

# 360°

UNIVERSITÄTS  
KLINIKUM **FREIBURG**

BEHANDLUNG · FORSCHUNG · LEHRE

2 | 2021

## TAKTGEBER HERZ

Außerdem in dieser Ausgabe:

- **Herzklappen sanft sanieren**
- **Kinderherzen retten**
- **Herzinfarkt: bessere Narben erwünscht**  
und vieles mehr ...

UNIVERSITÄTS  
FREIBURG · BAD KROZINGEN  
HERZZENTRUM

INHALT

|                                              |    |                                                    |    |
|----------------------------------------------|----|----------------------------------------------------|----|
| <b>EDITORIAL</b>                             | 3  | <b>FRÜHZEITIG ENTDECKEN, RECHTZEITIG BEHANDELN</b> |    |
| <b>HERZKLAPPEN SANFT SANIEREN</b>            |    | Das Pulsoxymetrie-Screening                        |    |
| Passgenaue Therapie bei defekten Herzklappen | 4  | rettet Kinderleben                                 | 36 |
| <b>DAS HERZ-TEAM</b>                         |    | <b>WEICHEN STELLEN</b>                             |    |
| Gemeinsam mehr erreichen                     | 9  | Mit Bypass zum gesunden Herz                       | 40 |
| <b>ZAHLEN UND FAKTEN</b>                     |    | <b>HIGHTECH FÜR FREIEN FLUSS</b>                   |    |
| Rund ums Herz                                | 10 | Interventionelle Kardiologie bei verkalkten        |    |
| <b>CARL RETTET LEBEN</b>                     |    | Herzkranzgefäßen                                   | 42 |
| Reanimation nach Herzstillstand              | 12 | <b>HILFE FÜR HERZKRANKE KINDER</b>                 |    |
| <b>MIT DEM IMMUNSYSTEM GEGEN</b>             |    | <b>AUS ALLER WELT</b>                              |    |
| <b>DEN HERZINFARKT</b>                       |    | Der Verein „Kinderherzen retten e.V.“              |    |
| Zwei Forscher über die Impfung gegen den     |    | sorgt für ermutigende Ergebnisse                   | 44 |
| Herzinfarkt und die Rolle der Makrophagen    | 17 | <b>„WIR BRAUCHEN BESSERE NARBEN“</b>               |    |
| <b>STARKE HERZEN – EIN LEBEN LANG</b>        |    | Interview mit dem Sprecher des                     |    |
| Wenn Kinder mit angeborenem Herzfehler       |    | Sonderforschungsbereichs 1425                      | 48 |
| erwachsen werden                             | 22 | <b>ES WERDE LICHT</b>                              |    |
| <b>„HERZFORSCHUNG IST TEAMWORK“</b>          |    | Wie sich die Herzfunktion mit Lichtblitzen         |    |
| Interview mit Dekan Professor Dr. Lutz Hein  | 24 | steuern lässt                                      | 50 |
| <b>WAS MIR AM HERZEN LIEGT</b>               |    | <b>BEWEGUNG MACHT FIT, AUCH HERZZELLEN</b>         |    |
| Mitarbeiter*innen berichten,                 |    | Wie Herzzellen das nötige                          |    |
| was sie persönlich motiviert                 | 26 | Ionen-Gleichgewicht aufrechterhalten               | 54 |
| <b>AUS DEM TAKT</b>                          |    | <b>BLUTHOCHDRUCK</b>                               |    |
| Präzise Diagnostik und gezielte Therapie bei |    | In einfacher Sprache erklärt                       | 57 |
| Herzrhythmusstörungen                        | 30 | <b>MUSIK HEILT DAS HERZ</b>                        |    |
| <b>PRÄZISE UND BEHUTSAM</b>                  |    | Ein Herzchirurg am Klavier                         | 58 |
| Der weltweit modernste Herzkatheter-Roboter  |    | <b>BERATUNGS- UND INFORMATIONEN-ZENTRUM BIZ</b>    |    |
| assistiert bei Herzoperationen               | 32 | Schulung und Beratung                              | 61 |
| <b>MODERNE AORTENMEDIZIN</b>                 |    | <b>SELBSTHILFEGRUPPEN UND FÖRDERVEREINE</b>        |    |
| <b>AM PULS DER ZEIT</b>                      |    | Adressen zur Kontaktaufnahme                       | 62 |
| Eine Hybridprothese ersetzt den Aortenbogen  | 34 | <b>GEWINNSPIEL</b>                                 | 63 |
|                                              |    | <b>IMPRESSUM</b>                                   | 63 |



# EDITORIAL



Liebe Leser\*innen,

unter dem neuen Namen „360°“ bietet Ihnen das Magazin des Universitätsklinikums Freiburg weiter spannende Einblicke in Forschung, Behandlung und Lehre. „360°“ steht für die große Bandbreite an Behandlungen, die das Universitätsklinikum anbietet – aber auch dafür, dass Expert\*innen verschiedener Fachrichtungen Patient\*innen gemeinsam betreuen, um die beste Behandlung für ihre individuellen Erkrankungen zu finden. Ein gutes Beispiel für diesen Rundumblick ist das Universitäts-Herzzentrum des Universitätsklinikums Freiburg, an dem rund 1.700 Mitarbeiter\*innen mit ihrem Fachwissen, ihrer Erfahrung und ihrem Engagement zum Wohlergehen von mehr als 22.000 stationären Patient\*innen jährlich beitragen. Unterstützt werden sie von der technischen Entwicklung und der Digitalisierung der Medizin: So liefern die neuesten Computertomographie-Scanner präzise Aufnahmen der feinsten Herzkranzgefäße bei verringerter Strahlendosis; bei der Auswertung der umfangreichen Daten hilft künstliche Intelligenz. Der weltweit modernste Herzkatheter-Roboter macht noch schonendere und präzisere Eingriffe möglich. Ein von Freiburger Herzspezialisten entwickelter Therapieansatz lässt Herzinfarktpatient\*innen außergewöhnlich lange Reanimationszeiten ohne neurologische Schäden überleben. Und unter dem Motto „Make better scars“ erforschen Wissenschaftler\*innen in einem Sonderforschungsbereich, wie sich die Narbenbildung im Herzen zugunsten einer besseren Herzfunktion beeinflussen lässt.

Das Universitäts-Herzzentrum hat sich als kardiovaskuläres Schwerpunktzentrum einen hervorragenden Ruf erarbeitet. Mit 7.780 Herzkatheterbehandlungen, 740 Herzinfarktpatient\*innen und 600 koronaren Bypassoperationen jährlich ist es eines der bundesweit größten Herz-Kreislauf-Zentren. Dass es gelungen ist, mit dem Übergang ins Universitätsklinikum Freiburg im April 2021 auch die finanzielle Zukunft des Universitäts-Herzzentrums langfristig zu sichern und es als eigenes Department des Universitätsklinikums Freiburg weiter auszubauen, ist daher ein Grund zur Freude.

Professor Dr. Dr. h.c. Frederik Wenz  
Leitender Ärztlicher Direktor und Vorstandsvorsitzender  
des Universitätsklinikums Freiburg

# HERZKLAPPEN SANFT SANIEREN

Wie vier winzige Schleusentore regeln die Herzklappen den Blutstrom durchs Herz. Werden sie defekt, können Rekonstruktion oder Austausch helfen. Damit alle Patient\*innen die passgenaue Therapie erhalten, beraten Expert\*innen aus verschiedenen Fachrichtungen gemeinsam über das beste Vorgehen.

4 Als Herzschlag wird ihr rhythmisches Schließen hörbar. Doch ansonsten tun sie ihre Arbeit in der Regel unbemerkt: die vier Herzklappen, die den Ein- und Ausstrom des Bluts im Herzen kontrollieren. Wie Rückschlagventile sorgen sie dafür, dass das Blut in die vorgesehene Richtung fließt. Sauerstoffarmes Blut aus dem Körper gelangt über den rechten

Vorhof und die rechte Herzkammer in den Lungenkreislauf. Mit Sauerstoff angereichert, wird das Blut aus der Lungenvene über den linken Vorhof und durch die linke Herzkammer wieder über die Aorta in den Körper geschickt. Rund 100.000-mal am Tag öffnet und schließt sich jede der vier Klappen in einer fein abgestimmten Choreografie.

**„Rund 100.000-mal am Tag öffnet  
und schließt sich jede der vier  
Klappen in einer fein abgestimmten  
Choreografie.“**



## „Normalerweise tun die Herzklappen ihren Dienst ein Leben lang.“

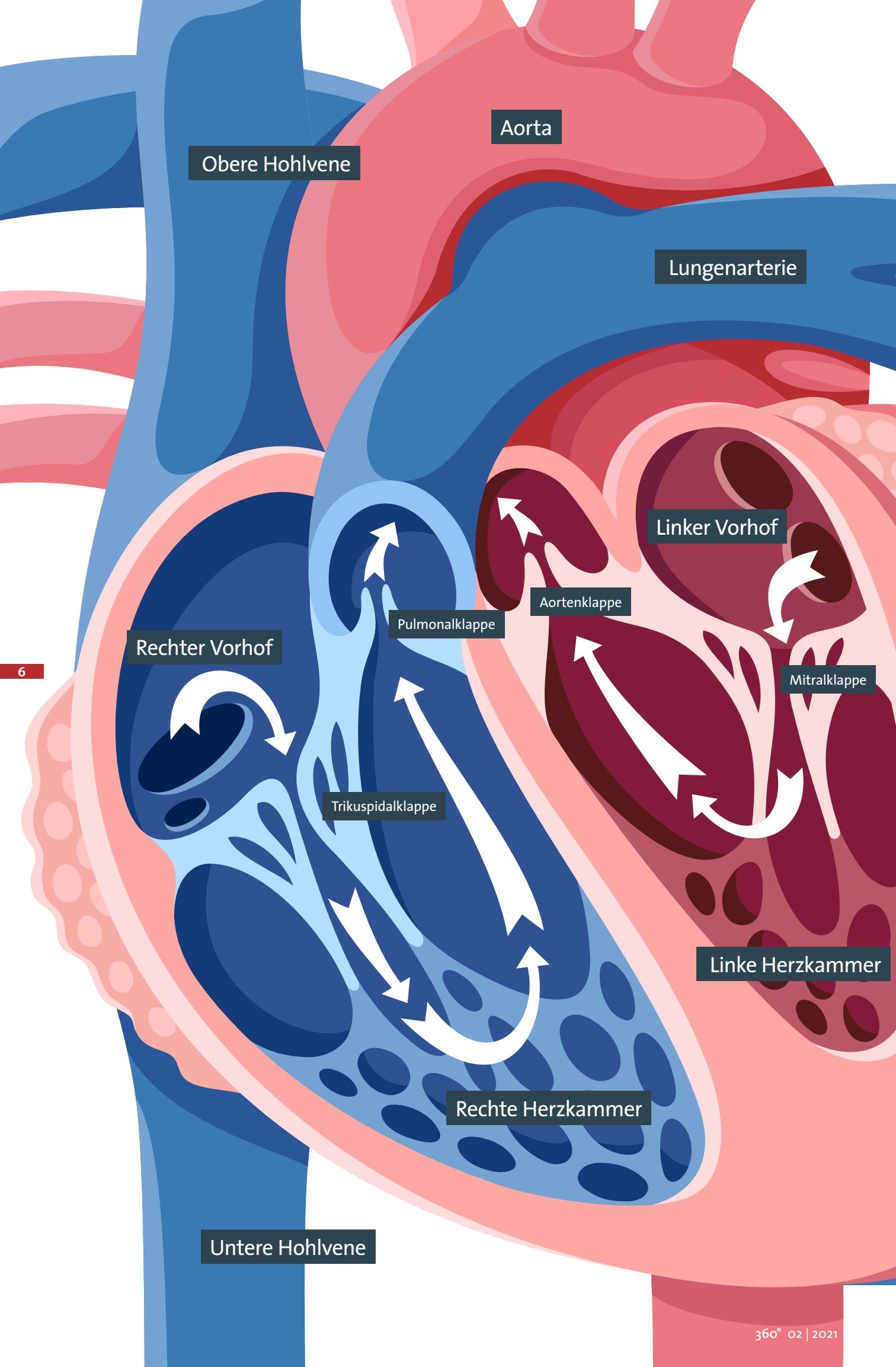
### ZU ENG ODER ZU WEIT

Normalerweise tun die Herzklappen ihren Dienst ein Leben lang. Selten kommen Menschen mit einem Herzklappenfehler zur Welt. Etwas häufiger verlieren Herzklappen im Lauf des Lebens ihre Funktionsfähigkeit: Entweder sie verkalken und werden zu eng. Dann kommt es zu einem Stau des Bluts in Vorhof oder Herzkammer, der Herzmuskel ist überlastet und verdickt sich. Oder die Klappen werden aufgrund einer Entzündung, einer Erkrankung oder eines Herzinfarkts undicht. Dann fließt Blut in Vorhof oder Herzkammer zurück, der Herzmuskel dehnt sich und die Herzleistung sinkt. Am häufigsten sind die Aortenklappe oder die Mitralklappe betroffen. „Wenn der Transport des sauerstoffreichen Bluts aus der Lungenvene in Richtung Körper nicht mehr einwandfrei funktioniert, macht sich dies in Atemnot, drückendem oder brennendem Schmerz im Brustkorb, Herzrhythmusstörungen, verminderter Leistungsfähigkeit oder Schwindel bis hin zur Bewusstlosigkeit bemerkbar“, sagt Univ.-Prof. Dr.

Franz-Josef Neumann, Ärztlicher Direktor der Klinik für Kardiologie und Angiologie II am Universitäts-Herzzentrum des Universitätsklinikums Freiburg. „Bei diesen Symptomen ist ärztlicher Rat dringend nötig.“

### AORTENKLAPPEN SANFT SANIEREN

Ist eine Verkalkung der Aortenklappe der Grund für die Beschwerden, bietet eine neue mechanische oder biologische Herzklappe die beste Chance auf Genesung. Hier stehen zwei Verfahren zur Wahl: der chirurgische Ersatz und die kathetergestützte Implantation. Beide Verfahren haben ihre Vor- und Nachteile. Nach welchen Kriterien die eine oder andere Methode für individuelle Patient\*innen die beste Wahl ist, beschreibt eine im August 2021 veröffentlichte Leitlinie, die unter Mitarbeit von Freiburger Spezialist\*innen entstand. Bei jüngeren Patient\*innen ohne schwere Begleiterkrankungen wird mit sehr guten Kurz- und Langzeitergebnissen in einer offenen Herz-OP eine neue Herzklappe eingesetzt. »



Obere Hohlvene

Aorta

Lungenarterie

Linker Vorhof

Aortenklappe

Pulmonalklappe

Mitralklappe

Rechter Vorhof

Trikuspidalklappe

Linke Herzkammer

Rechte Herzkammer

Untere Hohlvene



Diese Operationen sind Routine und das Operationsrisiko ist aufgrund der jahrzehntelangen Erfahrungen sehr gering. Ist eine Operation am offenen Herzen aufgrund verschiedenster Faktoren nicht sinnvoll, lässt sich eine neue, biologische Herzklappe mit dem TAVI-Verfahren durch einen Katheter einführen. Anders als bei einer Herz-OP kann auf die Öffnung des Brustkorbs und die Herz-Lungen-Maschine verzichtet werden. In den letzten Jahren sind der TAVI-Eingriff selbst, aber auch die Vorbereitung und die Nachsorge deutlich einfacher geworden. „Für die Voruntersuchungen benötigen wir regulär zwei Tage“, erläutert Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. Christoph Bode, Ärztlicher Direktor der Klinik für Kardiologie und Angiologie I am Universitäts-Herzzentrum des Universitätsklinikums Freiburg. „Den Eingriff selbst nehmen wir zum Teil in lokaler Betäubung ohne Vollnarkose vor – so sind die Patient\*innen bald wieder mobil und erholen sich insgesamt deutlich schneller.“

## ERSATZ PER KATHETER IMMER BELIEBTER

Das TAVI-Verfahren kommt immer häufiger zum Einsatz; laut Statistischem Bundesamt überwiegt seit 2014 die TAVI gegenüber offenen Operationen bei Patient\*innen mit verengter Aortenklappe. „Wir besprechen am Universitäts-Herzzentrum in einem interdisziplinären Team aus Kardiologie, Herzchirurgie und Anästhesie individuell, welches Verfahren wir empfehlen“, erläutert Privatdozent Dr. Peter Stachon, Oberarzt in der Klinik für Kardiologie und Angiologie I. „Die Bedeutung und die Verantwortung des Herz-Teams und der Herzklappen-Zentren wurden durch die neuen europäischen Leitlinien deutlich hervorgehoben“, ergänzt Professor Dr. Matthias Siepe, stellvertretender Direktor der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie am Universitäts-Herzzentrum des Universitätsklinikums Freiburg. »

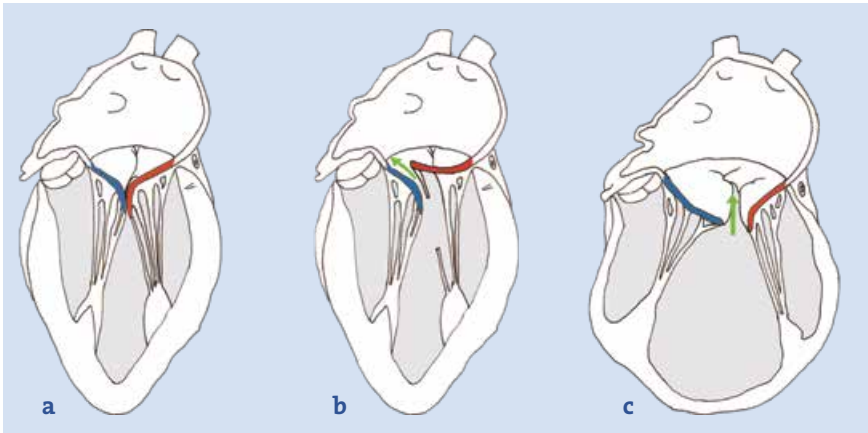
7



## WIE FUNKTIONIERT TAVI?

TAVI steht für „transcatheter aortic valve implantation“, also das Einsetzen einer Aortenklappenprothese per Katheter. Bei der TAVI wird die Verengung der Aortenklappe gesprengt und in die aufgeweitete Klappe eine neue, biologische Herzklappe eingesetzt. Dafür wird diese Klappe mitsamt ihrem Gerüst zusammengeklappt über eine große Arterie oder die Herzspitze in das Herz eingeführt, mit einem präzise gesteuerten Katheter in der natürlichen Klappe platziert und mithilfe eines Ballons entfaltet.

Bildrechte: © Edwards Lifesciences



Normalerweise schließen die rot und blau markierten Segel der Mitralklappe, die über Sehnenfäden mit den Papillarmuskeln verbunden sind (a). Bei gerissenen Sehnenfäden (b) sowie bei erweiterter Herzkammer (c) kann Blut in den Vorhof zurückströmen (grün) – hier kann eine herzchirurgische Rekonstruktion helfen.

