

# KARDIOTECHNIK

Perfusion | Monitoring | Organprotektion | Medizinische Informatik | Elektrostimulation

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

**LivaNova**  
Health innovation that matters

**THANK  
YOU**

[www.livanova.com](http://www.livanova.com)

ETHICAL COLLABORATION IN HEALTHCARE CERTIFIED  
Licensed by ABH

*Kommentar zum Beitrag aus KT 01/1975 von Jörg Optenhöfel:*

Chirurgie am offenen Herzen bei Säuglingen und Kleinkindern: Konstruktion und Erprobung einer Herz-Lungen-Maschine für Säuglinge

M. Turina

Kinderperfusion in Deutschland 4.0 „Hardware“

S. Tiedge, C. Klüß, M. Amha, G. Stockinger, C. Neubert, F. Münch

Maschinelle Autotransfusionsgeräte im Vergleich – in der Praxis

S. Mayer, F. Wenzel, G. Hipp, U. F. W. Franke, M. Rufa

## XTRA<sup>®</sup>

Das ATS-System der Xtra-Klasse  
Innovativ-Intuitiv-Leistungstark



### Verlag / Publisher

KTV Kongress & Zeitschrift GmbH, Bad Nauheim | Geschäftsführer Dieter Lorenz

### Herausgeber / Editor

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

### Mitherausgeber / Associate Editor

Maik Foltan | Sven Maier | Benjamin Haupt | 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

### Chefredaktion / Managing Editor

Petra Kirsten-Treptow

Die Zeitschrift KARDIOTECHNIK veröffentlicht im Peer-Review-Verfahren Originalartikel, klinische und experimentelle Arbeiten, Fallberichte, Übersichtsreferate, Leserbriefe und Buchbesprechungen aus dem Bereich Perfusion, Monitoring, Organprotektion, Medizinische Informatik und Elektrostimulation.

The German Journal of Perfusion KARDIOTECHNIK 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 perfusion, monitoring, organ protection, computer science in medicine and electric stimulation.



Thank you to Health Care Professionals who are working tirelessly to fight COVID-19 in our communities.

### Heft 2/2021

#### Erscheinungstermin

31.05.2021

#### Einsendeschluss für

##### ● redakt. Beiträge

23.02.2021

##### ● Anzeigenaufträge

16.04.2021

### Heft 3/2021

#### Erscheinungstermin

10.09.2021

#### Einsendeschluss für

##### ● redakt. Beiträge

31.05.2021

##### ● Anzeigenaufträge

26.07.2021

## Inhalt

## Seite

<b>Editorial</b> .....	2
<b>Kommentar zum Beitrag aus KT 01/1975 von Jörg Optenhöfel:</b> Chirurgie am offenen Herzen bei Säuglingen und Kleinkindern: Konstruktion und Erprobung einer Herz-Lungen-Maschine für Säuglinge <i>M. Turina</i> .....	4
<b>Kinderperfusion in Deutschland 4.0 „Hardware“</b> <i>S. Tiedge, C. Klüß, M. Amha, G. Stockinger, C. Neubert, F. Münch</i> .....	8
<b>Maschinelle Autotransfusionsgeräte im Vergleich – in der Praxis</b> <i>S. Mayer, F. Wenzel, G. Hipp, U. F. W. Franke, M. Rufa</i> .....	26
<b>Journal-Club:</b> Early Lactate Changes Improve the Outcome Prediction for Extracorporeal Membrane Oxygenation .....	32
Late Inflow or Outflow Obstruction Requiring Surgical Intervention after HeartMate 3 Left Ventricular Assist Device Insertion. ....	32
Minimized Perfusion Circuit for Acute Type A Aortic Dissection Surgery ....	33
<b>Industrie:</b> free life ECMO/ECLS Blood Heater Unit FT2800pro .....	34
<b>Recht:</b> Arbeitnehmer müssen unbillige Weisungen des Arbeitgebers nicht befolgen .....	35
<b>Kongresse:</b> 49. Internationale Jahrestagung und 12. Fokustagung Herz .....	37
Kardioplegie und ihre Fallstricke – Update 2020 .....	38
<b>Aktuell:</b> Deutscher Herzbericht 2019 bestätigt hervorragende herzchirurgische Versorgung in Deutschland .....	39
Leistungsdaten der Kinderherzmedizin 2019 .....	40
Gerinnungshemmer bei angeborenen Herzfehlern: Größte Studie weltweit weist auf Risiken bei DOAKs hin .....	41
Den Herzinfarktauslösern auf der Spur: Fehlgeleitete Immunzellen können zur Gefäßschädigung beitragen .....	41
Künstliche Intelligenz soll die Prävention von koronaren Herzkrankheiten unterstützen .....	42
<b>Mitteilungen der DGfK</b> .....	43
<b>Stellenanzeigen</b> .....	VI
<b>Kongresstermine &amp; Impressum</b> .....	50

Redaktion KARDIOTECHNIK  
im Internet: <http://www.dgfk.de>

Gelistet und indexiert in:  
Current Contents Medizin  
EMBASE – Excerpta Medica  
SCImago Journal & Country Rank  
SCOPUS

# Editorial



Liebe Leserinnen  
und Leser,  
liebe Kolleginnen  
und Kollegen,

der Bericht zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz 2012 (Drucksache 17/12051 vom 03.01.2013, Anhang 4), Pandemie durch Virus „Modi-SARS“ liest sich wie das Drehbuch eines Horrorfilms. Dieses mögliche Szenario wurde seinerzeit unter fachlicher Federführung des RKI durchgeführt. Das Pandemieszenario beschreibt den hypothetischen Verlauf einer Pandemie in Deutschland. Die Wahl des hypothetischen Modi-SARS-Virus für die Risikoanalyse erfolgte vor dem Hintergrund, dass eine natürliche Variante 2003 sehr unterschiedliche Gesundheitssysteme schnell an ihre Grenzen gebracht hat. Die Vergangenheit hatte gezeigt, dass neuartige Erreger schwerwiegende Seuchenereignisse auslösen können (z. B. SARS-Coronavirus (CoV), H5N1-Influenzavirus, Chikungunya Virus).

Das für das Szenario gewählte hypothetische Modi-SARS-Virus ist ein neuartiger Krankheitserreger und ist wie der natürliche SARS-CoV über die Atemwege übertragbar und in fast allen Eigenschaften mit diesem identisch. Die Inkubationszeit beträgt ca. 5 Tage. Die Infektion hat bei Ausbruch eine Letalität von ca. 10 %. Die Infektionskrankheit breitet sich sporadisch und in Clustern aus. Für das vorliegende Szenario wird ein Gesamtzeitraum von 3 Jahren angesetzt, mit der Annahme, dass der Erreger im Verlauf mutiert und auch Personen, die bereits eine Infektion durch-

lebt haben, wieder ansteckt. Es kommt zu 3 Erkrankungswellen unterschiedlicher Intensität. Durch die Globalisierung findet eine starke Durchmischung von Waren und Personen statt. Obwohl die laut Infektionsschutzgesetz und Pandemieplänen vorgesehenen Maßnahmen durch die Behörden schnell umgesetzt werden, kann die rasche Verbreitung des Virus aufgrund des kurzen Intervalls zwischen zwei Infektionen nicht effektiv aufgehalten werden. Das Gesundheitssystem wird vor immense Herausforderungen gestellt, die nicht bewältigt werden können. Mittel zur Eindämmung sind z. B. Schulschließungen und Absagen von Großveranstaltungen.

Das erinnert stark an die reale Situation 2020/2021. Im Frühjahr 2020 zeigte sich sehr schnell, wie es um unsere digitale Infrastruktur bestellt ist. Vor allem in der Bildung wurde schnell klar, dass durch Einsparungen, Lehrermangel und Überalterung unsere Schulen gefühlt noch in der „digitalen Steinzeit“ steckengeblieben sind. Bei der Umstellung auf Online-Unterricht musste man feststellen, dass weder der Internetausbau noch die Befähigungen der Lehrkräfte ausreichen, um den Wandel hin zu modernen Online- und Präsenzunterrichtsbildungskonzepten leicht hinzubekommen. Auch ich musste für mich feststellen, ein „digitaler Dinosaurier“ zu sein. Hinzu kommt, dass unsere Arbeitsplätze oft nicht mit der nötigen Hardware ausgestattet sind, wir aber jeden Tag lernen, ein Stück besser mit den neuen Medien umzugehen. Selbst der Konservativste unter uns muss sich eingestehen: Ein Systemwandel muss her. Hybridveranstaltungen, Online-Meetings und andere digitale Konzepte werden unsere Zukunft nachhaltig umgestalten. Um die Auswirkungen auf unsere Zukunft selbst zu bestimmen, müssen wir uns den neuen Konzepten anpassen bzw. diese im Idealfall selbst weiterentwickeln.

Nur so können wir die Zukunft aktiv mitgestalten.

Auch wir als wissenschaftliche Fachgesellschaft mussten erleben, dass Dienstreisen nicht mehr möglich waren und wir dazu angehalten waren, persönliche Kontakte auf ein Minimum zu reduzieren. So mussten wir für uns und unsere Kollegen neue Kommunikationsstrukturen finden, um weiter als Fachgesellschaft funktionieren zu können und um die Anliegen unseres Berufes als Perfusionisten weiter zu vertreten. Um die Reisetätigkeit prinzipiell zu reduzieren und schneller Entscheidungen treffen zu können, hielten wir bereits seit 2016 neben Präsenz- auch Online-Vorstandssitzungen ab. Im Jahr 2020 fanden von 10 Sitzungen nur noch 2 als Präsenz-sitzungen statt, diese natürlich unter den höchstmöglichen Sicherheitsmaßnahmen.

Im Editorial 3/2020 beschrieb unser Präsident Dr. Adrian Bauer bereits, dass wir uns auf Veränderungen im Ablauf unserer Jahrestagung einstellen müssen. Damals war diese noch als Hybridveranstaltung geplant, 4 Wochen vor dem Termin zwang uns die Pandemie, kurzfristig komplett neue Wege zu gehen und die gesamte Tagung in den virtuellen Raum zu verlegen, damit sie überhaupt stattfinden kann. Nun zeigte sich ein ganz besonders interessantes Phänomen, z. B., dass unsere virtuelle Mitgliederversammlung nun von 149 Teilnehmern begleitet wurde – ein Plus von fast 100 %. Firmen-Workshops und Symposien hatten in der Spitze 197 Zuhörer, während der Präsenztagung waren es oft nur 10 bis 20 Teilnehmer. Unsere hochkarätigen wissenschaftlichen Sitzungsblöcke besuchten statt 50 nun bis zu 217 Teilnehmer. Nach den Rückmeldungen der Teilnehmer und der Industrie zu urteilen, war es trotz schwieriger Ausgangsbedingungen ein gelungener Kongress. Ein Novum ist sicher auch, dass die Kongressteilnahme

noch bis 15. Januar 2021 möglich war und so jeder, der noch nicht online war, sich die nötigen Weiterbildungspunkte auch später abholen konnte. Aufgezeichnete Vorträge machten das möglich – und diese Möglichkeit sollten wir im Sinne der breiteren Weiterbildung in der Zukunft weiterhin nutzen. „Hybrid“ ist nicht nur in Bezug auf die Mobilität, sondern auch für die Fort- und Weiterbildung ein gutes Konzept. Wir wissen nicht, was uns das Jahr 2021 noch abverlangen wird, aber ich sehe uns gut gerüstet.

Bereits 1971 haben unsere Kollegen Weitsicht bewiesen und am 26. Juni 1971 den Verband der Kardiotechniker Deutschlands (die spätere Deutsche Gesellschaft für Kardiotechnik) gegründet. Das Jahr 2021 ist das Jubiläumsjahr der DGfK, die ein halbes Jahrhundert alt wird! Es wäre daher wünschenswert, dass wir unsere Jubiläums-Jahrestagung als Präsenzveranstaltung mit Hybridanteilen vom 19.–21. November 2021 in Wiesbaden abhalten können.

Nun zu diesem Journal und dem Jubiläum unseres Verbandes. In jeder Ausgabe dieses Jubiläumsjahres der Zeitschrift KARDIOTECHNIK wird es einen kommentierten Artikel aus jedem Jahrzehnt des Journals geben. Die erste Ausgabe der KARDIOTECHNIK wurde im Mai 1975 in den immer noch vorhandenen Räumen der Kardiotechnik in Erlangen zusammengestellt, durch Peter Böttcher herausgegeben und durch Peter Becker verlegt. Bemerkenswerterweise hat sich in 46 Jahren an den Zielen der Zeitschrift und des Verbandes nichts geändert.

Hier ein Originalzitat von Josef Güttler, dem damaligen Vorsitzenden der DGfK: „Die Hauptaufgabe der Zeitschrift soll sein, den Mitgliedern Nachrichten des Verbandes anzubieten. Sie wird über Erkenntnisse auf dem Gebiet der Kardiotechnik, über Fortbildung und technische

Fortschritte ebenso berichten wie über besondere Probleme und Ereignisse.“ Weiter heißt es: „Auch die Zeitung lebt von Nachrichten; mögen sie vom Vorstand, von dem Team eines Herzzentrums, einem Kardiotechniker oder Verbandsmitglied kommen. Ihre Kritik, Anregung und Informationen sind erwünscht und nötig, damit aus der Zeitschrift KARDIOTECHNIK ein für jeden Kardiotechniker unentbehrliches Informationsorgan wird.“

Im Grußwort schrieb Prof. Dr. med. H. G. Borst damals (ehemaliger Präsident der DGTHG) wörtlich: „Möge die Zeitschrift auch dazu beitragen, die verantwortlichen Politiker und Vertreter der Arbeitgeber- und Arbeitnehmerverbände erneut auf die Misere in unserem Berufszweig hinzuweisen. Eine Berufsanerkennung mit einer vorausgehenden Berufsausbildung sowie ein bundeseinheitliches Tarifrecht für Kardiotechniker sind längst überfällig. Diesen Missstand baldigst auszuräumen, muss unser aller Ziel sein. Sicherlich genügt es nicht mehr, dass Klinikdirektoren in z. T. zermürbenden Einzelaktionen gewisse lokale Erfolge für ihre Kardiotechniker erringen.“

Im ersten Heft des Jahres 2021 hat unser Kollege Jörg Optenhöfel den im Original 1975 abgedruckten Beitrag „Chirurgie am offenen Herzen bei Säuglingen und Kleinkindern: Konstruktion und Erprobung einer Herz-Lungen-Maschine für Säuglinge“ von Dr. med. M. Turina und Prof. Dr. med. A. Senning kommentiert und in die heutige Zeit überführt.

Seit Jahren begeistern uns die Kollegen der verschiedenen Arbeitsgruppen der DGfK mit gemeinsamen Stellungnahmen zu aktuellen Themen unseres Fachgebietes. Passend zum Thema wurde unter Leitung von Sebastian Tiedge eine Stellungnahme der AG Kinder- und Säuglingsperfusion der DGfK zu möglichen Komponenten

für die Perfusion von Kindern und Säuglingen zusammengefasst. Der Artikel „Kinderperfusion in Deutschland 4.0 ‚Hardware‘“ beschreibt den wissenschaftlichen Zusammenhang und die Einsatzmöglichkeiten von verfügbaren und möglichen EKZ-Komponenten für die verschiedenen Patientengrößen.

Die Kollegen aus Stuttgart beschreiben im Praxistest die Unterschiede zwischen dem Cell-Saver5+ vs. dem neuen CATSmart. Hierbei zeigten sich die Vor- und Nachteile der jeweiligen Systeme. Die gewonnenen Daten sind gut aufbereitet und bieten einen sehr guten praxisrelevanten Überblick.

Ich wünsche Euch allen ein tolles und zukunftsweisendes Jahr und wünsche Ihnen allen viel Spaß beim Lesen der KARDIOTECHNIK.

Euer Frank Münch  
Vizepräsident der DGfK

## Kommentar zum Beitrag aus KARDIOTECHNIK 01/1975

von Jörg Optenhöfel

# Chirurgie am offenen Herzen bei Säuglingen und Kleinkindern: Konstruktion und Erprobung einer Herz-Lungen-Maschine für Säuglinge

M. Turina, Chir. Univ. Klinik A, Kantonspital Zürich  
Direktor: Prof. Dr. med. A. Senning

Mai 1975: Ich war noch keine sieben Jahre alt, als die Erstausgabe der Zeitschrift KARDIOTECHNIK erschien. Bestimmt habe ich an anderes gedacht als an die „Konstruktion und Erprobung einer Herz-Lungen-Maschine für Säuglinge“. Und doch blicke ich jetzt zurück auf immerhin ein Vierteljahrhundert Kardiotechnik, Herz-Lungen-Maschine und Kinderperfusion. Aber worum geht es in dem Artikel: Das große Problem bei der Anwendung der Herz-Lungen-Maschine bei kleinen und kleinsten Patienten war das große Trauma, das sie verursachten. Riesige Oberflächen, Bubbleoxygenatoren und Füllvolumina, bei dem ein gestandener Kardiotechniker Probleme hätte, das entsprechende Äquivalent in Form von Bier zu trinken. Bis zu diesem Zeitpunkt war es oftmals nur möglich die kleinen, herzkranken Patienten durch eine Palliation ohne HLM (z. B. BT-Shunt oder Bändelung) in ein korrekturfähiges Alter zu bringen. Sprich: Die Kinder mussten erst einmal reifen und eine Größe und ein Gewicht erreichen, mit dem man sie auch an eine Herz-Lungen-Maschine anschließen konnte und sie das enorme Trauma überstehen konnten. Die Kardiologen waren dann bereits soweit: Die Katherteknik war entwickelt. Es gab entsprechend kleine Katheter, deren Messungen über Sättigung, Druckverlauf und Kontrastmitteldarstellung die Voraussetzungen für eine primäre Frühkorrektur bildeten. Jetzt war die Herzchirurgie gefragt hier gleichzuziehen. So war der „Evolutions-

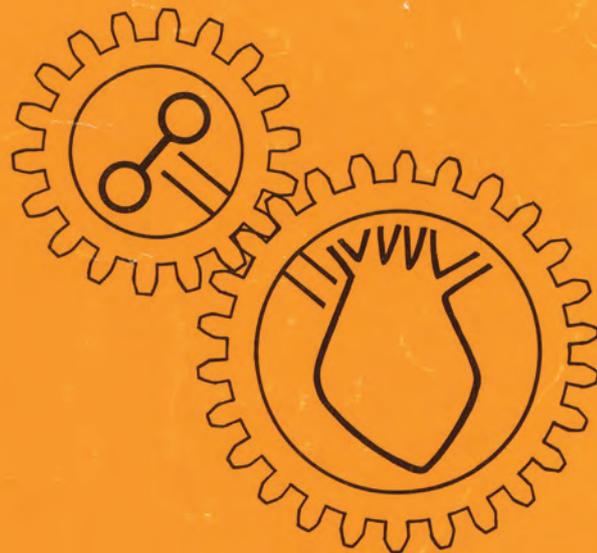
druck“, kleinere, weniger traumatisierende Herz-Lungen-Maschinen zu entwickeln, enorm hoch.

Ein interessanter Artikel und ich möchte die Frage stellen: Wo und in welche Richtung geht der „Evolutionsdruck“ heute? Wenn hier nur noch Kosteneffizienz einen Faktor darstellt, sind wir arm dran. Wissenschaftliche Auseinandersetzung, Ziele definieren und Ansprüche an die Qualität der

Perfusion hochzuhalten: Hiervon handelt diese Arbeit mit einem beeindruckenden Beispiel aus der Pionierzeit der Kardiotechnik. Spannend!

Viele Grüße  
Jörg Optenhöfel

## KARDIO - TECHNIK



Dipl.-Ing. (FH) Jörg Optenhöfel  
Leitung Abt. Kardiotechnik  
Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations-  
und Gefäßchirurgie  
Medizinische Hochschule Hannover (MHH)  
OE 6205,  
Carl-Neuberg-Str. 1, 30625 Hannover,  
Deutschland  
Tel.: +49 511 532 5068,  
Fax: +49 511 532 8204,  
Mobil: +49 1761 532 5068  
optenhoefel.joerg@mh-hannover.de  
<https://www.mh-hannover.de/htt>

Jahrgang 1 Heft Nr. 1 1975

## Chirurgie am offenen Herzen bei Säuglingen und Kleinkindern

Konstruktion und Erprobung einer Herz-Lungen-Maschine für Säuglinge

M. Turina Chir. Univ. Klinik A, Kantonsspital Zürich  
Direktor: Prof. Dr. med. A. Senning

Die chirurgischen Eingriffe am offenen Herzen in den ersten zwei Lebensjahren sind mit einer hohen Mortalität belastet, deren Ursache — neben den bekannten technischen und physiologischen Schwierigkeiten der Chirurgie im Säuglingsalter — hauptsächlich in der Technik des kardiopulmonalen Bypasses zu suchen sind. Die wesentlichen, bisher nicht vollständig gelösten Probleme betreffen die Traumatisierung des Blutes und das exzessive Füllvolumen der Herz-Lungen-Maschine sowie die ungenügende Kontrolle des zirkulierenden Blutvolumens und des Perfusionsdurchflusses. Obschon die bisher verwendete zweizeitige Behandlung der angeborenen Herzmißbildungen (palliativer Eingriff im ersten Lebensjahr, gefolgt von einer Totalkorrektur im Alter von 4–5 Jahren)

eine brauchbare Behandlungsmethode darstellt, erscheint die frühzeitige Totalkorrektur des Herzfehlers in der frühen Jugend als ein wünschenswertes Ziel. Zu diesem Zwecke wurde eine neue Herz-Lungen-Maschine konstruiert, experimentell getestet und bei 18 Kindern erfolgreich angewandt.

### *Beschreibung der Herz-Lungen-Maschine für Säuglinge*

Die Herz-Lungen-Maschine verwendet einen Membranoxygenator, wodurch das Bluttrauma reduziert und die Kontrolle des zirkulierenden Blutvolumens wesentlich verbessert wird. Eine Rollenpumpe erzeugt einen kontrollierten Unterdruck im venösen Schenkel des Perfusionssystems und befördert somit

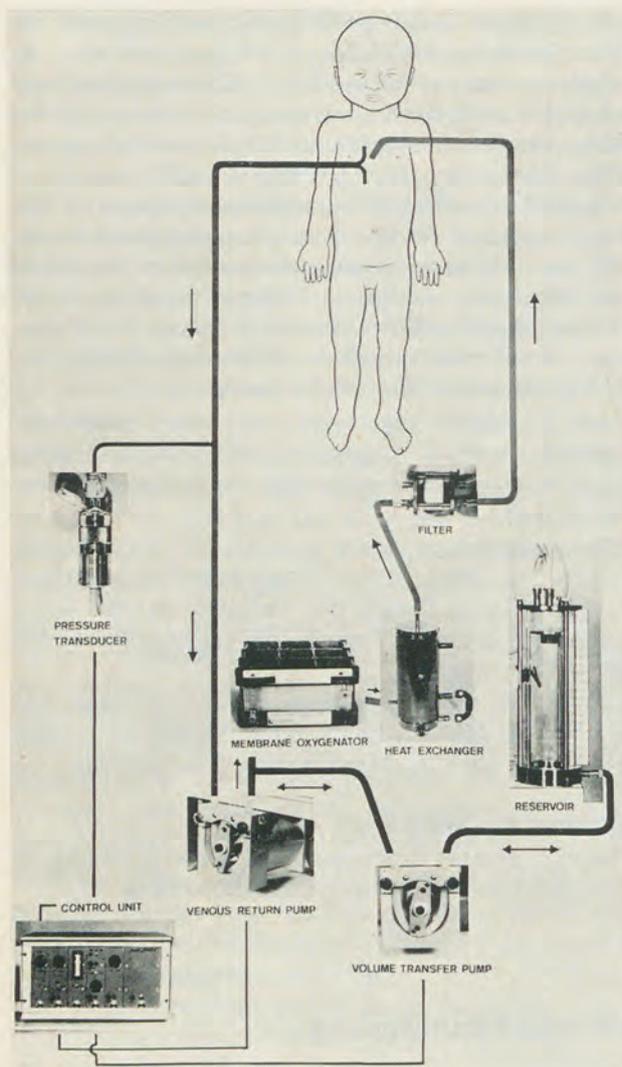


Abb. 1

das venöse Blut durch den Membranoxygenator durch den Wärmeaustauscher und durch einen Filter zurück in die Aorta (Abb. 2). Somit zirkuliert das Blut während des Bypasses in einem hydraulisch geschlossenen System, womit sich schon geringe Volumenverschiebungen als Veränderungen des Perfusionsthroughflusses bemerkbar machen. Ein zusätzliches Reservevolumen wird in einem Reservoir gespeichert; dieses ist durch eine zweite Rollenpumpe mit dem Perfusionssystem verbunden, wodurch genau kontrollierte Volumenverschiebungen ermöglicht werden. Der Unterdruck im venösen Schenkel wird durch einen Druckabnehmer gemessen; die veno-arterielle Pumpe wird automatisch abgestellt, wenn der Unterdruck  $-50$  mm Hg überschreitet.

*Experimentelle Erprobung*

Mehr als 50 experimentelle Perfusionen waren nötig, bis die Herz-Lungen-Maschine für Säuglinge für die klinische Verwendung freigegeben werden konnte. Die kleinen Hunde (mit einem Körpergewicht zwischen 2,5 und 8,5 kg) wurden dabei verwendet. Der totale kardiopulmonale Bypass wurde in Normthermie bei einer Durchflußrate zwischen 140–160 ml/kg/min erreicht, bei 30° betrug die optimale Durchflußmenge 100 ml/kg/min. Diese Durchflußrate wurde bei einem venösen Unterdruck von  $-20$  bis  $-40$  mm Hg erreicht; der Druck im Membranoxygenator betrug zwischen 150–300 mm Hg und wurde hauptsächlich durch die Größe der Arterienkanüle und durch den peripheren Gefäßwiderstand bestimmt. Dieser nahm in Hypothermie hochsignifikant zu und kehrte nach dem Aufwärmen des Tieres zum Ausgangswert zurück. Während der ganzen Perfusion konnte ein normales pH mit nur minimaler metabolischer Azidose gehalten werden; die Sauerstoffsättigung fiel im normothermen Bypass gelegentlich unter 95 %, wenn die Sauerstofftransferkapazität des Membranoxygenators überschritten wurde.

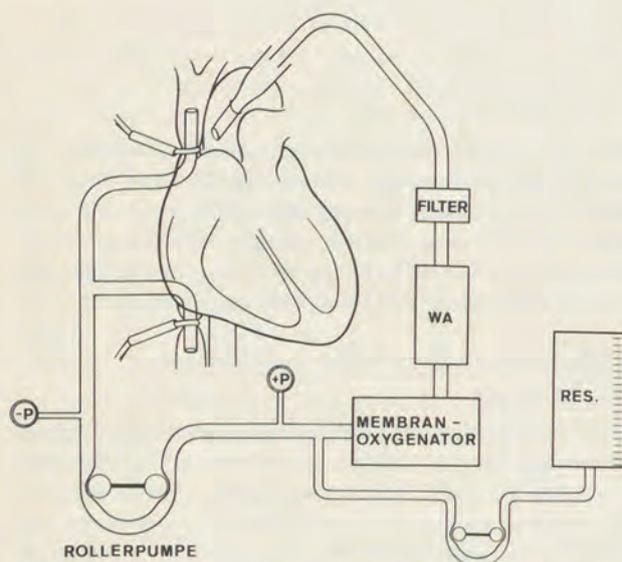


Abb. 2

Abb. 3

PRESSURE GRADIENT ACCROS  $1m^2$  LANDE - EDWARDS MEMBRANE OXYGENATOR  
(MEAN  $\pm$  SD)

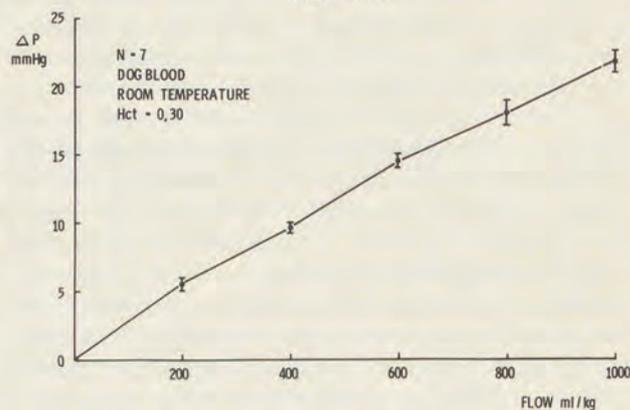
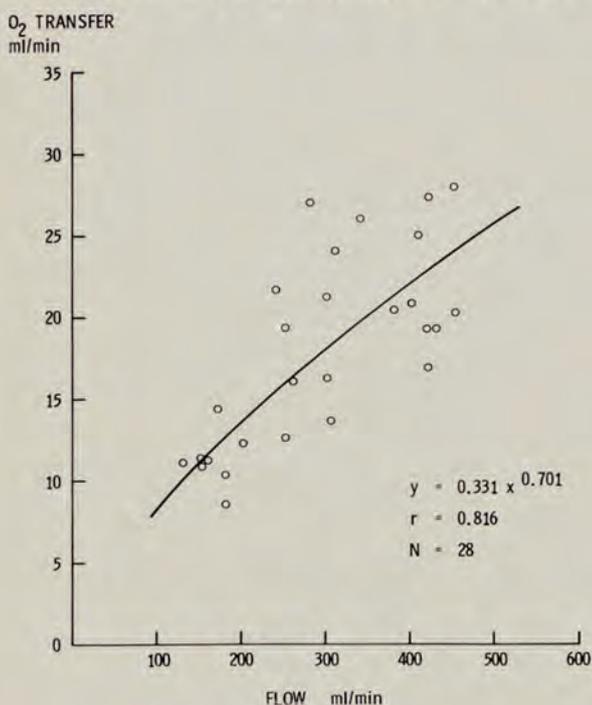


Abb. 4

OXYGEN TRANSFER IN 1 m<sup>2</sup> LANDÉ-EDWARDS MEMBRANE OXYGENATOR

Das Syndrom der sogenannten Postperfusionslunge wurde bei den ersten Experimenten häufig beobachtet, konnte jedoch durch den Einbau eines arteriellen Filters effektiv verhindert werden. Eine ausgeprägte Leuko- und Thrombopenie wurde regelmäßig beobachtet; die Hämolyse betrug 40 mg %/ freies Plasmahämoglobin pro Stunde. Eine sehr konstante Erscheinung war auch eine Hypokaliämie sowie der Abfall des plasmatischen kolloidosmotischen Druckes.

