



## Beiträge

- Aortendissektion
- Infiltrative Erkrankungen
- Mitralklappen-ersatz
- Spiroergometrie
- Pflegewissenschaft

Leitstelle der Kardiologischen Ambulanzen des Universitäts-Herzzentrums am Standort Freiburg

Foto: Christina Dages

**Sehr verehrte Kolleginnen und Kollegen,  
liebe Leserinnen und Leser,**

die neue Ausgabe von „UHZ aktuell“ bringt gleich zu Jahresbeginn wieder viele spannende Themen und klinikrelevante Informationen.

So finden Sie hier eine aktuelle Übersicht zur Behandlung der Typ-B- und Typ-non-A-non-B-Aortendissektion. Der Beitrag bringt Informationen aus erster Hand von einer der führenden Arbeitsgruppen auf diesem Gebiet.

Auch die Katheterinterventionen bei struktureller Herzerkrankung sind prominent vertreten mit Beiträgen zum perkutanen Mitralklappenersatz und zur Schrittmacherindikation nach kathetergestützter Aortenklappenimplantation (TAVI).

Ein wichtiges Feld, das bisher oft zu wenig Beachtung gefunden hat, ist die kardiale Amyloidose, die häufig mit der Aortenklappenstenose im fortgeschrittenen Alter vergesellschaftet ist. Für diese Erkrankung gibt es nun neue Möglichkeiten zu einer kausalen Therapie, die hier diskutiert werden.

Zwei Beiträge aus der Kinderkardiologie befassen sich mit Belastungsuntersuchungen bei Kindern beziehungsweise der Übertragung pflegewissenschaftlicher Erkenntnisse in die Praxis.

In der Reihe „Leitlinien“ erhalten Sie eine kurze Zusammenfassung der 2021 erschienenen Empfehlungen der Europäischen Gesellschaft für Kardiologie zur Schrittmacherstimulation und Resynchronisationstherapie.

Schon jetzt möchten wir auf den UHZ-Wissenschaftstag 2022 hinweisen, ein ausführliches Programm finden Sie in diesem Heft.

Allen unseren Leserinnen und Lesern wünschen wir einen guten Start in ein erfolgreiches und hoffentlich gesundes neues Jahr 2022, das viele neue Entwicklungen bringen wird.

Mit herzlichen Grüßen

Ihr

Franz-Josef Neumann



Prof. Dr. Dr. h.c. F. Beyersdorf  
Klinik für Herz- und  
Gefäßchirurgie



Prof. Dr. Dr. h.c. Ch. Bode  
Klinik für Kardiologie  
und Angiologie I



Prof. Dr. P. Kohl  
Institut für Experimentelle  
Kardiovaskuläre Medizin



Prof. Dr. F.-J. Neumann  
Klinik für Kardiologie  
und Angiologie II



Frau Prof. Dr. B. Stiller  
Klinik für Angeborene  
Herzfehler/Kinderkardiologie



P. Bechtel  
Pflegedienstleitung

Behandlung der Typ-B- und Typ-non-A-non-B-Aortendissektion .....4

ATTR-Amyloidose und Tafamidis .....6

Perkutaner Mitralklappenersatz – valve in valve .....8

Belastungsuntersuchung in der Kinderkardiologie – Finessen der Spiroergometrie.....10

Pflege: Pflegewissenschaftliche Erkenntnisse in die Praxis bringen – ein Projekt in der Kinderkardiologie.....12

Forschung: Schrittmacher nach TAVI.....14

Leitlinien: 2021 ESC-Guidelines zur kardialen Schrittmacher- und Resynchronisationstherapie.....16

Wir über uns: UHZ Wissenschaftstag 2022 .....18

Interdisziplinäre Zusammenarbeit.....20

Ausgezeichnete Mitarbeiter\*innen.....22

Aktuelles/Termine .....23

**Partner am Universitätsklinikum Freiburg**

- Allgemein- und Viszeralchirurgie
- Institut für Umweltmedizin und  
Krankenhaushygiene
- Plastische und Handchirurgie
- Anästhesiologie und  
Intensivmedizin
- Klinische Chemie
- Pneumologie
- Orthopädie und Unfallchirurgie
- Mikrobiologie und Hygiene
- Psychiatrie und Psychotherapie
- Dermatologie und Venerologie
- Nephrologie
- Radiologie
- Frauenheilkunde
- Neurologie und Neurophysiologie
- Thoraxchirurgie
- Herzkreislauf-Pharmakologie
- Nuklearmedizin
- Transfusionsmedizin
- Transplantationszentrum

IMPRESSUM

Herausgeber:  
UNIVERSITÄTSKLINIKUM FREIBURG  
Universitäts-Herzzentrum

Verantwortlich:  
Prof. Dr. Dr. h.c. M. Zehender

Redaktionsleitung:  
Prof. Dr. Dr. h.c. M. Zehender,  
Prof. Dr. J. Minners

Redaktion:  
H. Bahr, Frau G. Huber, Dr. R. Kubicki,  
Frau M. Roth, Dr. D. Schibilsky, Frau C.  
Spitz-Köberich, Frau Dr. J. Verheyen

Konzept und Gestaltung:  
H. Bahr, F. Schwenzfeier

Druck:  
Hofmann Druck, Emmendingen

Anschrift:  
UNIVERSITÄTSKLINIKUM FREIBURG  
Universitäts-Herzzentrum  
Standort Freiburg  
Hugstetter Str. 55 · D-79106 Freiburg  
E-Mail: uhzaktuell@  
uniklinik-freiburg.de

## Behandlung der Typ-B- und Typ-non-A-non-B-Aortendissektion

Dr. Maximilian Kreibich, Dr. Tim Berger, Prof. Dr. Martin Czerny und Prof. Dr. Bartosz Rylski

### Hintergrund

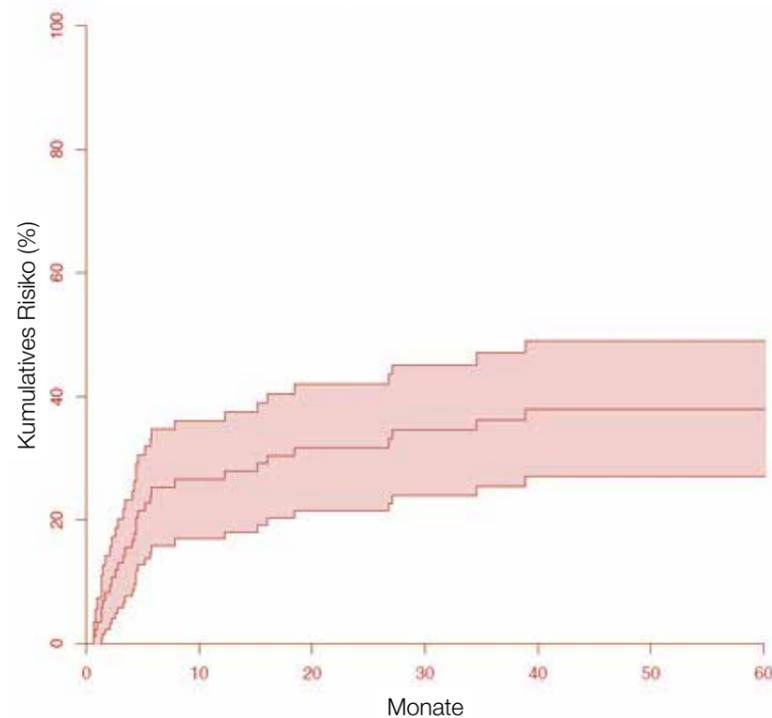
Die Aufspaltung der Wandschichten der Aorta mit Entstehung eines intramuralen Hämatoms sowie Ausbreitung und Ansammlung von Blut durch einen Einriss (Entry) in der Media wird als Aortendissektion bezeichnet. Nach neuer TEM (Typ, Entry, Malperfusion)-Klassifikation, welche bereits zuvor Gegenstand eines Artikels im UHZ aktuell war (Ausgabe 30 · April 2020), ist bei einer non-A-non-B-Aortendissektion der Aortenbogen und die Aorta descendens betroffen. Bei der Typ-B-Aortendissektion ist lediglich die Aorta descendens und nicht der Aortenbogen betroffen. Die Aorta ascendens ist in beiden Fällen nicht Teil der Aortopathologie. Alle Aortendissektionen sind medizinische Notfälle und bedürfen der umgehenden individuellen Behandlung idealerweise in einem Aortenzentrum, da die Sterblichkeit insbesondere bei Malperfusion oder Ruptur extrem hoch ist [1]. Klinisch wird die akute Typ-B- und non-A-non-B-Aortendissektion in eine unkomplizierte und eine komplizierte Unterform unterteilt. Eine komplizierte Dissektion liegt vor im Falle einer Malperfusion, einer signifikanten kurzfristigen Durchmesserprogression, bei aneurysmatischer Vergrößerung, bei nicht erfolgreicher, adäquater Blutdruckeinstellung, persistierender Symptomatik und/oder bei Ruptur [1].

### Konservative Therapie

Die Behandlung der akuten unkomplizierten Typ-B- und zum Teil auch der Typ-non-A-non-B-Aortendissektion ist primär eine Domäne der medikamentösen Therapie und besteht insbesondere aus strenger Blutdruckkontrolle. Ist dies gut möglich und zeigt sich in der kurzfristigen radiologischen Verlaufskontrolle ein stabiler Befund, so werden diese Patient\*innen in die ambulante Nachbeobachtung entlassen. In unserer Klinik

erfolgen diese Nachsorgeuntersuchungen in der Regel geplant nach sechs und zwölf Monaten und anschließend jährlich in unserer spezialisierten Aortenambulanz.

Kompetitive Risikoregression für eine aortale Intervention



**Abb.:** Kompetitive Risikoanalyse für eine aortale Intervention (kompetitives Risiko: versterben) nach medikamentöser Behandlung und Entlassung von Patient\*innen mit einer akuten unkomplizierten Typ-B- oder Typ-non-A-non-B-Aortendissektion. Das Risiko für eine aortale Intervention beträgt  $27 \pm 10\%$  nach einem sowie  $36 \pm 11\%$  nach drei Jahren. Abbildung modifiziert aus [2].

### Risiko für Interventionen

Allerdings besteht nach Entlassung und trotz optimaler medikamentöser Behandlung einer initial unkomplizierten Typ-B- und Typ-non-A-non-B-Aortendissektion ein kumulatives Risiko von bis zu  $36 \pm 11\%$  nach drei Jahren für eine aortale Intervention (endovaskulär oder offen chirurgisch) im chronischen Stadium (Abb.). Bei einer isolierten Betrachtung von Patient\*innen mit einer Typ B Aortendissektion liegt das Risiko mit  $38 \pm 12\%$

geringfügig höher. Bei zwei Drittel all dieser Patient\*innen war die Durchmesserprogression die Indikation zur aortalen Intervention. Lediglich bei einem einzigen Patienten erfolgte die Intervention auf-

grund einer akuten Ruptur der chronischen Aortendissektion. Es zeigten sich im Vergleich der Patient\*innen mit und ohne Intervention keine signifikanten klinischen Unterschiede und auch keine Unterschiede im Hinblick auf die Medikation. In der Auswertung der diagnostischen Computertomographien (also zum Zeitpunkt des Auftretens der Aortendissektion) zeigten sich jedoch signifikante Unterschiede: Bei Patient\*innen mit Intervention war das falsche Lumen der Dissektion häufiger nicht thrombo-

siert, die Dissektionen waren länger, wiesen mehr Kommunikationen (Re-Entries) auf, die proximalste Kommunikation war näher an der A. subclavia und die Aortendiameter als auch die gemessenen aortalen Querschnittsflächen waren größer. In der kompetitiven Risikoanalyse für eine Intervention im Verlauf (kompetitives Risiko: versterben) war ein maximaler Aortendurchmesser von größer 45 mm in der diagnostischen Computertomographie prädiktiv für eine aortale Intervention nach Entlassung [2]. Im Falle einer akuten komplizierten Typ-B- oder Typ-non-A-non-B-Aortendissektion ist eine unmittelbare Intervention bereits bei Diagnosestellung indiziert. In diesem und auch im Falle einer behandlungsbedürftigen chronischen Aortendissektion (in Abwesenheit einer Bindegewebserkrankung) ist die endovaskuläre Stentgraft-Behandlung die Therapie der Wahl [1–3].

### Ziel der Intervention

Das Ziel jeder invasiven Behandlung einer Aortendissektion ist primär der Verschluss oder die Resektion der proximalsten Kommunikation (also des mutmaßlichen Entries). Um dieses Ziel mittels Stentgraft sicher und nachhaltig erreichen zu können, muss der Stentgraft mit seiner proximalen Landezone proximal des Entries, idealerweise in einem gesunden Aortensegment, zu liegen kommen [1–3]. Hierfür ist in der Regel eine Verlagerung der Landezone nach proximal, häufig auch in den Aortenbogen, erforderlich. Zwar kann durch Transposition oder Bypass der supraaortalen Äste auch eine neue Landezone im Aortenbogen gewonnen werden, jedoch erhöht sich spätestens in der sogenannten Landezone 1, d. h. auf Höhe der linken A. carotis communis, vor allem bei Patient\*innen mit Aortendissektion das Risiko für eine retrograde Typ-A-Aortendissektion oder für die Entwicklung proximaler Undichtigkeiten (den sogenann-

ten Endoleaks) dramatisch. Beide Komplikationen würden die Konversion zur offen-chirurgischen Versorgung indizieren [1–3].