© Springer-Verlag Berlin, Heidelberg 2016

### MITRALKLAPPE: ERHALTEN ODER AUSTAUSCHEN?

Nach der Aortenklappe ist die Mitralklappe zwischen linkem Vorhof und linker Herzkammer die zweithäufigste Ursache für einen gestörten Blutfluss im Herzen. Liegt eine Verkalkung vor, muss die verengte Herzklappe meist ersetzt werden. Ist die Mitralklappe jedoch undicht, lässt sie sich oft mit dem richtigen Verfahren rekonstruieren. Dabei richtet sich die Therapie nach der exakten Fehlerquelle: „Ist ein Sehnenfaden gerissen oder das Klappensegel verformt, empfehlen wir die Fixierung mit speziellen Fäden“, sagt Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. Friedhelm Beyersdorf, Ärztlicher Direktor der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie am Universitäts-Herzzentrum des Universitätsklinikums Freiburg. „Hat sich jedoch die linke Herzkammer geweitet und dadurch Klappen­segel, Sehnenfäden und Papillarmuskeln

„Je weniger belastend  
der Eingriff, desto  
schneller die Erholung!“

verschoben, setzen wir seit einigen Jahren bevorzugt auf ein kombiniertes Verfahren. Dabei bringen wir die Papillarmuskeln wieder näher zusammen und straffen mit einem künstlichen Netz den Ring, an dem die Klappen­segel befestigt sind.“

In jedem Fall setzen die Herzchirurg\*innen auf schonende Eingriffe: „Wir nehmen Austausch wie Rekonstruktion von Mitralklappen möglichst über eine kleine Öffnung am rechten Brustkorb vor“, erklärt Privatdozent Dr. Wolfgang Bothe, Oberarzt in der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie. „Denn je weniger belastend der Eingriff, desto schneller die Erholung!“



# DAS HERZ-TEAM: GEMEINSAM MEHR ERREICHEN

Herzkrankheiten können ganz unterschiedliche Ursachen und Erscheinungsformen haben. Deswegen sind auch die Therapieverfahren vielfältig. Ob medikamentös, kathetergestützt oder offen chirurgisch: Im Herz-Team besprechen Expert\*innen aus der Kardiologie und Angiologie, der Herz- und Gefäßchirurgie, der Radiologie und der Anästhesie die beste Behandlungsoption für ihre Patient\*innen und entwickeln gemeinsam individuelle Behandlungskonzepte. „In der Herz- und Gefäßmedizin ist die interdisziplinäre Entscheidungsfindung ein zentraler Baustein der Behandlungsplanung, der in den Leitlinien der Fachgesellschaften fest verankert ist. Im Sinne eines ‚shared decision making‘ fließen dabei auch die persönlichen Präferenzen der betroffenen Patient\*innen ein“, sagt Professor Dr. Franz-Josef Neumann, Ärztlicher Direktor der Klinik für Kardiologie und Angiologie II am Universitäts-Herzzentrum des Universitätsklinikums Freiburg.



Auch die Behandlung selbst findet oft gemeinsam im Herz-Team statt. Fällt beispielsweise die Entscheidung für den Ersatz der Aortenklappe per TAVI, stehen Kardiolog\*innen, Herzchirurg\*innen und Anästhesist\*innen zusammen im Hybrid-Operationssaal. In diesen speziell ausgestatteten Eingriffsräumen kann der kathetergestützte Eingriff vorgenommen und, falls nötig, auch auf eine offene Herzoperation gewechselt werden. ■

Bei komplexen Eingriffen stehen Kardiolog\*innen, Herzchirurg\*innen und Anästhesist\*innen gemeinsam im Hybrid-Operationssaal.



# 10.000

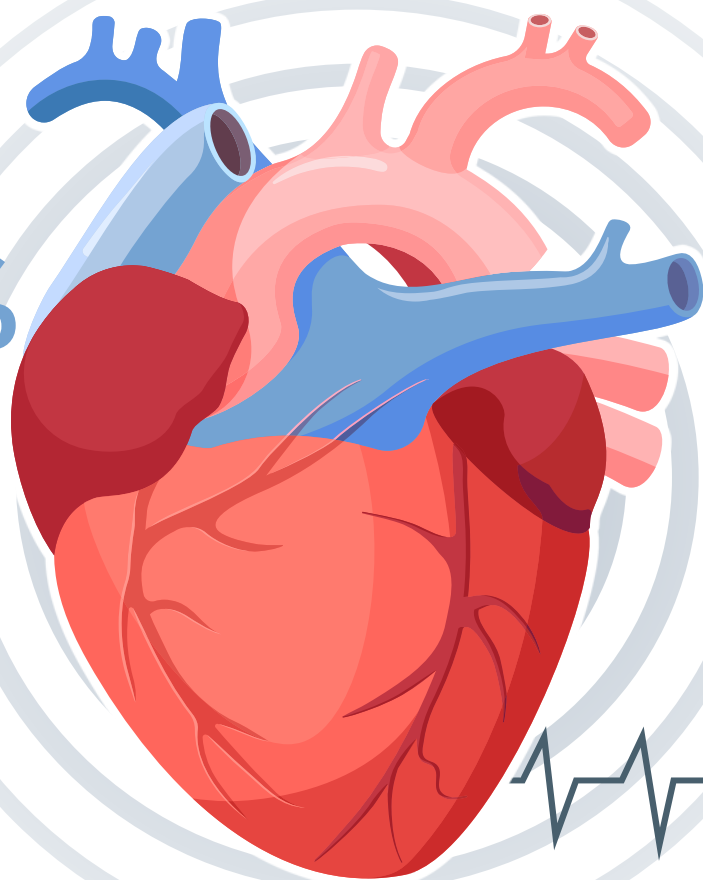
Liter pumpt das Herz täglich durch den Körper.



## RUND UMS

# 9%

Das Herz benötigt rund des täglichen Energieverbrauchs.



# 160.000 Kilometer

Rund sind die Blutgefäße im menschlichen Körper lang.



Das ist viermal um die Erde (Erdumfang ca. 40.000 km).

# 90

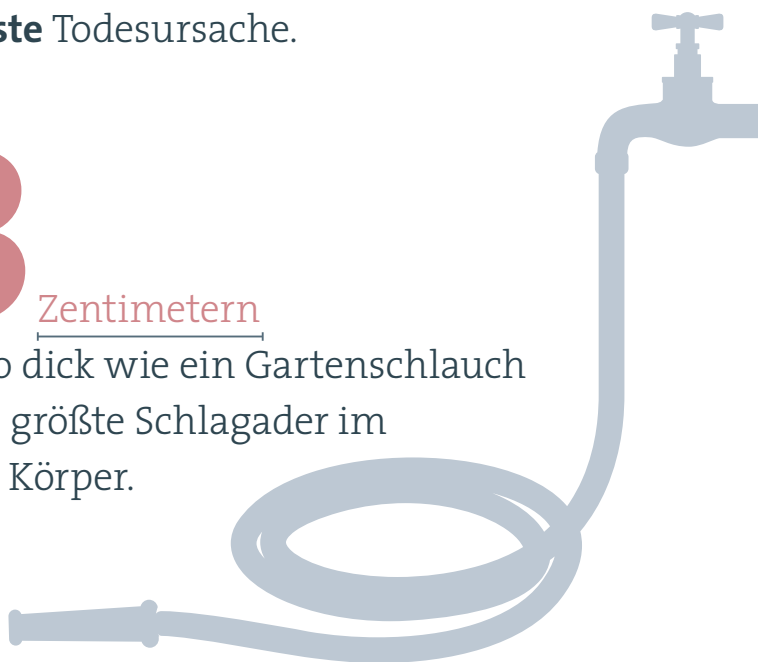
Alle Sekunden

verursachen Herz-Kreislauf-Erkrankungen in Deutschland einen Todesfall.

HERZ

Herz-Kreislauf-Erkrankungen  
sind **weltweit** die **häufigste** Todesursache.

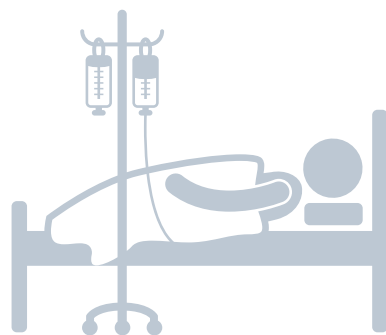
Mit etwa **3** Zentimetern  
ist die Aorta so dick wie ein Gartenschlauch  
und damit die größte Schlagader im  
menschlichen Körper.



11

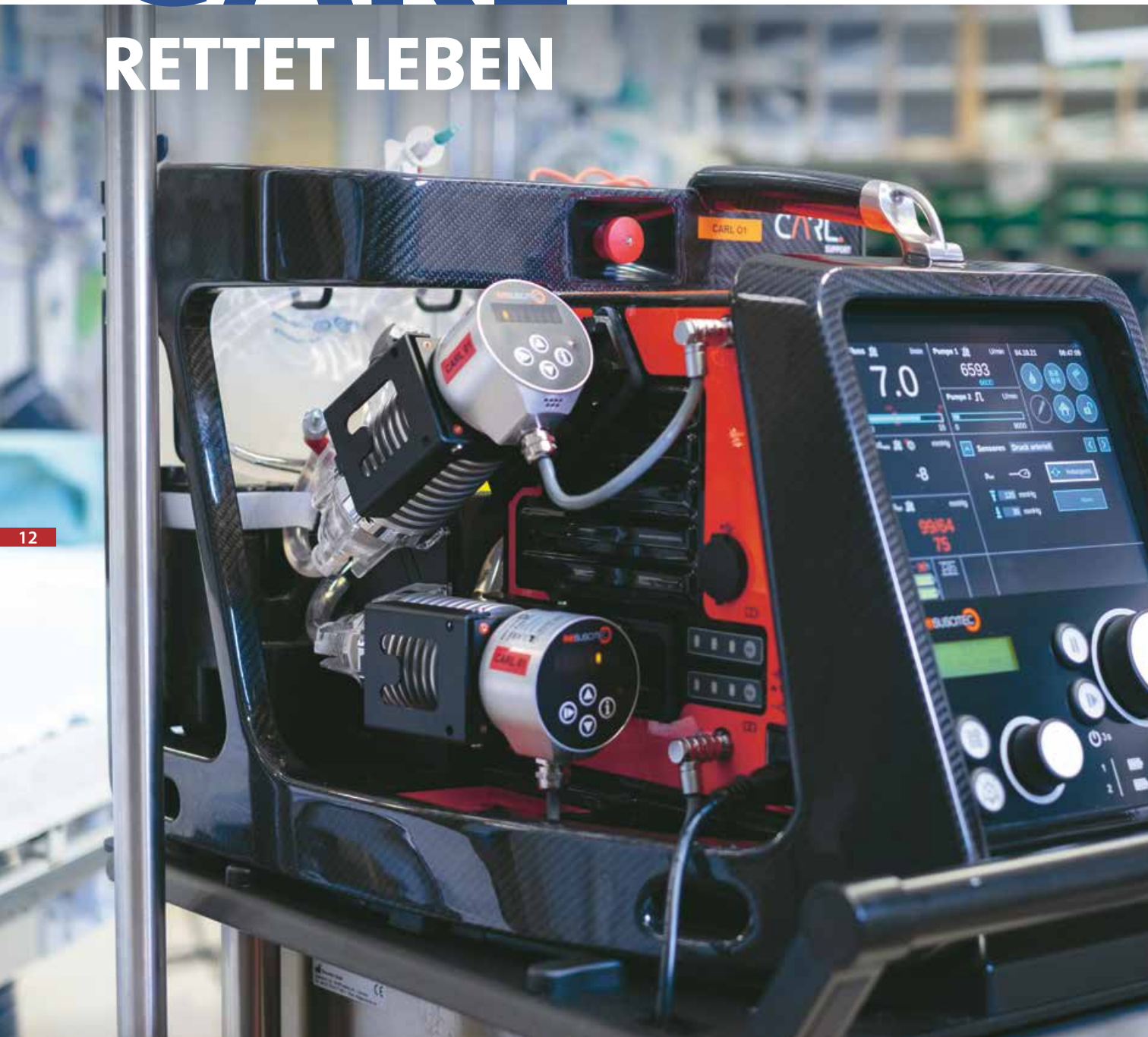
 **2,5** Milliarden  
Rund **2,5** Milliarden  
Mal schlägt das Herz im  
Leben einer 71-Jährigen.

Mit **22.000**  
stationären Patient\*innen jährlich zählt das  
Universitäts-Herzzentrum am Universitätsklinikum  
Freiburg zu den größten Herz-Kreislauf-Zentren  
deutschlandweit.



# CARL

## RETTET LEBEN



12

Nach einem Herzstillstand rast die Zeit: Jede Minute, die verrinnt, bevor das Herz wieder zu schlagen beginnt, verringert die Überlebenschance um etwa zehn Prozent. Bei Anna Heimer\* waren es 120 Minuten. Dass es ihr heute gut geht, ist das Ergebnis intensiver Freiburger Forschung und einer sehr vielversprechenden neuen Therapie: CARL.

CARL ist speziell für die Reanimation entwickelt und kann die komplette Herz-Lungen-Funktion der Patient\*innen bei einem Herzstillstand übernehmen.



13

Es kann einen jederzeit treffen: Beim Einkaufen, am Badensee oder im Büro. Rund 50.000 Menschen in Deutschland erleiden jährlich außerhalb des Krankenhauses einen plötzlichen Herzstillstand. Durch eine Reanimation kann das Herz wieder aktiviert werden. Doch es überlebt gerade einmal jede\*r Zehnte, viele Betroffene haben lebenslang mit den Folgen zu kämpfen. Auch die 37-jährige Anna Heimer\* hätte ihren Herzstillstand höchstwahrscheinlich nicht überlebt – wenn sie nicht das Glück gehabt hätte, am Universitätsklinikum Freiburg CARL zu begegnen.

Es ist ein schöner Sommertag, als Heimers Herz bei der Gartenarbeit plötzlich zu schlagen aufhört. Ihr Mann ruft sofort den Notarzt und beginnt mit der Wiederbelebung. Doch das Herz bleibt stumm. Daraufhin wird die Patientin per Rettungswagen ins Universitätsklinikum Freiburg gebracht. Mittlerweile sind rund zwei Stunden vergangen, eine Ewigkeit in der Notfallmedizin. »

\* Name von der Redaktion geändert.

DIE FREIBURGER ERKENNTNISSE SIND WELTWEIT GEFRAGT

Professor Dr. Friedhelm Beyersdorf, Ärztlicher Direktor der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie am Universitätsklinikum Freiburg, erforscht mit seinem Team seit mehr als 30 Jahren neue Wege in der Notfalltherapie nach Herzstillstand. „Wenn das Herz zu schlagen aufhört, wird der Körper und vor allem das Gehirn nicht mehr ausreichend mit Sauerstoff versorgt. Wir wissen aber seit einiger Zeit, dass die Organe vor allem Schaden nehmen, wenn nach erfolgreicher Reanimation wieder viel Sauerstoff zu Verfügung steht. Gleichzeitig kommen viele andere Blutwerte durch den Herzstillstand gefährlich aus dem Gleichgewicht“, erklärt Beyersdorf.

In umfassenden Forschungsarbeiten gelang es den Freiburger Ärzt\*innen und Forscher\*innen kürzlich zu entschlüsseln, wie zentrale Parameter in der Notfallbehandlung eingestellt werden müssen, um Gewebeschäden zu verhindern und die Genesung zu beschleunigen. Dazu gehören ein nur langsam ansteigender Sauerstoffgehalt und ein abgesenkter Kalziumspiegel im Blut sowie eine niedrige Körpertemperatur. Im Juli 2021 veröffentlichten sie ihre Ergebnisse in einem weltweit renommierten Forschungsmagazin.



„Wir wissen seit einiger Zeit, dass die Organe vor allem Schaden nehmen, wenn nach erfolgreicher Reanimation wieder viel Sauerstoff zu Verfügung steht.“

EIN NEU ENTWICKELTES GERÄT ERMÖGLICHT DIE KOMPLEXE THERAPIE

Doch diese Erkenntnisse allein hätten Anna Heimer nicht gerettet. Denn die Umsetzung der hochkomplexen Therapie ist mit bisher verfügbaren Geräten nicht möglich. Schon früh hatte Beyersdorf dies erkannt und gemeinsam mit Professor Dr. Christoph Benk, Bereichsleiter Kardiotechnik, und Professor Dr. Georg Trummer, Bereichsleiter Intensivmedizin der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie am Universitätsklinikum Freiburg, im ausgegründeten Start-up Resusitec eine völlig neue Herz-Lungen-Maschine entwickelt: CARL. Die Abkürzung steht für **C**ontrolled **A**utomated **R**eperfusion of the who**L**e Body.

„CARL ist unseres Wissens das erste Gerät, das speziell für die Reanimation entwickelt wurde und die komplette Herz-Lungen-Funktion der Patient\*innen übernehmen kann. Vor allem aber ist es weltweit das einzige Gerät, das eine Behandlung der Schäden ermöglicht, die durch den Herzstillstand entstanden sind“, sagt Benk. Mit CARL können alle wichtigen Blutwerte in Sekunden präzise gesteuert werden. „Durch eine Doppelpumpe erzeugen wir außerdem einen sehr natürlichen Blutfluss mit den üblichen Druckunterschieden wie beim Pulsschlag. Dadurch können wir während der CARL-Therapie das Gehirn optimal versorgen“, sagt Beyersdorf. Das Gerät ist so klein und leicht, dass es im Rettungswagen Platz findet und direkt zu den Patient\*innen getragen werden kann.



„In einer Pilotstudie konnten wir viele der Patient\*innen mit gutem Ergebnis retten, obwohl diese bereits zwischen 50 und 120 Minuten reanimiert worden waren.“

Professor Dr. Georg Trummer, Professor Dr. Friedhelm Beyersdorf und Professor Dr. Christoph Benk (v.l.n.r.) haben gemeinsam die neue Herz-Lungen-Maschine CARL entwickelt.

## WEITERE STUDIENDATEN SOLLEN GROSSEN NUTZEN BELEGEN

Als Anna Heimer ins Universitäts-Notfallzentrum des Universitätsklinikums Freiburg eingeliefert wird, wird sie sofort an das CARL-System angeschlossen. Mit Erfolg: Heimer überlebt den Herzstillstand nicht nur, sondern kann rund drei Wochen später das Klinikum verlassen – ohne größere Einschränkungen.

„In einer Pilotstudie konnten wir viele der Patient\*innen mit gutem Ergebnis retten, obwohl diese bereits zwischen 50 und 120 Minuten reanimiert worden waren. Bei einer regulären Therapie hätte für die Betroffenen kaum eine Chance bestanden“, sagt Trummer. Jetzt werden die Ergebnisse in einer großen europäischen Studie überprüft. Damit schon bald möglichst viele Betroffene von CARL profitieren können. ■



**UNIVERSITÄTS  
KLINIKUM** FREIBURG  
CCCF COMPREHENSIVE CANCER CENTER FREIBURG

***Ich bin Pumper.***

***Welcher Typ bist du?***

**Stammzellspende.  
Rette Leben!**



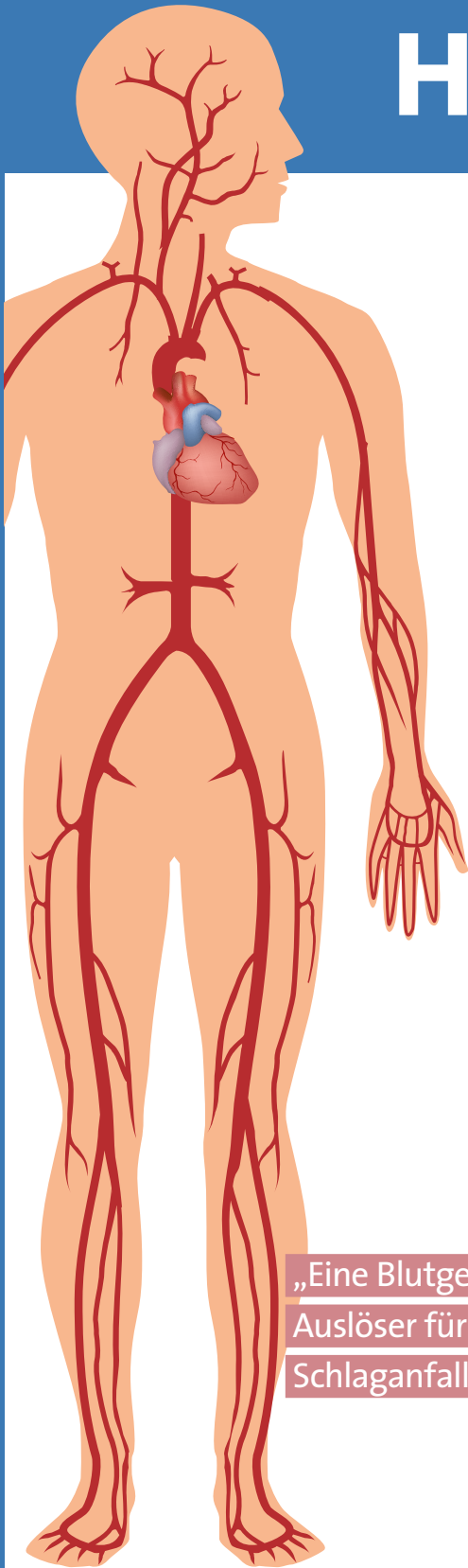
☎ 0761 270-35290

✉ [stammzelldatei@uniklinik-freiburg.de](mailto:stammzelldatei@uniklinik-freiburg.de)

🌐 [freiburger-stammzelldatei.de](http://freiburger-stammzelldatei.de)

 **FREIBURGER  
STAMMZELLDATEI**

# MIT DEM IMMUNSYSTEM GEGEN DEN HERZINFARKT



Mit einer Impfung lebensbedrohliche Verengungen der Arterien zukünftig verhindern: Geht das? Können die Fresszellen des Immunsystems Herzinfarkte abmildern? Diese Fragen stellen sich Forscher\*innen aus der Klinik für Kardiologie und Angiologie I am Universitäts-Herzzentrum des Universitätsklinikums Freiburg.

