

Kardiologie 2019 · 13:181–192  
<https://doi.org/10.1007/s12181-019-0336-z>  
 Online publiziert: 17. Juli 2019  
 © Deutsche Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung e.V. Published by Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature - all rights reserved 2019



F.-J. Neumann<sup>1</sup> · R. A. Byrne<sup>2</sup> · D. Sibbing<sup>3</sup> · A. Kastrati<sup>2</sup> · N. Frey<sup>4</sup> · T. Doenst<sup>5</sup> · J. Gummert<sup>6</sup> · A. M. Zeiher<sup>7</sup> · V. Falk<sup>8</sup>

<sup>1</sup> Klinik für Kardiologie und Angiologie II, Universitäts-Herzzentrum Freiburg · Bad Krozingen, Bad Krozingen, Deutschland

<sup>2</sup> Klinik für Herz- und Kreislauferkrankungen, Deutsches Herzzentrum München, München, Deutschland

<sup>3</sup> Medizinische Klinik und Poliklinik I, Klinikum der Ludwig-Maximilians-Universität München, München, Deutschland

<sup>4</sup> Klinik für Innere Medizin III, Schwerpunkt Kardiologie und Angiologie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Kiel, Deutschland

<sup>5</sup> Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie, Universitätsklinikum Jena, Jena, Deutschland

<sup>6</sup> Klinik für Thorax- und Kardiovaskularchirurgie, Herz- und Diabeteszentrum NRW, Bad Oeynhausen, Deutschland

<sup>7</sup> Med. Klinik III – Kardiologie Zentrum der Inneren Medizin, Universitätsklinikum Frankfurt, Frankfurt, Deutschland

<sup>8</sup> Klinik für Kardiovaskuläre Chirurgie, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland

## Kommentar zu den Leitlinien (2018) der ESC und EACTS zur Myokardrevaskularisation

### Einleitung

Die Leitlinien zur Myokardrevaskularisation der Europäischen Gesellschaft für Kardiologie (ESC) und der Europäischen Assoziation für Herz- und Thoraxchirurgie (EACTS) aus dem Jahr 2018 wurden von einer Arbeitsgruppe von Herzchirurgen, interventionellen Kardiologen und allgemeinen Kardiologen entwickelt. Nach umfangreicher externer Begutachtung wurden sie von beiden Gesellschaften gemeinsam veröffentlicht [24]. Im folgenden Beitrag sollen die wichtigsten Empfehlungen der neuen Leitlinie dargestellt werden, wobei insbesondere auf Neuerungen im Vergleich zu den vorausgegangenen Leitlinien eingegangen wird. Die

Dieser Beitrag wurde in den Zeitschriften *Der Kardiologe* und *Zeitschrift für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie* parallel publiziert.

Aus Gründen der Lesbarkeit wird darauf verzichtet, geschlechterspezifische Formulierungen zu verwenden. Soweit personenbezogene Bezeichnungen nur in männlicher Form angeführt sind, beziehen sie sich auf alle Geschlechter.

N. Frey für die Kommission für Klinische Kardiovaskuläre Medizin der DGK.

fettgedruckten römischen Zahlen mit Großbuchstaben beziehen sich auf den Empfehlungsgrad und den Evidenzgrad, wie in **Abb. 1** dargestellt.

### Indikation zur Myokardrevaskularisation

Die Leitlinie betont, dass abgesehen von höchstgradigen Stenosen in proximalen Abschnitten des koronaren Gefäßbaums (>90%) die alleinige angiographische Beurteilung nicht ausreicht, um eine Myokardrevaskularisation zu indizieren. Vielmehr ist es notwendig, die hämodynamische Relevanz zu dokumentieren, entweder durch Nachweis einer induzierbaren Ischämie in nichtinvasiven bildgebenden Funktionstests oder durch intrakoronare hämodynamische Messungen mittels fraktioneller Flussreserve (FFR) oder instantaner „wave-free ratio“ (iwFR).

Bei geeigneter Indikationsstellung sind sowohl die perkutane Koronarintervention (PCI) als auch die Bypassoperation (CABG) in der Lage, die Prognose zu verbessern. Nachdem für verschiedene anatomische Konstellationen ein Überlebensvorteil der CABG

im Vergleich zur rein medikamentösen Therapie gezeigt war, wären weitere Studien mit rein medikamentöser Therapie im Kontrollarm unethisch gewesen. Daher sind die Daten zum Vergleich zwischen medikamentöser Therapie und PCI spärlich. Die Leitlinien stützen sich deshalb auf Vergleichsstudien zwischen PCI und CABG, die für verschiedene etablierte prognostische Indikationen der CABG ein vergleichbares 5-Jahres-Überleben [18] nach PCI ergeben haben (s. unten), und auf eine große Netzwerkmetaanalyse. Diese findet mit modernen Stents einen Überlebensvorteil sowie

### Infobox Hintergründe zu dem vorliegenden Leitlinienkommentar

Der vorliegende Kommentar wurde gemeinschaftlich von der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V. (DGK) und der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG) erstellt. Für den Vorstand der DGK haben R.A. Byrne, D. Sibbing, A. Kastrati, N. Frey, A.M. Zeiher und F.J. Neumann mitgewirkt; F.J. Neumann in federführender Funktion. Für den Vorstand der DGTHG haben T. Doenst, J. Gummert und V. Falk mitgewirkt; V. Falk in federführender Funktion.

a Empfehlungsgrade		
Empf.-grad	Definition	Empfohlene Formulierung
I	Evidenz und/oder allgemeine Übereinkunft, dass eine Therapieform oder eine diagnostische Maßnahme effektiv, nützlich oder heilsam ist	wird empfohlen / ist indiziert
II	Widersprüchliche Evidenz und/oder unterschiedliche Meinungen über den Nutzen/Effektivität einer Therapieform oder einer diagnostischen Maßnahme	
IIa	Evidenzen/Meinungen favorisieren den Nutzen bzw. die Effektivität einer Maßnahme	sollte erwogen werden
IIb	Nutzen/Effektivität einer Maßnahme ist weniger gut durch Evidenzen/Meinungen belegt	kann erwogen werden
III	Evidenz und/oder allgemeine Übereinkunft, dass eine Therapieform oder eine diagnostische Maßnahme nicht effektiv, nicht nützlich oder nicht heilsam ist und im Einzelfall schädlich sein kann	wird nicht empfohlen
b Evidenzgrade		
A	Daten aus mehreren, randomisierten klinischen Studien oder Meta-Analysen	
B	Daten aus einer randomisierten Studie oder mehreren großen nicht randomisierten Studien	
C	Konsensusmeinung von Experten und/oder kleinen Studien, retrospektiven Studien oder Registern	

Abb. 1 ▲ a Empfehlungsgrade, b Evidenzgrade

eine Verminderung des Risikos von Tod und Infarkt durch die PCI im Vergleich zur rein medikamentösen Therapie [38]. Letzteres zeigt auch eine kürzlich erschienene, auf individuellen Patientendaten (IPD) beruhende Metaanalyse zum Vergleich zwischen FFR-geführter PCI und medikamentöser Therapie [41].

Unabhängig von der Wahl des Revaskularisationsverfahrens sehen die Leitlinien unverändert eine prognostische Indikation zur Revaskularisation bei hämodynamisch relevanter Stenose des linken Hauptstamms oder des proximalen Ramus interventricularis anterior (LAD), bei Mehrgefäßerkrankung mit eingeschränkter LV-Funktion sowie bei koronarer Herzkrankheit mit einem großen ischämischen Areal. Von einem großen Ischämieareal ist auszugehen, wenn die Ischämie (beispielsweise in der Myokardszintigraphie oder aber der Magnetresonanztomographie [MRT]) quantitativ mehr als 10% der linksventrikulären Masse erfasst oder wenn die Stenose zu einer erheblichen Verminderung der FFR auf  $<0,75$  führt (anstelle des bei symptomatischer Indikation etablierten Grenzwertes von  $FFR \leq 0,8$  oder  $iwFR \leq 0,89$ ).

