



Die

# Perfusionsiologie

Technische Medizin · Perfusion · Organprotektion · Rhythmologie · Medizininformatik

Offizielles Organ der Deutschen  
Gesellschaft für Kardiotechnik e. V.  
The Official Publication Organ of the  
German Society for Cardiovascular Engineering

Mai 2024  
33. Jahrgang  
Ausgabe

2

Lokale Lyse bei Oxygenator-Problemen  
unter vv ECMO bei seltenem Anti-Le(b)-  
Antikörper nach primär kompatibler ABO-  
Erythrozyten-Transfusion

E. Gamon, T. Martel, W. A. Osthaus

Del Nido- versus  
Custodiol-Kardioplegie bei  
minimalinvasiven  
Mitralklappenoperationen

I. Ischewski, M. Hermann, T. Holubec, T. Walther

Tutorial:  
Statistik Teil 10:  
Wichtige Tests für  
nominale Merkmale  
M. Kohl, F. Münch

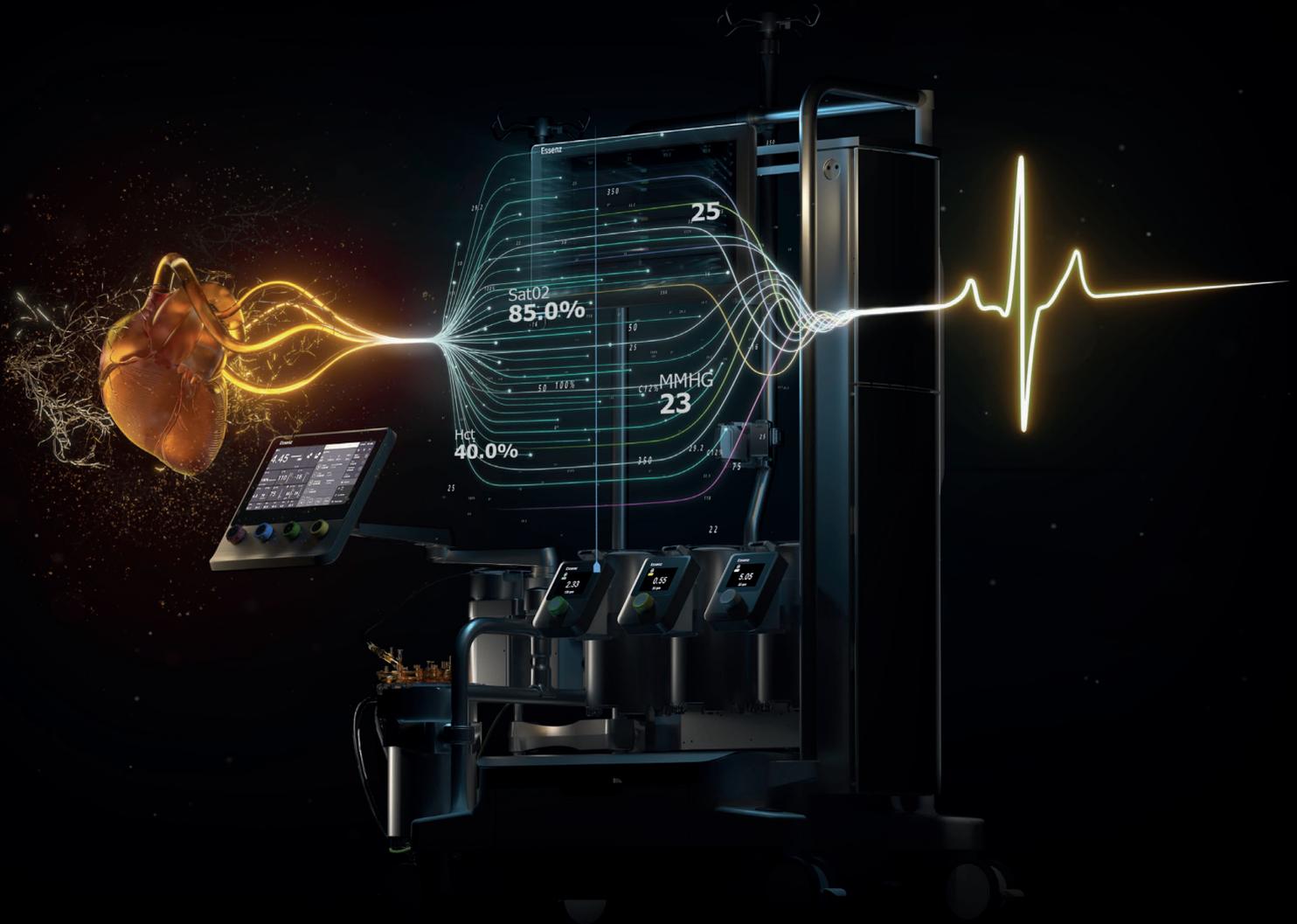
**Tatort**  
**HERZMEDIZIN**  
**WIR lösen jeden FALL**

**LivaNova**  
Health innovation that matters

Abstract-Deadline: 01. Juli 2024

# Essenz™

Perfusion System



## Elevating Perfusion into a New Era



**Die Perfusiologie · German Journal of Perfusion**  
 Offizielles Organ der Deutschen Gesellschaft für Kardiotechnik e. V.  
 The Official Publication Organ of the German Society for Cardiovascular Engineering

**Verlag/Publisher** Deutsche Gesellschaft für Kardiotechnik e.V.  
 Rödelstraße 13, 04229 Leipzig

**Herausgeber/Editor** Johannes Gehron (Editor in Chief) und die  
 Deutsche Gesellschaft für Kardiotechnik e.V.

**Mitherausgeber/  
 Associate Editor** Maik Foltan, Benjamin Haupt, Sven Maier, Frank Münch,  
 Marc Wollenschläger

**Gutachterbeirat/  
 Editorial Board** Adrian Bauer, Christoph Benk, Friedhelm Beyersdorf, Dirk Buchwald,  
 Ivar Friedrich, Gerd Haimerl, Harald Keller, Krzysztof Klak,  
 Rolf Klemm, Andreas Liebold, Jörg Optenhöfel, Christof Schmid,  
 Justus Thomas Strauch, Andrea Thrum

**Redaktion/  
 Managing Editor** Petra Kirsten-Treptow

Die Zeitschrift **Die Perfusiologie** veröffentlicht im Peer-Review-Verfahren Originalartikel, klinische und experimentelle Arbeiten, Fallberichte, Übersichtsreferate, Leserbriefe und Buchbesprechungen aus dem Bereich technische Medizin, Perfusion, Organprotektion, Rhythmologie und Medizininformatik.

*The German Journal of Perfusion is a peer-reviewed journal. It publishes original articles, clinical and experimental papers, case reports, review articles, letters to the editors and book reviews in the field of technical medicine, perfusion, organ protection, rhythmology and medical informatics.*

**Redaktion Die Perfusiologie** <http://www.dgfk.de>

Gelistet und indiziert in Current Contents Medizin, EMBASE – Excerpta Medica,  
 SCImago Journal and Country Rank, SCOPUS

# Inhalt Ausgabe 2 Mai 2024

Editorial .....	46
Lokale Lyse bei Oxygenator-Problemen unter vv ECMO bei seltenem Anti-Le(b)-Antikörper nach primär kompatibler ABO-Erythrozyten-Transfusion .....	47
E. Gamon, T. Martel, W. A. Osthaus	
Del Nido- versus Custodiol-Kardioplegie bei minimalinvasiven Mitralklappenoperationen .....	51
I. Ischewski, M. Hermann, T. Holubec, T. Walther	
Tutorial: Statistik Teil 10: Wichtige Tests für nominale Merkmale .....	57
M. Kohl, F. Münch	
Kongressnotizen .....	62
Journalclub .....	64
Aktuell .....	66
Blaue Seiten .....	70
Stellenanzeigen .....	75

## Termine

**Die Perfusiologie 3-2024** | Erscheinungstermin 2.9.2024  
 Einsendeschluss für redakt. Beiträge 28.5.2024 | Anzeigenschluss 2.8.2024

**Die Perfusiologie 4-2024** | Erscheinungstermin 4.11.2024  
 Einsendeschluss für redakt. Beiträge 19.8.2024 | Anzeigenschluss 10.10.2024

## Veranstaltungen



Mit dem Scan dieses QR-Codes gelangen Sie auf die aktuelle Veranstaltungsseite der DGfK, auf der Sie alle relevanten Veranstaltungen finden.

## Impressum

**Verlag, Herausgeber** Deutsche Gesellschaft für Kardiotechnik e.V., Rödelstraße 13, 04229 Leipzig  
 E-Mail: [geschaeftsstelle@dgfk.de](mailto:geschaeftsstelle@dgfk.de)

**Anschrift für Autoren bzw. Fachbeiträge** Johannes Gehron, Editor in Chief, Herausgeber  
 Universitätsklinikum Gießen u. Marburg GmbH, Klinik f. Herz-, Kinderherz- u. Gefäßchirurgie, Telefon 0641 985-44917, E-Mail: [johannes.gehron@dgfk.de](mailto:johannes.gehron@dgfk.de)

**Redaktion, Firmenporträts, Abonnentenservice, Anzeigenverwaltung** Dipl.-Ing. Petra Kirsten-Treptow, Managing Editor  
 Telefon 040 27809144  
 E-Mail: [pkt@kirsten-treptow.de](mailto:pkt@kirsten-treptow.de)

**Lektorat, Schlussredaktion** Friederike Meltendorf

**Gestaltung** Tobias Kurtz

**Druck** PRINTEC OFFSET > medienhaus >

**Erscheinungsweise** 4 x jährlich: Februar, Mai, September, November

**Druckauflage** 1.000 Exemplare

**ISSN** 0941-2670 (Print), 2701-519X (Online)

**Preis Jahresabonnement** € 34,- (Deutschland), € 40,- (Ausland)  
**Preis Einzelheft** € 10,- (Deutschland), € 12,- (Ausland)  
 jeweils zzgl. Versandkosten. Inlandspreise inkl. ges. MwSt.  
 Abonnementbestellung schriftlich beim Verlag, Mindestbezugsdauer 1 Jahr, Verlängerung jeweils um 1 Jahr, wenn keine Abbestellung erfolgt.  
 Kündigung 3 Monate zum Jahresende.

Von Autoren gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung des Editor in Chief wieder. Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernehmen Herausgeber, Editor in Chief und Verlag keine Haftung. Mit der Annahme der Manuskripte von Erstveröffentlichungen erwirbt der Verlag das ausschließliche Recht der Vervielfältigung, Verbreitung und Übersetzung. Die in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in andere Sprachen, Mikroverfilmung, Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen einschl. Aufnahme auf die Internetseite der DGfK, auch auszugsweise, sind dem Herausgeber/Verlag vorbehalten. Nachdrucke, auch auszugsweise, sind nur mit Genehmigung und mit Quellenangabe gestattet. Fotokopien für den persönlichen und sonstigen eigenen Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder Teilen daraus als Einzelkopien hergestellt werden.

Die **Perfusiologie** wird auf chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt.

Liebe Leserinnen und Leser,  
liebe Kolleginnen und Kollegen,



Prof. Dr. Gloria Färber



Sven Maier

wir laden Sie herzlich zur 53. Internationalen Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kardiotechnik und der 16. gemeinsamen Fokustagung Herz von DGTHG und DGfK ein. Die Tagung findet vom 8.–10. November 2024 auch dieses Jahr wieder in Münster im Messe und Congress Centrum Halle Münsterland statt. Dem Motto „Tatort Herzmedizin – Wir lösen jeden Fall“ entsprechend möchten wir in diesen drei Tagen gemeinsam mit Ihnen viele interessante und lehrreiche Fälle lösen.

#### Wir – das Herzteam als multiprofessionelles „Ermittlerteam“

Ganz im Sinne unseres Mottos ist auch der diesjährige Kongress auf ein multiprofessionelles „Ermittlerteam“ ausgerichtet. Traditionsgemäß bietet er eine einzigartige Plattform und Schnittstelle zwischen Perfusiologie, Herzchirurgie, Kinderherzmedizin, Rhythmologie, Anästhesie, Kardiologie, Intensivmedizin und unseren Partnern aus der Industrie. Die Tagung bietet die einmalige Möglichkeit zur Interkonnektivität und Weiterbildung aller teilnehmenden Fachgebiete.

#### ... lösen jeden Fall ...

bedeutet, dass erfahrene Kolleg:innen ihr Wissen in Vorträgen und Diskussionen weitergeben, dass eingeladene Expert:innen den aktuellen Stand der Wissenschaft zusammenfassen und dass wieder Hands-on-Kurse zu allen wichtigen Themen angeboten werden. Kurzum, es bietet sich die Gelegenheit wieder einmal über den Tellerrand der eigenen Klinik hinauszublicken und neue Impulse mit nach Hause zu nehmen.

Es ist uns wichtig, die Vertiefung der fächerübergreifenden Zusammenarbeit und die Förderung des Verständnisses untereinander zu vermitteln und auszubauen. Der Prozess der Transformation des Gesamtbereichs der Herzmedizin von einer erfahrungsgeprägten Multivariantenmedizin hin zu einer Professionalisierung und evidenzbasierten Standardisierung von Ausbildung und Praxis hat schon vor einigen Jahren begonnen. Lassen Sie uns ihn gemeinsam als multiprofessionelles Team fortsetzen mit dem Ziel, individualisierte Lösungen für jeden unserer Fälle zu finden und die wachsenden Herausforderungen in der Herzmedizin nachhaltig zu meistern.

Sie haben alle in den letzten Jahren mit Ihren Studien, Erfahrungsberichten und Vorträgen zu unvergesslichen Kongressmomenten beigetragen. Wir als Tagungspräsident:innen freuen uns daher, Sie wieder in Münster zur gemeinsamen Fokustagung Herz der DGTHG und DGfK und der Internationalen Jahrestagung der DGfK einladen zu können. Gleichzeitig möchten wir Sie ermutigen, Ihre Studien und „Fälle“ zu präsentieren und die vielfältigen Angebote auf dem Kongress aktiv zu nutzen.

In der aktuellen Ausgabe unseres Journals „Die Perfusiologie“ vergleichen die Kolleginnen und Kollegen aus Frankfurt zwei verschiedene Kardioplegie-Verfahren bei minimalinvasiven Mitralklappenoperationen.

In einem weiteren Beitrag beschreiben die Autoren aus dem Klinikum Rotenburg den spannenden Fall eines Patienten mit einer veno-venösen ECMO und Komplikationen nach einer Bluttransfusion, darauffolgender Lyse und Wechsel des Oxygenators.

Wir wünschen Ihnen viel Freude beim Lesen der aktuellen Ausgabe der Zeitschrift „Die Perfusiologie“.

*Ihre Gloria Färber und Sven Maier*

# Lokale Lyse bei Oxygenator-Problemen unter vv ECMO bei seltenem Anti-Le(b)-Antikörper nach primär kompatibler ABO-Erythrozyten-Transfusion

## Zusammenfassung

Im Rahmen einer superinfizierten Covid-Pneumonie bei vorbestehender Asbestose wurde eine vv ECMO etabliert. Nach primär ABO-konformer Erythrozyten-Transfusion kam es im weiteren Verlauf zu einer Leistungsreduktion des Oxygenators mit Verdacht auf Clotting der Membran. Ein Bridging zum Weaning mittels lokaler Lyse durch Alteplase war nicht erfolgreich, weshalb der Tausch des Oxygenators notwendig wurde. Durch weiterführende hämatologische Untersuchungen fanden sich Anti-Le(b)-Antikörper, die zu den plasmatischen Kälte-Antikörpern aus der IgM-Klasse zählen. Der Patient konnte am 18. Tag von der vv ECMO getrennt werden und trug durch die Transfusionsreaktion keinen Schaden davon. Bei unerwarteten Leistungseinschränkungen der vv ECMO nach Erythrozyten-Transfusionen sollte immer an eine Transfusionsreaktion gedacht werden und gegebenenfalls eine weiterführende Testung über das Labor eingeleitet werden.

## Schlüsselwörter

vv ECMO, Clotting, Anti-Le(b), Transfusions-Zwischenfall, Oxygenator

## Abstract

In this case-report, vv ECMO was established in the context of superinfected Covid pneumonia with pre-existing asbestosis. After red cell transfusion, there was a further reduction in the performance of the oxygenator and possible clotting of the membrane. Bridging to weaning using local lysis by alteplase was unsuccessful, necessitating replacement of the oxygenator. Further hematological examinations revealed anti-Le(b) antibodies, which are plasmatic cold antibodies from the IgM class. The patient was able to be removed from vv ECMO on day 18 and suffered no damage from the transfusion reaction. In the event of unexpected performance limitations of the vv ECMO after erythrocyte transfusions, a transfusion reaction should always be considered, and further testing should be initiated.

## Keywords

vv ECMO, clotting, anti-Le(b), transfusion reaction, oxygenator

## Kasuistik

Im Sommer 2023 übernahm unser ECMO-Team einen 51 Jahre alten Mann aus einem kleinen Regionalversorger im hyperkapnischen Atemversagen. Eine kontrollierte Beatmung sowie pronale Lagerungstherapie hatten 24 Stunden zuvor keine Verbesserung der respiratorischen Situation ergeben, so dass ein Versterben unter bestehender Beatmung drohte und die Anfrage nach einer vv ECMO-Therapie an unsere Kli-



**Dr. med. Eike Gamon**  
AGAPLESION Diakonieklinikum  
Rotenburg gGmbH  
Elise-Averdieck-Str. 17  
23756 Rotenburg (Wümme)  
E-Mail: [eike.gamon@diako-online.de](mailto:eike.gamon@diako-online.de)  
Telefon: 04261-776191



E. Gamon<sup>1</sup>, T. Martel<sup>2</sup>, W. A. Osthaus<sup>3</sup>

E. Gamon: 0000-0002-5554-8343

<sup>1</sup> Zentrum für Intensivmedizin und Leitung ECMO/ECLS-Team

<sup>2</sup> Sektionsleitung Transfusionsmedizin

<sup>3</sup> Institut für Anästhesie und Intensivmedizin, Direktor Prof. Dr. W. A. Osthaus

nik gestellt wurde. Eine exakte Anamnese des Patienten war zu diesem Zeitpunkt nicht mehr möglich. Einzig war bekannt, dass der Patient als bulgarischer Gastarbeiter in Deutschland war und im Baugewerbe tätig war. Folgend ging man zumindest von einer normalen körperlichen Belastbarkeit aus. Eine Adipositas bestand nicht, ebenso keine regelmäßige Medikamenteneinnahme.

Bei Übernahme des Patienten vom Intensivtransportwagen (ITW) in unsere Notaufnahme bestand eine nicht-protective kontrollierte Beatmungssituation mit einer Atemfrequenz (AF) von 28/min, einem PEEP von 12 mmHg und einer Driving Pressure (DP) von 25 mmHg. Die Compliance lag bei 8 ml/mbar, und es wurde unter diesen Einstellungen lediglich ein Tidalvolumen von 180 ml erreicht, so dass konsekutiv das endtidale CO<sub>2</sub> bei >100 mmHg lag, mit einem pH-Wert von 7,10. Die Oxygenation war bei einer FiO<sub>2</sub> von 0,6, einem paO<sub>2</sub> von 64 % und einem folgenden Horowitz-Index von 106 kompromittiert.

Wir entschieden uns daher zügig zum Anschluss an die vv ECMO mit einer Kanülierung in der V. femoralis rechts (venöse Linie; 23 Fr.) und der V. jugularis interna rechts (arterielle Linie; 18 Fr.). Verwendet wurde eine CARL. ("controlled automated reperfusion of the whole body") von der Firma Resuscitec. Diese ECMO hat standardmäßig zwei Betriebsmodi, neben dem ECLS-Modus mit initialer 45-minütiger Pulsation einen ECMO-Modus, bei dem die zweite Pumpe mit einer Umdrehungsdifferenz von maximal 3000/min im laminaren Fluss betrieben werden kann. Neben der Deaktivierung der Pulsation kann auch die zweite Pumpe komplett deaktiviert werden. Um kein Strömungshindernis mit Verwirbelungen und Gerinnungsaktivierung, gerade bei niedrigen Umdrehungswerten, zu erzeugen, wurde vor dem Anschluss der zweite Pumpenkopf aus dem System entfernt. Während der Covid-Pandemie wurden diese ECMOs bereits erfolgreich im vv-Modus eingesetzt. Im aktuellen Set der CARL ist der Oxygenator der Fresenius-Konsole Xenios verbaut. Dieser hat ein Coating, um Thrombenbildung zu verringern, hingegen ist das Schlauchsystem nicht beschichtet. Daher wird das Set in Verwendung als vv ECMO regelhaft von uns mit Albumin geprimt. Nach Anfahren der vv ECMO mit Flüssen zwischen 4–5 l/min konnte sofort die Beatmungssituation deeskaliert werden. Gemäß unserer klinikinternen Leitlinie begannen wir eine ultraprotective Beatmung mit einem PEEP von 10 mmHg, einer DP von 10 mmHg, einer AF von 10/min und einer FiO<sub>2</sub> von 0,3. Der Sweep-Gasfluss war mit 2–3 l je nach pCO<sub>2</sub>-Werten eingestellt und eine FiO<sub>2</sub> von 0,8–1,0.

In der nachfolgenden CT-Diagnostik zeigte sich der Verdacht auf eine vorbestehende Asbestose mit pathognomonischen Pleuraplaques und einer emphysematisch-bullösen Lunge am ehesten bei COPD (Abb. 1).



Abb. 1: CT-radiologischer Bildbefund mit pathognomonischen Pleuraplaques und einer emphysematisch-bullösen Lunge

Zeitgleich erreichte uns der PCR-Nachweis einer Covid-Infektion aus dem abgebenden Krankenhaus, so dass der Patient von diesem Zeitpunkt an mit der Diagnose einer Covid-Pneumonie behandelt wurde. Wenige Tage später zeigten die mikrobiologischen Befunde den Nachweis von Escherichia coli und Klebsiella aerogenes im Trachealsekret, so dass bei einer bakteriellen Superinfektion eine zusätzliche antibiotische Behandlung mit Piperacillin/Tazobactam und Ciprofloxacin begonnen wurde.

Innerhalb der ersten Tage der vv ECMO-Therapie war die Transfusion von insgesamt 5 Erythrozyten-Konzentraten notwendig. Gründe waren initial die Dilution durch kristalloide Infusionen im Rahmen der initialen Sepsis-Therapie und die Volumenzufuhr der Priminglösung. Nach hausinternem Protokoll versuchten wir, einen Hämoglobin-Wert von 10 g/dl zu erreichen.

Auffällig war, dass zeitgleich zu den Transfusionen die Oxygenator-Leistung von Tag zu Tag deutlich abnahm und wir am dritten Tag der Therapie lediglich post-Oxygenatorgase mit  $pO_2$ -Werten von 80–90 mmHg erreichten. Die Blutproben für diese Wertebestimmung wurden direkt hinter dem Oxygenator abgenommen. Die transmembranösen Drücke blieben konstant niedrig. Die partielle Thromboplastinzeit (pTT) war von Beginn an unter einem Heparin-Perfusor auf 60–80 s eingestellt. Sichtbares Clotting gab es im gesamten System nicht.

Nach unserem Protokoll wurde einmal pro Schicht ein Fluschen des Oxygenators mit anschließender Bestimmung eines Oxygenator-Gases durchgeführt, um eine Leistungsminde- rung durch Kondenswasser zu verhindern.

Abbildung 2 zeigt den Verlauf der  $pO_2$ -Werte, dabei stellen die Peak-Werte die Oxygenator-Gase dar. Leider wurden diese gerade am Anfang häufig als Leistungstest erfasst, nicht elektronisch gespeichert und tauchen somit nicht in der benannten Abbildung auf. Abbildung 3 zeigt in paralleler Darstellung die zeitliche Entwicklung der Gerinnungsparameter pTT, Fibrinogen und der D-Dimere.

Es bestand der hochgradige Verdacht auf ein Clotting des Oxygenators als Ursache für die Leistungsabnahme. Da sich trotzdem noch ein akzeptabler Gasaustausch unter der Be- atmung erzielen ließ, versuchten wir weiter die genaue Ur- sache zu finden.

Zeitgleich waren in Antikörper-Tests unseres Labors Unregelmäßigkeiten aufgetreten, so dass dort weitere Tests mit dem Patientenblut vorgenommen wurden. Hier fanden sich irreguläre Antikörper vom Typ Anti-Le(b)-Antikörper.

Das Lewis-System wurde erstmals 1946 von A. E. Mourant [1] beschrieben und ähnelt biochemisch dem klassischen ABO-System. Es ist ein plasmatisches Antigen-System, bei dem die Antigene nach plasmatischer Synthetisierung pas- siv von der zellulären Membran der Erythrozyten adsorbiert werden. Lewis-Antikörper sind meist natürliche Kälte-Anti- körper der Klasse IgM und können das Komplement-System aktivieren. Klinisch relevant können die Antikörper im Rah- men einer hämolytischen Transfusion werden, wenn sie noch oberhalb von 30 °C reagieren.

