

Kardiologie 2025 · 19:165–178  
<https://doi.org/10.1007/s12181-025-00735-x>  
Angenommen: 4. Februar 2025  
Online publiziert: 3. März 2025  
© Deutsche Gesellschaft für Kardiologie -  
Herz- und Kreislaufforschung e.V. Published  
by Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil  
von Springer Nature - all rights reserved 2025

**Wissenschaftliche Leitung**  
Eckart Fleck, Berlin



# CME

## Zertifizierte Fortbildung

### CT-Angiographie der Koronararterien (Teil 1)

Technik, Testgenauigkeit, Indikationen, Vorbereitung,  
Durchführung, Zertifizierung und Abrechnung

Florian von Knobelsdorff<sup>1,2</sup> · Grigorios Korosoglou<sup>3,4</sup> · Michaela M. Hell<sup>5</sup> ·  
Stephan Achenbach<sup>6</sup> · Holger Thiele<sup>7</sup> · Andreas Rolf<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Praxis KIZ – Kardiologie im Zentrum, München, Deutschland; <sup>2</sup>Ludwig-Maximilians-Universität München, München, Deutschland; <sup>3</sup>GRN Klinik Weinheim, Kardiologie, Angiologie und Pneumologie, Weinheim, Deutschland; <sup>4</sup>Herzbildungscenter Weinheim, Hector Stiftung, Weinheim, Deutschland; <sup>5</sup>Zentrum für Kardiologie, Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Mainz, Deutschland; <sup>6</sup>Medizinische Klinik 2, Universitätsklinikum Erlangen, Erlangen, Deutschland; <sup>7</sup>Herzzentrum Leipzig, Universitätsklinik für Kardiologie, Leipzig, Deutschland; <sup>8</sup>Abteilung Kardiologie, Kerckhoff-Klinik, Campus Kerckhoff der Justus-Liebig-Universität Gießen, Bad Nauheim, Deutschland

#### Zusammenfassung

Technische Entwicklungen der letzten Jahrzehnte haben es ermöglicht, die Koronararterien mit der Computertomographie (CT) nichtinvasiv detailliert darzustellen. Die koronare CT-Angiographie (koronare CTA) ermöglicht neben der Beschreibung der Koronaranatomie die Erkennung atherosklerotischer Plaques in den Koronarien, deren Charakterisierung und die Abschätzung der resultierenden Stenose. Die wesentliche klinische Indikation für eine koronare CTA ist die Abklärung des Verdachts auf eine obstruktive koronare Herzkrankheit (KHK). Entsprechend der aktuellen Leitlinie der European Society of Cardiology wird die koronare CTA bei einer klinischen Wahrscheinlichkeit für eine obstruktive KHK von > 5–50 % empfohlen. In diese Kategorie fällt ein Großteil der Patientinnen und Patienten mit erstmals aufgetretener Symptomatik. Mit der Integration der koronaren CTA in den Leistungskatalog der gesetzlichen Krankenversicherung in Deutschland ab 2025 wird die Anwendung der Methode vermutlich weitere Verbreitung finden. Um ein hohes Maß an Qualität zu gewährleisten, sind strukturierte Ausbildungsprogramme und die Integration von kardiologischer Expertise in den gesamten Prozess wichtig: von der Indikationsstellung und Vorbereitung der Patientinnen und Patienten, über die CT-Untersuchung und -Analyse bis hin zur Befundeinordnung in den klinischen Kontext. Dieser aus zwei Teilen bestehende Beitrag liefert einen

**Online teilnehmen unter:**  
[www.springermedizin.de/cme](http://www.springermedizin.de/cme)

Für diese Fortbildungseinheit  
werden 3 Punkte vergeben.

#### Kontakt

Springer Medizin Kundenservice  
Tel. 0800 77 80 777  
(kostenfrei in Deutschland)  
E-Mail:  
[kundenservice@springermedizin.de](mailto:kundenservice@springermedizin.de)

#### Informationen

zur Teilnahme und Zertifizierung finden  
Sie im CME-Fragebogen am Ende des  
Beitrags.

praxisnahen Überblick zum Thema. Teil 1 stellt technische Aspekte der CT vor, informiert über die Testgenauigkeit, beschreibt die Indikationsstellung zu einer koronaren CTA bei KHK-Verdacht, geht auf seltenere Indikationen und Kontraindikationen ein, fasst die Vorbereitung und Durchführung einer CT-Untersuchung zusammen, nennt Zertifizierungsoptionen und liefert aktuelle Informationen zur Leistungserbringung der koronaren CTA in der ambulanten Versorgung. Teil 2 erklärt das Vorgehen bei der Bildanalyse und Berichterstellung, vermittelt anhand von Fallbeispielen einen Bildeindruck der koronaren CTA, stellt eine Übersicht wichtiger Positionspapiere zusammen und skizziert einige Weiterentwicklungen der kardialen CT-Bildgebung.

#### Schlüsselwörter

Koronare Herzkrankheit · Myokardinfarkt · Arteriosklerose · Plaque · Bildanalyse

#### Abstract

### CT angiography angiography of the coronary arteries (Part 1). Technique, test accuracy, indications, preparation, performance, certification and billing

Technical developments over the last few decades have enabled the non-invasive detailed visualization of the coronary arteries using computed tomography (CT). Coronary CT angiography (CTA) enables the visualization of the coronary artery anatomy, the identification and characterization of atherosclerotic coronary plaques and the estimation of the resulting luminal stenosis. The main clinical indication for coronary

CTA is the diagnostic work-up of de-novo (wie es im Original ja auch war) suspected obstructive coronary artery disease (CAD). According to the most recent clinical practice guidelines issued by the European Society of Cardiology in 2024, coronary CTA is recommended if the clinical likelihood of obstructive CAD is >5–50%. Most patients with new symptoms fall into this category. The new central role of coronary CTA is based on strong evidence from large studies published in recent years. With the integration of coronary CTA into the service catalog of public health insurances in Germany from 2025 onwards, the clinical application of the method will probably expand further. To ensure a high level of quality, structured training programs and the integration of cardiological expertise into the entire process are essential: from selection of the most appropriate test and patient preparation, to CT examination and analysis up to the integration of findings into the clinical context. This article, consisting of two parts, provides a practical overview of the topic. Part 1 presents technical aspects of CT, provides information about the diagnostic performance of coronary CTA, describes the procedure for establishing the indications for coronary CTA when CAD is suspected, addresses rare indications and contraindications, summarizes the preparation and implementation of a CT examination, names certification options and provides current information for the provision of coronary CTA in outpatient care. Part 2 explains the procedure for analyzing the image data and creating a structured report, provides an image impression of coronary CTA using case studies, compiles an overview of important position papers and outlines some further developments in cardiac CT imaging.

#### Keywords

Coronary artery disease · Myocardial infarction · Atherosclerosis · Plaque · Image analysis

### Lernziele

#### Nach Lektüre dieses Beitrags ...

- identifizieren Sie sicher die Patienten, bei denen die koronare CT(Computertomographie)-Angiographie zur Diagnostik der koronaren Herzkrankheit besonders sinnvoll ist,
- wissen Sie über wichtige Aspekte bei Vorbereitung und Durchführung der koronaren CT-Angiographie Bescheid,
- sind Sie über die Zertifizierungsmöglichkeiten für Kardiologen im Bereich der Herz-CT informiert,
- kennen Sie die aktuellen Rahmenbedingungen zur Erbringung und Abrechnung der koronaren CT-Angiographie in der ambulanten Versorgung.

### Einführung

Die Untersuchung des Herzens mittels Computertomographie (CT) hat sich aufgrund der hohen Ortsauflösung zu einem wichtigen diagnostischen Verfahren mit zahlreichen Einsatzgebieten in der Kardiologie entwickelt. Die **koronare CT-Angiographie** (CTA) wird meist bei Verdacht auf das Vorliegen einer stenosierenden koronaren Herzkrankheit (KHK) eingesetzt. Sie ermöglicht die Visualisierung der Koronaranatomie, die Erkennung und differenzierte Charakterisierung von atherosklerotischen Plaques in den Koronararterien sowie die Abschätzung der resultierenden **Koronarstenose**. Technische Weiterentwicklungen, strukturierte Ausbildungsprogramme, wachsende Evidenz aus großen Studien und hieraus resultierende Leitlinienempfehlungen haben in den letzten zwei Jahrzehnten zur Verbreitung der Methode beigetragen. Ziel dieses 2-teiligen Beitrags ist es, einen umfassenden Überblick über die koronare CTA bereitzustellen. Dieser 1. Teil befasst sich mit der CT-Technik, der Testgenauigkeit, der Indikationsstellung sowie der Vorbereitung und Durchführung der koronaren CTA, außerdem mit Zertifizierungsmöglichkeiten und Abrechnungsmodalitäten. Teil 2 erklärt die Bildanalyse und Berichterstellung, enthält Fallbeispiele, stellt eine Übersicht wichtiger Positionspapiere zusammen und skizziert einige Weiterentwicklungen der kardialen CT-Bildgebung.