Eine symptomatische Indikation zur Myokardrevaskularisation besteht bei Symptomen der Myokardischämie wie Angina pectoris oder deren Äquivalente, wie z. B. eine Belastungsdyspnoe, die nicht zufriedenstellend auf eine medikamentöse Therapie ansprechen. Die Leitlinie hebt hervor, dass in der Entscheidung zur Myokardrevaskularisation aus symptomatischer Indikation die Wünsche des Patienten bezüglich der Intensität der medikamentösen Therapie sowie die Therapieadhärenz zur berücksichtigen sind. Somit müssen nicht notwendigerweise alle Möglichkeiten der antianginösen Therapie ausgeschöpft werden, bevor eine Myokardrevaskularisation indiziert ist. Die Leitlinie setzt sich in diesem Zusammenhang kritisch mit der ORBITA-Studie auseinander [3], die den symptomatischen Nutzen der PCI lediglich einem Placeboeffekt zugeordnet hatte. Neben den methodischen Limitationen der ORBITA-Studie wie Oligosymptomatik vor Randomisierung, Heterogenität in der Läsionsverteilung und unzureichender Teststärke hebt die Leitlinie hervor, dass die Ergebnisse der ORBITA-Studie sich in anderen Studien nicht bestätigen. So zeigt die FAME-

2-Studie einen deutlichen Vorteil der FFR-geführten PCI im Vergleich zur medikamentösen Therapie in Bezug auf die Symptomatik [40]. Außerdem ist in modernen Studien der symptomatische Nutzen der PCI der der CABG vergleichbar [1].

## Kriterien für Wahl des Revaskularisationsverfahrens

Wenn die Indikation zur Myokardrevaskularisation gesichert ist, muss im nächsten Schritt entschieden werden, welches Revaskularisationsverfahren, PCI oder CABG, für den jeweiligen Patienten das Beste ist. Für diese Entscheidungsfindung nennt die Leitlinie evidenzbasierte Kriterien. Sie konnte sich dabei auf eine neuere auf individuellen Patientendaten (IPD) beruhende Metaanalyse der randomisierten Studien zum Vergleich zwischen PCI und CABG bei Patienten mit Mehrgefäßerkrankung und/oder Stenose des linken Hauptstamms stützen. Diese Metaanalyse schloss 11.518 Patienten ein [18]. Insgesamt zeigt die neue Metaanalyse einen Überlebensvorteil der CABG gegenüber der PCI im 5-Jahres-Verlauf (Abb. 2).

Da seit den frühen Studien zum Vergleich zwischen CABG und medikamentöser Therapie die Hauptstammstenose als gesonderte Entität betrachtet wird und da hierfür dedizierte Studien vorliegen, stratifiziert die Metaanalyse zunächst nach dem Vorliegen einer Hauptstammstenose. Es finden sich 2 weitere Modifikatoren des Behandlungseffekts: Die anatomische Komplexität des Koronarbefalls stratifiziert nach dem SYNTAX-Score in niedrige, mittlere und hohe Komplexität ( $P$  for trend = 0,0011) [19] und das Vorliegen eines Diabetes mellitus ( $P_{\text{interaction}} = 0,0077$ ). Bei niedriger anatomischer Komplexität lässt sich kein Überlebensvorteil der CABG gegenüber der PCI nachweisen, während mit steigender Komplexität der Überlebensvorteil der CABG zunehmend stärker wird. Der Einfluss der Komplexität des Koronarbefalls ist bei Mehrgefäßerkrankung ohne Hauptstammstenose geringer ausgeprägt als bei Hauptstammstenose mit oder ohne Befall weiterer Gefäße (Abb. 2a). Der Diabetes mellitus ist der

F.-J. Neumann · R. A. Byrne · D. Sibbing · A. Kastrati · N. Frey · T. Doenst · J. Gummert · A. M. Zeiher · V. Falk

## Kommentar zu den Leitlinien (2018) der ESC und EACTS zur Myokardrevaskularisation

### Zusammenfassung

Ziel der Leitlinien ist es, die Behandlung von Patienten mit koronarer Herzkrankheit durch pragmatische, evidenzbasierte Empfehlungen zu unterstützen. Eine Myokardrevaskularisation ist indiziert, um Symptome der Myokardischämie zu vermindern und/oder die kardiovaskuläre Mortalität und Morbidität langfristig zu senken. Der prognostische Gewinn ist umso größer, je größer das von der Ischämie bedrohte Myokardareal ist und hängt maßgeblich davon ab, dass eine komplette Revaskularisation erreicht wird. Abgesehen von höchstgradigen Stenosen in großen Gefäßen reicht die angiographische Beurteilung nicht aus, um die Indikation zur Myokardrevaskularisation zu stellen; vielmehr muss die hämodynamische Relevanz mittels nichtinvasiver Funktionstests oder invasiver koronarphysiologischer Messungen

nachgewiesen sein. Sowohl die perkutane Koronarintervention (PCI) als auch die koronare Bypassoperation (CABG) können bei geeigneter Indikationsstellung die Prognose verbessern. Die PCI geht mit einer rascheren Rekonvaleszenz und einem geringeren Risiko von Frühkomplikationen einschließlich Schlaganfall einher, während die CABG bei Mehrgefäßerkrankung mit oder ohne Stenose des linken Hauptstamms im Langzeitverlauf generell eine geringere Mortalität und Morbidität mit sich bringt. Der Unterschied im Langzeitverlauf hängt stark von der Komplexität des Koronarbefalls und dem Vorliegen eines Diabetes mellitus ab; er ist bei niedriger Komplexität vernachlässigbar, jedoch erheblich bei höherer Komplexität, v. a. in Kombination mit Diabetes. Entscheidungskriterien für die Wahl zwischen PCI und

CABG sind somit neben dem perioperativen Risiko und der technischen Durchführbarkeit das Ausmaß des Koronarbefalls gemessen am SYNTAX-Score, das Vorliegen einer Hauptstammstenose, der Diabetes mellitus und die Möglichkeit zur kompletten Revaskularisation. Für individuelle Therapieempfehlungen unter Berücksichtigung der Präferenzen des Patienten ist das Herz-Team gefordert. Weiterhin finden sich in den Leitlinien Empfehlungen zur Myokardrevaskularisation bei speziellen Krankheitsbildern, zu technischen Aspekten der PCI und CABG sowie zur Begleittherapie.

### Schlüsselwörter

Koronare Bypassoperation · Koronare Herzkrankheit · Myokardiale Ischämie · Herz-Team · Perkutane Koronarintervention · SYNTAX-Score

## Comments on the 2018 ESC/EACTS Guidelines on Myocardial Revascularization

### Abstract

The guidelines are intended to support the treatment of patients with coronary artery disease by pragmatic evidence-based recommendations. Myocardial revascularization is indicated in order to alleviate symptoms of myocardial ischemia and/or to reduce long-term mortality and morbidity. The greater the risk of ischaemia for the myocardium, the greater the prognostic benefit, which critically depends on the ability to achieve complete revascularization. Apart from cases with high-grade stenosis of large vessels, angiographic assessment alone does not suffice in order to determine if myocardial revascularization should be carried out; instead, documentation of the haemodynamic relevance by non-invasive functional testing or intracoronary physiological measurements are needed. Both

percutaneous coronary intervention (PCI) and coronary artery bypass grafting (CABG) are capable of improving the prognosis when correctly indicated. The use of PCI is associated with faster recovery and lower risk of early complications, including stroke, whereas for multivessel disease with or without left main stenosis CABG in general reduces mortality and morbidity in the long run. The difference in long-term outcome between the two modalities greatly depends on the complexity of the coronary artery disease and the presence of diabetes mellitus; it is negligible with low complexity coronary artery disease but substantial with high complexity, especially in combination with diabetes. Therefore, in addition to the perioperative risk and the technical feasibility, the criteria

for deciding between PCI and CABG are the extent of coronary artery involvement as gauged by the SYNTAX score, the presence of left main stem stenosis, diabetes and the possibility to achieve complete revascularization. Recommendations for individualized treatment decisions respecting the patient's preference are best made by the heart team. The guidelines also give recommendations for myocardial revascularization in specific clinical settings, on technical aspects of PCI and CABG, as well as on adjunctive therapy.