Für jene Patient\*innen, bei welchen eine sichere und nachhaltige endovaskuläre Behandlung der akuten komplizierten oder einer chronischen Aortendissektion vom Typ B oder Typ non-A-non-B nicht möglich ist, kann der Einsatz von hybriden Gefäßprothesen (dem sogenannten Frozen-Elephant-Trunk) indiziert sein [1–3]. Unsere Arbeitsgruppe konnte sehr gute Ergebnisse mit dieser individuellen Behandlung erzielen: Bei diesen selektionierten Patient\*innen traten postoperativ nach der Frozen-Elephant-Trunk-Implantation keine Todesfälle und keine Rückenmarksischämie auf [3]. Allerdings war auch bei 39% dieser Patient\*innen eine weitere aortale Reintervention nach Frozen-Elephant-Trunk-Behandlung erforderlich. Die hohe Rate an geplanten antizipierten, jedoch auch ungeplanten Reinterventionen an der Aorta konnten wir bereits zuvor aufarbeiten [4].

### Die Aortenambulanz

Unsere Ergebnisse unterstreichen somit klar die Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit der kontinuierlichen Nachsorge idealerweise in einer interdisziplinären Aortenambulanz. Dies sowohl im Falle eines konservativen medikamentösen Managements, einer endovaskulären Behandlung, aber auch nach offen chirurgischer Behandlung durch Hybridprothesen. Letzten Endes zeigt auch die niedrige Rate an aortalen Komplikationen nach Entlassung (nur ein Patient mit initial unkomplizierter Typ-B-Aortendissektion erlitt eine Aortenruptur), dass die Anbindung der Patient\*innen an eine Aortenambulanz und die zeitnahe und individuelle Intervention aortale Komplikationen effektiv verhindern kann.

*Die Behandlung von thorakalen Aortendissektionen kann das gesamte medikamentöse und chirurgische Behandlungsspektrum – von der konventionellen Chirurgie mit komplettem Aortenbogenersatz in der Regel in Frozen-Elephant-Trunk-Technik, über Hybridverfahren bis hin zu komplett chirurgisch-endovaskulären Optionen – erfordern. Ein interdisziplinäres Aorten-Team sollte die optimale Behandlung unter Berücksichtigung der gesamten Aorta von der Aortenwurzel bis über die Aortenbifurkation hinaus wählen. Die Nachsorge von Patient\*innen mit Aortenerkrankungen idealerweise in einer spezialisierten Aortenambulanz ist obligat.*

### Literatur

1. Czerny, M., et al., Current options and recommendations for the treatment of thoracic aortic pathologies involving the aortic arch: an expert consensus document of the European Association for Cardio-Thoracic surgery (EACTS) and the European Society for Vascular Surgery (ESVS). Eur J Cardiothorac Surg, 2019. 55(1): p. 133-162.
2. Kreibich, M., et al., Intervention rates and outcomes in medically managed uncomplicated descending thoracic aortic dissections. J Thorac Cardiovasc Surg, 2021. doi: 10.1016/j.jtcvs.2021.03.126. Online ahead of print.
3. Kreibich, M., et al., The Frozen Elephant Trunk Technique for the Treatment of Type B and Type Non-A Non-B Aortic Dissection. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2021. 61(1): p. 107-113.
4. Kreibich, M., et al., Aortic reinterventions after the frozen elephant trunk procedure. J Thorac Cardiovasc Surg, 2020. 159(2): p. 392-399 e1.

### Kontaktadresse

Dr. Maximilian Kreibich MHBA  
UNIVERSITÄTSKLINIKUM FREIBURG  
Universitäts-Herzzentrum  
Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie  
Hugstetter Straße 55 · 79106 Freiburg  
Tel.: 0761-270-28180  
Fax: 0761-270-25500  
E-Mail: maximilian.kreibich@uniklinik-freiburg.de

## ATTR-Amyloidose und Tafamidis

Dr. Maike Rosenstiel und Prof. Dr. Sebastian Grundmann

### Hintergrund

Der Begriff „Amyloidose“ beschreibt eine Gruppe von Erkrankungen, bei der es zu einer Ablagerung von abnorm veränderten Proteinen in verschiedenen Organsystemen kommt. Die zunehmende Infiltration von fehlgefalteten, unlöslichen Einweißbrillen im Interstitium des Gewebes führt langfristig zu einer Schädigung und Funktionseinschränkung des betroffenen Organs.

Bis vor wenigen Jahren galt eine kardiale Amyloidose als sehr seltene Erkrankung, wurde jedoch nach heutigen Erkenntnissen in vielen Fällen übersehen. Dank verbesserter Möglichkeiten der Diagnostik sowie eines größeren ärztlichen Bewusstseins für diese Krankheit wissen wir heute, dass eine kardiale Amyloidose viel häufiger auftritt als angenommen und bei einigen Patient\*innen die dominierende oder auch einzige Manifestation einer Amyloidose darstellen kann. Durch die Zulassung eines ersten spezifischen Medikaments für die ATTR-Amyloidose (Tafamidis) hat die frühe Diagnosesicherung mittlerweile auch eine große therapeutische Relevanz.

### Formen der kardialen Amyloidose

In der Literatur sind mehr als 30 verschiedene Proteine beschrieben, welche eine Amyloidose bedingen können. Am Herzen sind jedoch vor allem zwei Formen relevant, die den allergrößten Anteil (>95 %) der kardialen Manifestationen ausmachen: Die AL-Amyloidose und die ATTR-Amyloidose.

Bei der AL-Amyloidose kommt es im Rahmen eines multiplen Myeloms oder einer monoklonalen Gammopathie unklarer Signifikanz (MGUS) zur Ablagerung von fehlgefalteten Leichtketten-Immunglobulinen. Die ATTR-Amyloidose hingegen entsteht infolge einer Fehlfaltung des in der Leber gebildeten Proteins Transthyretin, entweder auf dem Boden einer autosomal-dominant vererbten Mutation dieses Proteins (mTTR) oder als Wildtyp (wtATTR)

ohne solche Mutation. Die genaue Pathogenese bei der erworbenen altersassoziierten wtATTR-Amyloidose ist noch weitgehend unverstanden.

### Klinische Manifestation der kardialen Amyloidose

Als Folge der Infiltration des myokardialen Interstitiums durch Amyloid entsteht eine Hypertrophie des Herzens mit verdickten ( $\geq 12$  mm) und versteiften Wänden, welche mit einer diastolischen und systolischen Funktionsstörung einhergeht. Die Ejektionsfraktion kann hier lange normal bleiben, dennoch entwickelt sich eine systolische und diastolische Herzinsuffizienz. Die kardiale Amyloidose ist unbehandelt eine fortschreitende, lebensbedrohliche Erkrankung. Die Prognose beim Auftreten einer Symptomatik ist unter anderem abhängig vom Vorliegen einer Mutation oder der Wildtypform, mit einer Lebenserwartung von 2 bis 6 Jahren. Zusätzlich bestehen oft typische extrakardiale Manifestationen, bei deren Vorhandensein in Zusammenhang mit einer Herzinsuffizienz an eine kardiale Amyloidose gedacht werden sollte.

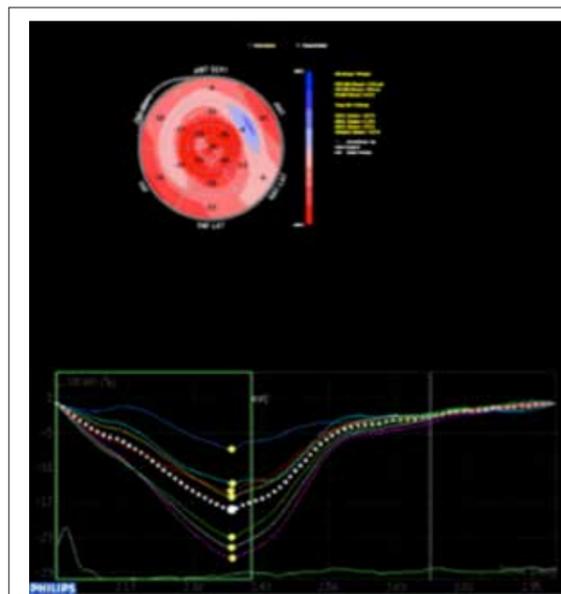
**„Red Flags“: An eine kardiale Amyloidose sollte gedacht werden, wenn bei einer LV-Hypertrophie ohne arterielle Hypertonie einer der folgenden Punkte vorliegt:**

- Arterielle Normo- oder Hypotonie
- Periphere Polyneuropathie
- Proteinurie
- Karpaltunnelsyndrom (insbesondere bilateral)
- Bizepssehnenruptur
- Spinalkanalstenose
- Autonome Dysfunktion
- EKG: Relative Niedervoltage im Verhältnis zur LV-Hypertrophie, Pseudo-Q-Zacken, Erregungsleitungsstörungen
- Echokardiographie: Perikarderguss, interatriale Verdickung, RV-Wandverdickung, typisches Strain-Muster
- Positive Familienanamnese

### Diagnostik bei kardialer Amyloidose

Die möglichst frühzeitige und sichere Diagnose einer kardialen Amyloidose ist insbesondere in Anbetracht des Wirkmechanismus der verfügbaren Therapien entscheidend für die betroffenen Patient\*innen. Klinisches Bild, Labor (erhöhtes NT-proBNP, Troponin T), EKG (Niedervoltage, Pseudoinfarktmuster, Blockbilder) und die Echokardiographie (LV-Hypertrophie, Perikarderguss, „apical sparing“ bei reduziertem globalem longitudinalem Strain) liefern die Grundlage für eine erste Verdachtsdiagnose. Ein Kardio-MRT kann insbesondere auch mit der Frage nach Differentialdiagnosen hilfreich sein. Goldstandard in der Diagnose von kardialen Amyloidosen ist besonders im frühen Erkrankungsstadium weiterhin die Myokardbiopsie. Aufgrund der Invasivität dieser Methode führen viele Zentren mittlerweile primär eine nichtinvasive Diagnostik durch, da bei Vorliegen von besonderen Befundkonstellationen auch hier eine Diagnosesicherung mit hoher Spezifität möglich ist. Primär sollte hierbei mittels Serum- und Urinimmunfixation nach einer monoklonalen Gammopathie gesucht werden. Liegt diese vor, kann auch in extrakardialen Gewebe (Bauchfett, Speicheldrüse, ggf. Knochenmark) biopsiert werden. Wenn eine monoklonale Gammopathie ausgeschlossen wurde, kann eine positive Skelettszintigraphie mit starker Traceranreicherung im Myokard eine ATTR-Amyloidose mit hoher Sicherheit nachweisen.

Je nach Alter und Familienanamnese der Patient\*innen schließt sich bei Nachweis einer ATTR-Amyloidose eine genetische Diagnostik an, da das Vorliegen einer ATTR-Mutation eine bessere Beratung hinsichtlich Prognose und auch eine Untersuchung von Angehörigen ermöglicht.



**Abb: Echokardiographische Analyse der linksventrikulären Myokardfunktion**

Trotz der normalen Ejektionsfraktion ist der longitudinale Strain des LV als sensibler Parameter der systolischen Funktion reduziert, wobei die apikalen Myokardsegmente typischerweise am wenigsten betroffen sind („apical sparing“)

### Therapie und Monitoring

Während es bislang keine gezielte pharmakologische Therapie für die Transthyretin-Amyloidose mit Kardiomyopathie gab, ist nun seit Februar 2020 das Medikament Tafamidis zur Behandlung sowohl der Wildtyp- als auch hereditären ATTR-Kardiomyopathie bei erwachsenen Patient\*innen in Europa zugelassen. Die Einnahme erfolgt in einer Dosis von 61 mg einmal täglich. Das Therapiekonzept von Tafamidis basiert auf einer Stabilisierung des Transthyretin-Proteins und somit der Verhinderung oder zumindest Verzögerung der Bildung von Amyloidfibrillen. Auf bereits vorhandene Amyloidablagerungen hat das Präparat jedoch keinen Einfluss und durch Amyloid verursachte Organschäden sind somit nicht reversibel. Häufig ist die Erkrankung bei Diagnosestellung bereits zu weit fortgeschritten, als dass die Patient\*innen von dem aktuell noch sehr teuren Medikament profitieren würden. Die europäischen Leitlinien zur Herzinsuf-

fizienz empfehlen einen Therapiebeginn im NYHA Stadium I-II. Für Patient\*innen mit weiter fortgeschrittener Herzinsuffizienz (NYHA III) bleibt es bei Einzelfallentscheidungen.

Tafamidis wird bereits seit 2011 in der Therapie der hereditären ATTR-Amyloidose mit Polyneuropathie im Stadium 1 eingesetzt. Auf dem Boden der Phase-3-ATTR-ACT (Transthyretin Amyloidosis Cardiomyopathy Clinical Trial) erfolgte nun auch die Marktzulassung für die ATTR-Kardiomyopathie. In der Studie zeigte sich in der Gruppe der Patient\*innen mit einer ATTR-Kardiomyopathie eine Reduktion der Gesamtmortalität und der kardiovaskulär-bedingten Hospitalisierungen von 30

bzw. 32 % gegenüber Placebo bei vergleichbarem Sicherheitsprofil. Auch fand sich unter Tafamidis eine deutliche Verbesserung der Lebensqualität (gemäß KCCQ-OS-Score) und der Leistungsfähigkeit (gemessen im 6-Minuten-Gehtest). Wichtig für den Therapieerfolg bzw. eine effektive Verzögerung des Krankheitsgeschehens sind jedoch eine frühe Diagnose, ein zeitnaher Behandlungsbeginn sowie auch ein strukturiertes Monitoring des Krankheitsverlaufs.