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

## CT-Technik-Technik zur Darstellung der Koronararterien

### Technische Entwicklungen

Der englische Ingenieur Sir Hounsfield entwickelte 1971 den ersten Computertomographen. Zentraler Bestandteil ist die **Gantry**, die das Röntgenröhrensystem und die Detektoren enthält. Diese Einheit dreht sich mit sehr hoher Geschwindigkeit um die Patientin bzw. den Patienten. Die Röntgenstrahlen werden gewebeabhängig abgeschwächt und vom Detektor registriert. Die Schwächungswerte werden in **Hounsfield-Einheiten (HU)** berechnet und als Graustufen in ein Bild übersetzt. Die Herzbildgebung mit CT war zunächst durch die Bewegung des Herzens limitiert. Technische Entwicklungen führten zu Verbesserungen der zeitlichen und räumlichen Auflösung und ermöglichten schließlich ab Ende der 1990er-Jahre die Darstellung der Koronararterien. Meilensteine waren unter anderem die **Spiral-Scantechnik** ab 1989, bei der der Patient während des CT-Scans kontinuierlich durch die Gantry bewegt wird. Ab 1998 wurden **Mehrzeilen-CT** verfügbar, die über mehrere, parallel geschaltete Detektoren verfügen und so mehrere Spiralen gleichzeitig aufnehmen können. Ab 2001 gab es 16-Zeilen-CT, wenige Jahre später 64-Zeilen-CT, inzwischen auch 320-Zeilen-CT. Mit der **Dual-Source-Technik**, bei der zwei Röntgenröhrendetektorsysteme um 90° versetzt angeordnet sind und so eine 180°-Drehung einer 360°-Drehung mit einer Röhre entspricht, wurde die Aufnahmezeit weiter verkürzt. Die Ortsauflösung liegt heute bei etwa  $\leq 0,4$  mm und ist isotrop, also gleich in allen Raumebenen. Neben der Hardware hat sich auch die **digitale Verarbeitung** der Bilddaten verbessert. Unter anderem ließ sich das Bildrauschen mit iterativen Bildrekonstruktionen reduzieren und die erforderliche Strahlendosis im Verlauf senken. Der neueste Entwicklungsschritt ist die 2021 eingeführte **Photonenzählende Detektor-CT**. Sie wird der bisherigen Energie-integrie-

renden Detektor-CT gegenübergestellt. Vereinfacht ausgedrückt, wird mit der neuen Technologie das Energieniveau jedes einzelnen Photons berücksichtigt, während bislang individuelle Photonenenergien nicht registriert werden. Zudem kommt der Detektor ohne Szintillator (Kristalle) aus, und die Photonen werden von einem Halbleiter direkt in ein elektrisches Signal umgewandelt. Daraus und aus weiteren Anpassungen resultieren Vorteile bei der räumlichen Auflösung und beim Signal-zu-Rausch-Verhältnis [1, 2]. Die Integration von **künstlicher Intelligenz** kann die Planung, Durchführung, Bildverarbeitung und automatische Analyse der CT weiter verbessern [3]. Technische Mindestanforderungen wurden von der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie zusammengefasst [4].

#### ► Merke

**Vor allem die hohe und isotrope räumliche Auflösung der koronaren CTA ermöglicht heute die genaue Erkennung von Arteriosklerose in den Koronararterien.**

### EKG-Registrierung zur Kompensation der Herzbewegung

Für die Herzbildgebung mittels CT ist die Kopplung der Bildakquisition an die Herzaktion über die EKG(Elektrokardiogramm)-Registrierung erforderlich, um Bewegungsunschärfe zu reduzieren und um sicherzustellen, dass alle Abschnitte des Herzens in derselben Herzphase abgebildet werden. Beim **EKG-Gating** erfolgt die Bildaufnahme mittels eines Spiral-Scans, bei dem sich der Untersuchungstisch kontinuierlich durch die Gantry bewegt. Durch die gleichzeitige EKG-Aufzeichnung können nach der Datenaufnahme gezielt Datenbereiche aus dem Spiraldatensatz in der gewünschten Phase des Herzzyklus zur Bildrekonstruktion verwendet werden. Vorzuziehen ist jedoch bei geeigneter Hardware und Patientinnen bzw. Patienten mit stabiler, niedriger Herzfrequenz ( $< 60$ /min) die **prospektive Triggerung**, die mit einer geringeren Strahlenexposition einhergeht. Dabei erfolgt die CT-Datenakquise nur zu einem zuvor festgelegten Zeitpunkt im Herzzyklus, in der Regel enddiastolisch.

### Kontrastmittelgabe für die koronare CT-Angiographie

Um die Beurteilung von Gefäßlumen und -wand zu ermöglichen, ist für die koronare CTA die Gabe von **jodhaltigem Kontrastmittel** notwendig. Es gibt zwei Methoden, um den Zeitpunkt der Kontrastmittelgabe zu steuern: Bei der **Testbolusmethode** wird eine geringe Menge Kontrastmittel injiziert, um den Zeitpunkt zu bestimmen, zu dem das Kontrastmittel die Zielgefäße erreicht. Beim **Bolustracking** wird die Verteilung des Kontrastmittels in Echtzeit überwacht, um den optimalen Zeitpunkt für die Bildaufnahme festzulegen. Vor der Gabe von jodhaltigem Kontrastmittel sind mögliche **Kontraindikationen** zu überprüfen, insbesondere Nieren- und Schilddrüsenerkrankungen sowie frühere Kontrastmittelunverträglichkeiten.

#### Abkürzungen

ACC	American College of Cardiology
AHA	American Heart Association
ALARA	As low as reasonably achievable
CT	Computertomographie
CTA	Computertomographische Angiographie
DGK	Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e. V.
EBM	Einheitlicher Bewertungsmaßstab
EKG	Elektrokardiogramm
ESC	European Society of Cardiology
G-BA	Gemeinsamer Bundesausschuss
GFR	Glomeruläre Filtrationsrate
GOP	Gebührenordnungsposition
HU	Hounsfield-Einheiten
KHK	Koronare Herzkrankheit
Lp(a)	Lipoprotein(a)
MRT	Magnetresonanztomographie
PAVK	Periphere arterielle Verschlusskrankheit
PET	Positronenemissionstomographie
SCCT	Society of Cardiovascular Computed Tomography
TAVI	Kathetergestützte Aortenklappenimplantation
TSH	Thyreoida-stimulierendes Hormon

## Strahlenexposition

Bei der CT müssen Maßnahmen zur Reduktion der Strahlenexposition beachtet und konsequent das **ALARA-Prinzip** („as low as reasonably achievable“) angewandt werden. Dies wird durch verschiedene Maßnahmen erreicht, z. B. die Verwendung optimierter Untersuchungsprotokolle mit möglichst niedriger Röhrenspannung und prospektiver EKG-getriggelter Akquisition sowie iterativer Rekonstruktionsverfahren [5]. Durch diese Maßnahmen konnte die Strahlenexposition bei der koronaren CTA in den letzten 10 Jahren um >75 % gesenkt werden – ohne Einbußen der Bildqualität. Wichtige Messgrößen, die auch im **Strahlendosisbericht** gespeichert werden, sind der volumetrische CT-Dosisindex (Parameter für die absorbierte Dosis, Einheit Gray [Gy]) und das Dosis-Längen-Produkt (Einheit mGy\*cm). Aus Letzterem lässt sich durch Multiplikation mit einem empirischen Konversionskoeffizienten für die jeweilige Körperregion die **effektive Dosis** (Einheit mSv [mSievert]) schätzen [6, 7]. Mit modernen Geräten und Protokollen lässt sich bei der prospektiv getriggerten koronaren CTA eine mittlere Dosis von 1–3 mSv und für Untersuchungsprotokolle mit retrospektivem Gating der Bildrekonstruktion eine mittlere Dosis von 4–5 mSv erreichen [8, 9]. Je nach Technik und Eigenschaften der Patientin bzw. des Patienten kann die Dosis jedoch auch 10 mSv und mehr betragen. Zur Einordnung: Die CT zur alleinigen Bestimmung des Kalkscores hat eine Strahlendosis von etwa 0,5 mSv. Die natürliche Strahlenbelastung in Deutschland beträgt im Durchschnitt ca. 2 mSv pro Jahr, ein Langstreckenflug verursacht ca. 0,1 mSv, eine Röntgenaufnahme des Thorax ca. 0,02 mSv, eine Myokardszintigraphie ca. 3,6 mSv [10]. Auch angesichts der Strahlenexposition wird die Herz-CT derzeit nicht als allgemeine Screeninguntersuchung ohne medizinischen Kontext empfohlen.

### ► Merke

Maßnahmen zur Reduktion der Strahlenexposition sollten bei jeder koronaren CTA berücksichtigt werden, wobei sie ohne ungünstige Effekte auf die Befundgenauigkeit sollen.

## Testgenauigkeit der koronaren CT-Angiographie und Auswirkungen auf das Patientenmanagement

Zahlreiche Studien konnten eine hohe diagnostische Genauigkeit der koronaren CTA zur Erkennung von Koronarstenosen im Vergleich zur Herzkatheteruntersuchung zeigen. Insbesondere die **Sensitivität** (>95 %) und der **negativ prädiktive Wert** sind sehr hoch (>95 %) [11]. Das bedeutet, dass Koronarstenosen mit der koronaren CTA mit hoher Genauigkeit erkannt werden und dass mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit keine signifikante obstruktive KHK vorliegt, wenn die koronare CTA keine Koronarstenosen beschreibt. Zudem zeigte die wichtige PROMISE-Studie ähnliche diagnostische Ergebnisse für die koronare CTA im Vergleich zu funktionellen Testverfahren bei mehr als 10.000 Patienten mit Verdacht auf eine KHK [12].

Darüber hinaus haben mehrere große, randomisierte und multizentrische Studien gezeigt, dass sich der Einsatz der koronaren CTA günstig auf das Patientenmanagement und das **Outcome** auswirkt. Die SCOT-HEART-Studie zeigte bei mehr als 4000 Pati-

enten mit stabiler Angina pectoris, dass die Integration der koronaren CTA zu einer signifikanten Reduktion des kombinierten Endpunktes aus Myokardinfarkt und kardialen Tod nach 5 Jahren führte – ohne Zunahme an Koronarangiographien oder Revaskularisationen [13]. Diese Entwicklung bestätigten auch die 10-Jahres-Daten, die 2024 beim ESC (European Society of Cardiology)-Kongress vorgestellt wurden [14]. Die DISCHARGE-Studie mit über 3500 Patienten unterstrich den Stellenwert der koronaren CTA als primären Test bei Patienten mit niedriger bis mittlerer klinischer Wahrscheinlichkeit für eine KHK gegenüber einer primären Herzkatheteruntersuchung. Es zeigte sich eine signifikant niedrigere Prozedur-assoziierte Komplikationsrate mit der koronaren CTA als mit der Herzkatheteruntersuchung. Dahingegen unterschied sich die Häufigkeit anhaltender Symptome und von kardiovaskulären Ereignissen innerhalb von 3,5 Jahren nicht [15, 16].

### ► Merke

Studien zeigten für die koronare CTA eine hohe Genauigkeit zur Erkennung von Koronarstenosen sowie günstige Effekte auf das Patientenmanagement und das Outcome.

