

Kardiologie

<https://doi.org/10.1007/s12181-025-00785-1>

Eingegangen: 11. November 2025

Angenommen: 21. November 2025

© The Author(s) 2026



# Stellenwert der Computertomographie-basierten Angiographie der Koronararterien (koronare CT-Angiographie) für die Kardiologie und Herzchirurgie 2026

Konsensuspapier der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie (DGK) und der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG)

Stephan Achenbach<sup>1</sup> · Norbert Smetak<sup>2</sup> · Alexander Assmann<sup>3</sup> · Hilmar Dörge<sup>4</sup> · Holger Thiele<sup>5</sup> · Jan Gummert<sup>6</sup> · Michaela M. Hell<sup>7</sup> · Tanja K. Rudolph<sup>8</sup> · Torsten Doenst<sup>9</sup> · Volkmar Falk<sup>10</sup> · Christian A. Perings<sup>11,12</sup> · Jochen Börgemann<sup>13</sup>

<sup>1</sup> Medizinische Klinik 2, Universitätsklinikum Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU), Erlangen, Deutschland; <sup>2</sup> Kardiologisch-angiologische Praxis, Kirchheim, Deutschland; <sup>3</sup> Klinik für Herzchirurgie, Universitätsklinikum der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Düsseldorf, Deutschland; <sup>4</sup> Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie, Klinikum Fulda, Fulda, Deutschland; <sup>5</sup> Universitätsklinik für Kardiologie, Herzzentrum Leipzig, Leipzig, Deutschland; <sup>6</sup> Klinik für Thorax- und Kardiovaskularchirurgie, Herz- und Diabeteszentrum NRW, Bad Oeynhausen, Deutschland; <sup>7</sup> Zentrum für Kardiologie, Universitätsmedizin Mainz, Mainz, Deutschland; <sup>8</sup> Klinik für Allgemeine und Interventionelle Kardiologie, Herz- und Diabeteszentrum NRW, Bad Oeynhausen, Deutschland; <sup>9</sup> Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie, Universitätsklinikum Jena, Jena, Deutschland; <sup>10</sup> Klinik für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland; <sup>11</sup> Klinik für Kardiologie, Elektrophysiologie, Pneumologie & Intensivmedizin, Katholisches Klinikum Lünen, Lünen, Deutschland; <sup>12</sup> Kommission für Klinische Kardiovaskuläre Medizin, Deutsche Gesellschaft für Kardiologie, Düsseldorf, Deutschland; <sup>13</sup> Klinik für Herzchirurgie und Kinderherzchirurgie, Herzzentrum Duisburg, Evangelisches Klinikum Niederrhein, Duisburg, Deutschland



## Präambel

Die Computertomographie(CT)-Angiographie der Koronararterien hat in den neuesten Leitlinien eine sehr prominente Stellung erhalten. In den Leitlinien der European Society of Cardiology zum Management des chronischen Koronarsyndroms (CCS) [1] wird sie für Patienten ohne vorbestehende koronare Herzerkrankung (KHK) und mit geringer bis moderater klinischer Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen von obstruktiven Koronarstenosen als diagnostische Methode der ersten Wahl empfohlen [1]. In der Nationalen Versorgungsleitlinie KHK wird der Einsatz der CT-Angiographie unter Berücksichtigung gewisser Kriterien bei Patienten mit mittlerer Vor-testwahrscheinlichkeit für eine stabile KHK

empfohlen [2]. Auch für andere Indikationen hat sich die CT-Angiographie etabliert, vielfach abgesichert durch klinische Studien. Dies wurde durch die stetige technische Weiterentwicklung der CT ermöglicht und stützt sich auf prospektive randomisierte Studien zum diagnostischen und prognostischen Stellenwert der koronaren CT-Angiographie auch im Vergleich zu anderen nichtinvasiven Verfahren und zur invasiven Koronarangiographie.

Allerdings stellt die koronare CT-Angiographie hohe Anforderungen an die verwendete Gerätetechnologie und an die Expertise bezüglich Durchführung und Interpretation der Untersuchung. Bildqualität und Zuverlässigkeit zum Nachweis und Ausschluss von Koronarstenosen hängen von spezifischen Patientencharakteristika

ab. Sie werden ebenso wie die mit der Untersuchung einhergehende Strahlenexposition durch das individuell gewählte Untersuchungsprotokoll und eine adäquate Vorbereitung der Patienten kritisch beeinflusst. Die Indikationsstellung zur Untersuchung auf der Basis der zugrunde liegenden Fragestellung und der klinischen Wahrscheinlichkeit obstruktiver Koronarläsionen, die Wertung der Befunde unter Berücksichtigung der individuellen Koronar Anatomie und die Empfehlungen bezüglich eventuell weiterführender Diagnostik und nachfolgender Therapie erfordert besondere Expertise und kardiologisches sowie gegebenenfalls herzchirurgisches Fachwissen. Herzchirurgische Aspekte sind von besonderer Bedeutung, falls die Untersuchung im Vorfeld einer geplanten nichtkoronaren Herzoperation erfolgt oder die operative Versorgung einer KHK in die differenzialtherapeutischen Empfehlungen mit einbezogen werden muss. Aus diesem Grund nehmen die Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung (DGK) und die Deutsche Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG) mit diesem Konsensuspapier für die Kardiologie und Herzchirurgie auf der Basis des aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisstands, der Leitlinien nationaler und internationaler Fachgesellschaften, der klinischen Erfahrung und der spezifischen Situation der medizinischen Versorgung in Deutschland Stellung.

Dieses Konsensuspapier wurde in den Zeitschriften *Die Kardiologie* (Open Access) und *Zeitschrift für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie* zeitgleich veröffentlicht.

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



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

Die koronare CT-Angiographie (koronare CTA) bietet eine hohe diagnostische Genauigkeit zum Nachweis oder Ausschluss obstruktiver Stenosen bei Patienten mit niedriger bis mittlerer Vortestwahrscheinlichkeit. Die diagnostische Genauigkeit hängt jedoch entscheidend von hoher Bildqualität ab, die wiederum moderne CT-Systeme, eine konsequente Patientenpräparation und optimierte Untersuchungsprotokolle voraussetzt. Nach aktuellen Leitlinien wird die koronare CTA gemeinsam mit bildgebenden Verfahren zum Ischämienachweis als diagnostische Methode der ersten Wahl bei Verdacht auf ein chronisches Koronarsyndrom im Bereich niedriger bis mittlerer Vortestwahrscheinlichkeit empfohlen („Klasse I-A“-Indikation). Mit einer „Klasse I-B“-Empfehlung wird sie gegenüber anderen Verfahren bevorzugt. Dies allerdings nur, wenn Patientencharakteristika eine uneingeschränkte Bildqualität erwarten lassen. Ein vollständig unauffälliger Befund, also der Ausschluss von Stenosen und das Fehlen nichtobstruktiver atherosklerotischer Läsionen, ist mit einer ausgezeichneten Prognose verbunden, während der Nachweis von Stenosen eine nachfolgende Risikomodifikation, ggf. weiterführende Ischämiediagnostik und – abhängig von Symptomatik und Anatomie – potenziell eine invasive Therapie erfordert. Der Nachweis nichtobstruktiver Atherosklerose weist auf ein erhöhtes kardiovaskuläres Risiko hin, insbesondere bei hoher Plaquelast. Ab welcher Menge atherosklerotischer Plaques eine risikomodifizierende Therapie initiiert werden sollte, ist aber bisher nicht durch klinische Daten abgesichert. Aufgrund unzureichender Daten besteht derzeit auch keine Indikation zur Risikostratifizierung asymptomatischer Personen. Bei Patienten mit vorangegangener Revaskularisation ist die klinische Bedeutung der koronaren CTA begrenzt. Vor Reoperationen an Herz oder Koronargefäßen sowie bei minimalinvasiven herzchirurgischen Eingriffen kann die koronare CTA hilfreich sein, um die kardiale und koronare Anatomie zuverlässig zu klären.