Bislang hat es hierfür an konkreten Überwachungskriterien gefehlt. Ein internationales Expertenteam hat sich in einer in 2021 erschienenen Publikation diesbezüglich festgelegt und empfiehlt die Entwicklung von je mindestens einem Parameter aus den Bereichen Klinik (Hospitalisierungsrate, NYHA-Klassifikation, Lebensqualität, Laufstrecke), Labor (NT-proBNP, Troponin, NAC Staging) und Bildgebung (linksventrikuläre Wanddicke, systolische und diastolische Funktion in der Echokardiographie, neue EKG-Auffäl-

igkeiten) zu beobachten. Als sinnvolle Kontrollintervalle wurden Zeiträume von 6–12 Monaten angesehen. Studien hierzu sind in naher Zukunft wichtig, um auch tatsächlich valide Daten zu generieren, die als Grundlage für Therapieentscheidungen bei einer Krankheitsprogression herangezogen werden können.

### Literatur

- McDonagh et al.: 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. Eur Heart J 2021 Sep 21;42(36):3599-3726.
- Maurer et al.: Tafamidis Treatment for Patients with Transthyretin Amyloid Cardiomyopathy. N Engl J Med 2018; 379:1007-1016
- Garcia-Pavia et al.: Diagnosis and treatment of cardiac amyloidosis. A position statement of the European society of cardiology working group on myocardial and pericardial diseases. Eur J Heart Fail 2021 23(4):512–526

**Die kardiale Amyloidose ist eine lebensbedrohliche Erkrankung mit einer vielseitigen klinischen Präsentation. Mit Tafamidis ist nun ein Medikament verfügbar, das eine Progression der ATTR-Amyloidose mit Kardiomyopathie effektiv verzögern kann. Eine frühzeitige interdisziplinäre Diagnostik ist für den Therapieerfolg von entscheidender Bedeutung. Am Universitäts-Herzzentrum können eine Diagnostik und ggf. Therapieinitiation stationär und ambulant über die Herzinsuffizienz-Ambulanzen veranlasst werden. Mehrere weitere Wirkstoffe zur Behandlung dieser Erkrankung sind momentan in der klinischen Erprobung und werden das therapeutische Portfolio möglicherweise in den nächsten Jahren noch erweitern.**

### Kontaktadresse

Prof. Dr. Sebastian Grundmann  
UNIVERSITÄTSKLINIKUM FREIBURG  
Universitäts-Herzzentrum  
Klinik für Kardiologie und Angiologie I  
Hugstetter Straße 55 • 79106 Freiburg  
Tel.: 0761-270-34010  
Fax: 0761-270-34110  
E-Mail: sebastian.grundmann@uniklinik-freiburg.de

## Interventionaler Mitralklappenersatz

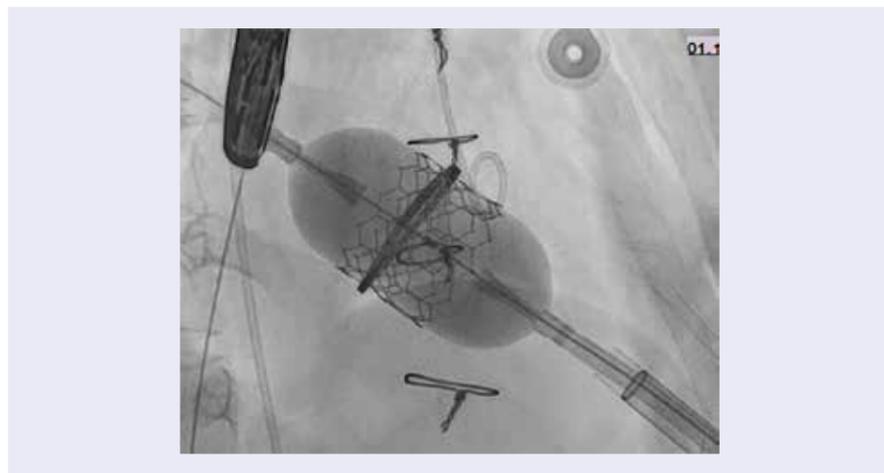
Dr. Jürgen Rothe

### Einleitung

Die Mitralklappeninsuffizienz ist in der westlichen Welt die häufigste Klappen-erkrankung von Erwachsenen mit einer Prävalenz von ca. 10 % bei den über 70-Jährigen. Nach wie vor stellt die offene Herzchirurgie bei Patient\*innen mit schwerer primärer, also degenerativer, Mitralklappeninsuffizienz die Therapie der Wahl dar. Viele Patient\*innen können aber aufgrund von Alter oder bedeutsamen Begleiterkrankungen nicht mehr operiert werden. Für diese Patient\*innengruppe und für die Patient\*innen mit schwerer sekundärer, also funktioneller Mitralklappeninsuffizienz mit per se hohem OP-Risiko und ungünstigeren chirurgischen Ergebnissen wurden schonende, minimalinvasive Katheterverfahren entwickelt.

In den letzten zehn Jahren haben vor allem die transfemorale edge-to-edge-Verfahren (TEER=transcatheter edge to edge repair), welche über eine Punktion in der Leiste durchgeführt werden, große Verbreitung gefunden. Dabei handelt es sich um das Zusammenclippen des vorderen und hinteren Segels in Nachahmung der chirurgischen Alfieri-Naht. Zu nennen wären der Mitra-Clip und seit drei Jahren auch das Pascal-Device. Wichtige Studien (COAPT, CLASP) konnten zeigen, dass Patient\*innen in Bezug auf Symptomatik und Lebensqualität, aber auch im Hinblick auf die Vermeidung erneuter Krankenhausbehandlungen wegen Herzschwäche und teilweise sogar im Hinblick auf die Überlebensrate von dieser Clip-Behandlung profitieren. Dennoch ist nicht jede\*r Patient\*in aufgrund der Klappenmorphologie für diese Verfahren geeignet. Zudem kann es auch nach erfolgreicher Clip-Therapie im weiteren Verlauf aufgrund von Verschlechterung der linksventrikulären Pumpfunktion zu einer erneuten Zunahme der Mitralklappeninsuffizienz kommen.

Daher wird der katheterinterventionelle perkutane Mitralklappenersatz in der Zukunft eine prominente Rolle spielen.



**Abb.:** Ideale Position einer 29-mm-Sapien-3-Prothese als transapikale valve-in-ring-Prozedur (Edwards Physio-Ring 36 mm) 10/2021 am Standort Bad Krozingen des UHZ.

### Anatomie der Mitralklappe – Verankerung der Prothese – Zugangswege

Die Anatomie der Mitralklappe ist wesentlich komplexer als die der Aortenklappe, für die der kathetergestützte Klappenersatz (TAVI) ja schon seit vielen Jahren etabliert ist. Die Mitralklappe ist ein dynamisches, dreidimensionales System, bestehend aus dem rigiden Anulus in einer sattelförmigen D-Form, dem runden vorderen Segel und dem halbmondförmigen hinteren Segel sowie dem subvalvulären Apparat, bestehend aus Sehnenfäden und Papillarmuskeln. Die Fixation einer Mitralklappenprothese kann daher in der Regel auch aufgrund des Fehlens von Kalk nicht wie bei der TAVI aus reiner Radialkraft funktionieren. Andere Verankerungssysteme sind dafür erforderlich. Diese müssen nicht nur die Dislokation der Prothese verhindern, sondern auch paravalvuläre Lecks.

Als Zugangswege stehen der transfemorale und damit transseptale oder alternativ der transapikale Zugang zur Verfügung. Der transfemorale Zugang ist weniger invasiv und daher in Zukunft vermutlich der bevorzugte Zugangsweg, sobald kleinere Schleusengrößen verfügbar sind.

### Obstruktion des linksventrikulären Ausflusstraktes (LVOTO)

Eine gefürchtete Komplikation des perkutanen Mitralklappenersatzes mit hoher In-Hospital-Mortalität ist die Obstruktion des linksventrikulären Ausflusstraktes (LVOTO). Zwei Mechanismen sind dafür verantwortlich: Durch die Mitralklappenprothese selbst wird das vordere Mitralsegel gegen das Kammerseptum verlagert, und ein sog. Neo-LVOT entsteht. Zusätzlich besteht eine dynamische Komponente, d.h. durch die Flussbeschleunigung während der Systole wird das vordere Mitralsegel ähnlich wie bei der hypertrophen obstruktiven Kardiomyopathie (HOCM) an das Kammerseptum gesaugt (SAM-Phänomen). Messungen des vorhergesagten Neo-LVOT im Multiphasen-Computertomogramm während des Patient\*innen-Screenings sind daher essenziell, um gefährdete Patient\*innen frühzeitig zu identifizieren. Ob endsystolische Messungen – wie bislang empfohlen – oder frühsystolische Messungen aussagekräftiger sind, ist derzeit noch Gegenstand wissenschaftlicher Forschung. Als präventive Maßnahmen gegen eine LVOTO wurden in Einzelfällen eine transkoronare Septumablation mit Alkohol (TASH) oder auch eine Radiofrequenzablation des Kammerseptums angewendet. Ein weiteres

Verfahren zur Verhinderung von LVOTO ist die sog. LAMPOON-Prozedur, bei der das vordere Mitralsegel durch einen unter Strom gesetzten Draht lazeriert, also in zwei Teile zerschnitten wird und sich damit nicht mehr vor den Ausflusstrakt legen kann. Dieses anspruchsvolle Verfahren ist jedoch nur für wenige Klappentypen geeignet. Neben zu großen Mitralklappen-Anuli ist daher die prognostizierte LVOTO der Hauptgrund, dass derzeit noch ca. 70–80 % der Patient\*innen im Screening-Prozess von der Klappenimplantation ausgeschlossen werden.

### Bildgebung

Neben der Multiphasen-CT ist die transthorakale (TTE) und transösophageale Echokardiographie (TEE) im Screening-Prozess erforderlich, letztere aber vor allem auch während der Prozedur. Derzeit erforscht wird der Nutzen von Fusionsbildgebung von präinterventionellem CT und intraprozeduralem TEE.

### Nachbehandlung

Nach chirurgischer Bioklappen-Implantation in Mitralsegment gilt aktuell die Empfehlung zur oralen Antikoagulation mit Vitamin-K-Antagonisten (VKA) für drei Monate für Patient\*innen, die nicht wegen Vorhofflimmern ohnehin lebenslang antikoaguliert werden. In den bisherigen Studien zum perkutanen Mitralklappenersatz wurden erhöhte Thrombosenraten von 6 bis 8 % beobachtet, so dass derzeit analog den chirurgischen Patient\*innen eine dreimonatige Antikoagulation mit VKA sinnvoll erscheint. Ob neue orale Antikoagulantien (NOAK) in dieser Indikation gleichwertig einsetzbar sind, ist noch unklar. Bei offen operierten Patient\*innen konnte die RIVER-Studie zumindest die Nichtunterlegenheit von Rivaroxaban gegenüber VKA bei Patient\*innen mit biologischem Mitralklappenersatz und Vorhofflimmern belegen.

### Tendyne-Klappe

Von den in Entwicklung befindlichen Klappen-Typen hat bislang lediglich die Tendyne-Klappe das CE-Kennzeichen erhalten und ist somit in Europa kommerziell verfügbar. Die Tendyne-Klappe wird ausschließlich transapikal implantiert über einen 34-French-Zugang und besteht aus einer dreisegeligen Perikardklappe, welche auf einem doppelten selbstexpandierenden Nitinol-Stent montiert ist und mit einem Spannseil und epikardialen Fixationskissen in Position gehalten wird. Die Klappe ist entsprechend der Patientenanatomie in mehreren Größen erhältlich. Kürzlich wurden die Zweijahresdaten der ersten 100 Patient\*innen, welche in einer prospektiven Studie eingeschlossen waren, publiziert. Es zeigte sich, dass 93% der überlebenden Patient\*innen echokardiographisch keinerlei Mitralsuffizienz mehr hatten und knapp 82 % keine oder nur geringe Symptome. Einzelne Fälle konnten sogar bis zu sechs Jahre nachbeobachtet werden.

### Highlife-Klappe

Eine weitere vielversprechende Neuentwicklung ist die Highlife-Klappe. Diese kann sowohl transfemorale als auch transapikal implantiert werden. Zunächst wird transfemorale ein Fixationsring retrograd über die Aortenklappe subannulär eingesetzt. Die auf einem selbstexpandierenden Nitinol-Stent aufgenähte dreisegelige Klappe wird anschließend in diesem Fixationsring freigesetzt. Eine Machbarkeitsstudie für den transfemorale Zugang, an der unser Zentrum teilnimmt, schließt derzeit Patient\*innen ein.

### Valve in valve, Valve in ring, Valve in MAC (kalzifizierter Mitralklappenanulus)

Für Patient\*innen, die eine degenerierte Bioprothese in Mitralsegment haben und

ein zu hohes Risiko für eine Re-Operation, ist die Off-Label-Implantation einer ballonexpandierbaren TAVI-Klappe (Sapien 3) transapikal, aber auch transfemorale und damit transseptale, ein bewährtes Verfahren (valve in valve). Technisch deutlich anspruchsvoller und riskanter ist die Implantation in einen Anuloplastie-Ring (valve in ring [Abb.]) nach Mitralklappenrekonstruktion oder in einen kalzifizierten Mitralklappenanulus (valve in MAC) aufgrund der schlechteren Verankerungsmöglichkeiten und damit erhöhtem Risiko für Embolisation und paravalvulärem Leck, aber auch für Ausflusstraktobstruktion (LVOTO).

