der Behandlungsfälle ist somit um 1,9 Prozent im Vergleich zu 2013 gestiegen. Der Aufenthalt im Krankenhaus betrug für Patienten im Jahr 2014 durchschnittlich 7,4 Tage. Im Jahr zuvor waren es 7,5 Tage gewesen. Die Zahl der Kliniken sank nach Angaben des Bundesamts von 1996 auf 1980, doch den Patienten standen wie im Vorjahr 500.700 Betten zur Verfügung. Jedes zweite Bett (48 Prozent) befand sich in einem öffentlichen Krankenhaus, jedes dritte (34 Prozent) in einem freigemeinnützigen Haus, und 18 Prozent der Betten waren in privaten Einrichtungen. Die Bettenauslastung betrug 77 Prozent wie im Vorjahr. Am höchsten war sie in öffentlichen Krankenhäusern (79 Prozent). Die deutschen Kliniken dienten 875.900 Vollkräften als Arbeitgeber. 150.700 gehörten zum ärztlichen Dienst (+2,5 Prozent im Vergleich zu 2013). In der Pflege waren 318.800 Vollkräfte im Einsatz (+0,8 Prozent). In eine Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtung gingen 2014 insgesamt 1,97 Millionen Patienten. Das entsprach 18.400 Behandlungsfällen mehr als im Vorjahr (+0,9 Prozent).

www.destatis.de