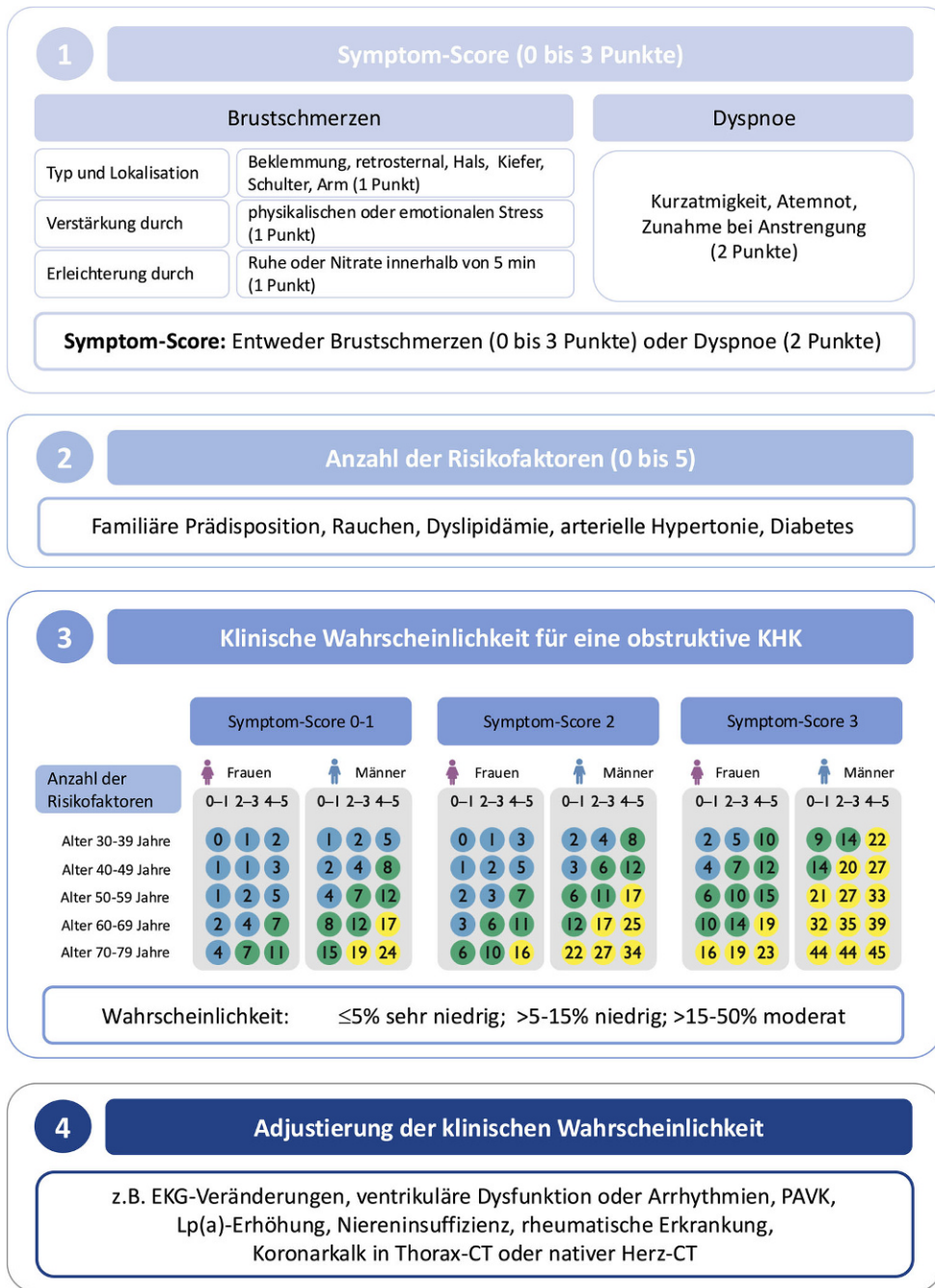
## Indikationsstellung

Die Hauptindikation für die koronare CTA ist die Abklärung des Verdachts auf eine **obstruktive KHK**. Von der koronaren CTA abzugrenzen ist die CT *ohne* Kontrastmittel zur Bestimmung des **koronaren Kalkscores**. Diese Methode wird einerseits bei Verdacht auf eine obstruktive KHK in Kombination mit der koronaren CTA angewandt. Andererseits kann die isolierte Bestimmung des koronaren Kalkscores im Rahmen der kardiovaskulären Prävention und Risikostratifizierung eingesetzt werden.

## Indikation für die koronare CT-Angiographie bei Verdacht auf eine obstruktive koronare Herzkrankheit

Die koronare CTA erfuhr erstmals in der **ESC-Leitlinie** zum Thema „Chronisches Koronarsyndrom“ im Jahr 2019 [17] eine Aufwertung und klare Verankerung als ein zentrales diagnostisches Mittel bei Verdacht auf eine obstruktive KHK. Die aktuelle Leitlinie aus 2024 hebt diese Position mit einer I-A-Empfehlung weiter hervor [18]. Daneben werden in der ESC-Leitlinie funktionelle Ischämietests (Stressechokardiographie, Herz-Magnetresonanztomographie [MRT], Myokardszintigraphie) (I-B) und die Herzkatheteruntersuchung (I-C) zur Klärung des KHK-Verdachts aufgeführt. Ganz entscheidend für die Auswahl des Testverfahrens ist die klinische Wahrscheinlichkeit für eine obstruktive KHK. Zudem sollen bei der Entscheidung weitere Patientinnen- bzw. Patientenfaktoren, Testrisiken und Verfügbarkeit berücksichtigt werden.

Als Gerüst für das diagnostische und therapeutische Vorgehen bei KHK-Verdacht schlägt die ESC-Leitlinie ein **mehrstufiges Konzept** vor (**Abb. 1**). Im 1. Schritt wird die Symptomatik (Brustschmerz, Dyspnoe) bewertet. Im 2. Schritt werden die klassischen kardiovaskulären Risikofaktoren gezählt. Im 3. Schritt wird mit den Informationen aus Schritt 1 und 2 sowie unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht die klinische Wahrscheinlichkeit für eine obstruktive KHK geschätzt. Diese reicht in diesem Schema von



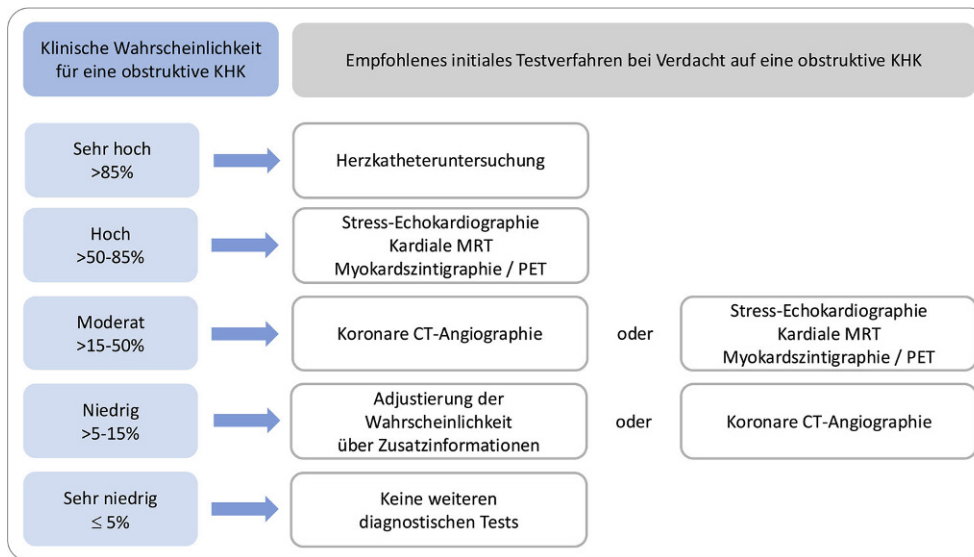
**Abb. 1** ◀ Schrittweise Ermittlung der klinischen Wahrscheinlichkeit für eine obstruktive koronare Herzkrankheit (KHK) nach der ESC (European Society of Cardiology)-Leitlinie. EKG Elektrokardiogramm, PAVK periphere arterielle Verschlusskrankheit, Lp(a) Lipoprotein(a), CT Computertomographie. (Adaptiert nach [18] mit freundlicher Genehmigung von © ESC 2024. All Rights Reserved)

0–45%. Im 4. Schritt wird diese Wahrscheinlichkeit adjustiert, indem weitere klinische Parameter, z.B. zusätzliche kardiovaskuläre Risikofaktoren, das EKG und das Echokardiogramm, einbezogen werden. Dieser Schritt ist sehr individuell, kaum standardisierbar und erfordert kardiologische Expertise. Die klinische Wahrscheinlichkeit für eine obstruktive KHK wird schließlich in die Kategorien sehr gering (≤5%), gering (>5–15%), moderat (>15–50%), hoch (>50–85%) und sehr hoch (>85%) eingeteilt.

► **Merke**

**Die Bestimmung der klinischen Wahrscheinlichkeit für eine obstruktive KHK ist ein entscheidender Schritt zur Auswahl des diagnostischen Vorgehens bei KHK-Verdacht.**

Basierend auf der **klinischen Wahrscheinlichkeit** für eine obstruktive KHK, wird die weitere Diagnostik ausgewählt (**Abb. 2**): Bei Patientinnen und Patienten mit sehr niedriger Wahrscheinlichkeit ≤5% kann auf eine weiterführende Diagnostik verzichtet werden. Bei niedriger Wahrscheinlichkeit (>5–15%) soll die koronare CTA als primärer diagnostischer Test gewählt werden. Bei moderater Wahrscheinlichkeit (>15–50%) soll eine koronare CTA oder ein



**Abb. 2** ◀ Empfohlenes initiales Testverfahren bei KHK(koronare Herzkrankheit)-Verdacht in Abhängigkeit von der klinischen Wahrscheinlichkeit für eine obstruktive KHK nach der ESC(European Society of Cardiology)-Leitlinie. *MRT* Magnetresonanztomographie, *PET* Positronenemissionstomographie, *CT* Computertomographie. (Adaptiert nach [18] mit freundlicher Genehmigung von © ESC 2024. All Rights Reserved)

funktioneller Test (kardiale Stress-MRT, Stressechokardiographie, Myokardszintigraphie) erfolgen. Dabei wird im Bereich >5–50% die koronare CTA als die „preferred diagnostic modality“ hervorgehoben. Allerdings ist zu betonen, dass die koronare CTA nur dann gewählt werden sollte, wenn eine vollständig diagnostische Bildqualität zu erwarten ist. Einschränkungen können z.B. bei Herzrhythmusstörungen oder bei Risikokonstellationen für starke Kalzifikationen (z.B. Niereninsuffizienz, langjähriger Diabetes mellitus, periphere arterielle Verschlusskrankheit) entstehen und gehen oft mit falsch positiven Befunden einher. Bei hoher klinischer Wahrscheinlichkeit für eine obstruktive KHK (>50–85%) werden **funktionelle Tests** (kardiale Stress-MRT, Stressechokardiographie, Myokardszintigraphie) empfohlen. Bei Patientinnen und Patienten mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit >85% oder typischen Symptomen auf niedriger Belastungsstufe soll primär eine **Herzkatheteruntersuchung** erfolgen.