*Der perkutane Mitralklappenersatz ist ein vielversprechendes neues Therapieverfahren für Patient\*innen mit hohem Operationsrisiko und schlechter Eignung für TEER-Verfahren (transcatheter edge to edge repair). Neun verschiedene Systeme sind derzeit in klinischer Entwicklung, sechs davon mit der Möglichkeit des weniger invasiven transfemorale Zugangs. Erste Studienergebnisse an größeren Patient\*innenzahlen zeigen eine hohe technische Erfolgsrate und sehr gute Ergebnisse in Bezug auf Reduktion der Mitralklappeninsuffizienz und Verbesserung der Symptome mit einem Follow-up bis zu zwei Jahre. Einschränkend bei der Patient\*inneneignung sind vor allem zu große Mitralklappen-Anuli und eine mögliche Obstruktion des linksventrikulären Ausflusstraktes. Die Multiphasen-CT ist daher von besonderer Bedeutung im Screening-Prozess. Für voroperierte Patient\*innen mit degenerierter biologischer Mitralklappenprothese ist die Valve-in-valve-Implantation einer ballonexpandierbaren Sapien-3-TAVI-Klappe ein bewährtes Verfahren.*

Literatur beim Verfasser

**Kontaktadresse**  
Dr. Jürgen Rothe  
UNIVERSITÄTSKLINIKUM FREIBURG  
Universitäts-Herzzentrum  
Klinik für Kardiologie und Angiologie II  
Freiburg • Bad Krozingen  
Südring 15 • 79189 Bad Krozingen  
Tel.: 07633 402-0 • Fax: 07633-402-2409  
E-Mail: juergen.rothe@uniklinik-freiburg.de

## Belastungsuntersuchung in der Kinderkardiologie – Finessen der Spiroergometrie

Dr. Bonny George Thekkumthala

Einem Uhrwerk gleich greifen im menschlichen Körper bei Belastung verschiedene Organsysteme ineinander. Über die Lunge gelangt Sauerstoff ( $O_2$ ) in das Herz-Kreislaufsystem und darüber zu jeder einzelnen Zelle des Körpers. In der Folge generiert die Zelle vornehmlich aus der Verbrennung von Substraten Energie und als Abfallprodukt Kohlenstoffdioxid ( $CO_2$ ). Diese organische Einheit aus Herz, Lunge und Metabolismus ist dynamisch und funktioniert bedarfsgerecht. Die Spiroergometrie dient als diagnostisches Verfahren zur qualitativen und quantitativen Erfassung der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit. Dabei erfolgt die Bestimmung der Konzentration des ein- und ausgeatmeten  $O_2$  und  $CO_2$  über eine breath-by-breath-Analyse während einer definierten körperlichen Belastung. Zeitsynchron wird eine Vielzahl weiterer Parameter erhoben.

### Ordnung in die Datenflut – die Neun-Felder-Grafik nach Wasserman

Zur schnelleren Beurteilbarkeit der Daten wurde die Neun-Felder-Grafik (Abb.1), entwickelt. Dadurch lassen sich die verschiedenen Organsysteme leichter differenzieren.

### Spiroergometrie bei Kindern – auf dem Laufband

Die praktische Umsetzung der Spiroergometrie unterscheidet sich bei Kindern von der bei Erwachsenen. Da aufgrund der kürzeren Beinlängen der Kinder die Belastungsuntersuchung auf dem Fahrradergometer erschwert ist, bevorzugen wir in der Kinderkardiologie die Laufbanduntersuchung. Nachteilig bei der Belastung auf dem Laufband im Vergleich zur Fahrradergometrie ist, dass die EKG-Ableitung verwackelt sein kann und dass die konkret erbrachte Wattleistung nicht bestimmt werden kann.

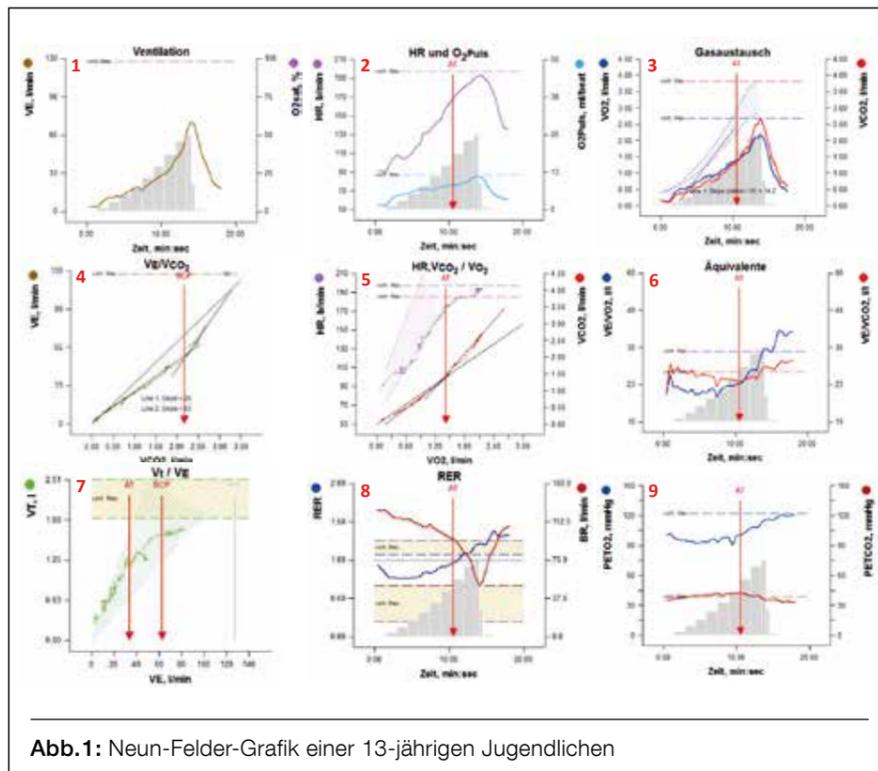


Abb. 1: Neun-Felder-Grafik einer 13-jährigen Jugendlichen

### Peak $\dot{V}O_2$ – der wichtigste erhobene Parameter

Die physiologische Antwort bei einer spiroergometrischen Belastung besteht darin, dass das kardiopulmonale System und der Stoffwechsel gleichermaßen ihre Kapazitäten erhöhen. Primäres Ziel des Körpers ist dabei, durch Erhöhung der  $O_2$ -Aufnahme die Energiebereitstellung zu erhöhen. Die maximale  $O_2$ -Aufnahme (peak $\dot{V}O_2$  – Feld 3) ist in der Kinderkardiologie der wichtigste zu erhebende Parameter. Bei lungengesunden Patient\*innen wird dieser Wert hauptsächlich durch das Herz-Kreislaufsystem limitiert und ist damit ein objektives Maß für die körperliche Fitness. Besonders bei Kindern und Jugendlichen ist es wichtig, die erhobenen Werte geschlechtsspezifisch in Bezug zu dem entsprechenden Alterskollektiv zu setzen.

### Atemgase und Atemminutenvolumina geben Hinweise auf den zellulären Stoffwechsel

In Ruhe erfolgt die Energiegewinnung hauptsächlich durch den  $O_2$ -verbrauchenden Abbau von Zucker und Fett (aerobe Glyko- und Lipolyse). Unter maximaler Belastung reicht die aerobe Energiegewinnung nicht aus, da die maximale Sauerstoffaufnahme (limitiert durch die kardiopulmonale Kapazität) begrenzt ist. Die Zellen sind dann in der Lage, zusätzlich Energie durch Umsetzen von Zucker ohne  $O_2$ -Verbrauch (anaerobe Glykolyse) bereitzustellen. Hierbei entstehen Laktat und Protonen. Die Protonen werden über das  $CO_2$ -/Bikarbonat-System gepuffert, sodass  $CO_2$  entsteht, das abgeatmet wird. Bei der aeroben Energiegewinnung entsteht je nach Substrat gleich viel bzw. weniger  $CO_2$ , als  $O_2$  verbraucht wird (respiratorischer Quotient). Bei der anaeroben Energiegewinnung kommt es dagegen

zu einer  $CO_2$ -Produktion, ohne dass Sauerstoff in gleicher Weise verbraucht wird. Sobald die anaerobe Glykolyse einsetzt, spricht man von der sogenannten anaeroben Schwelle. Dies äußert sich darin, dass im Verhältnis mehr  $CO_2$



Abb. 2: Spiroergometrie in der Kinderkardiologie

abgeatmet als  $O_2$  aufgenommen wird. Das erhöhte  $CO_2$  steigert zusätzlich die Atemaktivität. Man spricht deshalb auch von der ventilatorischen anaeroben Schwelle (ventilatory threshold 1,  $VT_1$ ). Diese lässt sich mittels der sogenannten V-Slope-Methode in der Neun-Felder-Grafik im Feld 5 bestimmen. Es ist der Punkt, an dem die Steigung der Kurve aus  $\dot{V}CO_2$  zu  $\dot{V}O_2$  nochmal steiler wird. Ist nun die Pufferkapazität des Blutes erschöpft, kommt es zu einem pH-Wert-Abfall, was wiederum einen noch stärkeren Atemantrieb erzeugt. Der Punkt, an dem dies geschieht, wird ventilatory threshold 2 ( $VT_2$ ) genannt und lässt sich gut in den Feldern 5, 8 und 9 bestimmen. Die Bestimmung von  $VT_1$  und  $VT_2$  gibt Hinweise auf die Fitness der Patient\*innen.

### Pulmonale Adaptation bei Belastung – neunfache Steigerung des Atemminutenvolumens

Während körperlicher Belastung kann die Lunge das Atemminutenvolumen auf knapp das Neunfache steigern (Feld 1). Das Tidalvolumen und die Atemfrequenz erhöhen sich dabei auf das Dreifache. Im Vergleich zu Erwachsenen weisen Kinder

ein geringeres Tidalvolumen und eine höhere Atemfrequenz auf. Die pulmonale Kapazität wird während einer Spiroergometrie nur bei Vorliegen einer pulmonalen Erkrankung ausgeschöpft, sodass bei einer gleichzeitig vorliegenden pulmonalen Erkrankung das peak $\dot{V}O_2$  verringert sein kann.

### Kardiovaskuläre Anpassung – Erhöhung des Herzzeitvolumens und der $O_2$ -Ausschöpfung im Gewebe

Unter Belastung steigert der Körper das Herzzeitvolumen und die periphere  $O_2$ -Extraktion. Die Herzfrequenz steigt

bis auf 80 % der maximalen Herzfrequenz (Feld 2). Bei angenommener maximaler arterio-venöser  $O_2$ -Differenz (entspricht der  $O_2$ -Ausschöpfung im Gewebe) korreliert der Quotient aus  $O_2$ -Aufnahme und Herzfrequenz mit dem Schlagvolumen (sogenannter Sauerstoffpuls, Feld 2). Die physiologischen Unterschiede zu Erwachsenen zeigen sich hier in einem kleineren Schlagvolumen und einer höheren maximalen Herzfrequenz.

### Compliance – Dreh- und Angelpunkt bei der Belastungsuntersuchung bei Kindern

Bei Kindern und Jugendlichen limitiert vor allem eine mangelnde Mitarbeit die Aussagekraft der Untersuchung. Ein Hauptaugenmerk bei der Durchführung liegt in der Motivation der Patient\*innen, um so die maximale Leistung abrufen zu können. Diverse Parameter helfen zu beurteilen, ob eine Ausbelastung stattgefunden hat: Adäquater Anstieg des Atemminutenvolumens und der Herzfrequenz, hohes peak $\dot{V}O_2$ , Laktatanstieg  $> 4$  mmol/l, Erreichen von  $VT_2$ , Hinweise auf anaeroben Stoffwechsel (respiratory exchange ratio, RER  $> 1$ , Feld 8).

### Besonderheiten bei Kindern mit angeborenen Herzfehlern

Natürlich sind die erhobenen Parameter vor dem Hintergrund der Medikation und der Grunderkrankung zu sehen. So werden Patient\*innen unter Beta-Blocker-Therapie nicht 80 % der maximalen Herzfrequenz erreichen. Die Grunderkrankung kann per se ein verringertes peak $\dot{V}O_2$  bedingen. Die Kunst besteht darin, die erhobenen Parameter nicht nur im Vergleich zum Alterskollektiv, sondern auch in Hinblick auf die Grunderkrankung zu beurteilen. Die Spiroergometrie dient neben der Beurteilung der Leistungsfähigkeit (z. B. Ausmaß einer Herzinsuffizienz, Indikation zur Herztransplantation) auch der Aufdeckung von Symptomen, die sich unter Belastung manifestieren können (z. B. überschießende Blutdruckreaktion bei Z. n. Korrektur einer Aortenisthmusstenose) sowie als Prädiktor für Mortalität und Morbidität spezifischer Herzfehler im Verlauf (z. B. Patient\*innen nach TGA-Korrektur oder nach Fontan-Palliation).

*Die Spiroergometrie dient als diagnostisches Verfahren zur qualitativen und quantitativen Erfassung der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit bei Patient\*innen mit angeborenen Herzfehlern. Die Beurteilung der Ergebnisse erfolgt entsprechend der alters- und geschlechtsspezifischen Normwerte und sollte vor dem Hintergrund des angeborenen/korrigierten/palliierten Herzfehlers, der Medikation und Compliance erfolgen.*

Literatur beim Verfasser

**Kontaktadresse**  
Dr. Bonny George Thekkumthala  
UNIVERSITÄTSKLINIKUM FREIBURG  
Universitäts-Herzzentrum  
Klinik für Angeborene Herzfehler  
und Pädiatrische Kardiologie  
Mathildenstraße 1 • 79106 Freiburg  
Tel.: 0761-270-43230  
Fax: 0761-270-44680  
E-Mail: bonny.thekkumthala@uniklinik-freiburg.de

## Pflegewissenschaftliche Erkenntnisse in die Praxis bringen – ein Projekt in der Kinderkardiologie

Alienor Ringwald, Hannah Homeyer und Hannah Baumann

Das Leitbild des Universitätsklinikums Freiburg sieht die Patient\*innen im Mittelpunkt des Handelns. Ziel ist es, die bestmögliche Versorgung der Patient\*innen zu gewährleisten. Hierzu wird das Wissen aus klinischer Praxis, Forschung und Lehre gebündelt.