#### Klinische Erfahrungen

Die Herz-Lungen-Maschine für Säuglinge wurde bei 18 Kleinkindern im Alter von 2,5–18 Monaten (Mittel 9 Monate) verwendet. Das Körpergewicht der Patienten variierte zwischen 4,0–8,7 kg (Mittel 6,5 kg). Die Totalkorrektur wurde unternommen bei 10 Patienten mit Ventrikelseptumdefekt, 4 mit Fallotscher Tetralogie, 2 mit Transposition der großen Gefäße, 1 mit total falsch mündenden Lungenvenen und 1 mit einem großen linksventrikulärem Aneurysma, welches durch den abnormen Abgang der linken Koronararterie aus der A.pulmonalis verursacht wurde. Mit einer einzigen Ausnahme (total falsch mündende Lungenvenen) wurden alle Patienten durch eine mediane Sternotomie operiert. Die Herz-Lungen-Maschine wurde mit einer Mischung aus Albumin und Heparinblut gefüllt, so daß im Bypass ein Hämotokrit von 0,30 resultiert. Der Anschluß des Patienten an die Herz-Lungen-Maschine

erfolgte durch Einführen der Plastikkanülen in die Aorta ascendens, V.cava superior und V.cava inferior. Eine linksventrikuläre Dekompression wurde nur selten verwendet. Der kardiopulmonale Bypass begann mit einer langsamen Durchmischung in Normothermie; die Körpertemperatur wurde dann bis 30° C herabgesetzt, das Kammerflimmern elektrisch erzeugt und die Aorta ascendens abgeklemmt. Die Technik der intrakardialen Korrektur war gleich wie bei älteren Patienten. Nach dem Verschuß der Kardiotomie wurden die Herzhöhlen entlüftet, die koronare Perfusion wieder freigegeben und das Herz defibrilliert. Die mittlere Bypassdauer betrug 50 Minuten, wobei die Zeiten bei der Fallot'schen Tetralogie und Transposition der großen Arterien länger waren als bei den Patienten mit Ventrikelseptumdefekt. Der kardiopulmonale Bypass konnte bei allen Patienten erfolgreich durchgeführt werden. Zwei Kinder mit Tetralogie von Fallot verstarben infolge der Operation: bei beiden lag die Todesursache in einer iatrogenen Einengung der Koronararterie. Alle überlebenden Patienten waren postoperativ in gutem metabolischem Zustand, das arterielle Blut war voll gesättigt und der Mittelwert des freien Plasmahämoglobins betrug lediglich 11,3 mg %.

Die ersten klinischen Erfahrungen mit der Totalkorrektur der kongenitalen Herzfehler in den ersten zwei Lebensjahren unter Verwendung einer Herz-Lungen-Maschine für Säuglinge zeigen, daß solche Eingriffe mit durchaus niedrigem Risiko durchgeführt werden können. Eine sofortige Totalkorrektur soll bei allen Patienten mit symptomatischem Ventrikelseptumdefekt, pulmonaler und aortaler Stenose, total falsch mündenden Lungenvenen und bei unkomplizierten Transpositionen der großen Arterien durchgeführt werden. Der Wert einer solchen Operation ist fraglich bei der komplizierten Transposition der großen Arterien und bei der Fallot'schen Tetralogie; bei solchen Patienten muß der Entscheid für eine Totalkorrektur oder Palliativoperation individuell getroffen werden. Bei einer kleineren Gruppe der selteneren Herzanomalien (totaler av-Kanal, Transposition mit subvalvulärer Pulmonalstenose oder schwere Mitral- und Aortenklappenveränderungen) kann dagegen die Totalkorrektur infolge der begrenzten chirurgischen Möglichkeiten noch nicht durchgeführt werden.

Anschrift des Verfassers:

Doz. Dr. med. M. Turina, Chir. Univ. Klinik A  
Rämistr. 100, CH-8006 Zürich

S. Tiedge<sup>2</sup>, C. Klüß<sup>3</sup>, M. Amha<sup>4,5</sup>,  
G. Stockinger<sup>4,5</sup>, C. Neuber<sup>6</sup>, F. Münch<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Kinderherzchirurgische Abteilung  
Universitätsklinikum Erlangen,  
Loschgestraße 15, 91054 Erlangen,  
Universität Erlangen-Nürnberg,  
(Direktor: Prof. Dr. R. A. Cesnjevar)

<sup>2</sup> Medizinische Hochschule Hannover,  
Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations-  
und Gefäßchirurgie, Abteilung Kardiotechnik,  
Carl-Neuberg-Straße 1, 30625 Hannover,  
(Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. A. Haverich;  
Bereichsleiter Chirurgie angeborener  
Herzfehler: Dr. A. Horke)

<sup>3</sup> Klinik für Kinderherzchirurgie und  
angeborene Herzfehler  
(Direktor: Dr. Eugen Sandica),  
Herz- und Diabeteszentrum NRW,  
Ruhr Universität Bochum,  
Georgstr. 11, 32545 Bad Oeynhausen

<sup>4</sup> Universitäres Herz- und Gefäßzentrum  
Hamburg, Sektion Herzchirurgie  
für angeborene Herzfehler,  
(Direktor: Prof. Dr. Dr. Reichenspurner,  
Sektionsleiter: Prof. Dr. A. Rütger),  
Martinistraße 52, 20246 Hamburg,

<sup>5</sup> Life Systems Medizintechnik-Service GmbH,  
Schlossstrasse 525, 41238 Mönchengladbach

<sup>6</sup> Universitätsklinikum Heidelberg,  
Klinik für Herzchirurgie,  
Im Neuenheimer Feld 430, 69120 Heidelberg  
(Leiter Sektion Kinderherzchirurgie:  
Prof. Dr. T. Loukanov)

 Frank Münch  
ORCID-iD: 0000-0002-2790-0418

Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Tiedge  
Leiter AG „Kinder- und Säuglings-  
perfusion“ der DGfK e.V.  
Stellvertretende Leitung Abt. Kardiotechnik  
Bereichsleitung Kinder- und Säuglings-  
perfusion  
Medizinische Hochschule Hannover  
Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations-  
und Gefäßchirurgie  
Carl-Neuberg-Straße 1  
30625 Hannover  
Tel.: +49 (0)511 / 532 5068  
E-Mail: tiedge.sebastian@mh-hannover.de

## HIGHLIGHTS

- physikalische Grenzen der Minimalisierung der EKZ
- einheitliche Kanülenlisten
- Übersicht aktuell erhältlicher Medizinprodukte für Kinder- und Säuglingsperfusion
- Einsatz VAVD bei pädiatrischer Perfusion
- Hämofiltration an der EKZ

# Kinderperfusion in Deutschland 4.0 „Hardware“ – AG „Kinder- und Säuglingsperfusion“ der Deutschen Gesellschaft für Kardiotechnik

## ZUSAMMENFASSUNG

**Einleitung:** Die Patientenklintel in der Kinderherzchirurgie reicht vom Neugeborenen bis zum Erwachsenen. Viele Studien zeigen, dass die Gabe von Fremdblutprodukten zu transfusionsbedingten Komplikationen führen kann. Neben Infektionen sind höhere Mortalitätsraten durch kardiale, nephrologische, hepatische und vor allem pulmonale Komplikationen bekannt. Der Verbrauch an Blutprodukten sollte deshalb durch präoperative Optimierung, blutsparende Operationsverfahren und ein restriktives Transfusionsmanagement vermindert werden. Im Bereich der Kardiotechnik kann durch die Miniaturisierung der Systeme für die extrakorporale Zirkulation (EKZ) und durch Anwendung moderner Perfusionsregime der Fremdblutbedarf reduziert werden. Vor allem Säuglinge mit angeborenen Herzfehlern haben entwicklungsbedingt häufig ein sehr geringes Körpergewicht und kleine Gefäßlumina. Das hierbei benötigte individuelle Vorgehen, verlangt vom klinischen Perfusionisten, sich im physikalischen Grenzbereich des Perfusionssystems zu bewegen. Um routinemäßig eine optimale, patientenorientierte Perfusion anbieten zu können, ist es nötig, alle für ein EKZ-System benötigten Komponenten, wie z. B. Oxygenator, Hämofilter und Schlauchsystem mit ihren speziellen und physikalischen Leistungsdaten zu kennen.

**Schlussfolgerung:** Eine „maßgeschneiderte“ Perfusion strebt die Versorgung der Körperorgane mit der kleinstmöglichen invasiven, jedoch notwendigen Störung der Homöostase an. Das betrifft u. a. den Durchmesser und die Länge des Schlauchsystems, die Distanz und Position der Pumpen zum Operationstisch sowie die Größe der Kanülen. Die optimale Zusammensetzung aller Komponenten benötigt im Idealfall ein sehr geringes Füllvolumen und ermöglicht so eine fremdblutfreie Perfusion. Die AG „Kinder- und Säuglingsperfusion“ hat es geschafft, eine Bestandsaufnahme der in Deutschland vorherrschenden Perfusionskonzepte vorzunehmen. Durch das Teilen von Erfahrung und Wissen konnten Über-

sichtslisten, Handlungsempfehlungen sowie einheitliche Perfusionskonzepte erarbeitet werden. Hierdurch ist es möglich geworden, die hohe Qualität der Kinderperfusion in Deutschland noch weiter zu verbessern.

## SCHLÜSSELWÖRTER

Kinder- und Säuglingsperfusion, Verbrauchsartikel für extrakorporale Zirkulation, Fremdbluttransfusion, patientenorientierte Perfusion, Hämodilution

## ABSTRACT

**Introduction:** The patients in pediatric cardiac surgery range from newborns to adults. Many studies show that the administration of foreign blood products can lead to transfusion-related complications. In addition to infections, higher mortality rates due to cardiac, nephrological, hepatic and especially pulmonary complications are known. The consumption of blood products should therefore be reduced by preoperative optimization, blood-saving surgical procedures and restrictive transfusion management. In the field of perfusionists, the need for foreign blood can be reduced by miniaturizing the extracorporeal circulation (ECC) systems and applying modern perfusion regimes. Especially infants with congenital heart defects often have a very low body weight and small vascular lumina. The individual approach called for here requires the clinical perfusionist to operate the perfusion system at its physical limit. In order to routinely offer optimal, patient-oriented perfusion, it is necessary to know all the components required for an ECC system, such as oxygenator, hemofilter and tubing system with their special and physical performance data.

**Conclusion:** “Customized” perfusion aims to supply the body’s organs with the least invasive yet essential disturbance of homeostasis. This involves the diameter and length of the tubing system, the distance and position of the pumps to the operating desk, and the size of the cannulas. The optimal composition of all components ideally involves a very small filling volume, which enables

perfusion without foreign blood products. The Child and Infant Perfusion Working Group has succeeded in taking stock of the perfusion concepts prevailing in Germany. Overview lists, recommendations for action and uniform perfusion concepts were developed by sharing experience and knowledge. This made it possible to further improve the high quality of child perfusion in Germany.

## KEYWORDS

Pediatric and neonatal perfusion, disposable extracorporeal circulation, foreign blood transfusion, patient-oriented perfusion, hemodilution

## Einleitung

Mit Gründung der Arbeitsgruppe „Kinder- und Säuglingsperfusion“ der Deutschen Gesellschaft für Kardiotechnik e. V. im Jahr 2013 ist es gelungen, den in Deutschland tätigen Kinderperfusionisten eine gemeinsame Plattform zu bieten. Hauptziele der Arbeitsgruppe sind die Bestandsaufnahme der in Deutschland vorherrschenden Perfusionskonzepte sowie die Entwicklung von Handlungsempfehlungen für die Kinder- und Säuglingsperfusion.

Eine Besonderheit im Bereich der Chirurgie angeborener Herzfehler ist die große Spanne der Patientenklintel in Bezug auf Alter, Größe und Gewicht. Um routinemäßig vom Neugeborenen bis zum Erwachsenen ein optimales patientenorientiertes EKZ-System zur Verfügung zu stellen, ist es notwendig, die Einsatz- und Grenzbereiche der jeweilig verwendeten Komponenten wie Oxygenatoren, Kanülen und Schläuche zu kennen. Nur durch die Optimierung und Anpassung des jeweiligen EKZ-Systems in Bezug auf Komponentenauswahl und Schlauchlänge ist es möglich, die Oberfläche und das Füllvolumen des verwendeten HLM-Systems zu minimieren.

Je ungünstiger das Verhältnis zwischen Blutvolumen des Patienten und Primingvolumen der HLM ist, desto größer ist die Notwendigkeit der Zugabe von Blutprodukten ins Priming. Viele Studien konnten zeigen, dass die Gabe von Fremdblutprodukten zu transfusionsbedingten Komplikationen führen kann. Neben Infektionen sind höhere Mortalitätsraten durch kardiale, nephrologische, hepatische und vor allem pulmonale Komplikationen bekannt [1-4]. Es gibt zunehmend Hinweise, dass eine liberale Transfusion von Blutprodukten in der Herzchirurgie die Morbidität von Kindern ungünstig beeinflussen kann [5, 6]. Der

Gebrauch von Blutprodukten soll deshalb durch präoperative Optimierung, blutsparende Operationsverfahren und restriktive Transfusion vermindert werden. Um die Nebeneffekte möglichst gering zu halten, wurde mit Hilfe möglichst kleiner EKZ-Systeme und verändertem Perfusionsregime der Fremdblutbedarf reduziert [7].

Eine große Herausforderung derzeit ist die Verfügbarkeit entsprechender Medizinprodukte. Durch den ständigen Wandel der Medizinproduktehersteller-Landschaft und durch geänderte gesetzliche Vorgaben nimmt vor allem im Bereich der Kinderperfusion die Produktvielfalt ab. Es führt zum Teil dazu, dass durch die geringen Verbrauchsmengen – bezogen auf den gesamten Weltmarktverbrauch – und die steigenden Anforderungen im Zulassungsprozess viele Produkte als unrentabel vom Markt genommen werden. Dadurch werden notwendige Neu- und Weiterentwicklungen gesetzter Produkte ausgebremst oder gar nicht erst begonnen. Wenn dieser Trend nicht durchbrochen wird, führt das dazu, dass in naher Zukunft bei verschiedenen Produkten kaum noch Auswahl möglich ist und dass bei Produktionsausfällen Versorgungsengpässe in den Kliniken entstehen können.

Durch die Vernetzung und den ständigen Austausch innerhalb der Arbeitsgruppe erreichen wir trotz zum Teil schwieriger Rahmenbedingungen einen hohen Wissensstand aller beteiligten Kinderperfusionisten. Somit ist es möglich, von den Erfahrungen der Kollegen anderer Kliniken zu profitieren, die eigenen EKZ-Systeme zu optimieren und neue Perfusionskonzepte in die Klinik einzubringen. Auf diese Weise kann die Kardiotechnik ihren Anteil an einer optimalen Patientenversorgung leisten und Morbidität und Mortalität in ihrem Bereich weiter senken.

## WELCHE KANÜLEN SIND FÜR WELCHE PATIENTEN GEEIGNET?

Klinikspezifische Kanülenlisten leisten einen wichtigen Beitrag zur Vereinheitlichung der Perfusion in einer Klinik. Anhand einiger Eckpunkte wurde eine allgemeingültige Kanülenliste erstellt, die für die entsprechenden Flussbereiche Empfehlungen zur Größe der arteriellen und venösen Kanülen in Abhängigkeit vom Ort der Kanülierung macht (Tab. 1). Ein Eckpunkt für die Erstellung dieser Kanülenliste ist ein arterieller Liniendruck von maximal 250 mmHg. Die Empfehlungen in der Liste beziehen sich auf Flusswertestufen. Die zusätzliche Angabe des Körper-

gewichts der Patienten ist als Richtwert zu sehen, da für die Berechnung des benötigten Sollflusses die Körpergröße des Patienten ebenfalls mit einbezogen werden muss. Neben den vorgegebenen Kanülengrößen sind Innendurchmesser und die Länge der venösen Linie entscheidend für die venöse Drainage. Daher wurde die Notwendigkeit der Verwendung einer vakuumassistierten venösen Drainage (VAVD) mit angegeben. Bei dem verwendeten Vakuum sollte ein Sog von größer als -60 mmHg nicht überschritten werden, um eine unnötige Blutschädigung zu verhindern [8].

Hinderlich für eine allgemeingültige Kanülenliste sind unklare Außendurchmesserangaben der Firmen. Diese sind nicht valide bzw. mit einer hohen Toleranzbreite versehen. In einer Versuchsreihe von Münch et al. konnten Toleranzen im Außendurchmesser bei arteriellen Kanülen von bis zu 11 % festgestellt werden [9]. Die tatsächlichen Außendurchmesser sind vor allem in der Kinderherzchirurgie, mit kleinen Gefäßlumina, sehr relevant. Um das Problem zu verdeutlichen, im Folgenden das Beispiel der Kanülierung des Truncus brachiocephalicus bei einer Norwood I Palliation. Hierbei wird der arterielle Patientenzugang über eine Shuntanlage auf den Truncus brachiocephalicus realisiert. Würde man einen 3,5-mm-Shunt verwenden, sollte eine 10-Fr-Kanüle (AD: 3,3 mm) passen. Tatsächlich passen einige 10-Fr-arterielle Kanülen hier nicht, da sie einen Außendurchmesser von 3,59 mm aufweisen [9].

## ÜBERSICHT GÄNGIGER KANÜLEN IN DER KINDERHERZCHIRURGIE

In den nachfolgenden Tabellen sind gängige arterielle und venöse Kanülen sowie Perfusionszubehör aufgelistet. Da seitens der Industrie die für die Kinderperfusion verfügbare Produktpalette leider immer weiter ausgedünnt wird, ist eines der Hauptanliegen der Arbeitsgruppe die Erstellung von Vergleichs- bzw. Verfügbarkeitslisten. So kann man sich über alternative Produkte und deren Einsatzbereiche informieren. Diese Tabellen 2–6 wurden nach bestem Wissen recherchiert, haben aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

## ROLLERPUMPEN

In der Kinder- und Säuglingsherzchirurgie sind aufgrund ihrer einfachen Handhabung und feinen Steuerbarkeit in der Regel Rollerpumpen im Einsatz. Gebräuchliche Schlauchdurchmesser für die Verdrängerpumpen sind hierbei 1/8" (ID 3,18 mm), 3/16" (ID 4,76 mm), 1/4" (ID 6,35 mm),

Flow ml/min	art. Linie	venöse Linie	Vak.*	Körpergewicht	Aorta	Aorta	SVC / IVC	SVC / IVC	TwoStage / Rechter Vorhof	Art. Fem / cervical	Ven. Fem. / cervical
Produkt	Zoll	Zoll		kg		gerade	90° / 90°	gerade / gerade			
	1/8	3/16	nein	< 2,5	2,0 mm	6 Fr	10 Fr / 10 Fr	12 Fr / 12 Fr			
bis 600	1/8	3/16	nein	bis 3	2,6 mm	8 Fr	10 Fr / 12 Fr	12 Fr / 14 Fr	16 Fr		
600-800	1/8	3/16	ja	bis 4,5	2,6 mm	8 Fr	10 Fr / 14 Fr	12 Fr / 16 Fr	18 Fr	8 Fr	12 Fr
800-1000	1/8	3/16	ja	bis 7	3,0 mm	10 Fr	10 Fr / 16 Fr	12 FR / 16 Fr	20 Fr	10 Fr	14 Fr
1000-1300	3/16	1/4	nein	bis 10	3,0 mm	10 Fr	12 Fr / 16 Fr	14 FR / 16 Fr	22 Fr	10 Fr	14 Fr
1300-1500	3/16	1/4	nein	bis 12	3,5 mm	12 Fr	12 Fr / 16 Fr	14 Fr / 18 Fr	22 Fr	12 Fr	15 Fr
1500-1800	1/4	1/4	ja	bis 17	3,5 mm	12 Fr	14 Fr / 18 Fr	16 Fr / 20 Fr	24 Fr	12 Fr	17 Fr
1800-2300	1/4	3/8	nein	bis 20	4,0 mm	12 Fr	14 Fr / 18 Fr	16 Fr / 20 Fr	24 Fr	12 Fr	17 Fr
2300-2600	1/4	3/8	nein	bis 25	4,5 mm	14 Fr	16 Fr / 20 Fr	18 Fr / 22 Fr	26 Fr	14 Fr	17 Fr
2500-3000	1/4	3/8	nein	bis 30	4,5 mm	14 Fr	16 Fr / 22 Fr	18 Fr / 24 Fr	29 / 29 Fr	15 Fr	19 Fr
3000-3500	1/4	3/8	nein	bis 47	4,5 mm	16 Fr	18 Fr / 22 Fr	20 Fr / 24 Fr	29 / 29 Fr	15 Fr	19 Fr
3500-4500	1/4	3/8	nein	bis 60		16 Fr	20 Fr / 24 Fr	22 Fr / 26 Fr	29 / 29 / 29 Fr	17 Fr	21 Fr
4500-5500	3/8	3/8	ja	bis 90		18 Fr	24 Fr / 24 Fr	24 Fr / 28 Fr	29 / 29 / 29 Fr	19 Fr	23 Fr
5500-6500	3/8	3/8	ja	bis 120		20 Fr		24 Fr / 32 Fr	32 / 40 Fr	21 Fr	25 Fr
6500-...	3/8	1/2	nein	mehr als 120		22 Fr		28 Fr / 32 Fr	32 / 40 Fr	21 Fr	25 Fr

\* VAK. = Vakuum; bei grenzwertigen Kanülengrößen kann die Vakuum-Anlage für einen verbesserten venösen Rückfluss notwendig sein; ab 4,5 l Rückfluß über 3/8 Zoll-Linie ist Vakuumunterstützung notwendig

Tab. 1: Allgemeingültige Kanülenliste

5/16" (ID 7,94 mm), 3/8" (ID 9,54 mm) und 1/2" (ID 12,7 mm). Aktuell sind in Europa drei Herz-Lungen-Maschinentypen erhältlich. Bei allen Herstellern ist die maximal einstellbare Drehzahl 250 U/min. Die in der Literatur empfohlene maximale Drehzahl ist 162 U/min, um ein möglichst geringes Bluttrauma bei adäquater Blutförderung zu erreichen [10]. In Tabelle 7 wurden alle erhältlichen Pumpengrößen und Typen bezogen auf ihre maximale Fördermenge bei 162 U/min aufgelistet.

#### GRUNDLAGEN SCHLAUCHWIDERSTÄNDE

Um den Bedarf an Fremdblutprodukten sowie das Primingvolumen und die Oberfläche des EKZ-Kreislaufes so gering wie möglich zu halten, ist eine größtmögliche Miniaturisierung des Schlauchsystems notwendig. Gerade bei den Tischlinien wirken sich Änderungen im Durchmesser wie auch in der Länge erheblich auf den Schlauchwiderstand aus. Wird das Gesetz von Hagen-Poiseuille in Analogie zum Ohm'schen Gesetz gesetzt, erkennt man an der vereinfachten Formel  $W = l / r^4$ , dass sich der Widerstand (W) proportional zur Schlauchlänge (l) verhält, während der Radius (r) des Schlauches indirekt proporti-

onal mit einem Faktor 4 eingeht [11, 12]. Da das Gesetz von Hagen-Poiseuille nur für stationäre laminare Strömung einer homogenen Flüssigkeit in einem starren Rohr gilt, ist es auf die Strömung des Blutes, als nicht-Newton'sche Flüssigkeit, nur bedingt anwendbar. Mit seiner Hilfe kann jedoch eine näherungsweise Abschätzung des Schlauchwiderstands gemacht werden [13]. Um den Strömungswiderstand in der arteriellen und venösen Linie bestimmen zu können, kann die Formel hinsichtlich des Druckabfalls ( $\Delta p$ ) umgestellt werden und nach Einsetzen und Umrechnen der entsprechenden Parameter in mmHg errechnet werden. Abbildung 1 zeigt den theoretischen, rechnerischen Verlauf der Schlauchwiderstände aller gängigen Schlauchdurchmesser in Abhängigkeit des verwendeten Flusses. Für die Berechnung wurde eine normale Viskosität des Blutes, von 4 mPa s, angenommen.

Gesetz von Hagen-Poiseuille:

$$\dot{V} = \frac{\pi \cdot \Delta p \cdot r^4}{8 \cdot \eta \cdot l}$$

Hagen-Poiseuille-Analogie:  $\Delta p = W \cdot \dot{V}$

$$\text{Gefäßwiderstand: } W = \frac{8 \cdot \eta \cdot l}{\pi \cdot r^4}$$

Druckabfall Schlauch:

$$\Delta p = \frac{\dot{V} \cdot 8 \cdot \eta \cdot l}{r^4 \cdot \pi}$$

$\dot{V}$  = Volumenstrom [m<sup>3</sup>/s]  
 $\eta$  = Viskosität [pa\*s]  
 l = Länge des Schlauches [m]  
 r = Durchmesser des Schlauches [m]

#### VERBINDUNGSSCHLÄUCHE AUS KUNSTSTOFF

Neben den Schlauchlängen ist der Durchmesser der Verbindungsschläuche der entscheidende Faktor für minimalisierte Kinder-EKZ-Systeme (Tab. 8).