#### ► Merke

Die koronare CTA wird in den ESC-Leitlinien als diagnostischer Test für symptomatische Patientinnen und Patienten mit einer klinischen Wahrscheinlichkeit für eine obstruktive KHK von >5–50% empfohlen, wenn eine vollständig diagnostische Bildqualität erwartet werden kann.

Das hier aufgezeigte Vorgehen aus der ESC-Leitlinie zur Auswahl des diagnostischen Vorgehens basierend auf der klinischen Wahrscheinlichkeit für eine obstruktive KHK findet sich in ähnlicher Weise in der **Nationalen Versorgungsleitlinie** chronische KHK [19]. Dabei ist zu beachten, dass die Nationale Versorgungsleitlinie und die 2025 eingeführte Leistung der gesetzlichen Krankenversicherung die koronare CTA nicht für den Bereich „>5–50%“ wie in der ESC-Leitlinie, sondern für den Bereich „>15–50%“ vorsieht. Dies liegt unter anderem daran, dass beide Leitlinien unterschiedliche Prävalenzen der KHK annehmen und andere Methoden zur Berechnung der klinischen Wahrscheinlichkeit heranziehen. Entsprechend der Nationalen Versorgungsleitlinie chronische KHK sollen Hausärzte den **Marburger Herz-Score** verwenden, der allerdings weniger gut validiert ist. Für die spezialfachärztliche Versorgungsebene

wird der **DISCHARGE-Rechner** empfohlen. Dieser berücksichtigt Alter und Geschlecht und 4 definierte Arten von Brustschmerzen (typische Angina pectoris, atypische Angina pectoris, nicht-anginöse Brustbeschwerden, andere Brustbeschwerden). Ab der Altersgruppe >45 Jahre hat nach dem DISCHARGE-Rechner jedoch jede Patientin bzw. jeder Patient mit Symptomen eine klinische Wahrscheinlichkeit >15%. Bei Werten >50% soll wiederum die koronare CTA nicht mehr zum Einsatz kommen [15, 16, 19, 20].

#### ► Merke

Die Möglichkeit zur koronaren CTA in Deutschland im Rahmen der gesetzlichen Krankenversicherung bezieht sich auf eine klinische Wahrscheinlichkeit für eine obstruktive KHK von 15–50% entsprechend dem Marburger Herz-Score oder dem DISCHARGE-Rechner.

Es ist offensichtlich und so werten es auch die Leitlinien, dass das diagnostische Vorgehen nicht allein auf Basis von Scores erfolgen soll, sondern unter individueller Integration des **klinischen Gesamtbildes** erfolgt. Dazu zählen Faktoren, die die Wahrscheinlichkeit für eine KHK erhöhen und nicht in den jeweiligen Score eingehen, die Eignung der Patientin bzw. des Patienten für den entsprechenden Test, testbezogene Risiken sowie die verfügbaren Gerätschaften und die lokale Expertise.

#### ► Merke

Die Auswahl des diagnostischen Vorgehens bei KHK-Verdacht basiert nicht starr auf der kalkulierten klinischen Wahrscheinlichkeit, sondern erfolgt weiterhin unter Berücksichtigung des klinischen Gesamtbildes.

### Weitere, seltene Indikationen sowie Kontraindikationen für die koronare CT-Angiographie

Neben der Hauptindikation der koronaren CTA zur Abklärung des KHK-Verdachts bei symptomatischen Patientinnen und Patienten kann die CT in Einzelfällen bei bekannter KHK eingesetzt werden.

- Bei Patientinnen und Patienten mit koronaren Bypassgefäßen kann die koronare CTA vor oder nach einer Herzkatheter-

untersuchung Informationen zu Verlauf und Offenheit der Bypassgefäße sowie je nach Ausmaß der KHK zum Zustand der Nativgefäße beitragen [21, 22].

- Koronarstents lassen sich teilweise mittels koronarer CTA beurteilen. Längere Stents, Stents mit einem Durchmesser < 3 mm, Stentüberlappungen und Bifurkationen mit Stents können jedoch selbst mit moderner CT-Technik eine Limitation darstellen [11].
- Bei chronischem Verschluss einer Koronararterie kann die koronare CTA die Morphologie und Anatomie der verschlossenen Koronarsegmente (z. B. Gefäßverlauf, Verkalkung im Verschlussbereich, Abgänge von Seitenästen) visualisieren und so die Strategie einer interventionellen Rekanalisation beeinflussen.

Hierbei ist jedoch zu unterstreichen, dass diese Szenarien keine Standardindikationen darstellen, sondern **Einzelfallentscheidungen** sind. Dabei sollte die koronare CTA nur bei zu erwartender vollständig diagnostischer Bildqualität und bei relevanter Konsequenz erfolgen.

#### ► Merke

Bei bekannter KHK ist die koronare CTA meist nicht indiziert. In Einzelfällen kann sie zur Beurteilung von Bypassgefäßen, von Stents und zur Vorbereitung der interventionellen Revaskularisation bei chronischen Koronarverschlüssen eingesetzt werden.

Zusätzlich gibt es Szenarien, bei denen die Erhebung des Koronarstatus ohne primär KHK-typische Beschwerden mittels koronarer CTA gewünscht wird, z. B. bei Patientinnen und Patienten mit geplantem, operativem Eingriff am Herzen (z. B. Mitralklappenrekonstruktion) zum Ausschluss einer KHK. Die koronare CTA eignet sich zudem, um eine seltene **Koronaranomalie** zu erkennen. Bei Verdacht auf eine mikrovaskuläre Dysfunktion als Ursache von Thoraxbeschwerden eignet sich die koronare CTA nicht zum direkten Nachweis der Mikroangiopathie, jedoch zum Ausschluss von obstruktiven epikardialen Koronargefäßen [18].

Generell betonen die ESC-Leitlinien, dass eine koronare CTA **nicht indiziert** ist bei schwerer Niereninsuffizienz (GFR < 30 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>), dekompensierter Herzinsuffizienz, ausgeprägter koronarer Kalzifikation, schneller und unregelmäßiger Herzrate, deutlicher Adipositas, Unfähigkeit, die Atemkommandos zu befolgen, oder jeder anderen Bedingung, die eine gute Bildqualität unwahrscheinlich erscheinen lässt (III-C-Empfehlung) [18]. Auch Befunde wie eine linksventrikuläre Wandbewegungsstörung oder eine Reduktion der linksventrikulären Auswurffraktion bedingen nicht automatisch die Indikation für eine koronare CTA.

#### ► Merke

Eine koronare CTA ist nicht indiziert bei schwerer Niereninsuffizienz, dekompensierter Herzinsuffizienz, ausgeprägter koronarer Kalzifikation, schneller und unregelmäßiger Herzrate, deutlicher Adipositas, Unfähigkeit, die Atemkommandos zu befolgen, oder jeder anderen Bedingung, die eine gute Bildqualität unwahrscheinlich erscheinen lässt.

Schließlich ist zu beachten, dass selbst eine plausible medizinische Indikationsbegründung nicht automatisch die **Abrechenbarkeit**

über die gesetzliche Krankenversicherung begründet. Derzeit kann die koronare CTA einzig zur Abklärung des KHK-Verdachts bei definierter klinischer Wahrscheinlichkeit oder in Zusammenhang mit einem bereits geplanten operativen Herzeingriff zulasten der gesetzlichen Krankenversicherung erbracht werden.

## Indikationsstellung für die Bestimmung des koronaren Kalkscores

Die Bestimmung des koronaren Kalkscores erfolgt mit einer **kontrastmittelfreien CT** meist mit der **Agatston-Methode**. Dabei werden Bildpunkte mit einem CT-Dichtewert > 130 HU als Kalzifikationen markiert. Die Fläche dieser Kalzifikationen wird mit einem Dichtefaktor multipliziert (Faktor 1 für HU 130–199, Faktor 2 für HU 200–299, Faktor 3 für HU 300–399 und Faktor 4 für HU ≥ 400). Der so ermittelte **Agatston-Score** wird für die verschiedenen Koronarabschnitte und als Gesamt-Kalkscore sowie als Perzentile bezogen auf eine Referenzpopulation gleichen Geschlechts und Alters angegeben [23, 24].

Bei **symptomatischen Patienten** ist die alleinige Bestimmung des koronaren Kalkscore mit einer kontrastmittelfreien CT meist nicht ausreichend zur Abklärung des Verdachts auf eine obstruktive KHK. Zwar sieht die ESC-Leitlinie Chronisches Koronarsyndrom vor, dass bei einer klinischen Wahrscheinlichkeit für eine obstruktive KHK von > 5–15 % das Ergebnis der **Kalkscorebestimmung** die initiale Wahrscheinlichkeitskalkulation nach oben oder nach unten adjustieren kann, um anschließend das weitere diagnostische Vorgehen besser auszuwählen [18]. Auch die 2021 publizierte AHA(American Heart Association)/ACC(American College of Cardiology)-Leitlinie zu „Chest pain“ enthält eine IIa-Empfehlung für die Bestimmung des koronaren Kalkscores bei Niedrigrisikopatienten mit stabilen Brustschmerzen [25]. Hintergrund ist, dass bei symptomatischen Patienten mit niedrigem und intermediärem KHK-Risiko eine KHK sehr selten ist, wenn der Kalkscore 0 ist [26]. Das Fehlen von Kalk senkt also die Wahrscheinlichkeit für eine KHK, kann aber nicht-verkalkte Plaques nicht ausschließen, die schwere Komplikationen hervorrufen können. In der Praxis findet die alleinige Koronarkalkbestimmung bei der Abklärung der KHK daher keine Anwendung. Bei symptomatischen Patientinnen und Patienten, bei denen die Entscheidung für eine CT getroffen wurde, erfolgt in der Regel eine vollständige CT-Untersuchung mit Kalkscorebestimmung *und* kontrastmittelverstärkter koronarer CTA.

