



ÖSTERREICHISCHER
HERZVERBAND
LANDESVERBAND KÄRNTEN



Die Informationszeitschrift
des Herzverbandes für Kärnten

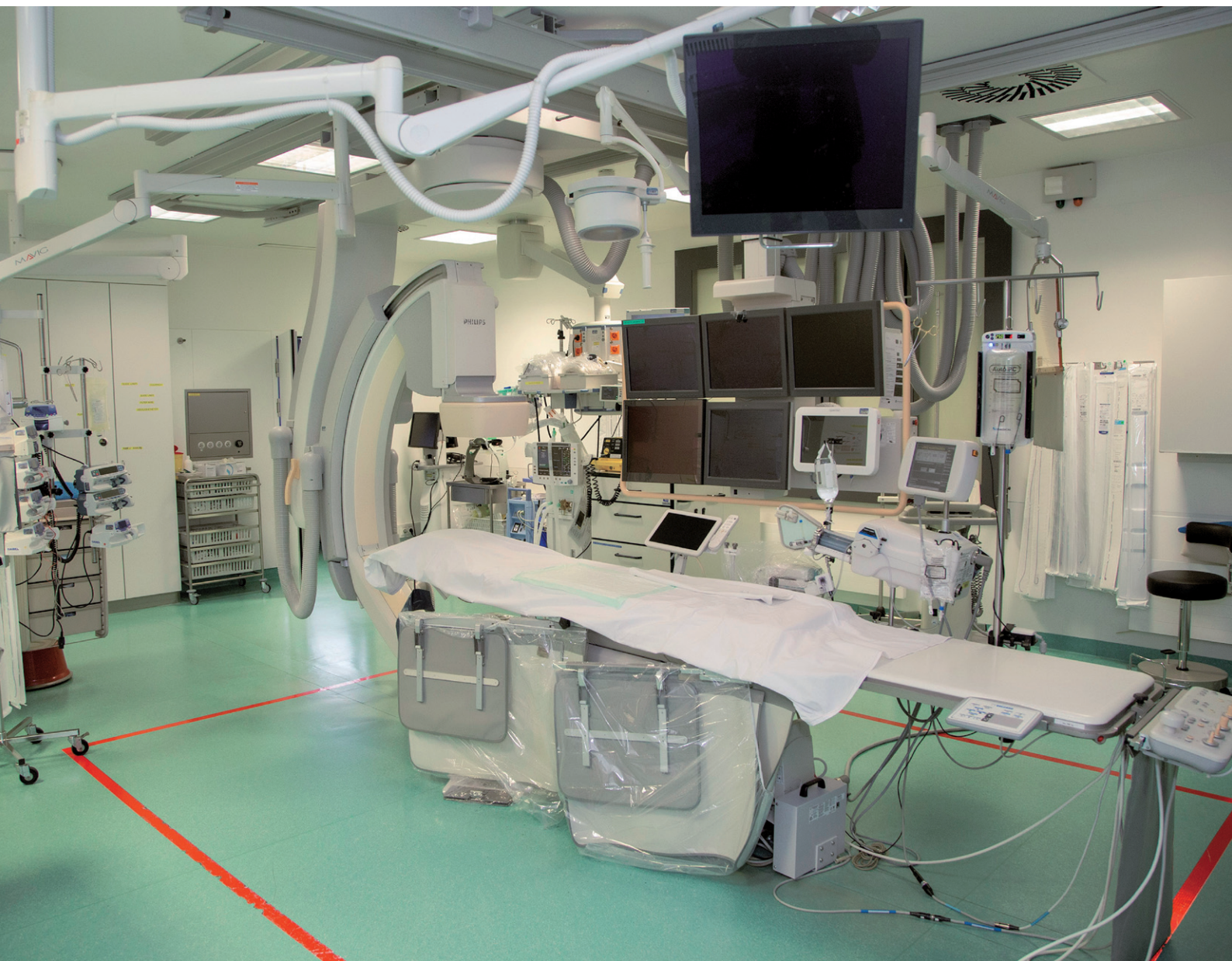
HERZ JOURNAL

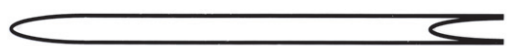
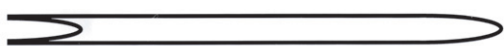
SONDERAUSGABE I

Nr. 131 | 1. Quartal 2022

GEFÖRDERT aus dem SELBSTHILFE - FÖRDERTOPF

Herzkatheter





Herzkatheter



von

Prim. Priv.-Doz. Dr. Hannes Alber



**Abteilung für Innere Medizin und Kardiologie,
Klinikum Klagenfurt am Wörthersee**

Kurze historische Beleuchtung

Die Katheterisierung der verschiedenen Teile des Herzens bzw. des Gefäßsystems spielt als wichtiges invasives Werkzeug zur Diagnostik und gegebenenfalls Therapie verschiedener Herz-Kreislauf-Erkrankungen eine zentrale Rolle in der modernen Kardiologie. Historisch betrachtet gibt es in den letzten gut 90 Jahren mehrere Meilensteine, die den Erfolg dieses Verfahrens begründet haben. Dabei ist zunächst die Errungenschaft von Werner Theodor Otto Forßmann, einem Berliner Mediziner, zu nennen. Er hat gemeinsam mit Andre Frederic Cournand und Dickinson Woodruff Richards im Jahr 1956 den Nobelpreis für ihre Entdeckungen zur Herzkatheterisierung und zu den pathologischen Veränderungen im Kreislaufsystem erhalten, da er im Frühjahr 1929 bei sich selbst das erste Mal die Rechtsherzabschnitte eines Menschen über eine Vene in der Armbeuge katheterisiert und damit die Basis für die weiteren Entwicklungen gesetzt hat. Dieser Untersuchung des venösen Systems und der Rechtsherzabschnitte folgte nach dem 2. Weltkrieg das Voranschreiten auch der Linksherzkatheterisierung, dem arteriellen System des Herzens. Diese Entwicklung geht maßgeblich auf die Erkenntnisse unter anderem von den Amerikanern Charles Dotter, Mason Sones, Melvin P. Judkins und der Deutschen Andreas Roland Grüntzig und Eberhard Zeitler zurück. Prof. Dr. Grüntzig war es auch, der als Pionier der kardialen Ballondehnung am 16. September 1977 erstmals erfolgreich ein verengtes Herzkranzgefäß in Zürich mit einem Ballonkatheter gedehnt hat. Damit wurde der Übergang von der reinen Diagnostik in das therapeutische Feld eröffnet.

Einleitung

Wenn man die Entwicklung im Hinterkopf behält, wird klar, dass der Begriff „Herzkatheter“ ein Sammelbegriff mehrerer verschiedener minimal-invasiver Eingriffe darstellt, die zum Teil diagnostische, therapeutische und/oder beide Zwecke verfolgen. Im Weiteren sollen einzelne häufige Eingriffe im Detail beschrieben werden.

Koronarangiographie, Laevokardiographie, Perkutane Koronarintervention (PCI) und weiterführende invasive Diagnostik

Der mit Abstand häufigste Grund einen „Herzkatheter“ durchzuführen, ist die Beurteilung krankhafter Veränderungen der Herzkranzgefäße. Allen voran ist die Verkalkung der Herzkranzgefäße, die koronare Herzkrankheit, die mit Abstand häufigste Ursache für Verengungen der Herzkranzgefäße, die teilweise ohne erkennbare Symptome einhergeht, sich häufig mit Angina pectoris, aber auch mit Herzinfarkten und plötzlichen Herztodesfällen manifestieren kann. Zur diagnostischen Abklärung einer koronaren Herzkrankheit werden häufig im Vorfeld nicht-blutige (nicht invasive) Methoden eingesetzt. Dazu zählen Belastungstests wie eine Fahrradergometrie, eine Stressultraschalluntersuchung des Herzens oder eine nuklearmedizinische Szintigrafie mit körperlicher oder medikamentöser Belastung. Den Belastungsmethoden ist gemeint, dass sie unter Belastung Veränderungen der regionalen Pumpleistung des Herzens bzw. der regionalen Durchblutung bzw. der regionalen Ausbreitung der elektrischen Impulse im

Herz detektieren, die indirekt als Hinweis für verursachende Verengungen der Herzkranzgefäße gewertet werden. Nicht invasive bildgebende Verfahren wie die Computertomographie der Herzkranzgefäße erzeugen Bilder der drei Herzkranzgefäße, Verkalkungen werden mit Hilfe des sogenannten Agatston-Scores gemessen. Bei stärkeren Verkalkungen kann jedoch die Beurteilung des Blutdurchflusses deutlich erschwert bis unmöglich werden.

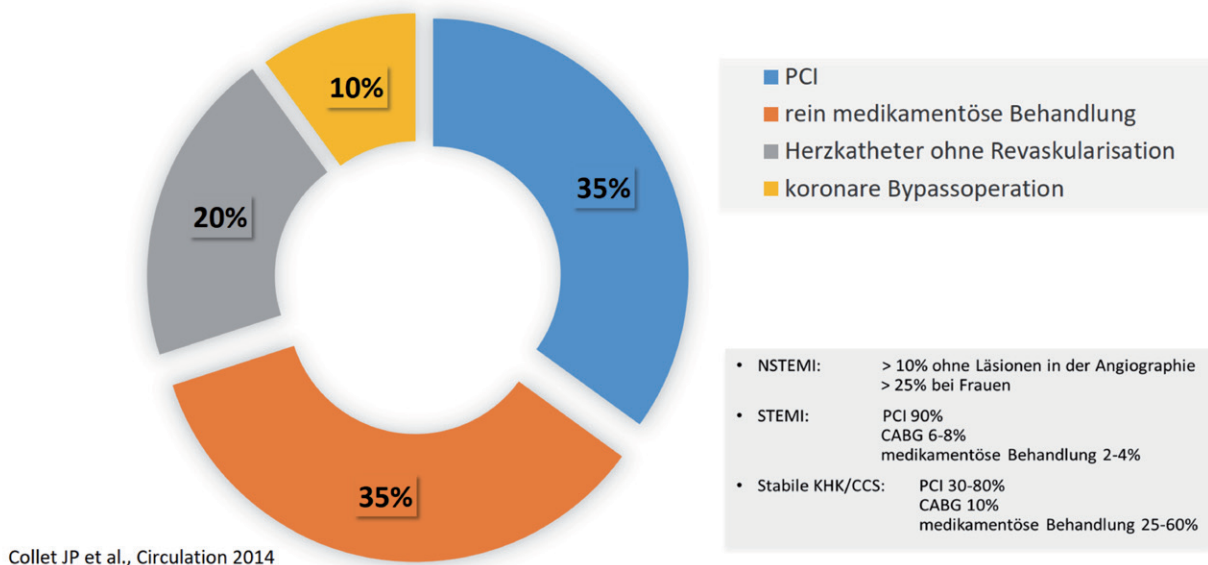
Diese nicht-blutigen Methoden gehen mit einer gewissen Rest-Unsicherheit einher, weshalb Patienten/Innen bei vorliegendem Risikofaktorenprofil, entsprechender Klinik und gegebenenfalls mit nicht eindeutigen Befunden der nicht invasiven Voruntersuchungen zu einer diagnostischen Koronarangiographie mit der Möglichkeit einer gleichzeitigen Behandlung (PCI) zugewiesen werden.