Wie eine Autobahn transportieren die Arterien Blut auf dem schnellsten Weg durch den Körper. Wird die freie Fahrt des Blutes behindert, ist der Crash manchmal unausweichlich. So kann eine Blutgefäßverengung in Arterien, Atherosklerose genannt, zum Auslöser für einen Herzinfarkt oder Schlaganfall werden. Neuere Forschungen deuten darauf hin, dass dabei chronische Entzündungen und das Immunsystem eine wichtige Rolle spielen.

„Eine Blutgefäßverengung kann zum Auslöser für einen Herzinfarkt oder Schlaganfall werden.“

## DAS IMMUNSYSTEM REAGIERT FALSCH: ANGRIFF STATT SCHUTZ

Bei einer Atherosklerose bilden sich sogenannte Plaques in den Gefäßwänden mancher Arterien und verengen diese. Diese Plaques bestehen unter anderem aus Cholesterin-Partikeln

vom Typ Low-Density-Lipoprotein (LDL) und aus Immunzellen. Auf einen Bestandteil des LDL-Cholesterins, das körpereigene Protein ApoB-100, springen körpereigene T-Helferzellen an und versuchen es zu bekämpfen. Eigentlich wäre ihre Aufgabe, den Körper vor Viren und Bakterien zu schützen. Bei bestimmten Autoimmunerkrankungen richten sich solche autoreaktive Immunzellen jedoch gegen körpereigene Proteine. Dadurch beschleunigen sie die Gefäßentzündung und heizen die fehlgeleitete Immunreaktion im Verlauf der Erkrankung immer weiter an. Die Plaque wächst, verengt das Gefäß zunehmend und wird schließlich instabil. Bricht die Plaque auf, kommt es innerhalb weniger Sekunden zu einem Gefäßverschluss und damit zum Infarkt. »

## „In der Zukunft wollen wir Menschen mit erhöhtem Risiko behandeln, bevor die Plaques die Arterien verengen.“

18

„Im Klinikalltag kämpfen wir vor allem gegen die Folgen der Atherosklerose: Druckgefühl im Brustkorb, Herzinfarkte, Herzschwäche. Dabei sollten wir schon bei der Ursache ansetzen“, sagt Privatdozent Dr. Dennis Wolf, Oberarzt an der Klinik für Kardiologie und Angiologie I (Direktor: Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. Christoph Bode) des Universitätsklinikums Freiburg. Zusammen mit seinem Team untersucht Wolf die zelluläre Immunantwort bei Atherosklerose. Bereits jetzt befinden sich entzündungshemmende Medikamente bei Patient\*innen mit voranschreitender Atherosklerose in der klinischen Prüfung. Doch die Freiburger Forscher\*innen möchten noch weiter gehen und eine präventive Therapie entwickeln. „In der Zukunft wollen wir Menschen mit erhöhtem Risiko behandeln, bevor die Plaques die Arterien verengen“, fasst Wolf seine Vision zusammen.

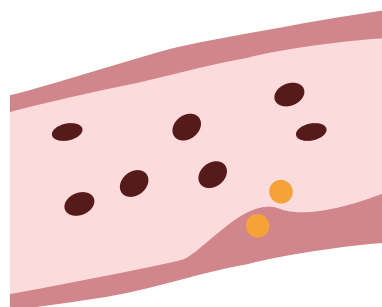
### EINE IMPFUNG GEGEN DIE HAUPTURSACHE VON INFARKTEN

„Wir möchten verhindern, dass der Körper sich selbst angreift. Dadurch könnte die Entzündungsreaktion in der Plaque vermindert werden“, sagt Wolf. Die Idee: Eine Impfung gegen

Atherosklerose. „Unser immunmodulatorischer Ansatz soll die schädliche Wirkung der autoreaktiven Immunzellen dämpfen. Hier könnte eine mRNA-basierte Impfung ein Schlüssel sein, schützende, sogenannte regulatorische T-Zellen zu aktivieren. Diese sind natürliche Gegenspieler der schädlichen autoreaktiven Zellen. Deshalb sind die momentanen Fortschritte bei mRNA-Impfstoffen für uns sehr spannend“, so der Freiburger Forscher.

Ob und wie erfolgreich sich die vorwiegend präklinischen Erkenntnisse aus Tiermodellen auf den Menschen übertragen lassen, erforscht der Kardiologe auch im Rahmen der „Else Kröner Clinician Scientist“-Forschungsprofessur „Kardiovaskuläre System-Immunologie“ weiter. Mit einer Million Euro fördert die Else Kröner-Fresenius-Stiftung den Forschungsanteil der an der Universität Freiburg angesiedelten Professur. „Wir hoffen, dass sich die Atherosklerose im besten Falle durch eine Impfung verhindern lässt oder zumindest deren Verlauf deutlich abschwächt“, erklärt Wolf. »

### SO KOMMT ES DURCH ATHEROSKLEROSE ZUM HERZINFARKT

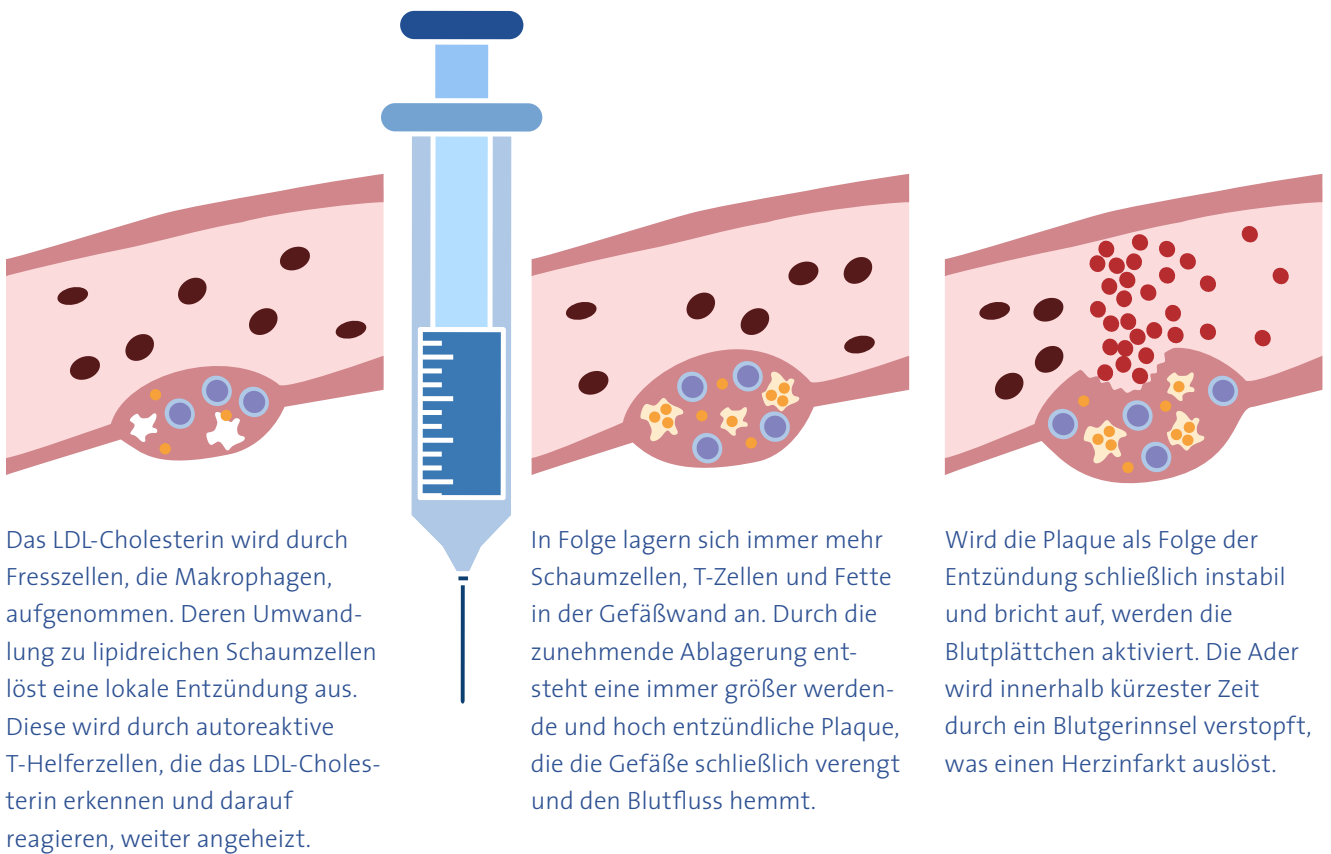


Die Gefäßwände der Arterien werden durch verschiedene Risikofaktoren wie Rauchen, Bluthochdruck, Diabetes, aber auch durch genetische Faktoren angegriffen. Durch die beschädigten Wände können LDL-Cholesterin-Partikel eindringen.

-  Gefäßwand
-  Blutkörperchen
-  LDL-Cholesterin
-  Makrophage
-  Schaumzelle
-  autoreaktive Zelle
-  Blutplättchen



Hier könnte die Impfung gegen  
Atherosklerose ansetzen und so den  
Verlauf der Erkrankung verlangsamen.



### HEILEND UND ZERSTÖRERISCH: DIE ROLLE DER MAKROPHAGEN

Für das Wachstum und die Destabilisierung der Plaques in den Gefäßwänden sind im ersten Schritt bestimmte Fresszellen des Immunsystems, die Makrophagen, verantwortlich. Sie sind ein wichtiger Teil des Immunsystems, weil sie Erreger wie Bakterien, Viren oder Toxine vernichten. In den beschädigten Gefäßwänden entfalten sie jedoch eine schädliche Wirkung: Sie nehmen das eingedrungene LDL-Cholesterin auf, wandeln sich damit zu lipidreichen Schaumzellen um und werden zum Ursprung der lokalen Entzündung, die anschließend durch die autoreaktiven T-Helferzellen weiter angeheizt wird.

„Wenn wir die Anzahl der Makrophagen in den Plaques gering halten könnten, ließe sich deren Wachstum und damit auch die Gefahr eines Herzinfarkts deutlich senken“, ist Privatdozent Dr. Ingo Hilgendorf überzeugt. Der Herz- und Gefäßspezialist aus der Klinik für Kardiologie und Angiologie I (Direktor: Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. Christoph Bode) des Universitätsklinikums Freiburg untersucht mit seinem Team die Rolle der Makrophagen rund um die Entstehung und die Folgen eines Herzinfarkts. Dabei machte er eine zentrale

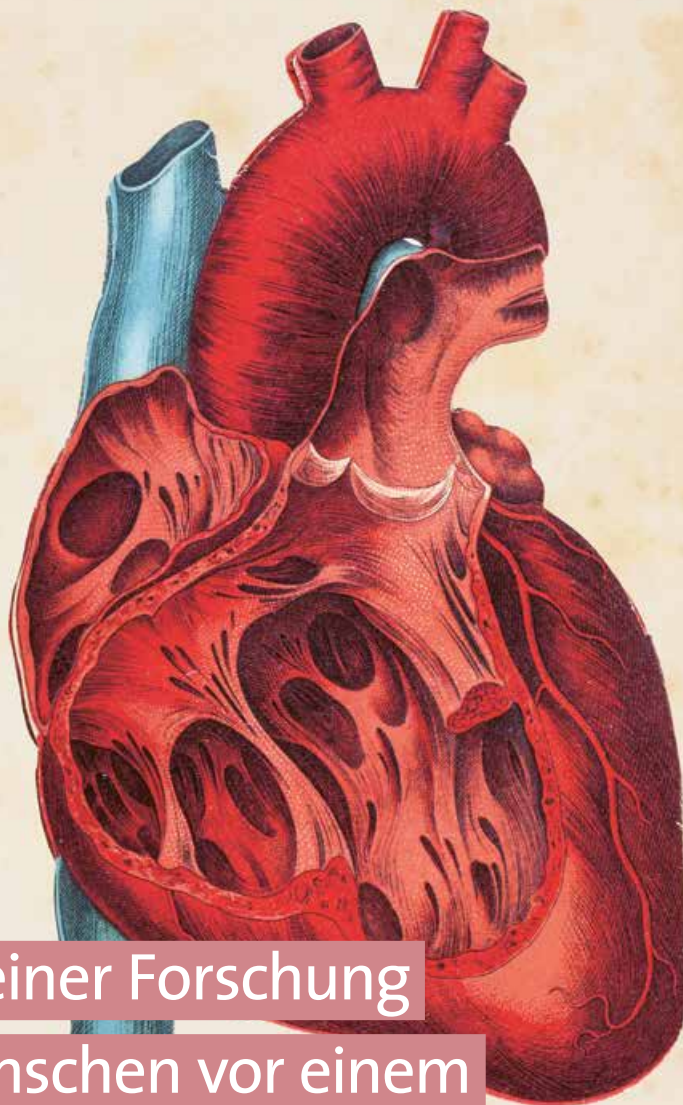
Entdeckung: „Wir konnten zeigen, dass sich die Fresszellen im Plaque insbesondere durch Zellteilung und nicht – wie lange angenommen – durch die Einwanderung und Umwandlung von Vorläuferzellen aus dem Knochenmark ansammeln.“ Mit dieser Erkenntnis wurden die Fresszellen endgültig zum Zielobjekt für

„Wenn wir verstehen, welche Faktoren die Vermehrung der Makrophagen in den Plaques antreiben, können wir diese als therapeutische Ansatzpunkte verfolgen.“

die Herzinfarkt-Prävention. „Wenn wir verstehen, welche Faktoren die Vermehrung der Makrophagen in den Plaques antreiben, können wir diese als therapeutische Ansatzpunkte verfolgen, um die Vermehrung spezifisch zu hemmen und so die gefährlichen Entzündungsprozesse frühzeitig zu stoppen“, so Hilgendorf.

### NACH DEM HERZINFARKT: MASSVOLL AUFRÄUMEN

Ist die Plaque trotz allem aufgebrochen und hat sich ein Blutgerinnsel gebildet, kann dieses eine Arterie im Herzmuskel verstopfen und so einen Herzinfarkt auslösen. Dabei sterben unterversorgte Herzmuskelzellen ab – und rufen erneut die



„Ich möchte mit meiner Forschung dazu beitragen, Menschen vor einem Herzinfarkt zu bewahren.“

21

Makrophagen auf den Plan. „Nach einem Herzinfarkt haben die Fresszellen die Aufgabe, als eine Art Müllabfuhr des Herzens möglichst schnell und effektiv den Schrott zu fressen“, verdeutlicht Hilgendorf ihre Rolle. Je maßvoller sie dabei vorgehen, desto besser steht es um die weitere Funktionsfähigkeit des Herzens.

Bei der Ausheilung des Herzinfarkts bildet sich aus der ursprünglichen Wunde eine Narbe. Ohne rasche Narbenbildung kann die Herzwunde reißen; die Makrophagen bereiten die Voraussetzung für diese Narbenbildung. „Damit das Herz seine lebensnotwendige Pumparbeit weiter mit ausreichend Kraft ausführen kann, ist es wichtig, die

Narbe so klein und flexibel wie möglich zu halten“, erklärt Hilgendorf. Die Makrophagen als Aufräumerinnen sind ein Schlüssel, um die Balance der Heilungsreaktion zu wahren: Einerseits ist ohne Makrophagen keine Heilung möglich, andererseits können zu viele und zu stark aktivierte Makrophagen auch die Heilung beeinträchtigen. Mit seiner Emmy-Noether-Forschungsgruppe für Immunokardiologie möchte der Kardiologe herausfinden, welche Faktoren eher schädlich und welche förderlich für die Heilung sind.

#### WIE SICH MAKROPHAGEN UMPROGRAMMIEREN LASSEN

„Schlechtes dämpfen und Gutes fördern“, beschreibt Hilgendorf seine Zielvision für eine mögliche Beeinflussung der Fresszellen. Im Tiermodell und anhand von Gewebeproben aus Operationen an Patient\*innen untersucht er, wie sich Makrophagen umprogrammieren lassen. Durch Immunmodulation sollen ihre schlechten Eigenschaften gedämpft und die guten gestärkt werden. Und das alles zum Wohle der Patient\*innen: „Ich möchte mit meiner Forschung dazu beitragen, Menschen vor einem Herzinfarkt zu bewahren – aber auch Lösungen finden, um seine Folgen so gut wie möglich abzumildern“, sagt Hilgendorf. |

# STARKE HERZEN – EIN LEBEN LANG

Kinder mit angeborenem Herzfehler stellen Spezialisten vor besondere Herausforderungen, denn die Erkrankung wird sie manchmal ein ganzes Leben lang begleiten. In der Klinik für angeborene Herzfehler und Pädiatrische Kardiologie weiß man, worauf es bei der Behandlung der kleinsten Herzpatienten ankommt.



„Wird mein Kind gesund werden? Kann es ein normales, erfülltes Leben haben?“ Diese Fragen stellen sich werdende Eltern, wenn bei ihrem Nachwuchs ein angeborener Herzfehler festgestellt wird. So auch Familie Flamm, deren Sohn Lovis mit einem komplexen Herzfehler zur Welt kam. Am dritten Lebenstag fiel bei Lovis während der Vorsorgeuntersuchung U2 in der Geburtsklinik ein Herzgeräusch auf. Beim Herzecho wurde ein komplexer Herzfehler festgestellt. Es folgten mehrere stationäre Aufenthalte und Herzoperationen am Universitäts-Herzzentrum in Freiburg. Bei der ersten Operation war Lovis erst acht Tage alt. „Oftmals gab es Momente, in denen wir um sein Leben gebangt haben. Aber jetzt, fünf Jahre später, führen wir ein normales Leben mit unseren zwei tollen Kindern“, berichtet Lovis' Mutter.