### Keywords

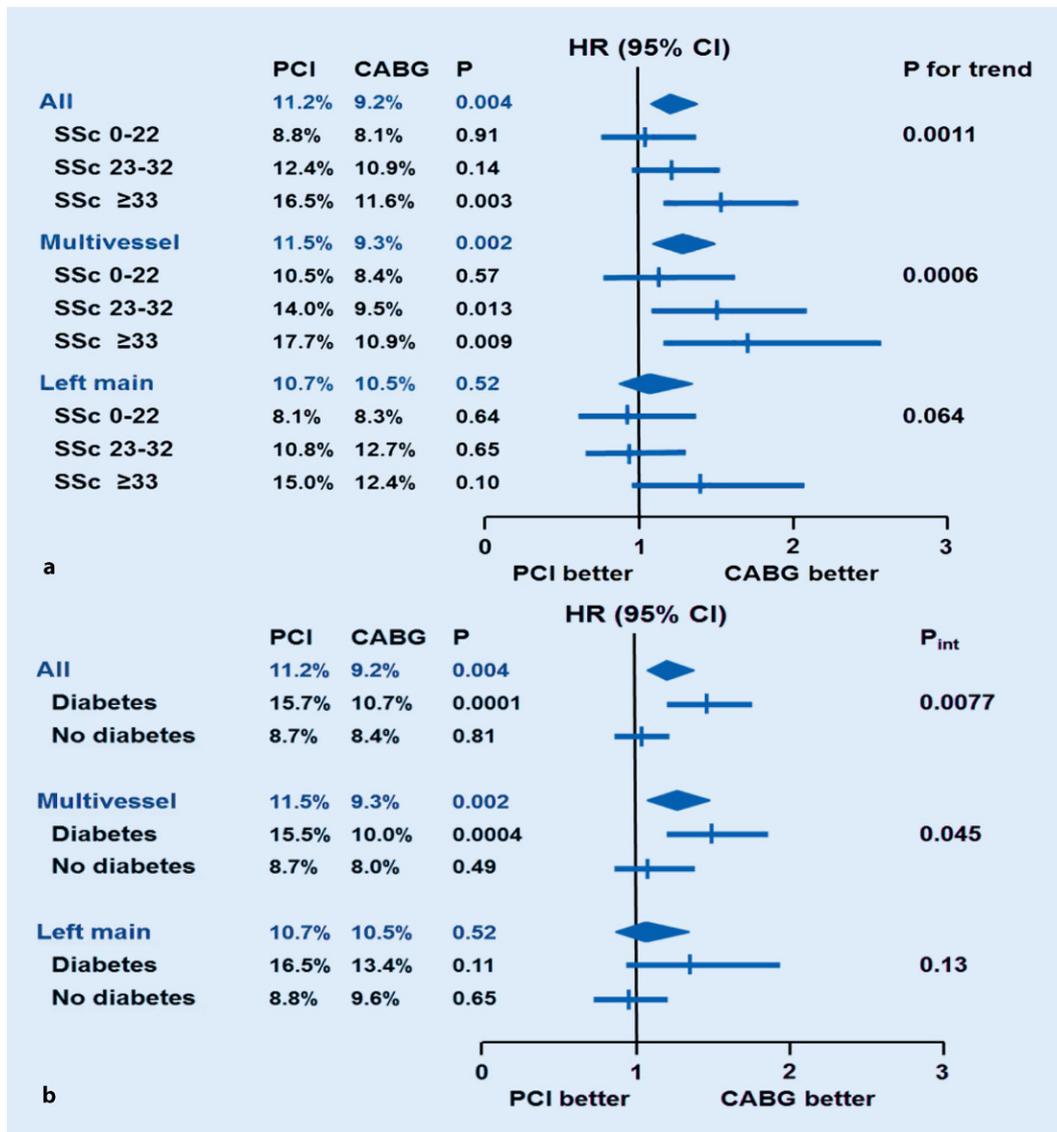
Coronary artery bypass grafting · Coronary artery disease · Myocardial ischaemia · Heart team · Percutaneous coronary intervention · SYNTAX score

stärkste Modifikator des Behandlungseffekts (Abb. 2b). Der Effekt des Diabetes mellitus auf den Behandlungserfolg ist bei der Subgruppe mit Mehrgefäßerkrankung besonders ausgeprägt und verliert in der Gruppe mit Hauptstammstenose seine statistische Signifikanz.

Entsprechend diesen Befunden empfiehlt die Leitlinie als entscheidende Kriterien für die Wahl zwischen PCI

und CABG das Vorliegen einer Hauptstammstenose, die anatomische Komplexität des Gefäßbefalls gemessen am SYNTAX-Score sowie das Vorliegen eines Diabetes mellitus. Entsprechend rät die Leitlinie erstmals, den SYNTAX-Score für komplexe Entscheidungsfindungen zur Wahl zwischen PCI und CABG zu berechnen (IA).

Neben diesen Kriterien muss das perioperative chirurgische Risiko berücksichtigt werden. Auch wenn dies häufig eine individuelle Bewertung sein wird, sollte berücksichtigt werden, welches Spektrum an chirurgischem Risiko die randomisierten Studien eingeschlossen haben, auf denen evidenzbasierte Entscheidungen zur Wahl zwischen PCI und CABG beruhen. Dieses Spektrum



**Abb. 2** ◀ Ergebnisse der IPD-Metaanalyse zur 5-Jahres-Sterblichkeit nach PCI oder CABG wegen Hauptstammstenose und/oder Mehrgefäßerkrankung [18]. **a** Einfluss von Strata des SYNTAX-Scores (SSc). **b** Einfluss des Diabetes mellitus. IPD individuelle Patientendaten, HR „Hazard Ratio“, CI Konfidenzintervall. (Mod. reproduziert mit Erlaubnis nach Windecker et al. [39])

ist in **Tab. 1** dargestellt. Die Leitlinie empfiehlt in diesem Zusammenhang, primär den STS-Score zu berechnen (**IA**), da dieser Score im Gegensatz zum EuroSCORE II regelmäßig rekali­briert wird.

Als weiteres wichtiges Kriterium betont die Leitlinie erstmals, dass die Möglichkeit zur kompletten Revaskularisation in der Entscheidungsfindung zwischen PCI und CABG priorisiert werden soll (**IIa B**). Mehrere Studien, die in einer umfangreichen Metaanalyse zusammengefasst sind, haben gezeigt, dass sowohl bei PCI als auch bei CABG das langfristige Überleben mit kompletter Revaskularisation deutlich besser ist als das mit inkompletter [14]. Dies zeigen auch ei-

ne Post-hoc-Analyse der SYNTAX-Studie sowie eine neuere IPD-Metaanalyse, in der die PCI nur bei kompletter Revaskularisation zu gleich guten Ergebnissen wie die CABG führt [2].

### Myokardrevaskularisation bei stabiler koronarer Herzkrankheit

Im Wesentlichen haben sich in der aktuellen Version der ESC-Leitlinie kaum Änderungen der Empfehlungen bezüglich der Art der Revaskularisation ergeben. Die Evidenzgrade wurden hinsichtlich der Revaskularisation des Hauptstamms und bei Vorliegen einer koronaren Mehrgefäßerkrankung jedoch aufgewertet, da

neue Ergebnisse aus zusätzlichen Studien mit medikamentbeschichteten Stents („drug-eluting stents“ [DES]) der neuesten Generation oder Aktualisierungen vorheriger Studien vorliegen. Die Empfehlungen beziehen sich auf Patienten mit stabiler KHK, die aufgrund ihrer Koronar­anatomie und ihres operativen Mortalitätsrisikos prinzipiell für eine PCI oder eine CABG geeignet sind.

Bei 1- und 2-Gefäß-Erkrankungen mit Indikation zur Myokardrevaskularisation ist die PCI immer eine empfehlenswerte Option (**I A oder C**). Wenn eine proximale LAD-Stenose vorliegt, ist die CABG eine gleichwertige Alternative zur PCI (**I A oder B**). Ansonsten sollte sie bei 1- und 2-Gefäß-Erkrankung nur

**Tab. 1** Logistische EuroScores im CABG-Arm randomisierter Studien

Studie	Log. EuroScore <sup>a</sup>
SYNTAX	3,8 ± 2,7
BEST	3,0 ± 2,1
FREEDOM	2,8 ± 2,5
PRECOMBAT	2,8 ± 1,9
EXCEL	Nicht berichtet
NOBLE	2 (2–4)

Mittelwert ± Standardabweichung oder Median (Interquartilbereich)

<sup>a</sup>Der Logistische EuroScore überschätzt die mittels STS score oder EuroScore II ermittelte perioperative Sterblichkeit um das 2- bis 3-Fache

ausnahmsweise in Erwägung gezogen werden (**IIb C**).