#### Schlüsselwörter

Diagnostik – CT · Herzchirurgie · Vaskuläre Herzerkrankungen – Angina pectoris · Vaskuläre Herzerkrankungen – Akutes Koronarsyndrom · Vaskuläre Herzerkrankungen – Chronisches Koronarsyndrom

## Einleitung

Die hohe Orts- und Zeitauflösung moderner Mehrzeilensysteme gestattet den Einsatz der CT zur kardialen Diagnostik. Das wesentliche klinische Einsatzgebiet ist die CT-Angiographie der Koronararterien nach intravenöser Kontrastmittelgabe. Die CT-Koronarangiographie ist abgesehen von der invasiven Herzkatheteruntersuchung die derzeit einzige klinisch etablierte Möglichkeit zur direkten Bildgebung der Koronararterien. Sie bietet im Idealfall sogar die Möglichkeit, sowohl das Koronararterienlumen als auch atherosklerotische Läsionen in der Gefäßwand detailliert darzustellen. Allerdings kann die schnelle Bewegung des Herzens und der Kranzgefäße in Verbindung mit den kleinen Dimensionen der Koronararterien zu Artefakten führen, welche die Bildqualität der CT-Angiographie beeinträchtigen und die zuverlässige Beurteilung erschweren oder zu Fehlinterpretationen führen. Daher erfordert der klinische Einsatz der CT-Koronarangiographie

einerseits die Verwendung sehr leistungsfähiger CT-Systeme, andererseits ist die sinnvolle Anwendung auf bestimmte Patientengruppen sowie definierte klinische Fragestellungen begrenzt. Im vorliegenden Dokument werden einerseits die Voraussetzungen dargestellt, um die CT-Angiographie mit ausreichender Zuverlässigkeit zur Beurteilung des arteriellen Koronarsystems einzusetzen. Andererseits werden die klinischen Indikationen zur koronaren CT-Angiographie und die Konsequenzen erhobener Befunde strukturiert dargestellt, um als Leitfaden für den sinnvollen Einsatz des Verfahrens in der Kardiologie und Herzchirurgie zu dienen.

## 1. Voraussetzungen zum Einsatz der CT-Koronarangiographie

### 1.1. Technische Voraussetzungen

Für die CT-Koronarangiographie sollten nur CT-Systeme mit zumindest 128 simultan akquirierten Bildzeilen zum Einsatz

kommen, auch wenn gemäß den technischen Anforderungen des Gemeinsamen Bundesausschusses theoretisch 64 Zeilen ausreichend wären. Die rekonstruierte Schichtdicke muss  $\leq 0,6\text{ mm}$  liegen und die Zeitauflösung  $\leq 175\text{ ms}$  betragen [1, 3, 4]. Systeme mit einer größeren Zeilenzahl und höheren Zeitauflösung sind allerdings klar zu bevorzugen, denn sie erleichtern die Untersuchung bedeutend und führen zu höherer und wesentlich robusterer Bildqualität.

Als Untersuchungsmodi sollten zumindest die Spiral/Helikalk-Akquisition mit retrospektiv EKG-synchronisierter Bildrekonstruktion und die prospektiv getriggerte axiale Akquisition zur Verfügung stehen [3–5]. Zur Reduktion der Strahlenexposition müssen Röhrenspannungen zumindest zwischen 100 und 120 kVp, optimal zwischen 80 und 120 kVp anwählbar sein und iterative Rekonstruktionsverfahren zur Verfügung stehen [3, 4]. Die Verwendung von Kontrastmittelinjektionssystemen mit hohen Flussraten (4–7 ml/s) und der Möglichkeit bi- oder triphasischer Injektionsprotokolle ist erforderlich.

## 1.2. Vorbereitung der Untersuchung

Patienten müssen für die CT-Angiographie Atemkommandos zuverlässig befolgen können. Dies ist vor der Untersuchung zu überprüfen. Die EKG-Synchronisation von entweder Bildakquisition oder Bildrekonstruktion ist für die CT-Angiographie der Koronararterien unerlässlich. Daher muss ein stabiles EKG-Signal gewährleistet sein. In aller Regel ist für die CT-Angiographie das Vorliegen eines regelmäßigen Sinusrhythmus zu fordern. Bei Patienten mit Vorhofflimmern oder anderen Arrhythmien ist die Indikation zur koronaren CT-Angiographie äußerst restriktiv zu stellen [1, 2]. Die Bildqualität der CT-Angiographie hängt entscheidend von der Herzfrequenz ab. In aller Regel wird zur Durchführung der CT-Angiographie eine Herzfrequenz von 65 Schlägen/min oder weniger, optimal von 60 Schlägen/min oder weniger gefordert, da bei höheren Frequenzen die Wahrscheinlichkeit von Artefakten steigt und insbesondere die Spezifität zur Detektion von Koronarstenosen nachlässt [3–10]. Dies wird meist eine Prämedikation mit oral oder intravenös

verabreichten Beta-Blockern erforderlich machen. Untersuchende Zentren müssen hierauf eingerichtet sein, und die Untersuchung sollte ohne ausreichende Kontrolle der Herzfrequenz in der Regel nicht durchgeführt werden. Ausnahmen hiervon können insbesondere dann zu begründen sein, wenn die Klärung der Koronar Anatomie z. B. im Vorfeld einer Herzoperation erforderlich ist, aber die invasive Koronarangiographie mit einem unverhältnismäßig hohen Risiko assoziiert wäre (beispielsweise bei einer ausgeprägten Zugangsproblematik, bei Aortenerkrankungen oder bei Vorliegen von großen endokarditischen Vegetationen oder Thromben auf der Aortenklappe). Eine Prämedikation mit Nitraten sollte in allen Fällen erfolgen, in denen keine Kontraindikationen vorliegen, da sie die Bildqualität erheblich verbessert [1, 3, 4, 11].

## 1.3. Bildanalyse und -interpretation

Für die Bildanalyse der CT-Angiographie muss die Möglichkeit zur interaktiven Manipulation multiplanarer Rekonstruktionen in Echtzeit bestehen. Der Untersuchungsbefund muss Angaben zur Bildqualität und zu Artefakten enthalten, aus denen die Zuverlässigkeit der Befundung hervorgeht. Eine eventuell eingeschränkte Beurteilbarkeit einzelner Koronarsegmente oder des ganzen Koronarsystems muss eindeutig erwähnt sein, um Befunde klinisch korrekt einzuordnen. Das Vorliegen bzw. Fehlen von Stenosierungen des Koronarlumens einerseits, und, soweit zuverlässig beurteilbar, von atherosklerotischen Veränderungen der Koronargeäßwand andererseits muss im Befund beschrieben sein. Falls für die weitere Versorgung erforderlich, sind Kaliberstärke und Versorgungsgebiet der einzelnen Koronararterien, auch von Koronarsegmenten distal von chronischen Koronarverschlüssen sowie von stenosierte oder verschlossenen Seitästen im Befund zu erwähnen. Dies gilt ebenso wie andere für die Indikation und Methode einer eventuell nachfolgenden Revaskularisation wichtige Parameter, unter anderem das Vorliegen ausgeprägter Verkalkungen, die Angabe von Bifurkationswinkeln, soweit für eine Intervention

relevant, oder die chirurgische Erreichbarkeit von Koronarsegmenten.

## 2. Klinischer Einsatz der CT-Angiographie

Bei ausreichender Bildqualität erreicht die CT-Angiographie der Koronararterien im Vergleich zur invasiven Koronarangiographie für die Detektion von Koronarstenosen eine Sensitivität von ca. 96 % und eine Spezifität von ca. 82 % [12, 13]. Dies gilt für die Darstellung nativer Koronararterien bei Patienten mit Verdacht auf das Vorliegen von Koronarstenosen. Sowohl für Patienten mit stabiler KHK als auch für Patienten mit akutem Thoraxschmerz existieren prognostische Studien, die eine sehr niedrige Ereignisrate bei Fehlen relevanter Koronarstenosen in der CT-Angiographie nachweisen [14–17]. Zudem haben randomisierte, prospektive Vergleichsstudien die Nicht-Unterlegenheit und im Einzelfall die Überlegenheit der koronaren CT-Angiographie gegenüber anderen nichtinvasiven Verfahren und teilweise auch im Vergleich zur invasiven Koronarangiographie nachgewiesen [18–20]. Daher ist die CT-Angiographie in Leitlinien für die Diagnostik bei Verdacht auf das Vorliegen eines CCS oder auf das Vorliegen einer instabilen Angina-pectoris-Symptomatik insbesondere für Patienten mit geringer bis mittlerer Prä-Test-Wahrscheinlichkeit fest verankert [1, 21–24] und wird in den aktuellen ESC-Leitlinien zum Management des chronischen Koronarsyndroms für den Wahrscheinlichkeitsbereich von 6–50 % als eine diagnostische Methode der ersten Wahl geführt [1]. In der Nationalen Versorgungsleitlinie KHK wird die CT-Angiographie als eine diagnostische Methode der Wahl für den Bereich der „mittleren prä-test Wahrscheinlichkeit“ (15–85 %) genannt<sup>1</sup> [2]. In beiden Leitlinien wird festgestellt, dass die CT-Angiographie bis zu einer Prä-Test-Wahrscheinlichkeit von 50 % gegenüber

<sup>1</sup> In der Nationalen Versorgungsleitlinie KHK werden andere Methoden zur Abschätzung der Prä-Test-Wahrscheinlichkeit eingesetzt als in den Leitlinien der European Society of Cardiology. Eine Prä-Test-Wahrscheinlichkeit von 15 % oder höher wird gemäß den Kriterien in der Nationalen Versorgungsleitlinie KHK daher von mehr Patienten erreicht als in der ESC-Leitlinie zum chronischen Koronarsyndrom.