Da die Herzkranzgefäße – oder auch Koronararterien genannt – die ersten Gefäße sind, die - nachdem die Hauptschlagader (Aorta) die linke Herzkammer verlässt - als Schlagadern das Herz selbst mit Blut und damit Sauerstoff versorgen, kann man diese am besten darstellen, indem man nach Punktion einer peripheren Schlagader (Arterie) mit einem Katheter gegen den Blutstrom diese Herzkranzgefäße sondiert. Durch Einspritzen von Kontrastmittel und gleichzeitiger Durchleuchtung können die Innendimensionen in mehreren Ebenen dargestellt und vorhandenen Engstellen (Stenosen) detektiert werden. Dabei ist zu erwähnen, dass Verengungen im Vergleich zu einem (vermeintlich) gesunden Gefäßabschnitt in Prozent angegeben werden. Als Faustregel gilt, dass erst Verengungen ab 70% (mit Ausnahme des linken Hauptstammes) unter Belastung limitierend für die Durchblutung sind und daher auch ab diesem Ausmaß einer Verengung behandlungsbedürftig ist. Neben der Beurteilung des Ausmaßes einer Verengung selbst ist natürlich die Zahl und Länge der Verengungen, deren Lokalisation, der Verkalkungsgrad, die Schlingelung der Herzkranzgefäße und das Miteinbeziehen von Gefäßaufteilungen zentral von Bedeutung für das weitere Management von Patienten/Innen mit einer koronaren Herzkrankheit. Auch komplett verschlossene Herzkranzgefäße spielen bei der Entscheidung der Wahl der Art der Wiederherstellung der Durchblutung (Revaskularisation) eine relevante Rolle. Je nachdem wie viele der drei Hauptgefäße des Herzkranzgefäßbaumes bzw. relevante Seitenäste von bedeutsamen (signifikanten) Stenosen betroffen sind, wird eine koronare Herzkrankheit (KHK) in Eingefäß-, Zweigefäß-, Dreigefäß- oder Mehrgefäß-erkrankung kategorisiert. Dies ist ein wichtiger Bestandteil in der Planung der Revaskularisationsmethode, also Katheter-gestützter PCI oder koronare Bypassoperation (CABG). Ein diesbezüglich weiterer relevanter Entscheidungsfaktor ist die Dringlichkeit. Als Faustregel gilt, je dringlicher eine Revaskularisation ist, umso eher wird man eine Katheter-gestützte PCI favorisieren. Dies gilt vor allem bei der Behandlung jener Herzinfarkte, bei denen die gesamte Wanddicke eines Herzmuskelareals nicht mehr durchblutet ist. Dabei handelt es sich um sogenannte ST-Hebungs-Herzinfarkte (STEMI), die durch bestimmte, Namensgebende EKG-Veränderungen charakterisiert sind. Die statistische Verteilung der Behandlungsstrategien



bei akuten und chronischen Koronarsyndromen (erste umfassen die Herzinfarkte, letztere sind die neue Bezeichnung für eine stabile koronare Herzkrankheit) ist in Abbildung 1 dargestellt.

Abbildung 1. Behandlungsentscheidungen bei akuten und chronischen Koronarsyndromen. PCI=perkutane Koronarintervention, CABG=koronare Bypassoperation, NSTEMI = Nicht-ST-Hebungs-Myokardinfarkt, Herzinfarkt, der nicht durch eine Durchblutungsstörung der gesamten Wanddicke gekennzeichnet ist; STEMI = ST-Hebungs-Myokardinfarkt, Herzinfarkt, der durch eine Durchblutungsstörung der gesamten Wanddicke charakterisiert ist; CCS=chronisches Koronarsyndrom, vormals stabile koronare Herzkrankheit (KHK)



Ein paar technische Details einer Herzkatheteruntersuchung sollen im folgenden Abschnitt erläutert werden.

Die Punktion der peripheren Arterie, in welche eine Schleuse zum Einführen diverser Katheter eingebracht wird, kann in der Leiste oder am Handgelenk durchgeführt werden. Erstere hat den Vorteil, dass man ob der Gefäßgröße mit größeren Kathetern arbeiten kann und dass aufgrund der Anatomie das Sondieren der Herzkranzgefäße einfacher ist. Der Nachteil beim Zugang über die Leistenarterie sind statistisch mehr Blutungen im Bereich der Einstichstelle, da ein Abdrücken des Loches aufgrund des weicheren Gefäßbettes erschwert ist. Zudem muss man nach Entfernen der Schleuse am Ende der Herzkatheteruntersuchung für einige Stunden mit gestrecktem Hüftgelenk liegen bleiben. Dementsprechend hat die Punktion der Handgelenksarterie (genauer gesagt der Arteria radialis) den Vorteil der sofortigen Mobilisierung nach dem Eingriff und weniger häufig Blutungen. Aufgrund des Gefäßkalibers am Arm ist man bezüglich der Größe der Schleusen und damit auch der Katheter limitiert. Zudem gibt es viel häufiger schmerzhaft

Gefäßkrämpfe, denen man durch die Gabe von gefäßerweiternden Medikamenten vorbeugt. Nichtsdestotrotz kann es selten vorkommen, dass Gefäßkrämpfe derart stark ausgeprägt sind, sodass die Untersuchung nicht möglich ist bzw. abgebrochen werden muss. Die Standardgröße der Katheter ist bei der Diagnostik 5 French und bei normalen Interventionen 6 French (1 French entspricht einem Drittel Millimeter). Bei Kathetern bezieht sich die Größenangabe auf den Außendurchmesser bei den Einführschleusen hingegen auf die Innendimension. Daher hat eine typische 6 French-Schleuse einen Außendurchmesser der ein paar Zehntelmillimeter größer als 2mm ist. In Summe ist es aus genannten Gründen häufig notwendig und üblich, dass man auch während einer Herzkatheteruntersuchung den Zugangsweg wechselt, um die besten Bedingungen am Herz selbst für eine Diagnostik bzw. Therapie herzustellen.

Das Sondieren der Herzkranzgefäße erfolgt mit vorgebogenen Kathetern. Diese sind Röhren aus Kunststoff, wobei die verschiedenen Abschnitte eines Katheters, speziell an dessen Spitze, unterschiedliche Härte und Flexibilität aufweisen, damit die Gefahr einer Verletzung der Gefäßinnenschicht auf ein möglichstes Minimum reduziert wird. Die Bezeichnungen der Katheterformen bezieht sich auf dessen Erfinder oder dessen besondere Eigenschaften sowie Größe; so finden sich in den Regalen beispielsweise Judkins links 3,5 bis 6, Amplatz rechts 1 bis 3 oder EBU 3.5 (extra backup). Standardmäßig beginnt man mit Formen und Größen, die für die Mehrzahl der Patienten/innen zur Darstellung der Herzkranzgefäße geeignet sind. Da jedoch die Anatomie der rechten und linken Herzkranzgefäße von Mensch zu Mensch auch deutlich unterschiedlich sein kann, ist es nicht unüblich, mehrere Katheter probieren zu müssen bis eine selektive (gezielte) Angiographie des jeweiligen Herzkranzgefäßes möglich ist. Wenn nun der Diagnostik eine Intervention folgt, ist die richtige Wahl des Katheters für den Erfolg ebenfalls sehr entscheidend. Dabei sollten Gefäßverletzungen an deren Abgang vermieden werden, gleichzeitig muss jedoch auch ausreichende Stabilität für das Vorbringen von Führungsdrähten und darüber von Ballonen und Stents in die Herzkranzgefäße gewährleistet werden. Dies bedarf stets einer individuellen Abwägung. Entscheidungsgrundlagen sind neben anatomischen Parametern vor allem auch Charakteristika der zu behandelnden Engstelle (Schlängelung und Kurven des Weges bis dorthin, Ausmaß der Verkalkung, Länge des zu behandelnden Segments).

Im Falle einer Therapie, also einer perkutanen Koronarintervention oder PCI, wird über den adäquat positionierten Katheter ein koronarer Führungsdraht über die Engstelle oder (bei Herzinfarkten) über den Verschluss vorgebracht. Diese Führungsdrähte sind hochkomplexe Spiralen mit unterschiedlichen Gewichtsverteilungen an ihren Enden, unterschiedlichen Steifigkeiten im Bereich des Schafts und gegebenenfalls mit einer hydrophilen Beschichtung versehen um Reibungsverluste zu reduzieren. Ihr Durchmesser liegt standardmäßig bei 0.014 Inch. Dies entspricht 0,35mm. Damit diese Führungsspiralen von außen gesteuert werden können, haben sie entweder eine vorgeformte Krümmung an der Spitze oder der Operateur krümmt sie sich am Tisch



selbst. Durch Hin- und Herdrehen am Ende und vorsichtiges Verschieben können Engstellen und Verschlüsse passiert werden. Wenn eine Passage aus anatomischen Gründen nicht gelingt, kann eine Koronarintervention nicht durchgeführt werden.

Dem Einbringen der koronaren Führungsspirale folgt eine Aufdehnung des Gefäßes mittels Ballonkathetern, die über die Führungsspirale an den Ort der Engstelle vorgebracht werden und dort mittels druckkontrolliertem Aufblasens mit Kontrastmittel entfaltet und hernach wieder zusammengefaltet werden. Dieses Manöver wird ebenfalls mit Röntgendurchleuchtung durchgeführt und dokumentiert. Ein komplettes Entfalten des Ballons gilt als Zeichen fürs erfolgreiche Vorpräparieren einer Engstelle, dem in aller Regel ein Stenteinbau folgt. Druckwerte im Ballon von 14 Atmosphären-Überdruck sind dabei normal. Unter den Ballonen gibt es Durchmesser von kleiner als 1mm bis über 5mm sowie Längen von 6mm bis über 30mm. Die Auswahl hängt von der Größe des vermeintlich gesunden Teils des zu behandelnden Herzkranzgefäßes und der Länge der Engstelle bzw. des Verschlusses ab. Eine klassische Standardgröße eines Ballons ist 2,5mm Durchmesser und 15mm Länge. Dabei unterscheidet man zusätzlich zwischen semi-complianten und non-complianten Ballonen. Erstere erweitern sich mit höheren Innendrücken mehr (d.h. ein 2,5mm Ballon kann bis ca. 2,9mm aufgeblasen werden), bestehen jedoch aus weniger dickem Material, sodass sie weniger Dehnungskraft ausüben. Letztere bleiben über weite Bereiche von Innendrücken konstant groß und haben aufgrund eines stärkeren Materials mehr Kraft, um auch stark verkalkte Engstellen adäquat für eine Stentimplantation vorzubereiten. Unter normalen Umständen folgt der Vordehnung die Implantation eines oder mehrerer Stents.

Ein Stent ist eine hochentwickelte Metallstütze, die das Ergebnis einer Behandlung im Vergleich zu einer reinen Ballondehnung über die Jahrzehnte ihrer Anwendung stetig verbessert hat. Ihre Geschichte ist eine der großen Erfolge der modernen Medizin. Einige ihrer Meilensteine sind in Tabelle 1 angeführt. Neben den Revolutionen der medikamenten-beschichteten Stents (drug eluting stent - DES), die aktuell in unterschiedlichen Ausführungen den Standard darstellen, sind in den letzten Jahren auch weniger erfolgreiche Konzepte wie jenes der auflösbaren Gefäßstützen (bioresorbable vascular scaffolds – BVS) wieder zurück in die Weiterentwicklung gegangen.