Dabei führen sie über die Oberflächenantigene der Erythro- zyten erst zur Agglutination und später zur Hämolyse. Durch

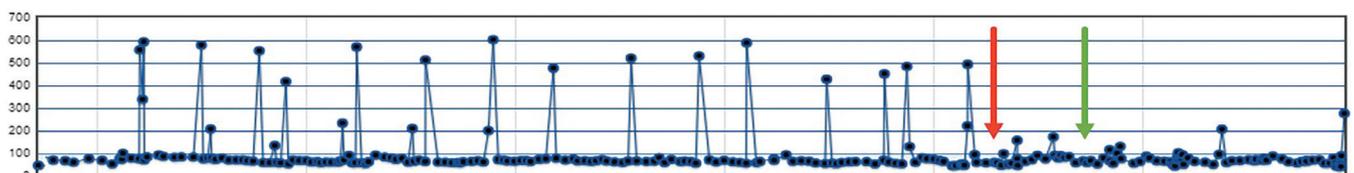


Abb. 2: Verlauf  $pO_2$  unter vv ECMO (grüner Pfeil = Lyse, roter Pfeil = Oxygenator-Wechsel)

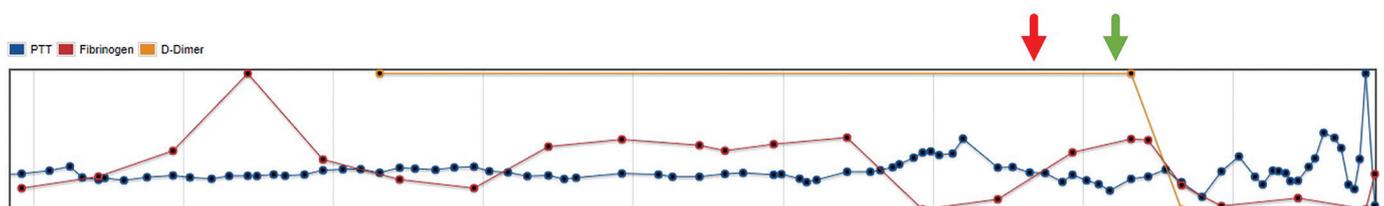


Abb. 3: Verlauf Gerinnung (pTT = blau, Fibrinogen = rot, D-Dimere = gelb)

einen Anstieg der Temperatur kann die Agglutination unter Umständen reversibel sein.

Es erhärtete sich damit der Verdacht eines Oxygenator-Clottings aufgrund einer möglichen Transfusionsreaktion durch ein Zusammenspiel der irregulären Antikörper und einer möglichen Gerinnungs-Aktivierung durch den Oberflächenkontakt der ECMO. Da die transmembranösen Drücke weiterhin in der Norm waren, versuchten wir eine lokale Lyse des Oxygenators mit 10 mg Alteplase direkt in den Inflow des Oxygenators. Dies war in der Literatur bereits für die potenzielle Verlängerung der Oxygenator-Laufzeit untersucht und beschrieben worden [2]. In einzelnen Fallberichten war damit auch ein Oxygenator-Clotting unter laufender Therapie behoben worden [3].

Allerdings brachte auch eine zweite Gabe von weiteren 10 mg Alteplase nur eine kurzzeitige Verbesserung, siehe Abbildung 2 grüner Pfeil, so dass wir uns schließlich zum Tausch des Oxygenators entschieden (Abb. 2, roter Pfeil). Abbildung 4 zeigt den Oxygenator nach dem Tausch mit möglichen Koagelbildungen.



Abb. 4a+b: Getauschter Oxygenator mit möglichem Clotting

Es erfolgte parallel eine Umstellung auf Argatroban, um nicht das Risiko einer erneuten Thrombosierung aufgrund einer Heparin-induzierten Thrombozytopenie (HIT) einzugehen. Eine innerklinische vorläufige HIT-Testung hatte ein grenzwertiges Ergebnis, die endgültige Austestung verlief in einem externen Labor und war schließlich negativ. Da jedoch

die Gerinnungswerte gut eingestellt waren, behielten wir die Antikoagulation bei und stellten erst nach der ECMO-Explantation auf Heparin um. Die folgenden Transfusionen von Erythrozyten waren immer auf die Anti-Le(b)-Antikörper getestete und auf Körpertemperatur angewärmte Konserven. Es gab keine weiteren Komplikationen im weiteren Verlauf der vv ECMO-Therapie.

Nach insgesamt 18 Tagen vv ECMO-Therapie konnte der Patient geweant und schließlich von der vv ECMO getrennt werden. Neben der Funktionsbeeinträchtigung des Oxygenators gab es keine Auswirkungen der beschriebenen Transfusionsreaktion – weder lokale noch systemisch thrombembolische Ereignisse oder Folgeerscheinungen.

## Diskussion

Die extrakorporale Membran-Oxygenation (ECMO) ist eine lebensrettende Therapie, indem sie eine Zeit überbrückt, bis eine Erholung oder eine Heilung der Grunderkrankung eingetreten ist. Allerdings weist sie eine hohe Komplikationsrate auf, unter anderem durch die Bildung von Thromben gefolgt von Hämolyse, Thromboembolien und pathologischen Veränderungen im ECMO-Kreislauf [4,5]. Figueroa Villalba et al. konnten nachweisen, dass im untersuchten Kollektiv von 53 untersuchten ECMO-Systemen (Oxygenatoren, Schlauchsysteme, Konnektoren, Pumpenköpfe, etc.) 81 % Thrombosierungen aufwiesen mit dem in Tabelle 1 dargestellten Verteilungsmuster [6].

	N	%
<b>Total circuits examined</b>	<b>53</b>	
No thrombus	10	19 %
<b>Oxygenator thrombus:</b>		
Inflow oxygenator membrane surface thrombus	6	11 %
Oxygenator deep membrane thrombus	8	15 %
Inflow oxygenator inner flow distributor thrombus	3	8 %
<b>Tubing thrombus:</b>		
Arterial tubing thrombus	16	30 %
Venous tubing thrombus	14	26 %
Connector thrombus	14	26 %
<b>Pump thrombus:</b>		
Tubing thrombus embolized to pump	6	11 %
Pump axle thrombus and oxygenator thrombus fragments	24	45 %

Tab. 1: Verteilungsmuster Thrombosierung im ECMO-Kreislauf aus [5]

Nicht dargestellt ist in diesen Zahlen, inwieweit es zu relevanten Funktionsausfällen oder gesundheitlichen Beeinträchtigungen kam. Diese Daten kann man mit Daten aus einer ELSO Register-Studie aus 2020 vergleichen, bei der es bei 11.984 erwachsenen Patient:innen unter va ECMO 8457 HRAEs

(hemocompatibility-related adverse events) gab, davon 37,9 % mit relevanten thrombotischen Ereignissen [7]. Staessens et al. zeigten in ihrer Untersuchung von 25 Patient:innen nach va ECMO, dass sich bei einer Thrombosierung im extrakorporalen Kreislauf die Thromben hauptsächlich im Schlauchsystem bilden (92 % der untersuchten Systeme), zu 76 % in den Pumpenköpfen und zuletzt mit 64 % im Oxygenator [8]. All diese Untersuchungen wurden allerdings mit einem Patient:innenkollektiv durchgeführt, bei dem es im Rahmen der ECMO-Therapie nicht wesentlich zu einem Transfusions-Zwischenfall im Sinne einer Inkompatibilität gekommen war. Im vorliegenden Fall war dies anders, da der Patient Anti-Le(b) Antikörper besaß. In einer Studie von 1997 von Nanu et al. konnte in der indischen Population ein Auftreten von verschiedenen Anti-Le-Konstellationen zwischen 18,6 % und 60,6 % nachgewiesen werden [9]. Die sonst eher klinisch inapparenten Antikörper können erst bei Temperaturen unter 37 °C zu Hämolyse-Erscheinungen führen [10]. Es gibt nur vereinzelte dokumentierte Fallberichte, bei denen es zu schweren Hämolyse-Zwischenfällen gekommen ist [11]. Im konkreten Fall trat die Funktionsbeeinträchtigung des Oxygenators nach der Transfusion von fünf inkompatiblen Erythrozyten-Konzentrat auf. Andere pathologische Mechanismen (z. B. ein HIT II) konnten ausgeschlossen werden. Eine lokale Lyse im zuführenden Schenkel des Oxygenators mittels Alteplase zeigte leider keinerlei Verbesserung des Gasaustausches, so dass es schlussendlich zum Austausch des Oxygenators kam. Retrospektiv muss angenommen werden, dass die zu diesem Zeitpunkt unter 37 °C liegende Körpertemperatur des Patienten zusammen mit der Erkenntnis über die vorhandenen Antikörper und der daraus inkompatiblen Transfusion von 5 Erythrozyten-Konzentrat zum Clotting des Oxygenators unter der va ECMO-Therapie geführt hat. Zwar ist das verwendete Schlauchsystem im Gegensatz zum verbauten Xenios Oxygenator nicht beschichtet, doch dass es dadurch nach primärem Albumin-Priming zum frühen Ausfall des Oxygenators kommt, scheint unwahrscheinlich.

## Schlussfolgerung

Da in der Initialphase einer ECMO-Therapie häufig noch nicht alle Testergebnisse und Laborwerte vorliegen, es aber bereits hier zu akut notwendigen Transfusionen von Erythro-

zyten-Konzentrat kommen kann, sollte bei Auffälligkeiten hinsichtlich der Leistung der ECMO an eine Transfusionsreaktion gedacht werden. Ein Clotting in den Pumpenköpfen oder im Oxygenator kann innerhalb von Stunden einsetzen und ohne Intervention den Verlauf der Therapie negativ beeinflussen. Es sollte daher schnellstmöglich die Austestung der transfusionsrelevanten Antikörper vorgenommen werden.

## Literatur

1. Mourant AE. A 'new' human blood group antigen of frequent occurrence. *Nature* 1946; 158: 237-238.
2. Mang S et al. Injection of recombinant tissue plasminogen activator into extracorporeal membrane oxygenators postpones oxygenator exchange in COVID-19. *ASAIO J.* 2022 Aug 1;68(8):1017-1023. doi: 10.1097/MAT.0000000000001733. Epub 2022 May 16. PMID: 35617687.
3. Taccone FS, Nobile L, Annoni F. Thrombolysis for ECMO oxygenator thrombosis. *Crit Care.* 2023 Apr 14;27(1):142. doi: 10.1186/s13054-023-04433-6. PMID: 37060093; PMCID: PMC10103670.
4. Penk JS et al. Bleeding and thrombosis with pediatric extracorporeal life support: A roadmap for management, research, and the future from the Pediatric Cardiac Intensive Care Society: Part 2. *Pediatr Crit Care Med* 20: 1034-1039, 2019.
5. Dalton HJ et al. (Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development Collaborative Pediatric Critical Care Research Network). Factors associated with bleeding and thrombosis in children receiving extracorporeal membrane oxygenation. *Am J Respir Crit Care Med* 196: 762-771, 2017.
6. Figueroa Villalba CA et al. Thrombosis in extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) Circuits. *ASAIO J.* 2022 Aug 1;68(8):1083-1092. doi: 10.1097/MAT.0000000000001605. Epub 2021 Dec 1. PMID: 34860711.
7. Chung M et al. Hemocompatibility related adverse events and survival on venoarterial extracorporeal life support: an ELSO registry analysis. *JACC Heart Fail.* 2020; 8:892-902
8. Staessens S et al. Thrombus formation during ECMO: Insights from a detailed histological analysis of thrombus composition. *J Thromb Haemost.* 2022 Sep;20(9):2058-2069. doi: 10.1111/jth.15784. Epub 2022 Jul 3. PMID: 35703468; PMCID: PMC9349827.
9. Nanu A, Thapliyal RM. Blood group gene frequency in a selected north Indian population. *Indian J Med Res* 1997;106:242-6.
10. Negi G et al. Adding further evidence for clinically significant anti-Leb antibody in a voluntary blood donor. *Asian J Transfus Sci.* 2020 Jul-Dec;14(2):198-199. doi: 10.4103/ajts.ajts.68\_19. Epub 2020 Dec 19. PMID: 33767551; PMCID: PMC7983150.
11. Irani MS, Figueroa D, Savage G. Acute hemolytic transfusion reaction due to anti-Le(b). *Transfusion.* 2015 Oct;55(10):2486-8. doi: 10.1111/trf.13178. Epub 2015 May 28. PMID: 26018602.

### Wissenschaftlicher Kurzlebenslauf Dr. med. Eike Gamon

Studium der Humanmedizin

2005–2011 am UKE Hamburg

2017 Facharzt für Anästhesiologie

2018 Facharzt für Anästhesiologie, Zusatzbezeichnung  
anästhesiologische Intensivmedizin

2018–2022 Oberarzt Herzzentrum Bremen

2022–2023 komm. OÄ-Leitung Zentrum für Intensiv-  
medizin Rotenburg

2023 Leitender OA und Leitung ECMO/ECLS Rotenburg

Schwerpunkte: Intensivmedizin, Notfallmedizin

# Del Nido- versus Custodiol-Kardioplegie bei minimalinvasiven Mitralklappenoperationen

## Zusammenfassung

**Einleitung:** Myokardprotektion ist ein Begriff, der viele Mechanismen zusammenfasst, die das Herzmuskelgewebe während eines herzchirurgischen Eingriffs schützen. Hierzu zählt die Form der kardioplegischen Protektion. Zwei unterschiedliche Myokardprotektionsformen wurden bei minimalinvasiven Mitralklappenoperationen miteinander verglichen, die Del Nido-Kardioplegie (DNKP) und die Custodiol (CCC)-Kardioplegie.

**Material und Methoden:** Im Zeitraum von Januar 2018 bis Juli 2021 erhielten am Universitätsklinikum Frankfurt 336 Patient:innen eine Mitralklappenoperation mit minimalinvasiver Operationstechnik. Ausschlusskriterien für die retrospektive Analyse waren Ablation bei Herzrhythmusstörungen, Kombinationseingriffe, Notfälle, Schwangerschaft und Minderjährigkeit. So konnten 119 Patient:innen eingeschlossen werden, die mit zwei verschiedenen Myokardprotektionsverfahren behandelt wurden. Diese teilten sich in die DNKP-Gruppe (n = 60) und CCC-Gruppe (n = 59) auf. Primäre Kontrollparameter waren die Kreatin-Kinase (CK), der CK-MB (Muscle and Brain)-Wert, das Troponin T (Trop T) sowie die linksventrikuläre Ejektionsfraktion (LVEF). Zu den sekundären Endpunkten gehörten der intraoperative Bedarf an Erythrozytenkonzentraten, das applizierte Kardioplegievolumen, die Hämofiltrationsrate während der extrakorporalen Zirkulation sowie die postoperative Krankenhausaufenthaltsdauer.

**Ergebnisse und Diskussion:** In 80 % der beobachteten Fälle konnte eine Mitralklappenrekonstruktion durchgeführt werden. CK, CK-MB und Trop T waren im Durchschnitt zu allen Zeitpunkten der Messungen in der DNKP-Gruppe niedriger als in der CCC-Gruppe. Die LVEF war prä- und postoperativ im Durchschnitt in beiden Gruppen normwertig im Bereich zwischen 55 % und 64 %. Das applizierte Kardioplegievolumen (DNKP 975 ± 309 ml vs. CCC 1650 ± 426 ml) und die Hämofiltrationsrate (DNKP n = 18/60, CCC n = 54/59) unterschieden sich in den beiden Kardioplegiegruppen. Intraoperativ wurde bei 15 % der Mitralklappenrekonstruktionen/Ersatz (MKR/E) mindestens ein Erythrozytenkonzentrat verabreicht. Die postoperative Krankenhausaufenthaltsdauer lag in beiden Gruppen bei 11 Tagen.

**Schlussfolgerung:** Die Ergebnisse zeigen, dass die DNKP-Gruppe bei den genannten Kontrollparametern nicht schlechter abschneidet als die CCC-Gruppe, so dass eine sichere Myokardprotektion gewährleistet ist.

## Schlüsselwörter

Bretschneider-Kardioplegie (auch Custodiol oder CCC), Del Nido-Kardioplegie, minimal-invasive Mitralklappenoperation, Myokardprotektion



**I. Ischewski ECCP, B.Sc.**  
Life Systems  
Medizintechnik-Service GmbH  
Konrad-Zuse-Ring 14a  
41179 Mönchengladbach  
E-Mail: [ina.ischewski@life-systems.de](mailto:ina.ischewski@life-systems.de)



FACHARTIKEL

I. Ischewski<sup>1,2</sup>, M. Hermann<sup>1,2</sup>, T. Holubec<sup>1</sup>, T. Walther<sup>1</sup>

 Ina Ischewski: 0000-0001-7661-1076, Marcus Hermann: 0000-0002-4562-1615, Tomas Holubec: 0000-0003-2366-0880, Thomas Walther: 0000-0002-2892-8949

<sup>1</sup> Universitätsklinikum Frankfurt, Theodor-Stern-Kai 7, 60590 Frankfurt, Direktor der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie: Prof. Dr. Thomas Walther

<sup>2</sup> Life Systems Medizintechnik-Services GmbH, Konrad-Zuse-Ring 14 a, 41179 Mönchengladbach

## Abstract

**Objective:** The term “myocardial protection” covers many mechanisms that protect myocardial tissue during cardiac surgery. This includes forms of cardioplegic protection. Two different forms of myocardial protection have been combined in minimally invasive mitral valve surgery: del Nido Cardioplegia (DNCP) and Custodiol® (CCC) Cardioplegia.

**Material and Methods:** From January 2018 to July 2021, 336 patients underwent mitral valve surgery using minimally invasive surgical techniques at the University Hospital in Frankfurt. Exclusion criteria for the retrospective analysis were ablation for cardiac arrhythmias, combined interventions, emergencies, pregnancy, and patients under 18 years. Therefore, 119 patients were included, who were treated with two different myocardial protection methods. These were divided into the DNCP group (n=60) and the CCC group (n=59). The primary control parameters were creatine kinase (CK), CK-MB (muscle and brain), Troponin T (trop T) and the left ventricular ejection fraction (LVEF). The secondary endpoints included the intraoperative requirement for packed red blood cells, the applied cardioplegia volume, the hemofiltration rate during extracorporeal circulation, and the postoperative length of hospital stay.

**Results and Discussion:** Mitral valve reconstructions were performed in 80% of the observed cases. On average, CK, CK-MB and trop T were lower in the DNCP than in the CCC group. The LVEF was normal pre- and post-operatively in both groups in the range between 55% and 64%. The applied cardioplegia volume (DNCP 975±309ml vs. CCC 1650±426ml) and the hemofiltration rate (DNCP n=18/60, CCC n=54/59) differ in the two cardioplegia groups. At least one red blood cell pack was administered intraoperatively in 15% of the mitral valve reconstructions/replacements (MVR/r). The postoperative hospital stay was 11 days in both groups.

**Conclusion:** The results show that the DNCP group is as good as the CCC group, so that reliable myocardial protection is guaranteed.

## Keywords

Bretschneider cardioplegia (also Custodiol or CCC), del Nido cardioplegia, minimally invasive mitral valve surgery, myocardial protection

## Einleitung

Eine minimalinvasive Mitralklappenrekonstruktion geht mit einem kleineren Operationszugang, einer erschwerten Platzierung des Retraktors und längeren Myokardischämiezeiten einher. Jede Form der Ischämie belastet das Herz, insbesondere bei fortgeschrittenem kardialen Krankheitsgrad und weiteren Co-Morbiditäten der Patient:innen. Da es jedoch nicht für jede notwendige Herzoperation ein Verfahren ohne extrakorporale Zirkulation (EKZ) gibt, ist jeder Herzchirurg auf mindestens eine Kardioplegiemethode angewiesen. Kardioplegien wie Custodiol (CCC) oder Del Nido (DNKP) werden im Vergleich zu Blutkardioplegien intraoperativ in der Regel nur einmal appliziert [2].

Die kristalloide Custodiol-Kardioplegie hyperpolarisiert das Myokard mittels Hyponatriämie und Hypokalzämie und fungiert extrazellulär (Custodiol®, Dr. F. Köhler Chemie GmbH, Bensheim/Deutschland). Sie findet weltweit Anwendung sowohl in der intraoperativen Organprotektion als auch im Rahmen von Transplantationen [1]. Del Nido-Kardioplegielösung depolarisiert das Myokard mittels Kalium intrazellulär [2].

Es handelt sich bei dieser Arbeit um eine retrospektive klinische Vergleichsstudie von Custodiol versus Del Nido, um festzustellen, ob die DNKP die Myokardfunktion wirksamer oder gleich gut schützt. Da es zum Zeitpunkt des Vergleichs wenig Studien zum Thema gibt, die DNKP in Deutschland kaum angewandt wird und keine verbesserte Funktion nachgewiesen ist, wird diese Untersuchung initiiert.

## Material und Methoden

### Operatives Vorgehen bei minimalinvasiven Mitralklappen-Operationen

Der Zugang zum Herzen erfolgte minimalinvasiv, anterolateral durch den 3. oder 4. Intercostalraum (ICR). Der Begriff minimalinvasiv ist nicht standardisiert. Für die Chirurgie an der Mitralklappe bezieht er sich im Wesentlichen auf die Vermeidung einer Sternotomie. Die Kanülierung erfolgte mittels Seldinger-Technik nach systemischer Heparinisierung und wurde durch eine transösophageale Echokardiographie verifiziert. Alle Patient:innen erhielten eine antegrade, transaortale Kardioplegie über einen langen Nadelvent. Die Mitralklappe wurde minimalinvasiv vom Chirurgen entweder direkt oder mit Hilfe einer endoskopischen Kamera eingesehen (2D oder 3D Kamera). Alle Patient:innen wurden an die Herz-Lun-

gen-Maschine (HLM) angeschlossen, die Aorta wurde geklemmt und das Herz mittels Kardioplegie reversibel stillgelegt. Standardmäßig wurde die Kardioplegielinie bei den untersuchten Patient:innen mit dem Primingvolumen der HLM vorgefüllt. Kurz nach Anfahren der HLM wurde diese Linie mit Patient:innenblut gefüllt und anschließend in der finalen Zusammensetzung blasenfrei bis zum Patienten vorgefahren. Durch die in das Kardioplegiesystem eingebaute Heater-Einheit wurde die Blutkomponente der DNKP auf 12 °C gekühlt. Die Elektrolytmischung wurde bis zum Gebrauch bei einer Temperatur von 4–8 °C in einer Kühlbox aufbewahrt (Abb. 1).

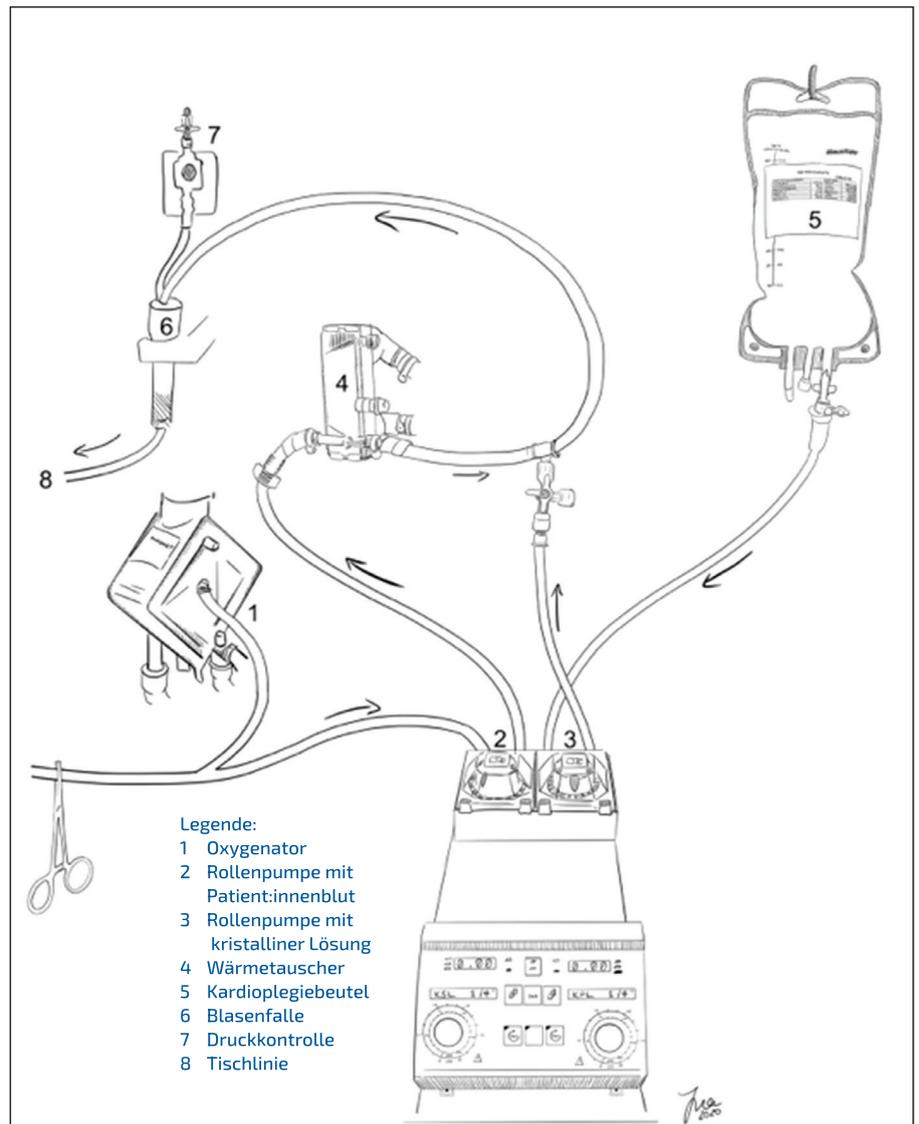


Abb. 1: Applikation Del Nido-Kardioplegie am Universitätsklinikum Frankfurt

### Dosierschema Del Nido-Kardioplegie: [2]

Del Nido-Kardioplegievolumen 15–20 ml/kg

Beispiel:

50 kg/KG x 15 ml = 750 ml (600 ml Kristalloid + 150 ml Patient:innenblut)

50 kg/KG x 20 ml = 1000 ml (800 ml Kristalloid + 200 ml Patient:innenblut)

2. Gabe

50 kg/KG x 10 ml = 500 ml (400 ml Kristalloid + 100 ml Patient:innenblut)

Zusammensetzung der Del Nido-Kardioplegie: [2]			
Volumen: 1065,5 ml			
Plasma Lyte A	1000 ml	Natrium	144 mmol/L
Kaliumchlorid 7,45 %	26 ml	Kalium	29 mmol/L
Magnesiumsulfat 50 %	4 ml	Chlorid	118 mmol/L
Natriumbikarbonat 8,4 %	13 ml	Magnesium	9 mmol/L
Lidocain 2 %	6,5 ml	Sulfat	8 mmol/L
Mannitol 20 %	16 ml	Bicarbonat	12 mmol/L

Tab. 1: Zusammensetzung der Del Nido-Kardioplegie

Zusammensetzung der Custodiol-Kardioplegie: [1]			
Volumen: 1000 ml			
Natriumchlorid	15 mmol	Tryptophan	2 mmol
Kaliumchlorid	9 mmol	Mannitol	30 mmol
Magnesiumchlorid	4 mmol	Calciumchlorid x H <sub>2</sub> O	0,015 mmol
Histidinhydrochlorid-Monohydrat	18 mmol	Kaliumhydrogen-2-oxopentandioat	1 mmol
Histidin	180 mmol		

Tab. 2: Zusammensetzung der Custodiol-Kardioplegie

Ein wichtiger Bestandteil der DNKP ist die Plasma Lyte A, diese wurde unter sterilen Bedingungen mit den weiteren Bestandteilen der DNKP in der hauseigenen Apotheke ergänzt. Hierbei war die Reihenfolge beim Zumischen der Elektrolyte wichtig, um ein Ausflocken der einzelnen Medikamente miteinander zu verhindern. Die DNKP wurde wöchentlich hergestellt und war bei 2–8 °C gelagert vier Wochen haltbar.