<b>Tab. 1</b> Stärken und Schwächen der koronaren CT-Angiographie im Vergleich zur bildgebenden Ischämiediagnostik mit Stressechokardiographie, Stress-MRT oder nuklearmedizinischen Verfahren sowie zur invasiven Koronardiagnostik			
	<b>Koronare CT-Angiographie</b>	<b>Bildgebende Verfahren zur Ischämiediagnostik (Stressechokardiographie, Stress-MRT, nuklearmedizinische Verfahren)</b>	<b>Invasive Koronardiagnostik</b>
<i>Invasivität</i>	Nichtinvasiv	Nichtinvasiv	Invasiv; geringes Risiko für Blutungen, Gefäßverletzungen, Infektionen
<i>Zeitaufwand</i>	Sehr geringer Zeitaufwand für die Untersuchung, mäßiger Zeitaufwand für die Vorbereitung, keine Nachsorge	Mäßiger Zeitaufwand für die Untersuchung, geringer Zeitaufwand für die Vorbereitung, keine Nachsorge	Mäßiger Zeitaufwand für die Untersuchung, hoher Zeitaufwand für Vorbereitung und Nachsorge
<i>Detektion von Koronarstenosen</i>	Sehr hohe Sensitivität Hohe Spezifität	Hohe Sensitivität Hohe Spezifität	Goldstandard zur anatomischen Charakterisierung von Koronararterienstenosen
<i>Nichtobstruktive Atherosklerose</i>	Nachweis und Charakterisierung möglich	Keine Aussage möglich	Eingeschränkte Aussagen möglich
<i>Ischämiediagnostik</i>	Indirekt über FFR-Simulation oder CT-Perfusion (keine klinische Routineuntersuchung)	Klinischer Goldstandard zur Ischämiediagnostik	Über intrakoronare Druckdrahtmessung möglich
<i>Vitalitätsdiagnostik</i>	Stark eingeschränkte Aussagen möglich (Myokarddicke)	Klinischer Goldstandard zur Vitalitätsdiagnostik	Keine Aussage möglich
<i>Therapeutische Möglichkeiten</i>	Rein diagnostisch, keine Intervention möglich	Rein diagnostisch, keine Intervention möglich	Intervention im unmittelbaren Anschluss an die Diagnostik möglich
<i>Abhängigkeit von Patienteneigenschaften</i>	Erheblicher Einfluss von Herzfrequenz, Arrhythmien und Kooperation bei den Atemmanövern auf die diagnostische Aussagekraft. Mäßiger Einfluss von starkem Übergewicht	Mäßiger Einfluss von Herzfrequenz, Arrhythmien und Kooperation auf die diagnostische Aussagekraft. Übergewicht beeinträchtigt die Aussagekraft der Myokardszintigraphie	Kein relevanter Einfluss auf die diagnostische Aussagekraft
<i>Abhängigkeit vom Ausmaß der Koronarverkalkung</i>	Erhebliche Reduktion der diagnostischen Aussagekraft bei ausgeprägter Koronarverkalkung	Kein relevanter Einfluss auf die diagnostische Aussagekraft	Kein relevanter Einfluss auf die diagnostische Aussagekraft
<i>Aussagekraft bei zurückliegender Koronarrevaskularisation</i>	Eingeschränkt, insbesondere bei implantierten Koronarstents mit kleinem Durchmesser	Kein relevanter Einfluss auf die diagnostische Aussagekraft	Kein relevanter Einfluss auf die diagnostische Aussagekraft
<i>Verfügbarkeit</i>	Nicht flächendeckend verfügbar. Diagnostische Zuverlässigkeit von institutioneller Erfahrung abhängig	Flächendeckende Verfügbarkeit etwas eingeschränkt. Diagnostische Zuverlässigkeit von institutioneller Erfahrung abhängig	Flächendeckend verfügbar, geringer Einfluss der institutionellen Erfahrung
<i>Einsatz bei instabilen Patienten/im kardialen Notfall</i>	Nicht möglich	Nicht möglich	Möglich

der bildgebenden Ischämiediagnostik zu bevorzugen sei [1, 2]. Dies gilt sowohl in den ESC-Leitlinien als auch in der Nationalen Versorgungsleitlinie KHK immer unter der explizit genannten Voraussetzung, dass die Patientencharakteristika eine uneingeschränkt diagnostische Bildqualität erwarten lassen, dass geeignete Geräte eingesetzt werden und ausreichende Expertise bezüglich der Bildakquisition und -interpretation vorliegt.

Es sei weiter darauf hingewiesen, dass für atherosklerotische Plaques, die sich in der CT-Angiographie zeigen, eine prognostische Bedeutung vielfach nachgewiesen wurde [25, 26]. Finden sich signifi-

kante Stenosen, z.B. > 50 %, so gehen die aktuellen ESC-Leitlinien zur Dyslipidämie unabhängig vom klinischen Bild von einem sehr hohen kardialen Ereignisrisiko aus und empfehlen eine intensive Lipidsenkung [27, 28]. Nicht vollständig geklärt ist aber bisher, ab welchem Ausmaß nichtobstruktiver Veränderungen eine gezielte Therapie (z.B. Statintherapie) dazu geeignet wäre, die Ereignisrate signifikant zu reduzieren. Daher existieren bisher keine Leitlinienempfehlungen für den Einsatz der koronaren CT-Angiographie mit dem alleinigen Ziel der Risikostratifikation bei asymptomatischen Individuen (im Gegensatz zum Koronarkalknachweis mittels CT,

der nicht Gegenstand dieses Konsensuspapiers ist [29]).

Die diagnostische Genauigkeit der koronaren CT-Angiographie bei Patienten mit implantierten Koronarstents ist nicht abschließend evaluiert, sie hängt zudem von vielen Faktoren wie der Gerätetechnik, der Bildqualität insgesamt, der Stentgröße und -lokalisierung sowie der Stentgeometrie/Strebendicke ab. Auch wenn immer wieder auf die Möglichkeit zur Beurteilung von Koronarstents insbesondere mit einem Durchmesser  $\geq 3,0$  mm und insbesondere bei Einsatz der Photon-Counting-Technologie hingewiesen wird [30, 31], so liegen doch keine ausreichenden Daten