Tabelle 1. Eckdaten der interventionellen Therapie der koronaren Herzkrankheit

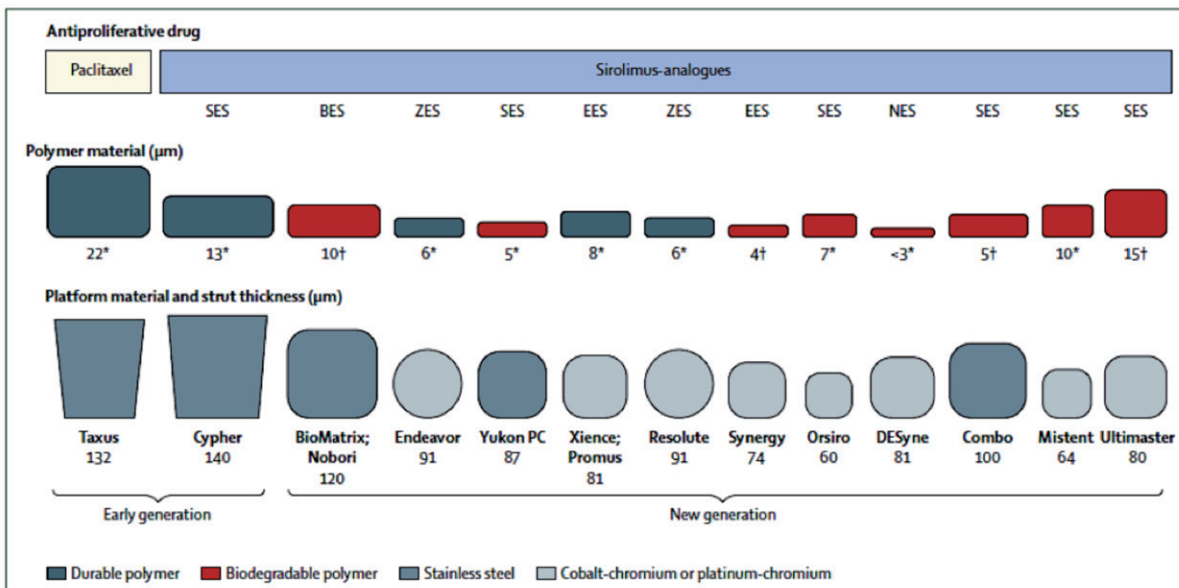
Jahr	Entwicklungsschritt	Publikation
1964	Dotter CT und Judkins MP: Vorschlag von prothetischen Hilfsmitteln, um das Lumen geschädigter Gefäße zu erhalten	Circulation 1964; 30: 654-70.
1977	Grüntzig AR: 16.9.1977 - Einführung der Koronarangioplastie	NEJM 1979; 301: 61-8.
1985	Palmaz JC: Ballon-befestigte Stents in peripheren Gefäßen	Radiology 1985; 156: 73-7.
1986	Sigwart U, Puel J: erster kommerziell verfügbarer Stent	Circulation 1987; 76: 450-7.

1993	BENESTENT (n=520); STRESS (n=410) - die beiden ersten randomisierten, kontrollierten Studien: Ballonangioplastie versus Palmaz-Schatz-Stent	NEJM 1994; 331: 489-95. NEJM 1994; 331: 496-501.
1999	Der Anteil von Stents an PCIs beträgt 84.2%	Circulation 2002; 106: 1243-50.
2001	Publikation der ersten 1-Jahres Studien mit einem Sirolimus-beschichteten Stent (DES) in menschlichen Herzkranzgefäßen	u.a. Circulation. 2001 Oct 23;104(17):2007-11.
2010	Publikationen mit Vergleich Erstgenerations-DES und neuerer DES-Plattformen über mehr als ein Jahr	NEJM 2010; 363(24): 2310-9.

Heutzutage stellen DES (medikamenten-beschichtete Stents) die "Arbeitswerkzeuge" dar, wobei bei ihnen, im Vergleich zu den ersten beiden Modellen, Veränderungen und Modernisierungen bezüglich der Dicke der Stent-Streben, der Medikamente und deren Dosen sowie des Polymers, mit dem die Medikamente am Stent angebracht sind (sozusagen der "Klebstoff" fürs Medikament) durchgeführt wurden. Unter den Medikamenten, die das überschießende Einwachsen des Stents und die damit verbundene Wiederverengung des Gefäßes in den ersten 6-9 Monaten (Re-Stenose) verhindern sollen, hat sich die Weiterentwicklung des Medikaments Rapamycin (oder Sirolimus), das ursprünglich für eine andere Indikation generiert wurde, im Vergleich zu der Chemotherapie-Substanz Paclitaxel durchgesetzt. Die ursprünglichen Dosen und das Freisetzungsmuster in der Gefäßwand wurden über die Generationen der Stents optimiert. Waren die ersten Stents rostfreier Stahl, so sind es nun häufig Kobalt-Chrom- oder Platin-Chrom-Verbindungen, die vor allem für die Anwendung in den teilweise sehr kurvigen Herzkranzgefäßen deutlich dünnere Streben aufweisen und somit verbessert wurden. Die frühen Polymere, die für die Anheftung der Medikamente verwendet wurden, waren permanent. Aktuell sind nun biologisch abbaubare Polymere in Verwendung, die sich nach Freisetzen des Medikaments auflösen oder Stents, die - mit Reservoirs oder Einbuchtungen - Medikamente ohne Polymere freisetzen können. Die entsprechend komplexeren Herstellungsprozesse, unter anderem mit Laserbohrungen, haben derartige Entwicklungen ermöglicht. Aktuell liegt die Dicke von Stent-Streben bei ca. 0,070 mm, die beim Einbau häufig Druckwerte bis 18 Atmosphären-Druck tolerieren können.

Abbildung 2 zeigt einen Überblick über verschiedene Modelle, die beiden linken Modelle sind dabei die Erstgenerations-DES. Aufgrund des Platzes zwischen den Stentstreben und deren Dicke deckt ein Stent nur ca. ein Siebtel der Fläche der Innenwand von Gefäßen ab. Für die Dauer des Einheilens bedarf es einer intensiveren Blutplättchenhemmung. Dies wird natürlich auch von der Länge und Zahl der Stents determiniert. Bei stabiler koronarer Herzkrankheit sind nach sechs Monaten in aller Regel die Stentstreben eingeheilt, sodass diese doppelte Blutplättchenhemmung auf eine einfache deeskaliert werden kann. Andere Regime sind individuell zu entscheiden und hängen auch stark vom zu erwartenden Risiko für Blutungen unter einer intensiveren Blutverdünnung ab.

Abbildung 2. Entwicklungen der Stenttechnologie



Piccolo R et al., Lancet 2015; 386: 702–13

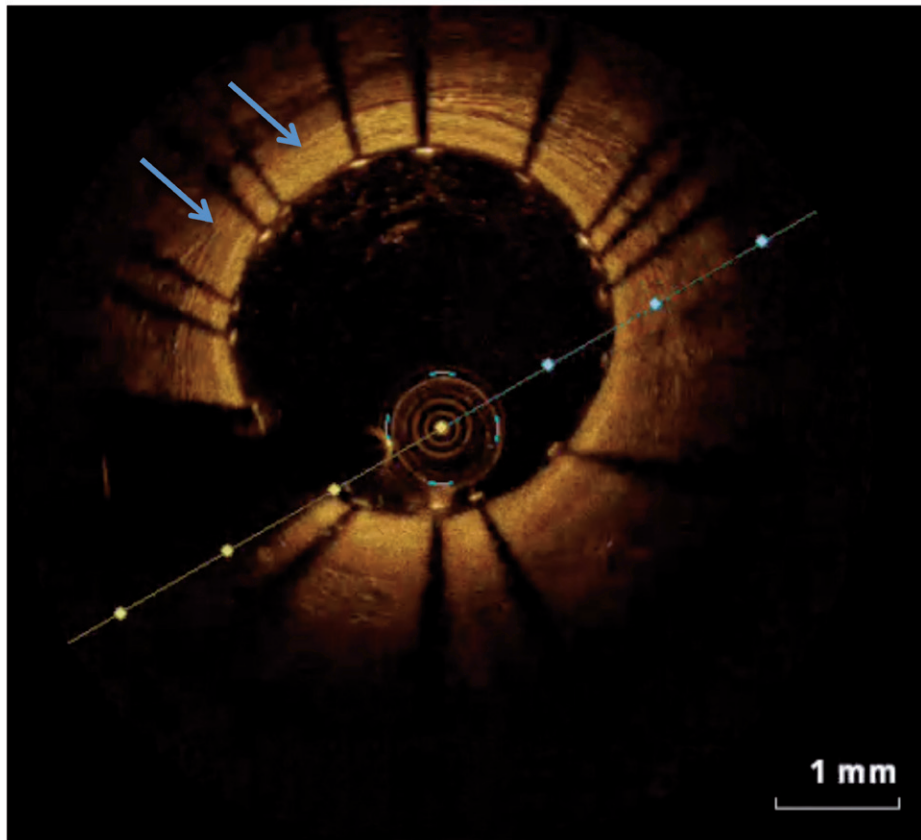
Nach Implantation des bzw. der Stents werden die Führungsspirale und schlussendlich nach Überprüfung des Ergebnisses in mehreren angiographischen Ebenen (weshalb die Durchleuchtungsröhre sich - vom Arzt/von der Ärztin gesteuert - um den Patienten/die Patientin bewegt) auch der Katheter entfernt.

Daran anschließend erfolgt die Entfernung der Schleuse und der Verschluss der Punktionsstelle. Letzteres erfolgt bei einem Eingriff über die Handgelenksarterie durch das Anlegen eines Druckverbands. Bei einem Herzkatheter über die Leiste können Verschlussysteme mit Handelsnamen wie FemoSeal®, AngioSeal®, Mynx-Control® etc. zum Einsatz kommen. Das Prinzip ist dabei, dass durch ein biologisch abbaubares Material das Loch in der Gefäßwand verschlossen wird. Sollte die Punktionsstelle jedoch nahe der Aufteilung der Leistenarterie liegen, so wird immer wieder auch eine manuelle Kompression durchgeführt. Abhängig von der gewählten Verschlussmethode sind eine gewisse Liegezeit und das Anlegen eines Druckverbands als Gegendruck gegen den Blutdruck in den Schlagarterien notwendig.

In den letzten 2 Jahrzehnten haben sich in der Diagnostik und in der interventionellen Therapie der koronaren Herzkrankheit für speziellere Fragestellungen zusätzlich Katheterbasierte Technologien entwickelt, die zu einer Art Feinschliff in diesem wichtigen Teilbereich der Kardiologie beitragen. Dazu zählen die Katheter-gestützten bildgebenden Verfahren IVUS (intravaskulärer Ultraschall) und OCT (optische Kohärenztherapie) sowie zur Beurteilung der Relevanz fraglicher Engstellen die Druckdrahtmessungen. Die bildgebende Verfahren, die direkt in den Herzkranzgefäßen während einer Herzkatheteruntersuchung über eine liegende Führungsspirale durchgeführt werden, haben das Verständnis für die Erkrankung selbst und für Optimierungsmöglichkeiten frisch

eingebauter Stents vorangetrieben. Die optische Kohärenztomographie (OCT) mit Auflösungsgrenzen bis 0,020 mm und der intravaskuläre Ultraschall (IVUS) mit Auflösungsgrenze von ca. 0,200mm dienen der zusätzlichen Beurteilung jenseits des angiographischen Bildes, indem sie einen Blick in die Gefäßwand ermöglichen. Der IVUS hilft dabei die Ausmaße von Plaquebildungen und mittels Erweiterungen der virtuellen Histologie auch deren Zusammensetzung zu quantifizieren. Das OCT, eine Darstellung auf Basis reflektierten Lichtes, ermöglicht eine detailgenaue Darstellung der innersten Bereiche der Gefäßwand, speziell auch der Stentstreben (Abbildung 3).