#### Auswahl und Spezifikation von EKZ-Verbindungsleitungen

Polyvinylchlorid (PVC) lässt sich Extrudieren, Spritzgießen, Blasformen, Sintern oder in beliebige Formen pressen. Durch die Zugabe von Additiven wird die PVC-Matrix so verändert, dass sie die nötigen Eigenschaften für die medizinische Anwendung aufweist. Medizinisches PVC besteht bis zu 50 % ihres Gesamtgewichts aus

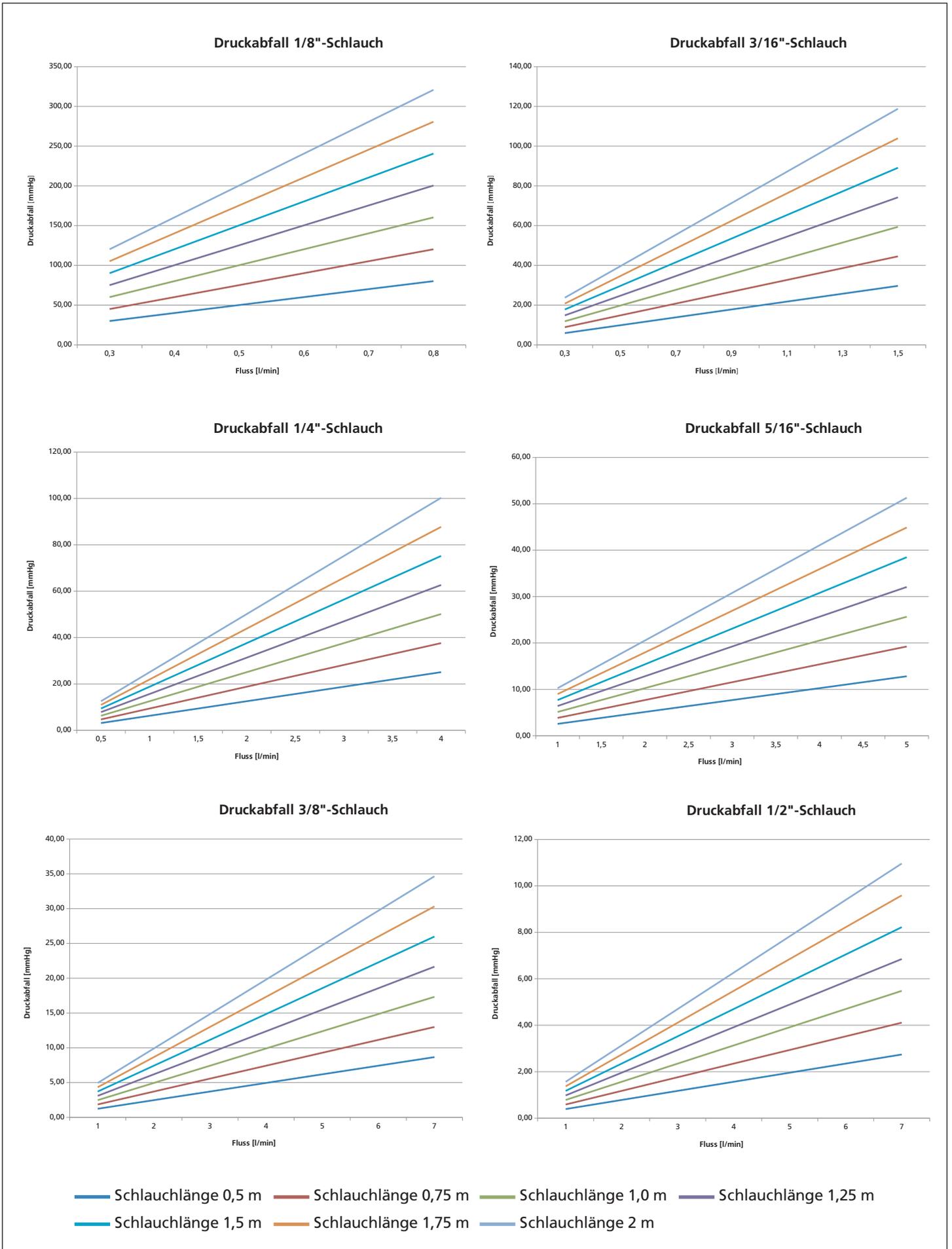


Abb. 1: Übersicht Druckabfall unterschiedlicher Schläuche mit der Viskosität des Blutes

	Typ	Ref-Nr	Konnektor [Zoll]	Größe [Fr]	Größe [mm]	Länge [cm]	Besonderheit
Medtronic	DLP pediatric vented DLP pediatric non-vented	77006 - 77016 77106 - 77116	1/4	6-16	2,0-5,3	22,9	weiche Spitze
	DLP pediatric vented DLP pediatric non-vented	77206 - 77212 77306 - 77312	3/16	6-12	2,0-4,0	22,9	weiche Spitze
	DLP straight tip	75008 - 75014	1/4	8-14	2,3-4,7	17,8	gerade Spitze clear tip
	DLP straight tip	70016 73016	1/4 3/8	16	5,3	17,8	gerade Spitze clear tip
Andocor	Arterial Paediatric Cannulae	AP04519V - AP12019V	3/16-1/4	4,5-12	1,5-4,0	23	90° Metallkopf
Xcell	Arterial Cannula	IFAC-PSR-ST-08 - IFAC-PSR-ST-16	1/4	8-16	2,7-5,3	21	straight plastic tip, reinforced with stylet
	Arterial Cannula	IFAC-PSR-08 - IFAC-PSR-16	1/4	8-16	2,7-5,3	20,5	straight plastic tip, reinforced, without suture ring
	Arterial Cannula	IFAC-PSN-08 - IFAC-PSN-16	1/4	8-16	2,7-5,3	20,5	straight plastic tip, non-reinforced
	Arterial Cannula	IFAC-PCR-12 - IFAC-PCR-14 IFAC-PCR-16	1/4 3/8	12-14 16	4,0-4,7 5,3	21,5	curved plastic tip, reinforced
	Arterial Cannula	IFAC-PCN-12 - IFAC-PCN-14 IFAC-PCN-16	1/4 3/8	12-14 16	4,0-4,7 5,3	21,5	curved plastic tip, non-reinforced
LivaNova	Arterial Cannula gerade LL Arterial Cannula gerade	A232-30B - A232-45B A232-30C - A232-45C	1/4	9-14	3,0-4,5	22 - 23	gerade Spitze, reinforced, suture collar
	Arterial Cannula curved LL Arterial Cannula curved	A222-30B - A222-45B A222-30C - A222-45C	1/4	9-14	3,0-4,5	22 - 23	gebogene Spitze, reinforced, suture collar
	Arterial Cannula curved LL Arterial Cannula curved	A212-30B - A212-45B A212-30C - A212-45C	1/4	9-14	3,0-4,5	22 - 23	90° Spitze aus Plastik, reinforced, suture flange
	Arterial Cannula curved	A272-15N - A272-45N	3/16-1/4	5-14	1,5-4,5	22	135° Spitze aus Plastik, reinforced, suture collar
	Arterial Cannula curved	A900-98 - A900-155	3/16-1/4	8-12	2,6-3,8	22	135° Spitze aus Plastik, reinforced, suture collar
freelife	Arterielle Kanüle Pediatric	FLK A12 G 08 - FLK A12 G 16 FLK A12 E 08 - FLK A12 E 16	3/16 1/4	8-16	2,6-5,3		drahtverstärkt, gerade, weiche Spitze
	Arterielle Kanüle gerade LL Arterielle Kanüle gerade	FLK A04 E 08 - FLK A04 E 14 FLK A04 C 08 - FLK A04 C 14	1/4	8-14	2,6-4,5		drahtverstärkt, gerade, mit Ring
	Arterielle Kanüle gebogen LL Arterielle Kanüle gebogen	FLK A03 E 08 - FLK A03 E 14 FLK A03 C 08 - FLK A03 C 14	1/4	8-14	2,6-4,5		drahtverstärkt, gebogen mit Ring

Tab. 2: Übersicht arterielle Kanülen

Weichmachern, die keine chemische Bindung mit der PVC-Matrix eingehen und so ins Kontaktmedium migrieren können [14]. Patienten, die beispielsweise mit einer Bluttransfusion oder einer extrakorporalen Zirkulation (EKZ) behandelt werden, kommen mit vielen verschiedenen medizinischen Einwegprodukten aus PVC in Berührung. Diese setzen dabei signifikante Mengen an Weichmachern in das Kontaktmedium frei, welche dann vom Patienten aufgenommen werden [15-18]. Es konnte über mehrere Studien nachgewiesen werden, dass DEHP (di-2(Ethylhexyl)phthalat) als der wohl am häufigsten verwendete Weichmacher in PVC-Medizinprodukten in signifikanten Mengen in das Kontaktmedium Blut migriert [19-22]. Gegenüber DEHP und anderen Phthalaten be-

stehen schwerwiegende toxikologische Bedenken hinsichtlich ihrer Wirkung auf die endokrinen Funktionen, was wiederum zu Entwicklungs- und Reproduktionsschädigungen führen kann [23-28]. DEHP wird darüber hinaus als möglicherweise krebserregend für den Menschen eingestuft [29]. Interessanterweise wurde 2005 der Einsatz von DEHP und einigen anderen Phthalaten in Spielzeug und Babyartikeln von der Europäischen Union (EU) verboten [30]. In Medizinprodukten dagegen wird DEHP bis heute anscheinend unbedenklich eingesetzt [31]. Leider wird immer noch davon ausgegangen, dass die Vorteile von DEHP in Medizinprodukten die Risiken für die Patienten überwiegen [28, 32]. Mittlerweile stehen viele alternative PVC-Additive bzw. Kunststoffe zur Verfügung, die bedenken-

los in Medizinprodukten eingesetzt werden können [33-35]. Einer dieser alternativen PVC-Zusätze, der speziell für den Einsatz in Medizinprodukten entwickelt wurde, ist Tri-2-Ethylhexyltrimellitat (TEHTM), auch als noDOP bezeichnet [36]. In mehreren Studien konnte bereits nachgewiesen werden, dass TEHTM eine verminderte Migrationsrate im Vergleich zu DEHP hat [14, 16-18]. Weitere Studien zeigten eine deutlich geringere Toxizität von TEHTM im Vergleich zu DEHP [32, 37-39]. Der von der Europäischen Kommission ermittelte Grenzwert für DEHP mit einer tolerierbaren täglichen Aufnahme (tolerable daily intake, TDI) von 50 µg/kg/d wird bei Operationen mit extrakorporaler Zirkulation bereits bei kurzen Eingriffen um ein Vielfaches überschritten. Exempla-

	Typ	Ref-Nr	Konnektor [Zoll]	Größe [Fr]	Größe [mm]	Länge [cm]	Besonderheit
Medtronic	DLP Malleable Single Stage	68112 - 68116 68118 - 68124	1/4 1/4-3/8	12-16 18-24	4,0-5,3 6,0-8,0	30,5 38,1	gerade biegsam
	DLP Single Stage	66112 - 66116 66118 - 66124	1/4 1/4-3/8	12-16 18-24	4,0-5,3 6,0-8,0	30,5 38,1	gerade
	DLP Right Angle Single Stage	67512 - 67516 67518 - 67524	1/4 1/4-3/8	12-16 18-24	4,0-5,3 6,0-8,0	30,5 38,1	90° Kunststoff
	DLP Single Stage Right Angle Metal Tip	67312 - 67320	1/4	12-20	4,0-6,7	35,6	90° Metallkopf
	DLP Single Stage Right Angle Metal Tip	69312 - 69320	3/8	12-20	4,0-6,7	35,6	90° Metallkopf
Andocor	Venous Cannula	01V101L7 - 01V121L7 01V141L7 - 01V201L7	3/16-1/4 1/4	10-12 14-20	3,3-4,0 4,7-6,6	35	90° Metallkopf
Xcell	Venous Return Cannula	VC-PSR-12 - VC-PSR-16 VC-PSR-18 - VC-PSR-26	1/4 5/16	12-16 18-26	4-5,3 6,0-7,6	38	straight plastic tip, reinforced
	Venous Return Cannula	VC-PCR-12 - VC-PCR-16 VC-PCR-18 - VC-PCR-26	1/4 5/16	12-16 18-26	4-5,3 6,0-7,6	38	curved plastic tip, reinforced
	Venous Return Cannula	VC-MCR-12 - VC-MCR-16 VC-MCR-18 - VC-MCR-26	1/4 5/16	12-16 18-26	4-5,3 6,0-7,6	38	curved metal tip, reinforced
LivaNova	Venous Cannula gerade	RV-40012 - RV40016 RV-40018 - RV40024	1/4 1/4-3/8	12-16 18-24	4-5,3 6,0-8,0	30,5 36	straight lighthouse tip, reinforced
	Venous Cannula gerade	V122-14 - V122-22	1/4	14-22	4,7-7,3	30	straight bullet tip, reinforced
	Venous Cannula gebogen	RV-41012 - RV-41016 RV-41018 - RV-41024	1/4 1/4-3/8	12-16 18-24	4-5,3 6,0-8		90° curved, lighthouse tip, reinforced
	Venous Cannula gebogen	V900-143 V900-144 - V900-145	3/16-1/4 1/4	14 16-18	4,7 5,3-6,0	26	90° curved, reinforced
	Venous Cannula gebogen	V132-10 - V132-12 V132-14 - V132-20	3/16-1/4 1/4	10-12 14-20	3,3-4 4,7-6,7	25 - 26 26 - 27	90° curved, reinforced, suture collar
freelife	Venöse Kanüle gerade Venöse Kanüle gerade Ring	FLK V02 A 12 - FLK V02 A 26 FLK V04 A 12 - FLK V04 A 26		12-26	4,0-7,6		straight, reinforced
	Venöse Kanüle gebogen Venöse Kanüle gebogen Ring	FLK V01 A 12 - FLK V01 A 26 FLK V11 A 12 - FLK V11 A 26		12-26	4,0-7,6		90°, reinforced

Tab. 3: Übersicht venöse Kanülen

risch erreicht ein Säugling mit einem Körpergewicht von 5 kg KG diesen Grenzwert schon durch den Kontakt mit einem EKZ-Schlauchset. In der Langzeitanwendung mittels extrakorporaler Membranoxygenierung (ECMO) kann es zu einer 380-fachen Überschreitung des TDI für DEHP kommen. Verwendet man dagegen PVC-Systeme mit TEHTM, für den von der Europäischen Kommission ein TDI von 1 mg/kg/d angegeben ist, wird selbst bei extrem langen Kontaktzeiten, wie es bei ECMO-Einsätzen der Fall ist, der TDI für TEHTM nicht erreicht (0,09-fache TDI-TEHTM) [17].

### VAKUUMASSISTIERTE VENÖSE DRAINAGE AN DER EKZ

Die venöse Drainage aus dem Herzen ist aufgrund der durch die Höhendifferenz vom Operationstisch zum venösen Reservoir erzeugten Sogwirkung sichergestellt (Abb. 2). Durch kleinere Lumina der venösen Kanülen und Tischlinien sowie der patientennahen Positionierung des Re-

servoirs werden die natürlichen physikalischen Gegebenheiten aufgehoben [40]. Obligatorisch ist eine vakuumassistierte venöse Drainage (VAVD) bei der Verwendung kleiner Venenkanülen, dünner Schlauchlumina (Abb. 1) oder einer zu geringen Höhendifferenz zwischen OP-Tisch und Eingang des venösen Reservoirs [41-43].

### Das Arbeiten mit einer vakuumassistenten venösen Drainage (VAVD)

Der Einsatz der vakuumassistenten venösen Drainage erfordert einen für den Einsatz an der HLM konzipierten Vakuum-Controller (Tab. 9). Dieser ist mit einem einfachen Schlauchsystem mit Bakterienfilter und Kondenswasserfalle zum Schutz des VAVD-Controllers und des vakuumgenerierenden Systems im Krankenhaus ausgestattet. Das Arbeiten mit einem Vakuum-Controller setzt grundlegende Kenntnisse des Funktionsprinzips und entsprechende Erfahrung voraus. Grundsätzlich sollte die Anwendung restriktiv erfolgen

[44]. Bei einem ausreichenden venösen Rückfluss sollte der Sog am Vakuum-Regulator auf den atmosphärischen Druck umgestellt werden. Ein exzessiver Sog kann zum Kollabieren des gesamten venösen Gefäßsystems führen. Dies hätte einen massiven Lufteintritt in das venöse System zur Folge, welcher möglicherweise weder durch den venösen Filter noch durch den Oxygenator, noch durch den arteriellen Filter beseitigt werden kann und somit zurück in den Patientenkreislauf gelangen könnte. Folgen sind gasförmige Mikroembolien sowie eine massive Hämolyse durch die hohen Scherkräfte [8, 42, 45]. Die Schwelle des negativen Drucks beträgt laut Jeger et al. 120 mmHg [46]. J. G. Kwak et al. zeigten in ihrer klinischen Arbeit, dass es möglich ist, einen negativen Druck bis zu -60 mmHg zu verwenden, ohne eine wesentliche Hämolyse bei Kindern unter 10 kg Körpergewicht zu verursachen [8].

Ein oft unterschätztes, aber dennoch wichtiges Utensil eines Hartschalen-Reser-



Abb. 2: Auswirkung einer venösen Drainage bei Patienten > Reservoir

voirs, welches mit VAVD betrieben wird, ist ein Über- bzw. Unterdruckventil. Diese Ventile öffnen bei einem Sog von  $-150$  mmHg und einem Druck von  $8-25$  mmHg im Reservoir [47, 48]. Auf das Problem des exzessiven Sogs wurde bereits eingegangen. Ein Überdruck im venösen Reservoir kann entstehen, wenn am Reservoir alle Öffnungen verschlossen sind, der VAVD-Controller noch ausgeschaltet und kein Druckausgleich zur Atmosphäre geschaffen ist, jedoch die Sauger bereits laufen. Ist der Überdruck im System höher als der hydrostatische Druck des Gefalles vom OP-Tisch zum Eingang des Reservoirs, entsteht ein Druckausgleich in Richtung Patient, welcher neben einem AIR-Block auch eine massive Luftembolie verursachen kann.

#### Take Home Massage VAVD

Ein Vakuum-Controller ist erst dann anzuschließen/einzuschalten, wenn man sicher an der EKZ ist und entweder die Kanülen oder die Schlauchlumen für den angestrebten Rückfluss nicht mehr ausreichend sind oder zu klein gewählt wurden.

## OXYGENATOREN

Heute kommen bei der EKZ fast ausschließlich moderne, beschichtete Membranoxygenatoren mit integriertem Wärmetauscher zum Einsatz. Dabei sind Blut- und Gasseite

durch eine semipermeable Membran voneinander getrennt. Neben einer effektiven und homogenen Oxygenierung und Decarboxylierung des Blutes bieten diese Oxygenatoren die Möglichkeit des Einsatzes volatiler Anästhetika an der HLM. Hong-yan Xiong et al. konnten zeigen, dass auch im Bereich der Kinderherzchirurgie die Verwendung von Sevoflurane zu einer signifikant kürzeren Beatmungszeit führt [49].

Die Industrie bietet unterschiedliche Oxygenatorgrößen für unterschiedliche Arbeits- bzw. Einsatzbereiche an. Bei der Wahl eines Oxygenators spielen die Faktoren Membranoberfläche, Füllvolumen und Flussbereich eine große Rolle. Eine quantitative Vergleichsmöglichkeit bietet der Volumen-Effizienz-Index. Dieser wird als Quotient aus maximaler Blutflussrate und dem Primingvolumen ermittelt. Des Weiteren ist zu beachten, dass das Füllvolumen auch von Zusatzfunktionen wie z. B. einem integrierten arteriellen Filter und der Größe des Wärmetauschers abhängig ist [50, 51].

In den Tabellen 10–12 wurden die in Deutschland verwendeten Oxygenatoren für EKZ und ECLS/ECMO erfasst. Die Inhalte der Tabellen wurden nach bestem Wissen recherchiert, haben aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

## HÄMOFILTER

Das EKZ-System bei Kinder- und Säuglingsperfusionen ist wesentlich unphysio-

logischer, bezogen auf den Fremdoberflächen-Blutkontakt und die Größe der Patienten. Hierdurch löst die EKZ pathophysiologische Reaktionen mit zum Teil erheblichen negativen Auswirkungen auf den Gesamtorganismus aus. Diese zeitlich begrenzten Funktionsstörungen, gerne auch als Postperfusionssyndrom bezeichnet, lösen eine mehr oder weniger ausgeprägte akute unspezifische Entzündungsreaktion (SIRS) aus. Dabei entstehen z. B. Interleukine und Komplementfaktoren, die potenziell Schäden an Organsystemen verursachen können. Neben diesen Einflussfaktoren werden in der Kinderherzchirurgie wegen vermehrter Kollateralflüsse die Patienten unter Hypothermie und mit verminderten Perfusionsdrücken perfundiert. Das beeinträchtigt die Nierenfunktion zusätzlich zum Pulsationsverlust durch die EKZ. Als Kinderperfusionisten erleben wir hier deutlich häufiger eine Hypervolämie und eingeschränkte Nierenfunktion bei Säuglingen nach EKZ. Vor allem die Lungen sind aufgrund dessen nach jeder EKZ relativ überwässert.

Daher ist es nötig, bei Säuglingsperfusionen häufiger zu filtrieren, um den perfusionsbedingten „toxischen“ Mediatoren und der Hypervolämie einzelner Organe bzw. Organsysteme entgegenzuwirken und unerwünschte pathogene Substanzen mittels dafür geeigneter Filtrationsverfahren zu reduzieren. Zhou et al. konnten zei-

	Typ	Ref-Nr	Konnektor [Zoll]	Größe [Fr]	Größe [mm]	Länge [cm]	Besonderheit
Medtronic	DLP Left Heart Vent	12110 - 12115	1/4	10-15	3,3-5,0	38,1	malleable body, vented connector
	DLP Left Heart Vent	12008 12001	1/4	10 13	3,3 4,3	33	preformed tip, vented connector
	DLP Left Heart Vent	12101	1/4	13	4,3	33	vented connector, malleable introducer
	DLP Intracardiac Sump	12013 12112	1/4	12	4,0	30,5	sump sucker
Andacor	PVC Vent Catheter	PVBA13 PVBA20	1/4	13	4,3	32	closed tip, right angled, preformed
Xcell	Vent Catheter (Type A)	SCA-12 SCA-14	1/4	12 14	4,0 4,5	28	infant - without stylet pediatric - with stylet
	Malleable Suction Catheter (Type B)	SCB-12 SCB-14	1/4	12 14	4,0 4,5	31	infant pediatric
	Suction Catheter with Steel Tip (Type C)	SCC-12 SCC-14	1/4	12 14	4,0 4,5	31	infant pediatric
	Flexible Suction Catheter	SCF-14	1/4	15	5,0	38	sump sucker pediatric
LivaNova	Vent	VT-31212	1/4	12	4,0	27,2	blunt tip, removable stylet
	Vent without Stylet	VT-84510 - VT-84513	1/4	10 13	3,3 4,3	31,8	right angle, bullet tip, without stylet
	Vent Guidewire Stylet	VT-84410 - VT-84413	1/4	10 13	3,3 4,3	31,8	straight, bullet tip, stylet
freelife	Vent	FLK X002 12 - FLK X002 14 FLK X004 12	1/4	12-14 12	4,0-4,5 4,0	45 35	mit Draht mit Einführhilfe

Tab. 4: Übersicht Vent und Sumpfsauger

gen, dass eine Kombination aus Ultrafiltration (UF), Zero-Balance-Ultrafiltration (Z-BUF) und modifizierter Ultrafiltration (MUF) mit einer postoperativen Verbesserung der Lungenfunktion einhergeht [52]. Allerdings muss im Zuge einer Nutzen-Risiko-Abwägung der Einsatz eines Hämo-filters, der durch seine sehr große Oberfläche pathologische Reaktionen auslöst, sehr genau überlegt werden. Neben der intraoperativen Anwendung der Ultrafiltration spielt aber vor allem auch die postoperative Anwendung der modifizierten Ultrafiltration (MUF) als post-EKZ-Filtration eine entscheidende Rolle, um das intraoperative Ungleichgewicht zwischen Patienten-größe und Primingvolumen rückgängig zu machen [53-56].

Neben der Reduktion der Interleukine und Entzündungsmediatoren, bietet die Hämo-filtration auch die Möglichkeit, negative transfusionsbedingte Nebenwirkungen auszugleichen. Gerade bei Neonaten muss dem Priming zur Begrenzung der Hämodilution häufig Fremdblut in Form von Erythrozyten-konzentrat zugegeben werden. Dessen Zu-sammensetzung ist in Bezug auf den Säure-Basen-Status, die Elektrolyte und Metabolite sehr unphysiologisch. Die Filtration sowohl

des Primings wie auch kontinuierlich wäh-rend der EKZ reduziert unerwünschte Me-tabolite wie Laktat und Glukose, stabilisiert und normalisiert den Elektrolyt- sowie den Säure-Basen-Haushalt [57, 58].

Das Hauptaugenmerk der Ultrafiltrati-on ist die Elimination des überschüssigen Gesamtkörperwassers (total body water; TBW). Die Ultrafiltration konzentriert wirksam Erythrozyten und Plasmaprotei-ne [59]. Der signifikante Anstieg des TBW ist ein allgemein beobachtetes Phänomen während der EKZ aufgrund eines kapillar-en Lecksyndroms (capillary leak). Dies wird häufig durch Komplementaktivie-rung und Freisetzung von z. B. Zytokinen C3a, C5a hervorgerufen [60]. Überschüssi-ges TBW ist die Hauptursache für Gewebe-ödeme und daraus resultierende Organdys-funktionen. Die Zunahme des osmotischen Druckes im Plasma durch die Ultrafiltrati-on fördert die Resorption aus dem Intersti-tium in das vaskuläre System und hilft so ein postoperatives Lungenödem zu verhin-dern [54].

Vor allem bei der EKZ von Säuglingen bis 10 kg ist der Hämo-filter ein wichtiger und fester Bestandteil im EKZ-Setup. Al-lein die Art der Implantation in das EKZ-

System sowie die Indikation für den Ein-satz variieren stark [54]. Die einfachste Form, den Hämo-filter zu platzieren, ist der passive Einsatz an der HLM. Der Hämo-fil-ter wird als „Shunt“ zwischen der arteriel-len Linie und dem Kardiotomie-Reservoir platziert. Vor allem bei sehr kleinen Pati-enten entsteht so ein nur schwer zu kont-rollierender Shuntfluss. Dieser muss durch Erhöhung des Pumpen-Minuten-Volumens ausgeglichen werden, um eine ausrei-chende Perfusion des Patienten sicherzu-stellen. Durch eine aktive Hämo-filtration mittels Pumpe ist ein definierter „Shunt“ möglich, der leicht durch die entsprechen-de Steigerung des EKZ-Flusses ausgegli-chen werden kann. Die Verwendung einer eigenen Pumpe für den Hämo-filter bie-tet zwei weitere Vorteile. Zum einen kann das Blut vor der arteriellen Pumpe und so-mit unabhängig vom Patientenfluss ent-nommen werden, zum anderen kann der Durchfluss durch den Hämo-filter und da-mit auch die Filtrationsrate exakt gesteu-ert und den jeweiligen Notwendigkeiten angepasst werden. Tabelle 13 zeigt eine Übersicht der in Deutschland erhältlichen Hämo-filter für den Einsatz in der Kinder- und Säuglingsperfusion. Die Auflistung ist

	Typ	Ref-Nr	Konnektor [Zoll]	Nadelgröße [Ga]	Größe [Fr]	Größe [mm]	Länge [cm]	Besonderheit
Medtronic	DLP Aortic Root Cannulae	10218 - 12218 10018	LL	18	4	1,3	6,4 14	white / blue tip with standard introducer
	DLP Cardioplegia Needle	11316	LL	16	5	1,7	16,5	with stop hub
	Gundry Retrograde Cannula	94110	LL		10	3,3	22,9	with manual-inflate cuff
	DLP Retrograde Cannula	94040 94006 - 94106	LL		10 6	3,3 2,0	22,9 24,1	wirebound body, no stylet non-wirebound, no stylet / stylet
Andocor	Aortic Root +/- Vent	ARC07 - ARC01 ARC08 - ARC02	LL	16-12	6-9	2,0-3,0	15,0	mit Vent ohne Vent
	Retrograde Kardioplegiekanüle	RCC01	LL		14	18,0	31,0	self-inflating, malleable stylet
	Koronarperfusionskanüle	OC1045 - OC1445 OC1090 - OC1490	LL		10-14	3,3-4,7	21,0	45° 90°
Xcell	Aortic Root +/- Vent	ARC-S-15 - ARC-S-16 ARC-Y-15 - ARC-Y-16	LL	15-16				ohne Vent mit Vent
	Koronarperfusionskanüle	CAOC-45-10 - CAOC-45-14 CAOC-90-10 - CAOC-90-14	LL		10-14	3,3-4,7		45° 90°
LivaNova	Aortic Root ohne Vent	AR-11018	LL	18	4	1,3		
freelife	Aortic Root +/- Vent	FLK C04 K 14 - FLK C04 K 11 FLK C20 K 14 - FLK C20 K 11	LL / 1/4	14-11		1,6-2,3	17,0	mit Vent ohne Vent
	Koronarperfusionskanülen	FLK C01 I 30 - FLK C01 I 40 FLK C03 I 30 - FLK C03 I 40	LL		9-12	3,0-4,0		90° 135°

Tab. 5: Übersicht Kardioplegie-Kanülen

nach bestem Wissen recherchiert, bietet jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

## DISKUSSION

In der kardiovaskulären Chirurgie und insbesondere in der Kinderherzchirurgie spielen blutsparende Maßnahmen eine Schlüsselrolle. Wenngleich das Patient Blood Management einen festen Stellenwert bei erwachsenen Patienten hat, sind standardisierte Konzepte bei pädiatrischen Patienten selten. Insbesondere bei Säuglingen ist aufgrund des Missverhältnisses zwischen Blutvolumen des Patienten und dem Füllvolumen des EKZ-Kreislaufes häufig eine Zugabe von Blutprodukten ins Priming notwendig. Redlin et al. konnten eine gesteigerte Letalität mit einer arteriellen EKZ-Transfusion assoziieren, die z. B. beim Start der EKZ mit Blutpriming auftritt [61]. Erst der Verzicht auf Blutpriming eröffnet die Option einer transfusionsfreien Säuglingsherzoperation mit EKZ [62]. Entscheidend dafür ist ein primingreduziertes 250EKZ-System mit einer an die Patientengröße angepassten, modifizierten HLM. Fokus dabei ist die Anpassung der Roller-pumpen bezogen auf Größe und Position zu dem Oxygenator und Reservoir. Weiter muss die HLM möglichst nahe am Patien-

ten positioniert werden, um Schlauchlängen reduzieren zu können. So vorbereitet, wird das EKZ-System in allen verwendeten Komponenten patientenadaptiert zusammengesetzt [63, 64]. Münch et al. konnten zeigen, dass die konsequente Umstellung des kardiotechnischen Setups für Säuglinge von 5 bis 10 kg auf eine anders aufgebaute „Neo-HLM“ und die Verwendung dafür angepasster Perfusionskomponenten die Fremdoberfläche um 58 % und das Priming um 84 % senken konnte. Hierfür wurden Komplettperfusionssysteme mit Oxygenator, arteriellem Filter, offenem Reservoir, Hämofilter, Blutkardioplegie-System ((KIDS 101 (LivaNova), Affinity Pixie (Medtronic), FX05 CAPIOX (Terumo)), die für das Patientengut mit einem Körpergewicht von 5–10 kg geeignet sind, verglichen [65]. Auch Tauber et al. konnten durch Einführung des Patient Blood Managements in der Kinderherzchirurgie, bezogen auf das Neuausrichten der HLM-Position, kürzere Schlauchverbindungs-längen und Schlauchdurchmesser sowie das Einführen einer patientenangepassten Triggerschwelle, den Anteil an Blutpriming um 67 % reduzieren [66]. Allein durch den mit Hilfe einer Triggerschwelle (8,6 g/dl) errechneten EKZ-Bedarf im Priming konnte

der Gesamtfremdblutverbrauch bei Säuglingsherzoperationen unter 10 kg KG signifikant gesenkt werden [67]. Böttcher et al. bekräftigten ihre Thesen eines blutfreien Primings. Es soll unbedingt eine Minimierung der EKZ-Systeme vor allem durch maximale Kürzung der blutführenden Schläuche erfolgen, um die Hämodilatation auf das absolut Nötigste zu reduzieren [68]. Weiter kann durch den Einsatz moderner Blutkardioplegieverfahren, insbesondere bei Neonaten, eine kardioplegieinduzierte Verdünnung vermieden werden [69-71]. Durch die Verkleinerung des EKZ-Setups konnten De Somer et al. die pathologischen Gerinnungsveränderungen reduzieren und auf Fresh-Frozen-Plasma (FFP) größtenteils verzichten [72]. Koster et al. postulierten, dass das minimalisierte EKZ-System der Schlüssel für fremdblutfreie HLM-Eingriffe ist [73]. Im Konsensuspaper von Menkis et al. wird die Minimierung des EKZ-Setup bezogen auf die Reduzierung des Fremdblutverbrauchs mit der Klasse IIa, Level A angegeben [74]. Böttcher et al. konnten zeigen, dass Patienten, die ohne Transfusion während der EKZ auskommen, signifikant geringere postoperative Laktatwerte aufzeigen [75]. Murin et al. konnten die Letalität senken,