Das Perfusionsvolumen betrug beim Erwachsenen 1 ml der Lösung pro Minute und Gramm geschätztes Herzgewicht. Die Perfusionstemperatur der Custodiol-Lösung lag bei 5–8 °C. Der Perfusionsdruck betrug 100–110 mmHg bis zum Herzstillstand und wurde anschließend auf 40–50 mmHg reduziert. Varianzen in der Gatedauer sind auf die unterschiedlichen anatomischen Gegebenheiten der Patient:innen zurückzuführen. War eine zweite Applikation erforderlich, so wurde darauf geachtet, dass die Lösung wie initial 5–8 °C kalt war. Die zweite Perfusionszeit betrug 2–3 min mit dem Druck der letzten Minute der ersten Gabe.

## Studiendesign

In dem Zeitraum von 02.01.2018 bis 14.07.2021 wurden alle Patient:innen mit einer minimalinvasiven Mitralklappenrekonstruktionen (MIC-MKR) mittels medizinischer Akte erfasst (n = 336) und aufgeteilt in Del Nido (n = 137) und Custodiol (n = 199)-Kardioplegie-Gruppen. Einschlusskriterien waren elektive Operationen, anterolateral operierte Mitralklappen und Volljährigkeit//volljährige Patient:innen. Um die Vergleichbarkeit der Gruppen zu gewährleisten, wurden Kombinationsoperationen, Notfälle und rezidive Eingriffe ausgeschlossen. Patient:innen mit einer präoperativ bekannten Niereninsuffizienz, einer intraoperativ durchgeführten Ablation zur Behandlung von Herzrhythmusstörungen oder einer bestehenden Schwangerschaft wurden ebenfalls nicht berücksichtigt, da relevante Kontrollparameter beeinflusst werden [4]. Nach den Ausschlusskriterien wurden n = 119 Patient:innen in

den retrospektiven Vergleich eingeschlossen, n = 59 Patient:innen in der Custodiol-Gruppe (CCC) und n = 60 Patient:innen in der Del Nido-Gruppe (DNKP). Außerdem wurden die demographischen Daten der Patient:innen erfasst. Ein positives Votum der internen Ethikkommission Frankfurt zum eingereichten Ethikantrag liegt vor. Geschäftsnummer: 19-446- andere Forschung erstvotierend, Beschlussnummer: E247/19).

## Die zwei primären, biochemischen Kontrollparameter:

1. Die Enzymfreisetzung, dargestellt durch kardiales Troponin T, Kreatinin-Kinase und Kreatinin-Kinase-MB (Muscle and Brain)-Serumkonzentration präoperativ, unmittelbar nach der Operation, 12 Stunden, 24 Stunden und 48 Stunden.
2. Die echokardiografische Auswertung der linksventrikulären Ejektionsfraktion präoperativ und nach Beendigung der inotropen Unterstützung, vor der Entlassung der Patient:innen.

## Sekundäre Endpunkte:

- Kardioplegievolumen
- kardiopulmonale Bypasszeit
- Aortenklemmzeit
- Bluttransfusionsbedarf
- Hämofiltrationsrate
- postoperativer Krankenhausaufenthalt mit Berücksichtigung des Euro-SCORES II

	Del Nido	Custodiol
	Patient:innenanzahl (% aller Patient:innen)	Patient:innenanzahl (% aller Patient:innen)
Gesamt	n = 60	n = 59
Weiblich	20 (33 %)	14 (24 %)
Männlich	40 (67 %)	45 (76 %)
Mitralklappenrekonstruktion	46 (77 %)	47 (80 %)
Alter (Jahre)	61,7 ± 11 (36–87)	63,8 ± 12,9 (34–85)
Körpergröße (cm)	175 ± 8 (160–193)	174 ± 9,8 (140–196)
Körpergewicht (kg)	79 ± 15 (48–115)	79 ± 15,2 (40–122)

Tab. 3: Demographische Patient:innendaten

	Del Nido	Custodiol
	Patient:innenanzahl (% aller Patient:innen)	Patient:innenanzahl (% aller Patient:innen)
Gesamt	n = 60	n = 59
Mitralklappenrekonstruktion	46 (77 %)	47 (80 %)
Erythrozytenkonzentrate intraoperativ	9 (15 %)	8 (14 %)
Hämofiltration	18 (30 %) Mittelwert ± Standardabweichung (Minimum–Maximum)	54 (92 %) Mittelwert ± Standardabweichung (Minimum–Maximum)
Bypasszeit (min)	126,8 ± 47 (62–319)	141,2 ± 43,7 (76–302)
Aortenklemmzeit (min)	67,8 ± 26 (35–160)	76,7 ± 27,8 (32–178)
Kardioplegievolumen (ml)	975 ± 309 (500–2000)	1650 ± 426 (1200–3300)
Post OP-Krankenhaustage	10,7 ± 6,3 (5–35)	11,4 ± 6,4 (5–39)
EURO-Score (%)	1,74 ± 2,14 (0,50–14,55)	1,11 ± 0,79 (0,50–3,94)

Tab. 4: Kardiopulmonale Bypassdaten

## Ergebnisse

Analysiert wurde n = 119 Patient:innen, n = 59 in der CCC-Gruppe und n = 60 in der DNKP-Gruppe. Beide Gruppen sind von den demographischen Daten her vergleichbar (Tab. 3). Gravierende Unterschiede gab es in der Hämofiltrationsrate. Dabei wurden 92 % (54/59 Patient:innen) der Bretschneider-Gruppe und nur 30 % (18/60 Patient:innen) der Del Nido-Gruppe intraoperativ hämofiltriert, was auf das hohe Kardioplegievolumen der Bretschneider-Kardioplegie zu-

rückzuführen ist. Im Durchschnitt waren Patient:innen der Bretschneider-Gruppe 14,4 Minuten länger am Bypass und hatten im Mittel eine verlängerte Aortenklemmzeit von 8,9 Minuten. Es musste nur bei 8 der 59 CCC-Patient:innen und nur bei 9 der 60 DNKP-Patient:innen intraoperativ Erythrozytenkonzentrat verabreicht werden. Der postoperative Krankenhausaufenthalt war in beiden Gruppen rund 11 Tage. Der präoperativ kalkulierte EURO-Score zur Risikobewertung lag in der Del Nido-Gruppe minimal höher, allerdings in beiden

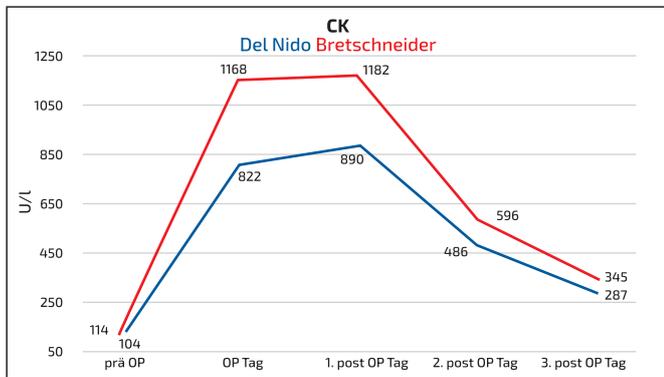


Abb. 2: Verlauf Creatinkinase (CK)

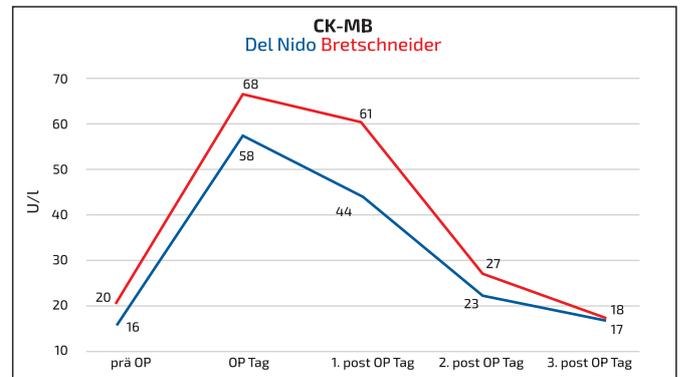


Abb. 5: Verlauf CK-MB

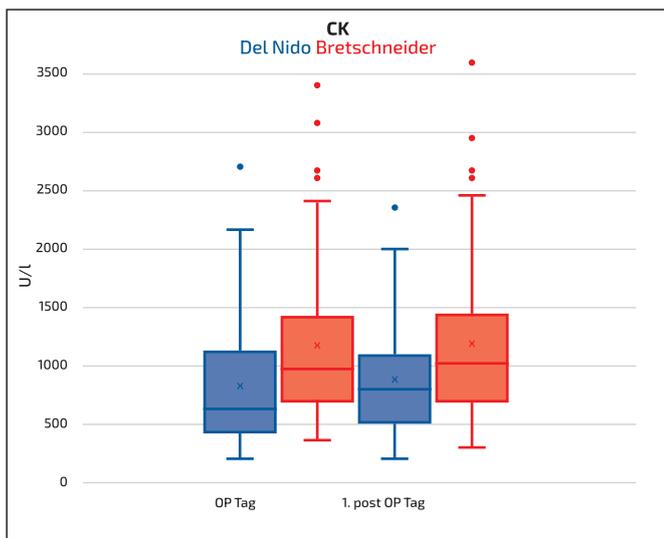


Abb. 3: CK-Operationstag und 1. post Op-Tag

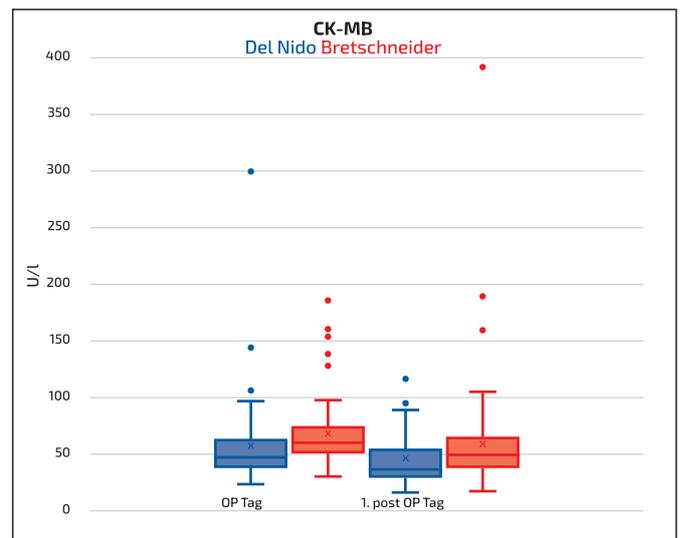


Abb. 6 CK-MB-Operationstag und erster post Op-Tag

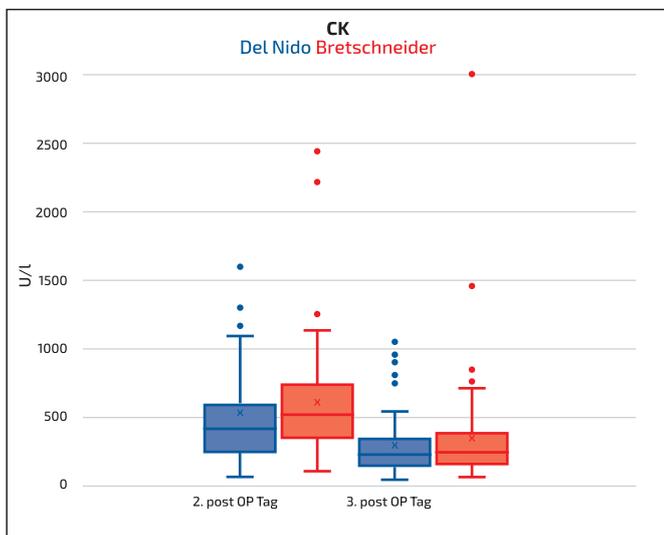


Abb. 4: CK zweiter und dritter post Op-Tag

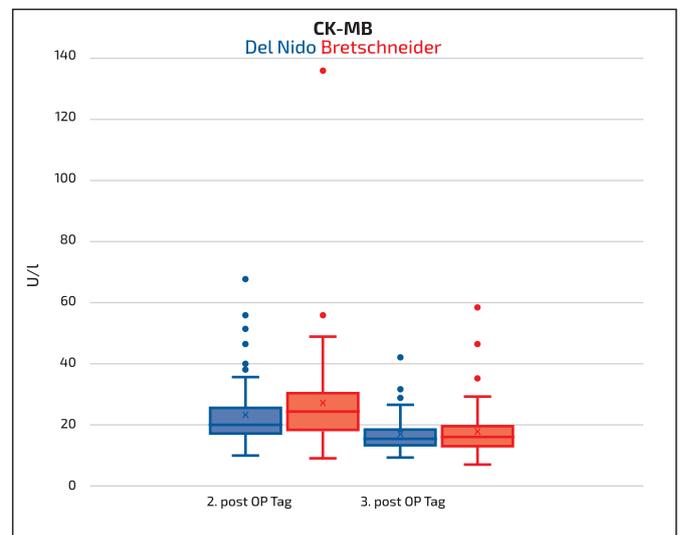


Abb. 7: CK-MB zweiter und dritter post Op-Tag

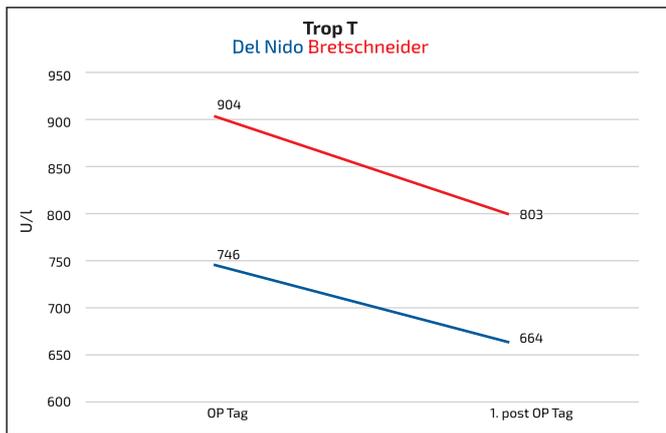


Abb. 8: Troponin T-Verlauf

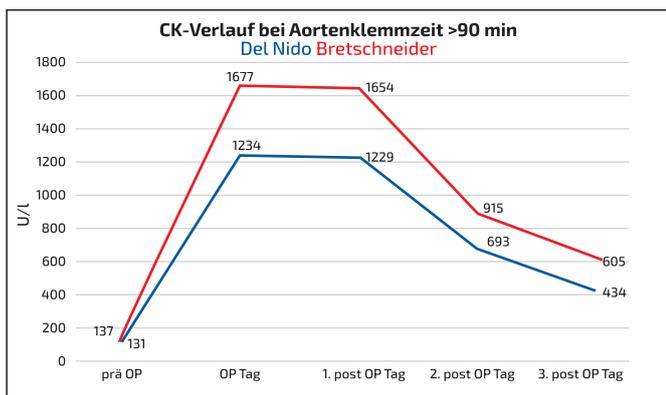


Abb. 9: CK-Verlauf bei einer Aortenklammzeit >90 min.

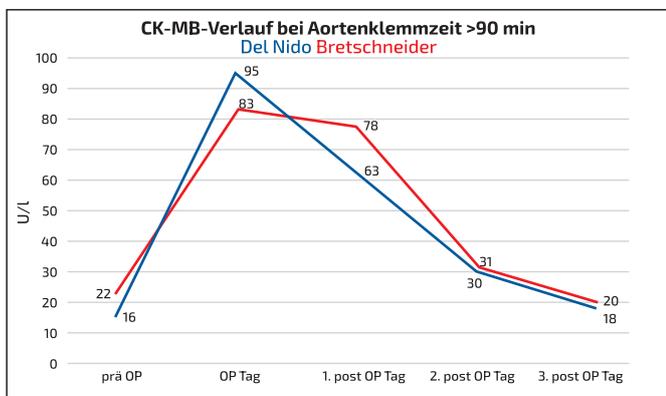


Abb. 10: CK-MB-Verlauf bei einer Aortenklammzeit >90 min.

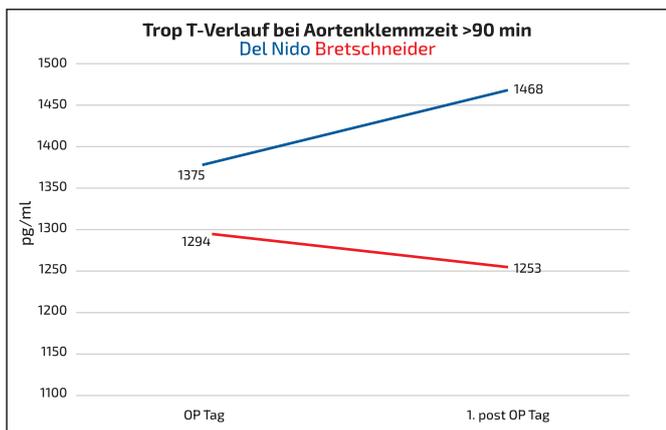


Abb. 11: Troponin T-Verlauf bei einer Aortenklammzeit >90 min

Gruppen im Bereich eines geringen Risikos (Tab. 4).

Folgende Angabe erfolgte in der Einheit Units pro Liter (U/l). Der angenommene Normwert lag bei <190 U/l [5]. Wie man im Diagramm (Abb. 2) erkennen kann, lag der Mittelwert beider Gruppen präoperativ im Normbereich. Am Operationstag stiegen aufgrund der Verletzung und Ischämie in beiden Gruppen die CK-Mittelwerte an.

Beide Patient:innengruppen waren präoperativ im CK-MB-Mittelwert normwertig. Im Vergleich zur gesamten CK war bei der CK-MB in beiden Gruppen der Peak bereits einige Stunden nach der Operation erreicht (Abb. 5).

In beiden Patient:innengruppen lag die durchschnittliche LVEF sowohl präoperativ als auch postoperativ im normalen Bereich.

Es ergab sich bei einer Aortenklammzeit (AKZ) >90 min im gesamten CK-Verlauf ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Gruppen (Abb. 9).

Bei einer AKZ >90 min verliefen die CK-MB-Werte nicht wie bisher konstant höher in der CCC-Gruppe, sondern hoben sich am Operationstag voneinander ab (Abb. 10).

Bei dem Troponinverlauf fiel das Diagramm bei einer AKZ >90min anders aus als im gesamten Troponin T-Verlauf <90 min. Man erkennt insgesamt nicht nur deutlich höhere Werte (DNKP: 1375 pg/ml und 1468 pg/ml; Bretschneider: 1294 pg/ml und 1253 pg/ml), sondern auch, dass der DNKP Troponin T-Wert am ersten postoperativen Tag stieg, während er in der CCC-Gruppe fiel (Abb. 11).

## Diskussion

Trotz der zunehmenden kardiochirurgischen Operationen am schlagenden Herzen bildet der reversible kardioplegische Herzstillstand immer noch die Voraussetzung für viele Operationstechniken mit unbewegtem und blutleerem Herzen. Viele kardioplegische Konzepte mit unterschiedlichen chemischen und physikalischen Eigenschaften stehen zur Verfügung [10]. Ziel ist die Protektion des Herzmuskelgewebes. Da für keine der bisher bekannten Kardioplegien eine Superiorität nachgewiesen werden konnte, gibt es keine Vorgaben, welche Kardioplegie bei welcher Operation bevorzugt werden sollte [11]. Es obliegt der Entscheidung des Herzchirurgen, welches der erprobten Verfahren angewendet wird. Mit diesem Vergleich konnte festgestellt werden, dass beide Kardioplegien das Herz bei MIC-Mitralklappenoperationen ausreichend schützen.

Das Enzym Kreatin-Kinase (Creatinkinase oder CK) kommt vor allem in der Herz- und Skelettmuskulatur vor. Es sorgt dafür, dass Energiespeicher in Form von Adenosintriphosphat (ATP) ausreichend in den Muskelzellen vorhanden sind. Wird vom ATP ein Phosphatatom abgespalten, so wird Energie für die Muskelkontraktion freigesetzt. Es bleibt das energiearme Adenosinbiphosphat mit nur zwei Phosphatatomen zurück. Die CK regeneriert das Energiemolekül, indem es ein neues Phosphat an das Molekül anbindet. Kinasen sorgen auf diese Weise für eine dauerhafte Energiebereitstellung. Werden Muskelzellen durch Überlastung beschädigt, tritt CK in großen Mengen aus den betroffenen Zellen aus. Bei der Aktivitätsbestimmung bedient man sich der Immuninhibitionsmethode, bei der eine Hemmung der CK-Untereinheit durch Antikörper erfolgt [6].

Es gab zum Zeitpunkt dieser Analyse keine vergleichbaren publizierten Studien, die die CCC- und DNKP-Kardioplegie verglichen haben. In einer Meta-Analyse aus 2023 wurden jedoch neun Artikel zu diesem Thema begutachtet. In allen Artikeln wurden ähnliche Endpunkte beleuchtet und dieselben Ergebnisse beschrieben [12].

Troponine sind wichtige Laborparameter in der Diagnose von Herzmuskelschädigung. Es gibt drei verschiedene Troponine. Die Untereinheit Troponin C bindet Calcium, das Troponin T dockt an ein weiteres Eiweiß, das Tropomyosin, an, ebenso wie das Troponin I, das sich an das Strukturprotein Aktin anlagert. Dieses Zusammenspiel ermöglicht, dass sich die Muskeln kontrahieren und relaxieren. Troponin T und Troponin I kommen in den Herzmuskelzellen vor, deshalb zählen sie zu den Biomarkern für Herzmuskelerkrankungen oder Verletzungen. Das „kardiale Troponin“ besteht aus den Untereinheiten cTnT, cTnI, TN-C. Die Untereinheit C steht für die Bindung mit Calcium, T für die Bindung mit Tropomyosin und I für die Bindung mit Aktin. Der Normwert des Trop T liegt bei <14 pg/ml. Eine Erhöhung des Wertes weist mit hoher Spezifität auf einen nekrotischen Untergang der Kardiomyozyten hin [7].

Neben den molekularbiologischen Aspekten muss auch die Herzmechanik betrachtet werden, die bei der Auswahl der Kardioplegie eine Rolle spielt. Ist die EF 50–70 %, gilt sie als normal. Eine Ejektionsfraktion (EF) unter 50 % gilt als leicht reduziert, unter 40 % als mittelgradig eingeschränkt und unter 30 % als stark eingeschränkt [8].

Eine Pilotstudie aus 2022 vergleicht beide Kardioplegien mit dem Fokus auf der Defibrillationsrate nach Öffnen der Aortenklemme. Sowohl die DNKP als auch die CCC bieten laut dieser Studie einen zufriedenstellenden Myokardschutz. Allerdings verringert die DNKP die Inzidenz von Kammerflimmern nach Öffnung der Aortenklemme [9].