Abbildung 3. Bild einer optischen Kohärenztomographie eines frisch eingesetzten Stents. Die blauen Pfeile zeigen auf je eine Stentstrebe.



Eine Druckdrahtmessung (FFR - fractional flow reserve) gehört mittlerweile zum Standardvorgehen während eines Herzkatheters und hilft Engstellen in den Herzkranzgefäßen noch genauer zu charakterisieren. Dabei wird der Druck vor einer Engstelle mit jenem nach einer Engstelle verglichen. Teil der ursprünglichen Methodik, die als Klasse-I-Empfehlung in die Richtlinien Einzug gefunden hat, war und ist die pharmakologische Belastung des Herzens während der Druckdrahtuntersuchung mit Adenosin. Weiterentwicklungen wie die iFR (instantaneous wave-free ratio) oder die RFR (resting full-cycle ratio) zielen mit mathematischen Algorithmen darauf ab, eine Analyse auch ohne medikamentöse Belastung des Herzens zu ermöglichen. Dies ist zeitlich schneller und angenehmer für den/die Patienten/in. Ein Druckabfall unter medikamentöser Belastung, die eine körperliche Belastung simuliert, von 20% oder mehr, ist ein Hinweis für die Relevanz einer Verengung. Studien haben gezeigt, dass in diesen Fällen ein Vorteil für

eine Revaskularisation gegeben ist.

Häufig wird bei einer Koronarangiographie auch eine Laevokardiographie durchgeführt. Dabei wird nach Visualisierung der oberhalb der Aortenklappe abgehenden Herzkranzgefäße auch die linke Herzkammer, der linke Ventrikel (LV), mit einem speziellen Katheter nach Passage der Aortenklappen gegen den Blutstrom sondiert und durch Kontrastmittelinjektion sowie gleichzeitiger röntgenologischer Durchleuchtung dargestellt. Der dazu verwendete Katheter gleicht einem Schweineschwänzchen und wird daher als pig-tail-Katheter bezeichnet (pig tail = Schweineschwanz im Englischen); er hat mehrere Öffnungen, aus denen rasch eine große Menge Kontrastmittel austreten kann, damit die linke Kammer für ihre Darstellung adäquat gefüllt wird. Damit kann die globale Herzfunktion gemessen und regionale Pumpschwächen detektiert werden. Auch können die linksseitigen Herzklappen (die Aorten- und die Mitralklappe) bildlich und durch Druckmessungen in ihren Funktionen beurteilt werden.

Mögliche Komplikationen bei Koronarangiographie, Laevokardiographie, Perkutaner Koronarintervention (PCI) und weiterführender invasiver Diagnostik

Basierend auf den Erläuterungen zu Koronarangiographie, zur PCI und Laevokardiographie ergeben sich mögliche Komplikationen dieser Eingriffe, die insgesamt selten auftreten. Nichtsdestotrotz sind es Manipulationen am schlagenden Herzen, weshalb jede Indikationsstellung dazu stets kritisch gestellt werden muss. Durch die Manipulation in den Herzkranzgefäßen können Dissektionen, also Verletzungen der Wand der Herzkranzgefäße auftreten, die den Fluss beeinträchtigen und zu Herzinfarkten führen können. Durch Stents lassen sich diese Probleme in aller Regel jedoch rasch beheben. Sehr selten kann bei einer Dehnung auch ein Riss in einem Herzkranzgefäß auftreten, sodass Blut ins den umgebenden Herzbeutel austritt. Da dieser nicht elastisch ist, wird das Herz in seiner Füllung behindert und kann die Pumpaufgabe nicht mehr erledigen. Unbehandelt kann dies theoretisch tödlich enden. Dieser als Perikardtamponade bezeichnete sehr seltene Notfall muss rasch mittels Punktion des Herzbeutels behoben werden; noch seltener ist eine herzchirurgische Sanierung nötig. Obgleich vor und während einer Koronarangiographie plusminus Laevokardiographie und plusminus PCI eine blutplättchenhemmende Therapie und häufig zusätzlich eine Blutverdünnung gegeben wird, können sich - ebenfalls sehr selten - trotzdem Blutgerinnsel (Thromben) in den Kathetern bilden, die einerseits zu Verstopfungen der Herzkranzgefäße und andererseits als Embolus in den Hirn-versorgenden Gefäßen zu Verschlüssen und daraus resultierenden Schlaganfällen führen können. Neben diesen sehr seltenen Komplikationen sind jene im Bereich der Punktionsstellen durchaus häufiger (d.h. im niedrigen einstelligen Prozentbereich). Neben Blutungen können auch periphere Arterien verletzt werden, sodass Wandteile sich durch die Punktionsstellen ähnlich einem Pilz vorwölben und zu schmerzhaften, pulsierenden Ausbuchtungen, sogenannten Aneurysmata spuria, führen. Diese müssen dann durch eine verlängerte Kompression, durch Ultraschall-gezieltes Einspritzen von Fibrin in die Ausbuchtungen oder in Abhängigkeit des Ausmaßes durch

eine chirurgische Sanierung behoben werden. Natürlich können lokal entstehende Blutgerinnsel an der Punktionsstelle selten in die Peripherie verschleppt werden; dies macht durch die Blutverdünnung jedoch meist keine Symptome oder Probleme. Die Kompression in der Leiste bedingt zudem auch einen gewissen mechanischen Druck auf den daneben laufenden Nerv. Diese Reizung führt gelegentlich zu - für den Patienten unangenehmen - vagalen Reaktionen mit Blutdruckabfall, Kaltschweißigkeit und Verlangsamung des Pulses. Medizinisch kann dies jedoch rasch behoben werden und stellt in aller Regel kein Problem dar. Speziell bei Angiographien über den Arm können die oben bereits erwähnten Gefäßkrämpfe durchaus schmerzhaft und problematisch werden. Vorbeugend werden automatisch gefäßerweiternde Medikamente wie Verapamil und/oder Nitroglyzerin nach Punktion verabreicht und der Patient/die Patientin erhält zur Entspannung vor Beginn eine milde intravenöse Beruhigung. Nichtsdestotrotz ist gelegentlich eine Kurznarkose zur tieferen Entspannung und zum Entfernen des Katheters aus dem verkrampften Gefäß notwendig.

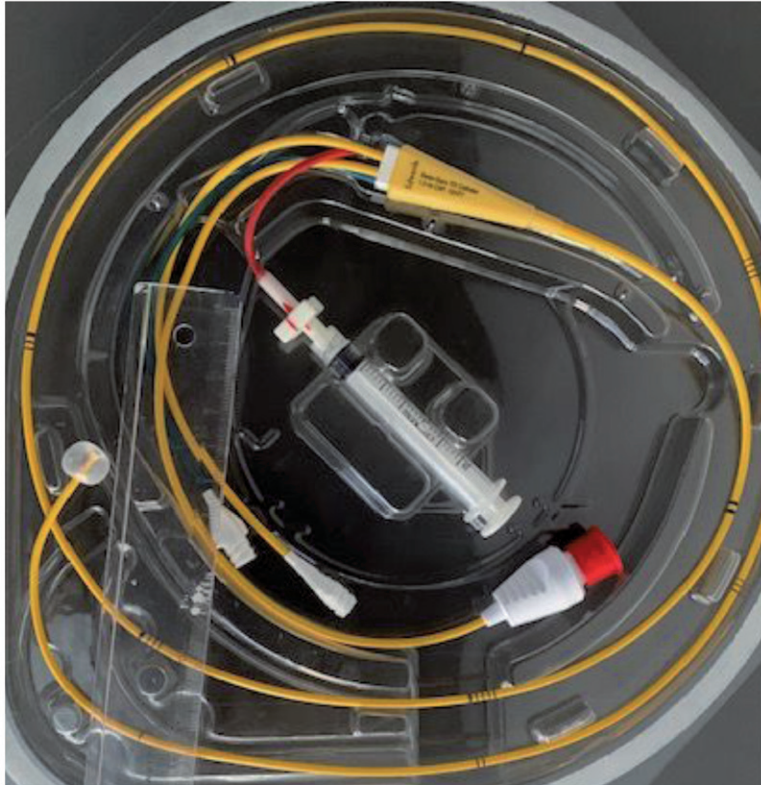
Rechtsherzkatheteruntersuchung

Nach der Beschreibung der mit Abstand häufigsten Herzkathetereingriffe - nämlich der Koronarangiographie, Laevokardiographie und PCI – soll nachfolgend kurz auf die Rechtsherzkatheteruntersuchung eingegangen werden. Diese dient der Beurteilung der Lungenstrombahn und möglicher Kurzschlussverbindungen zwischen rechts- und linksseitigen Herzhöhlen. Eine Drucksteigerung in der Lungenstrombahn wird als Lungenhochdruck oder pulmonale Hypertonie bezeichnet und in fünf Klassen mit einigen Unterklassen entsprechend der zugrundeliegenden Ursachen unterteilt. Zur genaueren Differenzierung, zur exakten Schweregradbeurteilung, zur Therapieeinleitung/-steuerung und ggf. zur Verlaufskontrolle sind Rechtsherzkatheteruntersuchungen notwendig. Dabei wird entweder in der Leiste die neben der Schlagader liegende Vene oder die Vene der Armbeuge punktiert (ähnlich einer Punktion bei einer Blutabnahme). Über einen Einführungsdraht wird eine Schleuse analog einer arteriellen Punktion gelegt und es wird mit einem „Einschwemm-Katheter“ über die zum Herzen gehenden und immer größer werdenden Venen der rechte Vorhof, über die Trikuspidalklappe die rechte Kammer und über die Pulmonalklappe die Lungenschlagader bis über deren weitere Aufteilungen sondiert bis der Katheter nicht mehr weiter vorgeschoben werden kann. Charakteristisch für diesen Einschwemmkatheter ist, dass er an der Spitze einen kleinen mit 1,5ml aufblasbaren Ballon hat, der im Blutstrom schwimmend ohne ein Hängenbleiben vorgebracht werden kann. Diese Einschwemmkatheter haben zusätzlich zwei schlauchförmige Kanäle, wobei einer an der Spitze und der andere 30cm von der Spitze entfernt mündet. Über sie kann man Blut entnehmen oder Medikamente wie Flüssigkeiten applizieren. Zusätzlich findet sich an der Spitze ein Sensor zum Messen der Temperatur des vorbeifließenden Blutes. Damit kann somit in den verschiedenen Abschnitten des venösen Kreislaufsystems und in der Lungenstrombahn, dem kleinen Kreislauf, der Blutdruck exakt gemessen werden. Auch der Sauerstoffgehalt des Blutes kann an verschiedenen Stellen ermittelt und das Herzminutenvolumen, d.h. wieviel Liter Blut, die

das Herz pro Minute pumpt, gemessen werden. Daraus resultierende Berechnungen helfen angeborene Herzfehler und/oder einen Lungenhochdruck zu identifizieren, zu quantifizieren und im Verlauf zu kontrollieren.