#### ► Merke

Bei **symptomatischen Patienten** macht zwar ein koronarer Kalkscore von 0 eine obstruktive KHK unwahrscheinlich. Trotzdem genügt die Bestimmung des koronaren Kalkscores nicht, um eine obstruktive KHK mit maximaler Sicherheit auszuschließen, da nicht-kalzifizierte Plaques mit der Koronarkalkbestimmung nicht erfasst werden.

Bei **asymptomatischen Patienten** kann die Bestimmung des koronaren Kalkscores erfolgen, um Arteriosklerose in den Koronarien zu erkennen und so das kardiovaskuläre Risiko abzuschätzen. Asymptomatische Patienten mit einem Kalkscore von 0 haben ein sehr niedriges kardiovaskuläres Risiko. Ab einem Kalkscore > 0 erhöht

sich das kardiovaskuläre Risiko. In Kategorien ausgedrückt, geht ein Kalkscore von 1–100 (oder <75. Perzentile) mit einem niedrigen Risiko, ein Score von 101–400 (oder 76.–90. Perzentile) mit einem moderaten Risiko und ein Score von >400 (oder >90. Perzentile) mit einem hohen Risiko einher [24, 27]. Eine Metaanalyse beschreibt im Vergleich zu einem Kalkscore von 0 eine relative Risikozunahme für ein KHK-Ereignis bei einem Kalkscore von 1–100 von 2,6%, bei einem Kalkscore von 101–400 von 8,8% und bei einem Kalkscore >400 von 17% [28].

Die Information über den Kalkscore wird zur Klassifizierung des kardiovaskulären Risikos und zur Therapiesteuerung insbesondere im Hinblick auf **cholesterinsenkende Maßnahmen** eingesetzt. Der Kalkscore ergänzt damit die Risikoabschätzung, die sonst primär über die Ermittlung der klassischen kardiovaskulären Risikofaktoren (arterielle Hypertonie, Dyslipidämie, Diabetes mellitus, Rauchen, familiäre Disposition) erfolgt. Die ESC-Leitlinie zur Prävention gibt dem Kalkscore eine IIb-B-Empfehlung bei Patientinnen und Patienten, bei denen nach der konventionellen Risikoeinschätzung die Therapieentscheidungen unsicher bleiben [29].

► **Merke**

Bei asymptomatischen Patientinnen und Patienten kann die Bestimmung des koronaren Kalkscores die kardiovaskuläre Risikoeinschätzung ergänzen, wenn nach der konventionellen Risikoeinschätzung die Therapieentscheidungen unsicher bleiben.

**Sonstige Anwendungen der CT in der Kardiologie**

Dieser Beitrag fokussiert auf die Anwendung CTA zur Beurteilung der Koronararterien. Zusätzlich dient die CT auch bei anderen kardiologischen Fragestellungen als wichtiges Diagnoseinstrument. Zum Beispiel hat sie einen entscheidenden Stellenwert zur Planung von Eingriffen an den Herzklappen, insbesondere bei der kathetergestützten Aortenklappenimplantation (TAVI) [30]. Auch in der Nachsorge nach TAVI bei der Prothesenthrombosierung [31] und zur erweiterten Diagnostik bei Endokarditis (insbesondere bei perivalvulären bzw. periprothetischen Komplikationen wie Abszess, Fistel [32]) kommt die CT zum Einsatz; außerdem im Rahmen der Akutabklärung von Thoraxschmerzen im sog. „triple rule out“ zur Diagnostik von KHK, Aortendissektion und Lungenarterienembolie.

**Vorbereitung der koronaren CT-Angiographie**

Wenn das Vorgehen, wie es die ESC- oder andere Leitlinien empfehlen, die Indikation für eine koronare CTA ergibt, sind weitere Patientinnen- und **Patienteneigenschaften** und **technische Überlegungen** zu berücksichtigen. Erst die Optimierung aller Schritte – von der Auswahl des am besten geeigneten Testverfahrens über die Vorbereitung und Durchführung des Tests bis zur Auswertung, Befundkommunikation und klinischen Einordnung – führt zu sicheren und zuverlässigen Ergebnissen der koronaren CTA. Folgende Aspekte sind dabei zu beachten (Abb. 3):

	JA	NEIN
Klinisches Gesamtbild rechtfertigt die koronare CTA?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diagnostische Bildqualität ist zu erwarten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schriftliche Einwilligung in die Untersuchung ist vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TSH ist geprüft?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kreatinin / GFR sind geprüft?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kontraindikationen für Kontrastmittel sind geprüft?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kontraindikationen für Betablocker sind geprüft?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kontraindikationen für Nitroglycerin sind geprüft?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Abb. 3** ◀ Checkliste zur Vorbereitung der koronaren CT-Angiographie (CTA). TSH Thyroidea-stimulierendes Hormon, GFR glomeruläre Filtrationsrate

- Arrhythmien, insbesondere Vorhofflimmern sowie häufige ventrikuläre und supraventrikuläre Extrasystolen, führen zu suboptimalen Bildergebnissen. Bei behebbaren Arrhythmien sollte vor der CT eine Rhythmusstabilisierung erfolgen. Auch Sinusrhythmus mit einer Herzfrequenz, die nicht sicher vorübergehend auf  $\leq 60$ /min einstellbar ist, führt oft zu einer erheblichen Einschränkung der Bildqualität.
- Je mehr Körpergewebe das Herz umgibt, desto größer sind die erforderliche Röntgenstrahlung und die Strahlenbelastung und desto häufiger ist die Bildqualität eingeschränkt. Dieser Aspekt sollte bei Menschen mit Adipositas bzw. großen Mammae berücksichtigt werden.
- Vorbefunde sollten in die Entscheidung für eine CT einfließen. Gab es bereits in der Vergangenheit eine CT mit deutlichem Koronarkalk, könnte dieser die Beurteilbarkeit einschränken.
- Röntgenkontrastmittel kann wegen des Jodanteils bei Prädisposition für eine Schilddrüsenüberfunktion zu einer manifesten Hyperthyreose führen bzw. bei bereits bestehender Hyperthyreose diese aggravieren. Vor der Untersuchung müssen der Blutbiomarker TSH (Thyreoida-stimulierendes Hormon) und ggf. die freien Schilddrüsenhormone gemessen werden. Je nach Konstellation kann die CT-Untersuchung erfolgen, wenn eine orale Medikation mit Perchlorat zur vorübergehenden Hemmung der Jodaufnahme der Schilddrüse erfolgt.
- Röntgenkontrastmittel kann zu einem akuten Nierenversagen führen. Vor einer CT mit Kontrastmittel müssen die Blutbiomarker Kreatinin und GFR (glomeruläre Filtrationsrate) bestimmt werden. Allgemein wird empfohlen, vor der CT-Untersuchung eine Exsikkose zu vermeiden. Bei schwerer Niereninsuffizienz ( $GFR < 30$  ml/min/1,73 m<sup>2</sup>) ist eine koronare CTA kontraindiziert [18]. Bei einer  $GFR > 30$  ml/min/1,73 m<sup>2</sup> muss das Antidiabetikum Metformin nicht zwingend vor der Kontrastmittelgabe pausiert werden. Die Empfehlungen diesbezüglich sind in den Fachgesellschaften jedoch sehr heterogen [33].
- Hat eine Patientin bzw. ein Patient auf eine frühere Röntgenkontrastmittelgabe bereits mit einer Unverträglichkeit reagiert, muss eine neuerliche Kontrastmittelexposition gut abgewogen werden. Gegebenenfalls müssen prophylaktische Maßnahmen erfolgen.
- Zur Stabilisierung der Herzfrequenz werden oft Betablocker verabreicht. Mögliche Kontraindikationen, insbesondere schweres Asthma bronchiale, sind dabei zu berücksichtigen.
- Zur verbesserten Darstellung der Koronarien wird vor der Untersuchung Nitroglycerin sublingual verabreicht. Da die Einnahme von Phosphodiesterase-5-Inhibitoren wie Sildenafil und Tadalafil in Kombination mit Nitroglycerin zu starken Blutdruckabfällen führen kann, sollten diese Medikamente vor der koronaren CTA pausiert werden.

► **Merke**

Schon vor der Terminierung für die koronare CTA sollten wichtige Patientinnen- und Patienteneigenschaften überprüft werden, um die maximale Sicherheit und die höchste Qualität zu erzielen.

## Durchführung der koronaren CT-Angiographie

Die Durchführung umfasst den gesamten Prozess von der Aufnahme der Patientin bzw. des Patienten bis zur Entlassung. In diesem Zusammenhang sei auf entsprechende **Positionspapiere** der DGK (Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e. V.) und der SCCT (Society of Cardiovascular Computed Tomography) verwiesen [4, 34].

In **Vorbereitung** der Untersuchung wird folgendes Vorgehen empfohlen:

- Vor der CT-Untersuchung sollte der durchführende Arzt den klinischen Kontext und die Fragestellung erfassen. Nach der Aufklärung der Patientin bzw. des Patienten über die Durchführung und die Risiken der Untersuchung erfolgen die schriftliche Einverständniserklärung durch die Patientin bzw. den Patienten sowie die Bestätigung durch den Arzt.
- Zur Applikation des Kontrastmittels wird eine venöse Venenverweilkanüle gelegt. Diese soll ausreichend kaliberstark sein (mindestens 18 Gauge, „grün“), um eine hohe Flussrate (5–7 ml/s) zu ermöglichen.
- Sollte die Herzfrequenz nicht im Zielbereich  $< 60$ /min sein, erfolgt eine Betablockade (oral Atenolol 50–100 mg 1 h vor der Untersuchung und/oder intravenöse Gabe von Metoprolol fraktioniert bis 20 mg).
- Um die Koronararterien für die bestmögliche Darstellung zu erweitern, wird Nitroglycerin 0,4 mg (2 Hübe) sublingual auf dem Untersuchungstisch gegeben.
- Vor dem Scan wird das Atemanhalten mit der Patientin bzw. dem Patienten geübt, um den Effekt auf die Herzfrequenz zu prüfen und die konstante Atemhalte zu trainieren.
- EKG-Elektroden werden so platziert, dass sie ein sicheres EKG-Signal mit hohen R-Zacken liefern.
- Die Patientin bzw. der Patient wird auf dem CT-Tisch in Rückenlage mit beiden Armen über dem Kopf so positioniert, dass sich das Herz im Drehzentrum der Gantry befindet.