**„Unsere Patienten sollen auf Klassenfahrten gehen, ihren Traumberuf finden, vielleicht selbst Kinder bekommen.“**

Professor Dr. Brigitte Stiller und ihr Team kennen die bangen Momente und behalten doch das Ziel jeder Behandlung im Blick: „Wir möchten den Kindern ein normales Leben in guter Lebensqualität ermöglichen und das bis ins hohe Alter“, erklärt die Ärztliche Direktorin der Klinik für angeborene Herzfehler und Pädiatrische Kardiologie am Universitätsklinikum Freiburg. „Unsere Patienten sollen auf Klassenfahrten gehen, ihren Traumberuf finden, vielleicht selbst Kinder bekommen.“

## ANGEBORENE HERZFEHLER SIND HÄUFIG

Etwa ein Prozent aller Neugeborenen ist betroffen. In Deutschland werden jährlich mehr als 8.000 Kinder mit Herzfehlern geboren. Die Vielfalt der Herzfehler ist groß, weshalb einzelne Herzfehler zum Teil nur selten auftreten. Etwa 20 Prozent der Herzfehler haben schwere Formen. Noch vor 65 Jahren starb die Hälfte der Patientinnen und Patienten im Neugeborenen- oder frühen Kindesalter. Dank bedeutender Fortschritte in der Kinderkardiologie und -herzchirurgie erreichen heute mehr als 90 Prozent der Betroffenen das Erwachsenenalter.



„Dank bedeutender Fortschritte in der Kinderkardiologie und -herzchirurgie erreichen heute mehr als 90 Prozent der Betroffenen das Erwachsenenalter.“

### SCHONENDE UND FORTSCHRITTLICHE EINGRIFFE

Häufig werden Herzfehler bereits im Mutterleib diagnostiziert. Dann entwerfen die Behandelnden einen umfassenden Plan, wie akute Symptome zunächst behandelt und später der Herzfehler vielleicht ganz behoben werden kann. „Herzkathetereingriffe, minimalinvasive und große Operationen mit offenem Brustkorb und Herz-Lungen-Maschine stehen auch schon für die Neugeborenen zur Verfügung. Wir suchen für jedes Kind die beste und schonendste Möglichkeit zur Behandlung aus“, sagt Professor h.c. Dr. Johannes Kroll, der schon viele tausend Kinderherzen erfolgreich operiert hat. Der Leiter der Sektion Kinderherzchirurgie erklärt weiter: „Die großen korrigierenden Herzoperationen werden inzwischen in ein früheres Alter vorverlegt. Blutverlust, Infektionsgefahr und die Länge des Krankenhausaufenthalts sind durch die modernen Techniken deutlich geringer geworden.“

### EMAH: WENN KINDER MIT ANGEBORENEM HERZFEHLER ERWACHSEN WERDEN

Erreichen Kinder mit angeborenem Herzfehler das Erwachsenenalter, folgt manchmal eine Lücke in ihrer Behandlung. Stiller und ihr Team sind umfassend mit den Besonderheiten bei Erwachsenen mit angeborenem Herzfehler (EMAH) vertraut. Bereits 2011 wurde das Universitäts-Herzzentrum als erstes überregionales EMAH-Zentrum im Land Baden-Württemberg zertifiziert. Die lebenslange, spezialisierte Nachsorge ist insbesondere für Menschen mit schweren angeborenen Herzfehlern sehr wichtig. „Kinder wachsen“, sagt Stiller, „und damit auch deren Herzen und Gefäße.“ Bei kleinen Kindern eingesetzte biologische oder künstliche Herzklappen müssen später zum richtigen Zeitpunkt ausgetauscht werden. Gesundheitliche Probleme, die teils erst nach einigen Jahren auftreten, können so bemerkt und behandelt werden. „Kinder mit angeborenem Herzfehler können ein langes, aktives und gutes Leben führen. Und dank unserer Spezialisierung dürfen meine Kollegen und ich auch im Erwachsenenalter der Patientinnen und Patienten ein Teil dieses Lebens sein“, sagt Stiller. ■

# „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.

**360°:** 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 Nachwuchswissen-

schaftler\*innen. Vier Kliniken am Universitätsklinikum haben sich in Freiburg und am Campus Bad Krozingen auf die Behandlung von kleinen und großen Herzpatient\*innen spezialisiert. 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?

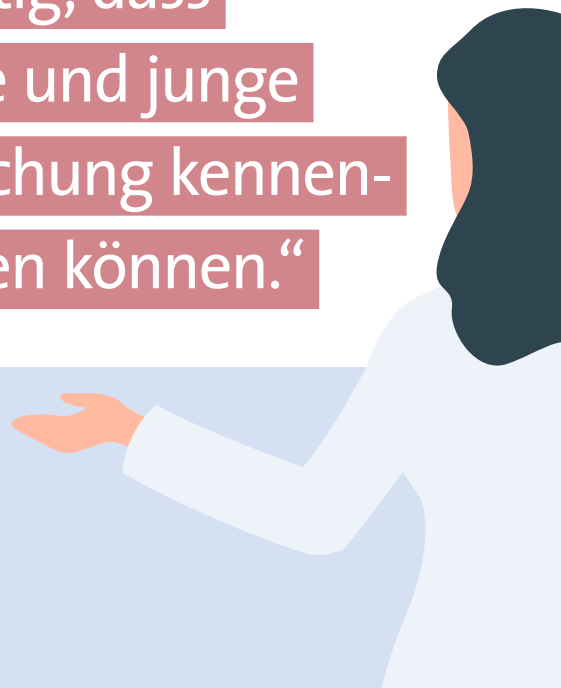
Es ist extrem wichtig, dass Medizinstudierende und junge Ärzt\*innen die Forschung kennenlernen und verstehen können. Sie sollen erfahren, wie neues Wissen entwickelt wird und wie es in die Klinik kommt. Förderprogramme wie MOTI-VATE oder Clinician-Scientist-Programme bieten für alle Karrierestufen exzellente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



Professor Dr. Lutz Hein ist seit Juni 2021 hauptamtlicher Dekan der Medizinischen Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg und damit auch Mitglied im Vorstand des Universitätsklinikums Freiburg. 2004 wurde der Mediziner auf einen Lehrstuhl für Experimentelle und Klinische Pharmakologie und Toxikologie in Freiburg berufen. Seit 2012 ist Hein Mitglied der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina.

25

„Es ist extrem wichtig, dass Medizinstudierende und junge Ärzt\*innen die Forschung kennenlernen und verstehen können.“



# WAS MIR AM HERZEN LIEGT

Mitarbeiter\*innen des Universitäts-Herzzentrums am  
Universitätsklinikum Freiburg berichten, was sie persönlich motiviert.

Funktionsoberarzt **Dr. Cornelius Lehane** ist Facharzt für Anästhesie und Intensivmedizin. Als Anästhesist steht er Patient\*innen vor, während und nach dem medizinischen Eingriff zur Seite. Bei Operationen überwacht er alle wichtigen Körperfunktionen und sorgt für eine reibungslose Narkose.



„Die Chance, schwerkranken Menschen zu helfen ist für mich eine sehr große Lebensbereicherung.“

26

Patient\*innen, bei denen ein verengtes Herzkranzgefäß ausgeschlossen oder die Durchblutung des Herzmuskels untersucht werden soll, treffen vielleicht auf

**Miriam Pfeifer**. Als leitende medizinisch-technische Radiologieassistentin sorgt sie für den reibungslosen Ablauf von CT-, MRT- und Röntgenaufnahmen.

„Ich mag die Abwechslung zwischen Bürotätigkeit und Patient\*innennähe“, erklärt sie.



„Besonders am Herzen liegen mir die gute Stimmung und die Zusammenarbeit im Team.“

Ultraschall- und EKG-Geräte sowie Patient\*innen-Monitoringsysteme wollen regelmäßig gewartet werden. „Mein Beruf ist sehr abwechslungsreich. Ich betreue 23 verschiedene Abteilungen und einen umfangreichen Gerätepark“, sagt der staatlich geprüfte Medizintechniker **Jörg Lutteropp**.



„Ich freue mich immer sehr über den Dank der Kolleg\*innen nach einer erfolgreichen Fehlerbeseitigung.“

Wenn nach einem Krankenhausaufenthalt viele bürokratische und organisatorische Aufgaben anstehen, unterstützt **Karin Kühl** im Rahmen des Entlassmanagements. Die Leiterin des Sozialdiensts am Campus Bad Krozingen vermittelt mit ihren Kolleg\*innen Anschlussheilbehandlungen, organisiert Unterstützung im häuslichen Umfeld und hilft bei Anträgen für den Pflegegrad oder anderen sozialrechtlichen Ansprüchen.

„Der Dank der Patient\*innen motiviert uns jeden Tag aufs Neue.“



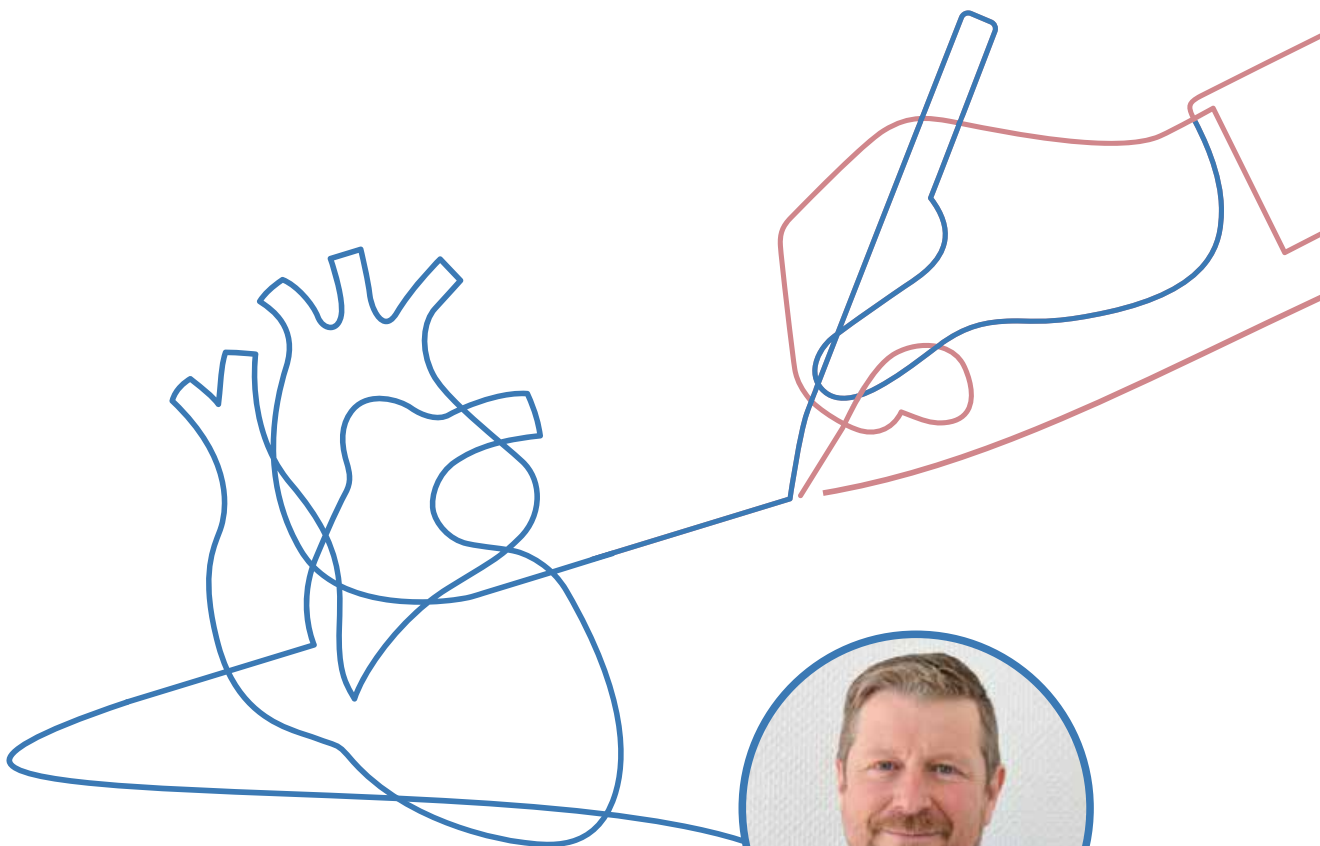
„Warum ich morgens motiviert aufstehe? Das großartige Team!“, sagt Biomedizinerin **Dr. Enaam Chleilat**. Die gebürtige Kanadierin forscht am Institut für Experimentelle Kardiovaskuläre Medizin begeistert nach neuen Möglichkeiten, Herzrhythmusstörungen zu verhindern und zu behandeln.

„Ein besonderer Tag ist, wenn mein Experiment etwas komplett Unerwartetes zeigt. Dann weiß ich, dass ich vielleicht etwas Neuem auf der Spur bin.“



„Mich motiviert die bestmögliche medizinische Versorgung der Patient\*innen“, sagt **Dr. Katharina Pernice**. Als Oberärztin auf der herzchirurgischen Intensivstation behandelt sie Menschen mit schweren Erkrankungen, bildet Nachwuchsmediziner\*innen aus und betreut eigene Forschungsprojekte. Entscheidend ist die Zusammenarbeit aller Berufsgruppen.

„Wenn ich sehe, dass meine Kolleg\*innen Freude an der Arbeit haben und auch ungeplante Situationen erfolgreich bewältigen, bin ich stolz darauf.“



„Ich möchte herzkranken Menschen ein möglichst langes und beschwerdefreies Leben ermöglichen“, sagt **Dr. Adrian Heidenreich**. Der Assistenzarzt und seine Kolleg\*innen in der Klinik für Kardiologie und Angiologie I behalten auch an arbeitsintensiven Tagen und in Notfallsituationen den Überblick. Viel Potenzial für eine individualisierte und an der neuesten Forschung ausgerichtete Behandlung sieht Heidenreich in der Digitalisierung.

**„Wir stehen gerade erst am Anfang des Möglichen!“**



Für Mitarbeiter\*innen ein Vorbild sein und die bestmögliche Leistung für herzkranken Patient\*innen zu ermöglichen motiviert **Joachim Pfefferle**. Der Stationsleiter der 1c hat einen vielseitigen Arbeitsalltag. Bei der Prozesssteuerung, dem Qualitätsmanagement und der Personalentwicklung arbeitet er mit allen Berufsgruppen des Herzzentrums zusammen.

**„Ich habe einen wunder-  
vollen Beruf gewählt –  
und das sage ich mit  
voller Überzeugung,  
auch nach 25 Jahren.“**



Als Studienkoordinator in Vertretung behält **Nicolas C. Enriquez** den Überblick über die administrative Koordination, Budget- und Projektplanung, Qualitätssicherung und die Durchführung der verschiedenen Studien an der Klinik für Angeborene Herzfehler. „Forschung macht eine noch bessere Versorgung herzkranker Kinder und Jugendlicher möglich“, so der Gesundheits- und Kinderkrankenpfleger und studierte Gesundheitswissenschaftler.

„Wenn man dazu beiträgt, dass ein Studienkind große gesundheitliche Fortschritte macht, weiß man, dass man das Richtige tut.“

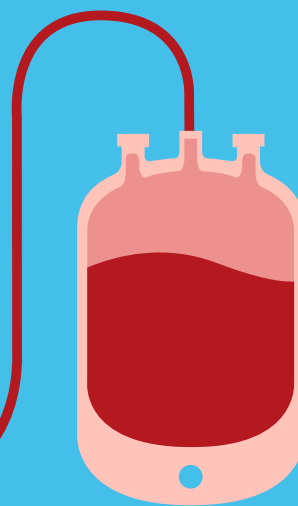
Seit mehr als zehn Jahren ist **Maria Haufler-Becker** als Gesundheits- und Krankenpflegerin Teil des Teams der Privatstation am Campus Bad Krozingen. Mehr als 40 Stationsassistent\*innen, Stationssekretär\*innen und Pflegenden arbeiten auf drei Stockwerken. „Wir halten in allen Situationen zusammen wie eine zweite Familie“, erzählt sie.

„Das Schönste an meinem Beruf: die Dankbarkeit der Patient\*innen und Angehörigen, egal wie groß oder klein die Handgriffe sind.“

29

Du kannst das.  
ich weiß das.

You are  
the Life for  
Someone!



blutspende   
Universitätsklinikum Freiburg

# AUS DEM TAKT

Zu langsam oder zu schnell, stolpernd oder stechend: Herzrhythmusstörungen sind weit verbreitet. Sie können harmlos sein und kaum Beschwerden auslösen – ihnen kann aber auch eine ernsthafte Erkrankung zugrunde liegen.

30

Das Herz ist ein emsiger Muskel: Im Normalfall schlägt es gleichmäßig, egal ob Tag oder Nacht, ob wir ruhen oder uns anstrengen, beim Rennen oder Schlafen. Rund 70 Schläge erzeugt es jede Minute bei einem Erwachsenen im Ruhezustand. In dieser Zeit pumpt es fünf Liter Blut durch den Körper und stellt sicher, dass alle Organe mit Sauerstoff versorgt werden.

Dirigent ist der Sinusknoten. Er besteht aus speziellen Muskelzellen und liegt im rechten Vorhof. Durch elektrische Impulse löst er die Schläge des Herzens aus. „Dieser Sinusrhythmus kann aus dem Takt geraten, wenn die Impulse nicht richtig gesendet werden oder es Probleme beim Weiterleiten in die Vorhöfe und die Herzhauptkammern gibt“, erklärt Professor Dr. Thomas Arentz, Sektionsleiter der Abteilung Rhythmologie an der Klinik für Kardiologie und Angiologie II des Universitätsklinikums Freiburg. „Dann sprechen wir von einer Herzrhythmusstörung.“

Zu schnelles Herzpochen oder Herzasen im Ruhezustand, häufig begleitet von Kurzatmigkeit oder Brustschmerz, wird Tachykardie genannt. Bei der Bradykardie dagegen kann ein zu langsamer Herzschlag zu Schwindel, Müdigkeit und Benommenheit führen. Zu den häufigsten Herzrhythmusstörungen gehört das Vorhofflimmern: Hierbei erzeugen die Vorhöfe einen anhaltend unregelmäßigen, oft schnellen Puls. „Akut gefährlich sind Herzrhythmusstörungen nur selten. Störungen, die von den Herzhauptkammern ausgehen, müssen aber oft umgehend behandelt werden“, sagt Arentz. „Deshalb sollte sich jeder, der das Gefühl hat, dass sein Herz aus dem Rhythmus gerät, ärztlichen Rat holen.“

## ELEKTROPHYSIOLOGIE: PRÄZISE DIAGNOSTIK UND GEZIELTE THERAPIE

Ein Herz, das unregelmäßig schlägt, kann unterschiedlich behandelt werden. Der klassische Weg sind Medikamente. „Weitaus erfolgsversprechender ist es, das Areal im Herzen zu

identifizieren, das die Störung verursacht“, sagt Privatdozent Dr. Amir Jadidi, Oberarzt in der Abteilung Rhythmologie der Klinik für Kardiologie und Angiologie II. Dafür wird eine Elektrophysiologische Untersuchung (EPU) vorgenommen. Über einen venösen Zugang in der Leiste werden die Herzströme an verschiedenen Stellen der Herzinnenwand abgeleitet. Daraus kann häufig eine präzise Diagnose gestellt und eine passende Therapie eingeleitet werden. „Mittels eines Katheters kann beispielsweise bei Tachykardien direkt im Zuge der Untersuchung das verantwortliche Areal verödet werden“, erklärt Jadidi. Zur effektiven Therapie der häufigsten Herzrhythmusstörung des Menschen – des Vorhofflimmerns – werden die hierfür verantwortlichen Pulmonalvenen durch Katheterablation elektrisch isoliert, um diese Arrhythmiequellen auszuschalten und den normalen Sinusrhythmus wiederherzustellen. „Schlägt das Herz zu langsam, verhilft meist ein Herzschrittmacher zu einem gesunden Rhythmus.“ |

Im Oberflächen-Elektrokardiogramm (EKG) findet sich eine regelmäßige Vorhoferregung (dunkelblauer Pfeil) von kurzer Dauer. Im Sinusrhythmus liegen die Herzfrequenzen in Ruhe zwischen 50 und 90/min.