	Typ	Ref-Nr	Konnektor [Zoll]	Größe [Fr]	Größe [mm]	Länge [cm]	Besonderheit
Medtronic	Biomedicus one-piece Arterial Cannula	CB96825-008 - CB96825-014	1/4	8-14	2,7-4,7	19	Cortiva-beschichtet, nicht zum Seldingern, ohne LL
	Biomedicus one-piece Venous Cannula	CB96835-008 - CB96835-014	1/4	8-14	2,7-4,7	19	Cortiva-beschichtet, nicht zum Seldingern, ohne LL
	Biomedicus next generation Arterial Cannula	96820-108 - 96820-114	1/4	8-14	2,7-4,7	22,9	unbeschichtet, Seldinger-Technik möglich, ohne LL
	Biomedicus next generation Venous Cannula	96830-108 - 96830-114	1/4	8-14	2,7-4,7	22,9	unbeschichtet, Seldinger-Technik möglich
Getinge	Arterial HLS Cannulae	BE-PAS 1315	3/8	13	4,3	15	bioline coating
	Avalon Elite Bi-caval Dual Lumen Catheter	10013 - 10019	1/4	13-19	4,3-6,4	11-21	
Fresenius	NovaPort one KU Singlelumenkanüle	8800029 8800024	3/8	13	4,3	9 14	x.ellence coating
	NovaPort twin Doppellumenkanüle	8800086	3/8	18	6	17	x.ellence coating
freelife	Arterielle Femoralkanüle ohne LL	FLK A10 J08R - FLK A10 J14R FLK A10 C08R - FLK A10 C14R	3/16 1/4	8-14	2,7-4,7		Rheopax-Beschichtung
	Arterielle Femoralkanüle mit LL	FLK A10 G08R - FLK A10 G14R FLK A10 E08R - FLK A10 E14R	3/16 1/4	8-14	2,7-4,7		Rheopax-Beschichtung
	Venöse Femoralkanüle SA ohne LL	FLK V18 J08R - FLK V18 J14R FLK V18 C08R - FLK V18 C14R	3/16 1/4	8-14	2,7-4,7		Rheopax-Beschichtung
	Venöse Femoralkanüle SA mit LL	FLK V18 G08R - FLK V18 G14R FLK V18 E08R - V18 E14R	3/16 1/4	8-14	2,7-4,7		Rheopax-Beschichtung
	Revas Venovenöse Dual Lumen Kanüle	FLK VV 19R	3/8	19	6,4		Rheopax-Beschichtung

Tab. 6: Übersicht Single- und Doppellumenkanülen für ECLS & ECMO

Perfusionssystem		LivaNova S5		Getinge HL40		Medtronic Quantum		
Rollerpumpe		groß	klein	groß	klein	groß	mittel	klein
Schlauchgröße	1/2"	7,21	---	7,33	---	7,25	5,31	---
	3/8"	4,21	---	4,53	---	4,25	3,16	---
	5/16"	3,05	1,51	---	---	3,1	2,29	1,53
	1/4"	2,02	1,01	2,13	1,08	2,05	1,52	1,01
	3/16"	1,16	0,6	1,2	0,61	---	0,89	0,6
	1/8"	0,54	0,28	0,57	0,29	---	---	0,29

Tab. 7: Fluss in l/min von Rollerpumpen verschiedener Hersteller bei 162 U/min

indem sie auf Blutpriming verzichten und eine Triggerschwelle von 8 g/dl zur EK-Transfusion festlegten [76]. In einer Metaanalyse aus 2012 wurde festgestellt, dass die Menge der transfundierten Fremdblutprodukte in direktem Zusammenhang mit akuter Niereninsuffizienz steht [77].

### Vakuumasistierte venöse Drainage

Eine erfolgreiche chirurgische Therapie im Bereich der angeborenen Herzfehler basiert im Wesentlichen auf einer zügigen Korrektur, einer „maßgeschneiderten“ Perfusion sowie einem optimalen Management der Hämodynamik. Eine chirurgische Korrektur setzt u. a. ein beinahe blutfreies und übersichtliches Operationsfeld bei einer adäquaten Organperfusion voraus [40, 78, 79]. Diese Vorgaben sind oft nur durch den Einsatz einer vakuumasistierten ve-

nösen Drainage für einen verbesserten venösen Rückfluss zu erreichen. Dies ist vor allem bei unzureichender Höhendifferenz für eine passive Drainage zwischen Patient und venösem Reservoir einlass (Abb. 2), zu kleinen Kanülen und zu dünnen venösen EKZ-Schläuchen nötig. Obligat ist der VAVD-Einsatz bei der Verwendung kleinerer Venenkanülen und dünnerer Schläuche, um ein geringeres Primingvolumen zu haben. Dies erhöht jedoch das Risiko arterieller gasförmiger Mikroembolien und des Bluttraumas (Tab. 1; Abb. 1) [45]. Im Konsensuspapier der EACTS/EACTA/EBCP wird empfohlen, hierfür ein für Vakuum zugelassenes venöses Reservoir zu verwenden und den Unterdruck im venösen System zu überwachen (Klasse I, Level C). Nicht empfohlen werden hingegen exzessive negative Drücke größer -60 mmHg

(Klasse III, Level B) [80] wegen der massiven Blutschädigung. Ein weiteres Problem ist die Verfügbarkeit zugelassener VAVD-Controller für den Einsatz an der HLM. Hier muss seitens der Industrie nachgebessert werden, um im Einsatz von VAVD nicht off-Label zu agieren.

### Beschichtung von Schlauchsystemen

Die Auswahl geeigneter Werkstoffe für EKZ-Systeme stellt ein großes Problem in der biomedizinischen Anwendung dar. Diese müssen biokompatibel und in der physiologischen Umgebung funktionstüchtig sein. Für den EKZ-Kreislauf spielt die Blutverträglichkeit (Hämokompatibilität) eine entscheidende Rolle. Im EKZ-System werden verschiedene Anforderungen an die verwendeten Kunststofftypen gestellt. Bei dem Oxygenator liegt der Fokus auf

Durchmesser [Fr]	Länge [cm]	Volumen [ml]	Volumenreduktion [%]
1/8"	100	7,9	-55,6
3/16"	100	17,8	-43,8
1/4"	100	31,7	-36,0
5/16"	100	49,5	-30,6
3/8"	100	71,2	-43,8
1/2"	100	126,6	---

Tab. 8: Volumenverbrauch nach Größe der Schlauchlumina

dem Gasaustausch, das Pumpensegment muss genügend Rückstellkraft aufweisen und der Hämofilter dient als Nierenersatz. Somit kommt das zirkulierende Blut mit einer Vielzahl unterschiedlicher Kunststoffe und Fremdoberflächen in Berührung. Fremdkörper, wozu alle Werkstoffe gehören, die mit Blut oder Körperflüssigkeiten in Verbindung stehen, lösen eine Reaktion im Organismus aus. Werkstoffe, die Körperkontakt haben, dürfen keine toxische, allergische, entzündliche oder gar karzinogene Wirkung haben [81]. Durch den Kontakt mit Fremdmedien (Kunststoffe) wird die Gerinnungskaskade im Körper aktiviert. Die EKZ-Schläuche wirken somit auf den Organismus wie eine Gefäßverletzung. Thrombozyten haften sich an die Fremdoberfläche und bilden Agglomerate. Die Beschichtung von blutführenden Systemen ist vor allem im Kinder-EKZ-Bereich mit langen Perfusionszeiten obligat und wird deshalb wenig hinterfragt. Es verbessert bei den meisten PVC-Leitungen nachweislich die Hämokompatibilität [80].

Bezogen auf den Transfusionsbedarf konnten in einem Konsensuspapier von Menkis et al. keine signifikanten Unterschiede bei chirurgischen Blutungen sowie Transfusionsbedarf festgestellt werden (Klasse IIb, Level A) [74]. Idealerweise initiiert die Oberflächenveredlung die menschliche tunica intima, um humanes Blut „inert“ für das EKZ-System zu halten. Aktuell sind unterschiedlichste Arten von Oberflächenbeschichtungen für die EKZ erhältlich, die die Biokompatibilität des PVC verbessern sollen [47, 82-85]. Bezogen auf die Thrombogenität (Hämokompatibilität) ist ein nDOP-PVC-Schlauch (TEHTM) zu einem durch Beschichtung modifiziertem PVC-Schlauch (DEHP) als gleichwertig anzusehen – allerdings bei Faktor 100 geringerer Weichmacher-Migration [36].

#### SCHLUSSFOLGERUNG

Durch die Optimierung der HLM hinsichtlich verwendeter Komponenten, Positionierung und Miniaturisierung ist es möglich, Oberfläche und Füllvolumen soweit

Hersteller	VAVD-Controller	Bemerkungen
Irasun	Sevaco LK3	für VAVD zugelassen
Getinge	Maquet VAVD-Controller	Produktion eingestellt
Eurosets	EVADO Vacuum Regulator	
Spectrum Medical	Quantum Ventilation System	im Ventilationsmodul integriert

Tab. 9: Übersicht Vakuum-Controller

zu reduzieren, dass der Bedarf an Fremdblutprodukten möglichst gering ist. Dieser Prozess betrifft jedoch nicht nur den Perfusionisten, sondern bedarf eines hohen Aufwands und klarer Absprachen im gesamten Herz-Team.

Als AG „Kinder- und Säuglingsperfusion“ haben wir es in den letzten Jahren geschafft, eine Bestandsaufnahme der in Deutschland vorherrschenden Perfusionskonzepte vorzunehmen. Durch das Teilen von Erfahrung und Wissen konnten Übersichtslisten, Handlungsempfehlungen sowie einheitliche Perfusionskonzepte erarbeitet werden. Auf dieser Grundlage ist es den Kollegen möglich, ihr Perfusions-equipment anzupassen und zu modifizieren. Dabei profitieren die Teams von den Erfahrungen der Kolleginnen und Kollegen aus den anderen Kliniken, zum Wohle der uns anvertrauten Patienten.

	Oxygenator	max. Blutfluss [l/min]	Priming-Volumen [ml]	Oberfläche Oxygenator [m²]	max. Gasfluss [l/min]	Material Oxymembran	Oberfläche Wärmetauscher [m²]	Material Wärmetauscher	Volumen-Effizienz-Index [Priming/Blutfluss]	Beschichtung
Terumo	Capiox RX05	1,5	43	0,5	5,0	Polypropylen (PP) mikroporös	0,04	Edelstahl	34,88	X-coating
	Capiox RX15	5,0	135	1,5	15,0	Polypropylen (PP) mikroporös	0,14	Edelstahl	37,04	X-coating
	Capiox RX25	7,0	250	2,5	20,0	Polypropylen (PP) mikroporös	0,20	Edelstahl	28,00	X-coating
Getinge	Quadrox-i Small Adult (HMO 50000)	5,0	175	1,3		Polypropylen (PP) mikroporös	0,30	Polyurethan (TPU)	28,57	Bioline/Softline
	Quadrox-i Adult (HMO 70000)	7,0	215	1,8		Polypropylen (PP) mikroporös	0,40	Polyurethan (TPU)	32,56	Bioline/Softline
Fresenius	Hilite 1000	1,0	57	0,4	2,0	Polypropylen (PP) mikroporös	0,07	Polyester	17,54	x.eed/Rheoparin
	Hilite 2800	2,8	98	0,8	5,6	Polypropylen (PP) mikroporös	0,16	Polyester	28,57	x.eed/Rheoparin
	Hilite 7000	7,0	320	1,9	14,0	Polypropylen (PP) mikroporös	0,45	Polyester	21,88	x.eed/Rheoparin
Medtronic	Affinity NT	7,0	280	2,5		Polypropylen (PP) mikroporös		Edelstahl	25,00	Balance
	Affinity Pixie	2,0	48	0,7		Polypropylen (PP) mikroporös		Polyethylen-terephthalat (PET)	41,67	Balance/Cortiva
LivaNova	Kids D100	0,7	31	0,2		Polypropylen (PP) mikroporös	0,03	(Edelstahl)	22,58	Ph.I.S.I.O (PC)
	Kids D101	2,5	87	0,6		Polypropylen (PP) mikroporös	0,06	(Edelstahl)	28,74	Ph.I.S.I.O (PC)
	Inspire 6	6,0	184	1,4		Polypropylen (PP) mikroporös	0,40	Polyurethan (TPU)	32,61	Ph.I.S.I.O (PC)
	Inspire 8	8,0	219	1,8		Polypropylen (PP) mikroporös	0,40	Polyurethan (TPU)	36,53	Ph.I.S.I.O (PC)
Eurosets	A.l.one	7,0	190	1,4		(Polypropylen (PP) mikroporös)	0,08	Edelstahl	36,84	A.g.i.l.e. (PC)
	Trilly	3,0	99	0,8		Polypropylen (PP) mikroporös	0,04	Edelstahl	30,30	A.g.i.l.e. (PC)

Tab. 10: Übersicht Oxygenatoren ohne integrierte arterielle Filter

	Oxygenator	max. Blutfluss [l/min]	Priming-Volumen [ml]	Oberfläche Oxygenator [m <sup>2</sup> ]	max. Gasfluss [l/min]	Material Oxymembran	Oberfläche Wärmetauscher [m <sup>2</sup> ]	Material Wärmetauscher	Volumen-Effizienz-Index [Priming/Blutfluss]	Porengröße Art.Filter [µm]	Oberfläche Art. Filter [cm <sup>2</sup> ]	Beschichtung
Terumo	Capiox FX05	1,5	43	0,5	5	Polypropylen (PP) mikroporös	0,035	Edelstahl	34,88	32	130	X-coating
	Capiox FX15	5,0	144	1,5	15	Polypropylen (PP) mikroporös	0,14	Edelstahl	34,72	32	360	X-coating
	Capiox FX25	7,0	260	2,5	20	Polypropylen (PP) mikroporös	0,2	Edelstahl	26,92	32	600	X-coating
Getinge	Quadrox-i Neonatal	1,5	40	0,38		Polypropylen (PP) mikroporös	0,07	Polyurethan (TPU)	37,50	33		Bioline/Softline
	Quadrox-i Pediatric	2,8	99	0,8		Polypropylen (PP) mikroporös	0,15	Polyurethan (TPU)	28,28	33		Bioline/Softline
	Quadrox-i Small Adult (HMO 51000)	5,0	295	1,3		Polypropylen (PP) mikroporös	0,3	Polyurethan (TPU)	16,95	40	430	Bioline/Softline
	Quadrox-i Adult (HMO 71000)	7,0	335	1,8		Polypropylen (PP) mikroporös	0,4	Polyurethan (TPU)	20,90	40	430	Bioline/Softline
Fresenius	Hilite AF 7000	7,0	320	1,9		Polypropylen (PP) mikroporös	0,45	Polyethylen	21,88	40	360	x.eed
Medtronic	Affinity Fusion	7,0	260	2,5		Polypropylen (PP) mikroporös		Polyethylenterephthalat (PET)	26,92	25 µm		Balance/Cortiva
LivaNova	Inspire 6F	6,0	284	1,4		Polypropylen (PP) mikroporös	0,4	Polyurethan (TPU)	21,13	38	68	Ph.I.S.I.O (PC)
	Inspire 8F	8,0	351	1,75		Polypropylen (PP) mikroporös	0,4	Polyurethan (TPU)	22,79	38	97	Ph.I.S.I.O (PC)
Eurosets	A.I.one AF Plus	7,0	225	1,65		Polypropylen (PP) mikroporös	0,08	Edelstahl	31,11	80 + 38		A.g.i.l.e. (PC)
	Trilly AF	3,5	130	1,1		Polypropylen (PP) mikroporös	0,04	Edelstahl	26,92	80 + 38		A.g.i.l.e. (PC)

Tab. 11: Übersicht Oxygenatoren mit integrierten arteriellen Filtern

	Oxygenator	max. Blutfluss [l/min]	Priming-Volumen [ml]	Oberfläche Oxygenator [m <sup>2</sup> ]	max. Gasfluss [l/min]	Material Oxymembran	Oberfläche Wärmetauscher [m <sup>2</sup> ]	Material Wärmetauscher	Volumen-Effizienz-Index [Blutfluss/Priming]	Zu-lassung [d]	Beschichtung
Fresenius	Hilite 800LT	0,8	55	0,32	1,6	Polymethyl-pentene (PMP)	0,07	Polyethylen	14,55	1	Rheoparin
	Hilite 2400LT	2,4	95	0,65	4,8	Polymethyl-pentene (PMP)	0,16	Polyethylen	25,26	1	Rheoparin
	Hilite 7000LT	7,0	320	1,90		Polymethyl-pentene (PMP)	0,45	Polyethylen	21,88	1	Rheoparin
LivaNova	D902 Lilliput 2 ECMO	2,3	90	0,67		Polymethyl-pentene (PMP)	0,02	Edelstahl	25,56	5	Ph.I.S.I.O (PC)
	EOS ECMO	5,0	180	1,20		Polymethyl-pentene (PMP)	0,14	Edelstahl	27,78	5	Ph.I.S.I.O (PC)
Getinge	Quadrox-iD pediatric	2,8	81	0,80	5,6	Polymethyl-pentene (PMP)	0,15	Polyurethan (TPU)	34,57	30	Bioline/Softline
	Quadrox PLS	7,0	215	1,80	14,0	Polymethyl-pentene (PMP)	0,40	Polyurethan (TPU)	32,56	14	Bioline/Softline
	Quadrox HLS 5.0	5,0	240	1,30	10,0	Polymethyl-pentene (PMP)	0,30	Polyurethan (TPU)	20,83	30	Bioline/Softline
	Quadrox HLS 7.0	7,0	273	1,80	14,0	Polymethyl-pentene (PMP)	0,40	Polyurethan (TPU)	25,64	30	Bioline/Softline
Eurosets	ECMO Adult	7,0	225	1,81		Polymethyl-penten (PMP)	0,08	Edelstahl	31,11	14	A.g.i.l.e. (PC)
	ECMO Paediatric	4,0	190	1,35		Polymethyl-penten (PMP)	0,08	Edelstahl	21,05	14	A.g.i.l.e. (PC)
	ECMO New Born	1,5	90	0,69		Polymethyl-penten (PMP)	0,04	Edelstahl	16,67	14	A.g.i.l.e. (PC)

Tab. 12: Übersicht Oxygenatoren für ECLS/ECMO

	Hämofilter	max. Blutfluss [ml/min]	Priming-Volumen [ml]	Membran-Oberfläche [m <sup>2</sup> ]	max. TMP [mmHg]	Material Filter-membran	max. Molekül-größe [Dalton]	Filtra-tionsrate [ml/h/mmHg]	Ultrafilt-ration [ml/min] (bei 200 ml/min + 200 mmHg)	Anschlüsse Blutseitig	Anschlüsse Filtratseitig
Terumo	HC05	500	34,0	0,50	500	Polysulfon	65000			1/4"-Konnektor	1/2"-Hansen
Getinge	BC 20 plus	100	17,0	0,22	600	Polyaryl-ether-sulfon				Pos-Lock male	LuerLock female
	BC 60 plus	400	65,0	0,70	600	Polyaryl-ether-sulfon				Pos-Lock male	Luer-Lock female
Fresenius	Hämofilter pro 20	100	17,0	0,20	600	Polyaryl-ether-sulfon			34,00	Pos-Lock male	Luer-Lock female
	Hämofilter pro 60	400	52,0	0,60	600	Polyaryl-ether-sulfon			67,00	Pos-Lock male	Luer-Lock female
Medivators (Hemocor)	HPH Junior		8,0	0,09	500	Polysulfon	65000			Luer-Lock male	Luer-Lock female
	HPH Mini		14,0	0,07	500	Polysulfon	65000			Luer-Lock male	Luer-Lock female
	HPH 400		34,0	0,30	500	Polysulfon	65000			1/4"-Konnektor	1/4"-Konnektor
	HPH 700		56,0	0,71	500	Polysulfon	65000			1/4"-Konnektor	1/4"-Konnektor
LivaNova	DHF02	100	30,0	0,25	500	Polyether-sulfon	65000	16,00		Pos-Lock male	1/4"-Konnektor
	DHF06	500	60,0	0,68	500	Polyether-sulfon	65000	31,00		Pos-Lock male	1/4"-Konnektor
freelife	HF 0,2		15,0	0,20	500	Micro-Undulated Polysulfon		7,00		Pos-Lock male	Luer-Lock female
	HF 0,3		21,0	0,30	600	Polyether-sulfon		14,00		Pos-Lock male	Luer-Lock female
	HF 0,7		49,0	0,70	600	Polyether-sulfon		32,00		Pos-Lock male	Luer-Lock female
Medica	D025		2,5	0,02	600	Polysulfon	50000	0,32		Luer-Lock female	Luer-Lock female
	D050		5,0	0,08	600	Polysulfon	50000	1,30		Luer-Lock male	Luer-Lock female
	D100		10,0	0,15	600	Polysulfon	50000	3,00		1/4"-Konnektor	1/4"-Konnektor
	D150		19,0	0,25	600	Polysulfon	50000	5,50		Pos-Lock male	Luer-Lock female
	DP03HC		21,0	0,30	600	Polyether-sulfon	50000	14,00		Pos-Lock male	Luer-Lock female
	DP07HC		49,0	0,70	600	Polyether-sulfon	50000	32,00		Pos-Lock male	Luer-Lock female

Tab. 13: Übersicht Hämofilter für Kinder und Säuglinge

## LITERATUR

1. Holst LB. Benefits and harms of red blood cell transfusions in patients with septic shock in the intensive care unit. *Danish medical journal*. 2016;63(2).
2. Docherty AB, Walsh TS. Anemia and blood transfusion in the critically ill patient with cardiovascular disease. *Critical care (London, England)*. 2017;21(1):61. doi: 10.1186/s13054-017-1638-9.
3. Müller M GC, Zacharowski K, Tonn T, Seifried E. Transfusion of packed red cells – indications, triggers and adverse events. *Deutsches Arzteblatt*. 2015;112(29-30):507-18. doi: 10.3238/arztebl.2015.0507.
4. Gerber DR. Risks of packed RBC transfusion in patients undergoing cardiac surgery. *Journal of Critical Care*. 2012(27):737.e1–.e9. doi: 10.1016/j.jcrc.2012.05.007.
5. Parker RI. Transfusion in critically ill children: indications, risks, and challenges. *Critical care medicine*. 2014;42(3):675-90. doi: 10.1097/ccm.0000000000000176.
6. Crowley M, Kirpalani H. A rational approach to red blood cell transfusion in the neonatal ICU. *Current opinion in pediatrics*. 2010;22(2):151-7. doi: 10.1097/MOP.0b013e328336eb3e.
7. Boettcher W, Sinzobahamvya N, Miera O, Redlin M, Dehmel, Cho, et al. Routine Application of Bloodless Priming in Neonatal Cardiopulmonary Bypass: A 3-Year Experience. *Pediatric cardiology*. 2017. doi: 10.1007/s00246-017-1585-x.
8. Kwak JG, Lee J, Park M, Seo YJ, Lee CH. Hemolysis During Open-Heart Surgery With Vacuum-Assisted Venous Drainage at Different Negative Pressures in Pediatric Patients Weighing Less Than 10 kilograms. *World J Pediatr Congenit Heart Surg*. 2017;8(2):161-5. doi: 10.1177/2150135116681734.
9. Münch F, Teske A, Kasten W, Fiebig D, Cesnjevar RA. Arterielle Kanülen – French ist nicht gleich French. 46 Jahrestagung und 9 Fokustagung Herz. Weimar: Kardiotechnik; 2017.
10. Matte GS. *Perfusion for Congenital Heart Surgery*. Wiley Blackwell. 2015.
11. Tschaut R. *Extrakorporale Zirkulation in Theorie und Praxis*. Rudolf J. Tschaut. 2005.
12. Lauterbach G. *Handbuch der Kardiotechnik*. München, Jena: Urban Fischer Verlag. 2002.
13. Schmidt RF, Thews G. *Physiologie des Menschen. Hämodynamische Grundlagen* Springer Verlag. 1995.
14. Bernard L, Cueff R, Breyse C, Decaudin B, Sautou V. Migrability of PVC plasticizers from medical devices into a simulant of infused solutions. *Int J Pharm*. 2015;485(1-2):341-7. doi: 10.1016/j.ijpharm.2015.03.030.
15. Huang PC, Tsai CH, Liang WY, Li SS, Pan WH, Chiang HC. Age and Gender Differences in Urinary Levels of Eleven Phthalate Metabolites in General Taiwanese Population after a DEHP Episode. *PLoS One*. 2015;10(7):e0133782. doi: 10.1371/journal.pone.0133782.
16. Eckert E, Münch F, Göen T, Purbojo A, Müller J, Cesnjevar R. Comparative study on the migration of di(2-ethylhexyl phthalate (DEHP) and tri(2-ethylhexyl trimellitate (TOTM) into blood from PVC tubing material of a heart-lung machine. *Chemosphere*. 2016;145:10-6. doi: 10.1016/j.chemosphere.2015.11.067.
17. Klapproth A, Schärli M, Göen T, Eckert E, Schäffer TE, Cesnjevar R, et al. Migration of additives (DEHP & TOTM) from Ph.i.s.i.o.<sup>®</sup>-coated PVC materials in medical devices (in German). *Kardiotechnik*. 2017;1(1):1-10.
18. Münch F, Höllerer C, Klapproth A, Eckert E, Ruffer A, Cesnjevar R, et al. Effect of phospholipid coating on the migration of plasticizers from PVC tubes. *Chemosphere*. 2018;202:742-9. doi: 10.1016/j.chemosphere.2018.03.136.
19. Münch F, Göen T, Zimmermann R, Adler W, Purbojo A, Höllerer C, et al. Reduction of exposure to plasticizers in stored red blood cell units. *Perfusion*. 2020;35(1):32-8. doi: 10.1177/0267659119851403.
20. Eckert E, Müller J, Höllerer C, Purbojo A, Cesnjevar R, Göen T, et al. Plasticizer exposure of infants during cardiac surgery. *Toxicol Lett*. 2020;330:7-13. doi: 10.1016/j.toxlet.2020.04.004.
21. Inoue K, Kawaguchi M, Yamanaka R, Higuchi T, Ito R, Saito K, et al. Evaluation and analysis of exposure levels of di(2-ethylhexyl) phthalate from blood bags. *Clin Chim Acta*. 2005;358(1-2):159-66. doi: 10.1016/j.cccn.2005.02.019.
22. Takahashi Y, Shibata T, Sasaki Y, Fujii H, Bito Y, Suehiro S. Di(2-ethylhexyl) phthalate exposure during cardiopulmonary bypass. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2008;16(1):4-6. doi: 16/1/4 [pii].
23. Latini G, Verrotti A, De Felice C. Di-2-ethylhexyl phthalate and endocrine disruption: a review. *Curr Drug Targets Immune Endocr Metabol Disord*. 2004;4(1):37-40. doi: 10.2174/1568008043340017.
24. Tickner JA, Schettler T, Guidotti T, McCally M, Rossi M. Health risks posed by use of Di-2-ethylhexyl phthalate (DEHP) in PVC medical devices: a critical review. *Am J Ind Med*. 2001;39(1):100-11.
25. Radke EG, Glenn BS, Braun JM, Cooper GS. Phthalate exposure and female reproductive and developmental outcomes: a systematic review of the human epidemiological evidence. *Environ Int*. 2019;130:104580. doi: 10.1016/j.envint.2019.02.003.
26. Radke EG, Braun JM, Meeker JD, Cooper GS. Phthalate exposure and male reproductive outcomes: A systematic review of the human epidemiological evidence. *Environ Int*. 2018;121(Pt 1):764-93. doi: 10.1016/j.envint.2018.07.029.
27. Chen X, Xu S, Tan T, Lee ST, Cheng SH, Lee FW, et al. Toxicity and estrogenic endocrine disrupting activity of phthalates and their mixtures. *Int J Environ Res Public Health*. 2014;11(3):3156-68. doi: 10.3390/ijerph110303156.
28. European-Commission: The Safety of Medical Devices Containing DEHP-Plasticized PVC or other Plasticizers on Neonates and other Groups Possibly at Risk. [https://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/emerging/docs/scenih\\_r\\_o\\_047.pdf](https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenih_r_o_047.pdf) (2015). Accessed 23.09.2020.
29. IARC IWGotEoCRtH. Some chemicals present in industrial and consumer products, food and drinking-water. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum. 2013;101:9-549.
30. Union E. Directive 2005/84/EC of the European Parliament and of the Council 2005.
31. Su PH, Chang YZ, Chang HP, Wang SL, Huang HI, Huang PC, et al. Exposure to di(2-ethylhexyl) phthalate in premature neonates in a neonatal intensive care unit in Taiwan. *Pediatric critical care medicine : a journal of the Society of Critical Care Medicine and the World Federation of Pediatric Intensive and Critical Care Societies*. 2012;13(6):671-7. doi: 10.1097/PCC.0b013e3283182455558.
32. Testai E, Hartemann P, Rastogi SC, Bernauer U, Piersma A, De Jong W, et al. The safety of medical devices containing DEHP plasticized PVC or other plasticizers on neonates and other groups possibly at risk (2015 update). *Regul Toxicol Pharmacol*. 2016;76:209-10. doi: 10.1016/j.yrtph.2016.01.013.
33. European-Commission. "Synoptic Document" - Provisional List of Monomers and Additives notified to European commission as substances which may be used in the Manufacture of Plastics and Coatings Intended to Come into Contact with Foodstuffs. Brüssel: European-Commission; 2005.
34. HCWH. Alternatives to Polyvinyl Chloride (PVC) and Di (2-Ethylhexyl) Phthalate Medical Devices on the European Market. *Health Care Without Harm*. 2006.
35. Malarvannan G, Onghena M, Verstraete S, van Puffelen E, Jacobs A, Vanhorebeek I, et al. Phthalate and alternative plasticizers in in-dwelling medical devices in pediatric intensive care units. *J Hazard Mater*. 2019;363:64-72. doi: 10.1016/j.jhazmat.2018.09.087.
36. Raumedic-AG. noDOP - Die bessere Alternative. *Helbrechts: Raumedic AG*; 2007.
37. Kambia K, Dine T, Azar R, Gressier B, Luyckx M, Brunet C. Comparative study of the leachability of di(2-ethylhexyl) phthalate and tri(2-ethylhexyl) trimellitate from haemodialysis tubing. *Int J Pharm*. 2001;229(1-2):139-46.
38. Eljezi T, Pinta P, Richard D, Pinguet J, Chezay JM, Chagnon MC, et al. In vitro cytotoxic effects of DEHP-alternative plasticizers and their primary metabolites on a L929 cell line. *Chemosphere*. 2017;173:452-9. doi: 10.1016/j.chemosphere.2017.01.026.
39. Bui TT, Giovanoulis G, Cousins AP, Magner J, Cousins IT, de Wit CA. Human exposure, hazard and risk of alternative plasticizers to phthalate esters. *Sci Total Environ*. 2016;541:451-67. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.09.036.
40. Vida VL, Bhattarai A, Spegginorin S, Zanello F, Stellan G. Effect of Vacuum on Venous Drainage: an Experimental Evaluation on Pediatric Venous Cannulas and Tubing Systems. *JNMA J Nepal Med Assoc*. 2014;52(196):960-6.
41. Rachel Gambino BS, Edward M. Darling. *Vacuum-Assisted Venous Drainage: A 2014 Safety Survey*. *The Journal of ExtraCorporeal Technology*. 2015;47:160-6.
42. Lapietra A, Grossi EA, Pua BB, Esposito RA, Galloway AC, Derivaux CC, et al. Assisted venous drainage presents the risk of undetected air microembolism. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2000;120(5):856-62. doi: 10.1067/mtc.2000.110183.
43. Guimarães DP, Canejo LF, Matte G, Carletto LP, Policarpo VC, Castro A, et al. Impact of Vacuum-Assisted Venous Drainage on Forward Flow in Simulated Pediatric Cardiopulmonary Bypass Circuits Utilizing a Centrifugal Arterial Pump Head. *Braz J Cardiovasc Surg*. 2020;35(2):134-40. doi: 10.21470/1678-9741-2019-0311.
44. Colangelo N, Torracca L, Lapenna E, Moriggia S, Crescenzi G, Alfieri O. Vacuum-assisted venous drainage in extrathoracic cardiopulmonary bypass management during minimally invasive cardiac surgery. *Perfusion*. 2006;21(6):361-5. doi: 10.1177/0267659106071324.
45. Wang S, Ündar A. *Vacuum-assisted Venous Drainage and Gaseous Microemboli in*