Nun erfolgt die konkrete **Bildaufnahme**:

- Die 1. Aufnahme ist das Scout-Topogramm, um die Start- und Endpositionen der folgenden Bildaufnahmen zu planen.
- Die 2. Bildakquise dient der Bestimmung des Kalkscores: Das Herz wird in einer nicht-Kontrastmittel-verstärkten Aufnahme bei 120 kVp mit prospektiver EKG-Triggerung in der Diastole (70–80 % des Herzzyklus) abgebildet. Der Bereich erstreckt sich von etwas oberhalb der Koronarabgänge bis über die Herzunterseite.
- Die 3. Bildakquisition dient dem Timing von Bildaufnahme und Kontrastmittelfluss (s. Abschn. „Kontrastmittelgabe für die koronare CT-Angiographie“). Nach Gabe eines Testbolus (z. B. 10 ml) wird dessen Passage in der Aorta ascendens registriert und die Latenzzeit für die anschließende koronare CTA verwendet. Alternativ wird die komplette Kontrastmittelmenge (z. B. 70 ml) auf einmal gegeben. Die koronare CTA-Aufnahme startet automatisch, wenn ein bestimmter HU-Schwellenwert in der Aorta erreicht ist.
- Die 4. Bildakquisition ist die eigentliche koronare CTA. In Abhängigkeit von Patientinnen- bzw. Patientenfaktoren wird

<b>Tab. 1</b> Kriterien für Level 1–3 der Zusatzqualifikation kardiale CT (Computertomographie) der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie (DGK). Details finden sich bei [35]				
Fachgesellschaft	Level	Weiterbildungszeit	CT-Untersuchungen	CME-Punkte
DGK	1	6 Wochen (oder Teilnahme an anerkannten Kompaktkursen)	50	4
DGK	2	3 Monate	100	16
DGK	3	12 Monate	400	50

eine prospektive oder retrospektive EKG-Kopplung gewählt. Der Scanbereich erstreckt sich von etwa 2 cm unterhalb der Trachealbifurkation bis über den Apex des Herzens. Bei Patientinnen und Patienten mit Bypässen wird der Bereich nach kranial erweitert, um die proximalen Anastomosen der Venenbypässe bzw. den Abgang der LIMA- und RIMA-Bypässe aus der A. subclavia vollständig abzubilden. Dann muss entsprechend mehr Kontrastmittel appliziert werden.

Anschließend erfolgt die **Bildrekonstruktion**:

- Das Vorgehen bei der Bildrekonstruktion ist geräte- und akquisitionsabhängig. Die Rekonstruktionseinstellungen sind in der Regel standardisiert und weitgehend automatisiert.
- Die Bilddatenspeicherung erfolgt im DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine)-Format in einem Bilddatenarchivierungssystem.

#### ► Merke

Jeder einzelne Schritt der Bildaufnahme und Bildverarbeitung sollte optimiert werden, sodass die bestmögliche Bildqualität erzielt werden kann.

## Weiterbildung

Kardiologinnen und Kardiologen stehen verschiedene Möglichkeiten zur **Zertifizierung** ihrer Herz-CT-Kenntnisse zur Verfügung. Curricula werden von der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie (DGK) [35], der European Society of Cardiology (ESC) [36] und der Society of Cardiovascular Computed Tomography (SCCT) [37] angeboten. Sie sind ähnlich strukturiert mit jeweils 3 Levels der **Qualifizierung**, die auf unterschiedlichen Anforderungen an die Weiterbildungszeit, Anzahl der bearbeiteten Fälle und Fortbildungen basieren. Level 1 beschreibt ein grundlegendes Verständnis der Herz-CT, um die Indikation korrekt zu stellen und den Befund einordnen zu können. Level 2 befähigt zur selbstständigen Befundung, Level 3 zur Leitung eines Herz-CT-Funktionsbereichs. Details zu den jeweiligen Inhalten können den Publikationen der Fachgesellschaften entnommen werden (Tab. 1). Neben den personenbezogenen Zusatzqualifikationen gibt es auch Möglichkeiten, medizinische Einrichtungen als Stätte der Zusatzqualifikation zu zertifizieren. Wichtig ist, dass Qualifizierungslevel nicht automatisch mit der Ermächtigung zur alleinigen Durchführung und Abrechnung einer Herz-CT-Untersuchung gleichzusetzen sind.

## Erbringung und Abrechenbarkeit der koronaren CT-Angiographie in der ambulanten Versorgung

Von der **privaten Krankenversicherung** werden die Kosten für die koronare CTA bei adäquater Indikationsstellung in der Regel erstattet. Einen Vorschlag für die Abrechnung entsprechend der Gebührenordnung für Ärzte (GOÄ) haben der Berufsverband der Deutschen Radiologen und die Deutsche Röntgen-Gesellschaft verfasst [38]. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass eine Kardiologin bzw. ein Kardiologe auch privatärztlich nicht unbedingt eine koronare CTA selbstständig durchführen und abrechnen darf. Hier müssen Aspekte der Facharztbindung und der Anwendung ionisierender Strahlung geprüft und berücksichtigt werden.

Über die **gesetzliche Krankenversicherung** war die Methode lange nicht verfügbar. Dies hat sich ab dem 01.01.2025 geändert. Am 18.01.2024 hatte der Gemeinsame Bundesausschuss (G-BA) beschlossen, die koronare CTA in die Richtlinie „Methoden der vertragsärztlichen Versorgung“ aufzunehmen. „Die CCTA darf zu Lasten der Krankenkassen erbracht werden bei Patientinnen und Patienten, bei denen nach Bestimmung einer Vortestwahrscheinlichkeit von mindestens 15 % weiterhin der Verdacht auf eine chronische KHK besteht oder wenn die Durchführung der CCTA im Zusammenhang mit einem bereits geplanten operativen Eingriff am Herzen unabhängig von der Feststellung oder Behandlung einer KHK zum Ausschluss einer KHK medizinisch notwendig ist.“ Am 11.12.2024 hat der erweiterte Bewertungsausschuss EBM (einheitlicher Bewertungsmaßstab)-Ziffern zur Abrechnung in der vertragsärztlichen Versorgung veröffentlicht: Die 34370 steht für die eigentliche Grundleistung der CT. Voraussetzung zur Leistungserbringung sind die Überweisung durch eine Hausärztin bzw. einen Hausarzt oder eine Kardiologin bzw. einen Kardiologen unter Angabe der **Vortestwahrscheinlichkeit** sowie die Angabe der Vortestwahrscheinlichkeit im Befund. Sollte im Rahmen der Untersuchung eine Betablockergabe erfolgen, kann zusätzlich die Gebührenordnungsposition (GOP) 02100 in Rechnung gestellt werden. Über die Kernleistung hinaus kann die 34371 abgerechnet werden, wenn die Bilder in einer interdisziplinären Fallkonferenz besprochen worden sind. Für die telekonsiliarische Befundung der Bilder kann zudem die Ziffer 34821 abgerechnet werden. Auf eine Qualitätssicherungsvereinbarung konnten sich die Vertragsparteien zunächst nicht einigen, hier wurde die Frist bis zum 01.04.2025 verlängert. In der Qualitätssicherungsvereinbarung wird z. B. festgehalten, unter welchen Bedingungen und mit welcher Qualifikation die Leistung erbracht werden darf, z. B. ob obligat eine Kardiologin bzw. ein Kardiologe an der Befundung zu beteiligen ist. Bis zum 01.04.2025 gilt daher eine Übergangsregelung, nach der jede Fachärztin bzw. jeder Facharzt, der über die Erfahrung von mindestens 150 koronaren CTA verfügt und die strahlenschutzrechtlichen Voraussetzungen erfüllt, die Leistung abrechnen kann. Allerdings ist die Zahl der Kardiologinnen bzw. Kardiologen mit der expliziten CT-Strahlenschutz-Fachkunde derzeit niedrig, und der Neuerwerb dieser Fachkunde ist durch organisatorische und bürokratische Hürden erschwert.

## Fazit für die Praxis

- Technische Fortschritte haben die direkte, nicht-invasive Visualisierung der Koronararterien mittels Computertomographie (CT) ermöglicht.
- Plaques in den Koronararterien können erkannt, ihre Morphologie kann beschrieben und der Stenosegrad abgeschätzt werden.
- Bei Patientinnen und Patienten mit einer klinischen Wahrscheinlichkeit für eine obstruktive koronare Herzkrankheit (KHK) zwischen > 5 und 50 % empfehlen die ESC (European Society of Cardiology)-Leitlinien die koronare CTA als diagnostisches Verfahren der Wahl – wenn eine vollständig diagnostische Bildqualität zu erwarten ist sowie unter Berücksichtigung des klinischen Gesamtbildes und unter Abwägung gegenüber anderen Tests.
- Bei der Indikationsstellung, Vorbereitung und Durchführung der koronaren CT-Angiographie sind einige wichtige Schritte zu berücksichtigen, um eine hohe Qualität und diagnostische Genauigkeit zu erzielen.
- Der Erwerb von Zertifizierungen z. B. bei der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie wird empfohlen, um die Fachkompetenz zu unterstreichen.

## Korrespondenzadresse



**Prof. Dr. med. Florian von Knobelsdorff**  
Praxis KIZ – Kardiologie im Zentrum  
Eisenmannstr. 4, 80331 München, Deutschland  
von-knobelsdorff@kiz-muenchen.de

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** Gemäß den Richtlinien des Springer Medizin Verlags werden Autoren und Wissenschaftliche Leitung im Rahmen der Manuskripterstellung und Manuskriptfreigabe aufgefordert, eine vollständige Erklärung zu ihren finanziellen und nichtfinanziellen Interessen abzugeben.