<b>Tab. 2</b> Indikationen der koronaren CT-Angiographie. Es ist stets zu berücksichtigen, dass eine koronare CT-Angiographie nur durchgeführt werden sollte, wenn eine Bildqualität mit uneingeschränkter diagnostischer Aussagekraft erwartet werden kann			
	<b>Klinischer Einsatz der koronaren CT-Angiographie</b>	<b>Leitlinienempfehlung</b>	<b>Bemerkungen</b>
<i>Stabile Angina pectoris/chronisches Koronarsyndrom</i>	Methode der Wahl bei geschätzter Wahrscheinlichkeit 6–50 % (ESC-Leitlinien) bzw. 15–50 % (Nationale Versorgungsleitlinie KHK)	Klasse I [1, 2]	Einsatz nur, wenn eine uneingeschränkte diagnostische Bildqualität zu erwarten ist. Berücksichtigung der lokalen Expertise Vorbereitung erforderlich (Beta-Blocker, Nitrate)
<i>Akute Koronarsyndrome</i>	Möglicher Einsatz, wenn EKG und Biomarker (Troponin) nicht wegweisend sind	Klasse IIa [24]	Einsatz nur, wenn eine uneingeschränkte diagnostische Bildqualität zu erwarten ist Vorbereitung erforderlich (Beta-Blocker, Nitrate)
<i>Zurückliegende Koronarrevaskularisation</i>	In der Regel keine klinische Anwendung	–	Einsatz nach ACB-Operation möglich, wenn lediglich die Frage nach der Offenheit von (ggf. einzelnen, angiographisch nicht darstellbaren) Bypassgefäßen besteht Diagnostische Zuverlässigkeit bei implantierten Koronarstents unsicher
<i>Risikostratifizierung bei asymptomatischen Individuen</i>	In der Regel keine Indikation zur koronaren CT-Angiographie	–	–
<i>Ausschluss von Koronarstenosen vor nichtkoronarer Herzoperation</i>	Einsatz der koronaren CT-Angiographie möglich, wenn eine invasive Koronarangiographie mit erhöhtem Risiko verbunden oder technisch nicht möglich ist	–	Abwägung des Risikos einer invasiven Koronarangiographie gegenüber der Wahrscheinlichkeit, mit koronarer CT-Angiographie eine ausreichende diagnostische Bildqualität zu erhalten Die Detektion von Koronarstenosen in der CT-Angiographie erfordert in der Regel die Bestätigung durch eine invasive Koronarangiographie
<i>Zustand nach Herztransplantation</i>	Einsatz zum Ausschluss von Koronararterienstenosen möglich, Einsatz zur Detektion der Transplantatvaskulopathie eingeschränkt möglich	–	Unterlegene diagnostische Aussagekraft für Transplantatvaskulopathie im Vergleich zur intrakoronaren Bildgebung
<i>Vor kardialer Re-Operation nach zurückliegender Bypasschirurgie</i>	Einsatz zur Beurteilung von Lagebeziehungen zuvor angelegter Bypassgefäße. Hilfreich zur Wahl des Kanülierungsortes für die Herz-Lungen-Maschine	–	–
<i>Vor minimalinvasiver Bypassoperation</i>	Informationen über die intrathorakalen – insbesondere koronaren – anatomischen Lageverhältnisse	–	–
<i>Darstellung des anatomischen Verlaufs von Koronararterien und Koronarstents</i>	Methode der Wahl, hohe diagnostische Aussagekraft	–	Keine Aussage zur hämodynamischen/funktionellen Relevanz. Dies ist aber auch mit anderen bildgebenden Verfahren nicht sicher möglich

vor, die Basis für eine generelle Empfehlung zum Einsatz der CT-Angiographie bei Patienten mit implantierten Koronarstents sein könnten.

Ähnlich ist die Lage bei Patienten nach aortokoronarer Bypassoperation. Einige – vorwiegend ältere – Studien weisen auf eine hohe Zuverlässigkeit der CT-Angiographie für die Beurteilung der Offenheit von venösen und arteriellen Bypassgrafts hin [32]. Allerdings können die koronaren Anastomosen sehr schwierig zu beurteilen sein, und insbesondere die Zuverlässigkeit der CT-Angiographie zum Nachweis und Ausschluss relevanter Stenosen in den oft kleinkalibrigen und stark verkalkten,

peripheren Nativgefäßen bei Patienten nach aortokoronarer Bypassoperation ist nicht ausreichend nachgewiesen.

Im Folgenden wird der Stellenwert der CT-Angiographie bei speziellen klinischen Fragestellungen dargestellt (s. auch [Tab. 1](#) und [Tab. 2](#)).

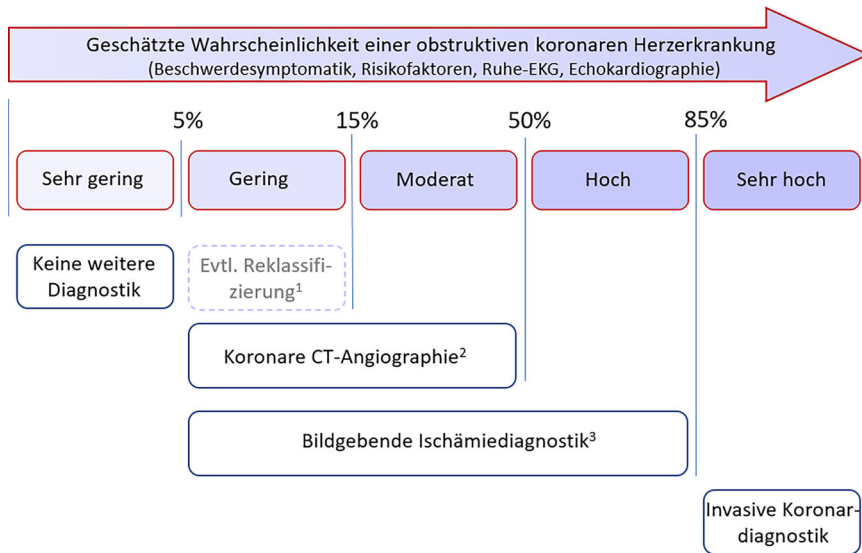
## 2.1. Patienten mit Verdacht auf das Vorliegen von Koronarstenosen

### 2.1.1. Indikationen

Der Einsatz der CT-Angiographie zum Nachweis und vor allem zum Ausschluss von Koronarstenosen bei Patienten mit geringer bis mittlerer Vortestwahrschein-

lichkeit, bei denen entweder Symptome oder andere Untersuchungsbefunde den Verdacht auf das Vorliegen einer Koronarischemie begründen, ist die wesentliche klinische Indikation der CT-Angiographie. Die Indikation zur CT-Angiographie ist bei jedem Patienten immer individuell zu stellen unter Berücksichtigung der Wahrscheinlichkeit, eine uneingeschränkte diagnostische Bildqualität zu erzielen. Dies berücksichtigt, erreicht die koronare CT-Angiographie eine ausgezeichnete Sensitivität von 95–100 % für die Diagnose von obstruktiven Koronarstenosen im Vergleich zur invasiven Koronarangiographie als Referenzstandard, und ihr





**Abb. 1** ▲ Schematische Darstellung der nach derzeitigen Leitlinien empfohlenen Diagnostik bei Patienten mit De-novo-Beschwerden und Verdacht auf das Vorliegen eines chronischen Koronarsyndroms [1]. Die koronare CT-Angiographie spielt hier eine große Rolle, da geschätzt wird, dass etwa 85 % der Patienten in die Kategorien der „sehr geringen“ und „geringen“ Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen einer obstruktiven koronaren Herzkrankheit einzuordnen sind. <sup>1</sup>Reklassifizierung des Risikos als „sehr gering“ oder „moderat“ auf der Basis des CT-Kalkscores oder eines Belastungs-EKGs. <sup>2</sup>Einsatz der CT-Angiographie gegenüber bildgebender Ischämiediagnostik bevorzugt. Einsatz aber nur dann, wenn aufgrund der Bildqualität uneingeschränkte diagnostische Aussagekraft zu erwarten ist und keine Informationen zu Myokardvitalität oder mikrovaskulärer Erkrankung benötigt werden. <sup>3</sup>Stress-echokardiographie, Stresskernspintomographie, Myokardszintigraphie (SPECT) oder Positronenemissionstomographie (PET)

Einsatz ist in den ESC-Leitlinien für Patienten mit De-novo-Verdacht auf das Vorliegen eines CCS und einer klinischen Wahrscheinlichkeit obstruktiver Koronarstenosen von 6–50 % mit einer „Klasse I-A“-Empfehlung versehen (s. ▣ Abb. 1). Mit einer „Klasse I-B“-Empfehlung wird sie als gegenüber anderen Verfahren bevorzugte Diagnosemethode zum Ausschluss einer obstruktiven KHK bei Personen mit geringer oder mäßiger (> 5–50 %) Vortestwahrscheinlichkeit empfohlen [1]. Die CT-Angiographie wird nicht empfohlen bei Patienten mit schwerer Niereninsuffizienz (eGFR < 30 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>), dekompensierter Herzinsuffizienz, ausgedehnten Koronarkalkablagerungen, schneller oder unregelmäßiger Herzfrequenz, starker Adipositas, Unfähigkeit zur Befolgung von Atemmanövern oder anderen Umständen, die eine ausreichende Bildqualität unwahrscheinlich machen können („Klasse III“-Empfehlung).

Bei Patienten mit Verdacht auf das Vorliegen eines akuten Koronarsyndroms empfehlen die Leitlinien der ESC, den Einsatz der CT-Angiographie zu erwägen,

wenn EKG und Troponin unauffällig oder nicht wegweisend sind („Klasse IIa“-Empfehlung [24]). Ähnliche Empfehlungen gelten in den USA, wobei hier explizit darauf hingewiesen wird, dass bei vorbestehender KHK oder ausgeprägter Koronarverkalkung in einem früheren Thorax-CT von der Durchführung einer CT-Angiographie eher abgesehen werden sollte, weil die Beurteilbarkeit der CT-Angiographie dann eingeschränkt sein kann [22].