Um die neuesten Erkenntnisse aus der Pflegewissenschaft in die Praxis zu implementieren, gibt es auf Station Noeggerath, der kinder-kardiologischen Station des Department UHZ am Universitätsklinikum Freiburg, seit April dieses Jahres eine durch die Pflegedienstleitung geförderte Projektgruppe akademisierter Pflegenden.



Abb. 1: Pflegenden beim Check des Herzunterstützungssystems Berlin Heart® Excor® pediatric bei einem 5-jährigen Patienten

Ziele dabei sind es, die pflegerische Versorgung der kinder-kardiologischen Patient\*innen weiter zu optimieren, eine Motivation für die akademisierten Pflegenden zu bieten, wissenschaftliche Erkenntnisse und erweiterte Kompetenzen in die praktische Arbeit auf Station und in den pflegerischen Alltag zu integrieren und zu evaluieren.

Die Projektgruppe besteht aus vier akademisierten Pflegenden mit einem Bachelorabschluss in Pflegewissenschaft und wird betreut durch die Pflegeexpertin (APN) des UHZ, die unter anderem zuständig für die Abteilung Kinderkardiologie ist.

Alle Projektgruppenmitglieder arbeiten in Teilzeit in der pflegerischen Patient\*innenversorgung auf Station (Abb. 1). Zusätzlich sind anteilig feste Dienste geplant, in denen an den Projekten gearbeitet wird. Jeweils einmal im Monat finden je ein Präsenztreffen und ein Online-Treffen in gemeinsamer Runde mit Pflegerischer Abteilungsleitung und Pflegeexpertin statt. Diese Treffen dienen der Absprache sowie dem Austausch über den aktuellen Stand der einzelnen Projekte. Dies hilft der kritischen Auseinandersetzung mit den Themen, motiviert in der Fortführung und steigert die Effektivität.

### Acht Monate Projektgruppe – eine Zwischenbilanz

Eine auf Evidence-based Nursing (EBN) basierende Pflegepraxis ist definiert durch das Zusammenspiel des derzeit besten Wissens aus der Forschung zur Beantwortung einer klinischen Fragestellung, der Präferenz der Patient\*innen, der klinischen Expertise der Pflegenden und den gegebenen Ressourcen und Rahmenbedingungen.

Mit diesem Leitgedanken evaluierte die Projektgruppe verschiedene Themenbereiche, die bearbeitet werden sollten (Abb. 2). Auch relevante Themen aus studentischen Projekten und vorangegangenen Arbeiten der einzelnen Studierenden mit Relevanz für die pflegerische Versorgung auf Station wurden aufgegriffen und zusammen weiterbearbeitet.

Direkt zu Beginn wurde festgestellt, dass bei nahezu allen Standards ein Überarbeitungsbedarf bestand. Die Richtlinien des Qualitätsmanagements sehen vor, dass Standards alle zwei bis drei Jahre überarbeitet werden sollen, um diese auf dem aktuellsten Stand der Erkenntnisse zu halten. Um einen Standard zu aktualisieren, muss ein komplexer Workflow durchlaufen werden. In diesem werden sie von verschiedenen Verantwortlichen

geprüft und gegebenenfalls angepasst. Zurzeit befinden sich alle stationsalltäglichen Standards, darunter beispielsweise „Pflege von Kindern vor und nach Herzkatheteruntersuchung/-intervention“, „Herztransplantation bei Kindern“ oder „Umgang mit Thoraxdrainagen in der Kinderkardiologie“ in diesem Workflow. Nach einer abschließenden Überprüfung sollen die neuen Inhalte zeitnah auf Station implementiert werden.

Ein weiterer Fokus liegt auf dem neu erstellten interdisziplinären Standard des UKF zur Delirprävention/-behandlung Kinder/Jugendlicher. Dieser wurde von einer Expert\*innengruppe, an welcher auch eine Projektmitarbeiterin beteiligt war, erstellt. Parallel konnte die Thematik des pädiatrischen Delirs auf vielen Ebenen den Pflegenden auf Station Noeggerath nähergebracht werden. Hierzu wurde unter anderem im UHZ aktuell (Juli 2021) ein Artikel über pflegerische Maßnahmen zum Management des pädiatrischen Delirs veröffentlicht. Des Weiteren wurde bei den Freiburg · Bad Krozinger Herz-Kreislauf-Tagen ein Vortrag zur Thematik gehalten, und zur Implementierung des Standards auf Station Noeggerath wurde ein Zeitplan erstellt sowie konkrete Interventionen geplant.

Die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse wurden auch in Bezug auf die Erfassung des Dekubitus- und Pneumonierisikos sowie Interventionen zur Prophylaxe dieser Erkrankungen gesammelt und auf Station implementiert. Hierzu wurden „One-Minute-Wonder“ erstellt, welche nun die Pflegenden informieren und an die Durchführung erinnern. Zusätzlich wurden Kurzfortbildungen zu diesen Themen angeboten. Ziel war es, die Notwendigkeit der Risikoerfassung sowie der sich daraus ergebenden nötigen Pflegeinterventionen deutlich zu machen, um dadurch sowohl die Umsetzung wie auch die Dokumentationsqualität zu erhöhen. Darüber hinaus war das Pilotprojekt „Herzinsuffizienz-tagebuch“ Thema der Arbeitsgruppe.



Abb. 2: Austausch innerhalb der Projektgruppe

Symptomtagebücher dienen der Selbstbeobachtung und Wahrnehmung von Symptomen im Krankheitsverlauf und sind bei erwachsenen Patient\*innen in der Kardiologie bereits gängig. Wie kann ein Symptomtagebuch für Eltern herzkranker Kinder aussehen, um Unterstützung und Hilfestellung in der häuslichen Versorgung des eigenen Kindes zu bieten und Veränderungen der Herzinsuffizienz frühzeitig erkennen zu können?

Im Rahmen eines studentischen Projekts ist ein erster Entwurf eines Herzinsuffizienz-tagebuchs erstellt worden. Dieser Entwurf wurde im Rahmen der Projektarbeit mehrfach angepasst und nach Absprachen im interdisziplinären Team finalisiert. Das Tagebuch befindet sich im Druck und soll bald auf Station eingesetzt werden.

In der Kinderkardiologie werden viele pflegerische Maßnahmen auf Basis von Erfahrungswerten durchgeführt. Ein erster Versuch, diese Erfahrungswerte abzubilden, wurde bereits vor Jahren von den Praxisanleiterinnen der Station gestartet. Das bereits vorhandene niedergeschriebene Wissen wurde nun im Rahmen der Projektgruppe auf seine Evidenz überprüft und durch aktuellere Literatur ergänzt. Das erstellte Pflegehandbuch „Noeggerath(h)geber“ soll als kleines Nachschlagewerk im Kitteltaschenformat den Alltag auf Station

erleichtern und insbesondere neue Mitarbeiter\*innen während ihrer Einarbeitung begleiten.

Das Konzept der Kurzfortbildungen ist auf der kinder-kardiologischen Station Noeggerath das Kernelement zur Implementierung neuer pflegewissenschaftlicher Erkenntnisse in die Praxis. Im Rahmen der einmal wöchentlich stattfindenden Fortbildungen konnten bisher die Themen pädiatrisches Delir, Herzinsuffizienz-tagebuch, Dekubitus-/Pneumonie-Risikoerfassung und die überarbeiteten Standards den pflegerischen Kolleg\*innen nähergebracht werden.

Des Weiteren konnte dieser Rahmen genutzt werden, um die Pflegenden über Themen wie Stillberatung, Frühmobilisation nach Thorakotomie oder Informationen durch den Sozialdienst des Zentrums für Kinder- und Jugendmedizin (ZKJ) zu informieren und vor allem auf dem aktuellsten Stand der Erkenntnisse zu halten. Das Material zu diesen Fortbildungen wird für die Pflegenden, welche abwesend sind, zum Nachlesen zur Verfügung gestellt.

Außerdem konnten die Termine der Kurzfortbildungen auch genutzt werden, um akut anstehende Fallbesprechungen einzuschleusen. Komplexe Fälle konnten in einem geplanten Setting systematisch unter pflegerischer Moderation interdisziplinär besprochen werden. Hiervon

profitieren insbesondere unsere Langlieger-Patient\*innen und deren Familien.

### Spezifische Kompetenzen, die genutzt werden sollten

Auf Station Noeggerath arbeiten neben den Projektmitgliedern weitere fünf Pflegenden, die sich aktuell im Studium befinden (Pflegewissenschaft, Management im Gesundheitswesen) sowie eine Pflegenden mit abgeschlossenem Masterstudium. Auf die Vollzeitstellen hochgerechnet macht dies einen Anteil von 20 % Mitarbeiter\*innen mit akademischem Hintergrund aus. Im Jahr 2012 wurde vom Wissenschaftsrat eine Empfehlung zur hochschulischen Qualifikation für das Gesundheitswesen herausgegeben. Darin wird vor dem Hintergrund der üblichen Größe multidisziplinärer Teams ein prozentualer Anteil von 10 bis 20 % akademisch qualifizierter Angestellter in Gesundheitsberufen empfohlen. Internationale Studien zeigen, dass es einen signifikant positiven Zusammenhang zwischen dem Anteil von Pflegenden mit mindestens einem Bachelorabschluss und dem Patient\*innen-Outcome gibt. Dies als Grundlage nehmend, wird durch die Arbeit der Projektgruppe das Ziel, die Patientenversorgung weiter zu optimieren, hoffentlich erreicht. Eine Evaluation dessen steht für das Jahr 2022 an.

*Die speziellen Kompetenzen akademisierter Pflegekräfte stellen eine große Ressource im Theorie-Praxis-Transfer dar. Durch die Anwendung der im Studium erlernten Inhalte kann das gesamte Team sowie Patient\*innen und Angehörige profitieren.*

Literatur bei der Verfasserin

**Kontaktadresse**  
Alienor Ringwald  
UNIVERSITÄTSKLINIKUM FREIBURG  
Universitäts-Herzzentrum  
Mathildenstraße 1 • 79106 Freiburg  
alienor.ringwald@uniklinik-freiburg.de

**Schrittmacher nach TAVI**

Dr. Simon Schöchlin

**Hintergrund**

Das Verfahren des minimalinvasiven Klappenersatzes (transcatheter aortic valve implantation – TAVI) hat sich seit seiner Erstdurchführung 2002 durch Cribier et. al. zum Standardverfahren bei inoperablen Patient\*innen sowie Patient\*innen mit hohem, intermediärem und inzwischen niedrigem perioperativen Risiko entwickelt. Über perkutane Gefäßzugänge (transfemoral, transapikal, transsubcaval oder transcarotidal) werden die biologischen Klappenprothesen in die zumeist stenotisch veränderte und verkalkte Nativklappe eingeführt. Die unterschiedlichen Klappentypen werden dann unter fluoroskopischer und echokardiografischer Lagekontrolle expandiert, wobei verschiedene Arten der Klappenexpansion verwendet werden.

**Allgemeine Prinzipien zu Erregungsleitungsstörungen**

Durch Verdrängung des Nativkalks, aber auch durch die expandierte Klappe selbst kommt es im Bereich der Aortenklappe häufig zu Störungen des Erregungsleitungssystems des Herzens (Abb.). Diese Störungen treten meist passager auf und erholen sich innerhalb weniger Tage nach der TAVI-Prozedur, können aber auch zu einer dauerhaften Schädigung der Erregungsüberleitung führen und einen Herzschrittmacher erfordern. Hierbei kann es jedoch, wenn auch deutlich seltener, zu erst später auftretenden Erregungsleitungsstörungen bei Patient\*innen kommen, die in den ersten Tagen nach der Prozedur zunächst keinerlei Auffälligkeiten aufgewiesen hatten.

Die häufigste Veränderung stellt hierbei ein neuer Linksschenkelblock dar, der je nach Klappentyp und Literatur mit 13–78 % angegeben wird. Höhergradige und anhaltende AV-Blockierungen, die eine klare Schrittmacherindikation dar-

stellen, liegen je nach Publikation bei bis zu 20 %.

Schrittmacherimplantationen weisen in der Literatur ebenfalls eine sehr hohe Spannweite (2 %–51 %) auf, wobei insbesondere die sich verändernden Indikationen und auch ein teilweise zentrums-abhängiger Umgang mit Erregungsleitungsstörungen nach TAVI als Erklärung für die großen Unterschiede genannt werden können. Während in den frühen Jahren häufig bereits das reine Auftreten eines Linksschenkelblocks die Indikation für einen Schrittmacher in vielen Zentren bedeutete, haben sich in den letzten Jahren die Kriterien für die Notwendigkeit eines Schrittmachers mit der Kenntnis von Risikofaktoren geschärft.

**Risikofaktoren für einen Schrittmacher nach TAVI**

Durch intensive Forschungsvorhaben haben sich einige Faktoren herauskristallisiert, die als unabhängige Prädiktoren für eine Schrittmacherimplantation genannt werden können: ein vorbestehender Rechtsschenkelblock ist hierbei als der stärkste Risikofaktor zu nennen. Hinzu kommen periprozedurale Faktoren wie Prädilatation, Einsatz von selbst-expandierenden Klappentypen, tiefer Prothesensitz (>5–7 mm unterhalb des Aortenannulus) sowie große Klappentypen im Verhältnis zum Aortenannulus. Starke Kalzifikationen im Bereich der akoronaren Aortenklappentasche sollten in die individuelle Risikobewertung einfließen, wenn auch es hier der Datenlage noch an Robustheit mangelt.