**Autoren.** **F. von Knobelsdorff:** A. Finanzielle Interessen: F. von Knobelsdorff gibt an, dass kein finanzieller Interessenkonflikt besteht. – B. Nichtfinanzielle Interessen: Gesellschafter/Kardiologe in Praxis KIZ Kardiologie im Zentrum München | Mitgliedschaft: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie. **G. Korosoglou:** A. Finanzielle Interessen: G. Korosoglou gibt an, dass kein finanzieller Interessenkonflikt besteht. – B. Nichtfinanzielle Interessen: GRN Kliniken | Past-Sprecher der AG24 der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie. | Beiratsvorsitzender DGA (Deutsche Gesellschaft für Angiologie). **M. Hell:** A. Finanzielle Interessen: keine industriegeponserten Referentenhonorare, die diese Publikation beeinflussen würden. – Nicht von Relevanz. – B. Nichtfinanzielle Interessen: Angestellte Kardiologin, Oberärztin, Universitätsmedizin Mainz | Mitgliedschaft: DGK, Stellvertretende Sprecherin Arbeitsgruppe CT. **S. Achenbach:** A. Finanzielle Interessen: S. Achenbach gibt an, dass kein finanzieller Interessenkonflikt besteht. –

B. Nichtfinanzielle Interessen: Klinikdirektor, Medizinische Klinik 2, Universitätsklinikum Erlangen | Mitgliedschaften: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung, European Society of Cardiology, Society of Cardiovascular Computed Tomography. **H. Thiele:** A. Finanzielle Interessen: H. Thiele gibt an, dass kein finanzieller Interessenkonflikt besteht. – B. Nichtfinanzielle Interessen: Klinikdirektor Universitätsklinik für Kardiologie, Herzzentrum Leipzig | Präsident Deutsche Gesellschaft für Kardiologie 2023–2025. **A. Rolf:** A. Finanzielle Interessen: Forschungsförderung zur persönlichen Verfügung: Universitätsklinikum Gießen und Marburg (Förderung nach § 2 Kooperationsvertrag), nicht industriell. – Vortragshonorare oder Kostenerstattung als passiv Teilnehmende: Böhlinger Ingelheim, Bayer, GE-Healthcare, Pfizer. – B. Nichtfinanzielle Interessen: Angestellter Kardiologe an einem frei gemeinnützigen Krankenhaus der Spezialversorgung.

**Wissenschaftliche Leitung.** Die vollständige Erklärung zum Interessenkonflikt der Wissenschaftlichen Leitung finden Sie am Kurs der zertifizierten Fortbildung auf [www.springermedizin.de/cme](http://www.springermedizin.de/cme).

**Der Verlag** erklärt, dass für die Publikation dieser CME-Fortbildung keine Sponsorengelder an den Verlag fließen.

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

1. Kravchenko D, Layer YC, Vecsey-Nagy M, Tremamunno G, Varga-Szemes A, Schlett CL et al (2024) Photon-counting detector computed tomography : paradigm shift in cardiac CT imaging. *Radiologie* 64:928–934
2. Sakai K, Shin D, Singh M, Malik S, Dakroub A, Sami Z et al (2025) Diagnostic performance and clinical impact of photon-counting detector computed tomography in coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 85:339–348
3. Williams MC, Weir-McCall JR, Baldassarre LA, De Cecco CN, Choi AD, Dey D et al (2024) Artificial intelligence and machine learning for cardiovascular computed tomography (CCT): a white paper of the society of cardiovascular computed tomography (SCCT). *J Cardiovasc Comput Tomogr* 18:519–532
4. Rolf A, Schmermund A, Hell M, Schmitt R, Bernhardt P, Kelle S et al (2023) Qualitätskriterien für die Erbringung kardialer CT-Leistungen. *Kardiologie* 17:81–94
5. Gimelli A, Achenbach S, Buechel RR, Edvardsen T, Francone M, Gaemperli O et al (2018) Strategies for radiation dose reduction in nuclear cardiology and cardiac computed tomography imaging: a report from the European association of cardiovascular imaging (EACVI), the cardiovascular committee of European association of nuclear medicine (EANM), and the European society of cardiovascular radiology (ESCR). *Eur Heart J* 39:286–296
6. Halliburton SS, Abbara S, Chen MY, Gentry R, Mahesh M, Raff GL et al (2011) SCCT guidelines on radiation dose and dose-optimization strategies in cardiovascular CT. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 5:198–224
7. Trattner S, Halliburton S, Thompson CM, Xu Y, Chelliah A, Jambawalikar SR et al (2018) Cardiac-specific conversion factors to estimate radiation effective dose from dose-length product in computed tomography. *JACC Cardiovasc Imaging* 11:64–74
8. Stocker TJ, Deseive S, Leipsic J, Hadamitzky M, Chen MY, Rubinshtein R et al (2018) Reduction in radiation exposure in cardiovascular computed tomography imaging: results from the PROspective multicenter registry on radiaTion dose Estimates of cardiac CT angIOgraphy in daily practice in 2017 (PROTECTION VI). *Eur Heart J* 39:3715–3723
9. Kosmala A, Petritsch B, Weng AM, Bley TA, Gassenmaier T (2019) Radiation dose of coronary CT angiography with a third-generation dual-source CT in a “real-world” patient population. *Eur Radiol* 29:4341–4348
10. Lenzen-Schulte M (2023) Stahlenexposition richtig vergleichen und einordnen. *Dtsch Arztebl* 120:392–395
11. Narula J, Chandrashekar Y, Ahmadi A, Abbara S, Berman DS, Blankstein R et al (2021) SCCT 2021 expert consensus document on coronary computed tomographic angiography: a report of the society of cardiovascular computed tomography. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 15:192–217
12. Douglas PS, Hoffmann U, Patel MR, Mark DB, Al-Khalidi HR, Cavanaugh B et al (2015) Outcomes of anatomical versus functional testing for coronary artery disease. *N Engl J Med* 372:1291–1300
13. Investigators S-H, Newby DE, Adamson PD, Berry C, Boon NA, Dweck MR et al (2018) Coronary CT angiography and 5-year risk of myocardial infarction. *N Engl J Med* 379:924–933

14. Williams M (2024) Coronary computed tomography angiography guided management of patients with stable chest pain: 10-year outcomes from the SCOT-HEART trial (ESC Congress 2024 London)
15. Group DT, Maurovich-Horvat P, Bossert M, Kofoed KF, Rieckmann N, Benedek T et al (2022) CT or invasive coronary angiography in stable chest pain. *N Engl J Med* 386:1591–1602
16. von Knobelsdorff F (2022) Koronar-CT oder Herzkatheter bei stabiler Angina pectoris (DISCHARGE Trial). *Kardiologie* 16:267–269
17. Knuuti J, Wijns W, Saraste A, Capodanno D, Barbato E, Funck-Brentano C et al (2019) 2019 ESC guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J*. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jez219>
18. Vrints C, Andreotti F, Koskinas KC, Rossello X, Adamo M, Ainslie J et al (2024) 2024 ESC guidelines for the management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J*. <https://doi.org/10.1093/ehjcvp/pvae069>
19. Bundesärztekammer, Bundesvereinigung, AWMF (2024) Nationale Versorgungsleitlinie Chronische KHK (Version 7.0, AWMF-Register-Nr. nvl-00)
20. Haase R, Schlattmann P, Gueret P, Andreini D, Pontone G, Alkadhi H et al (2019) Diagnosis of obstructive coronary artery disease using computed tomography angiography in patients with stable chest pain depending on clinical probability and in clinically important subgroups: meta-analysis of individual patient data. *BMJ* 365:l1945
21. Jones DA, Beirne AM, Kelham M, Rathod KS, Andiapien M, Wynne L et al (2023) Computed tomography cardiac angiography before invasive coronary angiography in patients with previous bypass surgery: the BYPASS-CTCA trial. *Circulation* 148:1371–1380
22. von Knobelsdorff F (2024) Herz-CT vor Herzkatheter bei Patienten nach Bypass-Operation. *Kardiologie* 18:1–2
23. Agatston AS, Janowitz WR, Hildner FJ, Zusmer NR, Viamonte M Jr., Detrano R (1990) Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 15:827–832
24. Hecht H, Blaha MJ, Berman DS, Nasir K, Budoff M, Leipsic J et al (2017) Clinical indications for coronary artery calcium scoring in asymptomatic patients: expert consensus statement from the society of cardiovascular computed tomography. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 11:157–168
25. Gulati M, Levy PD, Mukherjee D, Amsterdam E, Bhatt DL, Birtcher KK et al (2021) 2021 AHA/ACC/AASE/CHEST/SAEM/SCCT/SCMR guideline for the evaluation and diagnosis of chest pain: a report of the American college of cardiology/American heart association joint committee on clinical practice guidelines. *Circulation* 144:e368–e454
26. von Knobelsdorff F (2022) Koronarer Kalk-Score in der Notaufnahme zum Ausschluss einer obstruktiven KHK bei Patienten mit Brustschmerz. *Kardiologie* 16:200–203
27. von Knobelsdorff F (2021) Kardiovaskuläre Risikoeinschätzung bei jungen Patienten: Hilft der koronare Kalkscore? *Kardiologie* 15:519–522
28. Pletcher MJ, Tice JA, Pignone M, Browner WS (2004) Using the coronary artery calcium score to predict coronary heart disease events: a systematic review and meta-analysis. *Arch Intern Med* 164:1285–1292
29. Visseren FLJ, Mach F, Smulders YM, Carballo D, Koskinas KC, Back M et al (2021) 2021 ESC guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur Heart J* 42:3227–3337
30. Blanke P, Weir-McCall JR, Achenbach S, Delgado V, Hausleiter J, Jilaihawi H 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. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 13:1–20
31. von Knobelsdorff F (2020) Subklinische Thrombosierung von Aortenklappenbioprothesen – Erkenntnisse der PARTNER-3-Studie. *Kardiologie* 14:461–462
32. Delgado V, Ajmone Marsan N, de Waha S, Bonaros N, Brida M, Burri H et al (2023) 2023 ESC guidelines for the management of endocarditis. *Eur Heart J* 44:3948–4042
33. Masur S, Eisert A, Freitag M (2021) Metformin therapy during surgical interventions and iodinated contrast agent use. *Dtsch Med Wochenschr* 146:121–127
34. Abbara S, Blanke P, Maroules CD, Cheezum M, Choi AD, Han BK et al (2016) SCCT guidelines for the performance and acquisition of coronary computed tomographic angiography: a report of the society of cardiovascular computed tomography guidelines committee: endorsed by the north American society for cardiovascular imaging (NASCI). *J Cardiovasc Comput Tomogr* 10:435–449
35. Schmermund A, Achenbach S, Buß S, Hausleiter J, Korosoglou G, Leber A et al (2023) Update Curriculum Kardiale Computertomographie. *Kardiologie* 17:186–197
36. Pontone G, Moharem-Elgamal S, Maurovich-Horvat P, Gaemperli O, Pugliese F (2018) Training in cardiac computed tomography: EACVI certification process. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 19:123–126
37. Choi AD, Thomas DM, Lee J, Abbara S, Cury RC, Leipsic JA et al (2021) 2020 SCCT guideline for training cardiology and radiology trainees as independent practitioners (level II) and advanced practitioners (level III) in cardiovascular computed tomography: a statement from the society of cardiovascular computed tomography. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 15:2–15
38. Beer M, Henkel M, Miller S, Sandstede J (2018) Abrechnung Herzdiagnostik mit MRT und CT nach GOÄ. *Radiologe* 2:177

**Hinweis des Verlags.** Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.



## CT-Angiographie der Koronararterien (Teil 1)

Zu den Kursen dieser Zeitschrift: Scannen Sie den QR-Code oder gehen Sie auf [www.springermedizin.de/kurse-die-kardiologie](http://www.springermedizin.de/kurse-die-kardiologie)

### ? Welche der aufgeführten Antwortmöglichkeiten ist im Hinblick auf die technischen Entwicklungen der CT (Computertomographie) zur Darstellung der Koronararterien die zutreffende Lösung?