Abbildung 4 zeigt einen Rechtsherzkatheter mit aufgeblasenen Ballon

Abbildung 4. Rechtsherzkatheter



Da bei der Rechtsherzkatheterisierung Venen punktiert werden, sind aufgrund des geringen Innendrucks im venösen System Blutungskomplikationen seltener. Andere, ebenfalls seltene Komplikationen wie Lungenblutungen können jedoch durch das Sondieren der Lungenschlagadern auftreten.

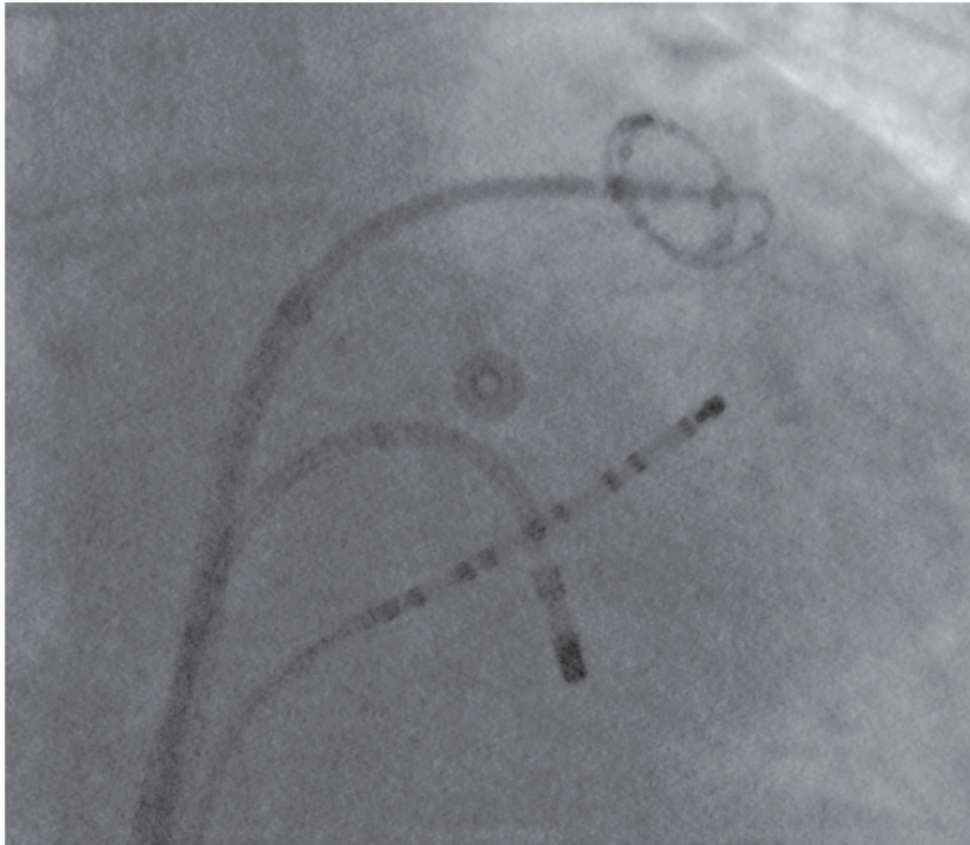
Elektrophysiologische Untersuchungen und Ablationen

Diese Herzkatheter-Methode kommt bei vorwiegend schnellen Rhythmusstörungen zum Einsatz, die auf eine medikamentöse Therapie nicht adäquat ansprechen. Dabei wird zwischen Vorhof-Rhythmusstörungen und Ventrikel-Rhythmusstörungen unterschieden, bei ersteren wird zusätzlich zwischen jenen im rechten und jenen im linken Vorhof differenziert. Die Zugangswege, das Vorgehen und das prozedurale Risiko hängen daher sehr stark von der Art der Rhythmusstörung ab, die man im Vorhinein in einem EKG oder Langzeit-EKG dokumentiert haben sollte, damit die Suche während des Herzkatheters danach geplanter ablaufen kann. Einer elektrophysiologischen Untersuchung, bei der man

die elektrischen Ströme und deren krankhafte Veränderungen einer anatomischen Lokalisation zuordnet, kann eine Ablation dieses elektrischen Problems im Herzen folgen. Die räumliche Nähe zu normalen elektrischen Leitungen muss dabei bedacht und mit dem Patienten/der Patientin diskutiert werden, da deren Verletzung die Notwendigkeit einer Herzschrittmacherimplantation mit sich ziehen kann. Die Ablationstherapie selbst verwendet entweder Radiofrequenz oder eine Ballon-gestützte Kälteanwendung (Kryoablation) mit dem Ziel, die fehlerhafte elektrische Aktivität bewusst und gezielt zu zerstören. Bei der Radiofrequenzablation wird Hochfrequenzstrom von 300 bis 500 Kilohertz mit applizierten Leistungen - liegen zwischen 15 und 50 Watt - eingesetzt, eine Kryoablation wird mit Kathetern, die auf -75°C oder weniger gekühlt werden, durchgeführt. Da der Großteil der Ablationen im Vorhof durchgeführt werden, benötigt man dazu mehrere venöse Punktionen in der Leiste. Technisch werden auch dabei zunächst Schleusen in die Venen, die zum Herzen führen, eingebracht, über welche dann verschiedene Katheter zum Messen der elektrischen Aktivität bzw. zum Therapieren eingebracht werden können. Eine adäquate und regelmäßig mit der sogenannten ACT-Methode gemessene Blutverdünnung bei diesen oft mehrere Stunden dauernden Eingriffen ist selbstredend. Ein besonderer Aspekt beim häufig zu behandelnden Vorhofflimmern ist, dass die Therapie im linken Vorhof erst nach Durchstechen der Vorhofscheidewand möglich ist. Dieser Standardschritt verursacht in einer Größenordnung von ca. 1% eine mitunter gefährliche Perikardtamponade (siehe Komplikationen weiter oben). Dass bei diesen elektrophysiologischen Untersuchungen und Ablationen regelmäßig mehrere Katheter gleichzeitig im Herzen sind, soll Abbildung 5 veranschaulichen.

Abbildung 5 zeigt eine Momentaufnahme einer typischen Phase einer Vorhofflimmerablation. Der Katheter mit einer Schlinge am Ende wird als Lasso-Katheter bezeichnet und ist der Messkatheter (hier gerade im Bereich der linken unteren Lungenvene). Der gerade Katheter mit 10 Elektroden (=Messpunkten=schwarze Bereiche im Verlauf) liegt im venösen Ableitungssystem des Herzens selbst (Sinus coronarius). Der Ablationskatheter ist jener, der gerade in einer Art Parkposition wie ein Bischofsstab auf seinen Einsatz wartet.





TAVI (Transkutane Aortenklappen Implantation)

Der Einbau von biologischen Aortenklappen (aus Schweine- oder Rindergewebe) über einen Herzkatheter ist eine Art Revolution der Herzkatheterismus des letzten Jahrzehnts. Dieser Eingriff erfolgt ebenfalls über eine Punktion der Leistenschlagader und ist geeignet für den Ersatz einer verengten (und verkalkten) eigenen Aortenklappe, die die linke Herzkammer von der Hauptschlagader im Sinne eines Einwegventils abtrennt, bei Patienten/innen, die ein erhöhtes Risiko für eine klassische herzchirurgische Sanierung haben. Hierzu bedarf es aufgrund der Größe der benötigten Schleusen (Durchmesser bis über 5mm) einer exakten Planung mittels eines diagnostischen Herzkatheters sowie einer Computertomographie der gesamten Hauptschlagader vom Herzen bis in die Peripherie (Abbildung 6). Nicht nur das Kaliber der einzelnen Gefäßabschnitte, sondern auch die Kurven und die gefäßständigen Verkalkungen können und müssen dadurch im Vorfeld exakt beurteilt werden, damit bei diesem durchaus invasiven Eingriff die Komplikationsrate gering ist. Grundsätzlich wird – nach Passage der verkalkten und verengten Aortenklappe - über einen steifen Draht das Implantationssystem auf die Höhe der ehemaligen Klappe vorgebracht. Unter Durchleuchtungskontrolle wird dann die neue Klappe eingebaut, wobei es im Wesentlichen zwei Systeme gibt. Einerseits werden Ballon-expandierbare und andererseits selbstexpandierbare Klappen verwendet (Abbildung 7). Das Grundprinzip der Klappen selbst ist dabei das Gleiche; in einem zusammenfaltbaren Stent befindet sich eine eingenähte biologische Klappe. Im Falle eines Ballon-expandierbaren Systems findet sich unter dem gefalteten Stent ein Ballon (analog einer oben beschriebenen perkutanen Koronarintervention), welcher unter einer sehr schnellen Schrittmacherstimulation (über

180 Schläge pro Minute) entfaltet und dadurch die Klappe eingebaut wird. Diese schnelle Schrittmacherstimulation (englisch „rapid pacing“) bewirkt eine derart schnelle Herzmuskelkontraktion, sodass sich das Herz de facto nicht bewegt. Dies wiederum ermöglicht einen exakten Einbau der Klappe. Da dieses Manöver unter einer halben Minute andauert, wird es von den Patienten/Innen auch gut toleriert. Bei sehr stark verkalkten Klappen wird gelegentlich auch vorm Klappeneinbau (unabhängig vom verwendeten Modell) eine Ballonsprengung der körpereigenen Klappe durch ein derartiges Manöver durchgeführt. Selbstexpandierbare Aortenklappen bestehen aus einem Metall, das bei unter 10° Grad gefaltet werden kann und bei Körpertemperatur seine ursprüngliche Form als offener Stent selbständig wiedererlangt. Dementsprechend wird der Stent vor Einbau in einem kalten Wasserbad zusammengefaltet und es wird über diesen eine abzuschraubende Hülle gestülpt. Nach Positionierung an der richtigen Stelle des Herzens wird diese Hülle langsam entfernt, wodurch sich der Stent durch die Wärme des Körpers in seine eigentliche Form ausdehnt und so die neue biologische Klappe ihre Funktion aufnehmen kann. Unterschiede im Design und in der Technik ermöglichen einen individualisierten Einsatz, wozu eine optimale Bildgebung (Herzkatheter im Vorfeld, Computertomographie, Echokardiographie) und Planung von Nöten ist. Bei einer TAVI wird anders als bei einem chirurgischen Aortenklappenersatz die alte Klappe nicht entfernt, sondern dient als Anker für die transkutane neue Klappe. Daher ist diese Methode nicht für undichte Aortenklappen geeignet. Zudem entsteht ein gewisser Druck auf benachbarte Strukturen, allen voran auf einen elektrischen Leiter im Herzen. Aus diesem Grund ist eine mögliche Konsequenz einer TAVI, dass eine Implantation eines Herzschrittmachers nötig wird. Je nach verwendetem Modell und je nach bereits vorgeschädigter Elektrik tritt das bei wohl einem von zehn Patienten als Teil dieser Methode auf, weshalb nach jeder TAVI eine gewisse Nachbeobachtungszeit von ein paar Tagen notwendig ist. Bedingt durch die Größe der Schleusen und der Implantationssysteme sowie der Drähte sind Komplikationen im einstelligen Prozentbereich zu erwarten. Sie umfassen unter anderen Blutungen in der Leiste mit Notwendigkeit einer raschen gefäßchirurgischen Revision oder – deutlich seltener – Schlaganfälle beim Queren des Aortenbogens. Die bisherigen Studienresultate weisen darauf hin, dass die TAVI eine ähnliche Haltbarkeit wie eine herzchirurgisch implantierte biologische Aortenklappe hat.