## Limitationen

Zu den Limitationen der Studie gehörte, dass die CCC-Lösung nicht direkt abgesaugt wurde und innerhalb von weniger als 7 min erfolgte, anders als der Hersteller in der Gebrauchsanweisung vorgibt [1]. Bei Bedarf wurde das überschüssige Volumen mittels eines Hämofilters an der EKZ abfiltriert. Hier war nicht ersichtlich, ab welchem Hämoglobinwert oder welcher Volumenmenge hämofiltriert wurde. Das antegrade und/oder retrograde autologe Priming konnte in der retrospektiven Analyse nicht eindeutig differenziert werden. Routinemäßig wurden keine präoperativen Troponinwerte bestimmt, so dass nicht klar war, wie die durchschnittlichen Ausgangswerte waren. Außerdem empfiehlt sich die Beobachtung des Troponin T (Verlauf nach Stunden) über mehr als zwei postoperative Tage aufgrund des Höhepunktes nach 12–96 Std [7]. Für den Vergleich der beiden Gruppen bei einer Aortenklemmzeit über 90 min wäre eine größere Vergleichsgruppe aussagekräftiger. Es sollte ersichtlich sein, wieviel der Aortenklemmzeit für die Gabe der Kardioplegie verwendet wurde. Es konnte in der retrospektiven Analyse nicht die Defibrillationsrate nach Öffnen der Aortenklemme evaluiert werden, dies wäre unter Berücksichtigung von präoperativen Rhythmusstörungen und der Reperfusionzeit ein interessanter Kontrollpunkt.

## Schlussfolgerung

Aufgrund der diskutierten Ergebnisse kann man sagen, dass beide Kardioplegien sicher sind, mit dem Nachteil, dass die CCC-Lösung nicht abgesaugt werden kann und sich somit eine Hyponatriämie ergibt, die jedoch bei Bedarf ausgeglichen werden kann [9].

## Interessenkonflikte

Es liegen keine Interessenkonflikte bei den Autoren vor.

## Danksagung

Mit freundlicher Unterstützung durch das Josef Güttler Stipendium der Deutschen Gesellschaft für Kardiotechnik e. V.

## Literatur

1. Dr. Franz Köhler Chemie GmbH: Zusammenfassung der Merkmale des Arzneimittels <https://www.koehler-chemie.de/portfolio-2/organoprotektive-loesungen/> (25.08.2021)
2. Matte GS, del Nido PJ. History and use of del Nido cardioplegia solution at Boston Children's Hospital. *J Extra Corp Technol.* 2012;44(3):98-103.
3. Rudolf J. Tschaut (Hg): Extrakorporale Zirkulation in Theorie und Praxis. 2. überarbeitete Auflage, Pabst Science Publishers, Lengerich u.a., 2005
3. Wiesner C. Katheterablation von Vorhofflattern: Vergleich der Kryo- mit der Radiofrequenzenergie. Dissertation an der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München, 2007.
5. Wallimann T et al. The Phosphocreatine Circuit: Molecular and Cellular Physiology of Creatine Kinases, Sensitivity to Free Radicals, and Enhancement by Creatine Supplementation. In: Valdur Saks (Hg). *Molecular System Bioenergetics.* Wiley 2007.
6. Lothar T. Labor und Diagnose, Frankfurt/ Main, TH-Books, 2005.
7. Berg JM, Tymoczko JL, Stryer L. Biochemie. 6. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 2007.
8. Kosaraju A, Goyal A, Grigorova Y, Makaryus AN. Left Ventricular Ejection Fraction. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; May 1, 2022.
9. Sanetra K, Domaradzki W, Bialek K, Shrestha R, Bochenek A, Jankowska-Sanetra J, Buszman PP, Gerber W. Del Nido versus Bretschneider cardioplegic solution in valve replacement for severe aortic stenosis - a case-control pilot study. *Kardiochir Torakochirurgia Pol.* 2022 Jun;19(2):81-85. doi: 10.5114/kitp.2022.117496. Epub 2022 Jun 29. PMID: 35891993; PMCID: PMC9290408.
10. Vinten-Johansen J, Thourani VH. Myocardial protection: an overview. *J Extra Corp Technol.* 2000 Mar;32(1):38-48. PMID: 10947622.
11. Scott T, Swanevelde J. Perioperative myocardial protection, *Continuing Education in Anaesthesia Critical Care & Pain*, Volume 9, Issue 5, 2009, Page 168, ISSN 1743-1816, <https://doi.org/10.1093/bjaceaccp/mkp031>.
12. Chan J, Oo S, Butt S, Benedetto U, Caputo M, Angelini GD, Vohra HA. Network meta-analysis comparing blood cardioplegia, Del Nido cardioplegia and custodial cardioplegia in minimally invasive cardiac surgery. *Perfusion.* 2023 Apr;38(3):464-472. doi: 10.1177/02676591221075522. Epub 2022 Feb 27. PMID: 35225070.
13. Nardi P, Pisano C, Bertoldo F, Ruvolo G. New insights on the use of del Nido cardioplegia in the adult cardiac surgery. *J Thorac Dis.* 2018 Sep;10(Suppl 26):S3233-S3236. doi: 10.21037/jtd.2018.08.81. PMID: 30370123; PMCID: PMC6186616.

Die Perfusiologie stellt in der Rubrik Tutorials in Folge relevante Methoden für wissenschaftliche Arbeiten zur klinischen Perfusion und technischen Medizin vor.

**Prof. Dr. Matthias Kohl**  
Department of Medical and Life Sciences  
Institute of Precision Medicine  
Hochschule Furtwangen  
Jakob-Kienzle-Str. 17,  
78054 Villingen-Schwenningen (Germany)  
Phone: +49 (0) 7720 307-4635 · E-Mail: [kohl@hs-furtwangen.de](mailto:kohl@hs-furtwangen.de)  
[www.hs-furtwangen.de](http://www.hs-furtwangen.de) · [www.life-data-science.org](http://www.life-data-science.org)



M. Kohl, F. Münch

## Statistik Teil 10: Wichtige Tests für nominale Merkmale

### Einführung

Nachdem wir in den letzten Tutorials statistische Signifikanztests [1] für quantitative und ordinale Merkmale [2,3] behandelt haben, werden wir in diesem Tutorial auf wichtige Tests für nominale Merkmale eingehen, wobei wir den  $k$ -Stichprobenfall ( $k \geq 1$ ) betrachten. Hierbei unterscheiden wir zwischen Merkmalen mit zwei (binär/dichotom) und mehr Merkmalsausprägungen. Wir werden verschiedene exakte, asymptotische und approximative Tests vorstellen und auch auf Permutations- oder Bootstrap-Alternativen eingehen. Für die Auswahl geeigneter Tests stellen wir Entscheidungsbäume zur Verfügung. Alle Tests werden anhand von realen Daten demonstriert.

### Binäre/dichotome Merkmale

Die Betrachtung von binären/dichotomen Merkmalen führt uns auf die Bernoulli- bzw. Binomial-Verteilung und wir vergleichen die sogenannte Erfolgswahrscheinlichkeit von  $k$  ( $k \geq 1$ ) Gruppen ( $k$ -Stichprobenfall). Im Fall  $k = 1$  vergleichen wir die **Erfolgswahrscheinlichkeit**  $p$  mit einem vorgegebenen Wert  $p_0$ . Im Fall  $k \geq 2$  führt uns dies auf die folgende Nullhypothese

$$H_0: p_1 = \dots = p_k$$

Die Alternative lautet entsprechend, dass mindestens zwei Gruppen unterschiedliche Erfolgswahrscheinlichkeiten aufweisen. Die Gruppen können hierbei abhängig oder unabhängig sein. Im Fall von abhängigen Gruppen liegen üblicherweise Messwiederholungen von  $k$  verschiedenen Zeitpunkten vor. Neben der Erfolgswahrscheinlichkeit werden aber auch das **relative Risiko** oder das **Chancenverhältnis (Odds-Ratio)** zum statistischen Vergleich der Gruppen herangezogen. Hierbei können aber immer nur zwei Gruppen verglichen werden. Im Fall  $k \geq 3$  kann man dies erreichen, indem man die Gruppen paarweise betrachtet oder immer eine Gruppe mit allen anderen vergleicht (Gruppe  $i$  vs. nicht Gruppe  $i$ ). Zur Vereinfachung beschränken wir uns in der Darstellung auf den Fall  $k = 2$ . Wir erhalten für das relative Risiko (RR)

$$H_0: RR = \frac{p_1}{p_2} = 1 \quad \text{vs.} \quad H_1: RR = \frac{p_1}{p_2} \neq 1$$

Im Fall der Odds-Ratio (OR) ergibt sich

$$H_0: OR = \frac{\frac{p_1}{1-p_1}}{\frac{p_2}{1-p_2}} = 1 \quad \text{vs.} \quad H_1: OR = \frac{\frac{p_1}{1-p_1}}{\frac{p_2}{1-p_2}} \neq 1$$

Dabei ist zu beachten, dass die Odds-Ratio nicht wie ein relatives Risiko interpretiert werden kann und man sich der unterschiedlichen Bedeutung der beiden Risikomaße bewusst sein sollte [4]. Auch kann aus der geschätzten Odds-Ratio nicht direkt eine Schätzung für das relative Risiko oder für die Wahrscheinlichkeiten  $p_1$  oder  $p_2$  abgeleitet werden.

### Fazitbox

#### Pro und Contra wichtige Tests für nominale Merkmale:

##### Pro

- Bei  $2 \times 2$ -Kontingenztafeln mit unabhängigen Gruppen sollten unbedingte Tests wie der Banard-Test oder der Boschloo-Test oder Varianten von diesen Tests verwendet werden. Diese sind für das typische parallele Gruppendesign klinischer Studien optimal.
- Die logistische und die multinomiale Regression stellen interessante Alternativen zu den bekannten Tests für Kontingenztafeln dar. Insbesondere können hierbei weitere unabhängige Variablen in die Analysen einbezogen werden.

##### Contra

- Das Studiendesign, in dem der exakte Test von Fisher optimal ist, entspricht nicht dem gängigen parallelen Gruppendesign von klinischen Studien. Daher ist dieser Test konservativ und sollte nur bei größeren Kontingenztafeln zum Einsatz kommen, da alternative Tests in diesem Fall zu rechenaufwendig sind.

Im Fall von mehr als zwei Gruppen ist bei einem signifikanten Testergebnis nicht unmittelbar klar, welche Gruppen sich hinsichtlich ihrer Erfolgswahrscheinlichkeiten, relativen Risiken oder Odds-Ratios unterscheiden. In diesem Fall kommen daher üblicherweise sogenannte **Post-hoc-Tests** zum Einsatz, bei denen meist alle Gruppen paarweise miteinander verglichen werden. Damit hierbei der Fehler 1. Art unter Kontrolle bleibt, werden die  $p$ -Werte in der Regel adjustiert. Wir werden hierfür die **Methode von Holm** [5] verwenden, wie im letzten Tutorial [3] beschrieben. Bei der Anwendung von Post-hoc-Tests ist unbedingt darauf zu achten, dass die ausgewählten Tests zum globalen Test passen, da es ansonsten zu inkonsistenten Ergebnissen kommen kann.

Da die Ergebnisvariable nur zwei Wertemöglichkeiten besitzt, lassen sich die Daten kompakt in einer  $2 \times k$ -Kontingenztafel [6] zusammenfassen. Eine Übersicht über die ausgewählten Tests, die wir im Folgenden etwas genauer besprechen werden, findet sich in Abbildung 1.

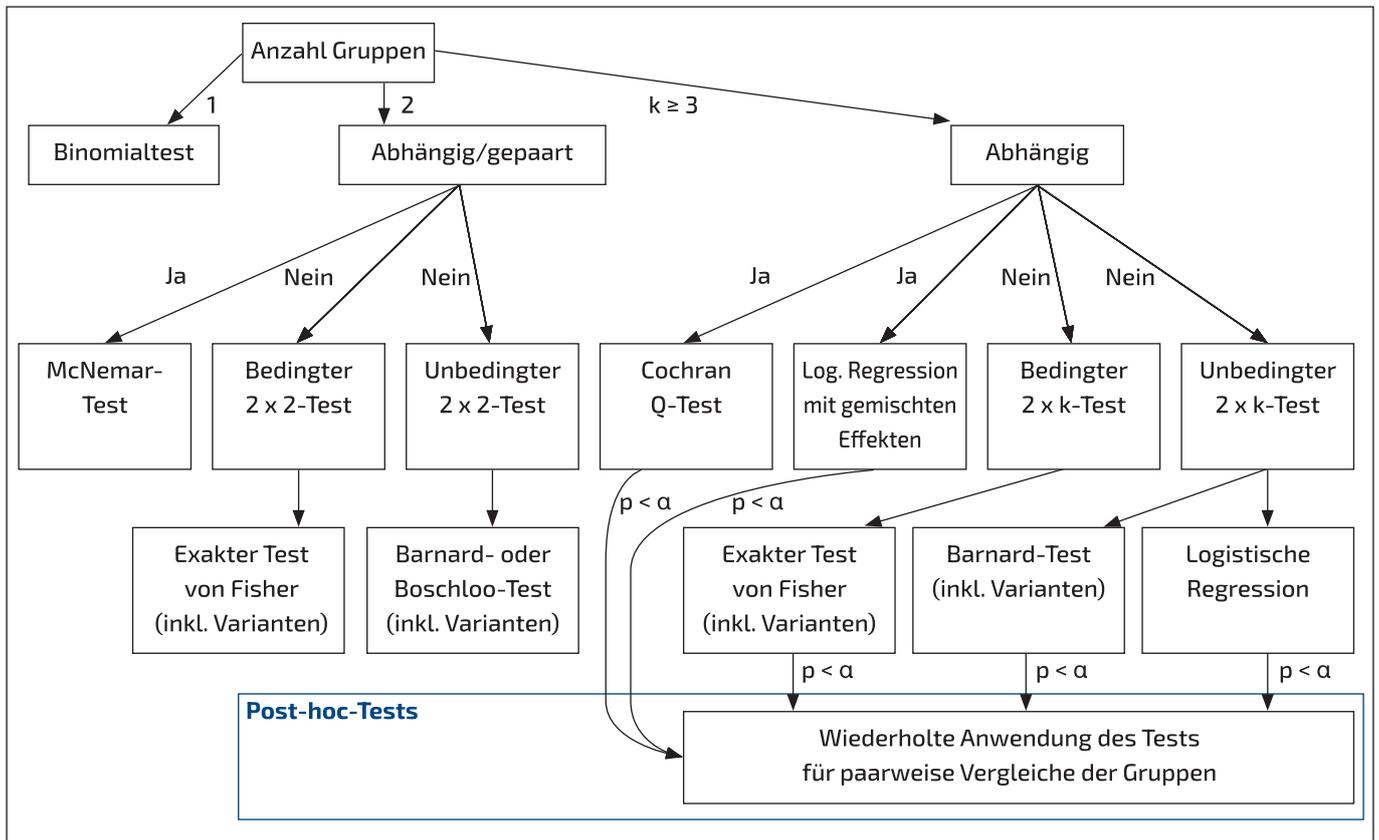


Abb. 1: Auswahl eines geeigneten Tests für binäre/dichotome Merkmale

Für den Fall  $k = 1$  kann ein exakter **Binomialtest** oder auch dessen asymptotische Variante basierend auf der Normalverteilung verwendet werden. Darüber hinaus kann auch ein entsprechender **Permutations- oder Bootstrap-Test** zum Einsatz kommen. Gerade im 1-Stichprobenfall stellen auch Konfidenzintervalle eine sehr interessante Alternative zu statistischen Signifikanztests dar.

Im Fall von  $k = 2$  unabhängigen Gruppen steht eine Vielzahl von Tests zur Auswahl [7], wobei man zwischen **bedingten** und **unbedingten Tests** unterscheidet. Diese Unterscheidung der Tests ist auch in den zugehörigen Studiendesigns ersichtlich. Die unbedingten Tests spiegeln das typische parallele Gruppendesign von klinischen Studien wider, in denen üblicherweise die Fallzahl pro Gruppe fixiert ist, aber die Anzahl der Erfolge unbekannt ist. Bei den bedingten Tests wird zusätzlich angenommen, dass auch die Anzahl der Erfolge vorgegeben ist. Eine entsprechend geplante Studie würde also gestoppt, sobald diese Anzahl erreicht ist. Die bedingten Tests sind entsprechend etwas einfacher und schneller zu berechnen und auch wenn das zugehörige Studiendesign nicht der üblichen Situation in klinischen Studien entspricht, halten die bedingten Tests im Fall des unbedingten Studiendesigns trotzdem den Fehler 1. Art ein, wobei sie aber konservativer sind (d. h. größere  $p$ -Werte liefern und eher die Nullhypothese beibehalten) und eine schlechtere Power besitzen als die unbedingten Tests [8]. Im dritten möglichen Studiendesign ist außerdem nicht von vornherein klar, wie sich die Patient:innen auf die Gruppen verteilen. Dies ist bei Beobachtungsstudien, genauer bei Querschnittstudien, der Fall.

In klinischen Studien ist der **exakte Test von Fisher** üblich, bei dem es sich um einen bedingten Test handelt, was meist

dadurch gerechtfertigt wird, dass der Test den Fehler 1. Art einhält, auch wenn er als konservativ bekannt ist. Betrachtet man allerdings die Power und damit verbunden die benötigte Fallzahl, so sollten auch in klinischen Studien besser unbedingte Tests, also der **Barnard-Test** [9] oder der **Boschloo-Test** [10], zum Einsatz kommen. Der Barnard-Test ist zudem auch im Fall von Querschnittstudien verwendbar. Bei den exakten bedingten und unbedingten Tests handelt es sich um **exakte Permutationstests**, bei denen man alle durch Permutation der Daten möglichen Ergebnisse mit den tatsächlich vorliegenden Ergebnissen vergleicht. Da die Anzahl der Permutationen in praktischen Anwendungen sehr groß sein kann, auch für moderne Computer, kommen häufig **approximative Permutationstests** zum Einsatz, bei denen nur eine Zufallsauswahl (Ziehen ohne Zurücklegen) von allen Permutationen in die Berechnungen einbezogen wird. Dies ist ähnlich zur Idee des Bootstraps, wobei beim **Bootstrap** üblicherweise ein Ziehen mit Zurücklegen vorgenommen wird.

Im Fall von  $k = 2$  abhängigen Gruppen kommt in der Praxis üblicherweise der **McNemar-Test** [11] zum Einsatz. Auch der **Vorzeichentest** wäre eine mögliche Option, ist aber recht konservativ. Darüber hinaus können auch wieder **Permutations- oder Bootstrap-Varianten** der Tests bzw. entsprechende Konfidenzintervalle verwendet werden.

Die Situation im Fall von  $k \geq 3$  Stichproben ist sehr ähnlich zum 2-Stichprobenfall. Die Verallgemeinerung des McNemar-Tests im Fall von abhängigen Gruppen ist der **Cochran Q-Test** [12]. Eine weitere Alternative für den Fall von Messwiederholungen wäre eine **logistische Regressionsanalyse mit gemischten Effekten**. Man spricht in diesem Fall auch von einer **Devianzanalyse** in Analogie zur Varianzanalyse beim Vergleich von

Mittelwerten. Im unabhängigen Fall kann der exakte Test von Fisher (und seine Varianten) auch für mehr als 2 Gruppen angewendet werden. Den häufig in der Praxis verwendeten **X<sup>2</sup>-Test von Pearson** betrachten wir als eine Variante des exakten Tests von Fisher. Der Test von Barnard [9] lässt sich auch auf mehr als 2 Gruppen erweitern [13]. Ehwert-Hempeh et al. (2019) schlagen einen exakten unbedingten Test für 2 x k-Kontingenztafeln vor, der schneller zu berechnen ist [14]. Leider ist uns keine Implementation dieser beiden exakten unbedingten Tests bekannt. Alternativ kann auch eine **logistische Regressionsanalyse** verwendet werden. Alle hier für k ≥ 3 vorgestellten Tests lassen sich auch für den Fall k = 2 anwenden und können somit insbesondere als Post-hoc-Tests für die paarweisen Vergleiche der Gruppen verwendet werden.

Wir verwenden die Statistiksoftware R für die Berechnungen [15], wobei wir jeweils angeben, mit welchen R-Paketen die Berechnungen erfolgten. In allen Fällen betrachten wir einen Test als signifikant, falls der (adjustierte) p-Wert kleiner als das vorgegebene Signifikanzniveau von α = 5 % ist. Außerdem verwenden wir zur Demonstration jeweils mehrere Tests. In einer realen Studie sollte der anzuwendende statistische Test bereits bei der Planung der Studie festgelegt werden, um den Fehler 1. Art einzuhalten [1].

Zur Demonstration der Tests für den 1- und 2-Stichprobenfall wählen wir die Daten aus [1]. Es handelt sich um eine hypothetische Studie zum Vergleich der beiden Kardioplegieverfahren Custodiol (CCC) und Calafiore (MBC). Aus einem vorliegenden, größeren Datensatz bestehend aus 542 Patient:innen (187 Patient:innen mit CCC, 355 Patient:innen mit MBC) wurden zufällig 67 Patient:innen für jede Gruppe ausgewählt. Wir werden im Folgenden die 30-Tage-Mortalität der Patient:innen genauer untersuchen. Wir erhalten die 2 x 2-Kontingenztafel in Tabelle 1. Im Fall von 3 Patient:innen (1 x CCC, 2 x MBC) liegt die Information zur 30-Tage-Mortalität nicht vor.

	CCC	MBC	Summe
verstorben	0	4	4
überlebt	66	61	127
Summe	66	65	131

Tab. 1: 2 x 2-Kontingenztafel einer hypothetischen Studie zum Vergleich der 30-Tage-Mortalität von CCC und MBC

In einem ersten Schritt wollen wir den 1-Stichprobenfall demonstrieren und verzichten auf die Unterteilung in die beiden Kardioplegieverfahren. Wir untersuchen, ob die 30-Tage-Mortalität signifikant kleiner als 5 % ist (einseitiger Test). Wir geben jeweils auch das zugehörige 95 %-Konfidenzintervall (CI95) an. Die verwendeten Tests sind im R-Paket stats [15] enthalten. Für den exakten Binomialtest erhalten wir p = 0,211 (CI95: 0,0–6,8 %), für den asymptotischen Test p = 0,206 (CI95: 0,0–7,1 %). In beiden Fällen ist der Test nicht signifikant. Das Bootstrap-Konfidenzintervall mit Hilfe der t-Methode lautet 0,0–7,6 %. Die 30-Tage-Mortalität könnte demnach auch größer oder gleich 5 % sein. Dies ist auch daran ersichtlich, dass 5 % innerhalb der 95 %-Konfidenzintervalle für die 30-Tage-Mortalität liegt. Das Konfidenzintervall des exakten Tests entspricht dem Clopper-Pearson-Konfidenzintervall.

In einem zweiten Schritt vergleichen wir die 30-Tage-Mortalität zwischen CCC und MBC (2 unabhängige Gruppen). Der exakte Test von Fisher aus dem R-Paket stats [15] liefert p = 0,58 (CI95 für OR: [0,0–1,46]), der Boschloo-Test aus dem R-Paket exact2x2 [16] p = 0,054 (CI95 für OR: [0,0–1,02]) und der Barnard-Test aus dem R-Paket Exact [17] p = 0,031 (CI95 für p<sub>1</sub> – p<sub>2</sub>: [-0,144 – 0,005]). Die Berechnungen für den Boschloo-Test dauerten ca. 5 Minuten, für den Barnard-Test waren es mehr als 11 Stunden. Außerdem liefert Bootstrap mit der t-Methode, welches mit Hilfe des R-Pakets MKinfer [18] berechnet wurde, ein CI95 von [-0,116, 0,009] für die Differenz der beiden Mortalitätswahrscheinlichkeiten (p<sub>1</sub> – p<sub>2</sub>). Dies entspricht einem nicht signifikanten Test, da 0 im Intervall enthalten ist. Wir erhalten also mit Ausnahme des Barnard-Tests keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Verfahren.

Für den k-Stichprobenfall (k ≥ 3) verwenden wir einen Datensatz von 627 Herzoperationen, bei denen insgesamt vier verschiedene Protektionsverfahren dokumentiert wurden [6], wobei wir wieder die 30-Tage-Mortalität untersuchen wollen. Neben den Verfahren CCC und MBC kam eine Kombination von CCC plus MBC sowie eine Operation am schlagenden Herzen (Beating Heart (BH)) zum Einsatz. Bei 11 Patient:innen (1 x CCC, 9 x MBC, 1 x BH) liegt die Information zur 30-Tage-Mortalität nicht vor. Wir erhalten die 2 x 4-Kontingenztafel in Tabelle 2.