- Die Anzahl der Zeilen eines CT-Detektors allein ist entscheidend für die Qualität der koronaren CT-Angiographie.
- Die stetige Weiterentwicklung der CT-Technik führte zu einer Optimierung der zeitlichen und räumlichen Auflösung und zur Reduktion der Strahlenexposition.
- Die Photonen-zählende CT wird heute als Mindestanforderung zur Durchführung einer koronaren CT-Angiographie von den Fachgesellschaften verlangt.
- Die Hounsfield-Einheit ist ein Maß für die effektive Strahlendosis einer koronaren CT-Angiographie.
- Die Einführung der Spiral-Scantechnik ab 1989 trug kaum zur CT-Weiterentwicklung bei.

### ? Welche Faktoren beeinflussen die Strahlenexposition im Rahmen einer koronaren CT(Computertomographie)-Angiographie bzw. bei der Auswahl der richtigen Diagnostik?

- Die effektive Dosis einer CT zur Bestimmung des koronaren Kalkscores ist höher als die für die koronare CT-Angiographie.
- Die Strahlenexposition der koronaren CT-Angiographie ist unbedeutend für die Auswahl des diagnostischen Tests bei Verdacht

auf eine obstruktive koronare Herzkrankheit.

- Die effektive Dosis einer koronaren CT-Angiographie ist unabhängig von Eigenschaften der Patientin bzw. des Patienten (z. B. Adipositas).
- Um die Strahlendosis zu reduzieren, sollte nach Möglichkeit die Bildakquisition bei der koronaren CT-Angiographie mit retrospektiver Elektrokardiogramm-Triggerung erfolgen.
- Bei der Durchführung einer koronaren computertomographischen Angiographie (CTA) soll das Prinzip ALARA („as low as reasonably achievable“) angewandt werden.

### ? Welche Aussage zur diagnostischen Genauigkeit der koronaren CT(Computertomographie)-Angiographie ist richtig?

- Starke Verkalkungen der Koronararterien haben keinen Einfluss auf die diagnostische Genauigkeit.
- Die Sensitivität und der negative prädiktive Wert zur Erkennung von Koronarstenosen liegen über 90 %.
- Die diagnostische Genauigkeit ist vergleichbar mit dem Belastungselektrokardiogramm.
- Die Methode ist ausschließlich für die Erkennung von koronaren Verkalkungen geeignet.
- Die koronare CT-Angiographie ersetzt durch ihre hohe diagnostische Genauigkeit funktionelle Ischämietests und die

invasive Koronarangiographie bei der Abklärung des Verdachts auf eine koronare Herzkrankheit.

### ? Was ist Bestandteil der Abschätzung der klinischen Wahrscheinlichkeit für eine obstruktive koronare Herzkrankheit entsprechend den Leitlinien der Europäischen Gesellschaft für Kardiologie (ESC)?

- Charakter der Symptome
- Die kardiovaskulären Risikofaktoren spielen in der Ermittlung keine Rolle
- Das Alter wird in der Abschätzung der klinischen Wahrscheinlichkeit nicht berücksichtigt
- Die Ermittlung der klinischen Wahrscheinlichkeit ist geschlechtsunabhängig
- Fettstoffwechselstörungen (Dyslipidämien) werden in dem Schema nicht berücksichtigt

### ? Bei welcher klinischen Wahrscheinlichkeit für eine obstruktive koronare Herzkrankheit empfehlen die Leitlinien der Europäischen Gesellschaft für Kardiologie (ESC) die Durchführung einer koronaren CT(Computertomographie)-Angiographie?

- ≤ 5 % (sehr niedrig)
- > 5–15 % (niedrig)
- > 15–85 % (moderat bis hoch)
- > 5–50 % (niedrig und moderat)
- 50–85 % (hoch)

## Informationen zur zertifizierten Fortbildung

Diese Fortbildung wurde von der Ärztekammer Nordrhein für das „Fortbildungszertifikat der Ärztekammer“ gemäß § 5 ihrer Fortbildungsordnung mit 3 Punkten (Kategorie D) anerkannt und ist damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig.

**Anerkennung in Österreich:** Für das Diplom-Fortbildungs-Programm (DFP) werden die von deutschen Landesärztekammern anerkannten Fortbildungspunkte aufgrund der Gleichwertigkeit im gleichen Umfang als DFP-Punkte anerkannt (§ 14, Abschnitt 1, Verordnung über ärztliche Fortbildung, Österreichische Ärztekammer (ÖÄK) 2013).

### Hinweise zur Teilnahme:

- Die Teilnahme an dem zertifizierten Kurs ist nur online auf [www.springermedizin.de/cme](http://www.springermedizin.de/cme) möglich.
- Der Teilnahmezeitraum beträgt 12 Monate. Den Teilnahmeschluss finden Sie online beim Kurs.
- Die Fragen und ihre zugehörigen Antwortmöglichkeiten werden online in zufälliger Reihenfolge zusammengestellt.

- Pro Frage ist jeweils nur eine Antwort zutreffend.
- Für eine erfolgreiche Teilnahme müssen 70% der Fragen richtig beantwortet werden.
- Teilnehmen können Abonnenten dieser Fachzeitschrift und e.Med- und e.Dent-Abonnenten.

**? Welche Empfehlung ist im Hinblick auf die klinische Anwendung der koronaren CT(Computertomographie)-Angiographie zur Beurteilung von Koronarstenosen zutreffend?**

- Die koronare Angiographie mittels Magnetresonanztomographie (MRT) ist gleichwertig zur koronaren CT(Computertomographie)-Angiographie für die Beurteilung des Stenosegrads der Herzkranzarterien.
- Bei Patientinnen bzw. Patienten mit bereits bekannter koronarer Herzkrankheit wird die koronare CT(Computertomographie)-Angiographie zur Kontrolle des Koronarstatus empfohlen.
- Bei jungen Patientinnen bzw. Patienten mit Verdacht auf eine koronare Herzkrankheit und typischer Symptomatik schließt ein Kalziumscore von 0 eine relevante koronare Herzkrankheit definitiv aus.
- Die koronare CT(Computertomographie)-Angiographie ist die einzige nicht-invasive Methode, die die Bestimmung des Stenosegrads der Herzkranzarterien und der Komposition der Plaques erlaubt.
- Bei auffälliger koronarer CT(Computertomographie)-Angiographie mit moderaten Stenosen sollte routinemäßig eine CT-Verlaufskontrolle nach einem Jahr erfolgen.

**? Was gehört zur Vorbereitung einer koronaren CT(Computertomographie)-Angiographie?**

- Gabe von oralem Kontrastmittel 1 h vor der Untersuchung
- Absetzen von Betablockern vor der Untersuchung
- Überprüfung der Kontraindikationen für Betablocker, Nitroglycerin und Kontrastmittel
- Absetzen von Insulin am Untersuchungstag
- Durchführung eines Belastungselektrokardiogramms vor der koronaren CT-Angiographie

**? Welche Aussage zur Planung und Durchführung einer koronaren CT(Computertomographie)-Angiographie ist richtig?**

- Arrhythmien oder häufige ventrikuläre und supraventrikuläre Extrasystolen haben keinen Einfluss auf die Bildqualität.
- Bei Patientinnen und Patienten mit Adipositas geht die Untersuchung meist mit einer höheren Strahlenbelastung einher.
- Koronarstenosen können unabhängig von ihrer Größe und Position mit der koronaren CT(Computertomographie)-Angiographie valide beurteilt werden.
- Schilddrüsen- und Nierenwerte sind für die CT(Computertomographie)-Untersuchung ohne Relevanz.
- Die Einnahme von Phosphodiesterase-5-Inhibitoren (z.B. Sildenafil) ist vor der koronaren CT-Angiographie unproblematisch.

**? Welche Voraussetzung verbessert die Bildqualität bei der koronaren CT(Computertomographie)-Angiographie?**

- Die Verwendung eines retrospektiven EKG(Elektrokardiogramm)-Gatings mit hoher Strahlendosis
- Eine Herzfrequenz < 60/min, bei Bedarf durch die Gabe eines Betablockers
- Die Gabe von Nitroglycerin zur Absenkung des Blutdrucks
- Tiefe, gleichmäßige Atemzüge während der Bildakquisition
- Die Gabe von Kontrastmittel zur Erweiterung der Koronararterien

**? Die Bestimmung des koronaren Kalkscores ist ein wichtiger Teil der kardialen CT(Computertomographie)-Untersuchung. Welche Antwort mit Bezug auf die Bildakquisition und Beurteilung des Kalkscores trifft zu?**

- Eine Computertomographie (CT) mit Kontrastmittel und ohne EKG(Elektrokardiogramm)-Synchronisation wird durchgeführt.
- Der Kalkscore beschreibt quantitativ die koronare Kalklast und kann die kardiovaskuläre Risikoeinschätzung ergänzen.
- Der koronare Kalkscore von 0 schließt eine stenosierende koronare Herzkrankheit aus.

- Ein retrospektives EKG-Gating mit hoher Strahlendosis wird verwendet.
- Der CT(Computertomographie)-Bereich wird von der Klavikula bis zur Herzspitze geplant.