Abbildung 6. Ausschnitt aus den computertomographischen Berechnungen und Darstellungen bei der Planung einer transkutanen Aortenklappenimplantation. Links sieht man die Darstellung des Aortenbogens in der geplanten Implantationsebene. Rechts ist eine dreidimensionale Darstellung der Beckengefäßachse mit Messungen der Durchmesser auf verschiedenen Höhen.



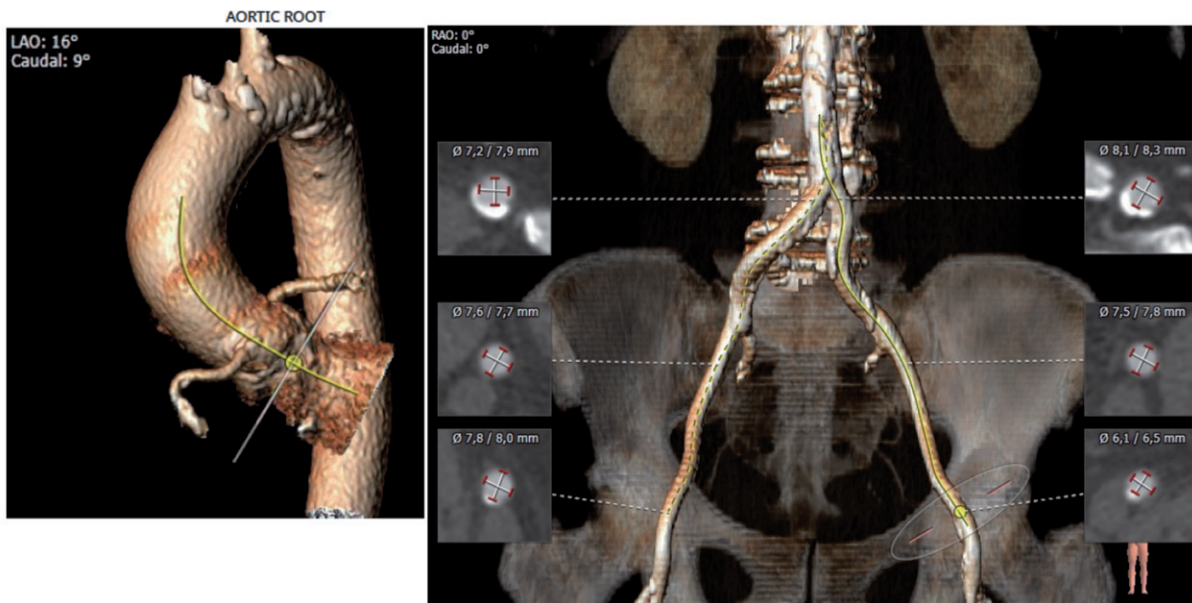
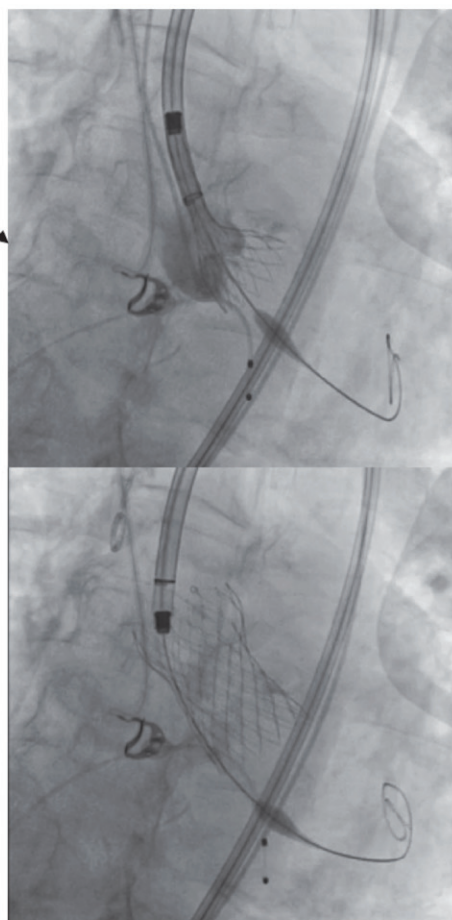
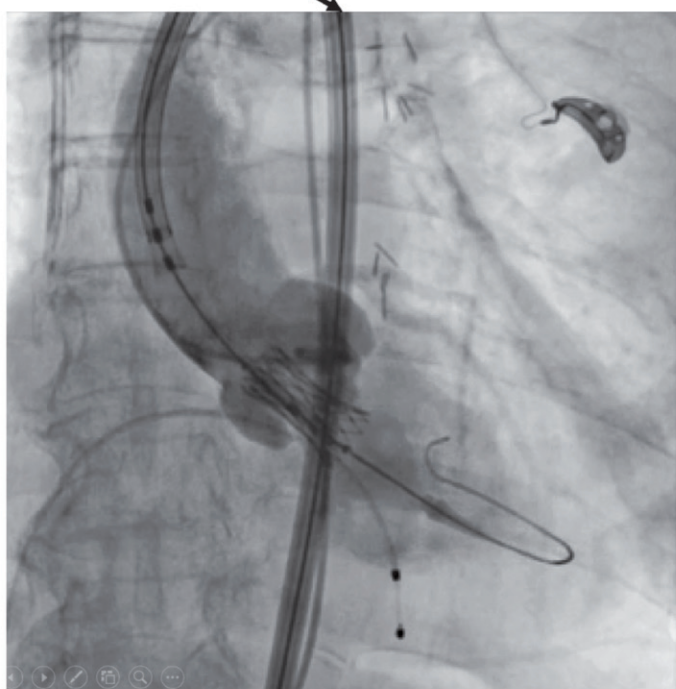


Abbildung 7. Darstellung einer Ballon-expandierbaren TAVI unmittelbar am Beginn der Implantation (links) und einer selbstexpandierbaren TAVI am Beginn der Implantation (rechts oben) und unmittelbar nach Freisetzung (rechts unten). In beiden Fällen findet sich ein über die linke Leistenvene temporär eingebrachter Schrittmacher in der rechten Herzkammer sowie ein pig-tail Katheter, der über die linke Leistenschlagader eingeführt und mit dessen Hilfe die Lage der TAVI kontrolliert wird.

Selbstexpandierbare Klappe

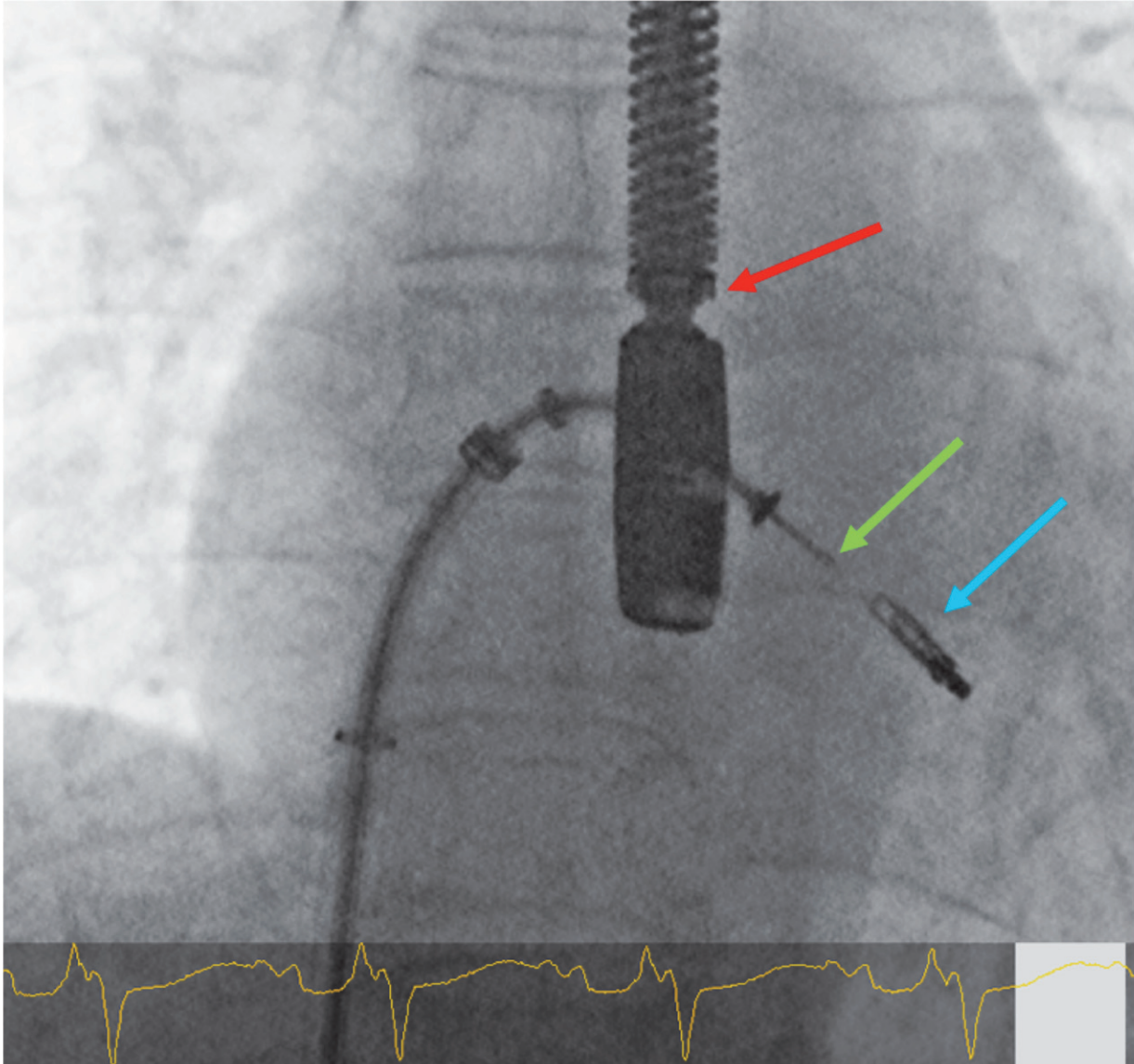
Ballon-expandierbare Klappe



Perkutane Mitralklappenreparaturen

Eine weitere Innovation des letzten Jahrzehnts sind Herzkatheter-basierte Reparaturverfahren der Mitralklappe, die den linken Vorhof und die linke Kammer ebenfalls als Einwegventil voneinander trennt. Anders als die Aortenklappe, die eine sogenannte Taschenklappe ist, handelt sich bei der Mitralklappe, für die Form-bedingt die Bischofsmütze namensgebend ist, um eine sehr komplexe Segelklappe. Neben zwei unterschiedlich großen Segeln mit jeweils drei Bereichen, besteht sie aus einem sattelförmigen ovalen Ring und Sehnenfäden als Verbindung zum Herzmuskelgewebe der linken Herzkammer. Über letztere erfolgt die Öffnungsbewegung bei der Entspannung der linken Herzkammer. Die Behandlung von Undichtigkeiten dieser Mitralklappe ist eine Domäne der Herzchirurgie. Bei sehr hohem Operationsrisiko oder inoperablen Patienten/innen, besteht jedoch die Möglichkeit einer zumindest teilweisen Herzkatheter-basierten Reparatur. Dabei sind mehrere Systeme weltweit in Verwendung, die eine Annäherung auseinanderklaffender Segel(abschnitte) zum Ziel haben. Dies kann durch Angriff an den Segeln selbst oder durch Engerstellen des Klappenringes (des „Türstocks“) erfolgen. Ersterer Ansatz ist aktuell weltweit am häufigsten in Verwendung. Dabei wird – analog zum Vorgehen bei elektrophysiologischen Vorhofflimmerablationen (siehe oben) – nach Punktion der Leistenvenen der rechte Vorhof aufgesucht und durch Punktion der Vorhofscheidewand der linke Vorhof sondiert, um von dort mit einer Art Kluppe das hintere und vordere Mitralklappensegel aneinander anzunähern. Die exakte Lage und der zu erwartende Effekt vorm Loslassen der „Kluppe“ wird mittels einer Ultraschallsonde in der Speiseröhre kontinuierlich überprüft und die Lage so lange modifiziert bis sich das gewünschte Ergebnis einstellt (Abbildung 8). Dies kann mitunter einige Stunden dauern. Die möglichen Komplikationen entsprechen jenen der oben angeführten Herzkathetereingriffe plus natürlich die sehr seltene Gefahr, dass sich - trotz initial gutem Halt der „Kluppe“ - diese lösen kann. Andere, noch weniger erprobte Verfahren, bewirken über einen gegen den Blutstrom durchgeführten Zugang über das venöse System des Herzens, welches im sogenannten Sinus coronarius im rechten Vorhof mündet, eine Verkleinerung des Mitralklappenringes, wodurch voneinander entfernte und dadurch undichte Mitralklappensegel dicht(er) gemacht werden.