Das EKG von einem Katheter aus dem linken Vorhof zeigt ein Signal mit hoher Amplitude. (hellblauer Pfeil)

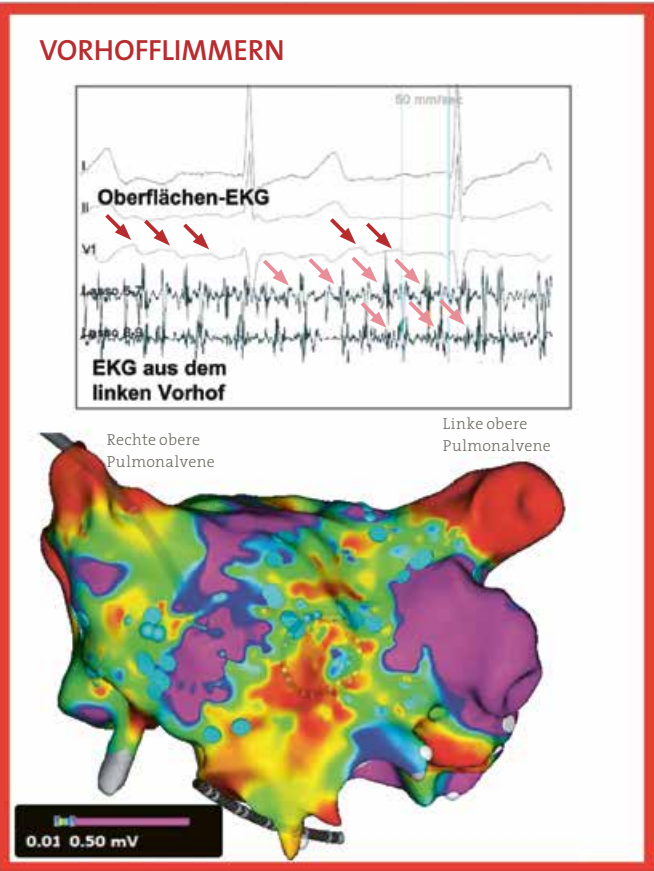


Beides sind Zeichen eines gesunden linken Vorhofs wie in der dreidimensionalen Vorhofrekonstruktion verdeutlicht. (rosafarbener Bereich)

*Gesunder linker Vorhof mit hoher Voltage, keine Vernarbungen*

Bei Vorhofflimmern zeigt das Oberflächen-EKG variable, unregelmäßige Vorhoferregungen (rote Pfeile), die durch sehr schnelle und unregelmäßige elektrische Aktivität im linken Vorhof zustande kommen. Die Ruheherzfrequenz bei Vorhofflimmern variiert sehr stark und kann von langsamen 40–60/min bis zu schnellen Frequenzen von 100–170/min reichen.

Das EKG aus dem Inneren des Herzens kennzeichnen die schnellen Flimmererregungen im linken Vorhof. (rosafarbene Pfeile)

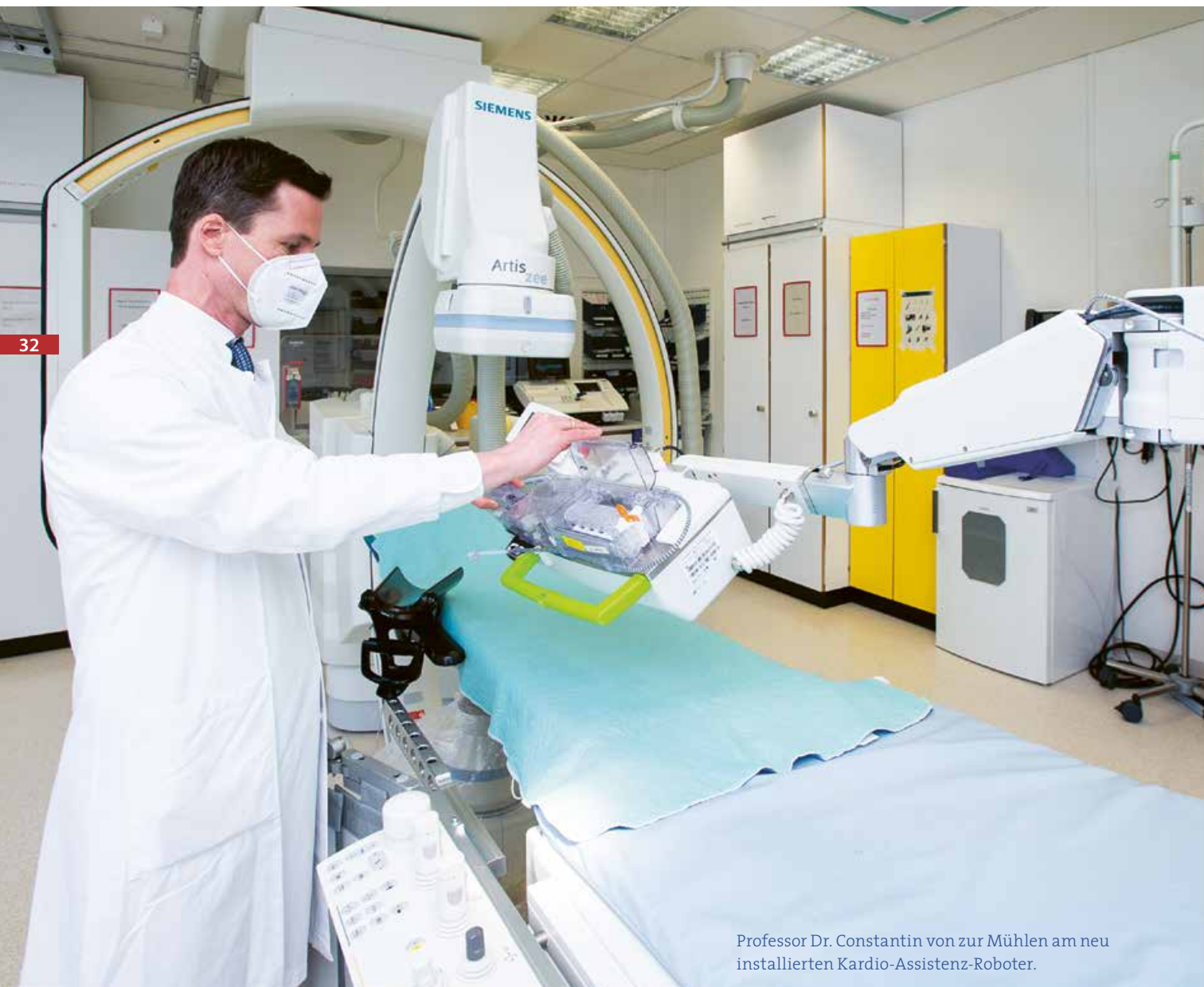


Die dreidimensionale Vorhofrekonstruktion veranschaulicht den erkrankten und vernarbten linken Vorhof mit niedriger elektrischer Voltage. (rot-gelb-grüne Bereiche)

*Linker Vorhof mit niedriger Voltage und Vernarbungen*

# PRÄZISE UND BEHUTSAM

Der weltweit modernste Herzkatheter-Roboter wird als Assistent bei Herzoperationen an der Klinik für Kardiologie und Angiologie I am Universitäts-Herzzentrum des Universitätsklinikums Freiburg eingesetzt.



Professor Dr. Constantin von zur Mühlen am neu installierten Cardio-Assistenz-Roboter.

Dieser Roboter kann weder sprechen noch laufen, sondern ist ein kleiner Kasten von 40 Zentimetern. In ihm werden die Führungskatheter platziert, die bei minimalinvasiven Eingriffen in feinen Bewegungen zum Herz des Patienten

vorgeschoben werden. Der kleine Assistent arbeitet dabei so präzise, dass er unterstützt von modernster Bildgebung die Herzkranzgefäße behutsam weiten oder auf einen Zehntelmillimeter genau einen Stent einsetzen kann.

Über eine Konsole kann der Roboter auf einen Zehntel-  
millimeter genau gesteuert werden.



### DER MENSCH BEHÄLT DIE OBERHAND

Dabei ist klar: „Der Roboter ersetzt nicht den Menschen. Wir haben jederzeit die volle Kontrolle“, sagt Professor Dr. Constantin von zur Mühlen, Leiter der interventionellen Kardiologie an der Klinik für Kardiologie und Angiologie I des Universitätsklinikums Freiburg. Bereits 45 Patient\*innen wurden in den ersten acht Monaten erfolgreich robotergestützt behandelt. Europaweit sind nur fünf ähnliche Geräte im Einsatz. Den Roboterarm steuern die behandelnden Ärzt\*innen über eine Konsole mit hochauflösendem Monitor, die in beliebiger Entfernung vom Behandlungstisch stehen kann.

### SCHUTZ VOR STRAHLUNG

Die Fernsteuerung des Roboters hat weitere Vorzüge: Zum einen befinden sich die Ärzt\*innen außerhalb des Strahlenbereichs der Bildgebung, zum anderen könnten die Freiburger Expert\*innen künftig Herzkatheter-Eingriffe auch telemedizinisch betreuen oder sogar durchführen. Bei jedem Eingriff speichert der Roboterarm Motorbewegungen und Materialauswahl, die sich in Zukunft anonymisiert weltweit über eine Cloud abrufen lassen sollen.

### ERFAHRUNG BEI KOMPLEXEN EINGRIFFEN

„Die Robotik eröffnet neue Horizonte in der interventionellen Kardiologie, diagnostisch wie therapeutisch. Wir freuen uns, dass wir diese neue Technologie als eine der ersten Kliniken Europas zum Wohle unserer Patient\*innen einsetzen können“, sagt Univ.-Professor Dr. Dr. h.c. Christoph Bode, Ärztlicher Direktor der Klinik für Kardiologie und Angiologie I. Mit dem Einsatz neuer Techniken und der Durchführung komplexer Herzkatheter-Eingriffe haben die Ärzt\*innen am Universitäts-Herzzentrum des Universitätsklinikums Freiburg als einem der größten Zentren für kardiovaskuläre Medizin in Deutschland sehr viel Erfahrung. |

**EIN VIDEO ZUM  
HERZKATHETER-  
ROBOTER FINDEN  
SIE HIER:**





34

# MODERNE AORTENMEDIZIN AM PULS DER ZEIT

Ein gefrorener Elefantenrüssel als Ersatz für den Aortenbogen? Natürlich nur im übertragenen Sinn. Die Hybridprothese namens Frozen Elephant Trunk ist heute Standard in der Aortenmedizin. Zwei Herz- und Gefäßchirurgen des Universitäts-Herzzentrums am Universitätsklinikum Freiburg berichten, wie die Prothese Patient\*innen bei einer gefährlichen, weil oft symptomlosen Erkrankung der Hauptschlagader helfen kann.

Wenn die Herz- und Gefäßchirurgen Professor Dr. Martin Czerny und Professor Dr. Bartosz Rylski vom „Organ Aorta“ sprechen, kommen sie ins Schwärmen: „Die Zukunft gehört der modernen Aortenmedizin.“ Die Zuversicht der Herz- und Gefäßspezialisten aus dem Universitäts-Herzzentrum des Universitätsklinikums Freiburg gründet auf verbesserten Behandlungsoptionen und Diagnostikmöglichkeiten, die in den letzten Jahrzehnten für gefährliche, weil oft symptomlose Erkrankungen der Hauptschlagader (Aorta) entwickelt wurden.

„Die Aortenmedizin ist die Urform personalisierter Medizin.“

#### MIT DEM KATHETER INS HERZ UND IN DIE AORTA

Seit der Medizinprofessor Nikolai Volodos in den 1980er-Jahren den ersten Stentgraft als Gefäßstütze in eine Brustschlagader, die sogenannte thorakale Aorta, implantierte, hat sich die minimalinvasive, kathetergestützte Behandlung in der Aortenmedizin rasant weiterentwickelt. Am Aortenzentrum des Universitätsklinikums Freiburg wie auch weltweit werden inzwischen immer mehr Patient\*innen mittels Katheter oder einer Kombination aus offener und kathetergestützter Therapie operiert.

Die sogenannte endovaskuläre Therapie hat gegenüber der offenen chirurgischen Therapie einige Vorteile: kein Abklemmen der Aorta, kein Blutverlust, kurze oder keine intensivmedizinische Nachbetreuung und ein geringes Risiko für neurologische Komplikationen. Zum Schluss bleibt es jedoch wesentlich, so Czerny und

Rylski, „alle Therapieoptionen unter einem Dach vereint anbieten zu können, da nicht alle Patient\*innen mit einer Methode behandelt werden können. Damit ist die Aortenmedizin die Urform personalisierter Medizin“.

#### NEUES BEHANDLUNGSKONZEPT

Im Vergleich der letzten Jahrzehnte hat sich das Verständnis des Krankheitsbilds geändert. Heute betrachten die Operateur\*innen beispielsweise den Aortenbogen – einen Abschnitt der Hauptschlagader in unmittelbarer Nähe ihres Ursprungs im Herzen – ganz anders als früher. „Da wir die Vorgänge inzwischen viel besser verstehen, können wir vorab die passende Behandlung auswählen“, sagt Rylski. So war vor wenigen Jahren das Restrisiko eines Eingriffs am Aortenbogen noch sehr hoch. „Ein neues Behandlungskonzept für dieses Aortensegment gehört zu den größten medizinischen Fortschritten der letzten 25 Jahre“, so Czerny.

#### DIE FROZEN-ELEPHANT-TRUNK-TECHNIK

Die Kombination einer klassischen Aortenprothese mit Anschlüssen für die Kopf-Halsadern und einer Stentgraftprothese für den absteigenden Teil der Aorta hat die Behandlung des Aortenbogens neu definiert. Die sogenannte Frozen-Elephant-Trunk-Technik ist ein Hybridverfahren zwischen offener und endovaskulärer Aortenchirurgie. Es wird zunehmend bei bereits voroperierten Patient\*innen eingesetzt, bei denen erneut ein Aneurysma im Aortenbogen zu reißen droht. „Die neue Hybridprothese erlaubt es uns, mit niedriger Komplikationsrate auch die komplexesten Erkrankungen zu behandeln“, sagt Rylski. Die Methode wurde am Universitäts-Herzzentrum schon mehr als 300-mal angewandt, „was die internationale Vorreiterrolle unseres Aortenzentrums unterstreicht“, so Czerny. ■



# FRÜHZEITIG ENTDECKEN, RECHTZEITIG BEHANDELN

Das Pulsoxymetrie-Screening ist schnell, schmerzlos und rettet Kinderleben. Ziel des Screenings ist es, schwere angeborene Herzfehler frühzeitig zu erkennen und eine rechtzeitige Behandlung zu ermöglichen. Seit 2017 ist es in Deutschland gesetzlich vorgeschriebener Bestandteil der nachgeburtlichen Vorsorgeuntersuchung und wird jedem Neugeborenen angeboten.

# 8.0000

Kinder kommen jährlich mit Herzfehlern zur Welt.

Ein kleiner Lichtsensor wird mit einem Klettband vorsichtig um das Fußchen des Neugeborenen gelegt. Es spürt lediglich die sanften Berührungen des Untersuchenden und den kleinen Sensor – im besten Fall verschläft es die Untersuchung. Wenige Sekunden später kann der Sauerstoffgehalt im Blut des Neugeborenen auf einem Monitor abgelesen werden. So schnell und schmerzlos funktioniert das Pulsoxymetrie-Screening, das seit 2017 allen Neugeborenen angeboten werden muss, idealerweise zwischen der 24. und der 48. Lebensstunde. Und doch kann es lebenswichtig für das Neugeborene sein: Liegt der angezeigte Sauerstoffwert unter 94 Prozent, kann dies ein Anzeichen für einen schweren Herzfehler sein. Dank der Kombination aus Ultraschalluntersuchung in der Schwangerschaft, kinderärztlicher Vorsorgeuntersuchungen und Pulsoxymetrie-Screening können die meisten schweren Herzfehler rechtzeitig erkannt und behandelt werden.

Bei unter

# 94

Prozent Sauerstoffwert gibt es Anzeichen für einen schweren Herzfehler.

## FRÜHE DIAGNOSEN RETTEN LEBEN

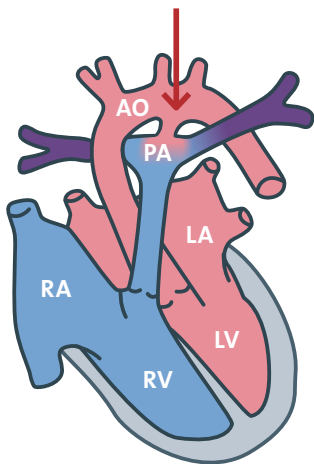
In Deutschland kommen jährlich mehr als 8.000 Kinder mit Herzfehlern zur Welt. Das ist etwa ein Prozent aller Neugeborenen. Damit sind angeborene Herzfehler die häufigste angeborene Fehlbildung beim Menschen. Gut zehn Prozent dieser Kinder müssen bereits in den ersten Lebenswochen operiert werden, um überleben zu können. Daher ist eine frühe Diagnosestellung besonders wichtig. Allerdings können durch die Ultraschalluntersuchungen während der Schwangerschaft und die kinderärztlichen Untersuchungen nach der Geburt längst nicht alle Herzfehler rechtzeitig entdeckt werden. So kann ein Baby zunächst gesund erscheinen, dann aber am dritten bis siebten Lebens- tag plötzlich einen lebensbedrohlichen Kreislaufschock entwickeln, bei dem wichtige Organe zu Schaden kommen können. Das Pulsoxymetrie-Screening hilft, möglichst viele dieser lebensbedrohlichen Herzfehler rechtzeitig zu erkennen und den Kreislaufschock zu verhindern. »

## WAS PASSIERT BEI DER KREISLAUFUMSTELLUNG DES NEUGEBORENEN?

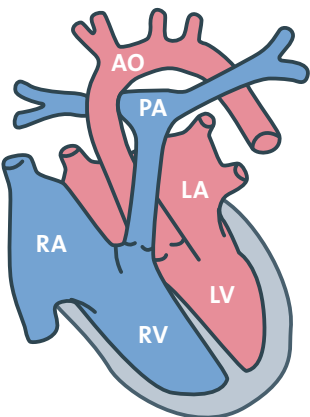
Im Mutterleib ist das ungeborene Kind umgeben von Fruchtwasser. Es kann daher keinen Sauerstoff über die Lungen einatmen. Das muss es auch nicht, da das ungeborene Kind über die Nabelschnur von der Mutter mit Sauerstoff versorgt wird. Daher wird nicht das gesamte Blut durch die Lunge geleitet. Ein großer Teil nimmt eine „Abkürzung“ – den Ductus arteriosus. Nach der Geburt schreit das Neugeborene zum ersten Mal, die Lunge entfaltet sich und das gesamte Blut fließt nun durch die Lunge. Mit Sauerstoff angereichert, wird es anschließend in den gesamten Körper geleitet. In den Tagen nach der Geburt verschließt sich der Ductus arteriosus spontan, da er beim gesunden Neugeborenen nicht mehr gebraucht wird.

**Anders ist es bei schweren Herzfehlern:** Hier ist der Aufbau des Herzens, der Lungenschlagader oder der Hauptschlagader schon im Mutterleib fehlerhaft angelegt. Durch die zusätzlich vorhandene „Abkürzung“ des Ductus arteriosus kann der Blutkreislauf im Mutterleib trotzdem funktionieren. Doch wenn sich der Ductus arteriosus in den Tagen nach der Geburt spontan verschließt, kommt es zum Kreislaufschock. Mit Medikamenten kann man das Verschließen des Ductus arteriosus verzögern und den Kreislaufschock meist so lange abwenden, bis das Kind in einem spezialisierten Herzzentrum operiert werden kann.