Andere klinische Situationen, bei denen die CT-Angiographie zum Ausschluss von Koronararterienstenosen indiziert sein kann, umfassen z.B. die Notwendigkeit zur Abklärung einer reduzierten linksventrikulären Funktion (regional/global), von EKG-Veränderungen (z.B. kompletter Linksschenkelblock) oder malignen Arrhythmien. Bei Patienten mit Zustand nach Herztransplantation können sich Indikationen aus der Tatsache ergeben, dass sie nicht selten von akzelerierter Atherosklerose betroffen sind, aber eventuell auch bei Vorliegen obstruktiver Koronarläsionen beschwerdefrei bleiben.

Allerdings ist der Stellenwert der koronaren CT-Angiographie zur Diagnostik einer nichtobstruktiven Transplantatvasculopathie nicht durch klinische Studien unterlegt.

## 2.1.2. Konsequenzen

Zeigt sich ein vollständig „negativer“ Befund, also das Fehlen von Koronarstenosen und auch kein Nachweis einer nichtobstruktiven Atherosklerose, so sind in aller Regel keine weiteren Maßnahmen erforderlich (ggf. mit Ausnahme des Nachweises koronarer Spasmen oder einer mikrovaskulären Dysfunktion [1]). Falls zwar keine hochgradigen Stenosen, aber nichtobstruktive Plaques nachgewiesen werden, so muss in Abhängigkeit von Menge und Charakteristika der nachweisbaren Plaque von einem erhöhten kardiovaskulären Ereignisrisiko ausgegangen werden. Finden sich Stenosen > 50 %, so empfehlen die ESC-Leitlinien zur Dyslipidämie eine intensive medikamentöse Cholesterinsenkung [27]. Es ist allerdings unklar, ab welchem „Schwellenwert“ geringer ausgeprägter atherosklerotischer Veränderungen eine intensivisierte Risikomodifikation z. B. mit Statinen erfolgen sollte – hier ist unter Umständen die Ausprägung anderer Risikofaktoren und ein Plaquenachweis in Carotiden oder Femoralarterien als Risikomodifikator mit zu berücksichtigen. Wichtig ist aber, dass gemäß einer kürzlich publizierten Populationsstudie vereinzelte nichtobstruktive Koronarplaques (< 5 Koronarsegmente) mit einer Ereignisrate einhergehen, die sich nicht wesentlich von der Prognose bei vollständigem Fehlen nachweisbarer Koronarplaques unterscheidet [21]. In einer zweiten, ebenfalls vor kurzem vorgestellten großen Populationsstudie war die koronare Ereignisrate gegenüber Individuen ohne koronare Atherosklerose signifikant erhöht, wenn mittels CT-Angiographie Plaque in 3 oder mehr Koronarsegmenten nachweisbar war [33].

Sind Stenosen nachweisbar oder Stenosen nicht zuverlässig auszuschließen, so ist das weitere Vorgehen in Abhängigkeit von der Ausprägung des Befundes, der Symptomatik und von anderen verfügbaren Befunden individuell festzulegen. Dies kann eine zunächst rein medikamentöse Therapie, eine Ischämiediagnostik oder ei-

ne invasive Koronarangiographie mit der Möglichkeit zur Druckdrahtmessung und ggf. intrakoronarer Bildgebung umfassen. Bevor ein Patient mit stabiler Symptomatik einer Revaskularisation zugeführt wird, sollte in der Regel ein Ischämienachweis vorliegen, entweder mit nichtinvasiven Verfahren oder mittels intrakoronarer Fluss/Druckmessung [1]. Vom Vorhandensein einer Ischämie kann gemäß den aktuellen Leitlinien auch ausgegangen werden, wenn der Stenosegrad im linken Hauptstamm zumindest 70 % bzw. in anderen Koronarsegmenten 90 % oder mehr beträgt [1].

Klinische Studien haben theoretisch nachgewiesen, dass eine Bypassoperation prinzipiell allein auf morphologischer Grundlage der koronaren CT-Angiographie sicher erfolgen könnte [34–36]. Dies kann also im Einzelfall unter Berücksichtigung aller Umstände erwogen werden, falls das Risiko einer Koronarangiographie als zu hoch eingeschätzt wird. Allerdings ist eine unmittelbare Indikation zur aortokoronaren Bypassoperation allein auf Grundlage einer koronaren CT-Angiographie in aller Regel nicht gegeben; dies deshalb, da aufgrund der eingeschränkten Spezifität der CT-Angiographie (die gerade bei diffuser schwerer Atherosklerose nochmals geringer ist) der Schweregrad von Stenosen häufig überschätzt wird – dies wird gelegentlich als „Blooming-Artefakt“ bezeichnet. Vor Durchführung einer operativen Koronarrevaskularisation ist deshalb, von wenigen Ausnahmen abgesehen, eine invasive Koronarangiographie zu fordern, gegebenenfalls ergänzt um eine Druckdrahtmessung. Häufig zeigen sich dann – auch im Zusammenspiel mit einer eventuellen Ischämiediagnostik – nicht alle auf Basis der CT-Angiographie vermuteten Koronarstenosen als revaskularisationsbedürftig.

## 2.2. Risikostratifikation bei asymptomatischen Individuen

Der koronare Kalkscore ist ein starker und unabhängiger Prädiktor für kardiovaskuläre Ereignisse und wird daher in den entsprechenden Leitlinien bei Bedarf zur Verfeinerung der 10-Jahres-Risikostratifizierung empfohlen; dies insbesondere dann, wenn die Indikationsstellung zur

medikamentösen Lipidsenkung auf Basis der konventionellen Risikofaktoren alleine nicht eindeutig ist [29]. Derzeitige Leitlinien sehen keine Indikation zur Durchführung einer CT-Angiographie bei asymptomatischen Patienten alleine zur Abschätzung des koronaren Ereignisrisikos im Sinne der Primärprävention [29]. Klinisch sehr hilfreich kann die Analyse der nichtobstruktiven koronaren Atherosklerose sein, wenn sich bei Patienten, bei denen wegen Verdacht auf das Vorliegen eines chronischen oder akuten Koronarsyndroms eine koronare CT-Angiographie durchgeführt wurde, keine obstruktiven Koronarläsionen zeigen. Falls auch keine nichtobstruktive koronare Atherosklerose nachzuweisen ist, so legen retrospektive Analysen nahe, dass von einer medikamentösen Lipidsenkung – ggf. mit Ausnahme stark erhöhter Lipidwerte bzw. bei familiärer Hypercholesterinämie – keine Risikosenkung zu erwarten ist [37–40].

## 2.3. Patienten mit bekannter KHK und Zustand nach Koronarrevaskularisation

Gemäß derzeitiger Datenlage besteht in der Regel keine Indikation zur koronaren CT-Angiographie bei Patienten, bei denen in der Vergangenheit bereits eine Koronarrevaskularisation mittels Bypass-OP oder Stentimplantation durchgeführt wurde. Dies liegt an der in diesem Kontext zu erwartenden eingeschränkten Spezifität. Aus dieser ergibt sich eine hohe Wahrscheinlichkeit nachfolgender weiterführender Diagnostik, sodass von der Durchführung einer koronaren CT-Angiographie insgesamt kein Vorteil zu erwarten ist.

Eine Indikation zur koronaren CT-Angiographie nach Koronarrevaskularisation ist nur im Einzelfall vorstellbar, wenn aus klinischen Gründen eine invasive Koronarangiographie vermieden werden soll und eine Ischämiediagnostik nicht zielführend erscheint oder falls die alleinige klinische Frage die Bypassoffenheit ist. Auch falls sich Bypassgefäße in der invasiven Koronarangiographie nicht auffinden lassen, kann im Einzelfall das Durchführen einer koronaren CT-Angiographie klinisch sinnvoll sein.

## 2.4. Patienten vor nichtkoronarer Herzoperation

Bei Patienten, bei denen vor nichtkoronarer Herzoperation das Vorliegen von Koronarstenosen ausgeschlossen werden muss, kann die koronare CT-Angiographie sinnvoll und damit indiziert sein – auch wenn es zu dieser Fragestellung nur vereinzelte und meist alte Daten gibt. Beispiele sind Eingriffe bei Herzklappenvitien, bei Endokarditis oder bei Aortenerkrankungen.

Die koronare CT-Angiographie ist zur Koronardiagnostik in diesem Zusammenhang insbesondere dann zu erwägen, wenn eine invasive Koronarangiographie mit einem erhöhten Risiko verbunden oder technisch nur erschwert möglich ist (u.a. Problematik des arteriellen Zugangswegs, erschwerte Intubation der Koronarostien bei dilatierter Aorta ascendens, Vorliegen von großen endokarditischen Vegetationen oder Thromben auf der Aortenklappe). Es muss hierbei immer die Wahrscheinlichkeit für eine uneingeschränkte diagnostische Bildqualität der CT-Angiographie gegenüber dem Risiko alternativer Diagnoseverfahren abgewogen werden.