Abbildung 8: Darstellung des Moments des Ablösens des Clips (der „Kluppe“) bei einer perkutanen End-zu-End-Mitralklappenreparatur. Der Clip ist durch den hellblauen Pfeil, der Ultraschallkopf in der Speiseröhre durch den roten Pfeil und die Spitze des Implantationssystems im linken Vorhof durch den hellgrünen Pfeil gekennzeichnet.



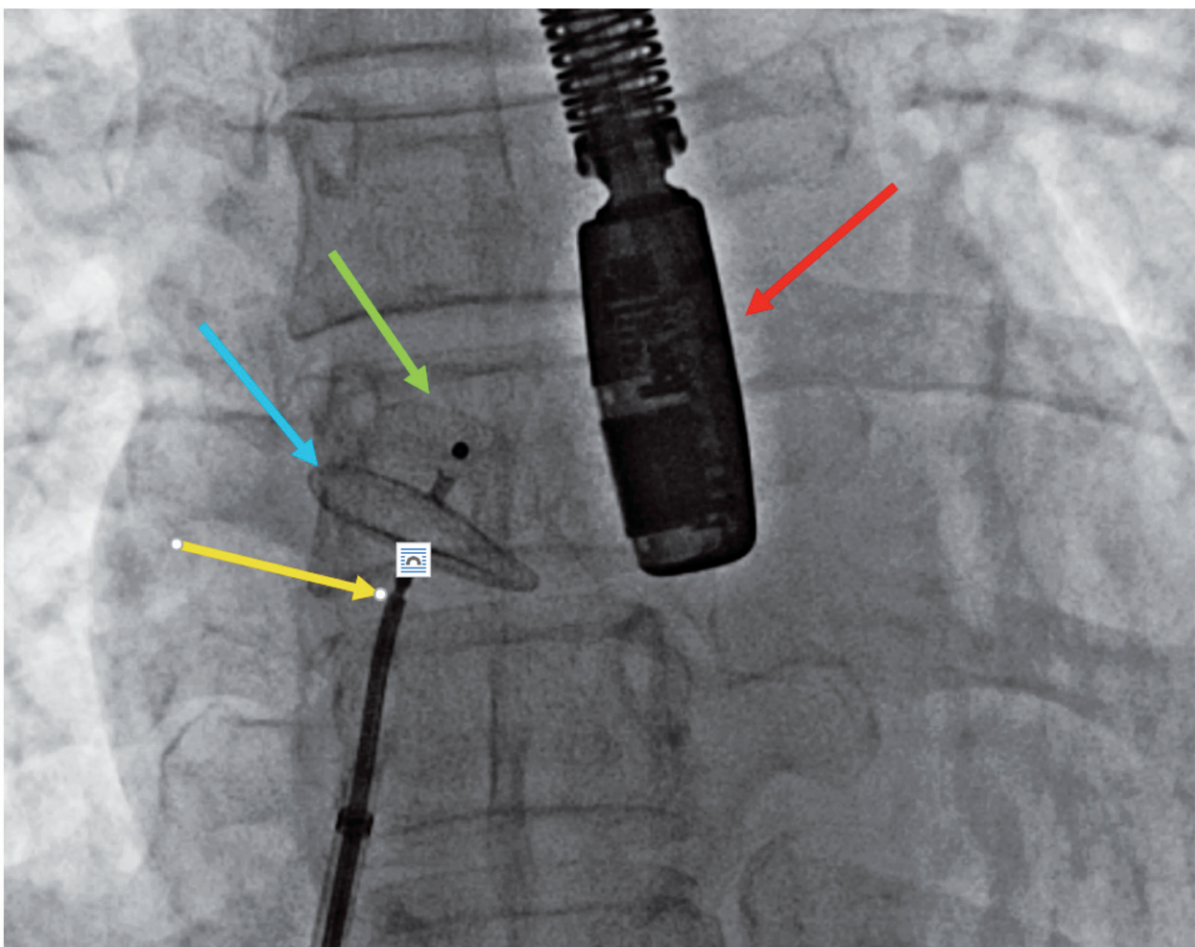
Verschluss eines offenen (persistierenden) Foramen ovale (PFO) oder Vorhofseptumdefekts (ASD)

Bei ca. einem Viertel der Menschen verschließt sich die im Mutterleib notwendige Verbindung zwischen rechtem und linkem Vorhof nach der Geburt nicht und bleibt als eine Art dynamischer Tunnel zeitlebens offen. Dies wird als persistierendes (bestehenbleibendes) Foramen ovale, kurz PFO genannt, bezeichnet. In seltenen Fällen kann über diesen Weg ein kleines Blutgerinnsel, das unter normalen Umständen in der Lunge (dem normalen Weg) keine Probleme bereiten würde, vom venösen ins arterielle System gelangen und über die linke Herzkammer und die Hauptschlagader ins Gehirn embolisieren, wo es stecken bleibt und einen Schlaganfall verursacht. In Fällen juveniler



Schlaganfälle, d.h. Schlaganfälle bei jungen Menschen, besteht neuesten Studien aus dem Jahr 2017 zufolge die Indikation zum interventionellen Verschluss. Dabei wird nach Punktion der Leistenvenen ein Draht über dieses PFO vom rechten in den linken Vorhof eingeführt. Dieser Draht dient als Schiene für das Vorbringen eines Verschlusschirmes, welcher aus zwei aus einer Metalllegierung bestehenden Scheiben besteht, die in der Mitte durch einen kleinen Steg verbunden sind. Die eine Scheibe wird unter Durchleuchtungskontrolle (und gegebenenfalls zusätzlicher Ultraschallkontrolle) im linken Vorhof aufgespannt, die andere als Gegenscheibe im rechten (Abbildung 9). Das dadurch eingeklemmte PFO wächst daraufhin über einige Monate zu.

Abbildung 9. Darstellung eines Verschlusses eines persistierenden Foramen ovale (PFO) knapp vorm Ablösen des Schirmes vom Führungskatheter. Der rote Pfeil zeigt auf den Ultraschallkopf, der über die Speiseröhre eingeführt ist. Der grüne Pfeil zeigt auf die dünne Scheibe des Verschlusschirmes, die im linken Vorhof liegt, der blaue Pfeil weist auf jene Scheibe des Verschlusschirmes im rechten Vorhof hin. Der gelbe Pfeil zeigt auf die noch nicht abgeschraubte Spitze des Führungskatheters, der dann über die rechte Leistenvene entfernt wird.



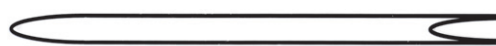
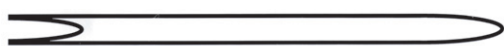
Über diesen Weg werden bei Bedarf auch angeborene Verbindungen zwischen beiden Vorhöfen verschlossen, die durch fehlende Anlage eines Teils der Scheidewand zustande

kommen. Sie werden als Vorhofseptumdefekte (ASD) bezeichnet und sind – anders als das PFO – einerseits deutlich seltener und andererseits keine dynamischen, tunnelartigen Verbindungen, sondern eher wie Löcher in der Trennwand zu verstehen.

Zusammenfassend ist der moderne Herzkatheterismus ein zentraler Teil in der Diagnostik und Therapie verschiedener Herzkreislauferkrankungen. Die Entwicklungen sind bei Weitem noch nicht am Ende und finden kontinuierlich breiteren Einsatz bei immer diverseren Erkrankungen. Die oben angeführten Verfahren stellen einen Auszug der täglichen Arbeit dar und sollen dem interessierten Leser einen kleinen Einblick in den klinischen Alltag, die Möglichkeiten aber auch Methoden-inhärenten Gefahren geben. Das Ziel der Innovationen und stetigen Verbesserungen in den einzelnen Eingriffen, die gerne als Herzkatheter subsummiert werden, kann klarer nicht sein: Möglichst vielen Menschen mit unterschiedlichen Herzkreislauferkrankungen auf möglichst schonendem und sicheren Wege Hilfe anbieten zu können.



Notizen





Curriculum Vitae

Current position:

since Jan-1-2017 Head of the Department for Internal Medicine and Cardiology at Klinikum Klagenfurt am Wörthersee

University and postgraduate education:

1993-2000 Study of human medicine at Leopold Franzens University Innsbruck
 1998-1999 Scientific fellow at University Clinic for Cardiology, Innsbruck
 23.02.2000 Graduation to Dr. med. univ. since
 04/2000 Assistant Physician at University Clinic for Cardiology, Innsbruck
 28.4.2006 Specialist in Internal Medicine
 10.4.2008 Specialist in Cardiology
 25.9.2008 Venia docendi as Associate Professor for Internal Medicine
 01.05.2010 Specialist in Intensive care medicine

Cardiological/clinical activities:

2013-2015 Head of the working group „Interventional Cardiology“ of the Austrian Society of Cardiology

07/11-12/16 Vice medical director and head of the department of cardiology at Rehabilitation Centre Münster in Tyrol
 2008-2013 Coordinator of the cardiovascular module at the University
 Clinic of Cardiology for all students in their 5th semester
 2006-2016 Physician in charge at different wards of the University
 Clinic of Cardiology within a consultant rotation programme
 since 05/2005 permanent skill training in invasive and interventional cardiology with focus on invasive imaging, FFR and primary PCI
 2004-2015 Board member of the association „Förderung von Forschung und Fortbildung in experimenteller und interventioneller Kardiologie“
 since 02/2004 Physician in charge for a quality initiative concerning cardiovascular risk factors in elective patients undergoing coronary angiography
 since 2003 regular night duties at the emergency department, intensive care unit (ICU), and nephrology
 since Jul-01 regular night duties at the coronary care unit (CCU)
 since 2000 Support of diverse multicenter studies and registries, e.g.: TRITON, TARGET, FINESSE, IMPROVE-IT, BASKETPROVE, BASKET-PROVE II, HORIZON, ENCORE-2, ARTS II, PLATO, TRACER, ENDEAVOR II, EuroHeart Survey on PCI, JANUS-Registry, österreichisches Akut-PCI-Register, Endeavor Resolute Register, ATLANTIC, RIVER-PCI