- Cardiopulmonary Bypass. *The Journal of Extra Corporeal Technology*. 2008;40:249-56.
46. Jegger D, Tevaearai HT, Mueller XM, Horisberger J, von Segesser LK. Limitations using the vacuum-assist venous drainage technique during cardiopulmonary bypass procedures. *The journal of extra-corporeal technology*. 2003;35(3):207-11.
47. Terumo-Cardiovascular-Group: Xcoating™ Surface Coating. [http://www.terumo-cvs.com/doc/861103\\_Xcoating-Brochure\\_JUN2015\\_FINAL\\_lowRes.pdf](http://www.terumo-cvs.com/doc/861103_Xcoating-Brochure_JUN2015_FINAL_lowRes.pdf) (2015). Accessed.
48. Maquet-Getinge-Group. Maquet Gebrauchsanweisung VHK 70000 Kardiotomie-reservoir Version 08. Getinge; 2020.
49. Xiong HY, Liu Y, Shu DC, Zhang SL, Qian X, Duan WX, et al. Effects of Sevoflurane Inhalation During Cardiopulmonary Bypass on Pediatric Patients: A Randomized Controlled Clinical Trial. *ASAIO Journal (American Society for Artificial Internal Organs)*. 1992; 2016; 62(1):63-8. doi: 10.1097/mat.0000000000000285.
50. Scheer MM, Münch F, Bohn S, Haimerl G, Weyand M, Harig F. Oxygenator-Leistungsvergleich: Compactflo Evolution Phisio M versus Inspire 6 M Phisio. *Kardiotechnik*. 2013;9-16.
51. Schmid P. Leitfaden Extrakorporale Zirkulation.pdf. Heidelberg: Springer Medizin Verlag; 2011.
52. Zhou G, Feng Z, Xiong H, Duan W, Jin Z. A combined ultrafiltration strategy during pediatric cardiac surgery: a prospective, randomized, controlled study with clinical outcomes. *Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia*. 2013;27(5):897-902. doi: 10.1053/j.jvca.2013.01.006.
53. Teske A, Münch F, Ruffer A, Cesnjevar R. Modifizierte Ultrafiltration im klinischen Einsatz - wo ist die Evidenz. 47 Internationale Jahrestagung der DGfK und 10 Fokustagung Herz der DGfK und DGTHG. Wiesbaden: Kardiotechnik 2018. 37.
54. Münch F, Purbojo A, Cesnjevar R, Teske A. Update Hämofiltration und Hämo-perfusion. *Kardiotechnik*. 2019;2:26-36.
55. Naik SK, Knight A, Elliott M. A prospective randomized study of a modified technique of ultrafiltration during pediatric open-heart surgery. *Circulation*. 1991;84(5 Suppl):Iii422-31.
56. Elliott MJ. Ultrafiltration and modified ultrafiltration in pediatric open heart operations. *The Annals of thoracic surgery*. 1993;56(6):1518-22.
57. Osthaus WA, Görler H, Sievers J, Rahe-Meyer N, Optenhöfel J, Breyman T, et al. Bicarbonate-buffered ultrafiltration during pediatric cardiac surgery prevents electrolyte and acid-base balance disturbances. *Perfusion*. 2009;24(1):19-25. doi: 10.1177/0267659109106728.
58. Osthaus WA, Sievers J, Breyman T, Suempelmann R. Bicarbonate buffered ultrafiltration leads to a physiologic priming solution in pediatric cardiac surgery. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2008;7(6):969-72. doi: 10.1510/icvts.2008.179333.
59. Walpoth BH, Ampert R., Schmid, B., Lanz, M., Althaus, U. Hemofiltration during cardiopulmonary bypass: Quality assessment of hemoconcentrated blood. *Inauguraldissertation: Ampert Thomas Walter, Bern, Switzerland* 1993.
60. Downing SW, Edmunds LH. Release of vasoactive substances during cardiopulmonary bypass. *The Annals of thoracic surgery*. 1992; 54(6):1236-43. doi: 10.1016/0003-4975(92)90113-i.
61. Redlin M, Boettcher W, Kukucka M, Kuppe H, Habazettl H. Blood transfusion during versus after cardiopulmonary bypass is associated with postoperative morbidity in neonates undergoing cardiac surgery. *Perfusion*. 2014; 29(4):327-32. doi: 10.1177/0267659113517922.
62. Boettcher W, Dehmel F, Matschke A, Iben A, Redlin M, Eggert D, et al. Kongenitale Herzchirurgie mit Verzicht auf Blutpriming bei 1000 konsekutiven Patienten mit einem Körpergewicht von bis zu 15 kg. 46 Internationale Jahrestagung der DGfK und 9 Fokustagung Herz der DGfK und DGTHG. Weimar: Kardiotechnik. 2017:8.
63. Mesfin A, Tauber J, Biermann D, Sachweh JS, Stockinger G, Sehn C, et al. Der neue Weg der „maßgeschneiderten“ Perfusion. 48 Internationale Jahrestagung der DGfK und 11 Fokustagung Herz der DGfK und DGTHG. Wiesbaden Kardiotechnik. 2019:4.
64. Weimer RK, Meuser J, Nisztuk S, Gehron J, Mann V, Valeske K, et al. Kongenitale Herzchirurgie mit Verzicht auf Blutpriming bei 1000 konsekutiven Patienten mit einem Körpergewicht von bis zu 15 kg. 46 Internationale Jahrestagung der DGfK und 9 Fokustagung Herz der DGfK und DGTHG. Weimar: Kardiotechnik 2017: 7.
65. Münch F, Purbojo A, Sandrio S, Cesnjevar R, Ruffer A. Optimiertes EKZ-Konzept zur Vermeidung von Fremdblut bei 5-10 kg Säuglingen. 43 Internationale Jahrestagung der DGfK und 6 Fokustagung Herz der DGfK und DGTHG. Nürnberg: J. Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie 2014.
66. Tauber J, Amha M, Biermann D, Riso A, Sachweh JS, Ruffer A. Blutsparende Maßnahmen in der Kinderherzchirurgie – eine Single-Center-Erfahrung. 48 Internationale Jahrestagung der DGfK und 11 Fokustagung Herz der DGfK und DGTHG. Wiesbaden: Kardiotechnik. 2019: 2.
67. Münch F, Bakir B, Cesnjevar R, Blumauer R, Purbojo A, Teske A. Blutbasiertes versus elektrolytbasiertes Priming: Vorteile für die Säuglinge? *Kardiotechnik*. 2020;3:85-95.
68. Boettcher W DF, Redlin M, Sinzobahamvya N, Photiadis J. Cardiopulmonary Bypass Strategy to Facilitate Transfusion-Free Congenital Heart Surgery in Neonates and Infants. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2020;68(1):2-14. doi: 10.1055/s-0039-1700529.
69. Münch F, Teske A, Purbojo A, Blumauer R, Cesnjevar RA, Ruffer A. Medizinische und technische Besonderheiten beim Anwenden einer modifizierten Blutkardioplegie in der Kinderherzchirurgie. 46 Internationale Jahrestagung der DGfK und 9 Fokustagung Herz der DGfK und DGTHG. Weimar: Kardiotechnik. 2017: 9.
70. Münch F, Purbojo A, Kellermann S, Jansen C, Cesnjevar R, Ruffer A. Neue Strategien in der Kinderherzchirurgie: Verminderte Elektrolytschwankungen durch modifizierte Blutkardioplegie nach Calafiore. *Kardiotechnik*. 2015;2:44-8.
71. Münch F, Purbojo A, Kellermann S, Jansen C, Cesnjevar RA, Ruffer A. Improved contractility with tepid modified full blood cardioplegia compared with cold crystalloid cardioplegia in a piglet model. *European journal of cardio-thoracic surgery : official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*. 2014. doi: 10.1093/ejcts/ezu440.
72. De Somer F, Foubert L, Poelaert J, Dujardin D, Van Nooten G, Francois K. Low extracorporeal priming volumes for infants: a benefit? *Perfusion*. 1996;11(6):455-60. doi: 10.1177/026765919601100606.
73. Koster A, Huebler M, Boettcher W, Redlin M, Berger F, Hetzer R. A new miniaturized cardiopulmonary bypass system reduces transfusion requirements during neonatal cardiac surgery: Initial experience in 13 consecutive patients. *The Journal of Thoracic Cardiovascular Surgery*. 2009;137(6):1565-8.
74. Alan H. Menkis MJM, PharmD, MSc (HTA); Davy C.H. Cheng, MD; David C. Fitzgerald, CCP; John J. Freedman, MD; Changqing Gao, MD; Andreas Koster, MD, PhD; G. Scott Mackenzie, MD; Gavin J. Murphy, MD; Bruce Spiess, MD; and Niv Ad, MD. *Drug, Devices, Technologies, and Techniques for blood management in minimally invasive and conventional cardiothoracic surgery*. *Innovations* 2012;7(4).
75. Boettcher W, Sinzobahamvya N, Miera O, Redlin M, Dehmel, Cho, et al. Routine Application of Bloodless Priming in Neonatal Cardiopulmonary Bypass: A 3-Year Experience. *Pediatr Cardiol*. 2017;38:807-12. doi: 10.1007/s00246-017-1585-x.
76. Murin P, Boettcher W, Ozaki S, Wloch A, Cho MY, Redlin M, et al. Asanguineous Cardiopulmonary Bypass in Infants: Impact on Postoperative Mortality and Morbidity. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2020;68(1):59-67. doi: 10.1055/s-0038-1676789.
77. Karkouti K. Transfusion and risk of acute kidney injury in cardiac surgery. *British journal of anaesthesia*. 2012;109 Suppl 1:i29-i38. doi: 10.1093/bja/aes422.
78. Ojito JW, Hannan RL, Miyaji K, White JA, McConaghey TW, Jacobs JP, et al. Assisted venous drainage cardiopulmonary bypass in congenital heart surgery. *The Annals of thoracic surgery*. 2001;71(4):1267-71; discussion 71-2. doi: 10.1016/s0003-4975(00)02458-9.
79. Murai N, Cho M, Okada S, Chiba T, Saito M, Shioyuchi S, et al. Venous drainage method for cardiopulmonary bypass in single-access minimally invasive cardiac surgery: siphon and vacuum-assisted drainage. *J Artif Organs*. 2005;8(2):91-4. doi: 10.1007/s10047-005-0288-x.
80. Kunst G, Milojevic M, Boer C, De Somer FMJJ, Gudbjartsson T, van den Goor J, et al. 2019 EACTS/EACTA/EBCP guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery. *British journal of anaesthesia*. 2019;123(6):713-57. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bja.2019.09.012>.
81. Parliament E: Regulation (EU) 2017/745 of the European Parliament and of the Council of 5 April 2017 on medical devices, amending Directive 2001/83/EC, Regulation (EC) No 178/2002 and Regulation (EC) No 1223/2009 and repealing Council Directives 90/385/EEC and 93/42/EEC. (2017). Accessed 18..08.2020.
82. Harig F, Cesnjevar R, Lindemann Y, Bumiller L, Singer H, Weyand M. Phosphorylcholine-coated cardiopulmonary bypass in paediatric cardiac surgery improves biocompatibility: reduced contact activation and endothelin-1 release. *Critical Care*. 2001.
83. Medtronic-Inc. Carmeda Bioactive Surface. Minneapolis 2006.
84. Medtronic-Inc. Trillium Biosurface. Minneapolis 2011.
85. Vertellus-Specialities-Inc. Phosphorylcholine Technology. Hampshire: Vertellus Specialities Inc.; 2011.

## DANKSAGUNG

Bei unseren jährlichen Arbeitsgruppentreffen in den Kliniken wurden wir von verschiedenen Experten zu diesem Themenkomplex außerhalb der Arbeitsgruppe Kinder- und Säuglingsperfusion unterstützt.

## WIR BEDANKEN UNS BEI:

Prof. Dr. Robert Zimmermann, Erlangen: Transfusion von Erythrozyten-Konzentraten und deren Auswirkungen auf den Organismus

OÄ Dr. Leonie Schulte-Uentrop, Hamburg: Brauchen wir heutzutage noch Vollblutersatz im Säuglingspriming?

PD Dr. med. Andreas Koster, Bad Oeynhausen: Patient Blood Management in der Kinderherzchirurgie

Volker Lauenroth, Bad Oeynhausen: VAD bei Kindern und EMAH-Patienten

Prof. Dr. Harry Magunia, Tübingen: Patient Blood Management in der Kinderherzanästhesie

PD Dr. Tim Attmann, Kiel: Norwood-Prozedur – aus der Sicht der Chirurgie

Dr. Peter Dütschke, Kiel: Norwood-Prozedur – aus der Sicht der Anästhesie

## INTERESSENKONFLIKTE

Die Autoren der Arbeitsgruppe geben an, keine Interessenkonflikte zu haben.

## BESCHREIBUNG UND AUFGABEN DER AG KINDER UND SÄUGLINGSPERFUSION DER DGfK

Die Kinder- und Säuglingsperfusion ist ein hochspezialisierter Bereich innerhalb der Kardiotechnik. Von landesweit 78 herzchirurgischen Zentren gibt es 22 kinderherzchirurgische Abteilungen. Etwa 20 % der in Deutschland klinisch tätigen Perfusionisten sind auf diesen sensiblen Bereich spezialisiert. Gegründet wurde die Arbeitsgruppe im Jahr 2013 im Auftrag der DGfK. Unter den fünf Gründungsmitgliedern waren das Universitätsklinikum Erlangen, das Deutsche Kinderherzzentrum St. Augustin, das Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, das Universitätsklinikum Gießen und die Medizinische Hochschule Hannover. Mittlerweile beteiligen sich 2/3 aller kinderherzchirurgischen Abteilungen aktiv in der AG. Im Rahmen der Jahrestagungen der DGTHG und DGfK trifft sich die AG regelmäßig. Ein weiteres Treffen wird abwechselnd in einer teilnehmenden Klinik ausgerichtet. Neben einer Hospitation im OP können die AG-Themen deutlich ausführlicher erarbeitet und diskutiert werden. Abgerundet werden diese Treffen durch sehr hochwertige Vorträge von Referenten der jeweiligen Klinik.

## ZIEL DER ARBEITSGRUPPE „KINDER- UND SÄUGLINGSPERFUSION“:

- Bestandsaufnahme der in Deutschland vorherrschenden Perfusionskonzepte
- Entwicklung von Handlungsempfehlungen für die Kinder- und Säuglingsperfusion
- Standardisierung der Ausbildung/Spezialisierung zum Kinderperfusionisten in Zusammenarbeit mit dem EBCP
- Durchführung von multizentrischen wissenschaftlichen Arbeiten
- Aufbau einer gemeinsamen Kommunikationsplattform zwischen den einzelnen Abteilungen
- Unterstützung der eigenen wissenschaftlichen Jahrestagung durch aktive Teilnahme
- Veröffentlichung der AG-Ergebnisse im offiziellen Organ der DGfK
- Ansprechpartner für alle kardiotechnischen Abteilungen hinsichtlich der Kinder- und Säuglingsperfusion“
- Unterstützung der Kliniken ohne Kinderherzchirurgie mit dem „Kinderperfusionsspraktikum – ECCP Zertifizierung“
- Zertifikat Kinderperfusion

Weiterführende Informationen und Kontaktdaten unter: <https://dgfkt.de/organisation/arbeitsgruppen/arbeitsgruppe-kinder-und-saeuglingsperfusion/>.

S. Mayer<sup>1,2</sup>, F. Wenzel<sup>2</sup>, G. Hipp<sup>1</sup>,  
U. F. W. Franke<sup>1</sup>, M. Rufa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Herz- und Gefäßchirurgie,  
Robert-Bosch-Krankenhaus Stuttgart  
(Leitung: Prof. Dr. med. Ulrich F. W. Franke)

<sup>2</sup> Fakultät Medical and Life Sciences, Hoch-  
schule Furtwangen

# Maschinelle Autotransfusions- geräte im Vergleich – in der Praxis

## ZUSAMMENFASSUNG

**Einleitung:** Um Fremdblut während einer herzchirurgischen Operation zu sparen, empfiehlt sich der intraoperative Einsatz eines Geräts zur maschinellen Autotransfusion (MAT). Für diesen Zweck werden auf dem Markt mehrere Systeme unterschiedlicher Hersteller angeboten. Im Rahmen der Probestellung eines neuen Gerätes zur maschinellen Autotransfusion (CATS<sup>®</sup>mart) wurde ein retrospektiver Vergleich mit dem Standardgerät des Robert-Bosch-Krankenhauses, dem Cell Saver<sup>®</sup> 5+ (CS 5+), durchgeführt.

**Material und Methoden:** Der Vergleich erfolgte auf Basis von Daten, welche aus den vorgeschriebenen Qualitätskontrollen für maschinell aufbereitetes Wundblut (MAT-EK) gewonnen wurden. Mithilfe von Blutabnahmen aus dem Reservoir und der MAT-EK wurden unter anderem die Auswaschraten von Eiweiß, freiem Hämoglobin (fHb), Leukozyten und Thrombozyten berechnet. Auch wurden die Volumina von Wundblut, aufbereitetem Wundblut und Waschlösung verglichen sowie der benötigte Zeitaufwand für den Aufbereitungsvorgang.

**Ergebnisse:** Der Hämatokrit der MAT-EKs des CATSmart war signifikant höher als der des CS 5+ (Median 69,9% vs. 51,5 %;  $p < 0,001$ ). Die Auswaschraten von fHb (Median 96,1 % vs. 92,5 %;  $p < 0,001$ ) und Leukozyten (Median 70,9 % vs. 43,7 %;  $p < 0,05$ ) waren signifikant höher in der Gruppe des CATSmart. Bei der Eiweiß- und Thrombozytenauswaschraten konnten keine Unterschiede aufgezeigt werden.

**Diskussion:** Beide Geräte erfüllten die von der Richtlinie der Bundesärztekammer geforderten Qualitätsmerkmale, wenn auch der CS 5+ den geforderten Hämatokritwert von  $> 50$  % nicht in jedem Zyklus erreichte. Mit dem CATSmart wurde durchgän-

gig ein hochwertiges Endprodukt erzeugt, zudem wird die Dokumentation der Qualitätssicherung durch ein integriertes Aufzeichnungssystem erleichtert.

## SCHLÜSSELWÖRTER

CATSmart, Cell Saver 5+, maschinelle Autotransfusion, Patient Blood Management, Qualitätskontrolle

## ABSTRACT

**Introduction:** In order to reduce blood transfusions during cardiac surgery, the intraoperative use of a cell salvage device is recommended. For this purpose, several systems from different manufacturers are available on the market. As part of a sample order of a new cell salvage device (CATS<sup>®</sup>mart), a retrospective comparison was made with the standard device at the Robert Bosch Hospital, the Cell Saver<sup>®</sup> 5+ (CS 5+).

**Material and Methods:** The comparison was based on data obtained from the mandatory quality controls for salvaged wound blood (SWB). Using blood samples from the reservoir and SWB, the washout rates of protein, free hemoglobin (fHb), leukocytes and platelets were calculated. The volumes of wound blood, SWB, and wash solution were compared, as well as the required time for processing.

**Results:** The hematocrit of the processed wound blood from the CATSmart was significantly higher compared to the CS 5+ (median 69,9% vs. 51,5 %;  $p < 0,001$ ). The washout rates of fHb (median 96,1 % vs. 92,5 %;  $p < 0,001$ ) and leukocytes (median 70,9 % vs. 43,7 %;  $p < 0,05$ ) were significantly higher in the CATSmart group. Protein and platelet washout rates were not significantly different between the two groups.

**Discussion:** Both devices met the quality criteria required in the guideline of the German Medical Association, even though the CS 5+ did not achieve the required hematocrit value of  $> 50$  % in every cycle. The CATSmart consistently produced a high-quality end product. An integrated

system delivers a reliable quality control report.

## KEYWORDS

CATSmart, Cell Saver 5+, cell salvage, patient blood management, quality control.

## Einleitung

Im Jahr 2010 forderte die WHO ihre Mitgliedsstaaten auf, ein sogenanntes Patient Blood Management (PBM) einzuführen [1]. PBM ist ein interdisziplinäres Konzept, welches durch die Vermeidung von nicht indizierten Bluttransfusionen die Patientensicherheit erhöhen soll. Neben den Kosten für die Blutprodukte wird somit auch die kostbare Ressource Blut gespart. Dies ist wichtig im Hinblick auf eine wachsende Bevölkerung einerseits, aber auch in Anbetracht der Tatsache, dass durch den demografischen Wandel die Bevölkerung immer älter wird. Dies hat zur Folge, dass immer mehr Bedürftige weniger Spendern gegenüberstehen. Auch wenn die Sicherheit und Effektivität des PBM mittlerweile in mehreren Studien belegt wurde [2,3], ist Deutschland immer noch Spitzenreiter im Verbrauch von Erythrozyten-Konzentraten (EK) pro 1000 Einwohner [4]. Eine Möglichkeit, Fremdblutprodukte zu sparen, ist die maschinelle Autotransfusion (MAT). In den in 2017 veröffentlichten Guidelines der EACTS/EACTA für ein Patient Blood Management in der Herzchirurgie wird der Routineeinsatz der MAT empfohlen (Klasse IIa, Level B) [5]. Bei der MAT wird das Wundblut des Patienten während der Operation oder seltener auch postoperativ gesammelt. Dieses Blut darf nicht sofort wieder retransfundiert werden, da ansonsten die Gefahr der Gerinnungsaktivierung sowie die Einschwemmung von Zytokinen, Endotoxinen und anderen biologisch aktiven Substanzen in den Körper des Patienten besteht [6]. Daher wird das gesammelte Blut zuerst grob im Sammel-Reservoir vorgefiltert und anschließend aufbereitet. Bei diesem Vorgang werden die Erythrozyten konzentriert und unerwünschte Bestandteile aus dem Wundblut entfernt. Anschließend kann das autologe aufbereitete Blut dem Patienten wieder bedenkenlos retransfundiert werden. Die aufbereite-

Simon Mayer  
Auerbachstr. 106  
70376 Stuttgart  
Telefon: +49 711 81 01 52 73  
E-Mail: simon.mayer@rbk.de

Indikationen	Kontraindikationen
– erwarteter Blutverlust (> 500 ml)	– bakterielle Kontamination des Wund-/OP-Gebiets
– niedriger Hb-Wert und/oder hohes Blutungsrisiko	– Verunreinigung mit Kot oder Eiter
– spezifische Antikörper/seltene Blutgruppe	– Tumorchirurgie (bedingt)
– Ablehnung von Fremdblutprodukten (z. B. Zeugen Jehovas, jedoch als individuelle Gewissensentscheidung)	– akute systemische Infektionen (z. B. Sepsis)
	– zeitgleicher Einsatz von desinfizierenden Spüllösungen im OP-Gebiet
	– Aspiration von amniotischer Flüssigkeit oder Magensaft (proteolytische Enzyme dieser Flüssigkeiten könnten zu Störungen der Blutgerinnung führen)
	– Aspiration von Antibiotika, die nicht für den intravenösen Gebrauch zugelassen sind (bei orthopädischen Operationen aus Zementzusatz; Gefahr ernsthafter Reaktionen [Hypotonie, Schock])

Tab. 1: Indikationen und Kontraindikationen der MAT (Westphal et al. 2019)

ten Erythrozyten weisen eine hohe Qualität auf. Mit einer mittleren Lebensdauer von 20,5 Tagen ist ihre Lebensdauer mit normalen im Körper zirkulierenden Erythrozyten (22,7 Tage) vergleichbar [7]. Zusätzlich ist der Gehalt von 2,3-Diphosphoglycerat (2,3-DPG), welcher einen Marker für die Fähigkeit der Sauerstoffabgabe im Gewebe darstellt, sowie die osmotische Fragilität von MAT-EK mit zirkulierendem Blut vergleichbar [8]. Im Vergleich mit allogenen, gelagerten EKs enthält das MAT-EK eine größere Menge an 2,3-DPG und weist eine höhere osmotische Fragilität auf. Weiterhin ist der pH-Wert höher und die Kaliumkonzentration niedriger. Diese Faktoren legen nahe, dass sowohl die Qualität als auch die Lebensdauer und die Sauerstofftransportkapazität von MAT-EK qualitativ besser als ein allogenes EK ist [8–10].

Seit dem Jahr 2017 werden durch die Bundesärztekammer im Einvernehmen mit dem Paul-Ehrlich-Institut durch die „Richtlinie zur Gewinnung von Blut und Blutbestandteilen und zur Anwendung von Blutprodukten“ verschiedene qualitätssichernde Maßnahmen bei der Durchführung der MAT gefordert. So müssen bei mindestens 5 % aller Einsätze, mindestens jedoch einmal pro Monat und Gerät der Hämatokrit (Sollwert > 50 %) am aufbereiteten Präparat und die Eliminationsrate von Gesamteiweiß oder Albumin (Sollwert > 90 % des Ausgangswertes) bestimmt werden. Zusätzlich ist bei jeder MAT-Anwendung ein Protokoll zu führen. Auf dem Protokoll werden der für die Durchführung verantwortliche Arzt, Beginn und Ende der Transfusion, der Typ und die Nummer des

eingesetzten MAT-Geräts, die Chargennummer des Aufbereitungs- und Transfusionsystems, das Volumen des Sammelblutes sowie Volumen und Hämatokrit des gewaschenen Blutes dokumentiert [11]. Die vorliegende Studie basiert auf diesen vorgeschriebenen Daten der Qualitätskontrollen für maschinell aufbereitetes Wundblut.