Bezüglich der Revaskularisation bei Erkrankung des Hauptstamms sind seit der letzten Leitlinie aus dem Jahr 2014 neue Studienergebnisse erschienen. Zwei Studien sind besonders hervorzuheben: In der randomisierten EXCEL-Studie wurden 1905 Patienten mit relevanter Hauptstammerkrankung mittels DES der neuesten Generation oder CABG behandelt. Nach 3 Jahren konnte kein relevanter Unterschied hinsichtlich des primären Endpunktes (Tod, Myokardinfarkt, Schlaganfall) festgestellt werden [31]. Nach 4 Jahren zeigt sich allerdings ein Vorteil der CABG hinsichtlich des primären Endpunktes ( $p = 0,04$ ) sowie für die Gesamtmortalität ( $p = 0,04$ ). Die randomisierte NOBLE-Studie schloss 1201 Patienten mit relevanter Hauptstammstenose ein, die ebenso mittels DES der neuesten Generation oder CABG behandelt wurden. Der primäre Endpunkt (Tod, nichtprozeduraler Myokardinfarkt, erneute Revaskularisation) trat in der PCI-Gruppe häufiger auf [22]. Eine Zusammenfassung der verfügbaren randomisierten Studien und Metaanalysen konnte belegen, dass nach 5 Jahren kein Unterschied hinsichtlich des primären kombinierten Endpunktes aus Tod, Myokardinfarkt und Schlaganfall bestand, allerdings lag die Rate an erneuten Revaskularisationen in der PCI-Gruppe höher [16]. Die derzeit verfügbare Evidenz bestätigt daher die Empfehlungen der Leitlinien von 2014, dass die PCI eine adäquate Al-

ternative zur CABG bei Erkrankung des Hauptstamms und niedriger (**I A**) oder intermediärer (**IIa A**) anatomischer Komplexität der KHK darstellt. Bei Patienten mit Hauptstammerkrankung und hoher Komplexität der KHK stellt die CABG weiterhin den Goldstandard dar (**I A**), wohingegen die PCI in dieser Konstellation keine Unterstützung findet (**III B**) (▣ **Abb. 3**).

Sowohl in der umfassenden IPD-Metaanalyse als auch in einer gepoolten, auf Patienten ohne Diabetes mellitus beschränkten IPD-Analyse von SYNTAX und BEST ergab sich bei 3-Gefäß-Erkrankung mit intermediärer oder komplexer Koronaranatomie ein bedeutsamer Überlebensvorteil der CABG im Vergleich zur PCI. Deshalb ist die CABG in dieser Konstellation Therapie der Wahl (**I A**), während von der PCI abgeraten wird (**III A**). Dagegen kann die PCI die CABG bei 3-Gefäß-Erkrankung mit weniger komplexer Koronaranatomie gleichwertig ersetzen (**I A**), sofern kein Diabetes mellitus vorliegt (▣ **Abb. 3**). Wegen des starken Einflusses des Diabetes mellitus auf den Behandlungseffekt bleibt die CABG bei 3-Gefäß-Erkrankung mit Diabetes auch bei niedriger anatomischer Komplexität Therapie der Wahl (**I A**), während die PCI im Vergleich zur 2014er-Leitlinie abgewertet wurde und hier nur ausnahmsweise infrage kommt (**IIb A**).

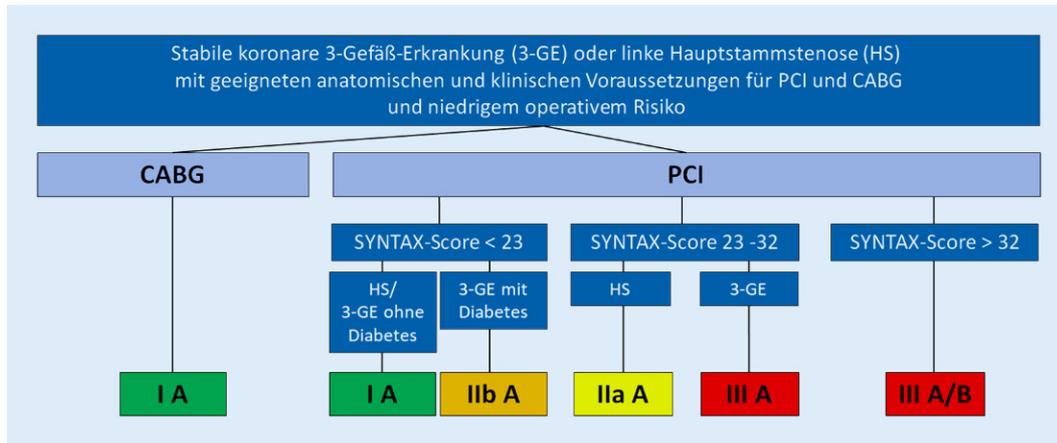
Die Leitlinie stellt klar, dass oftmals individualisierte Therapieempfehlungen notwendig sind, und nennt weitere Kriterien, die neben den genannten Stratifizierungen zu berücksichtigen sind. Hier ist das Herz-Team gefordert, das individuell beste Behandlungskonzept zu entwickeln (**I C**). Die Leitlinie betont dabei, dass die Präferenzen des Patienten bei Wahl der Therapie im Sinne einer geteilten Entscheidungsfindung („shared decision making“) zu berücksichtigen sind. Das bedeutet, dass eine PCI auch entgegen der Leitlinienempfehlung erwogen werden kann, wenn der durch das Herz-Team umfassend aufgeklärte Patient eine CABG ablehnt.

## Myokardrevaskularisation bei akuten Koronarsyndromen

Die Empfehlungen zur koronaren Revaskularisation im akuten Koronarsyndrom (ACS) folgen im Wesentlichen den vorausgegangenen ESC-Leitlinien zum Myokardinfarkt mit ST-Segmenthebung (STEMI) [20] sowie denen zum akuten Koronarsyndrom ohne ST-Segmenthebung (NSTEMI-ACS) [27]. Somit gilt auch nach den neuen Leitlinien die zeitgerechte perkutane Koronarintervention (PCI) der für das ACS verantwortlichen Läsion („culprit lesion“) als Mittel der ersten Wahl für Patienten mit ACS. Wie beim STEMI wird auch die zügige Versorgung instabiler Patienten mit NSTEMI-ACS (z. B. hämodynamische Instabilität, Rhythmusstörungen, dynamische EKG-Veränderungen) mittels PCI allerspätestens binnen 2 h nach Erstkontakt in den Leitlinien 2018 erneut betont (**I C**). Dies muss durch Herzzinfarktnetzwerke gewährleistet werden.

Beim STEMI sollten auch die übrigen relevanten Koronarstenosen am besten noch während des initialen stationären Aufenthaltes behandelt werden (**IIa A**), was mit Ausnahme von Patienten mit kardiogenem Schock auch im Rahmen der primären PCI erfolgen kann. Für die CABG besteht im akuten STEMI lediglich dann eine Indikation, wenn eine PCI aus technischen Gründen nicht möglich ist (**IIa C**). Bei NSTEMI-ACS wird in den aktuellen Leitlinien erstmals empfohlen, die Revaskularisationsstrategie (PCI vs. CABG) unter Berücksichtigung des klinischen Status und der Komorbiditäten nach denselben Kriterien (z. B. SYNTAX-Score) auszurichten wie bei stabiler koronarer Herzkrankheit (**I B**). Diese Empfehlung stützt sich auf eine neuere IPD-Metaanalyse von BEST, PRECOMBAT und SYNTAX, die bei 1246 Patienten mit stabilisiertem NSTEMI-ACS das 5-Jahres-Ergebnis nach PCI mit dem nach CABG verglichen hatte [10]. Die Ergebnisse dieser Metaanalyse waren konsistent mit denen bei stabiler KHK.

Als wichtige und klinisch relevante Neuerung ist, basierend auf den Daten der CULPRIT-SHOCK-Studie (Culprit Lesion Only PCI versus Multivessel PCI in Cardiogenic Shock) [32], hervorzuhe-



**Abb. 3** ◀ Empfehlungen zur Myokardrevaskularisation mittels CABG oder PCI bei 3-GE oder HS

ben, dass während der primären PCI bei STEMI oder NSTEMI-ACS mit kardiogenem Schock außer der Zielläsion routinemäßig keine weiteren Läsionen mitversorgt werden sollen (**III B**).