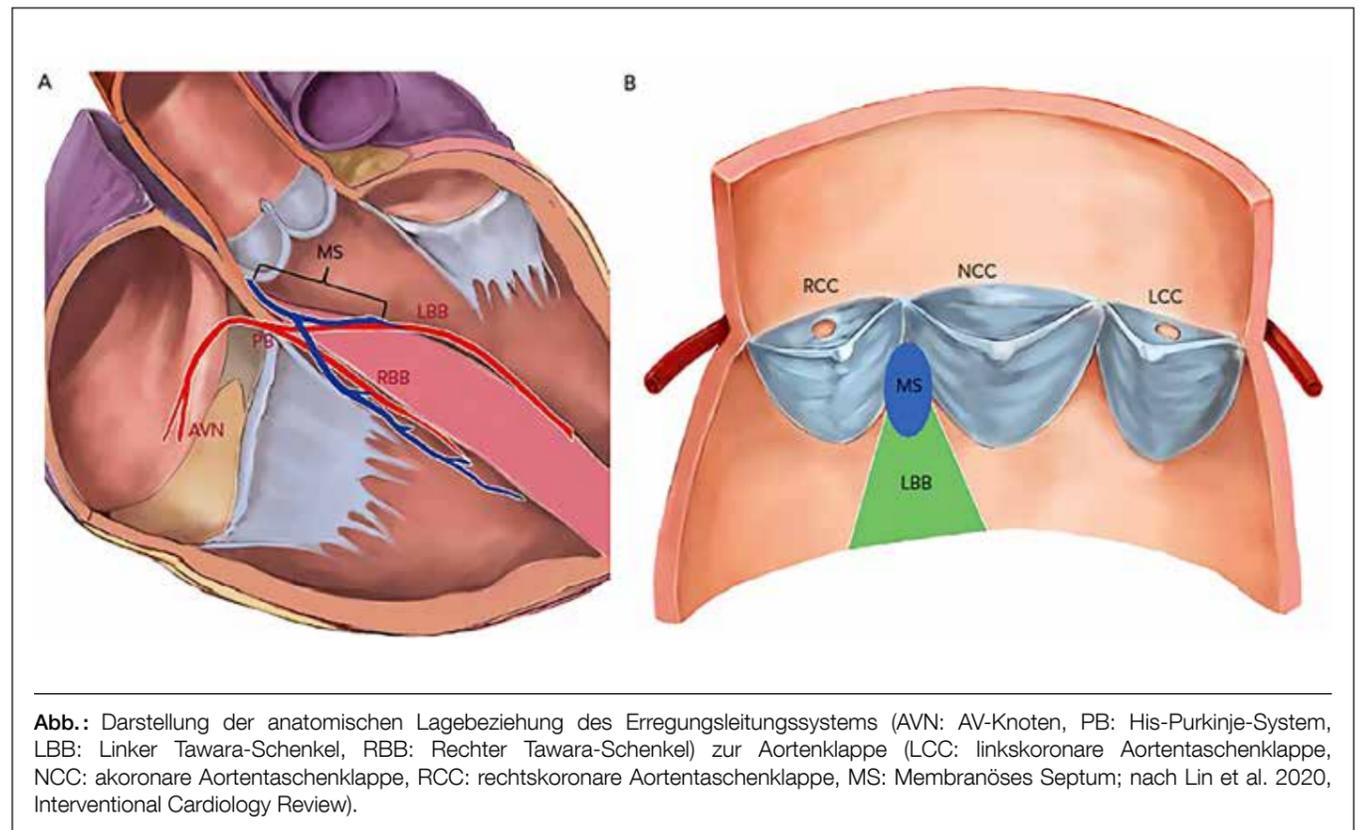
**Besondere Herausforderungen nach TAVI**

Aufgrund der großen Spannweite der auftretenden Erregungsüberleitungsstörungen, der häufig zu beobachtenden Erholung der Erregungsüberleitungs-

störungen und auch wegen potenziell negativer Effekte von Schrittmacherimplantationen muss nach TAVI eine besondere Abwägung erfolgen. Neben prozeduralen Risikofaktoren einer Schrittmacherimplantation zeigten sich in mehreren Veröffentlichungen auch die negativen Effekte einer dauerhaften Schrittmacherimplantation, wie etwa Auftreten oder Verschlechterung einer vorbestehenden Herzinsuffizienz bei hohem rechtsventrikulären Stimulationsbedarf und damit verbunden eine Abnahme der Lebensqualität. Durch Einsatz moderner Schrittmachersysteme (biventrikuläre Schrittmacher, His-Pacing-Schrittmacher) kann einem Teil dieser negativen Effekte entgegengetreten werden.

**Aktueller Stand und Ausblick**

Das Forschungsfeld der häufig auftretenden Erregungsüberleitungsstörungen nach TAVI und ihrer Relevanz ist weiterhin im Fluss und auch Gegenstand aktueller Studien am UHZ. So konnte unsere Arbeitsgruppe zeigen, dass Patient\*innen mit unveränderter Erregungsüberleitung im ersten EKG nach TAVI ein sehr niedriges Risiko (0,5 %) für einen Schrittmacher innerhalb der ersten Woche nach TAVI haben und eine postinterventionelle Überwachungsperiode auf Intensivstation bei diesen Patient\*innen reduziert werden kann. In einer weiteren Arbeit verglichen wir ein liberales (unterste Schwelle für Schrittmacherimplantation: neu aufgetretener Linksschenkelblock) mit einem restriktiven (unterste Schwelle für Schrittmacherimplantation: Linksschenkelblock + verlängerte PQ-Zeit) Schrittmacherimplantationsregime. Hier konnten wir zeigen, dass ein restriktiveres Schrittmacherimplantationsregime zu einer deutlichen Reduktion der Schrittmacherraten führte. Dies hatte keinen negativen Einfluss auf das Einjahresüberleben der Patient\*innen und zeigte über drei Jahre gar einen nume-



rischen Vorteil für Patient\*innen, welche mit dem restriktiveren Regime behandelt wurden.

Ein internationales Konsensuspapier adressiert die Komplexität dieser häufigen Komplikation nach TAVI. Neben einer präinterventionellen Risikoabwägung in Bezug auf das Vorhandensein eines Rechtsschenkelblocks erfolgt eine weitere Einteilung anhand postprozeduraler EKG-Befunde: Keine weitere Abklärungsnotwendigkeit und damit prinzipiell frühzeitige Entlassung besteht für Patient\*innen ohne vorbestehenden Rechtsschenkelblock und ohne neu aufgetretene Erregungsüberleitungsstörungen.

Eine klare Schrittmacherindikation wird für folgende Patient\*innengruppen gesehen: vorbestehender Rechtsschenkelblock und neuer höhergradiger AV-Block zu irgendeinem Zeitpunkt nach TAVI, neuer Linksschenkelblock mit im Verlauf zu irgendeinem Zeitpunkt auftretendem

höhergradigem AV-Block, periinterventionell auftretender höhergradiger AV-Block, welcher 24h persistiert oder innerhalb der ersten 48h erneut auftritt.

Für alle anderen Patient\*innen werden individuelle Risikoabwägungen ggfs. durch Ergänzung mittels elektrophysiologischer Untersuchungen empfohlen, wobei ein erhöhtes Risiko für später auftretende höhergradige AV-Blockierungen insbesondere für Patient\*innen mit breitem Linksschenkelblock (>150 ms) oder langer AV-Zeit (>240 ms) gesehen werden sowie für Patient\*innen, bei denen sich nach TAVI neu aufgetretene EKG-Veränderungen (QRS oder PQ-Zeit) nochmals um mehr als 20ms innerhalb der ersten 48h Tage verlängern.

Bei reduzierter linksventrikulärer Funktion (<40 %) und erwartet hohem Stimulationsbedarf sollte ein biventrikuläres Schrittmachersystem oder ein His-Schrittmacher implantiert werden.

*Erregungsüberleitungsstörungen stellen eine häufige Komplikation nach TAVI dar. Der zielgerichtete und adäquate Umgang mit dieser Komplikation stellt die Behandlungsteams aufgrund ihrer Komplexität vor deutliche Herausforderungen und macht eine interdisziplinäre Zentrumsversorgung wie am UHZ notwendig, bei welcher auch aktuelle Forschungsergebnisse direkt in die individuelle Behandlung einfließen können.*

Literatur beim Verfasser

**Kontaktadresse**  
 Dr. Simon Schöchlin  
 UNIVERSITÄTSKLINIKUM FREIBURG  
 Universitäts-Herzzentrum  
 Klinik für Kardiologie und Angiologie II  
 Südring 15 • 79189 Bad Krozingen  
 Tel.: 07633-402-4340  
 Fax: 07633-402-4409  
 E-Mail: simon.schoechlin@uniklinik-freiburg.de

2021 ESC-Guidelines zur kardialen Schrittmacher- und Resynchronisationstherapie

Dr. Thomas Blum

Im September 2021 wurden im European Heart Journal die Guidelines der ESC zur kardialen Schrittmacher- und Resynchronisationstherapie veröffentlicht.

Infolge einer Vielzahl neuer Publikationen und dem Bestreben, detaillierte Empfehlungen auch bei speziellen Fragestellungen zu geben, hat der Umfang mit 94 Seiten im Vergleich zu den Guidelines 2013 mit 49 Seiten erheblich zugenommen. Hinzu kommen 32 Seiten „supplementary data“.

U. a. gibt es erstmals Empfehlungen bzw. eine komplette Überarbeitung zu einer Reihe von Themen betreffend Indikationsstellung wie Bildgebung vor Implantation, Pacing nach TAVI, postoperatives Pacing oder Pacing bei Trikuspidalklappenerkrankungen und -operationen. Des Weiteren geht es um alternative Stimulationsorte oder Systeme wie Leadless Pacing oder Conduction System Pacing und um Neubewertungen wie bei der kardialen Resynchronisationstherapie (CRT). Neu sind ausführliche Empfehlungen zum perioperativen Management einschließlich der perioperativen Antikoagulation oder zur genetischen Testung. Zudem gibt es Empfehlungen zur Nachsorge wie z. B. MRI nach Schrittmacherimplantation. Der Begriff Pacing wird auch im Deutschen mittlerweile regelhaft gebraucht und deshalb hier und im Folgenden nicht eingedeutscht.

Einige der Themen möchte ich im Folgenden aufgreifen, die Auswahl kann bei der großen Fülle der Themen natürlich nur subjektiv sein.

Bildgebung vor Implantation

Eine Echokardiografie vor Implantation wird bei allen Patient\*innen mit vermuteter oder dokumentierter Bradykardie empfohlen (Klasse 1,C), das gilt auch für hämodynamisch instabile Patient\*innen. Ziel ist der Nachweis oder Ausschluss einer strukturellen Herzerkrankung bzw. einer für die Bradykardie ursächlichen Pathologie und die Beurteilung der systo-

lischen linksventrikulären Funktion.

Sofern spezifische Ursachen der Überleitungsstörung, wie z. B. eine Sarkoidose, differentialdiagnostisch möglich sind, sollten insbesondere bei Patient\*innen unter 60 Jahren weitere bildgebende Verfahren (MRT, CT, PET) vor Implantation zum Einsatz kommen (Klasse 2, A, C). Ziel ist die Charakterisierung des Myokardgewebes bezüglich Entzündung, Fibrose oder Narbe.

Die Ergebnisse der Bildgebung können zu einem Aufschieben der Implantation, z. B. im Falle einer floriden Myokarditis, zu einer anderen Systemwahl (CRT, His-Bündel-Pacing, ICD) im Falle einer Einschränkung der systolischen linksventrikulären Funktion oder zu einer spezifischen (immunsuppressiven) Therapie im Falle einer Sarkoidose führen.

Conduction System Pacing

Bereits 2000 erschien die erste Publikation zum klinischen Einsatz des His-Bündel-Pacings (HBP) als vielversprechende physiologische Alternative zur (apikalen) rechtsventrikulären (RV) Stimulation. Insbesondere die Verbesserung der auch zur CRT-Implantation notwendigen Schleusen hat das Vorgehen erleichtert und die Erfolgsraten in erfahrenen Zentren auf weit über 80% erhöht, vielerorts ist es zur Routine geworden. HBP kann bei einem Teil der Patient\*innen auch Blockbilder („conduction delay“) korrigieren

und wird so zur Alternative zu CRT bei der Behandlung der Herzinsuffizienz. HBP wird anstelle von RV-Pacing, als Alternative zum biventrikulärem Pacing und als His-optimized-CRT eingesetzt (HOT-CRT). Es gibt eine zunehmende Evidenz der Sicherheit und der Effektivität des HBP, bisher vor allem aus Beobachtungsstudien. Große randomisierte Studien und

Daten zum Langzeitverlauf wie bei CRT fehlen allerdings noch, folgerichtig sind es aktuell erst Klasse-2-Empfehlungen. Insbesondere für schrittmacherabhängige Patient\*innen ist die Platzierung einer zusätzlichen RV-„Back-Up“-Sonde sinnvoll. Für Fälle in denen eine Platzierung im Sinus Coronarius nicht gelingt, wird für das HBP eine Klasse-2A, B-Empfehlung ausgesprochen als Alternative zur chirurgisch platzierten epikardialen linksventrikulären Sonde.

Die Abbildung aus den Guidelines 2021 (Abb. 1) fasst die Empfehlungen zum HBP zusammen.