#### GRUNDLAGEN DER MASCHINELLEN AUTOTRANSFUSION

Ein MAT-System besteht neben dem MAT-Gerät aus den nachfolgenden Einwegkomponenten: Für den Sammelvorgang des Wundblutes wird ein Reservoir mit integriertem Tiefenfilter sowie einer sterilen Saugerlinie verwendet. Für den Aufbereitungsvorgang wird ein Aufbereitungssystem mit Retransfusionsbeutel benötigt. Zum Einsatz kommt die MAT überwiegend bei Operationen, bei denen größere Blutverluste zu erwarten sind. Die Indikationen sowie die Kontraindikationen der MAT können Tabelle 1 entnommen werden.

#### SAMMELN DES WUNDBLUTES

Um Wundblut aus dem Operationsgebiet abzusaugen, wird ein Vakuum an das Reservoir angeschlossen. Um eine Hämolyse während der Absaugung des Wundblutes zu vermeiden, wird von Seiten der Hersteller der MAT-Geräte eine Begrenzung des Unterdrucks auf –200 bis –300 mbar empfohlen. Es konnte jedoch in mehreren Studien gezeigt werden, dass die Hämolyserate weit weniger vom eingestellten Sog als von einer Luftbeimischung während der Aspiration von Wundblut abhängt [12–14]. Somit scheint eine Begrenzung des Sogs

wenig hilfreich, da dies die Arbeit des Chirurgen, welcher ein freies Sichtfeld benötigt, behindern kann. Um eine erhöhte Hämolyse zu vermeiden, sollte vielmehr die Luftbeimischung während der Aspiration, welche sich durch ein schlürfendes Geräusch kennzeichnet, nach Möglichkeit vermieden werden [15]. Um die Koagulation des gesammelten Blutes sowie eine Verstopfung der Sauglinie zu unterbinden, wird eine 1000 ml Spüllösung mit 25.000 IE Heparin versetzt. Bei Kontraindikationen gegen den Einsatz von Heparin können auch andere Antikoagulantien wie z. B. Zitrat oder Argatroban Anwendung finden [16]. Der Infusionsbeutel wird anschließend an die Saugleitung angeschlossen, über einen gewöhnlichen Durchflussregler kann die erforderliche Menge Spüllösung reguliert werden. Die erforderliche Menge des Wundblutes zur Aufbereitung hängt einerseits von dem verwendeten MAT-System sowie dem Hämatokritwert des gesammelten Wundblutes ab.

#### AUFBEREITUNGSVORGANG UND UNTERSCHIEDE DER MAT-AUFBEREITUNGSSYSTEME

Der Aufbereitungsvorgang – auch Waschvorgang genannt – unterscheidet sich je nach verwendetem Gerät leicht. Über eine Rollerpumpe wird zuerst das gesammelte Wundblut aus dem Reservoir und dann in das entsprechende Aufbereitungssystem gepumpt.

#### MAT-SYSTEM MIT LATHAM-GLOCKE

Bei der Latham-Glocke, wie sie z. B. im Cell Saver 5+ (CS 5+, Haemonetics, Brain-

tree, USA) zum Einsatz kommt, handelt es sich um ein diskontinuierliches System. Das heißt, dass der Füllvorgang der Glocke, der Aufbereitungsvorgang und der anschließende Entleerungszyklus der Reihe nach stattfinden. Für die Aufbereitung stehen beim CS 5+ verschiedene Waschglöcken (70 ml, 125 ml und 225 ml) zur Verfügung. Während des Füllvorgangs werden die schwereren Erythrozyten in der mit 5650 U/min rotierenden Glocke zur äußeren Glockenwand zentrifugiert. Unerwünschte Bestandteile, die ein geringeres Gewicht aufweisen, wie z. B. Plasma oder freies Hämoglobin (fHb) wandern aufwärts und werden in einen Abfallbeutel geleitet. Sobald die Glocke vollständig mit Erythrozyten gefüllt ist, wird dies durch einen optischen Sensor erkannt und der Waschvorgang gestartet. Dabei wird über die Rollerpumpe eine definierte Menge an Waschlösung (i. d. R. 0,9 % Natriumchlorid-Lösung, NaCl) in die Glocke gepumpt und es werden weitere unerwünschte Bestandteile entfernt.

### KONTINUIERLICHES MAT-SYSTEM

Bei einem kontinuierlichen MAT-Gerät wie z. B. dem CATSmart (Fresenius Kabi, Bad Homburg, Deutschland) lassen sich während des Sammelns von Wundblut schon kleinste Blutmengen (ab 30 ml Blut) aufbereiten. Somit können diese Geräte, ohne dass verschiedene Einwegkomponenten vorgehalten werden müssen, bei allen Altersgruppen eingesetzt werden. Die Waschkammer des CATSmart rotiert mit etwa 2100 U/min, was einer Kraft von etwa 490 G entspricht [17]. In der Waschkammer befindet sich ein spiralförmiger Kanal, in welchem sich der Blut-, der Konzentrat-, der Waschlösungs- und der Abfallanschluss befinden. Über den Blutanschluss, welcher sich am innersten Punkt der Spirale befindet, wird das Wundblut in den Kanal gepumpt. Wie bei der Latham-Glocke werden die Erythrozyten durch die Zentrifugalkraft in einer dünnen Schicht am äußeren Kanalrand angesammelt. Die leichten Bestandteile werden abgetrennt und fließen innen im Kanal zum Abfallbeutel. Bei diesem System ist die Auswaschraten von Fetten mit über 99 % besonders effektiv [6,18]. An der Außenseite des Kanals findet der Waschprozess statt. Dabei werden die konzentrierten Erythrozyten von unten mit Waschlösung durchströmt und resuspendiert. Im letzten Schritt, der sogenannten 2. Separationsstufe, wird die verbrauchte Waschlösung zur Hämatokritkonzentration entfernt und anschließend das

aufbereitete Blut in den Retransfusionsbeutel gepumpt [17].

### ANMERKUNGEN ZUR VERWENDUNG VON KOCHSALZLÖSUNG ZUR MAT-BEHANDLUNG

Mittlerweile ist bekannt, dass die Verwendung von 0,9 % NaCl-Lösung in der Infusionstherapie mit einer höheren Inzidenz an Nierenversagen einhergeht [19]. Daher werden heutzutage als Infusionen und Waschlösungen Vollelektrolytlösungen empfohlen. Im Tierversuch konnte die Überlegenheit von balancierter Waschlösung gegenüber NaCl-Waschlösung gezeigt werden [20,21]. Dass weiterhin, trotz der bekannten Risiken einer Niereninsuffizienz durch den unphysiologisch hohen Chlorid-Gehalt von 0,9 % NaCl-Lösung, diese als Waschlösung eingesetzt wird, begründet sich vermutlich durch den geringen Preis dieser Lösung. Im Hinblick auf die Patientensicherheit sollte diese Praxis kritisch hinterfragt werden.

### MATERIAL UND METHODEN

Im Rahmen einer Probestellung eines CATSmart wurden die Ergebnisse der Qualitätssicherung mit dem Standardgerät des Robert-Bosch-Krankenhauses, dem CS 5+, verglichen. Von beiden Geräten wurden die Daten von jeweils 16 Qualitätskontrollen in die Studie eingeschlossen. Die Ethik-Kommission der Medizinischen Fakultät der Eberhard-Karls-Universität und des Universitätsklinikums Tübingen erteilte für die retrospektive Datenauswertung der Qualitätskontrollen eine zustimmende Bewertung (Projekt-Nummer 1004/2020A).

Für die Qualitätskontrollen wurden jeweils EDTA-Blut und für die Eiweißbestimmung eine Lithium-Heparin-Monovette aus dem Wundblut sowie aus dem gewaschenen MAT-EK abgenommen. Mittels des Blutbildes erfolgte die Bestimmung der Leukozyten- und Thrombozytenanzahl, Hämatokrit- und freier Hämoglobinwert (fHb). Die Analyse der Werte erfolgte im Zentrallabor des Robert-Bosch-Krankenhauses. Während des Aufbereitungsvorgangs wurden jeweils folgende, durch die Geräte angezeigten Volumina, dokumentiert:

- Gesamtvolumen Wundblut
- Gesamtvolumen MAT-EK
- Gesamtvolumen Waschlösung
- Volumen des Wundblutes bei Blutabnahme
- Volumen des MAT-EK bei Blutabnahme.

Da durch den CS 5+ falsch hohe Werte (Median 297 ml MAT-EK nach erster Glocke) an aufbereitetem Wundblut angezeigt wurden, erfolgte die Dokumentation des MAT-EK-Volumens in diesem Fall durch die maximale Glockenfüllmenge von 225 ml und die Anzahl der Aufbereitungsvorgänge.

Der CATSmart verfügt über einen Sensor, welcher den Hämatokritwert des Wundblutes und den des MAT-EKs bestimmt. Der durch den CATSmart ermittelte Hämatokritwert des MAT-EKs wurde im Einsatzprotokoll dokumentiert. Für die Aufbereitungsvorgänge des CS 5+ wurde das Automatikprogramm verwendet. Der CATSmart wurde im Programm Smart Wash betrieben.

### STATISTIK

Für die Berechnung der Auswaschraten muss zwischen im Plasma gelösten Komponenten und festen Blutbestandteilen unterschieden werden. Mit Formel 1 werden die Auswaschraten von plasmalöslichen Komponenten wie Eiweiß und fHb errechnet. Die Menge entspricht dabei jeweils dem Gehalt an Eiweiß oder fHb im MAT-EK respektive im Wundblut. Für das Volumen des MAT-EK und des Wundblutes müssen dabei die Werte eingesetzt werden, welche bei der Blutabnahme dokumentiert wurden. Die Auswaschraten der Leukozyten und Thrombozyten lässt sich anhand Formel 2 bestimmen:

Die weitere statistische Auswertung wurde mit RStudio 1.2.5001 (RStudio Inc, Boston, MA, USA) durchgeführt. Alle Variablen werden mit Median- und Mini-

$$\left( 1 - \frac{\left( 1 - \frac{\text{Hkt}_{\text{MAT-EK}}}{100} \right) * \text{Volumen}_{\text{MAT-EK}} * \text{Menge}_{\text{MAT-EK}}}{\left( 1 - \frac{\text{Hkt}_{\text{Wundblut}}}{100} \right) * \text{Volumen}_{\text{Wundblut}} * \text{Menge}_{\text{Wundblut}}} \right) * 100$$

Formel 1

$$\left( 1 - \frac{\text{Volumen}_{\text{MAT-EK}} * \text{Menge}_{\frac{\text{Leukozyten}}{\text{Thrombozyten}} \text{MAT-EK}}}{\text{Volumen}_{\text{Wundblut}} * \text{Menge}_{\frac{\text{Leukozyten}}{\text{Thrombozyten}} \text{Wundblut}}} \right) * 100$$

Formel 2

	Cell Saver 5+ n = 16 Automatik		CATSmart n = 16 Smart Wash		p-Wert
	Median	Minimum/ Maximum	Median	Minimum/ Maximum	
Hämatokrit Wundblut [%]	13,1	8,8 / 24,3	14,5	6,8 / 24,3	0,61
Hämatokrit MAT-EK [%]	51,5	46,4 / 65,3	69,9	60,9 / 73,6	< 0,0001
Sensor MAT-EK CATSmart [%]	-	-	75	62 / 80	-
Wundblut gesamt [ml]	2510	1216 / 4800	2500	1337 / 4377	0,27
MAT-EK gesamt [ml]	450	225 / 1800	517	163 / 914	0,39
Waschlösung [ml]	2990	1000 / 8000	4950	2577 / 8078	< 0,05
Plasma-Hb Wundblut [mg/dl]	468	66 / 1033	487	244 / 2321	0,38
Plasma-Hb MAT-EK [mg/dl]	276	128 / 563	337	214 / 812	< 0,05
Auswaschrates Plasma-Hb [%]	92,5	66,8 / 96,8	96,1	92,3 / 98,7	< 0,001
Eiweiß Wundblut [g/dl]	2,6	1,9 / 4,8	3,2	1,4 / 6,2	0,25
Eiweiß MAT-EK [g/dl]	0,4	0,1 / 0,8	0,8	0,3 / 1,5	0,001
Auswaschrates Eiweiß [%]	98	94,7 / 99,7	98,4	97,0 / 99,4	0,057
Leukozyten Wundblut [Giga/l]	3,5	1,7 / 6,8	3,4	1,30 / 5,1	0,92
Leukozyten MAT-EK [Giga/l]*	9,8	2 / 19,9	7,3	1,30 / 12,9	0,43
Auswaschrates Leukozyten [%]*	43,7	20,4 / 62,5	70,9	24,7 / 95,8	< 0,05
Thrombozyten Wundblut [Terra/l]	68	5 / 108	77,5	44 / 405	0,09
Thrombozyten MAT-EK [Terra/l]	10,5	1 / 53	14	1 / 30	0,52
Auswaschrates Thrombozyten [%]	95,1	81,5 / 99,5	97,7	92,2 / 99,9	0,056

\* n = 15 in CS 5+ Gruppe wegen fehlerhafter Bestimmung der Leukozytenzahl im MAT-EK

Tab. 2: Ergebnisse der Laborwerte und Auswaschrates der Waschvorgänge mit Cell Saver 5+ und CATSmart

mal- und Maximalwert dargestellt. Für den nichtparametrischen Vergleich zweier unverbundener Stichproben kam der Mann-Whitney-U-Test zur Anwendung. Ein p-Wert von < 0,05 wurde dabei als signifikant interpretiert.

## ERGEBNISSE

Bei der Menge des gesammelten Wundblutes ergab sich kein Unterschied zwischen beiden MAT-Geräten. Auch das Gesamtvolumen des aufbereiteten MAT-EK unterschied sich nicht signifikant. Der Verbrauch an Waschlösung war in der CS 5+-Gruppe signifikant geringer (2990 ml vs. 4950 ml;  $p < 0,05$ ). Die Messung des Hämatokrits des MAT-EK durch den Sensor des CATSmarts ergab im Median 75 %. Dies entspricht einer durchschnittlichen Differenz im Vergleich zum Laborwert von 5,1 % im Median. Eine vollständige Übersicht über die erhobenen Daten kann Tabelle 2 entnommen werden.

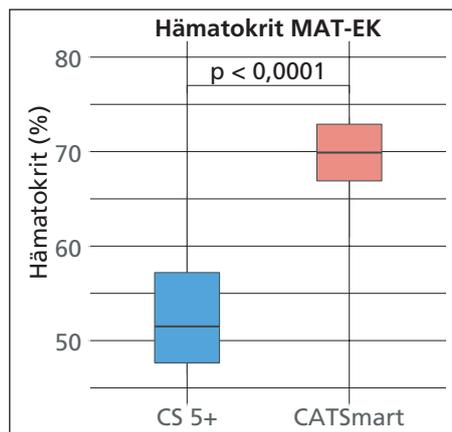


Abb. 1: Vergleich der Hämatokritwerte der MAT-EKs von CS 5+ und CATSmart

Während der Hämatokrit des Wundblutes keine signifikanten Unterschiede zwischen den Geräten aufwies, war der Hämatokrit im gewaschenen MAT-EK des CATSmart signifikant erhöht (69,9 % vs. 51,5 %;  $p < 0,0001$ , Abb. 1). Im aufbereiteten MAT-EK des CS 5+ wurden signifi-

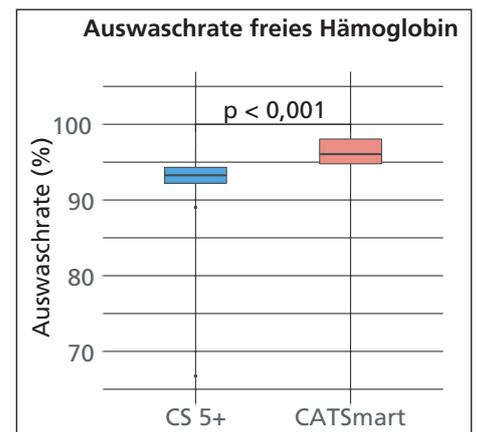


Abb. 2: Vergleich der Auswaschrates von freiem Hämoglobin von CS 5+ und CATSmart

kant geringere Mengen an fHb (276 mg/dl vs. 337 mg/dl;  $p < 0,05$ ) und Eiweiß (0,4 g/dl vs. 0,8 g/dl;  $p = 0,001$ ) gegenüber dem CATSmart gemessen.

Bei den Auswaschrates zeigte der CATSmart gegenüber dem CS 5+ höhere Werte. Die Auswaschrates des fHb betrug

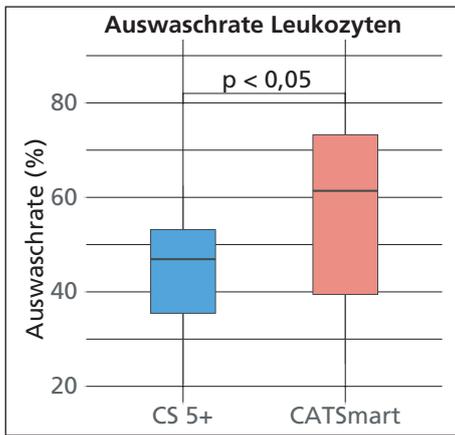


Abb. 3: Vergleich der Auswaschraten der Leukozyten von CS 5+ und CATSmart

in der Gruppe des CS 5+ 92,5 %, vs. 96,1 % in der CATSmart-Gruppe ( $p < 0,001$ , Abb. 2). Auch bezogen auf die Leukozyten-Auswaschung zeigte der CATSmart signifikant höhere Eliminationsraten (70,9 % vs. 43,7 %;  $p < 0,05$ , Abb. 3). Bei den Auswaschraten von Eiweiß und Thrombozyten konnten hingegen keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden MAT-Systemen festgestellt werden.

## DISKUSSION

In der vorliegenden Studie konnte gezeigt werden, dass die untersuchten MAT-Geräte die Anforderungen erfüllten, welche von der Bundesärztekammer in der Richtlinie „Hämotherapie“ an aufbereitetes MAT-Blut gestellt werden [11]. Allerdings erreichte der CS 5+ den geforderten Hämatokritwert ( $> 50\%$ ) nur im Median, in 7 Fällen lag der Hämatokrit des produzierten MAT-EK leicht darunter. Die gemessenen Laborparameter im MAT-EK entsprechen weiterhin den Ergebnissen einer Studie von Biedler et al. zur Erythrozytenqualität nach maschineller Autotransfusion [22]. Ob die höheren Auswaschraten des CATSmart auch klinisch relevant sind, ist ungewiss. Beide Geräte erreichten eine Auswaschraten der Thrombozyten von über 90 %. Werden intraoperativ größere Mengen an Wundblut aufbereitet und wieder transfundiert, muss daher auch immer an den damit einhergehenden Verlust von Gerinnungsfaktoren („salvaged-cell syndrome“) gedacht werden [6]. Die Menge an aufbereitetem Eigenblut, welche den Patienten im Untersuchungszeitraum mit jedem Einsatz der MAT retransfundiert werden konnte, entspricht durchschnittlich einer Menge von etwa ein bis zwei Einheiten Fremdblut. Ein positiver Einfluss der MAT auf eine Reduktion des Fremdblutverbrauchs wäre somit durchaus denkbar.

Ein positiver Einfluss der MAT zur Vermeidung von Fremdblutkonserven konnte in mehreren herzchirurgischen Studien nachgewiesen werden [23–25]. Die Anwendung der MAT sollte daher als fester Bestandteil eines gelebten PBM bei herzchirurgischen Operationen gesehen werden.

Dass die Funktionsweise des kontinuierlichen Systems zu einem höheren Hämatokritwert des MAT-EK gegenüber glockenbasierten Systemen führt, zeigten auch die Arbeiten anderer Autoren [6,26,27]. Neuere Generationen der diskontinuierlichen Systeme, wie z. B. der Cell Saver Elite von Haemonetics oder das Xtra Autotransfusion System der Firma LivaNova (London, Großbritannien), sind jedoch auch in der Lage höhere Hämatokritwerte im MAT-EK zu erreichen (ca. 60 %) als der CS 5+ der vorliegenden Arbeit [18,28].

Der Hämatokrit-Sensor des CATSmart hatte im Median eine Abweichung von 5,1 % im Vergleich zur Laborbestimmung. Dies stellt eine übliche Range für Sensoren dar. Die Dokumentation kann mit dem CATSmart vereinfacht werden, da alle gesetzlich vorgeschriebenen Parameter der Qualitätssicherung erfasst werden und zur Auswertung digital sowie als Ausdruck über den integrierten Drucker zur Verfügung stehen.

## AUFBEREITUNGSVORGANG

Als Nachteil des CATSmart kann der deutlich höhere Verbrauch an Waschlösung gegenüber dem CS 5+ gesehen werden. Dieser kann jedoch mit dem Aufbereitungsprogramm Flex Wash gesenkt werden, bei dem der CATSmart bei der Aufbereitung mit einem geringeren Waschfaktor betrieben wird. Dabei waren in der Praxis keine Qualitätsverluste zu erkennen. Ein weiterer Vorteil dieses Programms ist ein leicht gesteigerter Konzentratfluss im Vergleich mit dem untersuchten Smart Wash-Programm (35 ml/min vs. 28 ml/min). Wird der Konzentratfluss des CS 5+ mit den Herstellerangaben bezüglich der Fördermengen der Rollerpumpe im Automatikprogramm (Füllvorgang 600 ml/min, Waschvorgang 500 ml/min, Rückgabe 250 ml/min) und den erhobenen Daten dieser Arbeit berechnet, ergibt sich ein Fluss von ca. 45 ml/min. Damit ist der CS 5+ in dieser theoretischen Berechnung dem CATSmart überlegen. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass der CS 5+ den Zeitvorteil nur ausspielen kann, wenn der Aufbereitungsvorgang erst gegen Ende der Operation gestartet wird

und dann größere Mengen an Wundblut schnell aufbereitet werden sollen. Wird der Aufbereitungsvorgang bereits während der Operation gestartet, fällt der Zeitvorteil des CS 5+ geringer aus, da bei Verwendung des CATSmart auch kleinere Mengen Blut verarbeitet werden können, wohingegen beim CS 5+ eine volle Glocke abgewartet werden muss. Im Falle einer massiven Blutung, bei der schnell große Mengen an Blut aufbereitet werden müssen, ist laut Herstellerangabe der CATSmart dem CS 5+ überlegen. Während der CATSmart im Notfallmodus ein theoretisches MAT-EK-Volumen von 100 ml pro Minute produzieren kann, schafft der CS 5+ nur 75 ml pro Minute.

## LIMITATIONEN

Die Studie ist mit einem retrospektiven Design durchgeführt worden. Weiterhin können, durch den Verzicht auf eine exakte Bestimmung der Volumina von Wundblut und MAT-EK, Abweichungen in den Berechnungen nicht ausgeschlossen werden.

## SCHLUSSFOLGERUNG

In diesem retrospektiven Vergleich konnte gezeigt werden, dass beide Geräte die Qualitätsanforderungen, welche an gewaschene autologe Erythrozytenkonzentrate gestellt werden, erfüllen. Die Entscheidung für ein kontinuierliches oder glockenbasiertes MAT-System ist eine subjektive Entscheidung. Aus Sicht der Autoren liegt ein Vorteil des CATSmart in der elektronischen Qualitätssicherung, welche die Arbeit des Anwenders erleichtert. Da mit dem CATSmart das gesammelte Wundblut schon bei kleinen Mengen kontinuierlich aufbereitet werden kann, könnte eventuell auch die Empfehlung aus den EACTS Guidelines 2019, intraoperatives Saugerblut maschinell aufzubereiten, leichter umsetzbar sein [29]. Dass der CATSmart sowohl bei erwachsenen als auch pädiatrischen Patienten zum Einsatz kommen kann, ohne unterschiedliches Einwegmaterial vorhalten zu müssen, ist ein weiterer Vorteil dieses Systems. Als Nachteil könnten der etwas größere Platzbedarf gegenüber dem CS 5+ und die Lautstärke während des Aufbereitungsvorgangs gesehen werden.

## INTERESSENKONFLIKTE

Die Autoren geben an, keine persönlichen Interessenkonflikte zu haben. Die Probestellung des CATSmart erfolgte als kostenlose Leihgabe, die Einwegmaterialien wurden regulär über den Einkauf des Robert-Bosch-Krankenhauses bezogen.

## LITERATUR

1. WHO. Availability, safety and quality of blood products. Abgerufen 15. 01 2021, von [https://www.who.int/bloodsafety/events/gfbs\\_01\\_pbm\\_concept\\_paper.pdf](https://www.who.int/bloodsafety/events/gfbs_01_pbm_concept_paper.pdf)
2. Leahy MF, Hofmann A, Towler S, et al. Improved outcomes and reduced costs associated with a health-system-wide patient blood management program: a retrospective observational study in four major adult tertiary-care hospitals: Patient blood management outcomes. *Transfusion (Paris)*. 2017;57(6):1347-1358. doi:10.1111/trf.14006.
3. Gross I, Seifert B, Hofmann A, Spahn DR. Patient blood management in cardiac surgery results in fewer transfusions and better outcome: Patient Blood Management in Cardiac Surgery. *Transfusion (Paris)*. 2015;55(5):1075-1081. doi:10.1111/trf.12946.
4. Carson JL, Triulzi DJ, Ness PM. Indications for and Adverse Effects of Red-Cell Transfusion. Longo DL, ed. *N Engl J Med*. 2017;377(13):1261-1272. doi:10.1056/NEJMr1612789.
5. Pagano D, Milojevic M, Meesters MI, et al. 2017 EACTS/EACTA Guidelines on patient blood management for adult cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2018;53(1):79-111. doi:10.1093/ejcts/ezz325.
6. Westphal S, Zacharowski K, Choorapokayil S, Füllenbach C, Meybohm P. Patient Blood Management: die maschinelle Autotransfusion in der Anästhesiologie. *AINS - Anästhesiol · Intensivmed · Notfallmedizin · Schmerzther*. 2019;54(03):170-181. doi:10.1055/a-0593-4377.
7. Schmidt H, Lund JO, Nielsen SL. Autotransfused shed mediastinal blood has normal erythrocyte survival. *Ann Thorac Surg*. 1996;62(1):105-108. doi:10.1016/0003-4975(96)00219-6.
8. Schmidt H, Kongsgaard UE, Geiran O, Brosstad F. Autotransfusion after open heart surgery: quality of shed mediastinal blood compared to banked blood. *Acta Anaesthesiol Scand*. 1995;39(8):1062-1065. doi:10.1111/j.1399-6576.1995.tb04230.x.
9. Mcshane AJ, Power C, Jackson JF, et al. Autotransfusion: Quality of blood prepared with a red cell processing device. *Br J Anaesth*. 1987;59(8):1035-1039. doi:10.1093/bja/59.8.1035.
10. Rubens FD. An Update on Perioperative Blood Salvage in Cardiac Surgery. *Transfus Altern Transfus Med*. 2005;7(1):20-28. doi:10.1111/j.1778-428X.2005.tb00151.x.
11. Richtlinie zur Gewinnung von Blut und Blutbestandteilen und zur Anwendung von Blutprodukten (Richtlinie Hämotherapie). Abgerufen 18. 01 2021, von [https://www.bundesarztekammer.de/fileadmin/user\\_upload/downloads/pdf-](https://www.bundesarztekammer.de/fileadmin/user_upload/downloads/pdf-)
12. Gregoretti S. Suction-induced hemolysis at various vacuum pressures: implications for intraoperative blood salvage. *Transfusion (Paris)*. 1996;36(1):57-60. doi:10.1046/j.1537-2995.1996.36196190516.x.
13. Hansen E, Kling J, Roth G. Der Mythos von der Sogbegrenzung bei der maschinellen Autotransfusion. *Anästh Intensiv*. 2006;(47):118-122.
14. An S-B, Choi ES, Ahn W. Suction conditions for minimizing the production of free hemoglobin during blood salvage using an autotransfusion apparatus. *Korean J Anesthesiol*. 2011;60(4):266. doi:10.4097/kjae.2011.60.4.266.
15. Hansen E, Bechmann V, Altmeppen J, Wille J, Roth G. Ergebnisqualität bei der Maschinellen Autotransfusion und Einflussfaktoren. *Ains · Anästhesiol · Intensivmed · Notfallmedizin · Schmerzther*. 2004;39(9):569-575. doi:10.1055/s-2004-825890.
16. Seyfried T, Hansen E. Maschinelle Autotransfusion: Wissenschaftliche Evidenz, klinische Praxis und rechtliche Rahmenbedingungen. *Anästhesiol · Intensivmed · Notfallmedizin · Schmerzther*. 2019;68(2):69-82. doi:10.1007/s00101-018-0529-z.
17. Fresenius Kabi. CATSmart Gebrauchsanweisung.
18. Seyfried TF, Gruber M, Bitzinger D, et al. Performance of a new-generation continuous autotransfusion device including fat removal and consequences for quality controls: Performance of a new-generation continuous autotransfusion device. *Transfus Med*. 2017;27(4):292-299. doi:10.1111/tme.12421.
19. Self WH, Semler MW, Wanderer JP, et al. Balanced Crystalloids versus Saline in Noncritically Ill Adults. *N Engl J Med*. 2018;378(9):819-828. doi:10.1056/NEJMo1711586.
20. Halpern NA, Alicea M, Seabrook B, Spungen AM, McElhinney AJ, Greenstein RJ. Cell Saver Autologous Transfusion: Metabolic Consequences of Washing Blood with Normal Saline. *J Trauma Acute Care Surg*. 1996;41(3):407-415. [https://journals.lww.com/jtrauma/Fulltext/1996/09000/Cell\\_Saver\\_Autologous\\_Transfusion\\_\\_Metabolic.5.aspx](https://journals.lww.com/jtrauma/Fulltext/1996/09000/Cell_Saver_Autologous_Transfusion__Metabolic.5.aspx)
21. Halpern NA, Alicea M, Seabrook B, Spungen A, Greenstein R. Isolyte S, a physiologic multielectrolyte solution, is preferable to normal saline to wash cell saver salvaged blood: Conclusions from a prospective, randomized study in a canine model. *Crit Care Med*. 1997;25(12):2031-2038. [https://journals.lww.com/ccmjournal/Fulltext/1997/12000/Isolyte\\_S,\\_a\\_physiologic\\_multielectrolyte.21.aspx](https://journals.lww.com/ccmjournal/Fulltext/1997/12000/Isolyte_S,_a_physiologic_multielectrolyte.21.aspx)
22. Biedler A, Wilhelm W. Erythrozytenqualität nach maschineller Autotransfusion und Wundblutdrainage. *Anaesthesist*. 2001;50(0):24-29. doi:10.1007/s001010170006.
23. Al-Mandhari S, Maddali MM, Al-Bahrani MJ. Cell salvage during coronary artery bypass surgery and allogeneic blood exposure. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2015;23(8):913-916. doi:10.1177/0218492315592788.
24. Wang H, Zheng W, Fang W, et al. Safety, efficacy, and cost-effectiveness of intraoperative blood salvage in OPCABG with different amount of bleeding: a single-center, retrospective study. *J Cardiothorac Surg*. 2018;13(1):109. doi:10.1186/s13019-018-0794-6.
25. Wang R, Luo T, Liu Z, et al. Intraoperative cell salvage is associated with reduced allogeneic blood requirements and has no significant impairment on coagulation function in patients undergoing cesarean delivery: a retrospective study. *Arch Gynecol Obstet*. 2020;301(5):1173-1180. doi:10.1007/s00404-020-05500-x.
26. Shulman G. Quality of Processed Blood for Autotransfusion. *J Extra Corpor Technol*. 2000;32(1):11-19.
27. Shulman G. Impact of Reservoir Hematocrit and Processing Parameters on the Quality of Processed Blood Product. *Ains · Anästhesiol · Intensivmed · Notfallmedizin · Schmerzther*. 2002;37(12):734-738. doi:10.1055/s-2002-35915.
28. Overdevest E, Lanen P, Feron J, van Hees J, Tan M. Clinical evaluation of the Sorin Xtra® autotransfusion system. *Perfusion*. 2012;27(4):278-283. doi:10.1177/0267659112442222.
29. Wahba A, Milojevic M, Boer C, et al. 2019 EACTS/EACTA/EBCP guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg*. Published online October 2, 2019. doi:10.1093/ejcts/ezz267.