### Myokardrevaskularisation bei Herzinsuffizienz

Bei Patienten mit schwerer linksventrikulärer systolischer Dysfunktion (linksventrikuläre Ejektionsfraktion <35%) und bedeutsamer koronarer Herzkrankheit reduziert die myokardiale Revaskularisation die Mortalität langfristig und wird deshalb empfohlen (**I B**). Basierend auf Daten aus randomisierten Studien [37], ist die koronare Bypasschirurgie die Revaskularisationsstrategie der ersten Wahl bei Patienten mit Mehrgefäßerkrankungen und akzeptablem chirurgischem Risiko (**I B**). Bei Patienten mit 1- oder 2-Gefäß-Erkrankungen sollte PCI als Alternative zur koronaren Bypasschirurgie erwogen werden, vorausgesetzt, dass eine vollständige Revaskularisation erreicht werden kann (**IIa C**); bei Patienten mit 3-Gefäß-Erkrankungen sollte die PCI abhängig von der Bewertung der koronaren Anatomie des Patienten durch das Heart Team, der erwarteten Vollständigkeit der Revaskularisation, des Diabetes-Status und der Begleiterkrankungen erwogen werden (**IIa C**). Daten, die in dieser Situation für die nichtinvasive Bildgebung (z. B. MRT, Stress-Echo, SPECT oder PET) in der Routine vor einer Revaskularisation sprechen, sind nicht schlüssig [7]. Für die Beurteilung der myokardialen Ischämie

und Vitalität vor der Entscheidung über die Revaskularisation können solche Untersuchungen aber erwogen werden (**IIb B**).

### Wiederholte Revaskularisationsmaßnahmen

Für die erneute Revaskularisation nach PCI oder CABG gelten bezogen auf die Indikation dieselben Prinzipien wie bei einem Primäreingriff. Eine erneute Revaskularisation ist demnach bei Progression der Grunderkrankung grundsätzlich bei symptomatischen Patienten oder großem Ischämieareal indiziert (**I B**). Insbesondere bei Patienten mit offenem LIMA („left internal mammary artery“-Bypass und degenerierten Venenbypässen sollte, falls möglich, eine PCI durchgeführt werden (**IIa C**). Wurde bei der Index-Operation keine LIMA verwendet, sollte eine Re-Operation vorzugsweise unter Verwendung arterieller Grafts durchgeführt werden (**IIa B**). Für die PCI von alten Venengrafts werden distale Protektions-Devices empfohlen (**IIa B**), wobei der Empfehlungsgrad gegenüber der vorausgegangenen Leitlinie abgeschwächt wurde. Für die Behandlung von In-Stent-Restenosen werden grundsätzlich nur noch DES (**I A**) oder medikamentenbeschichtete Ballons empfohlen (**I A**). Mittels intravaskulären Ultraschalls (IVUS) und/oder optischer Kohärenztomographie (OCT) sollten die Ursachen für Restenosen im Stent geklärt werden. Bei rezidivierenden und in mehreren Stents auftretenden Restenosen sollte vor einer erneuten PCI die

Option einer operativen Revaskularisation im Herz-Team diskutiert werden (**IIa C**).

### Technische Aspekte der Bypassoperation

Die Leitlinien geben unverändert eine starke Empfehlung für die komplette Revaskularisation (**I B**) sowie die arterielle Revaskularisation. Neben der routinemäßigen Verwendung der LIMA werden der Einsatz eines zweiten arteriellen Grafts (**IIa B**) sowie die Verwendung der bilateralen IMA (**I B**) bei Patienten ohne hohes Risiko für eine Sternuminfektion empfohlen. Grundlage hierfür war eine Metaanalyse von 12 Beobachtungsstudien mit „propensity score matching“. Auf Basis einer Metaanalyse von 5 randomisierten Studien wird bei hochgradigen Koronarstenosen der Einsatz der A. radialis gegenüber Venengrafts präferiert (**I B**) [15]. Erstmals wird auch die endoskopische Entnahme von Venengrafts empfohlen (**IIa A**). Zur Qualitätssicherung der angelegten Bypass-Grafts wird eine intraoperative Transit-Time-Flussmessung gefordert (**IIa A**). Zur Minimierung des Schlaganfallrisikos werden für entsprechende Risikogruppen mit hoher Atheroskleroselast zum einen präoperative Screening-Verfahren (Computertomographie, epiaortaler Ultraschall) und zum anderen operative Techniken empfohlen, die ohne Manipulation der Aorta durchgeführt werden können („anaortic OPCAB“) (**I B**). Allerdings fordern die Leitlinien für die CABG am schlagenden Herzen ohne Herz-Lungen-Ma-

schine eine ausreichende Erfahrung des Behandlungsteams und des Zentrums. Für isolierte LAD-Stenosen wird erstmals auch das minimal-invasive Revaskularisationsverfahren über eine linkslaterale Minithorakotomie (MIDCAB) empfohlen (**IIa B**). Für das Hybridverfahren (MIDCAB + PCI) ist die Empfehlung aufgrund der unzureichenden Datenlage aktuell noch zurückhaltender (**IIb B**). Die Leitlinien betonen den Nutzen und die Notwendigkeit der Sekundärprävention auch nach der operativen Therapie. Um die Ergebnisqualität der operativen Myokardrevaskularisation zu verbessern und ein Benchmarking zu erlauben, sollen Instrumente zur Qualitätssicherung in einer nationalen Datenbank eingesetzt werden. Diese Anforderung ist durch das Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen für einige Parameter bereits realisiert.

### Technische Aspekte der Katheterintervention

Seit der Veröffentlichung der ESC-EACTS-Leitlinie zur myokardialen Revaskularisation aus dem Jahr 2014 wurde eine Reihe weiterer Studien und systematischer Analysen veröffentlicht, die zeigen, dass DES der neuen Generation nicht nur wirksamer sind als unbeschichtete Metallstents („bare-metal stents“ [BMS]), sondern auch genauso sicher, wenn nicht sogar sicherer, und dies auch bei Patienten mit diversen Begleiterkrankungen und hohem Blutungsrisiko [6, 8, 33]. Vor dem Hintergrund dieser Evidenzlage bevorzugt die aktuelle Leitlinie DES gegenüber BMS für jedwede PCI, unabhängig von klinischem Bild, Typ der Läsion, geplanten Operationen, voraussichtlicher Dauer der dualen Antiplättchentherapie (DAPT) oder Notwendigkeit einer begleitenden oralen Antikoagulation (**I A**). Bioresorbierbare Scaffolds werden, basierend auf groß angelegten klinischen Studien mit einem Scaffold-Typ [4] – und dem Fehlen starker Evidenz bei anderen verfügbaren Scaffolds [9] –, derzeit nicht für den klinischen Einsatz außerhalb klinischer Studien empfohlen (**III C**).

Im Hinblick auf den Gefäßzugang empfiehlt die Leitlinie, basierend auf

der Verfügbarkeit zusätzlicher Daten aus groß angelegten klinischen Studien seit der letzten Überarbeitung [36], den radialen Zugang als Standardzugang für die diagnostische Angiographie und PCI, sofern dem keine vorrangigen prozedural bedingten Gründe entgegenstehen (**I A**).

Bezüglich der invasiven Diagnostik empfiehlt die neue Leitlinie, basierend auf den Ergebnissen zweier großer klinischer Studien [12, 17], wenn kein Nachweis einer Ischämie vorliegt, nun neben der etablierten FFR auch die iwFR zur Beurteilung der hämodynamischen Relevanz mittelgradiger Stenosen (**I A**). Darüber hinaus sollte – in Übereinstimmung mit früheren Leitlinien – bei Patienten mit einer Mehrgefäßerkrankung, die mit PCI behandelt wird, eine FFR-gesteuerte PCI mit dem Schwellenwert  $\leq 0,80$  für die FFR bzw.  $\leq 0,89$  für die iwFR erwogen werden (**IIa B**).