	CCC	MBC	CCC+MBC	BH	Summe
verstorben	4	18	0	2	24
überlebt	142	343	47	60	592
Summe	146	361	47	62	616

Tab. 2: 2 x 4-Kontingenztafel einer Beobachtungsstudie zum Vergleich der 30-Tage-Mortalität von vier Protektionsverfahren

Der exakte Test von Fisher liefert im vorliegenden Fall p = 0,413. Die Devianzanalyse mit Hilfe der logistischen Regression (R-Paket stats [15]) ergibt p = 0,142. Ein Permutationstest aus dem R-Paket pgirmess [19] für die logistische Regression liefert p = 0,202. Es lässt sich demnach kein signifikanter Unterschied bei der 30-Tage-Mortalität für die verschiedenen Protektionsverfahren feststellen, weshalb wir auf Post-hoc-Tests verzichten können.

Für den Fall abhängiger Gruppen betrachten wir nur das Kardioplegieverfahren MBC und vergleichen den Anteil der Laktatwerte, die sich am Zeitpunkt vor der OP (prä OP), nach der extrakorporalen Zirkulation (post EKZ) und am ersten Tag nach EKZ (24 h post EKZ) außerhalb des Referenzbereiches befinden. Als Referenzbereich betrachten wir dabei 0,5–1,8 mmol/l [20]. Es liegen vollständige Daten von 350 Patient:innen vor, die in der 2 x 3-Kontingenztafel in Tabelle 3 dargestellt sind.

	prä OP	post EKZ	24h post EKZ
außerhalb	46	188	100
innerhalb	304	162	250
Summe	350	350	350

Tab. 3: 2 x 3-Kontingenztafel einer Beobachtungsstudie zum Vergleich der Anteile der Laktatwerte, die sich für MBC im Referenzbereich befinden

Der Cochran Q-Test aus dem R-Paket coin [21] sowie die logistische Regression mit gemischten Effekten aus dem R-Paket lme4 [22] ergeben beide einen signifikanten Unter-

schied zwischen den Zeitpunkten (jeweils  $p < 2,2 \times 10^{-16}$ ). Wir führen daher paarweise Vergleiche zwischen den Zeitpunkten durch. Wir verwenden hierfür den exakten McNemar-Test aus dem R-Paket exact2x2 [16], den asymptotischen McNemar-Test aus dem R-Paket stats [15] sowie die logistische Regression mit gemischten Effekten aus dem R-Paket lme4 [22]. Die adjustierten p-Werte und die (unadjustierten) CI95 für die OR finden sich in Tabelle 4.

	prä OP vs. post EKZ	prä OP vs. 24h post EKZ	post EKZ vs. 24h post EKZ
<b>McNemar (exakt.)</b>			
Adj. p-Wert	$< 2,2 \times 10^{-16}$	$1,9 \times 10^{-9}$	$9,0 \times 10^{-16}$
CI95 für OR	9,3–44,2	2,6–8,7	0,10–0,29
<b>McNemar (asympt.)</b>			
Adj. p-Wert	$< 2,2 \times 10^{-16}$	$7,3 \times 10^{-9}$	$1,8 \times 10^{-14}$
CI95 für OR	12,7–71,2	2,8–8,7	0,11–0,29
<b>Log. Regression mit gemischten Effekten</b>			
Adj. p-Wert	$< 2,2 \times 10^{-16}$	$1,3 \times 10^{-6}$	$9,47 \times 10^{-12}$
CI95 für OR	7,9–27,4	2,5–8,4	0,13–0,32

Tab. 4: Adjustierte p-Werte und (unadjustierte) CI95 für paarweise Vergleiche der Anteile der Laktatwerte, die sich außerhalb des Referenzbereiches befinden

Zum Zeitpunkt post EKZ befinden sich signifikant mehr Laktatwerte außerhalb des Referenzbereiches als zum Zeitpunkt prä OP. Zum Zeitpunkt 24 h post EKZ ist der Anteil der Laktatwerte außerhalb des Referenzbereiches ebenfalls signifikant größer als zum Zeitpunkt prä OP, wobei der Anteil aber signifikant kleiner ist als zum Zeitpunkt post EKZ. Anhand der Konfidenzintervalle für die Odds-Ratios sehen wir, dass wir den größten Unterschied für den Vergleich prä OP vs. post EKZ erhalten. Der kleinste Unterschied liegt im Fall prä OP vs. 24 h post EKZ vor.

## Kategoriale Daten

Wir betrachten Merkmale mit  $r \geq 3$  möglichen Merkmalsausprägungen, was uns zur Multinomialverteilung führt. In diesem Fall stehen uns deutlich weniger Tests zur Auswahl. Die exakten unbedingten Tests lassen sich zwar im Prinzip auch auf  $r \times k$ -Kontingenztafeln erweitern, jedoch ist deren Berechnung viel zu zeitaufwändig. Bei großen Kontingenztafeln kann auch die Berechnung der exakten bedingten Tests sehr zeitaufwändig werden, weshalb man auch in diesem Fall auf asymptotische oder approximative Tests ausweichen muss. Eine Übersicht der möglichen Tests findet sich in Abbildung 2. Wir werden die möglichen Tests im Folgenden kurz im Rahmen von Beispielen besprechen. Wir verwenden hierzu den Datensatz aus [6], der in Tabelle 5 enthalten ist.

	1	2	3	4	5	Summe
CCC	15	58	3	49	22	147
MBC	45	175	22	86	42	370
MBC+CCC	6	25	0	13	3	47
BH	4	19	0	24	16	63
Summe	70	277	25	172	83	627

Tab. 5: 4 x 5-Kontingenztafel einer Beobachtungsstudie zum Einsatz verschiedener Kardioplegieverfahren durch 5 verschiedene Operateur:innen

Wir untersuchen zunächst einmal die Verteilung der Protektionsverfahren, ohne die Operateure zu berücksichtigen. Wir untersuchen, ob die Verteilung der Verfahren dem angenommenen Verhältnis von 2:6:1:1 (CCC:MBC:MBC+CCC:BH) entspricht. Wir wenden hierfür den 1-Stichproben-Multinomialtest aus dem Paket XNomial [23] an. Wir erhalten  $p = 0,048$  für den Likelihood-Ratio-Test,  $p = 0,0499$  für den exakten Test,  $p = 0,051$  für den  $X^2$ -Test und  $p = 0,046$  für einen approximativen Permutationstest ( $10^5$  zufällige ausgewählte Permutationen). Wir müssen demnach mit einer Ausnahme ( $X^2$ -Test) davon

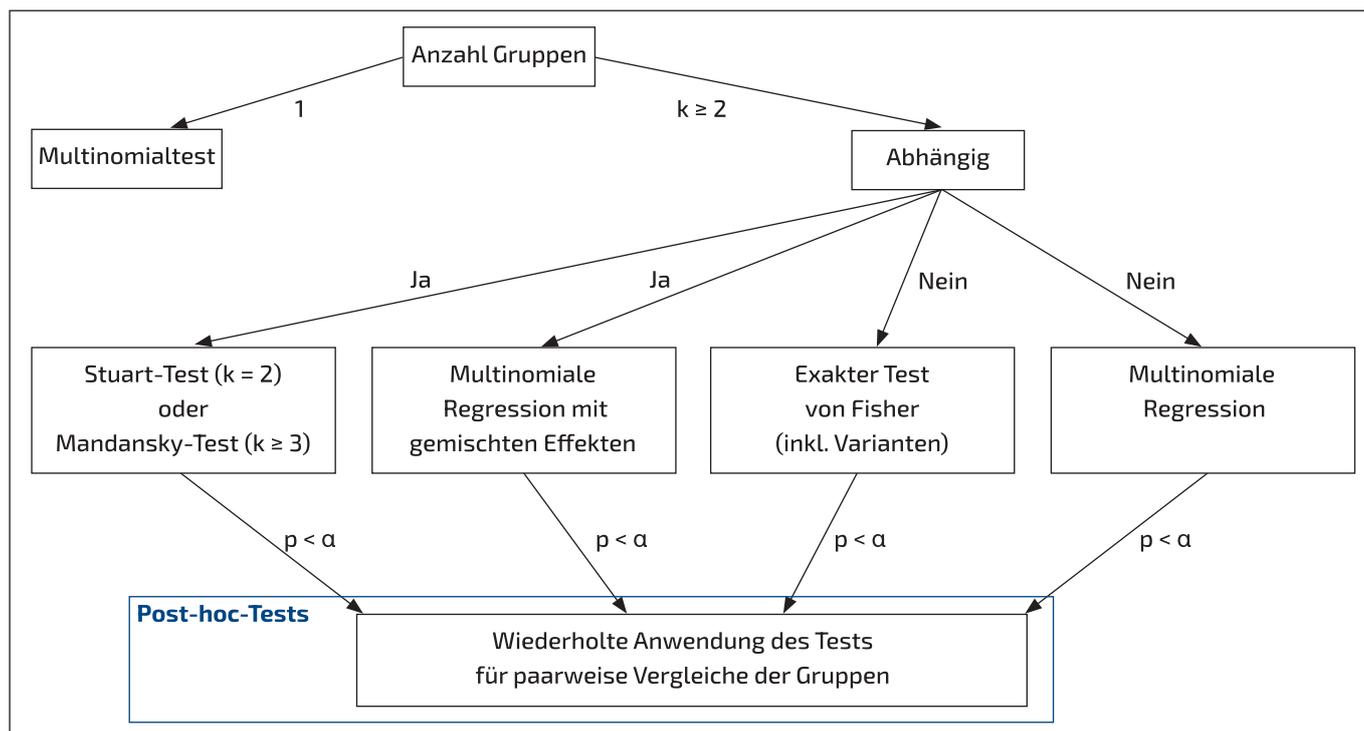


Abb. 2: Auswahl eines geeigneten Tests für kategoriale Merkmale mit mehr als 2 Merkmalsausprägungen

ausgehen, dass die Verteilung der Protektionsverfahren signifikant vom angenommenen Verhältnis abweicht.

In einem zweiten Schritt wollen wir untersuchen, ob der Einsatz der Protektionsverfahren vom Operateur abhängt. Der exakte Test von Fisher aus dem R-Paket stats [15] liefert  $p = 0,0013$ , wobei wir aufgrund der Größe der Kontingenztafel nur eine approximative Version ( $10^5$  zufällige ausgewählte Permutation) des Tests berechnet haben. Der  $\chi^2$ -Test aus dem R-Paket stats [15] ergibt  $p = 8,7 \times 10^{-4}$ . Im Fall der multinomialen Regression aus dem R-Paket nnet [24] erhalten wir  $p = 2,4 \times 10^{-4}$ . Die verschiedenen Protektionsverfahren werden folglich von den 5 Operateur:innen unterschiedlich häufig eingesetzt. Wir untersuchen mit entsprechenden Post-hoc-Tests, bei welchen Operateur:innen es signifikante Unterschiede gibt. Die adjustierten p-Werte für die paarweisen Tests finden sich in Tabelle 6.

	exakter Test von Fischer	$\chi^2$ -Test	multinomiale Regression
1 vs. 2	1,000	0,987	0,986
1 vs. 3	0,586	0,465	0,150
1 vs. 4	0,482	0,465	0,307
1 vs. 5	0,197	0,212	0,143
2 vs. 3	0,482	0,353	0,084
2 vs. 4	0,066	0,064	0,069
2 vs. 5	0,027	0,017	0,022
3 vs. 4	0,032	0,035	0,005
3 vs. 5	0,037	0,059	0,009
4 vs. 5	1,000	0,957	0,918

Tab. 6: Adjustierte p-Werte für paarweise Vergleiche der Operateur:innen (1–5) hinsichtlich der verwendeten Protektionsverfahren

Operateur:in 2 unterscheidet sich demnach, was den Einsatz der Protektionsverfahren betrifft, signifikant von Operateur:in 5. Bei Operateur:in 3 ergeben sich signifikante Unterschiede zu den Operateur:innen 4 und 5, wobei aber der  $\chi^2$ -Test im Fall von 3 vs. 5 kein signifikantes Ergebnis liefert.

Als Beispiel für den abhängigen Fall betrachten wir wieder das obige Beispiel zu den Laktatwerten (vgl. Tabelle 3), wobei wir dieses Mal zusätzlich beachten, ob die Laktatwerte unterhalb oder oberhalb des Referenzbereiches liegen. Wir erhalten die 3 x 3-Kontingenztafel in Tabelle 7.

	prä OP	post EKZ	24h post EKZ
unterhalb	8	1	2
innerhalb	304	162	250
oberhalb	38	187	98
Summe	350	350	350

Tab. 7: 3 x 3-Kontingenztafel einer Beobachtungsstudie zum Vergleich der Anteile der Laktatwerte, die sich für MBC unterhalb, innerhalb oder oberhalb des Referenzbereiches befinden

Der Mandansky-Test [25] aus dem R-Paket coin [21] und die multinomiale Regression mit gemischten Effekten aus dem R-Paket mclogit [26] ergeben beide  $p < 2,2 \times 10^{-16}$ . Wir führen daher paarweise Vergleiche zwischen den Zeitpunkten durch, wobei wir den Stuart-Test [27] aus dem R-Paket coin [21] und die multinomiale Regression mit gemischten Effekten aus

dem R-Paket mclogit [26] verwenden. Die Ergebnisse der Analysen sind in Tabelle 8 enthalten.

	prä OP vs. post EKZ	prä OP vs. 24h post EKZ	post EKZ vs. 24h post EKZ
Stuart-Test	$< 2,2 \times 10^{-16}$	$3,5 \times 10^{-11}$	$1,8 \times 10^{-14}$
Multinomiale Regression mit gemischten Effekten	$< 2,2 \times 10^{-16}$	$1,2 \times 10^{-8}$	$2,9 \times 10^{-13}$

Tab. 8: Adjustierte p-Werte für paarweise Vergleiche der Anteile der Laktatwerte, die sich unterhalb, innerhalb oder außerhalb des Referenzbereiches befinden

Wir erhalten signifikante Unterschiede bei allen paarweisen Vergleichen der Zeitpunkte. Im Unterschied zur binären Situation ist es dieses Mal nicht möglich, die Richtung des Unterschiedes anzugeben.

## Zusammenfassung

Für 2 x 2-Kontingenztafeln mit unabhängigen Gruppen steht eine Vielzahl von möglichen Tests zur Auswahl. In den meisten Fällen sollten hier die unbedingten Tests gewählt werden, da diese besser an das typische parallele Gruppendesign von klinischen Studien angepasst sind als die bedingten Tests. Die Berechnung der exakten unbedingten Tests kann jedoch sehr zeitaufwändig sein, weshalb man unter Umständen auf asymptotische oder approximative Varianten der Tests ausweichen muss.

Im Fall von r x k-Kontingenztafeln mit unabhängigen Gruppen sind die unbedingten Tests zu rechenaufwendig und sogar die Berechnung der exakten bedingten Tests kann an Grenzen stoßen. In diesem Fall stehen aber asymptotische oder approximative Tests zur Verfügung.

In allen Fällen stellen Regressionsmodelle eine interessante Alternative dar. Diese ermöglichen es insbesondere noch weitere unabhängige Variablen in die Berechnungen einzubeziehen.

## Literatur

- Kohl M, Münch F. Statistik Teil 7: Statistische Signifikanztests. *Kardiotechnik* 2023(3): 93-98. <https://doi.org/10.47624/kt.032.RUC18451>
- Kohl M, Münch F. Statistik Teil 8: t-Tests und Alternativen. *Kardiotechnik* 2023(4): 143-147. <https://doi.org/10.47624/kt.032.SGPX5686>
- Kohl M, Münch F. Statistik Teil 9: Die 1-Weg ANOVA. *Die Perfusionologie* 2024(1): 15-20. <https://doi.org/10.47624/dp.033.OPNF5043>
- ACourt C, Stevens R, Heneghan C. Against all odds? Improving the understanding of risk reporting. *Br J Gen Pract* 2012; 62(596):e220-3. <https://doi.org/10.3399/bjgp12x630223>
- Holm S. A simple sequentially rejective multiple test procedure. *Scandinavian Journal of Statistics* 1979; 6, 65-70. <https://www.jstor.org/stable/4615733>
- Kohl M, Münch F. Statistik Teil 5: Kontingenzkoeffizienten. *Kardiotechnik* 2023(1):12-14. <https://doi.org/10.47624/kt.032.IWQA4505>
- Fay MP, Hunsberger SA. Practical valid inferences for the two-sample binomial problem. *Statist. Surv.* 2021;15: 72-110. <https://doi.org/10.1214/21-SS131>
- Lydersen S, Fagerland MW, Laake P. Recommended tests for association in 2 x 2 tables. *Stat Med.* 2009; 28(7):1159-75. <https://doi.org/10.1002/sim.3531>
- Barnard GA. A new test for 2 x 2 tables. *Nature* 1956 (3954): 1945: 177. <https://doi.org/10.1038/156177a0>
- Boschloo R. Raised conditional level of significance for the 2x2-table when testing the equality of two probabilities. *Stat. Neerl.* 1970, 24:1.9. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9574.1970.tb00104.x>
- McNemar Q. Note on the sampling error of the difference between correlated proportions or percentages. *Psychometrika* 1947; 12 (2): 153-157. <https://doi.org/10.1007/BF02295996>
- Cochran WG. The comparison of percentages in matched samples. *Biometrika* 1950; 37 (3/4): 256-266. <https://doi.org/10.1093/biomet/37.3-4.256>
- Klein M, Linton P. On a comparison of tests of homogeneity of binomial proportions. *J Stat Theory Appl* 2013; 12:208-224. <https://doi.org/10.2991/jsta.2013.12.3.1>
- Ehwerhemuepha L, Sok H, Rakovski C. A more powerful unconditional exact test of homogeneity for 2 x c contingency table analysis. *Journal of Applied Statistics* 2019; 46(14):2572-2582. <https://doi.org/10.1080/02664763.2019.1601689>

15. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing 2024; Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
16. Fay MP, Hunsberger SA, Nason M, Gabriel E, Lumbard K. exact2x2: Exact Tests and Confidence Intervals for 2x2 Tables. 2024; R package version 1.6.9. <https://cran.r-project.org/package=exact2x2>
17. Calhoun P. Exact 2022: Unconditional Exact Test.; R package version 3.2. <https://cran.r-project.org/package=Exact>
18. Kohl M. MKinfer 2024: Inferential Statistics. R package version 1.2. <https://cran.r-project.org/package=MKinfer>
19. Giraudoux P. pgirmess: Spatial Analysis and Data Mining for Field Ecologists. 2024; R package version 2.0.3. <https://cran.r-project.org/package=pgirmess>
20. Oster, O. Pädiatrisch relevante Referenzwerte: klinische Chemie. In: Hoffmann, G., Lentze, M., Spranger, J., Zepp, F. (eds) Pädiatrie. 2015; Springer Reference Medizin. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-54671-6\\_352-1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-54671-6_352-1)
21. Hothorn T, Hornik K, van de Wiel MA, Zeileis A. A Lego system for conditional inference. The American Statistician 2006; 60(3):257-263. <https://doi.org/10.1198/000313006X118430>
22. Bates D, Maechler M, Bolker B, Walker S. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. Journal of Statistical Software 2015; 67(1):1-48. <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
23. Engels B. XNomial: Exact Goodness-of-Fit Test for Multinomial Data with Fixed Probabilities. 2015; R package version 1.0.4. <https://cran.r-project.org/package=XNomial>
24. Venables WN, Ripley BD. Modern Applied Statistics with S. Fourth Edition 2002, Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-21706-2>
25. Madansky A. Tests of homogeneity for correlated samples. Journal of the American Statistical Association 1963; 58(301):97-119. <https://doi.org/10.1080/01621459.1963.10500835>
26. Elff M. mclogit: Multinomial Logit Models, with or without Random Effects or Overdispersion. 2022. R package version 0.9.6. <https://cran.r-project.org/package=mclogit>
27. Stuart A. A test for homogeneity of the marginal distributions in a two-way classification. Biometrika 1955; 42(3/4):412-416. <https://doi.org/10.1093/biomet/42.3-4.412>

## Kongressnotiz DGTHG 2024

Unter dem Motto „Mission Zukunft“ fand vom 17.–19.02.2024 im Congress Center Hamburg die 53. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie statt. Der Kongress begann am Samstagvormittag mit einem vielfältigen Programm. In der Joint Session der DGfK mit der DGTHG wurden in weiteren Vorträgen neben dem Thema ECMO/ECLS mit der Maschinenperfusion verschiedener Organe neue Perspektiven in der Perfusiologie aufgezeigt. Abgeschlossen wurde die Session mit einem Vortrag über die Zukunftssicherung des Berufsbildes Perfusionist:in. Samstagabend wurde der Kongress bei der Eröffnungsveranstaltung mit mitreißenden Stücken der Musikhochschule Lübeck, in die das Publikum miteinbezogen wurde, offiziell begonnen. Auf diesem Wege erhielt die Eröffnungsveranstaltung einen

besonders lebendigen Charakter. Das Tagungsmotto spiegelte sich auch in den Eröffnungsvorträgen wider, bei welchen den Kongressteilnehmer:innen die Grundlagen sowie die vielfältigen Möglichkeiten der künstlichen Intelligenz in der (Herz) Medizin dargestellt wurden.

Nach der Eröffnungsveranstaltung konnten alle Kongressbesucher:innen die vielfältige Industrieausstellung besuchen, Spannendes über neue Produkte erfahren und sich angeregt austauschen.

Das wissenschaftliche Programm zeichnete sich in diesem Jahr besonders durch die Vielfalt an interdisziplinären Sitzungsthemen aus. Beispielsweise wurden künstlicher Intelligenz und molekularen Aspekten der Herzchirurgie eine besondere Bedeutung beigemessen. Auch klassische Themen der Herzmedizin wurden vor dem Hintergrund aktueller und moderner Herausforderungen, wie dem hohen Alter vieler Patient:innen, geschlechtsspezifischer Krankheitsausprägungen und Therapiemodalitäten sowie der Arbeit in Krisenregionen, betrachtet. Die Sitzungen waren gut besucht und teilweise war der Andrang so groß, dass die Raumkapazität nicht für alle interessierten Teilnehmer:innen ausreichte und diese auf eine Liveübertragung im Vorraum ausweichen mussten. Die enge Verbindung zwischen der DGfK und den benachbarten Fachgesellschaften wurde in diversen Joint Sessions der DGTHG und DGfK sowie der DGPK, DGK und DGfK deutlich.

*Dr. Lars Saemann und Simon Mayer*

## Erratum zur Kongressnotiz

*EuroPerfusion & SimLab 2024 – Straßburg  
in Die Perfusiologie 01/2024, von Jasper Heller*

In dem Beitrag wurde eine Arbeit von Felix Abe mit dem Titel „Valuation of positioning of HLM cannulas on aortic wall pressure load: an in-vivo experiment“ beschrieben. Hier haben sich bei der Zitierung des Titels leider 2 Fehler eingeschlichen. Der Titel muss heißen:

## EVALUATION OF POSITIONING OF HLM CANNULAS ON AORTIC WALL PRESSURE LOAD: AN IN-VITRO EXPERIMENT

Wir entschuldigen uns hiermit für dieses Versehen.



# TRUSTED PARTNER

86 % of the world's top 250 hospitals with cardiovascular programs use Terumo's life sustaining products.\*

Our unwavering goal is to work as a team to save one more life, today and every day. We do this by providing lifesaving technology to cardiac teams in more than 160 countries. At Terumo, we are committed to bringing revolutionary advances to the frontlines of healthcare.

For more product information please visit our booth.



**Technology inspired for life™.**

Die Verfasser der Journalclubs geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

JOURNALCLUB

## Use of Intraoperative Haemoadsorption in Patients Undergoing Heart Transplantation: A Proof-of-concept Randomized Trial

i

**E. Nemeth, A. Soltesz, E. Kovacs et al.**  
ESC Heart Failure (2023); doi: 10.1002/ehf2.14632.

Die Hämoabsorption hat in der modernen Herzchirurgie und Intensivmedizin einen immer bedeutsameren Stellenwert. Um den Einfluss der Adsorptionstherapie bei der orthotopen Herztransplantation zu untersuchen, wurden in einer randomisierten kontrollierten Studie insgesamt 60 Patient:innen, die sich einer Herztransplantation unterziehen mussten, in 2 Gruppen unterteilt, wobei eine Gruppe mit einem Hämoabsorber behandelt wurde und die zweite Gruppe als Kontrollgruppe diente. Untersucht wurden: Der vasoaktiv-inotrope Score (VIS), die Häufigkeit des vasoplegischen Syndroms (VS) in den ersten 24 Stunden, postoperative Veränderung der Procalcitonin (PCT)- und C-reaktiven Protein (CRP)-Spiegel, intraoperative Veränderung der Mycophenolsäure (MPA)-Konzentration, Häufigkeit von postoperativen Organdysfunktionen, schwerwiegende Komplikationen, unerwünschte immunologische Ereignisse und Dauer

des Krankenhausaufenthalts sowie die 1-Jahres-Überlebensrate. Insgesamt zeigte sich, dass sich in den untersuchten Parametern deutliche Unterschiede zugunsten der Patient:innen in der Hämoabsorptionsgruppe ergaben.

Darüber hinaus kam es bei diesen Patient:innen zu weniger akutem Nierenversagen und der Einsatz eines Nierenersatzverfahrens war in dieser Gruppe ebenfalls nicht so häufig notwendig. Lediglich bei den intraoperativ gemessenen MPA-Konzentrationen und den akuten Abstoßungsreaktionen sowie dem 1-Jahres-Überleben gab es zwischen beiden Gruppen keine statistischen Unterschiede.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die intraoperative Hämoabsorption mit einer besseren hämodynamischen Stabilität, einer abgeschwächten PCT-Reaktion, geringeren Raten von postoperativem akutem Nierenversagen und damit einhergehender notwendiger Nierenersatzverfahren, stabilerer hepatischer Bilirubin-Ausscheidung und kürzerer Beatmungszeit sowie kürzerem Intensivaufenthalt einhergeht.