## HMT – Experten für Schlauchsets Unabhängig und erfahren



**QUALIFIED MEDICAL SERVICE**

- Schlauchsets individuell angepasst auf die Bedürfnisse der jeweiligen Klinik und des OP-Teams
- Produziert im Reinraum mit viel Erfahrung und Präzision im Detail
- Qualität heißt Sicherheit für den Patienten

**Sprechen Sie uns an!**

**HMT Medizintechnik GmbH**  
Frauenstraße 30, 82216 Maisach  
tel. 08141 4003-0 fax 08141 4003-60

[www.hmt-ffb.de](http://www.hmt-ffb.de)

# Early Lactate Changes Improve the Outcome Prediction for Extracorporeal Membrane Oxygenation

Ting-Tse Lin, et al.

*European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2015; 58 (2020):915-22. Published online: 25.06.2020. doi: 10.1093/ejcts/ezaa171

Zur Risikoabschätzung bei Patienten mit veno-arterieller ECMO werden üblicherweise Scores wie der SAVE-Score [1–2] oder auch der Verlauf der Laktatwerte (Laktat-Clearance) verwendet. Unklar ist jedoch, ob auch die Laktatwerte oder die Laktat-Clearance zu bestimmten Zeitpunkten der ECMO-Therapie einen Einfluss auf das Überleben haben.

Die Autoren analysierten in ihrer Studie retrospektiv 855 Patienten, die zwischen 2002 und 2013 aufgrund kardialer und nicht-kardialer Ursachen eine veno-arterielle ECMO implantiert bekamen. Aus den Laktatwerten vor der Implantation sowie 8, 16, 24 und 72 Stunden nach der Implantation wurde die Laktat-Clearance berechnet und mittels verschiedener Modelle analysiert.

Von den 855 Patienten starben 564 (65,9 %) Patienten innerhalb von 180 Ta-

gen nach der ECMO-Therapie. In den ersten 24 Stunden wiesen die Patienten, die überlebt haben, eine deutlich bessere Laktat-Clearance auf (Median nach 8 Stunden: 0,8 % vs. 27 %,  $P = 0,001$ ; nach 16 Stunden: 18 % vs. 50 %,  $P < 0,001$ ; nach 24 Stunden: 9 % vs. 38 %,  $P = 0,002$ ).

In einer weiteren sekundären Analyse wurde die Laktat-Clearance 16 Stunden nach ECMO-Implantation als Risikofaktor für die Mortalität ermittelt. Um den Save-Score zu verbessern, wurde die Laktat-Clearance 16 Stunden nach der Implantation in die Berechnung mit einbezogen, was den prädiktiven Wert für das Überleben der Patienten weiter verbesserte.

Leider stellen die Autoren in ihrer Analyse keinen Bezug zwischen dem Blutfluss der ECMO, dem angestrebten Blutdruck und der Laktat-Clearance sowie dem Überleben her, obwohl anzunehmen ist, dass der

Blutfluss und der Blutdruck ebenfalls einen Einfluss auf die Laktat-Clearance haben.

Weiterhin sind keine Zielparame-ter für den Blutfluss und den Blutdruck während der ECMO-Therapie angegeben. Die Autoren zitieren ihre eigene Publikation, in welcher wieder auf eine weitere Publikation der Arbeitsgruppe verwiesen wird. Auch dort sind leider keine Perfusionsparameter angegeben.

Sven Maier, Freiburg

1. Schmidt M, et al. Predicting survival after ECMO for refractory cardiogenic shock: the survival after veno-arterial-ECMO (SAVE)-score. *Eur Heart J*. 2015;36:2246–56. doi: 10.1093/eurheartj/ehv194.

2. <http://www.save-score.com/>

# Late Inflow or Outflow Obstruction Requiring Surgical Intervention after HeartMate 3 Left Ventricular Assist Device Insertion

Y. Kaku, Y. Naka, L. Witer, V. Topkara, P. Colombo, G. Sayer, N. Uriel and K. Takeda

*Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery* 2020; 31: 626-28.

doi:10.1093/icvts/ivaa158 Advance Access publication 4 September 2020

Eine Obstruktion des Einfluss- oder Ausflusstraktes des HM3 LVAD-Systems ist eine seltene, aber mögliche und kritische Spätkomplikation in der LVAD-Therapie.

Mit einer Inzidenz von 1,6 % wurde bereits in der MOMENTUM 3-Studie, einer systematischen Untersuchung von Mehra et al. [1] in 8 aus 515 HM3-Implantationen ein Twist der Ausflussprothese beschrieben. Zur Behandlung dieser Komplikationen gibt es jedoch nur vereinzelt veröffentlichte Fallbeispiele [2,3].

In der vorliegenden Single-Center-Studie werden Erfahrung und Vorgehensweise in der Diagnosesstellung und bei chirurgi-

schen Maßnahmen zur Behandlung dieser akuten Komplikationen vorgestellt. Unter 166 retrospektiv eingeschlossenen HM3-Implantationen zwischen November 2014 und Juli 2019 entwickelte sich bei 6 Patienten (3,6 %) innerhalb durchschnittlich 406,5 Tagen nach Implantation eine interventionsbedürftige Obstruktion, wovon jeweils 3 den Einflusstrakt bzw. den Ausflusstrakt betrafen.

Eindeutige klinische Symptome konnten den Patienten nicht zugeordnet werden. Beide Obstruktionslokalisationen verursachten allerdings wiederkehrende Low-Flow-Alarme, welche durch Volu-

mentherapie und Blutdruckkontrolle nicht behoben werden konnten.

Als Mittel der Wahl zur Diagnosesicherung nennen die Autoren die CT-Angiographie, womit in 5 aus 6 Fällen sowohl eine Fehllage des Einflusstraktes als auch eine Obstruktion des Ausflusstraktes verifiziert werden konnte. Unerkannt blieb hingegen obstruierendes, fibröses Gewebe in der Einflusskanüle eines Patienten, welches erst nach Herztransplantation und Untersuchung des explantierten Devices sichergestellt werden konnte.

Eine Obstruktion der Einlasskanüle kann insbesondere durch die kontinuierliche Be-

wegung der Pumpe in eine anatomisch ungünstige Lage hervorgerufen werden. Die Autoren beschreiben hierzu ihr chirurgisches Vorgehen zur Repositionierung der Pumpe mit Anbringung von Haltnähten, die zukünftig möglichst wenig Raum für weitere Bewegungen der Pumpe im Situs zulassen sollen.

Eine bislang nur für das HM3 beschriebene Komplikation äußert sich in der Obstruktion des Ausflusstraktes, welche durch ein in sich Verdrehen der Ausflussprothese oder durch Anreicherung von Granulationsgewebe zwischen Auslasskanüle und Knickschutz mit resultierender Einengung der Ausflussprothese auftreten kann.

Auch für Obstruktionen des Ausflusstraktes stellen die Autoren ihre der Situation angepasste chirurgische Verfahren vor, welche vom einfachen „Enttwisten“ der Ausflussprothese bis hin zum vollständigen Tausch dieser unter Zuhilfenahme der extrakorporalen Zirkulation reichen.

In der Studie konnte dargestellt werden, dass die Ursache einer Obstruktion vielseitig sein kann und unterschiedliche chirurgische Vorgehensweisen möglich sind, um in der akuten Phase der Komplikation ein zufriedenstellendes Ergebnis zu liefern und das Überleben der Patienten zu sichern.

Die beschriebenen Szenarien deuten aber auch darauf hin, dass sich eine Obstruktion erst in einem fortgeschrittenen Stadium durch Low-Flow-Alarme klinisch und neben zahlreichen Differentialdiagnosen eher unspezifisch äußern kann. Änderungen weiterer Pumpenparameter, wie auch Analyse der Logfiles des Devices, die auf eine frühzeitige Beeinträchtigung der Unterstützungsfunktion des HM3 hindeuten können und weitere Diagnostikmöglichkeiten neben CT-Angiographie werden nicht erwähnt. [3,4]

Marius Schimmel, Freiburg

1. Mehra MR et al. *A tale of the twist in the outflow graft: an analysis from the MOMENTUM 3 trial. Journal of Heart and Lung Transplantation. 2018;37:1281-4. doi: 10.1016/j.healun.2018.08.011.*
2. Konukoğlu O et al. *Outflow graft twisting of Heartmate III left ventricular-assisted device: A case report. Turkish Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. 2019;27(4):568-71. doi: 10.5606/tgkdc.dergisi.2019.17871.*
3. Lowell Su et al. *Untwist the twist: instant hemodynamic improvement in known HeartMate 3 complication. Journal of Artificial Organs. doi: 10.1007/s10047-020-01220-w*
4. Scandroglio AM et al. *Diagnosis and treatment Algorithm for blood flow obstructions in patients with left ventricular assist device. Journal of the American College of Cardiology. 2016 Jun 14;67(23):2758-2768. doi: 10.1016/j.jacc.2016.03.573.*

## Minimized Perfusion Circuit for Acute Type A Aortic Dissection Surgery

N. Kimura, N. Momose, S. Kusadokoro et al.

*Artif Organs. 2020; 44: E470–E481. <https://doi.org/10.1111/aor.13724>*

Minimierte, geschlossene Systeme bieten gegenüber den konventionellen und offenen Systemen zahlreiche Vorteile: Lässt man das Hartschalenreservoir weg, das ca. 30 % der Fremdoberfläche ausmacht, so führt die resultierende höhere Biokompatibilität zu einem geringeren Fremdblutbedarf, zu einer geringeren inflammatorischen Antwort und einer geringeren Häufigkeit von Vorhofflimmern. Reduzierte Möglichkeiten der Volumenverschiebung und eine nicht mehr vorhandene Kardiotomie-saugung schränken die Anwendung aber deutlich ein. Im Rahmen der Aorten Chirurgie ist das Reservoir wegen der Volumenverschiebung und Saugung unabdingbar.

Die Arbeitsgruppe der vorliegenden Studie hat ein halbgeschlossenes, minimiertes System mit Hartschalenreservoir im Rahmen der Aorten Chirurgie bei 706 Patienten verwendet. Der Anteil des EKZ-Systems, der die Zirkulation gewährleistet, wurde mit einer Blasenfalle und mit einer

automatisierten Pumpe versehen, die den Linksvent steuert. Ein separiertes Kardiotomiereservoir zur Saugung wurde mit einer Niveausteuerng versehen, die überschüssiges Volumen sofort in den Kreislauf zurückgibt. Das Volumen kann damit konstant gehalten werden.

Patienten mit Hemibogenersatz (n = 571) hatten gegenüber Patienten mit komplettem Bogenersatz (n = 135) einen geringeren Transfusionsbedarf und eine geringere Transfusionsmenge, die Krankenhausmortalität und 10-Jahres-Überlebensrate waren in beiden Gruppen gleich. Eine Konversion zur konventionellen EKZ war nicht notwendig. Die Autoren verglichen die eigenen Daten bezüglich Komplikationen mit den Daten des deutschen Aortendissektionsregisters, die Daten waren vergleichbar. Neben den medizinischen Daten diskutierten die Autoren vor allem die Vor- und Nachteile minimierter Systeme bei solchen Operationen. Eine Luftelimination durch eine Blasenfalle bei minimierten Systemen

wird in der Nomenklatur dieser Systeme bereits in der Literatur beschrieben, selbst ein Reservoir ist bei minimierten Systemen höherer Ordnung vorhanden. Alleine die Regelung eines konstanten Niveaus im Kardiotomiereservoir kann hier als Innovation betrachtet werden und wurde im asiatischen Raum bereits mehrfach beschrieben. So muss man hier wohl eher von einem optimierten statt einem minimierten System sprechen, da selbst bei minimierten Systemen inklusive Reservoir diese nicht regelmäßig verwendet werden. Nach Ansicht des Autors ist hier eher die Steuerung der EKZ und die Abstimmung mit der Herzchirurgie für ein vergleichbares Outcome verantwortlich als die geringere Komplikationsrate minimierter Systeme. Die Studie zeigt zumindest, dass optimierte Systeme trotz offener Herzchirurgie mit exzessiver Saugung möglich sind.

Johannes Gehron, Gießen

# EVH Training and Education Webinar Series

Ab Januar startet die exklusive Trainingsreihe zur endoskopischen Gefäßentnahme (EVH) mit dem VirtuoSaph® Plus System von Terumo. In mehreren Terminen teilen erfahrene Anwender ihr Wissen sowie wertvolle Tipps & Tricks zur richtigen Technik und beantworten Ihre Fragen rund um die endoskopische Gefäßentnahme. Werden Sie zum echten EVH-Experten und verpassen Sie nicht die Chance, von der Erfahrung unserer Experten zu profitieren!



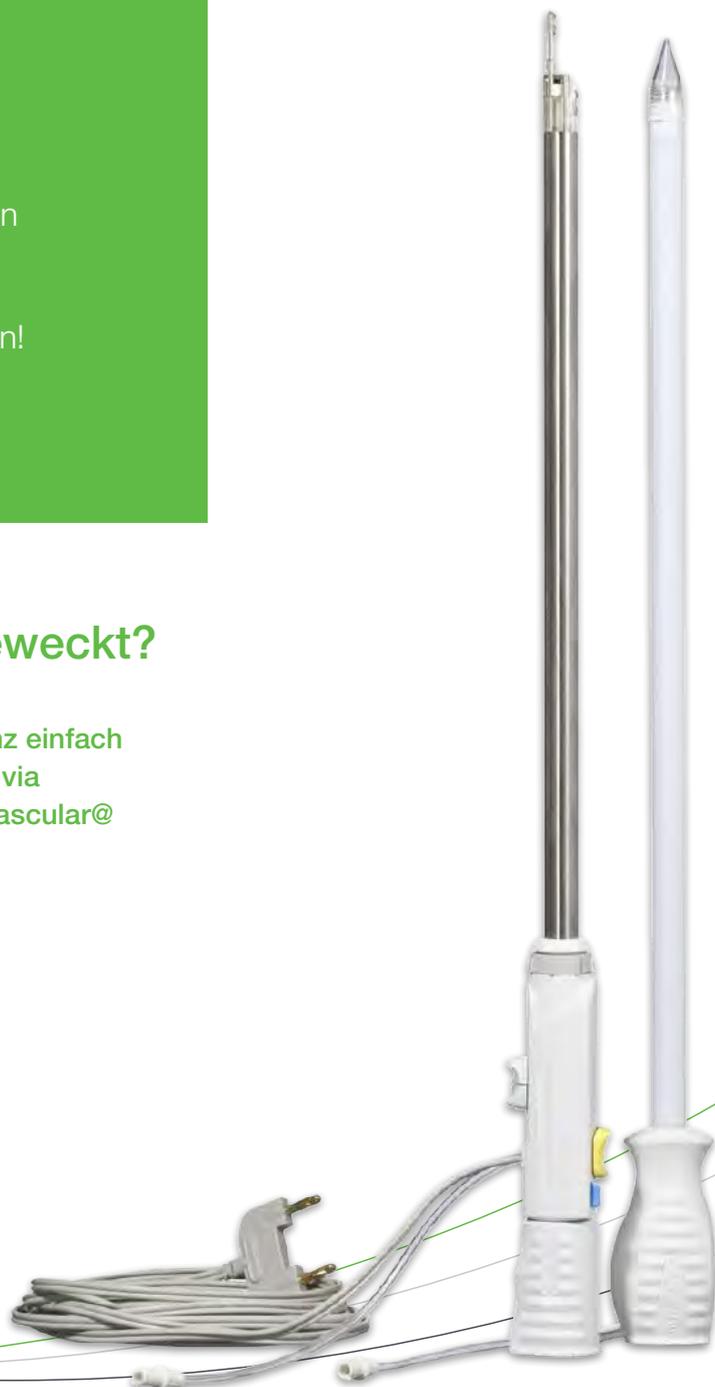
## Haben wir Ihr Interesse geweckt?



Registrieren Sie sich ganz einfach  
über den QR-Code oder via  
E-Mail an: [emea.cardiovascular@  
terumo-europe.com](mailto:emea.cardiovascular@terumo-europe.com).

Für weitere Informationen und anstehende  
Schulungen besuchen Sie unsere Webseite:  
[www.terumo-europe.com](http://www.terumo-europe.com)

**Technology inspired for life.™**



# free life ECMO/ECLS Blood Heater Unit FT2800pro

Im klinischen Alltag unseres Berufsfeldes gewinnt die mechanische Kreislaufunterstützung (ECMO/ECLS) einen immer höheren Stellenwert und nimmt einen nicht unerheblichen Anteil der Arbeitszeit in Anspruch, insbesondere in der aktuellen Covid-Situation. Dies spiegelt sich nicht nur bei der Betreuung und Versorgung der Patienten, sondern auch im Zusammenhang mit dem Zeitaufwand für Reinigung, Desinfektion und Aufbereitung der Hypo-/Hyperthermiegeräte nach ihrem Einsatz wider. Aus diesem Grunde war unser Unternehmen auf der Suche nach einer anwenderfreundlichen Lösung zur Unterstützung dieser Routine. Dabei geht es um eine effektive Erwärmung des Patienten, aber auch den speziellen Blick auf hygienische Gesichtspunkte.

Die neue, von free life vertriebene ECMO/ECLS Blood Heater Unit FT-2800pro wurde entwickelt, um auf der einen Seite Prozesse im Klinikalltag zu erleichtern und andererseits Sicherheit für unsere Patienten zu gewährleisten. Wegen

der bekannten Probleme durch die Keimbeseidung (*Mycobacterium chimaera*) verzichten wir hierbei auf die Verwendung von Wasser als Wärmeleiter. Durch speziell entwickelte Schlauchwärmer, die die blutführenden Schläuche ummanteln, kann die gewünschte Patienten-Temperatur erreicht und gehalten werden. Diese Schläuche sind in unterschiedlichen Größen (1/4", 3/8") erhältlich. Venöse und arterielle Blutschenkel (optional auch nur für eine Seite) sind dabei auf einer Länge bis ca. 130 cm durch die Schlauchwärmer eingehüllt. Dies verhindert einen Wärmeverlust bei der Erwärmung über die extrakorporale Zirkulation.

Die Heizung ist als 2-Kanal-System erhältlich, wobei selbstverständlich auch nur 1 Kanal genutzt werden kann. Über jeden Kreislauf kann die Temperatur separat gesteuert werden.

Akustische Alarmgrenzen können rechtzeitig auf Probleme hinweisen und befinden sich zwischen 32 °C (untere Alarmgrenze) und 42 °C (obere Alarmgrenze). Die Temperaturvorwahl ist hier bis 41 °C

möglich. Bei der Temperatureinstellung und -anzeige kann optional zwischen Grad Celsius und Fahrenheit gewählt werden.

Die Heater Unit ist einfach an der ECMO-Einheit zu befestigen und zu integrieren. Sie ist handlich, mobil und in kürzester Zeit einsatzbereit – ohne vorherige aufwendige Vorbereitungsschritte. Ohne großen Zeitaufwand ist das Device zu reinigen und zu desinfizieren. Aufwändige Reinigungs- und Desinfektionsintervalle sowie Aufbereitungsprozesse (Wasserwechsel) gehören hiermit der Vergangenheit an.

Die Heater Unit ist auch für den ECMO-/ECLS-Transport (intrahospital aber auch extern) bestens geeignet, da lediglich ein 220 V-Netzanschluss (RTW usw.) benötigt wird.

In mehreren Zentren konnte die Heater Unit bis dato erfolgreich getestet werden und ist nun bereits seit mehreren Wochen in vielen Kliniken standardmäßig im Einsatz.

Rigobert Schnur,  
Vertriebsleiter free life medical GmbH



# free life ECMO/ECLS Blood Heater Unit FT2800pro

## Hochleistungs - elektronische Heater Unit

In Temperatursensoren integrierte Mikroprozessoren bieten eine hochpräzise Steuerung des Gerätes.

### Funktionen:

- 24h Dauerbetrieb, Selbsttest
- Doppelter unabhängiger Überhitzungsschutz und automatische Abschaltung
- Optischer und akustischer Alarm bei Hochtemperatur- / Niedertemperatur- / Sensorfehler
- Jeder Kanal kann unabhängig mit seiner eigenen Temperatur arbeiten. Einstellung und Temperaturregelung jedes einzelnen Kreislaufes möglich.
- Zwei Kanäle können kombiniert werden, um die Wärmekapazität und das Aufwärmen des Patienten zu steigern.
- Die Schläuche sind vollständig eingehüllt, dadurch kein Wärmeverlust

# Arbeitnehmer müssen unbillige Weisungen des Arbeitgebers nicht befolgen

BAG, Urteil vom 18. Oktober 2017 – 10 AZR 330/16 –

Das Bundesarbeitsgericht (BAG) hat eine alte Streitfrage zum Umfang des Weisungsrechts geklärt. Unbillige Weisungen darf ein Arbeitnehmer ignorieren und muss sie nicht bis zur Feststellung der Unbilligkeit durch ein Gericht vorläufig befolgen. Allerdings müssen sie das Risiko tragen, vor Gericht zu verlieren.

## HINTERGRUND

Arbeitgeber haben ein allgemeines Weisungsrecht. Dieses Weisungsrecht ist jedoch nicht grenzenlos. Nichtigen Weisungen müssen Arbeitnehmer nicht Folge leisten. Das steht fest. Nichtig sind Weisungen, die gegen ein gesetzliches Verbot oder gegen die guten Sitten verstoßen, die willkürlich oder missbräuchlich sind, wie z. B. Weisungen, die unter Verstoß gegen das Arbeitszeitgesetz erteilt werden. Aber was ist eine unbillige Weisung und wie gehen Arbeitnehmer damit um?

Seit einer Entscheidung des Bundesarbeitsgerichtes im Jahre 2012 waren Arbeitnehmer an Weisungen, die (nur) unbillig, aber nicht nichtig waren, vorläufig gebunden. Die Konsequenz der Entscheidung war, dass Arbeitnehmer strittige Weisungen zunächst befolgen mussten, um ihre Vergütungsansprüche nicht zu verlieren oder einer Kündigung wegen einer Arbeitsverweigerung zu entgehen. Erst nach einem rechtskräftigen Urteil konnten Arbeitnehmer die Leistung risikolos verweigern. Das Bundesarbeitsgericht hat diese Entscheidung revidiert und entschieden, dass ein Arbeitnehmer eine unbillige Weisung nicht befolgen muss.

## ZUM SACHVERHALT

Die Parteien stritten unter anderem über die Wirksamkeit einer Versetzung. Der Arbeitnehmer war als Immobilienkaufmann in Dortmund beschäftigt. Der Arbeitsvertrag enthielt die Bestimmung, wonach die Arbeitgeberin berechtigt war, dem Arbeitnehmer eine andere, seinen Kenntnissen und Fähigkeiten entsprechende Tätigkeit, auch unter Veränderung des Arbeitsortes zu übertragen. Die Arbeitgeberin teilte dem Arbeitnehmer mit, er werde befristet für die Zeit von 6 Monaten am Standort Berlin ein-

gesetzt. Sie erinnerte zudem an die Alternative, das Arbeitsverhältnis einvernehmlich aufzulösen. Der Arbeitnehmer forderte die Arbeitgeberin auf, die Weisung zurückzunehmen, was diese ablehnte. Der Arbeitnehmer nahm die Arbeit am Standort Berlin nicht auf, worauf ihn die Arbeitgeberin wegen unerlaubten Fernbleibens von der Arbeit zweimal abmahnte. Anschließend sprach die Arbeitgeberin die Kündigung aus. Der Arbeitnehmer war der Auffassung, die Weisung sei unwirksam, weil sie nicht billigem Ermessen entspräche, und er müsse sie nicht befolgen. Daher seien auch die Abmahnungen unwirksam. Die Klage war in allen Instanzen erfolgreich.

## ZUM RECHTLICHEN

Das BAG begründet sein Urteil ausführlich: Ein Arbeitsverhältnis sei kein Über-/Unterschiedsverhältnis, wie dies z. B. zwischen Behörde und Bürger bestehe und eine Weisung kein Verwaltungsakt. Andernfalls wäre der effektive Rechtsschutz unnötig erschwert. Das Weisungsrecht soll dem Arbeitgeber ermöglichen, den Arbeitsvertrag und die Arbeitspflicht in der von ihm gewollten Form zu konkretisieren. Dabei sind nach § 106 GewO, § 315 BGB die Grenzen des „billigen Ermessens“ einzuhalten.

Die Ausübung des Weisungsrechts im Arbeitsverhältnis soll in einem „eher partnerschaftlichen Miteinander“ erfolgen. Mit einem partnerschaftlichen Miteinander sei eine Bindung an unbillige Weisungen unvereinbar. Gäbe es eine vorläufige Bindung an unbillige Weisungen und folgte der Arbeitnehmer ihnen nicht, wäre er Sanktionen bis hin zu einer verhaltensbedingten Kündigung ausgesetzt. Folgte ihr der Arbeitnehmer hingegen und stellt das Gericht später deren Unbilligkeit fest, hätte dies für den Arbeitgeber kaum Nachteile. Damit gäbe es aus Sicht des BAG eine nicht hinnehmbare „Spielwiese für trennungswillige Arbeitgeber“. Im konkreten Fall stellte das BAG fest, dass die Interessen des Arbeitnehmers die der Arbeitgeberin überwogen. Das Interesse des Arbeitnehmers an der Beibehaltung seines Arbeitsplatzes am bisherigen Arbeitsort, seines sozialen Umfelds und seiner häuslichen Umgebung überwiege unter Berücksichtigung der Entfernung zwischen seinem Wohnort und

dem zugewiesenen Arbeitsort dem grundsätzlich anerkanntswerten Interesse der Arbeitgeberin, durch die Versetzung den Betriebsfrieden wiederherzustellen.