Die Leitlinie enthält auch Empfehlungen für den Einsatz der intravaskulären Bildgebung zur Steuerung der PCI. Vor dem Hintergrund weiterer klinischer Studien zur PCI-Steuerung mit OCT [21, 23] gibt es eine aktualisierte Empfehlung für die OCT. Da aber noch keine definitiven groß angelegten Studien vorliegen, empfiehlt die Leitlinie, dass bei ausgewählten Patienten entweder IVUS oder OCT zur Optimierung der Stentimplantation erwogen werden sollte (**IIa B**). Darüber hinaus sollte – in Übereinstimmung mit der vorherigen Leitlinie – im Fall der Behandlung von Läsionen des ungeschützten linken Hauptstamms eine IVUS-gesteuerte PCI erwogen werden (**IIa B**).

Im Hinblick auf die Behandlung spezifischer Läsionstypen gibt es im Vergleich zur vorherigen Leitlinie eine Reihe von geänderten Empfehlungen. In Bezug auf Bifurkationsinterventionen wird mit der Leitlinie die Empfehlung zum „provisional T-stenting“ – Stentimplantation im Hauptgefäß, gefolgt von einer Ballonangioplastie mit nur bedarfsweiser Stentimplantation im Seitenast – als bevorzugter Ansatz aktualisiert (**Klasse I, Evidenzgrad A**). Im speziellen Fall von „echten“ Bifurkationsläsionen des linken Hauptstamms [11] kann die Double-kissing-crush-Technik („DK-Crush“) dem „provisional T-stenting“ vorgezogen

werden (**IIb B**). Bei chronisch verschlossenen Gefäßen (CTOs) sollte die PCI bei Patienten mit medikamentenresistenter Angina pectoris oder dokumentiertem großem Ischämieareal im Versorgungsbereich des verschlossenen Gefäßes erwogen werden (**IIa B**).

### Antithrombotische Therapie

Bezüglich der DAPT mit Azetylsalicylsäure (ASS) und einem P2Y<sub>12</sub>-Rezeptor-Antagonisten ergeben sich für die möglichen Therapieregime nach PCI (Wahl und Dauer der Medikation nach elektiver PCI oder PCI im ACS) keine wesentlichen Änderungen im Vergleich zu vorausgegangenen Leitlinienempfehlungen [34]. Neben der dauerhaften Gabe von ASS besteht bei stabiler KHK die Indikation für eine 6-monatige Therapie mit Clopidogrel. Nach einem ACS besteht die Standardtherapie aus ASS und einer 12-monatigen Therapie mit einem potenten Plättchenhemmer (Ticagrelor oder Prasugrel). Unter Beachtung der Kontraindikationen und des klinischen Hintergrunds sind beide Substanzen prinzipiell gleichgestellt. Die vor Kurzem beendete ISAR-REACT 5-Studie [28] wird hier erstmals in einer größeren Population von Patienten mit STEMI oder NSTEMI vergleichende Daten zu den potenten Plättchenhemmern liefern. Aufgrund der zeitlich differenten Risiken (= hohes Ischämierisiko in der akuten und subakuten Phase vs. anhaltendes Blutungsrisiko unter chronischer Therapie) für Blutungen und ischämische Komplikationen nach PCI gewinnt das Konzept der DAPT-Deeskalation (Wechsel von einem potenten P2Y<sub>12</sub>-Hemmer auf Clopidogrel) zunehmend an Bedeutung [5]. Basierend auf den Daten der TROPICAL-ACS-Studie (Testing Responsiveness to Platelet Inhibition on Chronic Antiplatelet Treatment for Acute Coronary Syndromes) [29], wurde erstmals eine neue Empfehlung in die 2018 Leitlinien aufgenommen (**IIb B**), die das Konzept einer durch Plättchenfunktionstestung gesteuerten Deeskalationsstrategie als alternatives Therapiekonzept für ACS-Patienten impliziert. Während der Standard zu DAPT nach ACS die 12-monatige potente Plättchenhemmung bleibt (**I A**), kann das

Konzept einer DAPT-Deeskalation v. a. für ACS-Patienten als Alternative sinnvoll sein, die aus klinischen oder auch aus sozioökonomischen Gründen auf Dauer keine potente Plättchenhemmung mit Ticagrelor oder Prasugrel bekommen können.

Wenngleich die DAPT generell für 6 Monate nach elektiver PCI und für 12 Monate nach ACS empfohlen wird, betont die Leitlinie als eine ihrer Hauptbotschaften, dass die Intensität und Dauer der DAPT aufgrund der Abwägung des ischämischen und des hämorrhagischen Risikos individualisiert und bei Bedarf im Verlauf angepasst werden sollte. Vor diesem Hintergrund kann eine DAPT von nur 1 Monat oder auch lebenslang sinnvoll sein (**IIb C**).

Für die periprozedurale Antikoagulation ist unfractioniertes Heparin (UFH) Mittel der Wahl bei allen Indikationen (**I C**). Basierend auf den Daten der MATRIX- [35] und VALIDATE-SWEDEHEART- [13] Studien wurde die Empfehlung für Bivalirudin aktualisiert. Fehlender Nutzen bezüglich Überleben und ischämischer Komplikationen sowie fehlende Reduktion von Blutungskomplikationen bei ausgeglichener Verwendung von GP-IIb/IIIa-Antagonisten [25] führten zur Herabstufung der Empfehlungsklassen für Bivalirudin bei NSTEMI-ACS (von I A auf **IIb A**) und STEMI (von IIa A auf **IIb A**).

Für die Triple-Therapie (DAPT plus orale Antikoagulation), die naturgemäß mit einem deutlich erhöhten Blutungsrisiko assoziiert ist, beinhalten die Leitlinien eine neue Empfehlung zur präferenziellen Verwendung von Nicht-Vitamin-K-abhängigen oralen Antikoagulanzen (NOAK) gegenüber der Gabe von Vitamin-K-Antagonisten (VKA) (**IIa A**).

Eine weitere neue Empfehlung basiert auf den Daten des CHAMPION-Studienprogramms [30] und bezieht sich auf die Gabe des intravenös verabreichbaren und somit direkt wirksamen P2Y<sub>12</sub>-Hemmers Cangrelor (**IIb A**). Die Gabe von Cangrelor kann für P2Y<sub>12</sub>-Hemmer-naive Patienten in Betracht gezogen werden, wobei die tatsächliche Verwendung im klinischen Alltag, basierend auf den Studiendaten und den Therapiekosten, sich vermutlich auf Nischenindikationen

(z. B. kardiogener Schock mit erschwerter oraler Medikamenteneinnahme und hohes PCI-Risiko) beschränken wird.

## Nachsorge

In der aktuellen Leitlinie wird die Relevanz der begleitenden medikamentösen und sekundärpräventiven Therapie betont (**I A**), deren Ziele in der ESC-Leitlinie zur Prävention kardiovaskulärer Erkrankungen ausführlich beschrieben sind [26]. Rehabilitative Maßnahmen nach CABG oder nach PCI bei akutem Myokardinfarkt werden unterstützt (**I A**), ebenso wie regelmäßige klinische Verlaufskontrollen zur Beurteilung der Symptome und der Therapieadhärenz (**I C**). Bei symptomatischen Patienten sollte ein nichtinvasiver bildgebender Belastungstest (z. B. Stress-Echo, Stress-MRT) gegenüber einem Belastungs-EKG bevorzugt werden (**IIa B**). Die meisten Empfehlungen zur Nachsorge beruhen auf Expertenmeinungen. So kann bei asymptomatischen Hochrisikopatienten ein bildgebender Belastungstest routinemäßig nach 6 Monaten erwogen werden (**IIb C**), und eine Koronarangiographie kann 3 bis 12 Monate nach einer Hochrisiko-PCI erwogen werden (**IIb C**). Eine bildgebende Stresstestung kann 1 Jahr nach PCI und >5 Jahre nach CABG erwogen werden (**IIb C**).