Recommendations	Class <sup>a</sup>	Level <sup>b</sup>
In patients treated with HBP, device programming tailored to specific requirements of HBP is recommended. <sup>430,431</sup>	I	C
In CRT candidates in whom coronary sinus lead implantation is unsuccessful, HBP should be considered as a treatment option along with other techniques such as surgical epicardial lead. <sup>318,424,440,443</sup>	IIa	B
In patients treated with HBP, implantation of an RV lead used as 'backup' for pacing should be considered in specific situations (e.g. pacemaker dependency, high-grade AVB, infranodal block, high pacing threshold, planned AVJ ablation) or for sensing in the case of issues with detection (e.g. risk of ventricular undersensing or oversensing of atrial/His potentials). <sup>423,426,444</sup>	IIa	C
HBP with a ventricular backup lead may be considered in patients in whom a 'pace-and-ablate' strategy for rapidly conducted supraventricular arrhythmia is indicated, particularly when the intrinsic QRS is narrow. <sup>197,199,200,318</sup>	IIb	C
HBP may be considered as an alternative to RV pacing in patients with AVB and LVEF >40%, who are anticipated to have >20% ventricular pacing. <sup>42,433</sup>	IIb	C

AVB = atrioventricular block; AVJ = atrioventricular junction; CRT = cardiac resynchronization therapy; HBP = His bundle pacing; LVEF = left ventricular ejection fraction; RV = right ventricular.

Abb. 1: His-Pacing

Bei der Linksschenkelstimulation („left bundle branch area pacing“) wird die Sonde etwas distal des His-Bündels eingeschraubt. Sie kommt bei Blockbildern zum Einsatz, die für HBP zu distal lokalisiert sind. Die elektrischen Parameter (Reizschwelle, Signal) sind oft deutlich besser als bei HBP und eine nachfolgende AV-Knoten-Ablation scheint problemloser

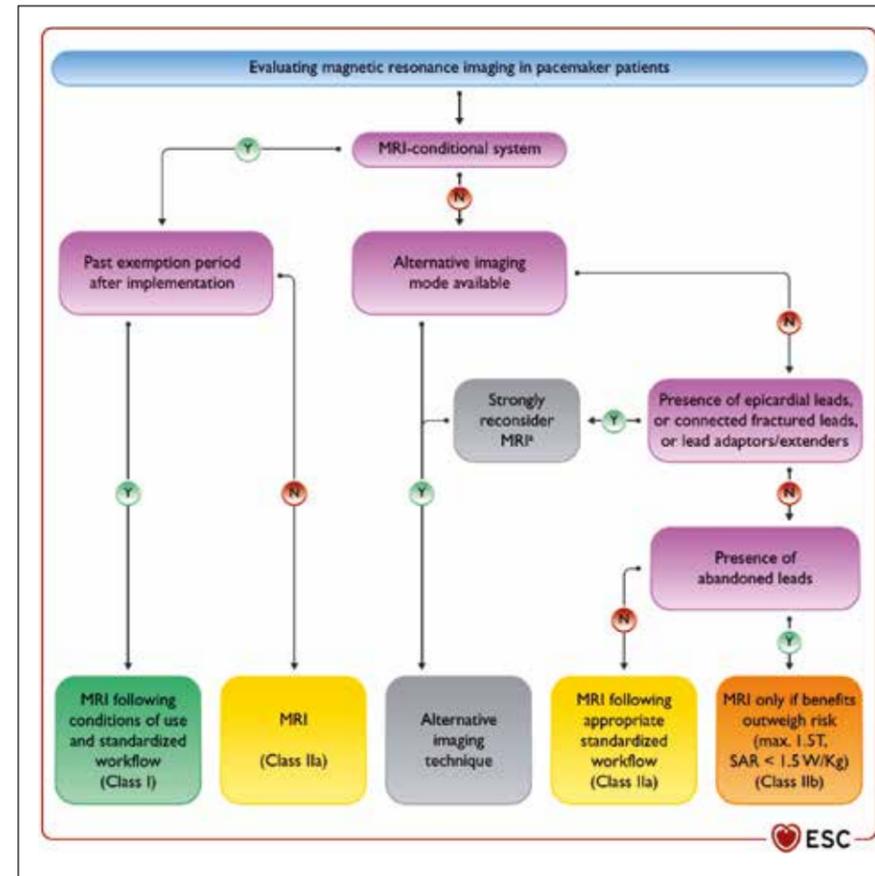


Abb. 2: Flowchart MRI-Pacemaker

durchführbar. Die Datenlage ist noch spärlich, so dass aktuell keine Empfehlungen ausgesprochen werden, die Notwendigkeit einer baldigen Aktualisierung wird aber bereits diskutiert. Die Linksschenkelstimulation hat aber wie das HBP das Potenzial, in Zukunft eine wachsende Bedeutung in der Schrittmachertherapie zu gewinnen.

MRI

Inzwischen werden von allen Herstellern für MRT zugelassene („MRI conditional“) Schrittmacher- und Defibrillator-Systeme (CIED) angeboten. Diese Zulassung bezieht sich auf ein Gesamtsystem aus Aggregat und Sonden desselben Herstellers. Zum Teil sind die MRT-Scans auf 1.5 T und eine spezifische Absorptionsrate (SAR) von <2 W/kg oder <3.2 W/kg am

Kopf begrenzt, zunehmend sind aber auch Scans mit 3 T möglich. Für diese Patient\*innen besteht eine Klasse-1A-Empfehlung bei Durchführung des Scans gemäß Anweisungen des Herstellers.

Aber auch bei CIED-Patient\*innen mit „nonconditional devices“ kann eine MRT-Untersuchung sicher durchgeführt werden, sofern die Voraussetzungen beachtet werden, es kein alternatives bildgebendes Verfahren gibt und eine Abwägung von Nutzen und Schaden eindeutig für den Scan spricht. Die beste Datenlage gibt es für extrathorakale Scans mit 1,5 T.

Bei an das Aggregat angeschlossenen Sonden wird ein Teil der beim Scan entstehenden Hitze über das Aggregat abgeleitet, während es bei stillgelegten Sonden zu einer Erhitzung der Sondenspitze kommt, das zeigen In-vitro-Studien. Inzwi-

schen liegen aber mehrere kleinere Serien (max. 80 Patient\*innen) mit komplikationslosen MRT-Scans (1,5 T begrenzt auf SAR <1.5 W/kg) bei dieser Patient\*innengruppe vor. Auch hier gilt, dass der Ablauf vor, während und nach der MRT-Untersuchung immer gemäß einem standardisierten Protokoll einschließlich Programmierung vor dem Scan erfolgen muss. Die Patient\*innen sollten im Sinne eines „shared decision-making“ einbezogen werden.

Auch eine MRT-Untersuchung des Kopfs mit 1,5 Tesla nach Herz-OP mit temporären epikardialen Stimulationsdrähten scheint sicher, hier waren Schrittmacher-Abhängige ausgeschlossen. Ebenso gilt das bei transvenösen, aktiv fixierten Sonden mit externalisiertem Schrittmacher-Aggregat zur temporären Stimulation.

Für Patient\*innen mit permanenten epikardialen Sonden, Sonden-Adaptoren oder defekten Sonden gibt es weiterhin keine Empfehlung.

Die Abbildung 2 zeigt einen Flowchart zu MRT-Untersuchungen bei Schrittmacherpatient\*innen aus den Guidelines 2021.

Die neuen ESC-Guidelines 2021 zur Schrittmachertherapie bieten einen ausführlichen und aktuellen Überblick. Neben neuen Themen wie dem His-Bündel-Pacing stehen viele Neubewertungen an, so werden z.B. viele Einschränkungen bezüglich MRT-Untersuchungen bei CIED-Patient\*innen relativiert.

Literatur beim Verfasser

Kontaktadresse  
 Dr. Thomas Blum  
 UNIVERSITÄTSSKLINIKUM FREIBURG  
 Universitäts-Herzzentrum  
 Rhythmologie  
 Südring 15 • 79189 Bad Krozingen  
 Tel.: 07633-402-4301  
 E-Mail: thomas.blum@uniklinik-freiburg.de

## UHZ Wissenschaftstag 2022

Am 8. April 2022 veranstaltet das Universitäts-Herzzentrum ein Symposium, welches die wissenschaftlichen Aktivitäten in den Kliniken für Kardiologie und Angiologie I und II und der Herz- und Gefäßchirurgie unter der Leitung von Prof. Friedhelm Beyersdorf, Prof. Christoph Bode und Prof. Franz-Josef Neumann würdigt.

Organisationskomitee:  
Prof. Peter Kohl, Prof. Matthias Siepe,  
Prof. Brigitte Stiller, Dr. Christian Valina,  
Prof. Manfred Zehender

Pandemie-bedingt wird um vorherige  
Anmeldung via  
maria.roth@uniklinik-freiburg.de gebeten.



UHZ Standort Freiburg



UHZ Standort Bad Krozingen

### Vorläufiges Programm

#### UHZ Wissenschaftstag 2022 – 08.04.2022 – Aula der Universität Freiburg

**08:45** Kaffee/Registration

**09:15** Begrüßung durch Rektorin Prof. Kerstin Kriegelstein und Dekan Prof. Lutz Hein

#### Sitzung I: Kardiologie

09:30 – 10:15	William Wijns, Galway	Percutaneous coronary interventions in between conservative therapy and surgical myocardial revascularisation – randomised trials versus individualized treatment concepts
10:15 – 10:45	Thomas Zeller, Freiburg	Medikamentenbeschichtete Devices für periphere Interventionen – von der Grundlagenforschung zum klinischen Alltag
10:45 – 11:15	Thomas Arentz, Freiburg	Aktuelle Studien zu Diagnostik und klinischer Bedeutung der atrialen Kardiomyopathie
11:15 – 11:30	Thomas Nührenberg, Basel	Retikulierte Thrombozyten – von der Pathophysiologie zur klinischen Relevanz
11:30 – 11:45	Marius Bohnen, Freiburg	Der Weg zur strahlenfreien Katheterablation (Zero-Fluoro-Studie)
<b>11:45 – 13:00</b>	<b>Mittagsimbiss</b>	

#### Sitzung II: Kardiologie

13:00 – 13:30	Eugene Braunwald, Harvard	Seminal developments in cardiology over 7 decades
13:30 – 14:00	Klaus Ley, LaJolla	Immunology and Cardiology
14:00 – 14:15	Daniel Dürschmied, Mannheim	Koagulation und Kardiologie
14:15 – 14:30	Andreas Zirlik, Graz	Entzündung und Kardiologie
14:30 – 14:45	Katja Odening, Bern	Kanäle, Genetik und Kardiologie
14:45 – 15:00	Constantin von zur Mühlen, Freiburg	Innovationen in der interventionellen Kardiologie
15:00 – 15:15	Ingo Hilgendorf, Freiburg	Immunzellen im Herzen – Beobachter oder Anstifter
<b>15:15 – 15:45</b>	<b>Kaffee</b>	

#### Sitzung III: Herz-und Gefäßchirurgie

15:45 – 16:15	Nenad Sestan, New Haven	Tissue viability – where is the limit?
16:15 – 16:30	Georg Trummer, Freiburg	Kontrollierte Ganzkörper-Reperfusion: Innovationen in der Reanimationsmedizin
16:30 – 17:00	Joseph Bavaria, Philadelphia	New directions in aortic surgery
17:00 – 17:15	Christian Schlensak, Tübingen	Aortendissektion: Von der Morphologie zur molekularen Therapie
17:15 – 17:30	Martin Czerny, Freiburg	Wird Proteomics die Aortenmedizin verändern?
17:30 – 17:45	Matthias Siepe, Bern	Zukunftsentwicklungen in der Herzinsuffizienzchirurgie bei Kindern und Erwachsenen
17:45 – 18:00	Wolfgang Bothe, Freiburg	YCOR: Ein innovatives, minimalinvasives Linksherzunterstützungssystem
<b>18:00</b>	<b>Schlusswort durch den Leitenden Ärztlichen Direktor Prof. Frederik Wenz</b>	

## „Herzforschung ist Teamwork“



**Er hat den Schlüssel zum Herz. Mit seinem wissenschaftlichen Team entschlüsselte Professor Dr. Lutz Hein vor einigen Jahren die epigenetischen Schalter in Herzmuskeln. Seit Juni 2021 ist Hein Dekan der Medizinischen Fakultät der Universität Freiburg.**

*Herr Professor Hein, die universitäre Herzforschung in Freiburg ist äußerst erfolgreich. Was ist das Rezept dafür?*

Professor Hein: Wir haben am Universitätsklinikum, in der Medizinischen Fakultät und an der Universität in Freiburg herausragende Forscher\*innen, denen wir beste Bedingungen zum Forschen anbieten. Das ist besonders wichtig auch für unsere Nachwuchswissenschaftler\*innen. Vier Kliniken am Universitätsklinikum haben sich in Freiburg und am Campus Bad Krozingen auf die Behandlung von kleinen und großen Herzpatient\*innen spezi-

alisiert. Dazu gehören die beiden Kliniken für Kardiologie und Angiologie, die Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie sowie die Klinik für angeborene Herzfehler und Pädiatrische Kardiologie.

*Vor fünf Jahren wurde das Institut für Experimentelle Kardiovaskuläre Medizin (IEKM) eröffnet. Seine Forschungsbereiche sind der Grundlagenforschung gewidmet. Auch eine Freiburger Erfolgsgeschichte?*

Sicherlich, denn letztes Jahr erreichte das Institut einen großen Erfolg, als von der Deutschen Forschungsgemeinschaft

ein Sonderforschungsbereich (SFB) für die Herzforschung bewilligt wurde. Seit Juli 2020 wird der neue SFB „Die heterozelluläre Natur kardialer Läsionen: Identitäten, Interaktionen, Implikationen“ für vier Jahre mit elf Millionen Euro gefördert. Besonders hervorheben möchte ich den konsequent interdisziplinären Ansatz als wichtige Zutat in unserem Erfolgsrezept.