Additional trainings:

- Diploma in echocardiography, March 2002
- Presentation training at „into Media“, Vienna, 5-Mar-2007
- MAW-1 course for didactical medical education, November 2007
- Seminar „Patienten- und Mitarbeiterorientierte Führung“ (60 hours), 2008
- Medical Leadership at PMU in Salzburg, Modules 1 to 5, 2010-2011
- Diploma in „Spezielle Ausbildung hinsichtlich der diagnostischen Anwendung von Röntgenstrahlen und Gammastrahlen“, 12-Mar-2011 and 7-Nov-2015

Österreichischer Herzverband Landesverband Kärnten

KLAGENFURT - LANDESVERBAND

Büro: Kumpfgasse 20/3, 9020 Klagenfurt

Telefon (0463) 50 17 55

E-Mail: office@herzverband-ktn.at

Web: www.herzverband-ktn.at

Sprechtag: jeden Dienstag von 14.00 – 16.00 Uhr

Präsident: Ing. Dietmar KANDOLF

Willroidergasse 3, 9073 Klagenfurt-Viktring

Telefon: (0660) 767 1000

E-Mail: dietmar.kandolf@drei.at

Präsident Stellvertreter: Ernst Dengg

Nussweg 16, 9020 Klagenfurt

Telefon: (0650) 26 46 414

KLAGENFURT:

Claudia **WOATH**

Winzerweg 13, 9073 Klagenfurt Telefon: 0664 2230075

TURNEN:

Jeden Montag in der VS1 am Kreuzbergl, Lerchenfeldstr. 35
Turnsaal, 17.00 – 18.00

KLAGENFURT:

Ing. Dietmar **KANDOLF**

Willroidergasse 3, 9073 Klgt., Telefon: 0660 - 7671000

FAHRRADERGOMETERTRAINING:

Jeden Mittwoch in der Humanomed Privatklinik Maria Hilf,
Radetzkystr. 35, 9020 Klgt. 2. OG,
Gruppe 1, 9,30 – 10,30, Gr.2 10,30 - 11,30, Gr.3 11,30 - 12,30

VILLACH

Ingeborg **KILZER**

Tirolerstr. 2/4, 9500 Villach Telefon: 0650 - 3839949

TURNEN:

Jeden Dienstag in der Volksschule 2 - Friedensschule (Gym-
nastiksaal 2 – EG, in Villach von 16.45 - 18.00

WOLFSBERG

Mag. Norbert **FARITSCH**

Pernhartweg 8/36, 9400 Wolfsberg Telefon: 0680 – 2002513

TURNEN:

Jeden Dienstag i. d. NMS Wolfsberg, Hans Scheiber Str. 1
Bildungswelt Maximilian Schell, von 17.00 - 18.00

BAD ST. LEONHARD

Benno **MÜHLBACHER**

Finsterweg 217, 9462 Bad St. Leonhard Telefon: 04350 - 2392

TURNEN:

Jeden Montag in der Hauptschule
in Bad St. Leonhard v. 19.00 - 20.00

LAAS

Anni **EINETTER**

Kötschach 368, 9640 Kötschach/Mauthen

Telefon: (04715) 20915

TURNEN: Jeden Donnerstag in der Volksschule Kötschach
von 17.00 - 18.00

SPITTAL/DRAU

Helmut **KÜHR**

Pattendorf 33, 9813 Möllbrücke Telefon: (0676) 635 2789

TURNEN:

Jeden Donnerstag in der Volksschule West, Eingang 10. Okto-
berstraße, gegenüber Evang. Kirche, von 15.30 – 16.30

ALTHOFEN

Barbara **HÖRNER**

Rupertiweg 3, 9334 Guttaring Telefon: (0680) 1211965

TURNEN:

Jeden Mittwoch in der Volksschule Guttaring, Silbereggerstr. 5,
von 16.30 – 17.30

KEGELRUNDE KLAGENFURT

Anita **NAGELE**

SIR-Karl-Popper Str. 3, 9020 Klgt. Telefon: (0650) 5159249

Jeden Mittwoch im Gemeinschaftshaus des Klinikums Kla-
genfurt am Wörthersee von 16.30 – 19.30

NORDIC WALKING KLAGENFURT

Mag. Marianne **STEINWENDER**

Klein Venedig 22, 9131 Grafenstein Telefon: (0664) 1556545

Derzeit findet Nordic Walking nicht mehr statt. Wird im Frühjahr
bei Schönwetter fortgesetzt.

Achtung Turngruppen

Je nach Öffnung der Schulen und der Corona
Bestimmungen werden wir das Turnen fortsetzen.
Erkundigen Sie sich bitte bei den jeweiligen Be-
zirksobleuten nach dem jeweiligen Bestimmungen.

Ansprechpartner des Kärntner Herzverbandes

Dr. KAULFERSCH Carl

Facharzt für Innere Medizin und Kardiologie,

Ordination nach Vereinbarung

Wahlarzt aller Kassen

Villacherstraße 1A

9020 Klagenfurt Tel.: 0463 / 507 407

Mobil: 0664 / 39 600 61

www.cardio-kaulfersch.at

Dr. LAUBREITER Kornelia

EOA der Abtlg. für Innere Medizin und Kardiologie,

Klinikum Klagenfurt

FA für Innere Medizin, Kardiologie, Intensivmedizin

Ordination nach tel. Vereinbarung

Wahlarzt aller Kassen

Ferdinand Jergitsch Straße 8

9020 Klagenfurt Tel.: 0664 / 416 97 54

Ansprechpartner des Kärntner Herzverbandes

Univ. Prof. DDr. GRIMM Georg

FA für Innere Medizin, Kardiologie, Intensivmedizin
Ordination nach tel. Vereinbarung
Wahlarzt aller Kassen
Privatordination

Winklerner Straße 32
9210 Pörschach Tel.: 04272 / 3110

Dr. WERNISCH Margarethe

Facharzt für Innere Medizin und Kardiologie
Ordination nach Vereinbarung
Wahlarzt aller Kassen

Lerchenfeldstraße 45
9020 Klagenfurt
Tel.: 0463 / 55562 Fax: 0463 / 55562-22

Dr. KRAPPINGER Heinz

Facharzt für Innere Medizin und Kardiologie
Gesundenuntersuchung
Ordination nach Vereinbarung
Wahlarzt aller Kassen

Nikolaigasse 39
9500 Villach Tel.: 0664 / 28 22 134

Dr. RAB Anna

Facharzt für Innere Medizin, Kardiologie und
Intensivmedizin
Herzkatheterleitung am LKH Villach
Ordination nach telefonischer Vereinbarung
Wahlarzt aller Kassen

St. Veiter Strasse 7
9020 Klagenfurt Tel.: 0676 / 361 05 16

Prim. Dr. OSCHMAUTZ Harald

FA für Innere Medizin
Ordination nach tel. Vereinbarung
Wahlarzt aller Kassen

Radetzkystraße 35
9020 Klagenfurt
Tel.: 0676 – 885751481 bzw.
Tel.: 0463 / 5885 4531
www.droschmautz.at

Prim. Dr. SYKORA Josef

FA f. innere Medizin und Kardiologie
Ordination nach Vereinbarung, Wahlarzt aller Kassen

Radetzkystraße 35
9020 Klagenfurt
Tel.: 0463 / 26 14 02
Handy: 0664 / 4508195 bzw.
www.humanomed-zentrum.at

Prim. Dr. SIEBERT Franz

Vorstand der internen Abteilung
Krankenhaus der Barmherzigen Brüder

Spitalgasse 26
9300 St. Veit/Glan
Tel.: 04212 / 499 - 0
Fax: 04212 / 499 - 400
www.barmherzige-brueder.at

Dr. VORDEREGGER Ulf

Facharzt für Innere Medizin und Kardiologie
Ordination nach Vereinbarung

Vertragspartner der Kassen:
ÖGK, BVAEB, SVS, VA, KFA

Domgasse 3
9020 Klagenfurt
Tel.: 0463 / 50 45 45
Tel.: 0664 / 460 68 26
www.kardiologe-klagenfurt.at

Dr. SUNTINGER Anton

Facharzt für Innere Medizin und Kardiologie
Ordination nach Vereinbarung

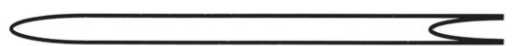
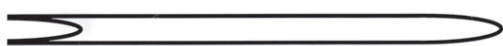
Vertragspartner der BVAEB und SVS
Wahlarzt der übrigen SV

Lerchenfeldstraße 45
9020 Klagenfurt
Tel.: 0463 / 55562
Fax: 0463 / 55562-22

Prim. Dr. WANDSCHNEIDER Wolfgang

Facharzt, Abteilungsvorstand der Herz-, Thorax- und
Gefäßchirurgie, Klinikum Klagenfurt
Termine nach Vereinbarung, Wahlarzt aller Kassen

Benediktinerplatz 5
9020 Klagenfurt Tel.: 0664 / 413 59 59





40 JAHRE

ÖSTERREICHISCHER 
HERZVERBAND
LANDESVERBAND KÄRNTEN

Der Österreichische Herzverband braucht Ihre Mitgliedschaft

Durch Ihren Beitritt helfen Sie mit, unsere Selbsthilfe-Organisation zu vergrößern und zu stärken. Sich selbst aber, so Sie schon Herz- oder Risikopatient sind, verhelfen Sie in unserer Gemeinschaft zu einer besseren Bewältigung Ihrer Krankheit und damit zu einer höheren Lebensqualität.

Ihre Anmeldung nimmt jederzeit gerne entgegen:

ÖSTERREICHISCHER HERZVERBAND, Landesverband Kärnten
Kumpfgasse 20/3, 9020 Klagenfurt, Tel.: (0463) 50 17 55, Mail: office@herzverband-ktn.at
Web: www.herzverband-ktn.at Mitgliedsbeitrag: 30,- Euro/Jahr mit 4x Zeitung Herzjournal

Beitritts-
erklärung

Vor- und Zuname: geb.:

Strasse: PLZ./Ort:

Bitte in Blockschrift)

Datum:20Tel.:

Unterschrift

Mit meiner Unterschrift erkläre ich mich damit einverstanden, dass die angegebenen Daten vom Österreichischen Herzverband verarbeitet und für Infomails, Postaussendungen, Herzjournal verwendet werden.

Spenden: Bank für Kärnten IBAN: AT19 1700 0001 1300 0589 BIC: BFKKAT2K

P.b.b. Verlagspostamt 9020 Klagenfurt

Znr.: 02Z030842

Ergeht an:

Wenn unzustellbar, bitte
zurück an Aufgabepost-
amt 9020 Klagenfurt

Impressum:

Herausgeber: Österreichischer Herzverband,
Landesverband Kärnten, 9020 Klagenfurt,
Kumpfgasse 20/3, Telefon (0463) 501755.
Mail: office@herzverband-ktn.at
Medieninhaber: Ing. Dietmar Kandolf, 9020
Klagenfurt, Kumpfgasse 20/3 Telefon 0660-
767 1000. Für den Inhalt verantwortlich: Der
Herausgeber. Satz und Druck: il:printo,
Printmedien aller Art, Adolf-Rossmann-Weg
5, 8073 Feldkirchen/Graz. SAP 0021020117