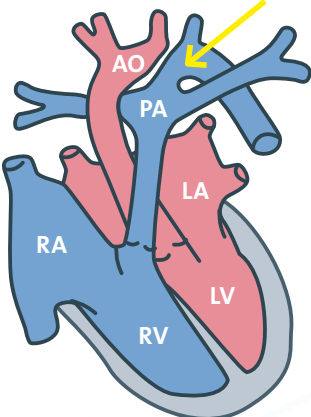
38



Herz eines Neugeborenen mit noch vorhandenem Ductus arteriosus (roter Pfeil)



Gesundes Herz, bei dem sich der Ductus arteriosus bereits geschlossen hat



Herz eines Neugeborenen mit schwerem Herzfehler („unterbrochenem Aortenbogen“) und Ductus arteriosus (gelber Pfeil). Wenn sich der Ductus arteriosus schließt, wird die gesamte untere Körperhälfte nicht mehr durchblutet. Eine rechtzeitige Herz-OP ist dringend nötig.

RA=Rechter Vorhof  
RV= Rechte Herzkammer  
LV = Linke Herzkammer  
LA = Linker Vorhof  
AO = Hauptschlagader  
PA = Lungenschlagader

## ZEIT FÜR DIE RICHTIGE BEHANDLUNG GEWINNEN

In den Tagen nach der Geburt stellt sich der Kreislauf des Neugeborenen um (siehe links). Erst dann kann sich unter bestimmten Voraussetzungen ein Kreislaufschock entwickeln. Ist ein schwerer Herzfehler bekannt, kann die Umstellung mit einem Medikament verzögert und der Kreislaufschock meist so lange abgewendet werden, bis das Neugeborene in einem spezialisierten Herzzentrum behandelt werden kann. „An der Klinik für Angeborene Herzfehler des Universitätsklinikums Freiburg sind wir für jeden schweren Herzfehler rund um die Uhr gut gerüstet und froh darüber, oft rechtzeitig helfen zu können“, sagt Dr. Simon Oberle, Kinderarzt im Team der Freiburger Kinderherzmedizin um Kinderkardiologin

Professor Dr. Brigitte Stiller und Kinderherzchirurg Professor h.c. Dr. Johannes Kroll. „Um zu zeigen, wie viele Neugeborene mit angeborenem Herzfehler von einer frühzeitigen Diagnose durch die Pulsoxymetrie profitieren, beteiligen wir uns aktuell an der nun gestarteten deutschlandweiten Evaluation dieser Vorsorgeuntersuchung“, ergänzt Oberle. |

„Das Pulsoxymetrie-Screening  
hilft, möglichst viele dieser  
lebensbedrohlichen Herzfehler  
rechtzeitig zu erkennen.“

39

## KENNEN SIE SCHON UNSEREN NEWSLETTER?

Die neuesten Nachrichten aus  
dem Universitätsklinikum Freiburg

- » hilfreiche Gesundheitstipps
- » moderne Behandlungsmethoden
- » spannende Forschungsprojekte
- » aktuelle Veranstaltungen



JETZT ANMELDEN

[www.uniklinik-freiburg.de/newsletter](http://www.uniklinik-freiburg.de/newsletter)



Sammeln sich Ablagerungen in Herzkranzgefäßen, fließt das Blut nur noch eingeschränkt zum Herz. Häufig schafft dann eine Bypass-Operation die lebenswichtige Umleitung.

Bei koronaren Herzkrankheiten kann der Herzmuskel durch verengte oder verschlossene Herzkranzgefäße nicht mehr ausreichend mit Sauerstoff versorgt werden. Kurzatmigkeit und Brustschmerzen, vor allem bei körperlichen Belastungen, sind die Folge. Unbehandelt bergen die Durchblutungsstörungen unter anderem das Risiko von Herzrhythmusstörungen und Herzinfarkten. „Mithilfe einer Bypass-Operation

erhalten betroffene Patient\*innen die Chance auf eine dauerhafte Verbesserung ihrer Lebensqualität“, sagt Professor Dr. Matthias Siepe, stellvertretender Ärztlicher Direktor der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie am Universitätsklinikum Freiburg. „Bei dem routinemäßig durchgeführten chirurgischen Eingriff wird aus körpereigenen, gesunden Arterien eine Umleitung um die Gefäßengstelle geschaffen.“



Für den Bypass entnehmen die Herzchirurg\*innen ein gesundes Blutgefäß und verbinden es vor und hinter der verengten Stelle mit dem erkrankten Herzkranzgefäß. Häufig werden dafür Teile der beiden Brustwandarterien oder einer der großen Unterarmarterien verwendet. Diese sind an den Druck gewöhnt, mit dem das Herz das sauerstoffreiche Blut aus der Lunge in den Körper pumpt, und daher elastischer als Venen, die das Blut aus dem Körper zurück in Richtung Lunge transportieren. Jährlich werden am Universitätsklinikum Freiburg bei etwa 500 Patient\*innen Bypässe gelegt.

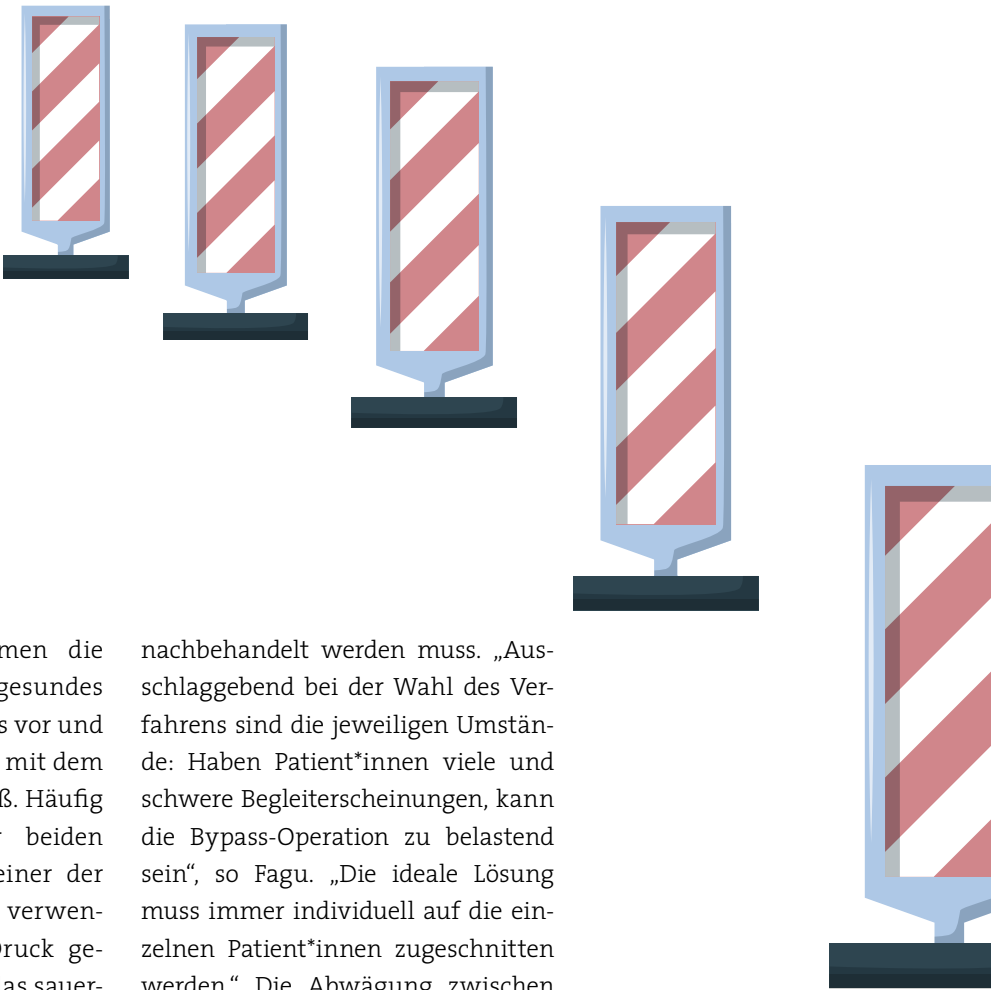
#### BYPASS ODER STENT?

Vor der Entscheidung zwischen Bypass und Stent stehen zahlreiche Patient\*innen mit koronarer Herzkrankheit. Ein Stent, ein Röhrchen aus Metallgeflecht also, wird per Katheter über die Leisten- oder Handgelenksarterie in die vorgedehnte Engstelle eingesetzt und verhindert einen erneuten Verschluss. „Generell sind beide Verfahren langjährig erprobt und sehr erfolgreich. Insbesondere bei komplizierteren Verengungen und bei Verengungen aller drei großen Herzkranzgefäße kann die Bypass-Operation jedoch noch bessere Resultate erzielen“, sagt Albi Fagu, Facharzt in der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie. Studien zeigen, dass nach erfolgter Bypass-Operation weniger erneute Verengungen sowie Herzinfarkte auftreten und seltener

nachbehandelt werden muss. „Ausschlaggebend bei der Wahl des Verfahrens sind die jeweiligen Umstände: Haben Patient\*innen viele und schwere Begleiterscheinungen, kann die Bypass-Operation zu belastend sein“, so Fagu. „Die ideale Lösung muss immer individuell auf die einzelnen Patient\*innen zugeschnitten werden.“ Die Abwägung zwischen Stent oder Bypass-Operation wird immer im sogenannten Herz-Team mit Kardiolog\*innen und Herzchirurg\*innen getroffen.

„Die ideale Lösung muss immer individuell auf die einzelnen Patient\*innen zugeschnitten werden.“

Ein Stück weit stehen die Patient\*innen nach dem Eingriff auch selbst in der Verantwortung, damit sie sich langfristig an ihrer wiedergewonnenen Lebensqualität freuen können: „Ein gesunder Lebensstil mit viel Bewegung, ausgewogener Ernährung und ohne Zigaretten ist sehr wichtig, um die Gefahr eines Herzinfarkts auch nach der Behandlung zu bannen“, rät Siepe. ■



# HIGHTECH FÜR FREIEN FLUSS

Bei verkalkten Herzkranzgefäßen ist Hilfe dringend nötig. Wie sich auch die hartnäckigsten Verengungen wieder weiten lassen, wissen die Interventionellen Kardiolog\*innen am Campus Bad Krozingen des Universitätsklinikums Freiburg. Ihr Know-how ist europaweit gefragt.



42

Die Röntgenschürze hängt wieder am Haken, die OP-Haube ist abgesetzt. Privatdozent Dr. Mirosław Ferenc sieht zufrieden aus. „Das war eine echte Herausforderung – die wir gut lösen konnten“, sagt der Kardiologe. Als Sektionsleiter für Interventionelle Kardiologie in der Klinik für Kardiologie und Angiologie II des Universitäts-Herzzentrums am Universitätsklinikum Freiburg ist er Spezialist für schwierige Fälle

wie den des Patienten, den er gerade im Herzkatheterlabor behandelt hat. „Selbst der Weg vom Bett zur Toilette war für ihn zuletzt zu anstrengend“, berichtet Ferenc. „Als wir seine Herzkranzgefäße im Röntgenbild gesehen haben, war uns auch klar weshalb: Zwei der drei Arterien, die den Herzmuskel mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgen, waren komplett verschlossen.“

## MILLIMETERFEINE PRÄZISIONSARBEIT

Mithilfe eines extra dünnen Mikrokatheters und spezieller Drähte arbeiten sich Ferenc und seine Kollegen in solchen Fällen von einem kleinen Hautschnitt am Handgelenk aus über die Blutgefäße zu den Arterien des Herzens vor. Dort tragen sie mit einer winzigen, rotierenden Diamantrolle mit 100.000 Umdrehungen pro Minute die verkalkten



„Eine dieser hochspezialisierten Methoden wurde erst im März 2021 in Europa zugelassen.“

Ablagerungen ab und machen so den Weg frei für Stents, die als Gefäßstützen die Durchblutung des Herzmuskels dauerhaft sicherstellen sollen. „Eine dieser hochspezialisierten Methoden wurde erst im März 2021 in Europa zugelassen. Wir haben sie sofort in unser Behandlungsspektrum aufgenommen“, erläutert Ferenc. Seitdem sind er und seine Kolleg\*innen zu wahren Expert\*innen in der sogenannten orbitalen Atherektomie geworden: Nirgendwo sonst in Europa wurde die neue Technik bisher häufiger eingesetzt. Den heutigen Eingriff haben sie auf Bitten der europäischen Fachgesellschaft für Kardiologie aufgezeichnet; das Video wird für Fachkolleg\*innen online gestreamt. Doch ihre Expertise ist nicht nur auf Fortbildungen gefragt.

#### EUROPAWEIT GEFRAGTES FACHWISSEN

Aus ganz Europa kommen Patient\*innen ans Universitäts-Herzzentrum, wenn besonders komplexe

Eingriffe nötig werden, beispielsweise bei geschlängelten oder verzweigten Verengungen. Speziell für verkalkte Engstellen stehen mehrere hochspezialisierte Techniken zur Auswahl. „Je nach individuellen Gegebenheiten tragen wir die Verkalkung rotierend ab oder sprengen den Gefäßkalk mit Ultraschall aus einem winzigen Ballon“, erklärt Ferenc. Um die 8.000 Patient\*innen werden jährlich in den zehn Herzkatheterlaboren in Bad Krozingen untersucht. Bei etwa 3.000 von ihnen werden mit unterschiedlichen Methoden verengte Gefäße gedehnt und Stents als Gefäßstütze eingesetzt.

#### FORSCHUNG AN NEUEN METHODEN

Zudem führt die Klinik für Kardiologie und Angiologie II klinische Studien zu komplexen Katheterinterventionen durch. So hat die Klinik aktuell unter anderem die multizentrische „Bifurcations Bad Krozingen 3“-Studie aufgelegt, die Methoden zur Behandlung von

verengten Gefäßverzweigungen untersucht. Daneben stehen Behandlungsstrategien für dauerhafte Gefäßverschlüsse im Fokus der wissenschaftlichen Aktivitäten. Bei Patient\*innen mit schwer eingeschränkter Funktion der linken Herzkammer können die Kardiolog\*innen eine winzige Herzpumpe per Katheter einführen und so das Herz während des Eingriffs entlasten. Als eines von nur vier deutschen Zentren wurden Ferenc und sein Team eingeladen, diese sogenannte geschützte Katheterintervention im Rahmen einer internationalen multizentrischen Studie zu untersuchen. „Es ist ein wichtiger Teil unserer Arbeit, neue Behandlungsmethoden auf breiter Datenbasis zu überprüfen und zum Wohl unserer Patient\*innen einzusetzen“, sagt Ferenc – und macht sich auf den Weg zu seiner nächsten Patientin. |



# HILFE FÜR HERZKRANKE KINDER AUS ALLER WELT

Eine einmalige Operation für ein langfristig herzgesundes Leben: Das ermöglicht der Verein „Kinderherzen retten e. V.“ herzkranken Kindern aus aller Welt. In einem Langzeit-Follow-up untersuchte Dr. Mirjam Leutwyler aus der Klinik für Allgemeine Kinder- und Jugendmedizin die Entwicklung der Kinder nach ihrer Operation – mit ermutigenden Ergebnissen.



Angeborene Herzfehler zählen zu den häufigsten Fehlbildungen im Säuglingsalter. Jedes Jahr werden mehr als 8.000 Kinder mit dieser teils lebensbedrohlichen Erkrankung in Deutschland geboren. Glücklicherweise können die meisten Herzfehler in Deutschland mittels Medikamenten, Katheterinterventionen oder Herzoperationen erfolgreich behandelt werden, sodass mehr als 90 Prozent dieser Kinder heutzutage erwachsen werden. Anders

solidarisches Krankenversicherungssystem scheitert die Behandlung häufig daran, dass sich die Familien einen Eingriff finanziell nicht leisten können.

### **EINMALIGER EINGRIFF FÜR EIN GESUNDES LEBEN**

Um herzkranken Kindern aus medizinisch weniger entwickelten Teilen der Welt ein herzgesundes Leben zu ermöglichen, gründete Professor Dr. Friedhelm Beyersdorf, Ärztlicher Direktor der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie am Universitätsklinikum Freiburg, im Jahr 2002 den Verein „Kinderherzen retten e.V.“. Seither gibt es eine enge Kooperation mit Ländern wie El Salvador, wo eine sehr fachkundige Kinderkardiologin die Kinder vor und nach der Operation in Deutschland vor Ort betreut. Häufig melden sich betroffene Familien auch direkt über das Internet oder über Bekannte in Deutschland. Gemeinsam mit Ärzt\*innen vor Ort beraten die Freiburger Kinderherzspezialisten, ob das betroffene Kind für eine Operation in Freiburg infrage kommt. „Ganz wichtig ist, dass wir den Kindern mit Herzerkrankung mit einer einmaligen »

**„In ganz El Salvador  
gibt es keine  
Kinderherzchirurgie.“**

ist es in vielen armen Ländern: So gibt es in ganz El Salvador keine Kinderherzchirurgie. Hier würden auch Kinder mit leichteren Herzfehlern sterben, wenn sie nicht die Möglichkeit hätten, mit Hilfe von „Kinderherzen retten e.V.“ am Universitätsklinikum Freiburg operiert zu werden. In anderen armen Ländern ohne



## „Dieses große Projekt ist nur durch ehrenamtliche Gastfamilien in Freiburg möglich.“

Operation helfen können – ohne Nachbehandlung und ohne dauerhaft notwendige Medikamente“, erklärt Professor Dr. Brigitte Stiller, Ärztliche Direktorin der Klinik für Angeborene Herzfehler und Pädiatrische Kardiologie am Universitätsklinikum Freiburg.