Finden sich in der CT-Angiographie bei guter Bildqualität vor nichtkardialer Herzoperation keine Koronarstenosen, so kann ohne Revaskularisation operiert werden. Finden sich in der CT-Angiographie Koronarstenosen, so ist vor einer Erweiterung des operativen Eingriffs um eine koronare Revaskularisation in der Regel die Bestätigung des Befundes durch eine invasive Angiographie zu fordern, dies wegen der Tendenz der CT zur Überschätzung des Schweregrads von Koronarstenosen. Davon kann im seltenen Einzelfall und nach gemeinsamer individueller Erörterung des Heart-Teams abgewichen werden, wenn der Befund im CT eindeutig ist und/oder das Risiko einer invasiven Angiographie als unvertretbar hoch angesehen wird.

## 2.5. Patienten vor kardialer Re-Operation

Die CT-Angiographie kann im Kontext von kardialen Re-Operationen sehr hilfreiche Informationen zu räumlichen Lagebeziehungen von angelegten Bypassgefäßen

liefern und so das Verletzungsrisiko derselben minimieren. Die Beurteilung der Verlagerung oder Nähe wichtiger Strukturen (z. B. Aorta ascendens, Herzkammern oder Lungen) zur Sternotomielinie oder Thoraxwand erleichtert die Planung des chirurgischen Zugangswegs. Zusätzlich gewonnene Informationen über eine Atheromatose der Aorta oder eine pAVK beeinflussen die Wahl der Kanülierungsorte für den Anschluss der Herz-Lungen-Maschine. Insgesamt ist ein „CT-Mapping“ nach Voroperation klinisch wertvoll, um die operative Strategie für die Re-Operation zu optimieren und so chirurgische Komplikationen zu vermeiden.

### 2.6. Patienten vor minimalinvasiver Bypassoperation

Sprechen Koronarpathologie und Morbiditätsprofil eines Patienten für eine (isolierte oder hybride) Bypassoperation via minimalinvasiven Zugang, so liefert die präoperative CT-Angiographie neben wertvollen Informationen über die intrathorakalen – insbesondere koronaren – anatomischen Lageverhältnisse auch eine Aussage zu Wandqualität und Durchmesser der Aa. thoracicae interna, welche für diese Eingriffe typischerweise als Bypassmaterial verwendet werden.

### 2.7. Klärung des Verlaufs von Koronaranomalien und -fisteln

Die CT-Angiographie ist aufgrund des 3-dimensionalen Datensatzes in aller Regel hervorragend dazu geeignet, den exakten anatomischen Verlauf von Koronaranomalien und -fisteln zu definieren. Koronaranomalien und Koronar-fisteln sind aber nur in wenigen Fällen klinisch relevant, ihre hämodynamische Bedeutung ist oft schwierig zu bestimmen, und das Management erfordert umfassende klinische Erwägungen. Mit der CT-Angiographie kann zwar die Anatomie in aller Regel eindeutig geklärt werden und sie kann deshalb auch bei unklaren Befunden in der invasiven Koronarangiographie eine wertvolle Ergänzung darstellen, hämodynamische Aussagen sind aber nicht möglich.

Die klinische Realität bedingt, dass nicht alle seltenen Einzelfälle in einem Konsensusdokument abgedeckt werden

können. Indikationen außerhalb des oben Dargestellten sind deshalb denkbar, allerdings nur als seltene und durch besondere Umstände individuell zu begründende Ausnahme. In die Indikationsstellung und Interpretation der Befunde müssen bei solchen abweichenden Indikationen neben den Durchführenden der CT-Untersuchung immer alle beteiligten klinischen Fachdisziplinen eingebunden sein. Ebenso sind die Präferenzen des Patienten – nach objektiver und verständlicher Darstellung der zur Verfügung stehenden Alternativen – zu berücksichtigen.

#### Korrespondenzadresse



© 2020 tokography Tobias Koch (www.tobiaskoch.net)

**Prof. Dr. med. Stephan Achenbach**  
Medizinische Klinik 2, Universitätsklinikum  
Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg (FAU)  
Ulmenweg 18, 91054 Erlangen, Deutschland  
stephan.achenbach@uk-erlangen.de



© David Ausserhofer

**Prof. Dr. med. Jochen Börgemann**  
Klinik für Herzchirurgie und Kinderherzchirurgie,  
Herzzentrum Duisburg, Evangelisches  
Klinikum Niederrhein  
Fahrner Str. 133, 47169 Duisburg, Deutschland  
jochen.boergemann@t-online.de

**Funding.** Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** Den Interessenkonflikt der Autoren finden Sie online auf der DGK-Homepage unter <https://herzmedizin.de/dgk/leitlinien> bei der entsprechenden Publikation.

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

**Open Access.** Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden. Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen. Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

## Literatur

1. Vrints C, Andreotti F, Koskinas KC, Rossello X, Adamo M, Ainslie J, Banning AP, Budaj A, Buechel RR, Chiariello GA, Chieffo A, Christodorescu RM, Deaton C, Doenst T, Jones HW, Kunadian V, Mehili J, Milojevic M, Piek JJ, Pugliese F, Rubboli A, Semb AG, Senior R, Ten Berg JM, Van Belle E, Van Craenenbroeck EM, Vidal-Perez R, Winther S, ESC Scientific Document Group (2024) 2024 ESC guidelines for the management of chronic coronary syndromes. Eur Heart J 45(36):3415–3537. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehae177>
2. (2024) Nationale Versorgungsleitlinie KHK, Version 7.0. [https://register.awmf.org/assets/guidelines/nvl-004l\\_s3\\_Chronische-KHK\\_2024-09.pdf](https://register.awmf.org/assets/guidelines/nvl-004l_s3_Chronische-KHK_2024-09.pdf)
3. Abbata S, Blanke P, Maroules CD, Cheezum M, Choi AD, Han BK, Marwan M, Naoum C, Norgaard BL, Rubinshtein R, Schoenhagen P, Villines T, Leipsic J (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(6):435–449
4. Rolf A, Schermund A, Hell M et al (2023) Positionspapier Erbringung kardialer CT-Leistungen. Kardiologie 17:81–94. <https://doi.org/10.1007/s12181-023-00599-z>
5. Koweek L, Achenbach S, Berman DS, Carr JJ, Cury RC, Ghoshhajra B, Litmanovich D, McCollough CH, Taylor AJ, Truong QA, Wang J, Weigold WG, Arbab-Zadeh A, Abbata S, Chen MY (2023) Standardized medical terminology for cardiac computed tomography 2023 update: an expert consensus document of the society of cardiovascular computed tomography (SCCT),