## Korrespondenzadresse

### Prof. Dr. F.-J. Neumann

Klinik für Kardiologie und Angiologie II,  
Universitäts-Herzzentrum Freiburg · Bad  
Krozingen  
Südring 15, 79189 Bad Krozingen, Deutschland  
franz-josef.neumann@universitaets-herzzentrum.de

### Prof. Dr. V. Falk

Klinik für Kardiovaskuläre Chirurgie, Charité –  
Universitätsmedizin Berlin  
Augustenburger Platz 1, 13353 Berlin,  
Deutschland  
falk@dhzb.de

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** F.-J. Neumann berichtet, dass sein Arbeitgeber Forschungsunterstützung sowie Berater- und Vortragshonorare von Daiichi Sankyo, Astra

Zeneca, Sanofi-Aventis, Bayer, The Medicines Company, Bristol, Novartis, Roche, Boston Scientific, Biotronik, Medtronic, Edwards und Ferrer erhalten hat. R.A. Byrne gibt an, Vortragshonorare von B. Braun Melsungen AG, Biotronik, Boston Scientific und Micell Technologies sowie Forschungsgelder für sein Institut von Boston Scientific und Celonova Biosciences erhalten zu haben. D. Sibbing: Honorare für Vortragstätigkeiten: Bayer AG, Sanofi Aventis, Roche Diagnostics, Pfizer, Astra Zeneca, Daiichi Sankyo; Honorare für die Teilnahme an wissenschaftlichen Beiräten: Bayer AG, Sanofi; Forschungsgelder: Roche Diagnostics, Daiichi Sankyo. V. Falk gibt relevante finanzielle Aktivitäten außerhalb der eingereichten Arbeit mit folgenden gewerblichen Einrichtungen an: Medtronic GmbH, Biotronik SE & Co., Abbott GmbH & Co. KG, Boston Scientific, Edwards Lifesciences, Berlin Heart, Novartis Pharma GmbH, JOTEC GmbH, Zurich Heart; diese beziehen sich auf Fortbildungsgelder (einschließlich Reisekostenerstattung), Vortrags- und Rednerhonorare, Beraterhonorare sowie Forschungs- und Studiengelder. A.M. Zeiher gibt Beratertätigkeiten für Sanofi, Amgen, Boehringer Ingelheim, Vifor, Bayer und Pfizer an, sowie Rednerhonorare für Sanofi, Amgen, Boehringer Ingelheim, Daiichi, Vifor, Abbott, Pfizer, MSD, Bayer, Novartis und Servier. A. Kastrati, N. Frey, T. Doenst und J. Gummert geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

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

<b>Abkürzungen</b>	
<i>ACS</i>	Akutes Koronarsyndrom („acute coronary syndrome“)
<i>ASS</i>	Azetylsalizylsäure
<i>BEST</i>	Randomised Comparison of Coronary Artery Bypass Surgery and Everolimus-Eluting Stent Implantation in the Treatment of Patients with Multivessel Coronary Artery Disease
<i>BMS</i>	Unbeschichtete Metallstents („bare-metal stent“)
<i>CABG</i>	Koronare Bypassoperation („coronary artery bypass grafting“)
<i>CHAMPION</i>	Cangrelor versus Standard Therapy to Achieve Optimal Management of Platelet Inhibition
<i>CI</i>	Konfidenzintervall („confidence interval“)
<i>CTO</i>	Chronisch verschlossene Gefäße („chronic total occlusion“)
<i>CULPRIT-SHOCK</i>	Culprit Lesion Only PCI versus Multivessel PCI in Cardiogenic Shock
<i>DAPT</i>	Duale Antiplättchentherapie
<i>DES</i>	Medikamentenbeschichtete Stents („drug-eluting stents“)
<i>DK-Crush</i>	„Double-kissing crush“
<i>EACTS</i>	Europäische Gesellschaft für Herz-Thorax-Chirurgie (European Association for Cardio-Thoracic Surgery)
<i>EKG</i>	Elektrokardiogramm
<i>ESC</i>	Europäische Gesellschaft für Kardiologie (European Society of Cardiology)
<i>EuroSCORE</i>	European System for Cardiac Operative Risk Evaluation
<i>EXCEL</i>	Evaluation of XIENCE Versus Coronary Artery Bypass Surgery for Effectiveness of Left Main Revascularization
<i>FAME</i>	Fractional Flow Reserve versus Angiography for Multivessel Evaluation
<i>FFR</i>	Fraktionelle Flussreserve
<i>FREEDOM</i>	Future Revascularization Evaluation in Patients with Diabetes Mellitus

<b>Abkürzungen (Fortsetzung)</b>	
<i>GE</i>	Gefäßerkrankung
<i>GP IIb/IIIa</i>	Glykoprotein IIb/IIIa
<i>HR</i>	Hazard Ratio
<i>HS</i>	Hauptstammstenose
<i>IMA</i>	„Internal mammary artery“
<i>INR</i>	„International normalized ratio“
<i>IPD</i>	Individuelle Patientendaten
<i>ISAR-REACT</i>	Intracoronary Stenting and Antithrombotic Regimen Rapid Early Action for Coronary Treatment
<i>IVUS</i>	Intravaskulärer Ultraschall
<i>iwFR</i>	Instantane „wave-free-ratio“
<i>KHK</i>	Koronare Herzkrankheit
<i>LAD</i>	Ramus interventricularis anterior („left anterior descending“)
<i>LIMA</i>	„Left internal mammary artery“
<i>LV</i>	Linker Ventrikel/ linksventrikulär
<i>MATRIX</i>	Minimizing Adverse Haemorrhagic Events by Transradial Access Site and Systemic Implementation of AngioX
<i>MIDCAB</i>	Minimal-invasive koronare Bypassoperation („minimally invasive direct coronary artery bypass“)
<i>MRT</i>	Magnetresonanztomographie
<i>NOAK</i>	Nicht-Vitamin-K-abhängige orale Antikoagulanzen
<i>NOBLE</i>	Nordic-Baltic-British Left Main Revascularization Study
<i>NSTE-ACS</i>	Akutes Koronarsyndrom ohne ST-Segmenthebung („non-ST-segment elevation acute coronary syndrome“)
<i>NSTEMI</i>	Myokardinfarkt ohne ST-Segmenthebung („non-ST-segment elevation myocardial infarction“)
<i>OCT</i>	Optische Kohärenztomographie („optical coherence tomography“)
<i>OP</i>	Operation

<b>Abkürzungen (Fortsetzung)</b>	
<i>OPCAB</i>	Koronararterien-Bypassoperation ohne Herz-Lungen-Maschine (Off-Pump-Coronary-Artery-Bypass)
<i>ORBITA</i>	Objective Randomised Blinded Investigation with optimal medical Therapy of Angioplasty in stable angina
<i>PCI</i>	Perkutane Koronarintervention („percutaneous coronary intervention“)
<i>PET</i>	Positronen-Emissions-Tomographie
<i>PRECOMBAT</i>	Premier of Randomised Comparison of Bypass Surgery versus Angioplasty Using Sirolimus-Eluting Stent in Patients with Left Main Coronary Artery Disease
<i>SPECT</i>	„Single photon emission computed tomography“
<i>SSc</i>	Strata des SYNTAX-Scores
<i>STEMI</i>	Myokardinfarkt mit ST-Segmenthebung („ST-segment elevation myocardial infarction“)
<i>STS</i>	Society of Thoracic Surgeons
<i>SWEDHEART</i>	Swedish Web-system for Enhancement and Development of Evidence-based care in Heart disease Evaluated According to Recommended Therapies
<i>SYNTAX</i>	Synergy between Percutaneous Coronary Intervention with TAXUS and Cardiac Surgery
<i>TROPICAL-ACS</i>	Testing responsiveness to platelet inhibition on chronic antiplatelet treatment for acute coronary syndromes
<i>UFH</i>	Unfraktioniertes Heparin
<i>VALIDATE</i>	Bivalirudin versus Heparin in ST-Segment and Non-ST-Segment Elevation Myocardial Infarction in Patients on Modern Antiplatelet Therapy
<i>VKA</i>	Vitamin-K-Antagonist
vs.	Versus