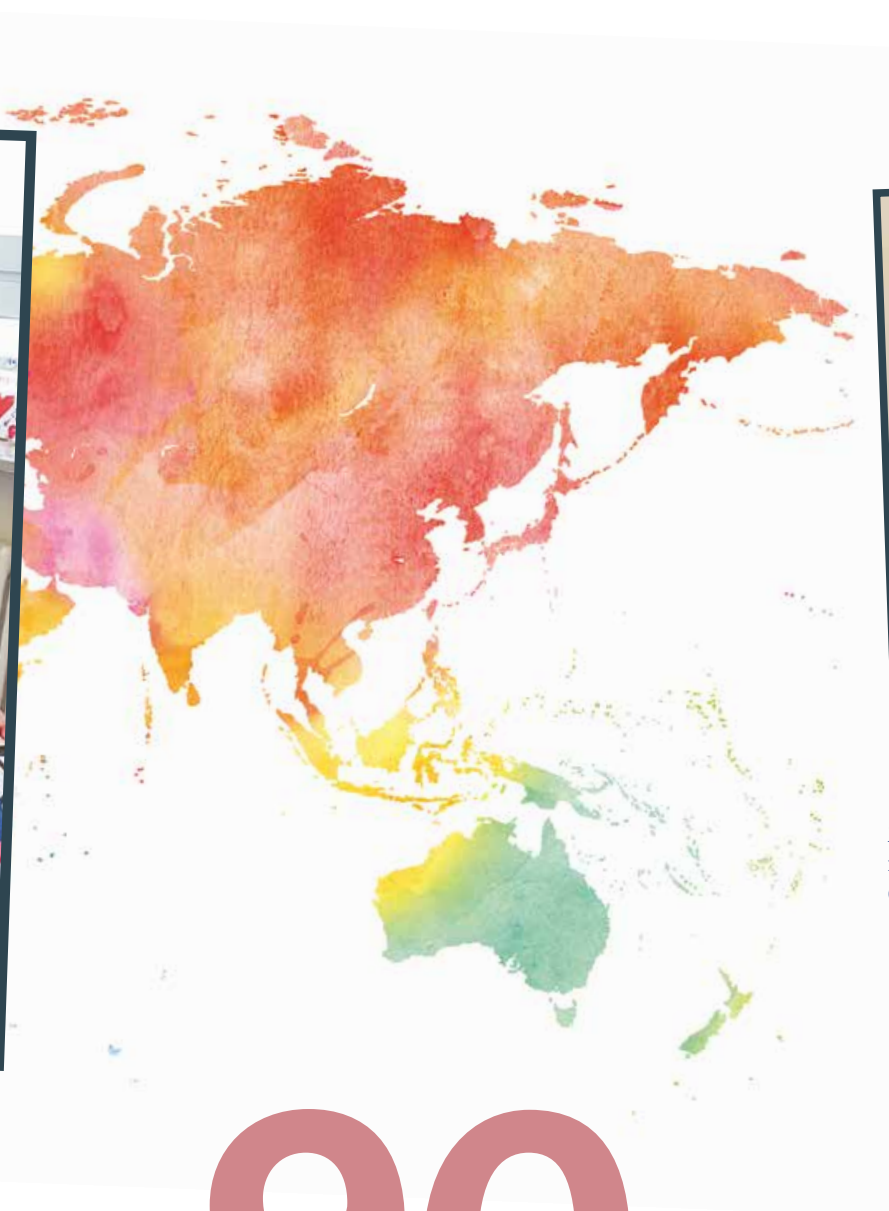
Mehr als 200 Kindern konnte das Freiburger Team um den leitenden Kinderherzchirurgen und zweiten Vorsitzenden von „Kinderherzen retten e.V.“ Professor h.c. Dr. Johannes Kroll in den vergangenen Jahren die entscheidende Operation ermöglichen. „Dieses große Projekt ist nur durch ehrenamtliche Gastfamilien in Freiburg möglich, bei denen die betroffenen Kinder mit ihrer Mutter während ihres Aufenthaltes in Freiburg leben dürfen“, berichtet Stiller.

### DAS WOHL DER KINDER LANGFRISTIG IM BLICK

Eine eigene Studie überprüfte, wie die großzügigen Spenden an „Kinderherzen retten e.V.“ möglichst vielen Herzkindern nachhaltig

zugutekommen können. Dr. Mirjam Leutwyler aus der Klinik für Allgemeine Kinder- und Jugendmedizin am Universitätsklinikum Freiburg verfolgte dafür die gesundheitliche Entwicklung von insgesamt 100 Kindern aus 20 verschiedenen Ländern, die in den Jahren 2008 bis einschließlich 2017 mit der finanziellen Unterstützung des Vereins in Freiburg aufgrund eines angeborenen Herzfehlers behandelt wurden. „Im ersten Teil der Studie haben wir die klinischen Verläufe der 100 Kinder während ihres Aufenthaltes in Freiburg analysiert. Hier zeigte sich, dass alle Kinder nach der Operation mit guter Prognose die Rückreise in ihr Heimatland antreten konnten“, berichtet Leutwyler.

Für den zweiten Teil der Studie wurden Fragebogen zum Langzeitverlauf der Kinder in zwölf verschiedene Sprachen übersetzt und von den Familien der Kinder beantwortet. Hier zeigte sich, dass praktisch alle Kinder im schulfähigen Alter die Schule besuchten. Bezogen auf die körperliche Entwicklung konnte



Mehr als 200 Kindern konnte das Freiburger Team in den vergangenen Jahren die entscheidende Operation ermöglichen.

# 90

Prozent der Kinder wurden von den Eltern als sportlich fit eingestuft.

festgestellt werden, dass knapp 90 Prozent der Kinder von den Eltern als sportlich fit eingestuft wurden. Ähnlich fielen die Ergebnisse im Hinblick auf die psychosoziale Entwicklung aus. Hier wurden 97 Prozent der Kinder als überwiegend fröhlich und gut gelaunt bewertet. Ein überraschend positives Ergebnis ergab sich im Bereich der Nachsorge im Heimatland. Über 80 Prozent der Kinder wurden nach der Behandlung in Freiburg im Heimatland ärztlich betreut. Auch die familiäre Situation war vielversprechend: In 88 Prozent der Familien war mindestens ein Elternteil erwerbstätig.

„Wir freuen uns sehr, dass die psychosoziale und körperliche Entwicklung der Kinder trotz des angeborenen Herzfehlers nach der Herzoperation im Vergleich zu Gleichaltrigen oder den Geschwistern in den allermeisten Fällen als gleich gut oder sogar besser eingestuft wer-

den kann. Das motiviert unser gesamtes Team, sich weiter mit vollem Tatendrang auch für herzkrankte Kinder aus benachteiligten Ländern einzusetzen“, freut sich Stiller. |

## FRAGEN ZU MITGLIEDSCHAFT UND SPENDE BEANTWORTET:

**Claudia Lackermaier**

Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie

☎ 0761 270-27710

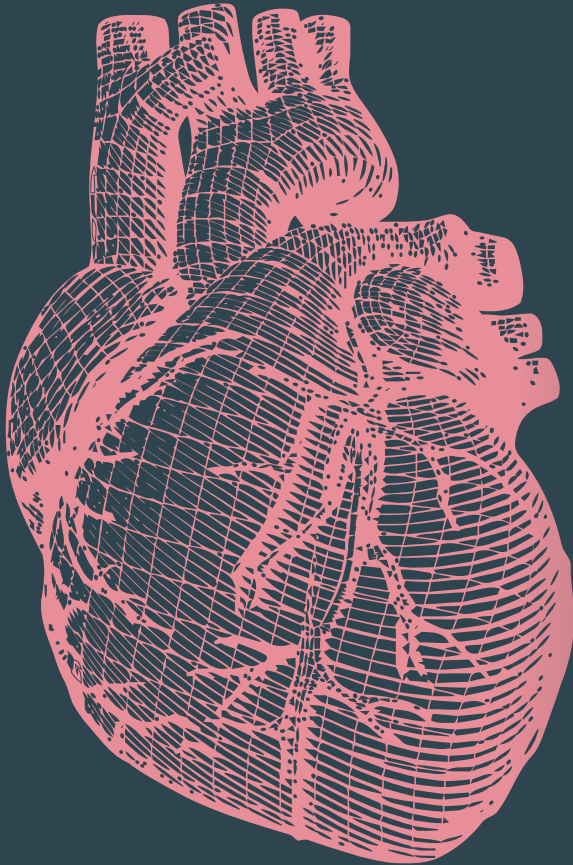
✉ [info@kinderherzen-retten.de](mailto:info@kinderherzen-retten.de)



Kinderherzen retten e.V.

[www.kinderherzen-retten.de](http://www.kinderherzen-retten.de)

# „WIR BRAUCHEN BESSERE NARBEN“



Narben haben auch im Herz keinen guten Ruf: Nach einem Infarkt mindern sie die Leistungsfähigkeit des Herzens. Andererseits können sie helfen, Vorhof-Rhythmusstörungen zu behandeln. Professor Dr. Peter Kohl ist Ärztlicher Direktor des Instituts für Experimentelle Kardiovaskuläre Medizin am Universitätsklinikum Freiburg, Sprecher des dort angesiedelten Sonderforschungsbereichs 1425 – und ein Experte für Herznarben.

**360°:** Die ideale Narbe, Herr Professor Kohl – ist das nicht eine Narbe, die gar nicht erst entsteht?

**Professor Kohl:** Das ist sicher so. Aber: Narben sind Lebensretter! Nach einem Schnitt in den Finger ist eine Narbe die Lösung von Mutter Natur, um die Integrität des Gewebes wiederherzustellen.

**Gibt es auch Gutes zu sagen über Narben im Herzen?**

Ja. Narben verhindern nicht nur die Herzruptur nach einem Infarkt. Man kann sie auch therapeutisch nutzen, beispielsweise wenn Herzmuskelzellen bei Vorhofflimmern überstimuliert werden. Hier kann

ein Katheter-Eingriff Narben generieren, die die fehlerhafte Reizübertragung blockieren.

**Vernarbtes Herzgewebe macht aber auch Probleme?**

Definitiv! Die Narbe pumpt ja nicht mit. Außerdem kann sie die elektrische Aktivität stören, die den verbleibenden Herzmuskel koordiniert. Deshalb untersuchen wir in unserem Sonderforschungsbereich, ob und wie sich die natürlichen Heilungsprozesse im Herzen so beeinflussen lassen, dass Narben ihre Reparaturfunktion ausüben, ohne die Herztätigkeit einzuschränken.

### Wäre es denn eine Lösung, das Narbengewebe in Muskelgewebe zurückzuverwandeln?

Diesen Ansatz verfolgen Forschungsgruppen weltweit, allerdings bisher ohne durchschlagenden Erfolg. Wir wollen stattdessen der Narbe ihren Schrecken nehmen. Sie soll möglichst klein sein und je nach Krankheitsbild elektrische Impulse leiten können – oder auch nicht. Nach einem Herzinfarkt könnte es helfen, wenn die Narbe durchlässig für elektrische Reize ist, nach einem Katheter-Eingriff gegen Vorhofflimmern ist dies nicht gewünscht.



„Wir wollen genau verstehen, wie die Reizweiterleitung zwischen den beteiligten Zellarten funktioniert, um Narbeneigenschaften je nach Bedarf ändern zu können.“

### Haben Sie schon einen Ansatz, wie sich die Leitfähigkeit von Narben beeinflussen lässt?

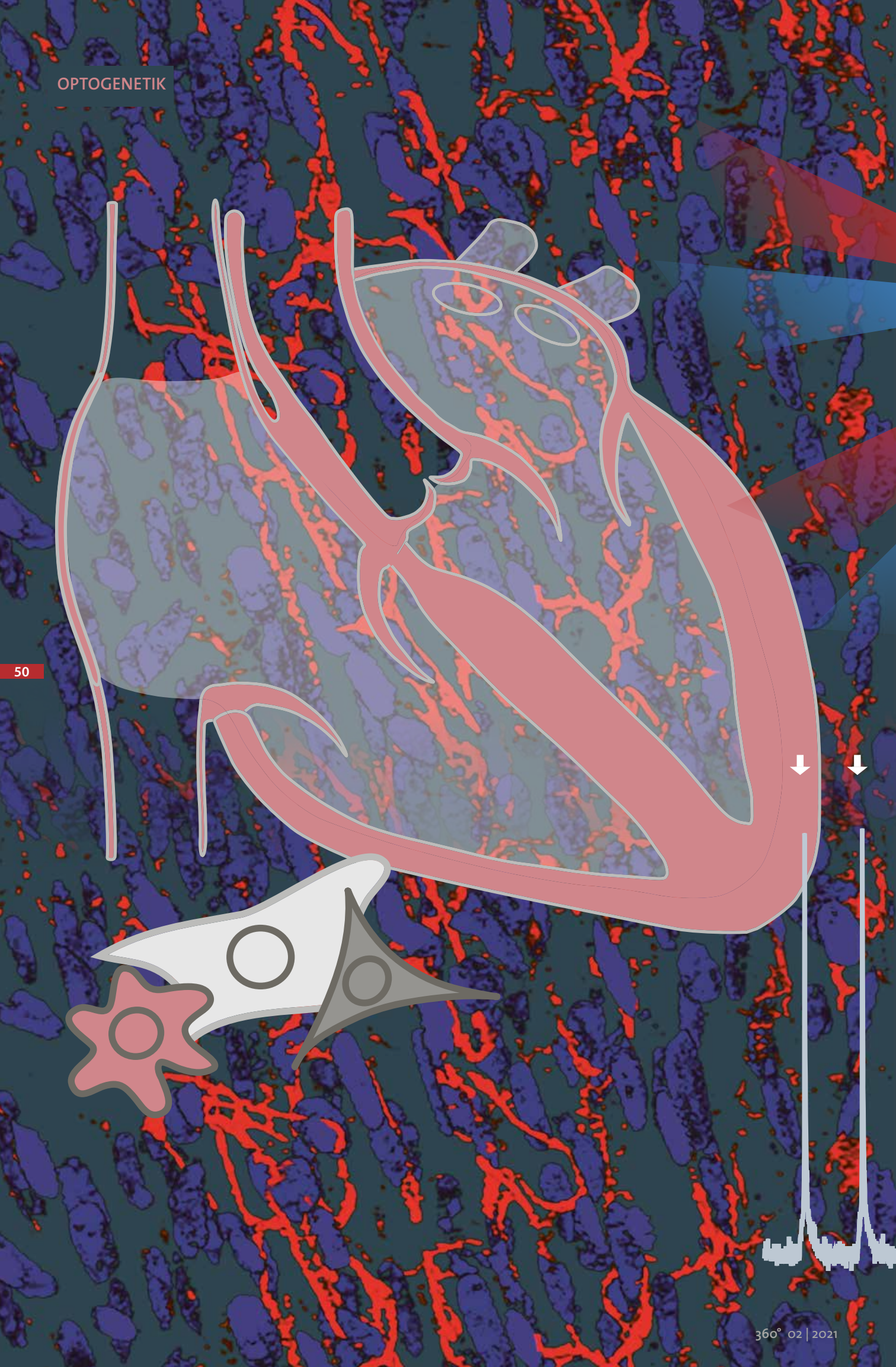
An den Reparaturprozessen sind vor allem Bindegewebs- und Immunzellen beteiligt. Sie beeinflussen sich gegenseitig sowie die Herzmuskelzellen und Blutgefäße. Wir wollen genau verstehen, wie die Reizweiterleitung zwischen den beteiligten Zellarten funktioniert, um Narbeneigenschaften je nach Bedarf ändern zu können. Hier könnten winzige, von uns untersuchte Tunnel zwischen den Zellen ein guter Ansatzpunkt sein. Wir haben in den letzten Jahren einiges an Vorarbeiten

hierfür geleistet. Es bedarf allerdings sicher noch eines Jahrzehnts an Forschungsarbeit, bevor unsere Erkenntnisse den Patient\*innen zugutekommen können. Dank der Bandbreite der beteiligten Disziplinen – wie Mathematik, Biophysik, Ingenieurwissenschaften, Biologie und Medizin – und der starken Vernetzung der Projekte des Sonderforschungsbereichs bin ich optimistisch, dass wir hier die Herzforschung ein gutes Stück voranbringen werden – und damit die Basis legen für eine noch bessere Behandlung. ■

## MAKE BETTER SCARS!

lautet das Motto des Sonderforschungsbereichs (SFB) 1425 unter Federführung der Universität Freiburg. Im SFB „Die heterozelluläre Natur kardialer Läsionen: Identitäten, Interaktionen, Implikationen“, so der volle Titel des Verbunds, untersuchen etwa 100 Wissenschaftler\*innen aus dem Universitäts-Herzzentrum des Universitätsklinikums Freiburg, den Medizinischen, Biologischen und Technischen Fakultäten der Universität Freiburg, dem Freiburger Max-Planck-Institut für Immunbiologie und Epigenetik sowie den Universitäten in Bonn, Frankfurt, Heidelberg, Mannheim und Würzburg in 16 Teilprojekten neuartige Konzepte der Herzreparatur.

Wichtige Basistechnologien werden in drei Serviceprojekten weiterentwickelt: eine Biobank für humanes Herzgewebe, ein Bildgebungsverfahren, das elektrische Aktivität dynamisch und hochauflösend in drei Dimensionen misst, ein molekularbiologisches Zentrum, das Daten vereinheitlicht und für alle Teilprojekte nutzbar macht. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft fördert den SFB seit Juli 2020 mit elf Millionen Euro für vier Jahre.





# ES WERDE LICHT

Elektrische Impulse sind als Signalgeber für Herzzellen gut bekannt. Noch präziser lässt sich die Herzfunktion jedoch mit Lichtblitzen steuern.

Wie das funktioniert, erforscht Dr. Franziska Schneider-Warme am Institut für Experimentelle Kardiovaskuläre Medizin des Universitätsklinikums Freiburg.



Nicht weniger als ein paar Milliarden Zellen bilden unser Herz. Darunter sind nicht nur Herzmuskelzellen, sondern auch Immunzellen, Bindegewebszellen, Nervenzellen und andere. Sie alle müssen sich miteinander verständigen, damit das Herz seine Arbeit tun kann. Ein großer Teil der Kommunikation zwischen den Zellen funktioniert über elektrische Impulse und die Weiterleitung elektrischer Signale. Auf elektrische Stimulation allerdings reagiert das gesamte Herzgewebe; einzelne Zelltypen und ihr Verhalten lassen sich so nicht gezielt untersuchen.

### LICHTSENSIBLE PROTEINE ERHELLEN HERZPHYSIOLOGIE

Neue Möglichkeiten bietet eine noch recht junge Technologie: die Optogenetik. „Wir schleusen lichtsensitive Proteine in die verschiedenen Zellen des Herzens ein und können je nach Zelltyp die unterschiedlichen Aktivitäten beobachten oder steuern“, erklärt Dr. Franziska Schneider-Warme, die als Emmy-Noether-Fellow am Institut für Experimentelle Kardiovaskuläre Medizin des Universitätsklinikums Freiburg Licht in dunkle Herzen bringt. In der Optogenetik,

sagt Schneider-Warme, liege großes Potenzial, um die Herzphysiologie besser zu verstehen. Der Knackpunkt: Jedes optogenetische Experiment bedarf zuvor einer Art Gentherapie. Mittels RNA oder DNA werden Gene in die Zielzellen eingeschleust, damit diese lichtsensible Proteine ausbilden. Diese reagieren auf Licht, das die Forscher\*innen auf das Gewebe richten. „Auch wenn viele Menschen genetischen Modifikationen noch ablehnend gegenüberstehen, werden sich Methoden wie die Optogenetik im Laufe des Jahrhunderts durchsetzen“, ist Schneider-Warme überzeugt. Schließlich biete die Gentherapie viele Möglichkeiten, schwere Krankheiten zu heilen oder gar zu verhindern.

### ZELLEN MIT LICHT AN- UND AUSSCHALTEN

„Wir können mit Licht entweder einen Zelltyp spezifisch verändern und sehen, was passiert“, erklärt Schneider-Warme, „oder wir beobachten Gruppen eines bestimmten Zelltyps und messen mit Hilfe optospezifischer Sensoren die Zellaktivitäten.“ Um Zellen an- oder auszuschalten, wird blaues Licht genutzt.

„Wir schleusen lichtsensitive Proteine in die verschiedenen Zellen des Herzens ein und können je nach Zelltyp die unterschiedlichen Aktivitäten beobachten oder steuern.“





Mit rot-orangem Licht lässt sich das Verhalten der Zellen beobachten. Rotes Licht interagiert weniger mit dem umgebenden Gewebe und kann so tiefer eindringen. Blaues Licht hingegen wird vom Gewebe stärker geschluckt, liefert aber eine deutlich bessere Auflösung als das rote Licht.