- American association of physicists in medicine (AAPM), American college of radiology (ACR), north American society for cardiovascular imaging (NASCI), and radiological society of north America (RSNA) with endorsement by the Asian society of cardiovascular imaging (ASCI), the European association of cardiovascular imaging (EACI), and the European society of cardiovascular radiology (ESCR). *Radiol Cardiothorac Imaging* 5(4):e230167. <https://doi.org/10.1148/ryct.230167>
6. Mander GTW, Dobeli K, Steffensen C, Munn Z (2021) Diagnostic accuracy of prospectively gated, 128-slice or greater CTCA at high heart rates: a systematic review and meta-analysis. *J Med Radiat Sci* 68(4):435–445
  7. Ghekiere O, Nchimi A, Djekic J, El Hachemi M, Mancini I, Hansen D, Vanhoenacker P, de Roos A, Dendale P (2016) Coronary computed tomography angiography: patient-related factors determining image quality using a second-generation 320-slice CT scanner. *Int J Cardiol* 221:970–976
  8. Qian W, Liu W, Zhu Y, Wang J, Chen Y, Meng H, Chen L, Xu Y, Zhu X (2021) Influence of heart rate and coronary artery calcification on image quality and diagnostic performance of coronary CT angiography: comparison between 96-row detector dual source CT and 256-row multidetector CT. *J Xray Sci Technol* 29(3):529–539
  9. Li M, Zhang GM, Zhao JS, Jiang ZW, Peng ZH, Jin ZT, Sun G (2014) Diagnostic performance of dual-source CT coronary angiography with and without heart rate control: systematic review and meta-analysis. *Clin Radiol* 69(2):163–171
  10. Menke J, Kowalski J (2016) Diagnostic accuracy and utility of coronary CT angiography with consideration of unevaluable results: a systematic review and multivariate Bayesian random-effects meta-analysis with intention to diagnose. *Eur Radiol* 26(2):451–458
  11. Kusk MW, Bromark CS, Hestbek-Møller M, Davidsson LØ, Precht H, Brage K (2023) Pill or pump? Nitroglycerin 0.5 mg tablet vs 0.8 mg spray: effect on proximal vessel diameters at coronary CT angiography (CCTA). *Radiography* 29(5):918–925
  12. Knuuti J, Wijns W, Saraste A, Capodanno D, Barbato E, Funck-Brentano C, Prescott E, Storey RF, Deaton C, Cuisset T, Agewall S, Dickstein K, Edwardsen T, Escaned J, Gersh BJ, Svtil P, Gilard M, Hasdai D, Hatala R, Mahfoud F, Masip J, Muneretto C, Valgimigli M, Achenbach S, Bax JJ, ESC Scientific Document Group (2020) 2019 ESC guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J* 41(3):407–477
  13. 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. <https://doi.org/10.1136/bmj.l1945>
  14. Hollander JE, Chang AM, Shofer FS, Collin MJ, Walsh KM, McCusker CM, Baxt WG, Litt HI (2009) One-year outcomes following coronary computerized tomographic angiography for evaluation of emergency department patients with potential acute coronary syndrome. *Acad Emerg Med* 16(8):693–698
  15. Ferencik M, Liu T, Mayrhofer T, Puchner SB, Lu MT, Maurovich-Horvat P, Pope JH, Truong QA, Udelson JE, Peacock WF, White CS, Woodard PK, Fleg JL, Nagurney JT, Januzzi JL, Hoffmann U (2015) Hs-troponin I followed by CT angiography improves acute coronary syndrome risk stratification accuracy and work-up in acute chest pain patients: results from ROMICAT II trial. *JACC Cardiovasc Imaging* 8(11):1272–1281
  16. Goldstein JA, Chinnaiyan KM, Abidov A, Achenbach S, Berman DS, Hayes SW, Hoffmann U, Lesser JR, Mikati IA, O'Neil BJ, Shaw LJ, Shen MY, Valeti US, Raff GL, CT-STAT Investigators (2011) The CT-STAT (coronary computed tomographic angiography for systematic triage of acute chest pain patients to treatment) trial. *J Am Coll Cardiol* 58(14):1414–1422
  17. Nakazato R, Arsanjani R, Achenbach S, Gransar H, Cheng VY, Dunning A, Lin FY, Al-Mallah M, Budoff MJ, Callister TQ, Chang HJ, Cademartiri F, Chinnaiyan K, Chow BJ, Delago A, Hadamitzky M, Hausleiter J, Kaufmann P, Raff G, Shaw LJ, Villines T, Cury RC, Feuchtnr G, Kim YJ, Leipsic J, Berman DS, Min JK (2014) Age-related risk of major adverse cardiac event risk and coronary artery disease extent and severity by coronary CT angiography: results from 15 187 patients from the International Multisite CONFIRM Study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 15(5):586–594
  18. Douglas PS, Hoffmann U, Patel MR, Mark DB, Al-Khalidi HR, Cavanaugh B, Cole J, Dolor RJ, Fordyce CB, Huang M, Khan MA, Kosinski AS, Krucoff MW, Malhotra V, Picard MH, Udelson JE, Velazquez EJ, Yow E, Cooper LS, Lee KL, PROMISE Investigators (2015) Outcomes of anatomical versus functional testing for coronary artery disease. *N Engl J Med* 372(14):1291–1300
  19. SCOT-HEART Investigators, Newby DE, Adamson PD, Berry C, Boon NA, Dweck MR, Flather M, Forbes J, Hunter A, Lewis S, MacLean S, Mills NL, Norrie J, Roditi G, Shah ASV, Timmis AD, van Beek EJ, Williams MC (2018) Coronary CT angiography and 5-year risk of myocardial infarction. *N Engl J Med* 379(10):924–933
  20. DISCHARGE Trial Group, Maurovich-Horvat P, Bossert M, Kofoed KF, Rieckmann N, Benedek T, Donnelly P, Rodriguez-Palomares J, Erglis A, Štěchovský C, Šakalyte G, Čemerlić Adić N, Gutberlet M, Dodd JD, Diez I, Davis G, Zimmermann E, Kepka C, Vidakovic R, Francane M, Ilnicka-Suckiel M, Plank F, Knuuti J, Faria R, Schröder S, Berry C, Saba L, Ruzsics B, Kubiak C, Gutierrez-Ibarluzea I, Schultz Hansen K, Müller-Nordhorn J, Merkely B, Knudsen AD, Benedek I, Orr C, Xavier Valente F, Zvaigzne L, Suchánek V, Zajančauskiene L, Adić F, Woinke M, Hensey M, Lecumberri I, Thwaite E, Laule M, Kruk M, Neskovic AN, Mancone M, Kuśmiercz D, Feuchtnr G, Pietilä M, Gama Ribeiro V, Rosch T, Delles C, Matta G, Fisher M, Szilveszter B, Larsen L, Ratiu M, Kelly S, Garcia Del Blanco B, Rubio A, Drobní ZD, Jurlander B, Rodean I, Regan S, Cuéllar Calabria H, Boussoussou M, Engström T, Hodas R, Napp AE, Haase R, Feger S, Serna-Higuaita LM, Neumann K, Dreger H, Rief M, Wieske V, Estrella M, Martus P, Dewey M (2022) CT or invasive coronary angiography in stable chest pain. *N Engl J Med* 386(17):1591–1602
  21. Gulati M, Levy PD, Mukherjee D, Amsterdam E, Bhatt DL, Birtcher KK, Blankstein R, Boyd J, Bullock-Palmer RP, Conejo T, Diercks DB, Gentile F, Greenwood JP, Hess EP, Hollenberg SM, Jaber WA, Jneid H, Joglar JA, Morrow DA, O'Connor RE, Ross MA, Shaw LJ (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. *J Am Coll Cardiol* 78(22):e187–e285
  22. Kontos MC, de Lemos JA, Deitelzweig SB, Diercks DB, Gore MO, Hess EP, McCarthy CP, McCord JK, Musey PI Jr, Villines TC, Wright LJ (2022) 2022 ACC expert consensus decision pathway on the evaluation and disposition of acute chest pain in the emergency department: a report of the American college of cardiology solution set oversight committee. *J Am Coll Cardiol* 80(20):1925–1960
  23. Winchester DE, Maron DJ, Blankstein R, Chang IC, Kirtane AJ, Kwong RY, Pellikka PA, Prutkin JM, Russell R, Sandhu AT (2023) ACC/AHA/AASE/ASNC/ASPC/HFSA/HRS/SCAI/SCCT/SCMR/STS 2023 multimodality appropriate use criteria for the detection and risk assessment of chronic coronary disease. *J Am Coll Cardiol* 81(25):2445–2467
  24. Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, Barbato E, Berry C, Chieffo A, Claeys MJ, Dan GA, Dweck MR, Galbraith M, Gilard M, Hinterbuchner L, Jankowska EA, Juni P, Kimura T, Kunadian V, Leosdottir M, Lorusso R, Pedretti RFE, Rigopoulos AG, Rubini Gimenez M, Thiele H, Vranckx P, Wassmann S, Wenger NK, Ibanez B, ESC Scientific Document Group (2023) 2023 ESC guidelines for the management of acute coronary syndromes. *Eur Heart J* 44(38):3720–3826
  25. Williams MC, Moss AJ, Dweck M, Adamson PD, Alam S, Hunter A, Shah ASV, Pawade T, Weir-McCall JR, Roditi G, van Beek EJ, Newby DE, Nicol ED (2019) Coronary artery plaque characteristics associated with adverse outcomes in the SCOT-HEART study. *J Am Coll Cardiol* 73(3):291–301
  26. Fuchs A, Kühl JT, Sigvardsen PE, Afzal S, Knudsen AD, Møller MB, de Negt MC, Sørgaard MH, Nordestgaard BG, Køber LV, Kofoed KF (2023) Subclinical coronary atherosclerosis and risk for myocardial infarction in a Danish cohort: a prospective observational cohort study. *Ann Intern Med* 176(4):433–442
  27. Mach F, Baigent C, Catapano AL, Koskinas KC, Casula M, Badimon L, Chapman MJ, De Backer GG, Delgado V, Ference BA, Graham IM, Halliday A, Landmesser U, Mihaylova B, Pedersen TR, Riccardi G, Richter DJ, Sabatine MS, Taskinen MR, Tokgozoglu L, Wiklund O, ESC Scientific Document Group (2020) 2019 ESC/EAS guidelines for the management of dyslipidaemias: lipid modification to reduce cardiovascular risk. *Eur Heart J* 41(1):111–188
  28. Mach F, Koskinas KC, Roeters van Lennep JE, Tokgozoglu L, Badimon L, Baigent C, Benn M, Binder CJ, Catapano AL, De Backer GG, Delgado V, Fabin N, Ference BA, Graham IM, Landmesser U, Laufs U, Mihaylova B, Nordestgaard BG, Richter DJ, Sabatine MS (2025) 2025 focused update of the 2019 ESC/EAS guidelines for the management of dyslipidaemias. *Eur Heart J*. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaf190>
  29. Visseren FLJ, Mach F, Smulders YM, Carballo D, Koskinas KC, Böck M, Benetos A, Biffi A, Boavida JM, Capodanno D, Cosyns B, Crawford C, Davos CH, Desormais I, Di Angelantonio E, Franco OH, Halvorsen S, Hobbs FDR, Hollander M, Jankowska EA, Michal M, Sacco S, Sattar N, Tokgozoglu L, Tonstad S, Tsoufios KP, van Dis I, van Gelder IC, Wanner C, Williams B (2021) 2021 ESC guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur Heart J* 42(34):3227–3337
  30. Narula J, Chandrasekhar Y, Ahmadi A, Abbasa S, Berman DS, Blankstein R, Leipsic J, Newby D, Nicol ED, Nieman K, Shaw L, Villines TC, Williams M, Hecht HS (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(3):192–217