Die intraoperative Hämoabsorption zeigte in dieser Studie keinen relevanten Adsorptionseffekt auf die MPA, und es gab keinen signifikanten Anstieg der Häufigkeit der frühen kardialen Transplantatabstoßung im Zusammenhang mit der intraoperativen Hämoabsorption.

Die Autor:innen weisen am Ende ihres Artikels auf die Stärken und Limitationen ihrer Untersuchung hin. Die Studie fand nur in einer Klinik statt, und es wurde nur eine kleine Patient:innenpopulation untersucht. Um aussagekräftigere Ergebnisse zu erhalten, sind weitere Studien notwendig.

*Marc Wollenschläger, Bad Nauheim*

## The Importance of Timing in Postcardiotomy Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation: A Descriptive Multicenter Observational Study

i

**S. Mariani et al. on behalf of the PELS-1 (PELS-1, Post-Cardiotomy Extracorporeal Life Support) Study Investigators**  
J Thorac Cardiovasc Surg 2023;166:1670–82;  
doi: <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2023.04.042>

In den letzten Jahrzehnten haben technische Fortschritte die Herzchirurgie grundlegend verändert, während gleichzeitig das Alter der Patienten und die Komplexität der Erkrankungen zugenommen hat. Dies führte dazu, dass der Einsatz einer venoarteriellen (va) extrakorporalen Membranoxygenierung (ECMO) zur Kreislaufunterstützung nach herzchirurgischen Operationen zugenommen hat. Die Bestimmung des optimalen Zeitpunkts für den Einsatz einer va ECMO gestaltet sich aufgrund vielfältiger Einflussfaktoren jedoch herausfordernd. Erste Studien deuten darauf hin, dass eine va ECMO-Implantation in einer frühen Phase des kardiogenen Schocks zu einem besseren Outcome führt [1]. Da eine va ECMO jedoch invasiv und ressourcenintensiv ist, erhöht eine zu frühe Implantation (z. B. bei Patient:innen, die sich auch ohne ECMO erholen würden) die Risiken und

den Ressourcenverbrauch. Die Post-Cardiotomy Extracorporeal Life Support-Studiengruppe hat daher in einer retrospektiven multizentrischen Beobachtungsstudie untersucht, wie sich die Patient:innencharakteristika, die stationären Ergebnisse und das Langzeitüberleben von herzchirurgischen Patient:innen unterscheiden, welche eine va ECMO entweder intraoperativ oder postoperativ erhalten haben.

In die Studie eingeschlossen wurden 2003 Patient:innen aus 34 Zentren und 16 Ländern im Zeitraum von Januar 2000 bis Dezember 2020. Patient:innen, die intraoperativ mit einer va ECMO behandelt wurden, waren jünger, hatten aber ein höheres präoperatives Risikoprofil (EuroSCORE II im Median 9,48 vs. 4,6;  $p = 0,006$ ). Patient:innen mit postoperativer ECMO hatten häufiger nur isolierte Bypass-Operationen, wurden öfter Off-Pump operiert und hatten kürzere Bypass- und Aortenklammzeiten. Auch die Indikationen für die Implantation einer va ECMO unterscheiden sich signifikant. Die intraoperative ECMO wurde vor allem bei Weaning-Problemen beim Abgehen der Herz-Lungen-Maschine eingesetzt, während die postoperative va ECMO hauptsächlich im kardiogenen Schock, bei akutem Rechtsherzversagen oder Herz-Kreislauf-Stillstand zum Einsatz kam. Bei Patient:innen, welche die va ECMO postoperativ benötigten, traten im Vergleich zur intraoperativen ECMO mehr Komplikationen auf und es waren mehr kardiale Re-Operationen und perkutane Koronarinterventionen notwendig. Während sich die Dauer der ECMO-The-

rapie zwischen verstorbenen Patient:innen in beiden Gruppen nicht unterschied, war die ECMO-Laufzeit bei Überlebenden in der intraoperativen Gruppe signifikant kürzer als bei Überlebenden in der postoperativen Gruppe (Median 104 vs. 139,7 Stunden;  $p < 0,001$ ). Die Krankenhaussterblichkeit betrug über beide Gruppen 60 %, wobei die Sterblichkeit in der Gruppe der postoperativen ECMO-Implantationen höher war (64,5 % vs. 57,5 %;  $p = 0,002$ ). Das Langzeitüberleben, welches ebenfalls untersucht wurde, unterschied sich allerdings nicht zwischen den Studiengruppen.

Die Autor:innen kommen zu dem Schluss, dass die intraoperative und postoperative ECMO zwei unterschiedliche Entitäten darstellen, welche sich durch unterschiedliche Patient:innenmerkmale, Indikationen und Outcome auszeichnen. Die Krankenhaussterblichkeit ist in beiden Gruppen hoch, wobei die Ergebnisse nach postoperativer vs ECMO-Implantation auf der

Intensivstation noch schlechter sind im Vergleich zur intraoperativen Implantation. Eine intraoperative ECMO-Implantation sollte bei Hochrisiko-Patient:innen, die sich einer komplexen Herzoperation unterziehen, auch über die klassische "failure-to-wean"-Indikation hinaus in Betracht gezogen werden.

Um Kriterien für die intraoperative und die postoperative ECMO-Implantation festzulegen, sind laut der Studiengruppe weitere Untersuchungen notwendig. Die Autoren geben weiterhin zu bedenken, dass die Implantationszeit als wesentliche Variable in zukünftigen Studien zu postkardiotomie-ECMO berücksichtigt werden sollte.

Simon Mayer, Stuttgart

[1] Lee HH, Kim HC, Ahn CM, et al. (2021) Association Between Timing of Extracorporeal Membrane Oxygenation and Clinical Outcomes in Refractory Cardiogenic Shock. JACC: Cardiovascular Interventions 14:1109–1119

## Predictors of Mortality in Patients with Refractory Cardiac Arrest Supported with VA-ECMO: A Systematic Review and a Meta-analysis



A. Hashem, M. S. Mohamed, K. Alabdullah et al.  
Curr Probl Cardiol 2023;48(6):101658;  
doi:10.1016/j.cpcardiol.2023.101658

Zwei Publikationen mit dem Schwerpunkt auf dem Überleben nach ECLS- bzw. eCPR-Therapie sollen hier vorgestellt werden. Interessant ist die zeitliche Nähe der Veröffentlichung bei vergleichbarer Methodik, jedoch abweichenden Patientengruppen. Während Hashem et al. sich in ihrer Metaanalyse auf erwachsene Patienten fokussierten, unternahmen Sood und

## Predictors of Survival for Pediatric Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation: A Systematic Review and Meta-analysis



N. Sood, A. Sangari, A. Goyal, J.A.S. Conway  
Medicine (Baltimore) 2022;101(39):e30860;  
doi:10.1097/MD.000000000030860

Kollegen die Recherche im pädiatrischen Kontext. Die Autoren beider Veröffentlichungen geben an, jeweils die umfangreichste Datenmenge bezogen auf ihre Patientengruppen analysiert zu haben. Die Transparenz des Recherche- und Eingrenzungsprozesses ist in beiden Publikationen ausgesprochen gut und entspricht wissenschaftlichen Standards, so dass theo-

	Hashem et al. (2023)	Sood et al. (2022)
Fokus	Prädiktoren der Sterblichkeit (post kard. Arrest + va ECMO)	Prädiktoren des Überlebens (post kard. Arrest + eCPR)
Altersgruppe	47–68 Jahre	<21 Jahre
Methodik	Systematisches Review; Meta-Analyse	Systematisches Review; Meta-Analyse
Datenbanken	MEDLINE, Cochrane Library	MEDLINE, Cochrane Library, EMBASE, SCOPUS
Recherchekriterien	PRISMA, MOOSE	k. A.
Publikationszeitraum	01/2000–07/2022	01/2010–02/2021
Einschluss	10 Observationsstudien	30 Observationsstudien
Datensätze	931	3794
Mittlere Überlebensrate	30,6 %	44 %
Prädiktoren erhöhter Sterblichkeit	- lange Reanimation vor va ECMO (>40 min.) - hohes Lebensalter - nicht defibrillierbarer Rhythmus - chronische Niereninsuffizienz - SOFA-Score >14 - Laktat ↑, Kreatinin ↑	- lange Reanimation vor eCPR - Nierenversagen - Sepsis vor eCPR - vorbestehende Herz-/ Myokarderkrankung - Lungenblutung nach eCPR - Neurologische Komplikationen nach eCPR
Prädiktoren erhöhter Überlebenswahrscheinlichkeit	Albumin ↑	PaO <sub>2</sub> ↑, pH ↑, PaCO <sub>2</sub> ↓, Laktat ↓, Kreatinin ↓

retisch die Möglichkeit zur Reproduktion der Recherche möglich ist. Leider fehlt der Veröffentlichung von Sood et al. ein Flussdiagramm zum schnelleren Erfassen des Selektionsprozesses.

Die Ergebnisse ähneln sich in Bezug auf die erfassten Parameter, die im Rahmen ihres Einflusses auf das Überleben bzw. die Sterblichkeit statistische Signifikanz erreichten. Sie lassen sich am besten im direkten Vergleich erfassen (siehe Tabelle vorherige Seite).

Die aufgeführten Limitationen ähneln sich ebenfalls und entsprechen erwartungsgemäß den Meta-Analysen zugrundeliegenden Schwächen: Ein dem retrospektiven Charakter der Primärstudien geschuldeter Selektionsbias, die Heterogenität der

Populationen sowie unterschiedliche Langzeitbeobachtungszeiten werden von beiden Autorengruppen genannt. Hashem et al. geben weiterhin die schlechte Übertragbarkeit auf jüngere und ältere Patienten an, während Sood et al. auf die Gefahr des Korrelationsbias hinweisen, der bei fälschlich interpretierten Zusammenhängen von Variablen entstehen kann. Insgesamt zwei sehr lesenswerte Artikel für alle Interessierten im Themengebiet ECMO/ECLS.

Die Autoren beider Studien geben keine Interessenkonflikte an. Die Artikel sind kostenfrei abrufbar.

*Benjamin Haupt, Berlin*

## Erratum zu dem Journalclub

aus *Die Perfusion* 01/2024

... im Zusammenhang mit dem Artikel „Combined Platelet and Red Blood Cell Recovery during On-pump Cardiac Surgery Using same™ by i-SEP Autotransfusion Device: A First-in-human Noncomparative Study“ – verfasst von Andreas Teske. Wir haben als Hintergrundinformation zu dem Verfasser des Journalclubs Andreas Teske Maquet Cardiopulmonary angegeben. Dies erweckte den Eindruck, dass die Maquet Cardio-

pulmonary GmbH den privaten Äußerungen des Autors zustimmt oder diese bestätigt.

Das sollte so nicht sein, da es einen Zusammenhang herstellt, der nicht gegeben ist. Der Verfasser des Journalclubs bestätigt, nicht von Interessenkonflikten beeinflusst zu sein. Maquet distanziert sich ausdrücklich von den privaten und wissenschaftlichen Tätigkeiten seines Mitarbeiters.

Zur besseren Trennung zwischen Engagement für die DGfK und seiner Erwerbstätigkeit, sollte stattdessen: Andreas Teske, Uttenreuth als Autoreninformation angegeben sein.

AKTUELL

## Strong German Hearts\*: Herzchirurg:innen und Bundespolizei im gemeinsamen Einsatz für höchste Leistungsfähigkeit im OP

Die Veranstaltung, organisiert von der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG) in Kooperation mit der Bundespolizeidirektion 11 (BPOLD 11), bot 16 Teilnehmenden aus verschiedenen Herzzentren in Deutschland, Österreich und der Schweiz die Möglichkeit zur Selbsterfahrung ihrer Belastbarkeit und Leistungsfähigkeit über 36 Stunden. Gefragt waren neben den herzchirurgischen Fähigkeiten vor allem die Softskills Durchhaltevermögen, Präzision, Entschlossenheit und Leidenschaft für den Beruf.

Der markante Titel des Kurses, Spezialkräftetraining Strong German Hearts, impliziert die Kooperation von DGTHG und der Bundespolizei und wurde bereits zum zweiten Mal erfolgreich durchgeführt. Basis ist das herzchirurgische Forschungsnetzwerk [www.germanhearts.de](http://www.germanhearts.de). Obwohl grundlegende Änderungen der Arbeitsbedingungen die früher

üblichen Mehrtagesdienste mit wenig Schlaf abgelöst haben, schafft dieses Training eine einzigartige Gelegenheit, in der Herzchirurg:innen in Stresssituationen weiterhin Spitzenleistung erbringen müssen.

In dem Kurs besteht kein Wettbewerb untereinander. Die Teilnehmenden werden wiederholt und individuell mit psychologischen und herzchirurgischen Tests auf die individuelle Leistungsfähigkeit geprüft. Als Trainerteam standen acht erfahrene Herzchirurg:innen zur Verfügung, die die Teilnehmenden individuell betreuten. Überdies boten drei Coaches Workshops zu den Themen (Krisen-)Kommunikation, Work-Life-Balance, Werte und Generationswechsel an, die von den Teilnehmenden als unterstützend und wertvoll bewertet wurden. Dies seien Skills, die Ärztinnen und Ärzten im Medizinstudium kaum vermittelt werden. Solche Fortbildungsangebote sollen zukünftig einen Beitrag zur Qualifikation angehender Führungskräfte leisten.

Die Zusammenarbeit mit der BPOLD 11 brachte eine faszinierende Dynamik in das Training. Die Spezialkräfte der Bundespolizei brachten ihre Erfahrungen in Teamplay, Führungsverantwortung und individueller Leistung in besonderen Stresssituationen ein. Die Spezialkräfte der Bundespolizei sind für den Schutz und die Rettung von Menschenleben zuständig – und dies in herausfordernden Situationen. Dafür müssen sie an ihre Leistungsgrenze gehen. Durch ständiges Training perfektioniert diese Spezialeinheit ihre Profession. Das Lernen von anderen Hochleistungsberufen, von denen überdurchschnittliches Engagement und Entschlossenheit abverlangt werden, ist ein wertvoller Blick über den Tellerrand, von dem die Herzchirurgie und die Teilnehmenden profitieren.

Die Verantwortlichen ziehen gemeinsam das Fazit, dass der heutige Nachwuchs leistungsfähig, hoch motiviert und bereit ist, Spitzenleistungen zu erbringen. Dieser Kurs ist ein Beitrag für die Sicherheit in Herz-OPs.

Berlin, Januar 2024

## Erstmals in Europa: Holografie in der Herzmedizin

*Die Erstellung von Hologrammen zur Unterstützung der medizinisch-klinischen Entscheidungsfindung und Therapie wird seit über zwei Jahrzehnten in der Fachwelt diskutiert. Die Technologie ist inzwischen so weit fortgeschritten, dass der Arzt das originalgetreue Abbild des zeitgleich schlagenden Herzens seines Patienten in der Hand drehen, von allen Seiten betrachten oder mit den Fingerspitzen Abstände messen kann. Erstmals in Europa ist dies jetzt am HDZ NRW, Bad Oeynhausen, zur Wirklichkeit geworden.*

Was ein bisschen an Science fiction erinnert, könnte vielleicht schon in naher Zukunft Katheterinterventionen zur Therapie struktureller Herzerkrankungen revolutionieren. Als üblicher Standard während minimalinvasiver Eingriffe an der Herzklappe oder den Herzwänden zählen u. a. auf Monitoren dargestellte computertomographische Bildrekonstruktionen des Herzens. Ganz anders ist die Darstellung mit dem in Europa bisher einmaligen Holografie-System, das jetzt in Bad Oeynhausen zusätzlich zum Monitorbild eingesetzt werden kann. Denn dieses erlaubt dem Arzt erstmals, das Herz des vor ihm liegenden Patienten mit all seinen anatomischen Besonderheiten als dreidimensionales Echtzeit-Hologramm während des Eingriffs in Augenhöhe und greifbarer Nähe vor sich schwebend zu erleben. Er kann es nicht nur von allen Seiten viel genauer und besser als bisher betrachten, sondern das Original-Abbild des Patientenherzens auch mit der Fingerspitze im Raum drehen, vergrößern, hineinsehen, es ausmessen oder Teilbereiche zur detaillierten Darstellung heranzoomen.

Es handelt sich dabei keineswegs um eine optische Täuschung, sondern um eine hochauflösende, dynamische 3D-Projektion im freien Raum, live generiert aus volumetrischen Patientendaten. Eine solche zusätzliche Beurteilungsoption des Herz-Hologramms trägt besonders bei schwierigen Fragestellungen dazu bei, dass perspektivische Fehler vermieden werden. Bei sehr komplexen Eingriffen an einer Herzklappe, die auch für erfahrene Spezialisten aufgrund von sehr seltenen oder schwierigen anatomischen Strukturen oder aufgrund bereits vorhandener Implantate nicht einfach zu beurteilen sind, wird bisher die patientenspezifische Anatomie zweidimensional am Monitor nachvollzogen. Mittels Holografie kann man jetzt alle Besonderheiten des Herzens zusätzlich mehrdimensional, live und in Echtzeit wahrnehmen und therapieren. Wenn es um die Positionierung einer neuen Herzklappe oder im Falle von Klappenrekonstruktionen um die richtige Platzierung eines Klappenrings geht, ist diese Möglichkeit vor allem dann gut, wenn die Katheterführung auf-

### Kontakt:

Deutsche Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie e. V.  
Regina Iglauer-Sander, M.A., Pressereferentin  
c/o Coaching+Communication  
Telefon: 030 788904-64  
E-Mail: presse@dgthg.de

grund von anatomischen Voraussetzungen nicht einfach ist. Die Bad Oeynhausener Katheterspezialisten sind sich einig, dass die Anwendung der Technologie jetzt schon so überzeugend und die Qualität der Bilder so beeindruckend sind, dass es sich lohnt, die Möglichkeiten der Holografie im klinischen Einsatz weiterzuverfolgen. Es könnte dazu beitragen, Routineinterventionen künftig noch sicherer zu machen und zu beschleunigen. Insbesondere auf dem Spezialgebiet der komplexen strukturellen Herzerkrankungen könnten durch diese Technologie Behandlungsergebnisse weiter verbessert werden.

Die Hologramme werden jeweils aus Ultraschalldaten generiert, die während des Eingriffs durch die Speiseröhre von Herzklappen und Vorkammern aufgenommen werden. Mit dieser sogenannten transösophagealen Echokardiographie (TEE) lassen sich Herzklappenfehler, kleinste Blutgerinnsel und mögliche Auflagerungen exakt darstellen und lokalisieren.

Die innovative Holografie-Technologie für die Herzmedizin (HOLOSCOPE™, RealView Imaging Ltd., Israel) ist in Europa bislang nur im HDZ NRW in Bad Oeynhausen verfügbar. In der Klinik für Allgemeine und Interventionelle Kardiologie/Angiologie werden zunächst weitere praktische Erfahrungen mit Hologrammbeurteilungen im Herzkatheterlabor gesammelt.

Ein Hologramm ist ein dreidimensionales Bild, das durch die Interferenz von Lichtstrahlen eines Lasers oder einer anderen kohärenten Lichtquelle entsteht. Die Holografie wurde 1948 durch den ungarischen Physiker Dennis Gabor in London entdeckt, der für seine grundlegende Arbeit „Die verzerrte Front elektromagnetischer Wellen“ 1971 mit dem Physik-Nobelpreis ausgezeichnet wurde. Holografie ist bis heute die beste Methode, um 3D-Objekte im freien Raum präzise zu rekonstruieren und darzustellen. Da es sich bei der Holografie um eine optische Realität handelt, ist es fast unmöglich, zwischen einem hochwertig rekonstruierten Hologramm und dem ursprünglichen realen Objekt zu unterscheiden.

Bad Oeynhausen, März 2024

### Kontakt:

Herz- und Diabeteszentrum Nordrhein-Westfalen  
Universitätsklinik der Ruhr-Universität Bochum  
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit  
Leitung: Anna Reiss  
Georgstr. 11  
32545 Bad Oeynhausen  
E-Mail:  
Telefon: 05731 97-1955  
Fax: 05731 97-2028  
E-Mail: info@hdz-nrw.de

## Frauenherzen verdienen besondere Aufmerksamkeit

Weltweit sterben nahezu doppelt so viele Menschen an Herz-Kreislauf-Erkrankungen wie an allen Krebserkrankungen zusammen. In Europa sogar mehr Frauen als Männer. Dies veranlasste das Universitätsklinikum Regensburg (UKR) zum Weltfrauentag am 8. März zu einem fokussierten Blick auf die Besonderheiten des weiblichen Herz-Kreislauf-Systems und die aktuellen Entwicklungen in der Kardiologie.

*Fallbericht: Inmitten des hektischen Arbeitsalltags bemerkte M. plötzlich eine ungewöhnliche Erschöpfung. Ihr Arbeitspensum, das sie normalerweise locker bewältigte, fühlte sich plötzlich unüberwindbar an. Selbst ein kurzer Spaziergang besserte die Symptome nicht, sondern erschöpfte sie mehr als sonst. Als sie zu Hause beim Abendessen von starken Schweißausbrüchen überrollt wurde und Übelkeit sie überkam, beschloss sie ärztliche Hilfe aufzusuchen. Im Krankenhaus wurde bei ihr nach Schilderung der Symptomatik der Verdacht auf einen Herzinfarkt gestellt und die weitere Diagnostik veranlasst.*

Biologisch ausgestattet mit zwei X-Chromosomen sowie spezifischer Anatomie, Physiologie und Hormonregulation, funktionieren weibliche Körper anders als männliche. Frauen mit Herzinfarkt präsentieren sich häufig nicht mit den klassischen Symptomen wie starken Brustschmerzen, ausstrahlend in den linken Arm. Diese können auftreten, häufig jedoch in abgeschwächter Form und begleitet von vegetativen Veränderungen wie Übelkeit, Erbrechen und Schweißausbruch. Auch Schmerzen im Oberbauch und Rücken, Kurzatmigkeit, geringere Belastbarkeit und außergewöhnliche Müdigkeit stehen bei Frauen häufig im Vordergrund.

Diese geschlechterspezifischen Besonderheiten in der Medizin werden von der Gendermedizin erforscht und zunehmend in der klinischen Praxis zur Anwendung gebracht – eine Entwicklung, die derzeit in der Kardiologie, aber auch in vielen anderen Bereichen der Medizin, hochaktuell ist.

### Notwendigkeit einer geschlechterspezifischen Herangehensweise in der Kardiologie

In Europa wird eine höhere Sterblichkeitsrate bei Frauen in Bezug auf Herzerkrankungen im Vergleich zu Männern verzeichnet. Die Gendermedizin in der Kardiologie setzt genau hier an. Es ist essenziell wichtig zu verstehen, dass Frauen und Männer nicht gleich sind. Ihre Unterschiede betreffen dabei nicht nur die Hormone, sondern auch anatomische Gegebenheiten und sozioökonomische Faktoren. Daher ist eine individuelle Gesundheitsversorgung für Frauen von entscheidender Bedeutung. Je nach Geschlecht zeigen Risikofaktoren für Herzerkrankungen unterschiedliche Auswirkungen. Bei Frauen stellen Bluthochdruck, Übergewicht und Diabetes noch bedeutendere Gefahren für das Herz dar. Während Männer mit einer solchen Erkrankung eine Risikoerhöhung um den Faktor 2–3 aufweisen, beträgt dieser bei Frauen 3–5.

Zusätzlich zu den allgemeinen Risikofaktoren sind Frauen von geschlechterspezifischen Gefahren für das Herz betroffen. Beispielsweise besteht im Zeitraum um die Geburt eines Kindes das Risiko einer schwangerschaftsbedingten Herzschwäche. Diese wird mutmaßlich durch das Stillhormon Prolaktin ausgelöst, dessen Abbauprodukt bei gewisser Prädisposition das Herz beeinträchtigen kann. Diese Erkrankung, wenngleich selten, stellt eine lebensbedrohliche Situation dar und kann innerhalb weniger Wochen zu Herzversagen führen.

Eine weitere Gefahr für das Frauenherz findet ihre Ursache in Schwangerschaftskomplikationen wie Diabetes oder einer Gestose. Diese erhöhen das Risiko für Herzerkrankungen im späteren Leben auch nach der Schwangerschaft um das Doppelte.

Ebenso ist nach Eintritt in die Menopause besondere Achtsamkeit geboten. In diesem Zusammenhang ist der Rückgang des Östrogenspiegels verantwortlich für eine Erhöhung des Risikos für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, da er mit einem Anstieg der Cholesterinwerte, des Blutdrucks und einer Zunahme des Körpergewichts einhergeht.