## Literatur

1. Abdallah MS, Wang K, Magnuson EA et al (2017) Quality of life after surgery or DES in patients with 3-vessel or left main disease. *J Am Coll Cardiol* 69:2039–2050
2. Ahn JM, Park DW, Lee CW et al (2017) Comparison of stenting versus bypass surgery according to the completeness of revascularization in severe coronary artery disease: patient-level pooled analysis of the SYNTAX, PRECOMBAT, and BEST trials. *JACC Cardiovasc Interv* 10:1415–1424
3. Al-Lamee R, Thompson D, Dehbi HM et al (2018) Percutaneous coronary intervention in stable angina (ORBITA): a double-blind, randomised controlled trial. *Lancet* 391:31–40
4. Ali ZA, Serruys PW, Kimura T et al (2017) 2-year outcomes with the Absorb bioresorbable scaffold for treatment of coronary artery disease: a systematic review and meta-analysis of seven randomised trials with an individual patient data substudy. *Lancet* 390:760–772
5. Angiolillo DJ, Rollini F, Storey RF et al (2017) International expert consensus on switching platelet P2Y<sub>12</sub> receptor-inhibiting therapies. *Circulation* 136:1955–1975
6. Bona KH, Mannsverk J, Wiseth R et al (2016) Drug-eluting or bare-metal stents for coronary artery disease. *N Engl J Med* 375:1242–1252
7. Bonow RO, Maurer G, Lee KL et al (2011) Myocardial viability and survival in ischemic left ventricular dysfunction. *N Engl J Med* 364:1617–1625
8. Byrne RA, Serruys PW, Baumbach A et al (2015) Report of a European Society of Cardiology-European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions task force on the evaluation of coronary stents in Europe: executive summary. *Eur Heart J* 36:2608–2620
9. Byrne RA, Stefanini GF, Capodanno D et al (2018) Report of an ESC-EAPCI Task Force on the evaluation and use of bioresorbable scaffolds for percutaneous coronary intervention: executive summary. *EuroIntervention* 13:1574–1586
10. Chang M, Lee CW, Ahn JM et al (2017) Comparison of outcome of coronary artery bypass grafting versus drug-eluting stent implantation for non-ST-elevation acute coronary syndrome. *Am J Cardiol* 120:380–386
11. Chen SL, Zhang JJ, Han Y et al (2017) Double kissing crush versus provisional stenting for left main distal bifurcation lesions: DKCRUSH-V randomized trial. *J Am Coll Cardiol* 70:2605–2617
12. Davies JE, Sen S, Dehbi HM et al (2017) Use of the instantaneous wave-free ratio or fractional flow reserve in PCI. *N Engl J Med* 376:1824–1834
13. Erlinge D, Omerovic E, Frobert O et al (2017) Bivalirudin versus heparin monotherapy in myocardial infarction. *N Engl J Med* 377:1132–1142
14. Garcia S, Sandoval Y, Roukoz H et al (2013) Outcomes after complete versus incomplete revascularization of patients with multivessel coronary artery disease: a meta-analysis of 89,883 patients enrolled in randomized clinical trials and observational studies. *J Am Coll Cardiol* 62:1421–1431
15. Gaudino M, Benedetto U, Fremes S et al (2018) Radial-artery or saphenous-vein grafts in coronary-artery bypass surgery. *N Engl J Med* 378:2069–2077
16. Giacoppo D, Colleran R, Cassese S et al (2017) Percutaneous coronary intervention vs coronary artery bypass grafting in patients with left main coronary artery stenosis: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Cardiol* 2:1079–1088
17. Gotberg M, Christiansen EH, Gudmundsdottir J et al (2017) Instantaneous wave-free ratio versus fractional flow reserve to guide PCI. *N Engl J Med* 376:1813–1823
18. Head SJ, Milojevic M, Daemen J et al (2018) Mortality after coronary artery bypass grafting versus percutaneous coronary intervention with stenting for coronary artery disease: a pooled analysis of individual patient data. *Lancet* 391:939–948
19. Head SJ, Papageorgiou G, Milojevic M et al (2018) Interpretation of results of pooled analysis of individual patient data—Authors' reply. *Lancet* 392:818
20. Ibanez B, James S, Agewall S et al (2018) 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: The Task Force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 39:119–177
21. Maehara A, Ben-Yehuda O, Ali Z et al (2015) Comparison of stent expansion guided by optical coherence tomography versus intravascular ultrasound: the ILUMIEN II study (observational study of optical coherence Tomography [OCT] in patients undergoing fractional flow reserve [FFR] and Percutaneous coronary intervention). *JACC Cardiovasc Interv* 8:1704–1714
22. Makikallio T, Holm NR, Lindsay M et al (2016) Percutaneous coronary angioplasty versus coronary artery bypass grafting in treatment of unprotected left main stenosis (NOBLE): a prospective, randomised, open-label, non-inferiority trial. *Lancet* 388:2743–2752
23. Meneveau N, Souteyrand G, Motreff P et al (2016) Optical coherence tomography to optimize results of percutaneous coronary intervention in patients with non-ST-elevation acute coronary syndrome: results of the Multicenter, randomized DOCTORS study (does optical coherence Tomography optimize results of Stenting). *Circulation* 134:906–917
24. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A et al (2019) 2018 ESC/EACTS guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J* 40:87–165
25. Nührenberg TG, Hochholzer W, Mashayekhi K et al (2018) Efficacy and safety of bivalirudin for percutaneous coronary intervention in acute coronary syndromes: a meta-analysis of randomized-controlled trials. *Clin Res Cardiol* 107:807–815
26. Piepoli MF, Hoes AW, Agewall S et al. (2016) 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: The Sixth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of 10 societies and by invited experts) Developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation (EACPR). *Eur Heart J* 37:2315–2381
27. Roffi M, Patrono C, Collet JP et al (2016) 2015 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation: Task Force for the Management of Acute Coronary Syndromes in Patients Presenting without Persistent ST-Segment Elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 37:267–315
28. Schulz S, Angiolillo DJ, Antoniucci D et al (2014) Randomized comparison of ticagrelor versus prasugrel in patients with acute coronary syndrome and planned invasive strategy—design and rationale of the Intracoronary Stenting and Antithrombotic Regimen: Rapid Early Action for Coronary Treatment (ISAR-REACT) 5 trial. *J Cardiovasc Transl Res* 7:91–100
29. Sibbing D, Aradi D, Jacobsen C et al (2017) Guided de-escalation of antiplatelet treatment in patients with acute coronary syndrome undergoing percutaneous coronary intervention (TROPICAL-ACS): a randomised, open-label, multicentre trial. *Lancet* 390:1747–1757
30. Steg PG, Bhatt DL, Hamm CW et al (2013) Effect of cangrelor on periprocedural outcomes in percutaneous coronary interventions: a pooled analysis of patient-level data. *Lancet* 382:1981–1992
31. Stone GW, Sabik JF, Serruys PW et al (2016) Everolimus-eluting stents or bypass surgery for left main coronary artery disease. *N Engl J Med* 375:2223–2235
32. Thiele H, Akin I, Sandri M et al (2017) PCI strategies in patients with acute myocardial infarction and cardiogenic shock. *N Engl J Med* 377:2419–2432
33. Urban P, Meredith IT, Abizaid A et al (2015) Polymer-free drug-coated coronary stents in patients at high bleeding risk. *N Engl J Med* 373:2038–2047
34. Valgimigli M, Bueno H, Byrne RA et al (2018) 2017 ESC focused update on dual antiplatelet therapy in coronary artery disease developed in collaboration with EACTS: The Task Force for dual antiplatelet therapy in coronary artery disease of the European Society of Cardiology (ESC) and of the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J* 39:213–260
35. Valgimigli M, Frigoli E, Leonardi S et al (2015) Bivalirudin or unfractionated heparin in acute coronary syndromes. *N Engl J Med* 373:997–1009
36. Valgimigli M, Gagnor A, Calabro P et al (2015) Radial versus femoral access in patients with acute coronary syndromes undergoing invasive management: a randomised multicentre trial. *Lancet* 385:2465–2476
37. Velazquez EJ, Lee KL, Jones RH et al (2016) Coronary-artery bypass surgery in patients with ischemic cardiomyopathy. *N Engl J Med* 374:1511–1520
38. Windecker S, Stortecky S, Stefanini GG et al (2014) Revascularisation versus medical treatment in patients with stable coronary artery disease: network meta-analysis. *BMJ* 348:g3859
39. Windecker S, Neumann FJ, Jüni P et al (2019) Considerations for the choice between coronary artery bypass grafting and percutaneous coronary intervention as revascularization strategies in major categories of patients with stable multivessel coronary artery disease: an accompanying article of the task force of the 2018 ESC/EACTS guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J* 40:204–212
40. Xaplanteris P, Fournier S, Pijls NHJ et al (2018) Five-year outcomes with PCI guided by fractional flow reserve. *N Engl J Med* 379:250–259
41. Zimmermann FM, Omerovic E, Fournier S et al (2019) Fractional flow reserve-guided percutaneous coronary intervention vs. medical therapy for patients with stable coronary lesions: meta-analysis of individual patient data. *Eur Heart J* 40:180–186