31. Hagar MT, Soschynski M, Saffar R, Molina-Fuentes MF, Weiss J, Rau A, Schuppert C, Rühle P, Faby S, Schibilsky D, von zur Muehlen C, Schlett CL, Bamberg F, Krauss T (2024) Ultra-high-resolution photon-counting detector CT in evaluating coronary stent patency: a comparison to invasive coronary angiography. *Eur Radiol* 34(7):4273–4283. <https://doi.org/10.1007/s00330-023-10516-3>
32. Chan M, Ridley L, Dunn DJ, Tian DH, Liou K, Ozdirik J, Cheruvu C, Cao C (2016) A systematic review and meta-analysis of multidetector computed tomography in the assessment of coronary artery bypass grafts. *Int J Cardiol* 221:898–905
33. Bergström G, Engström G, Björnson E et al (2025) Coronary Computed Tomography Angiography in Prediction of First Coronary Events. *JAMA*. <https://doi.org/10.1001/jama.2025.21077>
34. Serruys PW, Kageyama S, Pompilio G, Andreini D, Pontone G, Mushtaq S, La Meir M, De Mey J, Tanaka K, Doenst T, Teichgräber U, Schneider U, Puskas JD, Narula J, Gupta H, Agarwal V, Leipsic J, Masuda S, Kotoku N, Tsai TY, Garg S, Morel MA, Onuma Y (2024) Coronary bypass surgery guided by computed tomography in a low-risk population. *Eur Heart J* 45(20):1804–1815. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehae199>
35. Masuda S, Serruys PW, Kageyama S, Kotoku N, Ninomiya K, Garg S, Soo A, Morel MA, Puskas JD, Narula J, Schneider U, Doenst T, Tanaka K, de Mey J, La Meir M, Bartorelli AL, Mushtaq S, Pompilio G, Andreini D, Onuma Y (2023) Treatment recommendation based on SYNTAX score 2020 derived from coronary computed tomography angiography and invasive coronary angiography. *Int J Cardiovasc Imaging* 39(9):1795–1804. <https://doi.org/10.1007/s10554-023-02884-0>
36. Collet C, Onuma Y, Andreini D, Sonck J, Pompilio G, Mushtaq S, La Meir M, Miyazaki Y, de Mey J, Gaemperli O, Ouda A, Maureira JP, Mandry D, Camenzind E, Macron L, Doenst T, Teichgräber U, Sigusch H, Asano T, Katagiri Y, Morel MA, Lindeboom W, Pontone G, Lüscher TF, Bartorelli AL, Serruys PW (2018) Coronary computed tomography angiography for heart team decision-making in multivessel coronary artery disease. *Eur Heart J* 39(41):3689–3698. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy581>
37. Indraratna P, Naoum C, Ben Zekry S, Gransar H, Blanke P, Sellers S, Achenbach S, Al-Mallah MH, Andreini D, Berman DS, Budoff MJ, Cademartiri F, Callister TQ, Chang HJ, Chinnaiyan K, Chow BJW, Cury RC, DeLago A, Feuchtnr G, Hadamitzky M, Hausleiter J, Kaufmann PA, Kim YJ, Maffei E, Marques H, Gonçalves PA, Pontone G, Raff GL, Rubinshtein R, Villines TC, Lin FY, Shaw LJ, Narula J, Bax JJ, Leipsic JA (2022) Aspirin and statin therapy for nonobstructive coronary artery disease: five-year outcomes from the CONFIRM registry. *Radiol Cardiothorac Imaging* 4(2):e210225. <https://doi.org/10.1148/ryct.210225>
38. Mitchell JD, Fergestrom N, Gage BF, Paisley R, Moon P, Novak E, Cheezum M, Shaw LJ, Villines TC (2018) Impact of statins on cardiovascular outcomes following coronary artery calcium scoring. *J Am Coll Cardiol* 72(25):3233–3242. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.09.051>
39. Mortensen MB, Caimzos-Achirica M, Steffensen FH, Bøtker HE, Jensen JM, Sand NPR, Maeng M, Bruun JM, Blaha MJ, Sørensen HT, Pareek M, Nasir K, Nørgaard BL (2022) Association of coronary plaque with low-density lipoprotein cholesterol levels and rates of cardiovascular disease events among symptomatic adults. *JAMA*

## Clinical role of computed tomography-based angiography of the coronary arteries (coronary CT-angiography) for cardiology and cardiac surgery 2026. Consensus paper of the German Cardiac Society (DGK) and the German Society for Thoracic, Cardiac and Vascular Surgery (DGTHG)

Coronary computed tomography angiography (coronary CTA) provides high diagnostic accuracy for the detection or exclusion of obstructive stenoses in patients with low to intermediate pretest probability; however, the diagnostic accuracy decisively depends on high imaging quality, which in turn requires modern CT systems, thorough patient preparation and optimized examination protocols. According to current guidelines, coronary CTA together with imaging based ischemia tests is recommended as a first-line diagnostic modality for suspected chronic coronary syndrome within the low to intermediate pretest probability range (class I-A indication). It is given priority over other procedures with a class I-B recommendation; however, this is only true when an unimpaired imaging quality can be expected based on the patient characteristics. A completely inconspicuous result with exclusion of stenoses and the lack of nonobstructive atherosclerotic lesions, confers an excellent prognosis, while the detection of stenoses requires subsequent risk modification, possibly further ischemia diagnostics and potentially invasive management, depending on symptoms and anatomy. The identification of nonobstructive atherosclerosis indicates an increased cardiovascular risk, particularly if plaque burden is high. The threshold for the amount of atherosclerotic plaques to indicate when risk-modifying treatment should be initiated has, however, not yet been clarified by clinical data. Coronary CTA has limited clinical value in patients after prior revascularization and is currently not indicated for risk assessment in asymptomatic individuals due to the lack of sufficiently robust data. Coronary CTA can be useful to clarify cardiac and coronary anatomy prior to repeat bypass surgery or minimally invasive cardiac surgery procedures. This consensus statement outlines the technical requirements and clinical indications of coronary CTA and discusses its integration into patient management in cardiology and cardiac surgery.

### Keywords

Diagnostics-CT · Cardiac surgery · Cardiovascular diseases—Angina pectoris · Cardiovascular diseases—Acute coronary syndrome · Cardiovascular diseases—Chronic coronary syndrome

Netw Open 5(2):e2148139. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.48139>

40. Mortensen MB, Dzaye O, Bøtker HE, Jensen JM, Maeng M, Bentzon JF, Kanstrup H, Sørensen HT, Leipsic J, Blankstein R, Nasir K, Blaha MJ, Nørgaard BL (2023) Low-density lipoprotein cholesterol is predominantly associated with atherosclerotic cardiovascular disease events in patients with evidence of coronary atherosclerosis: the western Denmark heart registry. *Circulation* 147(14):1053–1063. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.122.061010>

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