Keine Herzerkrankung unterscheidet derart markant zwischen Mann und Frau wie das Tako-Tsubo-Syndrom. Benannt nach dem japanischen Wort für „Tintenfischfalle“ tritt diese Herzerkrankung in 90 Prozent der Fälle bei postmenopausalen Frauen auf. Sowohl Symptome als auch Untersuchungsbefunde wie Laborwerte, EKG und Herzultraschall ähneln jenen eines Herzinfarkts, jedoch bei unauffälligen Herzkranzgefäßen. Bei dieser akuten Erkrankung ist die Pumpfunktion des Herzens beeinträchtigt. Die Herzspitze sowie die angrenzenden Wandabschnitte kontrahieren kaum mehr, wodurch das Herz eine ballonartige Form annimmt, die an eine japanische Tintenfischfalle erinnert. In den meisten Fällen sind die Auslöser psychische oder physische Stressfaktoren, wie sie beispielsweise bei starken emotionalen Belastungen auftreten, etwa dem plötzlichen Tod eines Angehörigen oder des geliebten Haustiers. Aus diesem Grund wird diese Herzerkrankung auch als Broken-Heart-Syndrom bezeichnet. Frauenherzen reagieren im Allgemeinen sensibler auf psychischen Stress im Vergleich zu Männerherzen. Bei schweren emotionalen Belastungen erhöht sich das Risiko für Herzerkrankungen sogar drastisch.

Das Hauptproblem besteht nach wie vor darin, dass zu viel Zeit vergeht, bis Frauen bei einem akuten Herzproblem beim Arzt vorstellig werden. Frauen neigen dazu, ihre Beschwerden zu verharmlosen, da sie sich oft zu viele Gedanken darüber machen, ihre Symptome falsch einzuschätzen. Dabei zählt bei einem Herzinfarkt jede Minute, denn Zeit ist Muskel. Je mehr Zeit vergeht, desto mehr Herzmuskulatur kann Schaden nehmen und die Prognose der Frau verschlechtern. Nicht nur, dass Frauen viel früher beim Arzt vorstellig werden sollten, auch eine hinreichende Kenntnis der frauenspezifischen Symptome ist wichtig.

Angesichts des sprunghaften Anstiegs des Herzrisikos mit der Menopause wird empfohlen, präventiv eine kardiologische Untersuchung spätestens ab dem 50. Lebensjahr durchzuführen. Auch jüngeren Frauen wird dringend geraten, sich um ihre Herzgesundheit zu kümmern. In den letzten Jahrzehnten wurde eine Zunahme von Herzproblemen bei Frauen unter

55 Jahren verzeichnet. Vor allem Übergewicht, Diabetes, Rauchen und Alkoholkonsum spielen hierbei eine große Rolle und sollten aktiv bekämpft werden, um das Herz bestmöglich zu schützen.

Regensburg, März 2024

**Kontakt:**  
Matthias Dettenhofer  
Pressereferent  
Telefon: 0941 944 31580  
E-Mail: matthias.dettenhofer@ukr.de

## Verzweigte Gefäßprothese erspart offene Operation in Herznähe

*Ein neuer Aorten-Stentgraft ist europaweit erstmals am Universitätsklinikum Heidelberg (UKHD) eingesetzt worden. Die via Kathetereingriff implantierte Gefäßstütze stabilisiert gefährliche Aufdehnungen der Hauptschlagader in der Nähe des Herzens, die bisher zwingend offen operiert werden müssen. Ein Seitenarm des Stents sichert die Durchblutung der dort abzweigenden Arm- und hinteren Hirnarterie. Der Stent wird vor allem Patientinnen und Patienten mit hohem Operationsrisiko sowie in Notfallsituationen zugutekommen.*

Stentgrafts stabilisieren zuverlässig lebensgefährliche Aufdehnungen der Hauptschlagader. Für den Aortenbogen gab es bisher wegen der dort abzweigenden Arterien zu Hirn und Armen keine befriedigende zeitnahe Lösung. Nun hat das Team der Klinik für Gefäßchirurgie am Universitätsklinikum Heidelberg (UKHD) europaweit erstmals einen neuartigen Stentgraft via Kathetereingriff implantiert, der speziell für diesen Aortenabschnitt konzipiert ist: Im Drahtgeflecht der Prothese ist eine Öffnung für die Abzweigung der linken Armarterie oder Halschlagader ausgespart. Dort wird ein weiterer kleinerer Stentgraft eingeführt, der dafür sorgt, dass dieses wichtige Gefäß ausreichend durchblutet wird.

2022 wurde diese neuartige Gefäßprothese bereits in den USA zugelassen, nun steht sie erstmals außerhalb der USA zur Verfügung. Der neue Stent bietet speziell für Patientinnen und Patienten, die nur mit hohem Risiko offen operiert werden können, erstmals eine minimalinvasive Alternative. Die beiden ersten Heidelberger Patienten haben den Eingriff sehr gut überstanden und befinden sich bereits wieder auf Normalstation.

In Deutschland kommen die so genannten TBE-Stentgrafts (Thoracic Branch Endoprosthese) an sechs großen deutschen Gefäß- und Aortenzentren mit hoher Expertise und entsprechender technischer Ausstattung zum Einsatz. Die begleitende Registerstudie wird vom Universitätsklinikum Heidelberg aus koordiniert und geleitet.

Ein Aorten-Aneurysma sollte ab einer bestimmten Größe zeitnah überbrückt und stabilisiert werden. Sonst besteht die Gefahr, dass die Gefäßwand an dieser Stelle reißt und Betroffene innerhalb von Minuten verbluten. Während Aneurysmen im Bauchraum seit 20 Jahren bereits primär endovaskulär behandelt werden, war dies beim Aortenbogen noch nicht in der Standardversorgung möglich: Es gab bis jetzt nur individuell hergestellte Endoprothesen mit einer Herstellungs- und damit Wartezeit von zwei bis drei Monaten.

Im akuten Notfall musste bis jetzt offen operiert werden. Zunächst wird in einem ersten Eingriff die Armarterie mittels Bypasses an die linke Halsschlagader angeschlossen, dann bei einer zweiten Operation einige Tage später das Aneurysma mit einer Endoprothese über einen Zugang in der Leiste stabilisiert. Das bedeutet für die Patientinnen und Patienten zweimal Operation, Narkose und Krankenhausaufenthalt, inklusive Intensivstation. Der neue Stent kann diese Belastungen deutlich verringern. Für den Einsatz des TBE-Stents reicht ein Kathetereingriff, es muss somit keine Arterie verlegt werden und die einzige „Wunde“ ist die ultraschallgesteuerte Punktion des Gefäßes in der Leiste, wie bei einer Herzkatheteruntersuchung. Die Patientinnen und Patienten bleiben nur wenige Tage zur Nachbeobachtung im Krankenhaus und können fit nach Hause entlassen werden.

Für komplexe Eingriffe wie diesen gibt es an der Chirurgischen Klinik des UKHD eigens zwei Hybrid-Operationssäle mit hochpräziser intraoperativer Bildgebung. Der Röntgendetektor an einem Roboterarm kann Bilder aus beliebiger Richtung aufnehmen und daraus dreidimensionale, direkt verfügbare Darstellungen erzeugen. Zusätzlich können zuvor angefertigte Aufnahmen der Computertomographie während der OP in das intraoperative Röntgenbild eingefügt werden (Fusionsbildgebung). Eine millimetergenaue dreidimensionale Navigation und eine präzise Platzierung des Stents sind unverzichtbar. Zudem wird dort im Notfall, wenn nötig, ohne den Patienten in einen anderen Operationssaal zu verlegen, zu einer offenen Operation gewechselt, oder es werden Kolleginnen und Kollegen der Herzchirurgie hinzugezogen. Das sorgt für zusätzliche Sicherheit bei diesen diffizilen, oft lebensrettenden Eingriffen. Jährlich werden dort in Kooperation mit der Klinik für Herzchirurgie rund 100 Patientinnen und Patienten mit Aneurysmen und Dissektionen des hinteren Aortenbogens operiert. Zwischen 15 und 20 Risikopatienten werden 2024 von dem neuen Verfahren profitieren. In den kommenden Jahren wird der Anteil durch diese neue Technologie und Behandlungsstrategie steigen.

Heidelberg, Februar 2024

**Wissenschaftliche Ansprechpartner:**  
Prof. Dr. Dittmar Böckler; Ärztlicher Direktor  
Klinik für Gefäßchirurgie und Endovaskuläre Chirurgie  
Chirurgische Universitätsklinik Heidelberg  
Medizinische Fakultät Heidelberg der Universität Heidelberg  
Melanie Schaumburg-Beyer (Chefarztsekretärin und Assistentin)  
Telefon: 06221 56-6226 und 56-6249  
E-Mail: gefaesschirurgie@med.uni-heidelberg.de

## Erfolgreiche Prüfungen an der Akademie für Kardiotechnik in Berlin

### Mitteilungen der DGfK e.V.

**Vorstand: Dr. Frank Münch**, Universitätsklinikum Erlangen; Geschäftsstelle DGfK e.V.: Rödelstraße 13, 04229 Leipzig, E-Mail: [geschaeftsstelle@dgfkt.de](mailto:geschaeftsstelle@dgfkt.de)

Am Freitag, den 22. März 2024 stellten sich die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Kurses 35 den mündlichen Abschlussprüfungen und damit der letzten Herausforderung der umfangreichen Prüfungsphase in fünf Fächern. Die schriftlichen Abschlussklausuren sowie die praktischen Prüfungsteile hatten die Absolventen bereits hinter sich gebracht. Mit dem Abschluss besteht nun die Möglichkeit, das Zertifikat des European Board of Cardiovascular Perfusion (EBCP) zu beantragen. Der Prüfungsvorsitzende des Berliner Landesamtes

für Gesundheit und Soziales (LAGeSo) zeigte sich wie in den vergangenen Jahren höchst zufrieden mit den abgerufenen Leistungen.

Der Jahrgang stellt mit 30 Personen einen der größten in der Geschichte der Akademie dar. Wie üblich kamen auch im Kurs 35 Menschen mit unterschiedlichen Hintergründen in Bezug auf berufliche Werdegänge, Herkunft und Alter zusammen. Gerade diese Heterogenität wurde von den Absolventen konstruktiv und synergetisch genutzt, z. B. im kollegialen Erfahrungsaustausch, in Lerngruppen, aber auch gemeinsamen Aktivitäten.

Bundesweit werden die Absolventen nun ihre klinischen Abteilungen verstärken, in denen sie bereits in den letzten zwei Jahren die praktischen Kompetenzen erlernten. An dieser Stelle sei allen Mentorinnen und Mentoren sowie den Vorgesetzten in den Kliniken gedankt, die eine höchst wertvolle Ausbildungsleistung vollbringen. Nur mit der ausgezeichneten Vernetzung der Akademie mit den klinischen Kardiotechnikabteilungen gelingt eine bestmögliche Ausbildung.

An den erfolgreichen Abschluss schließt sich ein drittes, berufs begleitendes Studienjahr an der Berliner Hochschule für Technik (BHT) an, welches mit dem Erstellen der Thesis zum akademischen Grad Bachelor of Science (B.Sc.) führt.

*Wir gratulieren allen Absolventinnen und Absolventen des Jahrgangs 35!*



Sichtlich erleichtert und in Feierstimmung. Der Jahrgang 35 der Akademie für Kardiotechnik. Mit den Absolventinnen und Absolventen freuen sich: Akademieleiter Dr. Frank Merkle (vorne links), Karin Pieper, Programmmanagement (1.v.r), die Fachprüferinnen Dr. Elisabeth Arntz, Physiologie (2.v.r.) und Zaida Claros, Kardiologie (3.v.r.), sowie Benjamin Haupt und Morten Grünberg, Fachprüfer der AfK (4. und 5.v.r.).

## 1. Vorstandssitzung der DGfK 2024

**Dienstag, den 30.01.2024 | 20:00–21:00 Uhr, online.**

Teilnehmende: Dr. Frank Münch, Sebastian Melzer, Elrina Joubert-Hübner, Jan Turra, Jasper Heller, Sabine Lange

### TOP 1 | Organisatorisches

- Begrüßung durch den Präsidenten und Besprechung des Ablaufs der Präsenz-Vorstandssitzung in Hamburg/Hamburg am Freitag, den 16. Februar, mit Anreise am Vortag zum gemeinsamen Abendessen.
- Vorstandstermine für 2024 sind geplant und stehen im

gemeinsamen Terminkalender zur Verfügung.

- Die nächste Sitzung der Abteilungsleitenden und des Akademischen Beirats sind terminiert. Das Programm und das gemeinsame Abendessen sind geplant. Die Sitzungen werden in Hamburg stattfinden. Die Abteilungsleitersitzung ist für Montag, den 9. September 2024, ab mittags geplant, die Sitzung des Akademischen Beirats startet am Dienstag, 10. September, anschließend ist die Vorstandssitzung bis 16 Uhr angesetzt.
- Frank Münch berichtet von Herrn Kai Hennemann in Homberg/Saar, dem es gelungen ist, eine selbständige Abteilung für Perfusiologie und Technische Medizin aufzubauen. Wir gratulieren ihm und haben unsere Unterstützung

zugesagt. Wir werden Herrn Hennemann zu einer der nächsten Sitzungen einladen, um von ihm über die neue Abteilungsgründung informiert zu werden.

#### **Termin mit dem Steuerberater – Sebastian Melzer:**

Es gibt größere Umstellungen im operativen Bereich. Markus Rudloff und Sebastian Melzer haben einige Arbeitsschritte digitalisiert. Dies reduziert die Arbeitszeit des Steuerberaters. Allein durch diese Einsparungen konnte bereits im ersten Jahr die neue Buchhaltungssoftware refinanziert werden. Durch eine transparente Zuordnung der Ein- und Ausgaben werden immense Kosten in der Verwaltung gespart. Zusätzlich hat der geschäftsführende Vorstand immer einen direkten Überblick über die Finanzlage des Vereins.

#### **Tätigkeitsbericht – Finanzamt Leipzig:**

Bisher war es für das Finanzamt Köln ausreichend, das Protokoll der Mitgliederversammlung anstelle eines Tätigkeitsberichts zu bekommen. Das Finanzamt Leipzig und unser Steuerberater Herr Urban fordern nun einen kurzgefassten Tätigkeitsbericht der DGfK e. V.. Sebastian Melzer erstellt diesen rückwirkend für 2020–2022 bis Mitte März 2024. Hierbei ist vor allem die Neuausrichtung der DGfK seit Januar 2022 relevant, die durch Insourcing des Wirtschaftsbetriebs und den Wegfall der Kardiotechnik Verwaltungsgesellschaft mbH von Herrn Dieter Lorenz entstanden ist und welche das Aufgabenspektrum deutlich erhöhte.

#### **Anfrage an Herrn Christian Klüß zur Wahl des deutschen Delegierten EBCP**

Der Delegierte der DGfK wird aktuell vom Vorstand der DGfK bestimmt. Der Delegierte ist Mitglied des Akademischen Beirats, unter dessen Verantwortung alle ausbildungsrelevanten Entscheidungen getroffen werden. Nach langer Diskussion und Austausch der Argumente wurde das Thema auf die Sitzung in Hamburg vertagt. Allerdings zeigte sich, dass der Informationsfluss zu dem ECBP-Delegierten direkter ablaufen sollte – dies muss optimiert werden.

#### **TOP 2 | Planungsstand Jahrestagung 2024**

Durch den Chefärzt:innenwechsel in Homburg/Saar war die Tagungspräsidentin der DGTHG Frau Prof. Dr. Gloria Färber leider beim 1. Planungsmeeting verhindert, wodurch der Planungsstand etwas verzögert ist. Frau Gloria Färber hat am 1. Januar 2024 eine neue Stelle als Chefärztin in Homburg/Saar angetreten. Das nächste Planungsmeeting wird noch in der laufenden Woche stattfinden.

Auf der Jahrestagung 2024 soll nach Vorstandsbeschluss die Kongressdokumentation professionalisierter durchgeführt werden, mit dem Ziel, mehr Material für die Öffentlichkeitsarbeit zu generieren. Sabine Lange merkt an, dass es ein schlüssiges Konzept bezüglich Qualität, Umfang und Zielsetzung braucht, um festzulegen, welche Aufträge in diesem Rahmen in welchem Umfang an Externe vergeben werden sollen. Daher soll dies bis zur Märzsession erstellt werden, um Angebote einholen zu können. Jasper Heller bearbeitet dies im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit.

#### **TOP 3 | Umbenennung der DGfK in DGPtM wird auf die HH-Sitzung verlegt.**

#### **TOP 4 | AG Öffentlichkeitsarbeit**

In der Sitzung wurden nochmals Ideen gesammelt und diskutiert, die in der HH-Sitzung konzertiert durchgesprochen werden, um daraus einen Umsetzungsplan zu erarbeiten. Aktuell hat die DGfK seit Mitte Januar einen X-Auftritt eingerichtet, der von Andreas Teske und Jasper Heller koordiniert wird. Des Weiteren ist ein LinkedIn-Auftritt in Vorbereitung.

#### **TOP 5 | Upgrade-Kurs für die Zulassung zum ECCP (Jasper Heller)**

Die Upgrade-Kurse werden nun komplett online durchgeführt. Alle Herzchirurg:innen haben via E-Mail die Informationen erhalten. Jasper Heller berichtet über positive Rückmeldung von Volker Schmidt aus Dresden bezüglich der Bemühungen, einen Kurs zu ermöglichen. Jan Turra merkt an, dass einigen Chefärzt:innen die Rückendeckung der DGTHG fehlt. Dies konnte Frank Münch nicht nachvollziehen, da Herr Dr. Beckmann die Information direkt an die Chefärzt:innen weitergegeben hat und den Kurs auch in der Vorstandssitzung der DGTHG im September, bei der Frank Münch anwesend war, unterstützt hat. Die Organisation läuft über die FH Münster, Herr M. Kehmann ist hier Ansprechpartner. Die Anmeldung ist bis zum 28.02.2024 möglich. Die Werbung wurde über den Newsletter, Abteilungsleitungsverteiler und über die DGTHG an die Chefärzt:innen verschickt.

Frank Münch hat das Konzept zur finalen Genehmigung an das EBCP versandt. Der geplante Termin für die Abschlussprüfung des Upgrade-Kurses findet in separaten Räumen auf der Jahrestagung 2024 in Münster statt. Herr M. Kehmann bekommt die Kontaktdaten der Messe Münster, um die Organisation der Prüfung planen zu können. Alle Teilnehmenden erhalten ein Ticket für die Jahrestagung.

#### **TOP 6 | ECLS-Zertifikat**

Die DGK, DGF und GRC haben zugestimmt, dass wir als DGfK (später DGPtM) den Zertifizierungsprozess federführend übernehmen.

#### **TOP 7 | Kongress Standort 2025–2029**

Angebote verschiedener Standorte liegen vor und werden aktuell von der Geschäftsstelle geprüft.

*Kollegiale Grüße,*

*Frank Münch, Präsident der DGfK*

*Elrina Joubert-Hübner, stellvertretende Schriftführerin*

## 2. Vorstandssitzung der DGfK 2024



**Freitag, den 16.02.2024 | 09:00–16:00 Uhr, Präsenz.**  
Teilnehmende: Dr. Frank Münch, Sebastian Melzer, Markus Rudloff, Ina Ischewski, Elrina Joubert-Hübner, Jan Turra, Jasper Heller, Sabine Lange

### TOP 1 | Organisatorisches

Der Präsident begrüßt die Anwesenden.

Das Protokoll 01/24 wird vom Vorstand freigegeben und der Aktionsplan besprochen.

- Sebastian Melzer stellt die Plattform Perfusionsakademie vor.
- Die Verbindung zu den europäischen Perfusionsfachgesellschaften soll vertieft werden und gemeinsame Besuche für 2024 geplant werden, um die Dienstpläne abstimmen zu können.
- Für Tobias Meckel (Geschäftsstelle) wird das Arbeitsverhältnis nach der Probezeit nicht weiter fortgeführt. Die Position wird neu ausgeschrieben.
- Ein „Save the Date“ für das Abteilungsleitendentreffen am 9.–10. September 2024 in Hamburg wird verschickt.
- Ein Treffen zwischen der UGP-Steuerberatung und Sebastian Melzer hat stattgefunden. Hierbei wurden die zukünftige Buchhaltung und Kostenstellenstruktur besprochen, um den wirtschaftlichen und zweckgebundenen Betrieb vereinfachter darstellen zu können. Wegen des Wechsels des Steuerberaters und des Finanzamtes nach Leipzig, wurde besprochen, bis zum 31.03.2024 zum MVV-Protokoll einen Tätigkeitsbericht der letzten 3 Jahre zu erstellen.
- Der Vorstand beschließt, dass die Anforderungen an unsere Hausbank nicht mehr mit der Sparkassenstruktur vereinbar sind. Der geschäftsführende Vorstand wird beauftragt, hier eine alternative Lösung zu erarbeiten und den Bankenwechsel in die Wege zu leiten.
- Die Vorstandsmitglieder sind sich einig, dass der zukünftige Austausch mit dem deutschen Delegierten des EBCP intensiviert werden sollte, beispielsweise durch häufigere Einladungen als bisher zweimal im Jahr. Zusätzlich wird in Betracht gezogen, eine stellvertretende Person (ausgewählt vom Vorstand) für diese Position zu benennen. Es ist aktuell nicht geplant, Satzungsänderungen diesbezüglich vorzunehmen. Dies soll in der nächsten Präsenzsitzung mit Herrn Christian Klüß besprochen werden.
- Die Anpassung der AGBs vom ECLS-Kurs wird auf alle Veranstaltungen ausgeweitet.
- Der Vorstand beschließt, 10 vergünstigte Tickets für den AMSect durch den Educational Grant mit einem Zuschuss von 120 EUR zu unterstützen.
- Des Weiteren erwartet der Vorstand, dass die Teilnehmenden der AGs auch Mitglieder des Vereins sind, da sie die Strukturen, die der Verein zur Verfügung stellt und bezahlt, nutzen. Der Auftrag ging an die AG-Sprecher, dies zu prüfen.

### TOP 2 | Jahrestagung 2024

2024 werden aus Kostengründen keine Flyer mehr gedruckt, stattdessen wird neben der Webseite auf die Breitenwirkung

von Plakaten gesetzt. Zur optimalen Bilddokumentation für unsere Öffentlichkeitsarbeit soll ein Fotograf angestellt werden.

### TOP 3 | Umbenennung der DGfK in DGfPtM

Dr. T. Nölling hat sich die Satzung, bezogen auf die Namensänderung, angesehen und Vorschläge zur Beratung durch den Vorstand vorgestellt. Der Vorstand stimmt diesen Vorschlägen einstimmig zu. Daneben hat Herr T. Nölling vorgeschlagen, die kooperierenden Fachgesellschaften namentlich in der Satzung zu benennen. Darüber hinaus soll eine Antidiskriminierungsklausel aufgenommen werden. Des Weiteren hat er die von der MVV abgestimmten Beschlüsse aus der letzten MVV in die Satzungsänderung eingearbeitet. Der Vorstand beauftragt Frank Münch damit, den Status der außerordentlichen Mitglieder überprüfen zu lassen, da es hier innerhalb des VS unterschiedliche Interpretationen gibt.

Die Satzungsänderung wird am 09.11.2024 in der Mitgliederversammlung zur Abstimmung stehen, während die Umbenennung der Gesellschaft laut MVV-Beschluss vom 04.11.2023 am 01.01.2025 erfolgt. Ina Ischewski wird bis zur nächsten Vorstandssitzung ein Ablaufdiagramm für die Umbenennung und die nötigen Schritte erstellen.

### TOP 4 | AG Öffentlichkeitsarbeit

In der Arbeitsgruppe Öffentlichkeitsarbeit wird die Kommunikation über die verschiedenen Medien koordiniert, einschließlich Internetseite, sozialen Medien, Newsletter, der Zeitschrift „Die Perfusiologie“ und anderen Bereichen der DGfK. Andreas Teske unterstützt Jasper Heller bei der Umsetzung der Präsenz in den sozialen Medien. Weitere Mitglieder werden angesprochen, um den Bereich aktiver zu gestalten.

Jasper Heller hat eine Auflistung zur Optimierung der Homepage und der Öffentlichkeitsarbeit im Sharepoint hinterlegt. Als nächster Schritt ist eine unverbindliche Beratung mit einer professionellen Agentur und deren Kostenschätzung geplant. Hierbei wurde beschlossen, die Grundstruktur der Website zu belassen und mit aktualisierten Angeboten zu ergänzen. Es muss auf eine einheitliche Darstellung auf allen Endgeräten geachtet werden. Die Inhalte der Website sollen nach und nach auf den neuesten Stand gebracht werden und 2025 auf DGfPtM.de umziehen.

Herr Grünberg und Jan Turra widmen sich dem Online-Quiz, sodass hierüber wieder jeden Monat für die Mitglieder eine Online-Fortbildung angeboten werden kann.

### TOP 5 | Upgrade-Kurs Münster

Das Konzept ist beim EBCP zur Genehmigung vorgelegt. Bis zum 28.02.2024 soll die Anmeldung ermöglicht werden. Werbung wird auf unterschiedlichen Wegen betrieben: durch den Newsletter, per E-Mail an die Abteilungsleitenden sowie in Form eines Schreibens an die Chefärzt:innen der Herzchirurgie. Die DGTHG unterstützt das Vorhaben. Die Prüfung des EBCP 2024 wird in Münster am 09.11.2024 von Herrn M. Kehmann und Christian Klüß geplant.