#### NARBENGeweBE IM FOKUS

Franziska Schneider-Warme untersucht im Sonderforschungsbereich 1425 „Die heterozelluläre Natur kardialer Läsionen: Identitäten, Interaktionen, Implikationen“ vor allem drei Modelle: das eines gesunden Herzens, eines Herzens nach einem Infarkt und eines Herzens nach einer Ablation, also der gezielten Verödung gegen Herzrhythmusstörungen. „Uns interessiert vor allem das Narbengewebe, das nach einem Infarkt oder einer Ablation zurückbleibt“, sagt die Wissenschaftlerin. Dieses Gewebe weist weniger Muskelzellen auf als gesundes Herzgewebe, dafür aber mehr Bindegewebs- und Immunzellen. Besonders

im Narbenrandgewebe spielt die elektrische Kopplung von Muskelzellen mit Bindegewebs- und Immunzellen eine große Rolle. „Wir versuchen herauszufinden, ob und welche Bedeutung diese Kopplung für die Herzfunktion hat“, sagt Schneider-Warme. Vielleicht lassen sich durch das Ein- und Ausschalten bestimmter Zelltypen im Narbengewebe sogar Herzrhythmusstörungen verhindern? Denn die Wissenschaftler\*innen gehen davon aus, dass die Zellen im gesunden Herzgewebe ähnlich gekoppelt sind wie im vernarbten. Die Effekte sind im Narbengewebe aufgrund der erhöhten Zahl an Bindegewebszellen allerdings stärker. „Dank der Optogenetik können wir uns all diese Prozesse endlich genau anschauen und so hoffentlich die Medizin von morgen etwas erleuchten“, sagt Schneider-Warme. |

# BEWEGUNG MACHT FIT – AUCH HERZZELLEN!

Ob stark oder schwach, schnell oder langsam: Herzzellen passen sich an die ständig wechselnde Herztätigkeit an. Wie sie das dafür nötige empfindliche Ionen-Gleichgewicht aufrechterhalten, erkundet Dr. Eva Rog-Zielinska mit Hilfe dynamischer, dreidimensionaler Bildgebung am Institut für Experimentelle Kardiovaskuläre Medizin des Universitätsklinikums Freiburg.

Das Herz ist unser Fels in der Brandung. Egal, was wir tun: es schlägt. Rund 36 Millionen Mal im Jahr – je nachdem, in welchem Körper es steckt. Dabei ist es enorm anpassungsfähig. Kein Wunder, es muss ja reagieren auf all die veränderten Umstände, die unser Leben prägen. Auf eine Schwangerschaft zum Beispiel, wenn wir krank sind oder sehr viel Sport treiben. „Das Herz muss wissen, wann es schneller oder stärker schlagen soll, und sich an diese steigende Anforderung anpassen können“, sagt Dr. Eva Rog-Zielinska, derzeit Emmy-Noether-Fellow am Institut für Experimentelle Kardiovaskuläre Medizin des Universitätsklinikums Freiburg, „und mich interessiert, wie es das macht.“ Dass Hormone und elektrische Impulse dabei eine Rolle spielen, ist bekannt. Rog-Zielinska hat etwas anderes im Visier: Die Bewegung des Herzens

selbst, ist sie sicher, ist auch ein Mechanismus, mit dem sich das Herz selbst reguliert.

### BEWEGUNG ALS SIGNAL

Herzzellen gehören zu den größten Zellen in unserem Körper und sind im Vergleich zu anderen Zellen auch viel dichter gepackt. In ihnen ist sozusagen kein freies Plätzchen mehr, so voll sind sie mit Zellkern, Muskelfilamenten und Organellen. Wenn das Herz schlägt, wird die Bewegung daher nicht nur auf das Blut, sondern auch auf die Zellen und deren Innenleben übertragen. Die ganze Zelle wird deformiert, in ihr werden alle Bestandteile gezogen und gedrückt. „Man kann sich das vielleicht so vorstellen“, sagt Rog-Zielinska: „Das Herz schlägt mehr, dadurch werden die Herzzellen stärker in Bewegung versetzt. Die Zelle merkt: Ich werde mehr als sonst gedrückt, das Herz

schlägt also stärker: Das heißt, ich muss mehr Kraft generieren.“ Dafür muss das empfindliche Gleichgewicht der elektrisch geladenen Ionen, die die Kontraktionen steuern, und der verfügbaren Energie sorgfältig kontrolliert werden.

### DER OPTIMALE NÄHRSTOFFMIX

Wie genau das funktioniert, weiß bisher niemand. Eva Rog-Zielinska hat im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 1425 „Die heterozelluläre Natur kardialer Läsionen: Identitäten, Interaktionen, Implikationen“ als einen neuen Signalweg die sogenannten T-Kanäle im Visier. Diese reichen von der Oberfläche der Herzzellen bis tief in die Zelle hinein. Seit einigen Jahrzehnten weiß man, dass durch diese T-Kanäle Kalzium in die Zellen gelangt, welches das Zusammenziehen des Herzmuskels steuert. Neben Kalzium, mutmaßt »



36.000.000

Herzschläge pro Jahr

Rog-Zielinska, könnten auch andere Stoffe wie Glukose über die T-Kanäle von außen ins Zellinnere wandern. „Jedes Zusammendrücken der Zelle, und damit der T-Kanäle, mixt den Inhalt innerhalb dieser röhrenförmigen Strukturen und sorgt dafür, dass immer die benötigten Mengen zur Verfügung stehen“, sagt Rog-Zielinska. Ein ähnlicher Quetschungsmechanismus informiert auch die Mitochondrien, die Kraftwerke der Zelle, über einen erhöhten Energiebedarf.

#### KURZFILME FÜR EIN NAVI DES HERZENS

Das Verständnis davon, wie Herzzellen sich bewegen und deformiert werden, kann auch zu dem größeren Bild beitragen, das Wissenschaftler\*innen vom Herzen haben. „Wir sind hier grundlegenden Mechanismen auf der Spur“, sagt Rog-Zielinska, „denn wenn wir wissen, wie sich das Herz regeneriert und stabil hält, können wir auch Krankheiten besser verstehen und eines Tages

„Wenn wir wissen, wie sich das Herz regeneriert und stabil hält, können wir auch Krankheiten besser verstehen und eines Tages vielleicht auch besser behandeln.“

vielleicht auch besser behandeln.“ Die Verformungen der Herzzellen und T-Kanäle betrachtet Rog-Zielinska im Elektronenmikroskop. Dafür nutzt sie die 3-D-Analyse – mit der Zeit als vierter Dimension. Sie legt die lebenden Herzzellen unter das Mikroskop und macht Aufnahmen nach zehn, zwanzig, dreißig Millisekunden, wenn sich die Zelle zusammenzieht. Aus diesen kurz hinter-

einander geschossenen Bildern lassen sich kleine Filmsequenzen erstellen und so die Bewegungen der Herzzellen genauer beobachten. „Mit diesen Daten wollen wir eine Art Navi des Herzens erstellen und zeigen, wo wann wie viel Verkehr ist und wie sich das, was an einem Ort passiert, auf einen anderen auswirkt“, sagt Rog-Zielinska. ■

# BLUTHOCHDRUCK

Bluthochdruck ist eine Krankheit, die sehr viele Menschen haben.



In einfacher  
Sprache erklärt

Bluthochdruck bedeutet, dass der Druck des Blutes in den Blutgefäßen immer zu hoch ist.  
Ein Arzt nennt die Krankheit Hypertonie.  
Bluthochdruck lässt sich gut behandeln.

## WARUM IST BLUTHOCHDRUCK GEFÄHRLICH?

Bluthochdruck ist schlecht für das Herz und die Blutgefäße.  
Bluthochdruck kann zu gefährlichen Krankheiten führen.  
Zum Beispiel zu Herzinfarkt oder Schlaganfall.  
Auch für die Augen oder Nieren ist Bluthochdruck schlecht.

## Oft Blutdruck messen ist sehr wichtig

Bluthochdruck tut meistens nicht weh.  
Bluthochdruck ist also eine Krankheit, die man nicht bemerkt.  
Der Arzt muss daher den Blutdruck regelmäßig messen.  
Auch viele Apotheken messen Ihnen den Blutdruck. Sie müssen dafür nichts bezahlen.

## WAS KÖNNEN SIE GEGEN BLUTHOCHDRUCK TUN?

Gesundes Essen und Bewegung können helfen, dass der Bluthochdruck wieder weggeht.  
Dann müssen Sie manchmal keine Medikamente nehmen.

**Darauf müssen Sie achten:**

- ✓ Essen Sie viel Obst, Gemüse und Vollkornprodukte.
- ✓ Viel Sport und Bewegung.
- ✓ Vermeiden Sie Stress.
- ✓ Kein Übergewicht.
- ✓ Rauchen Sie nicht.
- ✓ Trinken Sie nur selten Alkohol.

Oft reicht das nicht aus.  
Dann verschreibt der Arzt Medikamente gegen den Bluthochdruck.  
Die Medikamente helfen, den Blutdruck zu senken.  
Viele Menschen müssen die Medikamente dann ein ganzes Leben lang einnehmen.



# MUSIK

## HEILT DAS HERZ

Warum tut es kranken Menschen gut, Musik zu hören?  
Professor Dr. Bartosz Rylski, Oberarzt an der Klinik für  
Herz- und Gefäßchirurgie des Universitätsklinikums Freiburg,  
ist auch ein hervorragender Pianist und überzeugt davon:  
„Musik hat eine heilende Wirkung auf den Körper.“



„Es ist etwas Besonderes, wenn man  
im OP einen Walzer von Chopin zum  
Klingen bringt.“

**360°:** Herr Professor Rylski, was bedeutet Musik für Sie?

**Professor Rylski:** Die Musik ist für mich viel mehr als nur ein Hobby. Es macht unheimlich viel Spaß, sich ein Musikstück auszusuchen und es jeden Tag ein bisschen besser zu spielen. Wenn man Klavier spielt, schaltet man um. So, dass die Gedanken, die sich tagsüber auf die Arbeit konzentrieren, am Ende des Tages durch Musik ersetzt werden können. Das ist eine Erholung. Ich kann heute sagen, dass ich ohne Musik nicht Medizin studiert hätte und heute kein Chirurg wäre.

**Warum sind Sie als Herzchirurg von der heilenden Wirkung der Musik überzeugt?**

Schon mein Medizinprofessor in Polen hat mir auf den Weg mitgegeben, dass sich die Musik für seine herzkranken Patient\*innen positiv auswirkte. Sie erholten sich schneller von ihren schweren Operationen. Auch ich mache oft diese Erfahrung. Deshalb habe ich vor einigen Jahren die Reihe „Musik fürs Herz“ ins Leben gerufen. Mit kleinen Klavierkonzerten auf einem weißen Flügel oder mit anderen Instrumenten erfreuen wir unsere Patient\*innen auf Station. »



„Selten hat man die Möglichkeit,  
mit einem Klavier über das  
Klinikgelände zu ziehen.“

60

Im Sommer 2020 waren Sie im Auftrag des Universitätsklinikums Freiburg an ungewöhnlichen Orten auf dem Gelände als Pianist im Einsatz. Dabei wurden Sie gefilmt. Wie haben Sie diese Tage in Erinnerung?

Selten hat man die Möglichkeit, mit einem Klavier über das Klinikgelände zu ziehen und an vier verschiedenen Orten zu spielen. Es ist etwas Besonderes, wenn man im OP einen Walzer von Chopin zum Klingen bringt oder von einer Drohne gefilmt auf dem Dach eines der höchsten Klinikgebäude die Polonaise spielt. Wir haben innerhalb von zwei Nachmittagen insgesamt fünf Musikstücke aufgenommen. Eines davon wurde an allen vier Standorten gefilmt, um es anschließend zusammenzuschneiden. Dafür habe ich „All Of Me“ von Jon Schmidt ausgewählt. Da geht es um das Tempo, manchmal die Lautstärke, die Fantasie, aber auch um die Präzision, die Gründlichkeit und die Fröhlichkeit.

Welche Rolle spielt Musik für Sie beim Operieren?

Wir operieren Patient\*innen in der Regel in der Stille, wo die einzige Musik häufig die „Sättigungsmusik“ ist. Das ist ein leiser Ton, der mit jedem Herzschlag generiert wird. Seine Höhe entspricht dem Sättigungswert und die Frequenz spiegelt die Herzschlagfrequenz. Diese Musik haben wir für den Film mit der Klaviermusik ersetzt – und es hört sich auch sehr gut an. ■

Zu hören und zu sehen sind die Filme auf den YouTube- und Facebookseiten des Universitätsklinikums Freiburg.



Oder direkt auf unserer Kulturseite:

<https://www.uniklinik-freiburg.de/presse/kultur.html>



# BERATUNGS- UND INFORMATIONEN-ZENTRUM BIZ

Das Team des Beratungs- und Informations-Zentrums (BIZ) informiert, berät und schult Patient\*innen, Angehörige und Interessierte vor, während und nach einer Behandlung im Universitäts-Herzzentrum des Universitätsklinikums Freiburg. Ergänzend zum Arztgespräch erklärt das Team von erfahrenen Expert\*innen aus der Pflege mit einer großen Auswahl an kostenloser, verständlicher Literatur und mit Modellen wie Stents oder künstlichen Herzklappen die Funktion des Herzens, mögliche Erkrankungen und deren Behandlungsmöglichkeiten. Hier ist Zeit für Fragen und Gespräche, um mögliche Sorgen abzubauen sowie Motivation und Selbstvertrauen zu stärken. Schulungen im Umgang mit medizinischen Hilfsmitteln und Hilfe bei der Suche nach heimatnahen Hilfsangeboten ergänzen das Angebot. Darüber hinaus bietet das BIZ allgemeine Informationen zu den Themen des herzgesunden Lebensstils.

**Beratungs- und Informations-  
zentrum (BIZ)**

Südring 15, 79189 Bad Krozingen

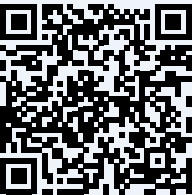
Öffnungszeiten:

Montag–Freitag, 10–15 Uhr

☎ 07633 402-5300

✉ [uhz.biz@uniklinik-freiburg.de](mailto:uhz.biz@uniklinik-freiburg.de)

[www.herzzentrum.de/aufenthalt/  
beratung-und-informations-  
zentrum-biz](http://www.herzzentrum.de/aufenthalt/beratung-und-informationszentrum-biz)

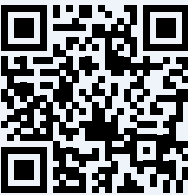


# SELBSTHILFEGRUPPEN & FÖRDERVEREINE

**Arbeitskreis Herztransplantation  
e. V. Freiburg – Bad Krozingen**

Unterstützung und Informations-  
austausch für Patient\*innen vor  
und nach einer Herztransplantation  
und Menschen mit Herzunter-  
stützungssystemen (LVAD).  
Kontakt über Herztransplantations-  
und Herzinsuffizienzambulanz  
des Universitäts-Herzzentrums  
☎ 0761 270-33870  
✉ ak-herztransplantation@arcor.de

[www.ak-herztransplantation.de](http://www.ak-herztransplantation.de)



**Bundesverein JEMAH e. V.**

Information und Austausch für  
Jugendliche und Erwachsene  
mit angeborenem Herzfehler,  
Regionalgruppe Baden-  
Württemberg,  
Ulrike Knopf  
☎ 0761 285 72 59  
✉ ulrike.knopf@jemah.de  
✉ baden-wuerttemberg@jemah.de

[www.jemah.de/regional/  
baden-wuerttemberg](http://www.jemah.de/regional/baden-wuerttemberg)



**Selbsthilfegruppe ICD Südbaden**

Vorträge und Austausch für  
Menschen, die einen Defibrillator  
oder Herzschrittmacher benötigen.  
Kontakt über Beratungs- und  
Informations-Zentrum (BIZ) des  
Universitäts-Herzzentrums  
☎ 07633 402-5300  
✉ uhz.biz@uniklinik-freiburg.de

**Herzklopfen –  
Elterninitiative herzkrank  
Kinder Südbaden e. V.**

Vielfältige Unterstützung für  
Familien mit herzkranken Kindern,  
Petra Huth  
☎ 0761 477 46 444  
✉ petra.huth@herzklopfen-ev.de

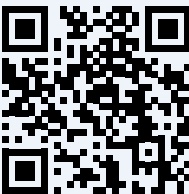
[www.herzklopfen-ev.de](http://www.herzklopfen-ev.de)



**Förderverein  
Kinderherzen retten e. V.**

Einmalige Herzoperationen für  
Kinder aus medizinisch weniger  
entwickelten Ländern,  
Claudia Lackermaier  
☎ 0761 270-27710  
✉ info@kinderherzen-retten.de

[www.kinderherzen-retten.de](http://www.kinderherzen-retten.de)



*Wie viele Klappen befinden sich im menschlichen Herzen?*

# GEWINNSPIEL

Ihre Lösung schicken Sie bitte an das  
Universitätsklinikum Freiburg  
Redaktion 360°  
Breisacher Straße 153 | 79110 Freiburg  
oder per Mail an [redaktion@uniklinik-freiburg.de](mailto:redaktion@uniklinik-freiburg.de)  
**Betreff:** 360° Rätsel

**Buchhandlung  
Rombach**

Gewinnen können Sie einen 50-Euro-Gutschein der Buchhandlung  
Rombach, Freiburg. Einsendeschluss ist der 31. Januar 2022.

Die Lösung der Ausgabe 1/2021 lautet: Kinder-ECTU  
Gewonnen hat Jürgen Müller aus Weil am Rhein. Herzlichen Glückwunsch!



## IMPRESSUM

**360° BEHANDLUNG · FORSCHUNG · LEHRE**

Ausgabe 2/2021

Auflage 10.000 Exemplare

**Herausgeber** Universitätsklinikum Freiburg

**Verantwortlich** Benjamin Waschow  
Leiter Unternehmenskommunikation

**Redaktion** Hanna Lippitz

**Autorinnen und Autoren dieser Ausgabe**

Heike Dufner, Kathrin Egy, Johannes Faber, Claudia  
Füßler, Hanna Lippitz, Charlotte Patzer, Inga  
Schneider, Lara Teichmanis, Heidrun Wulf-Frick

**Redaktionsadresse**

**360° BEHANDLUNG · FORSCHUNG · LEHRE**

Breisacher Straße 153

79110 Freiburg

Telefon 0761 270-20060

Fax 0761 270-9619030

[redaktion@uniklinik-freiburg.de](mailto:redaktion@uniklinik-freiburg.de)

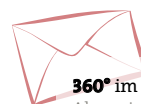
[www.uniklinik-freiburg.de](http://www.uniklinik-freiburg.de)

**Gestaltung und Produktion** Ketchum |  
Käthe-Kollwitz-Ufer 79 | 01309 Dresden

**Druck** burger)(druck GmbH |  
August-Jeanmaire-Straße 20 | 79183 Waldkirch

## Bildnachweis

Britt Schilling/Universitätsklinikum Freiburg; Universitätsklinikum  
Freiburg; © Hein Nouwens/Shutterstock.com (Titel); © iStock.com:  
amtitus (Titel, S.10-11, 36-37); AlonzoDesign (S.4-7); liangpv (S.9); rambo182  
(S.10, Weltkugel); Godruma (S.10-11, Herz); leremy (S.10-11); eriksvoboda  
(S.12-15, 42-43); lvcandy (S.17); Grafissimo (S.21); enjoynz (S.22-23); Olga  
Kurbatova (S.24-25); ngupakarti (S.26); undefined undefined (S.27, 28);  
Svetlana Ikriannikova (S.40-41); Oliver Kufner (S.44-47); Jolygon (S.48);  
janulla (S.54); undefined undefined (S.58-60); © SophyPhotos/stock.adobe.  
com (S.22-23, Personen); © freepik.com/macrovectro (S.56)



## 360° im Abo

Abonnieren Sie kostenlos das Magazin  
360° des Universitätsklinikums Freiburg  
und erhalten Sie regelmäßig per Post  
die neueste Ausgabe mit spannenden  
Einblicken in Behandlung, Forschung  
und Lehre: Registrieren Sie sich  
unter [www.uniklinik-freiburg.de/  
das-magazin](http://www.uniklinik-freiburg.de/das-magazin) oder per Mail an  
[redaktion@uniklinik-freiburg.de](mailto:redaktion@uniklinik-freiburg.de).

# **WIR KÄMPFEN FÜR DAS GUTE**



## **Machen Sie mit!**

Jetzt bewerben!



**[uniklinik-freiburg.de/karriere](https://uniklinik-freiburg.de/karriere)**