*Das heißt, Herzforschung ist auch immer Teamwork?*

Ja, unbedingt. Das ist am Beispiel des SFB gut zu sehen. Er vereint 26 Wissenschaftler\*innen

aus dem Universitäts-Herzzentrum des Universitätsklinikums Freiburg, den Medizinischen, Biologischen und Technischen Fakultäten der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, dem Max-Planck-Institut für Immunbiologie und Epigenetik in Freiburg sowie den Universitäten in Heidelberg, Bonn und Frankfurt. Wie in der Forschung spielt Teamwork auch in der Klinik zum Wohle unserer Patient\*innen eine wichtige Rolle. Im hybriden Operationssaal stehen immer zwei Expert\*innen aus der Herzchirurgie wie der Kardiologie bereit. So kann der Eingriff notfalls sofort umgeplant werden –

zum Beispiel von einem kardiologischen zu einem chirurgischen Eingriff.

*Wo sehen Sie als Dekan der Medizinischen Fakultät Entwicklungsmöglichkeiten für angehende Forscher\*innen?*

Es ist extrem wichtig, dass Medizinstudierende und junge Ärzt\*innen die Forschung kennenlernen und verstehen können. Sie sollen erfahren, wie neues Wissen entwickelt wird und wie es in die Klinik kommt. Förderprogramme wie MOTIVATE oder Clinician-Scientist-Programme bieten für alle Karrierestufen exzellente Perspektiven.



## AUSGEZEICHNETE MITARBEITER\*INNEN



**Dr. Maximilian Kreibich, Universitäts-Herzzentrum des Universitätsklinikums Freiburg, Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie, erhält doppelte Auszeichnung.**

Dr. Maximilian Kreibich wurde Mitte Oktober beim Jahrestreffen der European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) in Barcelona in der gemeinsamen Sitzung mit der amerikanischen Society of Thoracic Surgeons (STS) mit dem EACTS/STS-Award für das beste Abstract ausgezeichnet. Ebenfalls erhielt Kreibich Ende Oktober den W. Proctor-Harvey-Preis zur Förderung junger klinischer Wissenschaftler\*innen auf dem Gebiet der Herz-Kreislaufforschung der Universität Freiburg für seine Arbeiten über moderne Therapiekonzepte von Aortenpathologien mit Beteiligung des Aortenbogens.

**Mark Colin Gißler, Universitäts-Herzzentrum des Universitätsklinikums Freiburg, Klinik für Kardiologie und Angiologie I, erhält Young Investigator Award der Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin.**

Herr Gißler wurde im April auf dem Kongress der Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin (DGIM) mit dem ersten Platz des Young Investigator Awards 2021 ausgezeichnet und erhielt den mit 3.000 Euro dotierten Preis für seine Arbeit zum Thema kardiometabolischer Erkrankungen, in der er die Rolle des immunregulatorischen Adaptermoleküls TRAF5 in Fettgewebsinflammation und ihren assoziierten Komplikationen im metabolischen Syndrom untersucht hat.



**Dr. Nadine Gauchel, Universitäts-Herzzentrum des Universitätsklinikums Freiburg, Klinik für Kardiologie und Angiologie I, erhält den Forschungspreis der Dresdner Herz-Kreislauf-Tage 2021.**

Serotonin, welches in Blutplättchen gespeichert wird, beeinflusst die Rekrutierung von Leukozyten in inflammatorischen Prozessen wie z. B. der Endothelinflammation und dem Myokardinfarkt. Die tiefe Venenthrombose ist auch teilweise ein inflammatorischer Prozess, in welchem Thrombozyten zur Thrombusstabilität beitragen. Mit dem Forschungspreis der Dresdner Herz-Kreislauf-Tage 2021, welcher mit 10.000 € dotiert ist, soll mit in-vivo- und in-vitro-Methoden die Rolle von thrombozytärem Serotonin in der Entstehung der Immunothrombose mit besonderem Augenmerk auf die Beteiligung

von Leukozyten und die Entstehung von NETs untersucht werden, um im Weiteren dann ggf. den serotoninvermittelten Weg in vivo beeinflussen zu können, um so eine überschießende, pathologische Thromboseentstehung zu inhibieren. Dies kann ohne relevante Blutungskomplikationen einhergehen, da Serotonin nicht direkt in die Gerinnungskaskade eingreift, wie die aktuellen antithrombotischen Therapien.

**Dr. rer. nat. Carmen Härdtnr, Universitäts-Herzzentrum des Universitätsklinikums Freiburg, Klinik für Kardiologie und Angiologie I, erhält Edith von Kaulla-Forschungspreis 2021.**

In ihrer Forschungsarbeit mit dem Titel „Inhibition of macrophage proliferation dominates plaque regression in response to cholesterol lowering“ konnte Frau Dr. Härdtnr mit komplementären Mausmodellen zeigen, dass weder die reduzierte Einwanderung von Monozyten noch eine Auswanderung von Makrophagen für die Abnahme der Makrophagenzahl im Plaque und dessen Regression unter Cholesterinsenkung verantwortlich sind, sondern die Hemmung der lokalen Makrophagenproliferation.



## AKTUELLES

**Prof. Dr. Dr. h.c. Friedhelm Beyersdorf wurde zum Präsidenten der European Association for Cardio-Thoracic Surgery gewählt**

Freiburger Herzchirurg wird Präsident der größten wissenschaftlichen Fachgesellschaft für Herz-Thorax-Chirurgie im europäischen Raum.

Prof. Dr. Dr. h.c. Friedhelm Beyersdorf, Ärztlicher Direktor der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie des Universitätsklinikums Freiburg, wurde zum Präsidenten der European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) gewählt. Gleichzeitig wird er damit als Vorstandsmitglied bestätigt. Die Wahl des neuen Vorstands der EACTS fand im Rahmen der diesjährigen Jahrestagung in Barcelona Mitte Oktober statt. Beyersdorf ist seit 2002 Mitglied der EACTS und war bereits von 2010 bis 2020 zum Editor-in-Chief der wissenschaftlichen Zeitschriften der EACTS berufen worden.

Die EACTS wurde 1986 gegründet. Heute ist sie mit mehr als 4.000 aktiven Mitgliedern aus Forschung und klinischer Praxis eine der größten wissenschaftlichen Fachgesellschaften für Herz-Thorax-Chirurgie weltweit. Die Organisation fördert die wissenschaftlichen und praktischen Entwicklungen auf dem Gebiet der Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie und hat das Ziel, das Fachgebiet weiterzuentwickeln und die Ergebnisse zum Nutzen der Öffentlichkeit zu bündeln und zu veröffentlichen.



Prof. Dr. Dr. h.c. Friedhelm Beyersdorf

**Kontaktadresse**  
Prof. Dr. Dr. h.c. Friedhelm Beyersdorf  
Ärztlicher Direktor  
Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie  
Department Universitäts-Herzzentrum  
Universitätsklinikum Freiburg  
Tel.: 0761-270-28180  
E-Mail: friedhelm.beyersdorf@uniklinik-freiburg.de

## TERMINE

Termin	Veranstaltung	Veranstaltung/Ort
08.04.2022	UHZ Wissenschaftstag	Aula Universität Freiburg
20.05.2022	3. FELS Symposium (Freiburg Symposium on Extracorporeal Life Support)	LOKation Freiburg evtl. Hybrid-Veranstaltung <a href="https://www.fels-symposium.de">https://www.fels-symposium.de</a>
07./08.10.2022	21. Freiburg · Bad Krozinger Herz-Kreislauf-Tage 2022	Konzerthaus Freiburg
19.11.2022	Interdisziplinäres Gefäßsymposium	Hotel Stadt Freiburg

## Ansprechpartner

### Klinik für Kardiologie und Angiologie I Freiburg

Prof. Dr. Dr. h.c. Ch. Bode

#### Standort Freiburg

Sekretariat	Tel. 0761-270-34410 Fax 0761-270-34412
Aufnahmemanagement/Herzkatheteranmeldung	Tel. 0761-87019800 Fax 0761-270-36800
Ambulanzen Privatambulanz Ambulanz/Intervention bei strukturellen und angeborenen Herz-Kreislaufkrankungen/ISAH Echokardiographie Rhythmus & Herzfunktion Herztransplantations-/Erwachsene mit angeborenen Herzfehlern-/ Herzinsuffizienz-Ambulanz Chest Pain Unit/Univers.-Notfallzentrum Notfallnummer Kardiovaskuläre Hochrisikoambulanz	Tel. 0761-270-34420  Tel. 0761-270-73140 Tel. 0761-270-33260 Tel. 0761-270-35480  Tel. 0761-270-33870  Tel. 0761-270-33273 Tel. 0761-270-73140
Stationen Medizinische Intensivtherapie I (MIT) Medizinische Intensivtherapie II (MIT) de la Camp von Frerichs III von Müller	Tel. 0761-270-33590 Tel. 0761-270-34930 Tel. 0761-270-35540 Tel. 0761-270-35580 Tel. 0761-270-35620

#### Standort Bad Krozingen

Sekretariat Station 2a/b	Tel. 07633-402-3211 Tel. 07633-402-3212/3213/3214
-----------------------------	--

### Klinik für Kardiologie und Angiologie II Bad Krozingen

Prof. Dr. F.-J. Neumann

Sekretariat	Tel. 07633-402-2000 Fax 07633-402-2009
Empfang (24 h) Aufnahmemanagement (mit oder ohne Wahlleistung)	Tel. 07633-402-0 Tel. 07633-402-5051
Ambulanzen Kardiologische Privatambulanz Kardiologische Ermüchtigtenambulanz Echokardiographie Schrittmacherambulanz	Tel. 07633-402-5500 Tel. 07633-402-5020 Tel. 07633-402-4400 Tel. 07633-402-4301
Anmeldung Notfall (24 h) Kardiologische Intensivstation 1c Station 1d Station 2d Station 3d Privatstation 4/5/6	Tel. 07633-402-3155 Tel. 07633-402-3155 Tel. 07633-402-3161 Tel. 07633-402-3261 Tel. 07633-402-3361 Tel. 07633-402-3500

### Klinik für Angeborene Herzfehler und Pädiatrische Kardiologie

Frau Prof. Dr. B. Stiller

Sekretariat	Tel. 0761-270-43230 Fax 0761-270-44680
Ambulanz	Tel. 0761-270-43170
Stationen Kinder-Herz-Intensivstation Noeggerath	Tel. 0761-270-28990 Tel. 0761-270-44220

### Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie

Prof. Dr. Dr. h. c. F. Beyersdorf

#### Standort Freiburg

Sekretariat	Tel. 0761-270-28180 Fax 0761-270-25500
Patientenmanagement	Tel. 0761-270-28130 Fax 0761-270-25500
Ambulanzen Herz- und Gefäßchirurgie Aortenaneurysma Kinderherzchirurgie	Tel. 0761-270-28810 Tel. 0761-270-77950 Tel. 0761-270-27710
Stationen Intensivstation II Blalock Zenker	Tel. 0761-270-24390 Tel. 0761-270-26630 Tel. 0761-270-26690

#### Standort Bad Krozingen

Sekretariat	Tel. 07633-402-2601 Fax 07633-402-2609
Patientenmanagement	Tel. 07633-402-2606 Fax 07633-402-2609
Ambulanz Herz- und Gefäßsprechstunde	Tel. 07633-402-6500 Fax 07633-402-6509
Stationen Chirurgische Intensivstation 1E Wachstation 2E	Tel. 07633-402-6001 Tel. 07633-402-6600

### Interdisziplinäres Gefäßzentrum

Prof. Dr. Dr. h.c. F. Beyersdorf, Prof. Dr. Dr. h.c. Ch. Bode,  
Prof. Dr. F.-J. Neumann

#### Standort Freiburg

Prof. Dr. C. Hehrein Sekretariat Angiologische Ambulanz	Tel. 0761-270-35000 Tel. 0761-270-77950
--	--

#### Standort Bad Krozingen

Leitung: Prof. Dr. T. Zeller, Prof. Dr. M. Czerny Prof. Dr. T. Zeller Sekretariat Prof. Dr. M. Czerny Sekretariat Angiologische Ambulanz Venenambulanz Hypertonieambulanz Angiologische Station 2c	Tel. 07633-402-2431 Tel. 07633-402-2616 Tel. 07633-402-4900 Tel. 07633-402-4930 Tel. 07633-402-4900 Tel. 07633-402-3230
--	--

### Institut für Experimentelle Kardiovaskuläre Medizin

Prof. Dr. P. Kohl

Sekretariat	Tel. 0761-270-63950 Fax 0761-270-63959
-------------	---

### Pflegedienstleitung

P. Bechtel

Sekretariat (Standort Bad Krozingen) Sekretariat (Standort Freiburg)	Tel. 07633-402-2300 Tel. 0761-270-25660
---	--

### Service Nummer des UHZ

Tel. 0800 11 22 44 3

UNIVERSITÄTSKLINIKUM FREIBURG

Universitäts-Herzzentrum

Standort Freiburg • Hugstetter Straße 55 • D-79106 Freiburg • Tel. 0761-270-34010

Standort Bad Krozingen • Südring 15 • D-79189 Bad Krozingen • Tel. 07633-402-0

UNIVERSITÄTS  
FREIBURG • BAD KROZINGEN  
HERZZENTRUM