## TOP 6 | ECLS-Zertifikat und -Kurs

DGfK, DGK, DGF, GRZ, DGTHG werden das Zertifikat gemeinsam herausgeben.

## TOP 7 | Kongressstandort 2025–2029

Das Kongresszentrum Leipzig Messe ist für die Jahre 2025–2029 als Kongressstandort vorgesehen.

Die Konferenz des EBCP wird 2024 in Valencia (früher als ursprünglich geplant: am 18.–19.10.2024) stattfinden, während

Norwegen 2025 Gastgeber sein wird; Leipzig ist für 2026 als Austragungsort in der Vorplanung.

Für 2025 wurde als Präsident Herr Sebastian Tiedge aus Hannover angefragt, er nimmt die Aufgabe freudig an.

*Kollegiale Grüße,*

*Frank Münch, Präsident der DGfK*

*Ina Ischewski, Schriftführerin der DGfK*

## 3. Vorstandssitzung der DGfK 2024



**Dienstag, den 16.04.2024 | 09:00–16:00 Uhr online und Präsenz, mit Gästen.** Teilnehmende: Dr. Frank Münch, Sebastian Melzer, Markus Rudloff, Ina Ischewski, Elrina Joubert-Hübner, Jan Turra (online), Jasper Heller, Sabine Lange  
Gäste (online): Christian Klüß, Sebastian Schmidt, Markus Bongert  
Gast (vor Ort): Dr. Torsten Nölling

### TOP 1 | Allgemeines/Organisatorisches

Der Präsident der DGfK begrüßt alle Teilnehmer:innen und informiert über das Treffen mit dem Jungen Forum (JF). Sebastian Melzer schlägt vor, einen Newsletter mit einer Einladung zur Teilnahme am Jungen Forum zu verfassen. Dies wird mit dem JF besprochen. Das JF kann seine Präsenz auf Sozial Media nutzen, um die Information bei den „Nachwuchspfusionist:innen“ schneller zu platzieren. Des Weiteren werden auf der nächsten Jahrestagung größere Räumlichkeiten für die Sitzung des Jungen Forums benötigt, weil eine offene Einladung verbreitet werden soll (ca. 30 Personen).

Dr. Frank Münch berichtet von der DGTHG-Sitzung im März, auf der er als Gast eingeladen war. Neben den Informationen aus unseren Reihen an die DGTHG war die geplante Ausbildungsstruktur des JF der DGTHG für die neue Generation Herzchirurg:innen sehr interessant. Auch die Informationen zu den zahlreichen JF-Aktivitäten auf der Jahrestagung in HH waren sehr beeindruckend. Nach der erfolgreichen Joint Session 2024 wurden wir als DGfK aufgefordert, bis September Vorschläge für das Jahr 2025 zu präsentieren. Dies wird auf die Agenda der Sommersitzungen verlegt. Vorschläge aus Reihen der Mitglieder sind hierbei sehr willkommen.

In der Geschäftsstelle wird Madeleine Noack ab dem 01.06. 2024 für 25h/Woche neu eingestellt.

An den Tagungen der anderen Fachgesellschaften (national/international) werden folgende Vorstandsvertreter:innen teilnehmen:

- Schweiz 22.–23.11.24, Lausanne (Dr. Frank Münch, alternativ Jasper Heller)
- FBMT 21.–22.11.2024, Göttingen (Elrina Joubert-Hübner)
- Österreich (angefragt von Dr. Frank Münch)
- Belgien (kein Symposium 2024)
- Niederlande (angefragt von Jasper Heller)
- Dänemark (angefragt von Sebastian Melzer)
- AmSECT 2025 (zurückgestellt)

### TOP 2 | Neues vom EBCP-Delegierten

Christian Klüß informiert den Vorstand über die zahlreichen Aktivitäten des EBCP und die Zertifikationen und Rezertifikationen der deutschen Perfusionist:innen. Hierbei wurde nochmal auf die letzte Chance für das ECCP im Zuge des Upgrade-Kurses hingewiesen. Jasper Heller berichtet daraufhin über den Start des Kurses am 5. April in Münster mit 13 Teilnehmer:innen.

Wie bereits auf den vorherigen Sitzungen angesprochen, wurde das Thema „Direkt-Wahl“ des EBCP-Delegierten durch die MVV und die nötige Satzungsänderung besprochen. Hier wurde klargestellt, dass der Delegierte gleichzeitig Vorstandsmitglied sein kann, aber nicht zwingend dem Vorstand angehören muss. Es wurde mit Christian Klüß gemeinsam beschlossen, ihn in Zukunft im Zusammenhang mit ECCP-Themen mehr in die Vorstandsarbeit einzubinden. Nach ausführlicher Diskussion wurde einstimmig von der Idee eines Junior-EBCP-Delegierten Abstand genommen. Wir danken Christian Klüß für seine wichtige und erfolgreiche Arbeit.

In den Gesprächen wurde beschlossen, den AG Sprecher:innen mehr Raum bei VS-Sitzungen einzuräumen. Dies soll zu maximaler Transparenz und mehr Synergien in der Vorstandsarbeit führen.

### TOP 3 | Besprechung mit Dr. Nölling

Mit Herrn Dr. Torsten Nölling sprachen wir über die Satzungsneufassung, die im Zuge der Umbenennung der DGfK in DGfM nötig ist.

Wir haben die aktuelle Satzung gemeinsam mit Dr. Torsten Nölling Punkt für Punkt durchgearbeitet und die Formulierungen, die innerhalb der VS unterschiedlich ausgelegt werden könnten, final diskutiert. Die in HH beschlossenen Bausteine und Grundsätze sowie die aus der MVV 2023 entstandenen Beschlüsse wurden in die „neue“ Satzung eingearbeitet. Der neue Sitz der Gesellschaft, wie im Dezember 2022 vom Vorstand bereits beschlossen, wird in die Satzung aufgenommen. So wird der Sitz der Gesellschaft im Vereinsregister von Düsseldorf nach Leipzig verlegt. Die Formulierung wird von Dr. T. Nölling ausgearbeitet.

Der Vorschlag der Satzungsänderung, über die in der MVV im November 2024 abgestimmt werden muss, geht bereits im Juli an alle Mitglieder.

## TOP 4 | Leitlinien, Wahlausschuss Neuwahlen – Sebastian Schmidt

2023 war eine AWMF-Schulung für einen Teil der interessierten Mitglieder geplant. Dies war für die AWMF zeitlich nicht umsetzbar. 2024 wurde dies erneut angefragt, allerdings gab es bisher trotz erneuter Nachfrage keine Rückmeldung seitens der AWMF. Daher wird das Thema auf das Jahr 2026 vertagt, da eine Neuanmeldung für die Mitgliedschaft in der AWMF erst für 2026 sinnvoll geplant werden kann. Unsere Hausaufgaben zur Neuanmeldung werden in den einzelnen Schritten vom VS, dem Akademischen Beirat, der Zeitschrift und der Geschäftsstelle abgearbeitet.

Die IABP-Leitlinie wurde überarbeitet und ist abgeschlossen. In der Geschäftsstelle ist bisher noch keine Leitlinie eingereicht worden, wird laut Sebastian Schmidt jedoch demnächst eintreffen.

Die Neuro-Leitlinie S1 Kinder wird durch Frank Münch begleitet. Ein:e Nachwuchswissenschaftler:in aus dem JF konnte nicht gefunden werden.

Die internationale Beatmungs- und ECMO-Leitlinie ist in Überarbeitung und wird durch drei Delegierte der DGfK begleitet.

Die S3 Leitlinie von 2018 zur perioperativen Versorgung muss überarbeitet werden. Anfragen an uns werden gerade bearbeitet.

Eine internationale ECPR-Leitlinie wird von der EuroELSO erstellt. Hier wird Sebastian Schmidt zwei Delegierte der DGfK platzieren.

Sebastian Schmidt übernimmt die Aufgabe des Wahlleiters in 2024 und wird hierbei von Michael Baumgärtner unterstützt. Eine dritte Person wird von den beiden noch berufen. Nötige Informationen werden durch Sebastian Schmidt vor der Abteilungsleitersitzung per Mail an alle Mitglieder versendet.

## TOP 5 | Jahrestagung 2024: Tatort Herzmedizin. Wir lösen jeden Fall ...

Die Plakate werden in den nächsten zwei Wochen gedruckt. (Anmerkung Redaktion: Informationen zur Jahrestagung 2024 auf der Titelseite der Ausgabe sowie im Editorial)

Die Hochschulen erhalten erneut einen 2 x 3 m Stand auf der Industrieausstellung und je zwei kostenfreie Tickets pro HS. Eine Ausbildungssession ist wieder eingeplant.

## TOP 6 | Umbenennung der DGfK in DGPtM

Eine To-do-Liste für die Namensänderung zum 01.01.2025 wurde von Ina Ischewski erstellt und der Zeitplan diskutiert und finalisiert.

## TOP 7 | AG Öffentlichkeitsarbeit

In der AG Öffentlichkeitsarbeit wird die Kommunikation der einzelnen Bereiche koordiniert. Hierzu gehören der Internetauftritt, Soziale Medien, der Newsletter, die Zeitschrift Die Perfusiologie uvm. sowie die Strategie des Newsletters und das weitere Vorgehen im Zusammenspiel der Medien. Jan Tura stellt sich in Zukunft für kleinere Projekte in der AG Öffentlichkeitsarbeit gerne zur Verfügung. Weitere Personen werden angefragt. Interessierte Mitglieder bitte bei Jasper Heller oder in der Geschäftsstelle melden.

Der Vorstand war sich bereits in HH einig, dass im Zusammenhang mit dem Webauftritt professionelle Hilfe unabdingbar ist. Jasper Heller wurde beauftragt, entsprechende Angebote einzuholen und Vorgespräche zu führen. Am 8. April fand zwischen Gley Rissom Thieme: Agentur für Kommunikation GmbH, Sabine Lange, Jasper Heller und den Präsidenten der DGfK ein zweistündiges Sondierungsgespräch statt. Die Ergebnisse und das erste Angebot wurden im VS besprochen. Der Vorstand nimmt das Angebot von Gley Rissom Thieme einstimmig an. Sabine Lange übernimmt die Koordination mit der Agentur. Ende Mai findet hierzu ein Kick-off-Meeting statt. Im Vorfeld werden alle nötigen Informationen zusammengetragen. Erste Ergebnisse werden auf der Abteilungsleitersitzung im September vorgestellt.

## TOP 8 | Planungsstand FH Dortmund – Markus Bongert

Markus Bongert berichtet über organisatorische Schwierigkeiten im Zusammenhang mit dem geplanten neuen Studiengang. Es gibt die Idee eines Bachelorstudiengangs in Dortmund mit anschließendem Masterstudiengang in Münster/Steinfurt. Auch ein Hochschulverbund/Akademie NRW mit Aachen war bei den Abstimmungen der Hochschulen im Gespräch. Markus Bongert hält den VS auf dem aktuellen Planungsstand.

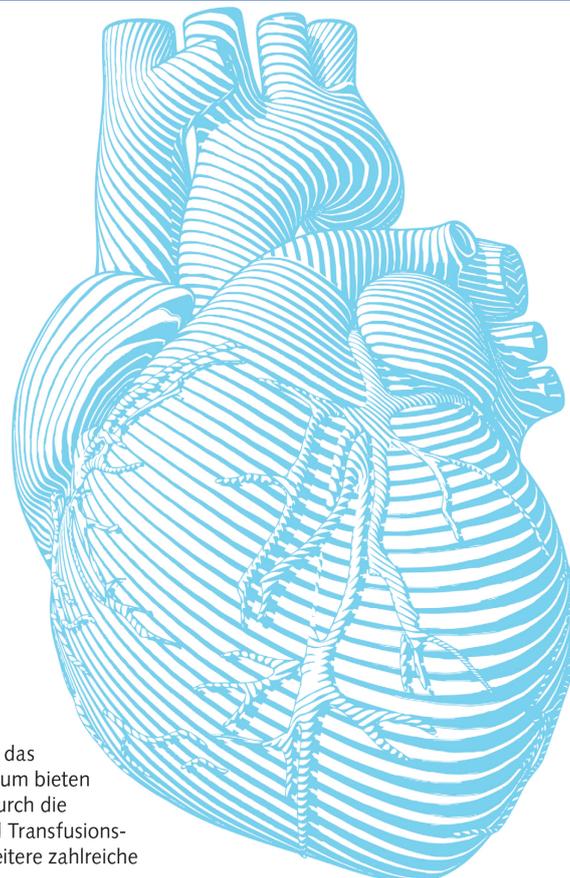
*Kollegiale Grüße,*

*Frank Münch, Präsident der DGfK*

*Ina Ischewski, Schriftführerin der DGfK*

DIAGNOSE:

# JOB MIT HERZ!



**WIR SUCHEN ZUM NÄCHSTMÖGLICHEN TERMIN IN VOLLZEIT ODER TEILZEIT EINEN**

## **KARDIOTECHNIKER (M/W/D)**

Das **Herz- und Diabeteszentrum Nordrhein-Westfalen** in Bad Oeynhausen ist ein Spezialklinikum zur Behandlung von Herz-, Kreislauf- und Diabeteserkrankungen. Die Universitätskliniken für Thorax- und Kardiovaskularchirurgie, Allgemeine und Interventionelle Kardiologie / Angiologie, Elektrophysiologie / Rhythmologie sowie das Kinderherzzentrum und Zentrum für angeborene Herzfehler und das Diabeteszentrum bieten in enger Kooperation ihre Leistungen an. Die Arbeit der Kliniken wird unterstützt durch die Universitätsinstitute der Anästhesiologie und Schmerztherapie, Laboratoriums- und Transfusionsmedizin sowie der Radiologie, Nuklearmedizin und molekularen Bildgebung und weitere zahlreiche angeschlossene Funktionsbereiche.

### **IHRE AUFGABEN IM HDZ NRW**

- Eigenverantwortliche Durchführung der extrakorporalen Zirkulation
- Durchführung der maschinellen Autotransfusion
- Anwendung von Herz- und Lungenunterstützungsverfahren (IABP, innerklinische und außerklinische ECMO/ECLS)
- Einsatz im Hybrid-OP bei kathetergestützten Klappenimplantationen (TAVI)
- Beteiligung an Bereitschafts- und Rufdiensten (inkl. Organentnahmedienste)

### **WIR WÜNSCHEN UNS**

- Abgeschlossene Ausbildung / Studium Kardiotechnik
- Zertifizierung nach EBCP
- Hohes Maß an Engagement und Flexibilität
- Selbstständige, verantwortungsbewusste Arbeitsweise
- Ausgeprägte Team- und Kommunikationsfähigkeit

### **WIR BIETEN AN**

- Sehr vielfältiges Arbeitsspektrum mit der Möglichkeit zur beruflichen Weiterentwicklung
- Strukturierte Einarbeitung und eine kollegiale Willkommenskultur
- Attraktives Arbeitsumfeld in einem engagierten, hochmotivierten Team
- Strukturiertes Arbeitszeitmodell mit Berücksichtigung individueller Dienstplanwünsche
- Interne und externe Fortbildungsmöglichkeiten
- Leistungsgerechte Vergütung nach TVöD-VKA sowie eine zukunftsorientierte Altersvorsorge
- Attraktives Mitarbeiterrestaurant, Fitnessbereich, Fahrrad-Leasing und viele weitere Benefits

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung, unabhängig von kultureller und ethnischer Herkunft, Alter, Religion, Behinderung sowie geschlechtlicher Identität. Für Rückfragen steht Ihnen gerne vorab Markus Rudloff unter Tel.: +49 (0)5731 97-3780 zur Verfügung.

**INTERESSIERT? DANN FREUEN WIR UNS AUF EINE BEWERBUNG ÜBER UNSER ONLINE-BEWERBUNGSSYSTEM UNTER [WWW.HDZ-NRW.DE/KARRIERE](http://WWW.HDZ-NRW.DE/KARRIERE).**



UNIVERSITÄTSKLINIKUM DER RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM  
MEDIZINISCHE FAKULTÄT OWL, UNIVERSITÄT BIELEFELD

## KARDIOTECHNIKER oder Klinischen Perfusionist<sub>(M/W/D)</sub>

### IHR AUFGABENBEREICH BEI UNS

- Selbstständige und eigenverantwortliche Durchführung der extrakorporalen Zirkulation in der Erwachsenenherzchirurgie
- Bereitstellung und Bedienung von mechanischen Herz- und Lungenunterstützungssystemen (ECLS/ECMO, Impella, LVAD)
- Überwachung und Betreuung von Patienten mit VAD Systemen (24/7 technischer Support und VAD Ambulanz)
- Technische Assistenz bei Herzschrittmacherimplantationen
- Kardiotechnischer Support bei interventionellen Eingriffen im Hybrid Saal und Herzkatheterlabor
- Maschinelle Autotransfusion und Fibrinklebererstellung
- Dokumentation, Qualitätssicherung und Statistik
- Interne Schulung und Training von Herz- und Lungenunterstützungssystemen
- Pflege und Wartung der medizinischen Geräte und Instrumente nach Herstellervorgabe sowie Sicherstellung der Einhaltung aller Hygiene- und Sicherheitsstandards

### HABEN WIR IHR INTERESSE GEWECKT? DANN UNTERSTÜTZEN SIE UNSER TEAM!

Dann freuen wir uns auf Ihre Online-Bewerbung unter <https://klinikum-karriere.de>

Für weitere Informationen steht Ihnen unser leitender Kardiotechniker Markus Rösener gerne zur Verfügung.

Markus Rösener  
Ltd. Kardiotechniker  
+49 6623 88 5447

Herz-Kreislauf-Zentrum  
Heinz-Meise-Straße 100  
36199 Rotenburg a. d. Fulda

### UNSERE WÜNSCHE AN SIE

- Abgeschlossene Ausbildung als Kardiotechniker oder Klinischer Perfusionist (m/w/d)
- Mehrjährige Berufserfahrung als Kardiotechniker
- Nachweis über die Fähigkeit zur selbständigen und eigenverantwortlichen Durchführung der extrakorporalen Zirkulation
- EBCP Zertifizierung wünschenswert

### UNSER ANGEBOT

- Vielfältiges Fort- und Weiterbildungsangebot zur Verfügung, wir unterstützen auch gerne externe Fort- und Weiterbildungen
- Vereinbarkeit von Familie und Beruf

Vertragskonditionen:

- VERGÜTUNG: Haustarif in Anlehnung an den TVÖD-K

## Kardiotechniker/Perfusionist (m/w/d) in Vollzeit für unsere Herz- und Thoraxchirurgie gesucht!

Die SHG-Kliniken Völklingen ist ein hoch spezialisiertes Krankenhaus mit der Schwerpunktversorgung Herzzentrum Saar, Lungenzentrum Saar, Psychiatrisches Zentrum, Gefäßzentrum, Uroonkologisches Zentrum und einer Klinik für Nephrologie.

### Das erwartet Sie

- Eigenverantwortliche Durchführung der extrakorporalen Zirkulation in der Erwachsenenherzchirurgie
- Bereitstellung und Bedienung von Unterstützungssystemen
- Assistenz bei kathetergeführten Herzklappenimplantationen (TAVI)
- Assistenz bei der Kunstherzimplantation (VAD-Systeme)
- Dokumentation und Qualitätssicherung
- Vergütung Äquivalent Stufe 10 TVÖD/VKA

### Weitere Informationen

Einsatz zum nächstmöglichen Zeitpunkt in Vollzeit.

Für weitere Auskünfte: Kavous Hakim, Chefarzt Herz- und Thoraxchirurgie, Telefon +49 6898/12-2472 oder Matthias Mambrei, Leiter Kardiotechnik, Telefon +49 6898/12-1286



QR-Code scannen,  
online bewerben.  
[www.leutegesucht.de](http://www.leutegesucht.de)

### Das bringen Sie mit

- Ausbildung zum Kardiotechniker (m/w/d)
- Zertifizierung nach EBCP
- Bereitschaft zur Teilnahme am Rufbereitschaftsdienst
- Teamgeist, Freundlichkeit und die Motivation in einem hochspezialisierten Beruf zu arbeiten



**SHG:** Kliniken Völklingen

Akademisches Lehrkrankenhaus  
der Universität des Saarlandes

Medtronic in ECLS

Innovative  
like no other



Crescent™ Jugular Dual Lumen Catheter



Nautilus™ Smart ECMO Module

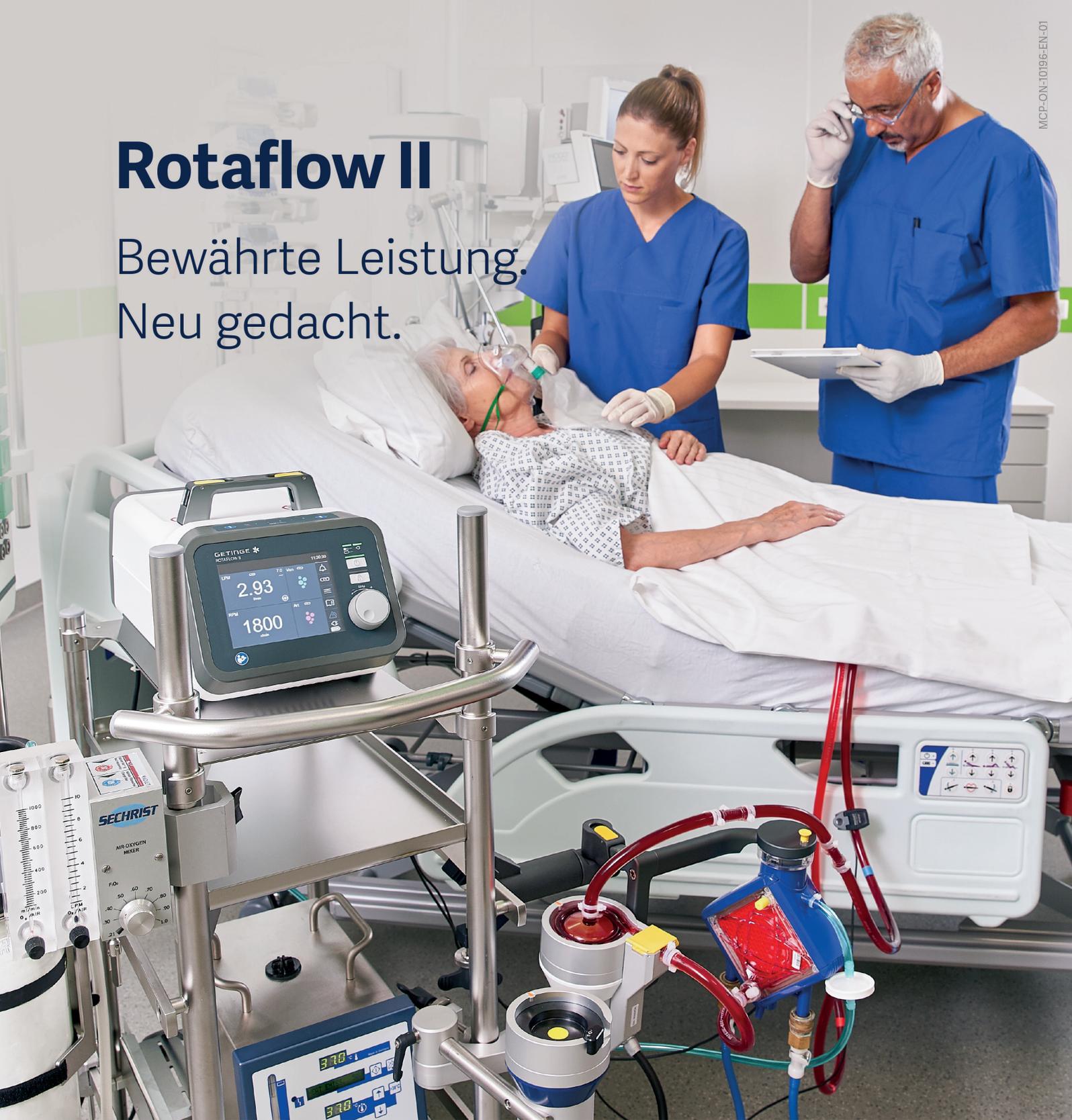


Bio-Medicus Life Support™

See the device manual for detailed information regarding the instructions for use, indications, contraindications, warnings, precautions, and potential adverse events. For further information, contact your local Medtronic representative and/or consult the Medtronic website at [www.medtronic.eu](http://www.medtronic.eu). For applicable products, consult instructions for use on [www.medtronic.com/manuals](http://www.medtronic.com/manuals). Manuals can be viewed using a current version of any major internet browser. For best results, use Adobe Acrobat® Reader with the browser. This information is intended only for users in markets where Medtronic products and therapies are approved or available for use as indicated within the respective product manuals. Content on specific Medtronic products and therapies is not intended for users in markets that do not have authorization for use.

# Rotaflow II

## Bewährte Leistung. Neu gedacht.



### Rotaflow steht Ihnen zur Seite.

Das Rotaflow II System ist ein zuverlässiges und leistungsstarkes System für die extrakorporale Lebenserhaltung (Extracorporeal Life Support, ECLS), das Ihnen die Flexibilität bietet, die Sie für die Patientenversorgung benötigen.



Scannen Sie den QR-Code und erfahren Sie mehr über das Rotaflow II System



**GETINGE** 