## FOLGEN FÜR DIE PRAXIS

Mit dem Urteil folgt das BAG der gesetzgeberischen Entscheidung nach § 106 GewO, nach der Weisungen nur zulässig sind, wenn sie „billigem Ermessen“ entsprechen und stellt damit die „Waffen-gleichheit“ zwischen den Arbeitsparteien wieder her. Dem Arbeitgeber bleibt das Weisungsrecht erhalten. Er ist bei der Ausübung jedoch an Recht und Gesetz im Sinne des „billigen Ermessens“ gebunden, für eine Willkür nach Gutsherrenart ist kein Raum. Für eine wirksame Weisung nach billigem Ermessen ist damit eine Abwägung der wechselseitigen Interessen nach verfassungsrechtlichen und gesetzlichen Wertentscheidungen, den Grundsätzen der Verhältnismäßigkeit, Angemessenheit, der Verkehrssitte und Zumutbarkeit erforderlich. In die Abwägung sind alle Umstände des Einzelfalls einzubeziehen. Hierzu gehören unter anderem außervertragliche Vor- und Nachteile, Einkommensverhältnisse sowie soziale Lebensverhältnisse wie familiäre Pflichten und Unterhaltungsverpflichtungen. „Billig“ in diesem Sinne ist als eine gerecht(fertigt)e Weisung, „unbillig“ eine Weisung, die nicht (mehr) gerecht(fertigt) ist.

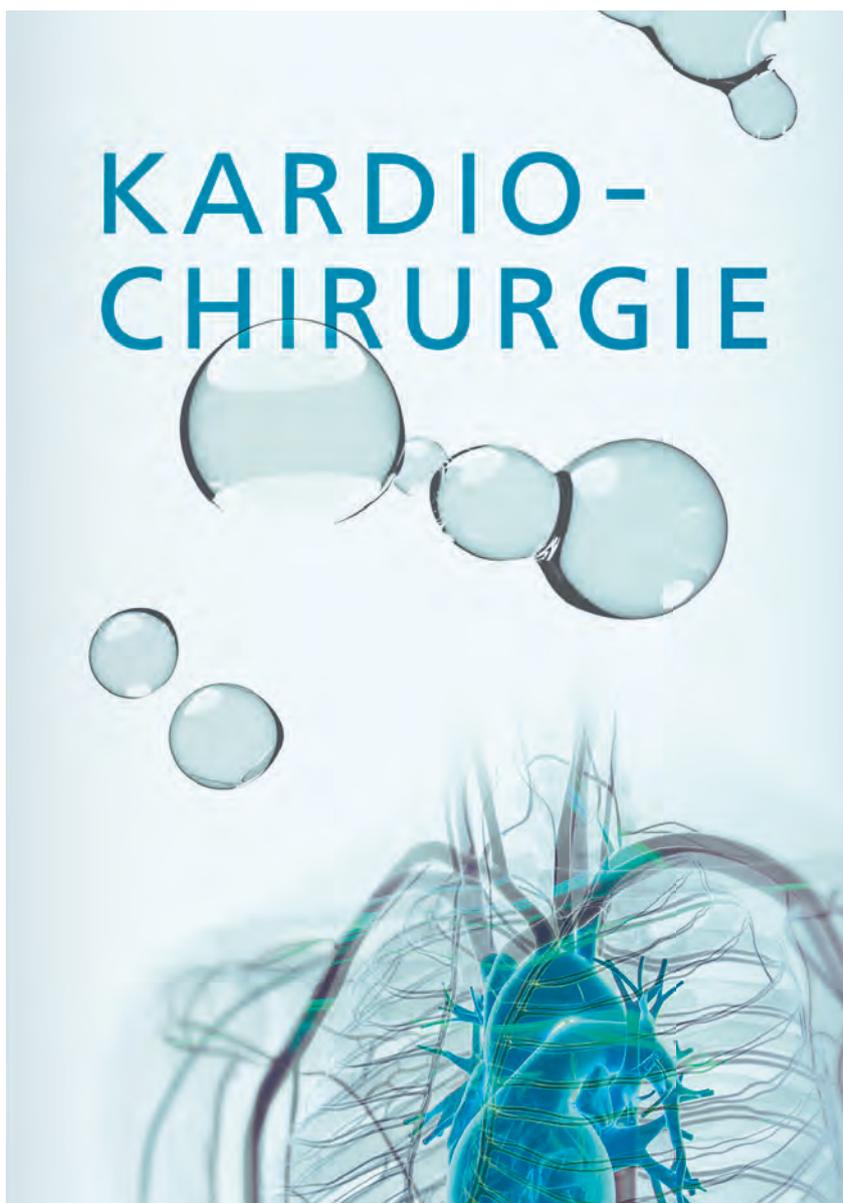
Die neue Rechtsprechung bedeutet, dass Arbeitgeber nicht länger folgenlos absichtlich unbillige Weisungen erteilen können, um damit Kündigungssachverhalte zu schaffen. Aber die Entscheidung birgt für beide Seiten weiterhin Risiken. Folgt der Arbeitnehmer einer Weisung nicht, weil er sie als unbillig ansieht und verweigert die Arbeitsleistung, trägt er das Risiko, im Prozess zu unterliegen. Eventuell erfolgte Abmahnungen und eine Kündigung sowie der Verlust seines Vergütungsanspruchs werden dann wirksam. Der Arbeitgeber trägt das Risiko der Unwirksamkeit der (unbilligen) Weisung und damit der in der Folge ausgesprochenen Sanktionen.

Als Folge des Urteils könnten Arbeitgeber in Zukunft anstelle einer Weisung eine Änderungskündigung aussprechen. Der Arbeitnehmer muss dann zügig entscheiden, ob die Änderungskündigung wirksam

ist. Diese Frage wäre durch eine Kündigungsschutzklage gerichtlich zu klären. Das Gesetz sieht auch in diesem Fall die kurze Klagefrist von drei Wochen vor. Erhebt der Arbeitnehmer die Klage erst nach Ablauf dieser Frist, ist sie unzulässig und die Kündigung ist wirksam. Auch müsste der Arbeitnehmer das Änderungsangebot unter Vorbehalt annehmen, um einen drohenden Arbeitsplatzverlust sicher auszuschließen, für den Fall, dass die Änderungskündigung vor Gericht bestand hat.

Arbeitnehmer sollten auch beachten, dass eine stillschweigende vertragliche Einigung möglich ist. Das bedeutet, nimmt der Arbeitnehmer die Weisung zunächst widerspruchslos längere Zeit hin, kann der Arbeitgeber davon ausgehen, der Arbeitnehmer sehe die Weisung nicht als unbillig an. Damit kann der Arbeitnehmer sein Recht zur Geltendmachung der Unbilligkeit verwirken.

Ass. iur. Sandy Berger  
Dr. iur. Torsten Nölling  
Fachanwalt für Medizinrecht, Leipzig



## Marktorientiert. Vielfältig. RAUMEDIC.

Bei RAUMEDIC entwickeln und fertigen wir maßgeschneiderte Lösungen für die unterschiedlichsten Therapiefelder.

Für die extrakorporale Behandlung von Herzerkrankungen oder herznaher Gefäße haben wir die passenden Lösungen – von ECC-Schlauchsystemen über Pumpschläuche bis hin zur Oxigenator-Technik.

# 49. Internationale Jahrestagung und 12. Fokustagung Herz 20.–22.11.2020 – ONLINE

Ein ganz besonderes Jahr, das war es auch für uns! Nachdem wir die laufende Planung für eine ganz „normale“ Tagung im Frühjahr gestoppt hatten, hat sich die gemeinsame Programmkommission der DGfK und DGTHG auf eine ganz neue Form der Tagungsdurchführung geeinigt und eine Hybridtagung geplant. Alle Referenten und alle Moderatoren wurden nach Wiesbaden eingeladen. Sie als Kongressteilnehmer\*innen hätten dann via Livestream an einer real stattfindenden Tagung teilhaben können. Wir hatten dieses Jahr über 40 Einreichungen für wissenschaftliche Vorträge und eine gesunde Finanzierung der Tagung. Und dann kam doch alles anders. Mit dem Teil-Lockdown und vielen auferlegten Reisebeschränkungen durch die Kliniken war auch dieses Konzept Ende Oktober obsolet. Also wieder umplanen, wieder komplett neu denken.

Eine Absage des Kongresses kam für uns nicht in Frage, und so haben die DGfK und DGTHG gemeinsam entschieden, alles auf eine rein virtuelle Veranstaltung umzustellen. Die Fäden sollten hierbei an einer Stelle – im Studio – zusammenlaufen und Ihnen als Teilnehmer\*innen den Eindruck einer Liveübertragung vermitteln. Kollege Wolf-Ingo Wiese hat Sie als Moderator durch das Programm geführt.

Aus dem mittlerweile überwiegend positiven Feedback entnehmen wir, dass es uns gelungen zu sein scheint, Ihnen einen anspruchsvollen Kongress nach Hause zu senden. Ich möchte mich hier nochmals persönlich bei allen Akteuren bedanken, allen voran bei unserem Dr. Dirk Buchwald und Bärbel Buchwald für ihr konsequentes und weitsichtiges Handeln, bei den Tagungspräsidenten, Vorständen, der Programmkommission und unseren Partnern in der Industrie für Ihr Vertrauen und Ihre Mithilfe die Entscheidungen mitzutragen.

Unsere Tagungspräsidenten Christian Ulrich und Prof. Dr. Matthias Siepe haben in diesem Jahr ein sehr anspruchsvolles wissenschaftliches Programm unter dem Motto *Building Bridges* zusammengestellt. Dies spiegelt sich auch in den Zahlen der Anmeldungen wider, über 363 Teilnehmer\*innen haben sich bis zur Liveübertragung angemeldet, während die nachträglichen Anmeldungen bis zum Redaktionsschluss für diesen Artikel weiterlaufen. Denn der Kongress war am Sonntag der Tagung nicht vorüber, noch bis zum 15.01.2021 ist es möglich virtuell teilzunehmen. Während dieses Kongresses konnten wir zudem einen Rekord mit über 398 Personen in den Anmeldungen für die verschiedenen Workshops verzeichnen. Mehr als ein Terabyte Daten wurden übertragen und es wurden Kollegen aus über fünf Ländern Europas erreicht. Die Themen waren vielfältig und reichten von pädiatrischer Perfusion über Weichmacher bis hin zu hämodynamischen Funktionsmodellen und bis zum Umgang mit Problematiken rund um das Hypothermiegerät.

Ganz herzlich gratulieren wir den Preisträgern der Tagungspreise: Markus Bongert erhielt den Tagungspreis der DGfK für seine Arbeit „Einfluss der Kombination Kanüledurchmesser/Flow auf die Beinperfusion bei einer femoralen, arteriellen Kanülierung während einer ECLS“. Den Innovationspreis 2020 der DGfK erhielt Dr. cand. Lars Saemann für seine Arbeit „Überwachung der ex-vivo Herzperfusion mittels myokardialer Mikrozirkulation“. Diese Preise wurden durch die DGfK mit jeweils 1000 Euro unterstützt. Die nachfolgenden Preise wurden durch die Firma Dr. Franz Köhler Chemie GmbH mit 1000 Euro bzw. 500 Euro unterstützt: Frau Dr. Michela Cuomo erhielt den DGTHG-Preis „Fokustagung 2020“ für ihren Bei-

trag „Randomisierte Vergleichsstudie dreier unterschiedlicher Perfusionsmethoden an pädiatrischen Patienten“. Der Nachwuchsförderpreis mit dem Thema „Einfluss chirurgischer Techniken der primären Totalkorrektur auf das Outcome bei Patienten mit Fallot-Tetralogie“ ging in diesem Jahr an Dr. Caroline Schröder.

Mit dem Thementag am Sonntag gab es ein weiteres Highlight durch die Arbeitsgruppe ECLS und Prof. Benk. Das ohnehin während des Kongresses schon stark beleuchtete Themengebiet ECLS und ECMO stand hier nochmal besonders im Fokus. Und dies vor allem durch den brandaktuellen Themenkomplex „ECMO bei COVID-19“. Um unsere Patienten auch in Zukunft auf höchstem und modernstem Niveau behandeln zu können, kommt es gerade beim interdisziplinären Thema ECLS/ECMO mehr denn je auf „gebaute Brücken“ an, auf Brücken zwischen den Entwicklern und Grundlagenforschern, den Herstellern, den Perfusionisten und den Medizinern der verschiedenen Fachbereiche.

Wir wissen heute noch nicht, ob wir uns dieses Jahr wieder real und im „richtigen“ Leben treffen können, aber eines ist gewiss: Sie werden eine Jahrestagung und eine Mitgliederversammlung besuchen können, virtuell oder in persona in Wiesbaden (19.–21.11.2021).

Herzlichst im Namen des „Regieteam“, der Programmkommission und des Vorstands

Ihr

Dr. Adrian Bauer

# Kardioplegie und ihre Fallstricke – Update 2020

Die diesjährige 49. Internationale Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kardiotechnik und 12. Fokustagung Herz war geprägt von vielen Neuerungen und stellte die Organisatoren, Teilnehmer und Industriepartner vor neue Herausforderungen. Umso schöner ist es, wenn in diesen Zeiten auch eine gewisse Kontinuität vorhanden ist. Bereits auf der Tagung im Jahr 2018 wurde durch die Firma Dr. F. Köhler Chemie GmbH ein Workshop zur Kardioplegie und ihren Fallstricken angeboten, der bei den Teilnehmern auf reges Interesse stieß. Auf der aktuellen Tagung wurde dieses Thema nun fortgeführt und es wurden aktuelle Erkenntnisse auf diesem Gebiet vorgestellt. Er richtete sich sowohl an Berufseinsteiger, als auch erfahrene Kardiotechniker. Neben Grundlagenwissen wurden hier auch praktische Tipps aus dem klinischen Alltag vermittelt und sicher gab es auch für erfahrene Kardiotechniker noch das eine oder andere Neue zu erfahren.

Die Veranstaltung wurde eröffnet von Herrn Dr. S. Fritz der Köhler Chemie GmbH, als Vorsitz konnte Prof. R. Cesnjevar aus Erlangen gewonnen werden. Mit einem interessanten Exkurs in die Geschichte der Herzchirurgie vor Anwendung der Kardioplegie zeigte Prof. R. Cesnjevar einleitend, wie sehr uns kar-

dioplegische Lösungen den Arbeitsalltag heute erleichtern und viele Eingriffe der modernen Herzchirurgie überhaupt erst möglich machen.

Anschließend gab Dr. F. Born aus München einen interessanten Überblick über die weltweit eingesetzten kardioplegischen Lösungen und deren Wirkungsweise. Er ging insbesondere auf die korrekte Anwendung der Bretschneider Kardioplegie ein und beschrieb deren Nebenwirkungen auf das Kreislaufsystem. Als zweiter Referent berichtete B. Klein über die tägliche Praxis der Anwendung der Kardioplegie in der Uniklinik Heidelberg. Er gab einige praktische Hinweise zur Reduktion der Luftblasenbildung in der Kardioplegielinie, die beim allmählichen Erwärmen der Lösung nach der Kardioplegiegabe entstehen können. Zudem zeigte er, welche Verfahren in Heidelberg angewandt werden, um die kristalloide Kardioplegie nicht in den Körperkreislauf gelangen zu lassen. Die beiden Vortragenden waren sich einig, dass die Bretschneider-Kardioplegie aus dem rechten Vorhof abgesaugt werden sollte, sobald der Patient ohnehin im totalen Bypass mit Eröffnung des rechten Vorhofs operiert wird. Somit können die negativen Auswirkungen der Kardioplegie hinsichtlich Hämodilution und Elek-

trolytverschiebung sehr einfach vermieden werden. Insbesondere in der Kinderherzchirurgie stellen die Volumenbelastungen und der Eingriff in den Elektrolyt- und Säure-Basen-Haushalt des Patienten die Kardiotechniker vor große Herausforderungen.

In der anschließenden Diskussion sprachen die Moderatoren und Referenten noch über Erfahrungen aus der täglichen Anwendung von kardioplegischen Verfahren. Die Beteiligten hoffen, dass im nächsten Jahr die Workshops wieder vor Ort stattfinden können. Ein zusätzlicher Livestream könnte es zukünftig auch Kolleg\*innen, die nicht vor Ort sein können, ermöglichen, an derartigen Veranstaltungen teilzunehmen. Es ist trotz vieler Herausforderungen gelungen, über das diesjährige Format einen interessanten und informativen Workshop anzubieten. Die Kardioplegie ist ein essenzieller Bestandteil vieler herzchirurgischer Operationsverfahren und Innovationen auf diesem Gebiet werden die Qualität unserer Arbeit auch zukünftig verbessern. Daher bleibt zu hoffen, dass auch weiterhin Workshops zu diesem Thema angeboten werden.

Sebastian Schmidt, Bad Nauheim

# Deutscher Herzbericht 2019 bestätigt hervorragende herzchirurgische Versorgung in Deutschland

Vom Säugling bis zum Senior: Bundesweit und flächendeckend sind die Deutschen seitens der Herzchirurgie auf Spitzenniveau bestens versorgt. So zeigt es der aktuell vorgestellte deutsche Herzbericht 2019. Generell sind Herzerkrankungen weiterhin vor Krebsleiden mit Abstand die Todesursache Nummer eins in Deutschland. Zu sehen ist dies im Kontext des demographischen Wandels und der altersbedingten, erworbenen Herzerkrankungen. Die Herzchirurgie in Deutschland ist seit Jahren auf einem konstant hohen Qualitätsniveau und gewährleistet die bestmögliche und patientenindividuelle Versorgung. Im Jahr 2018 wurden in den insgesamt 78 deutschen Fachabteilungen für Herzchirurgie 98.707 Herzoperationen durchgeführt, davon 11.147 (11,3 %) als Notfälle. Inkludiert man alle erfassten Eingriffskategorien der DGTHG-Leistungsstatistik und zählt Herzschrittmacher- und Defibrillator-Eingriffe, sowie die Operationen der herznahen Hauptschlagader ohne Einsatz der Herz-Lungen-Maschine dazu, summiert sich die Gesamtzahl auf 174.902 im Jahr 2018. Im Mittelpunkt der aktuell 1094 tätigen Herzchirurg\*innen steht immer die Verbesserung der Lebenserwartung und Lebensqualität herzkranker Patienten. Die moderne High-Tech-Medizin sowie die Weiterentwicklung innovativer Operationstechniken und -verfahren erlauben eine stetige Verbesserung der Behandlungsmöglichkeiten, dies auch im Kontext des steigenden Patientenalters. Die Alterung der Bevölkerung spiegelt sich auch bei Patienten, die eine Herzoperation benötigen, wider und folgt in ihrer Häufigkeit dem demographischen Wandel. Unterteilt nach Altersgruppen, zeigt sich für die ab 80-Jährigen ein Anstieg um 3,9 % auf 16,7 % aller operierten Herzpatienten, während der Anteil der Patienten in der Altersgruppe der 70- bis 80-Jährigen von 38,2 % (2011) auf 33 % (2018) im selben Zeitraum gesunken ist. Ein weiterer prozentualer Zuwachs um 0,5 bzw. 1,8 % ist in den Altersgruppen der 50- bis unter 60-Jährigen und 60- bis unter 70-Jährigen zu beobachten. Trotz dieser demographischen Entwicklungen lag die Überlebensrate weiterhin nahezu konstant bei ca. 97 %.

Erfreulicherweise ist die Anzahl der Spenderherzen und damit die Zahl der Herztransplantationen gestiegen: Nach dem Negativrekordjahr 2017 mit nur 257 transplantierten Herzen konnte im Jahr 2018 ein Anstieg auf 318 Herztransplantationen verzeichnet werden. Mit der fachgesellschaftseigenen Kampagne, gestartet im Februar 2020, sensibilisieren die Herzchirurg\*innen weiter für das Thema Organspende und werben dafür, sich auch weiterhin intensiv mit der komplexen Thematik zu befassen. Das menschliche Herz ist derzeit unersetzbar; die Transplantation ist die beste Option für geeignete Patient\*innen im Endstadium einer Herzschwäche.

Mechanische Herzunterstützungssysteme sind für schwerkranke Herzpatienten sowohl eine Option bis zur Transplantation, aber auch eine dauerhafte Therapiemöglichkeit. Die Zahl der implantierten Herzunterstützungssysteme ist von insgesamt 1027 im Jahr 2017 auf 942 im Jahr 2018 gesunken, wobei die sogenannten Links-/Rechtsherzunterstützungssysteme bei 97 % der Patienten zum Einsatz kommen (903 LVAD, linksventrikuläres Herzunterstützungssystem/16 BVAD, biventrikuläre Herzunterstützung). Eine untergeordnete Rolle spielen die implantierbaren Kunstherzen („total artificial heart“ TAH/Vollkunstherz) mit einer Zahl von 23 Implantationen. Organspender werden auch weiterhin dringend benötigt. Allein in Deutschland warten rund 9000 Menschen auf geeignete Spenderorgane (Herz, Niere, Leber etc.). Erfreulicherweise hat die Corona-Pandemie keine bisher bekannten, direkten Auswirkungen auf die Spendebereitschaft in Deutschland. Nach neuesten Angaben der DSO (Deutsche Stiftung Organtransplantation) wurden im Jahr 2020 bereits insgesamt 278 Herzen postmortal in Deutschland gespendet (Stand November 2020). Bis dato haben sich bei einer Datenerhebung in allen Zentren (bis 26. Juni 2020) 21 herztransplantierte Menschen mit dem SARS-CoV2-Virus infiziert. 38 % davon mussten beatmet werden; 33 % sind von diesen verstorben. Herztransplantierte Patient\*innen gehören durch ihre komplexe Erkrankung wie auch die Notwendigkeit der Unterdrü-

ckung des Immunsystems klar zur Hochrisikogruppe und müssen geschützt werden. Im Jahr 2018 wurden bundesweit 44.270 (2017: 47.673) isolierte und kombinierte koronare Bypassoperationen durchgeführt, bei ca. 87 % unter Einsatz der Herz-Lungen-Maschine. Die koronare Bypassoperation und Herzklappenchirurgie sowie weitere Eingriffe werden häufig kombiniert (33.999 Bypassoperationen zzgl. 8370 Herzklappenoperationen und 1901 weitere Eingriffe). Infolgedessen ist die interdisziplinäre Abstimmung im etablierten Herzteam obligat unter Einhaltung der nationalen und europäischen Leitlinien: Bei der koronaren 3-Gefäßerkrankung und der Hauptstammstenose empfehlen diese eindeutig (IA-Empfehlung) eine koronare Bypassoperation. Insbesondere Patienten mit Diabetes mellitus profitieren langfristig von dem herzchirurgischen Eingriff. Signifikante Vorteile haben ebenfalls Patienten mit einer eingeschränkten LV-Funktion und solche, bei denen vorangegangene Katheterinterventionen (PCI) nicht zu einem stabilen Langzeiterfolg geführt haben.

Welche Therapie für welche Patient\*innen in Frage kommt, muss im interdisziplinären Herzteam gemäß den nationalen und europäischen Leitlinien abgestimmt werden. Die Anzahl der Herzklappenoperationen steigt im Kontext des Patientenalters, da die Aortenklappenstenose und die Mitralklappeninsuffizienz die häufigsten erworbenen, altersbedingten Herzklappenerkrankungen sind. Insgesamt wurden 2018 bundesweit 34.915 (2017: 34.394) Herzklappeneingriffe vorgenommen. Auf Platz eins der operationsbedürftigen Herzklappenerkrankungen steht die Aortenklappenstenose mit 9829 konventionellen Aortenklappenoperationen (2017: 10.556). Beim Ersatz der Aortenklappe wird zu 90 % eine biologische und zu 10 % eine mechanische Prothese implantiert, da eine gute Haltbarkeit der biologischen Prothesen im Kontext mit dem zumeist hohen bzw. noch zu erwartendem Lebensalter der Patienten nachgewiesen ist. Die Altersgruppe der 70- bis 80-Jährigen Patienten stellt mit 38,3 % die größte Altersgruppe dar; gefolgt von den 60- bis 70-Jährigen mit 32,2 %.

Die zweithäufigste konventionell chirurgisch behandelte Herzklappenerkrankung ist mit 6222 herzchirurgischen Eingriffen im Jahr 2018 die Mitralklappeninsuffizienz (2017: 6311). Bei der Behandlung gilt die

Mitralklappenrekonstruktion nach wie vor als Gold-Standard. Für bestimmte Herzklappentherapien (TAVI, MitraClip), die von Herzchirurgen und Kardiologen gemeinsam durchgeführt werden, muss die „Richtlinie

minimalinvasive Herzklappeninterventionen“ des Gemeinsamen Bundesausschusses (2015) obligat eingehalten werden.

Frankfurt a. M., November 2020

## Leistungsdaten der Kinderherzmedizin 2019

Von 787.532 Lebendgeborenen in Deutschland im Jahr 2018 kamen rund 1,1 %, also schätzungsweise 8600 Kinder mit einem angeborenen Herzfehler (AHF) zur Welt. Heute können die meisten dieser Kinder ein weitgehend normales Leben führen, mehr als 94 % erreichen das Erwachsenenalter. Bei den schwer Erkrankten mit komplexen Herzfehlern sind häufig wiederholte und komplizierte Herzoperationen und/oder Katheterinterventionen erforderlich. Die Patienten müssen lebenslang fachspezifisch betreut werden. Man geht davon aus, dass aktuell in Deutschland etwas mehr als 100.000 Kinder und Jugendliche sowie annähernd 200.000 Erwachsene mit einem behandelten angeborenen Herzfehler leben.

Kinder und Erwachsene mit AHF stellen innerhalb der Herzmedizin eine kleine, aber hinsichtlich Diagnostik und Behandlungskomplexität besondere Gruppe dar, die einer interdisziplinär abgestimmten Versorgung bedarf und die aufgrund ihrer langen Lebenserwartung auch eine besondere sozioökonomische Bedeutung in der Krankenversorgung hat. Die Patienten werden in Deutschland in insgesamt 32 Kinderherzkliniken, ferner durch die Kinderkardiologen an allgemeinen Kinderkliniken und durch niedergelassene Kinderkardiologen versorgt. Seit 2012 gibt es eine fallbezogene Jahresauswertung der Daten (Nationale Qualitätssicherung Angeborener Herzfehler). 2018 beteiligten sich daran 26 Kliniken. Leider gibt es bis heute noch keine verpflichtende nationale Qualitätssicherung, so dass die Daten nicht komplett darstellbar sind. Für das Jahr 2018 führt die Statistik 26.592 stationäre Behandlungsfälle für diese Gruppe mit angeborenem Herzfehler auf, von denen 3844 Erwachsenen waren. Der Bericht zeigt ferner, dass die Letalität bei diesen Patienten seit 1990 drastisch gesunken ist. Sie betrug 2018 2,3 % der stationär behandelten Patienten und ist damit gegenüber 2017 um 11,2 % gesunken. Dies ist der hohen Früherkennungsrate und der expliziten Versorgung in hochspezialisierten Zentren mit einem zwischen Kinderkardiologen und Kinderherzchirurgen patien-

tenindividuell eng abgestimmten Versorgungsmodus zu verdanken.

Die Sterbeziffer (Sterblichkeit pro 100.000 Einwohner) liegt seit 2007 stabil in einer sehr niedrigen Größenordnung von 0,5–0,7 %. In keinem anderen Bereich der Herzmedizin ist die Sterberate in den vergangenen Jahrzehnten derart drastisch gesunken. Zu verzeichnen ist dabei in den letzten Jahren vor allem ein Rückgang der Sterblichkeit bei den Säuglingen und jüngeren Kindern, jedoch auch eine höhere Sterblichkeit bei erwachsenen Patienten mit einem angeborenen Herzfehler, insbesondere in der Altersgruppe der über 45-Jährigen.

Die Statistik weist ferner die Zahl der Herzkathetereingriffe und Operationen aus. Es wurden insgesamt 8064 Herzkatheteruntersuchungen an 31 Kinderherzkliniken durchgeführt, von denen die Mehrzahl (59 %) interventioneller d. h. therapeutischer Natur waren. Die Letalität bei Herzkathetereingriffen war sehr gering (je 0,1 % bei diagnostischen bzw. interventionellen Eingriffen). 5853 Patienten mit AHF wurden 2018 operiert, davon 83 % mit Herz-Lungen-Maschine. Der Anteil der erwachsenen Patienten nahm dabei gegenüber den Vorjahren wiederum zu und stieg auf 1050 Patienten.

Ärztliche Versorgungsprobleme gibt es heute noch bei den Patienten nach Erreichen des 18. Lebensjahres d. h. im Übergang von der Behandlung beim pädiatrischen Kardiologen zum internistischen Kardiologen. Unter den aktuell 325 für die Behandlung von Erwachsenen mit angeborenem Herzfehler (EmaH) zertifizierten Ärzten sind in ganz Deutschland 234 Kinderkardiologen und 91 internistische Kardiologen. Die EmaH-Zulassungsmodalitäten für Kinderkardiologen wurden 2018 durch die Musterweiterbildungsordnung der Bundesärztekammer geregelt. Jedoch ergeben sich aktuell bei der individuellen Zulassung bei den Landesärztekammern sowie den Kassenärztlichen Vereinigungen immer noch Verzögerungen, durch welche die dringend erforderliche Anzahl dieser spezialisierten Ärzte nicht in adäquatem Maße erhöht werden kann.

Darüber hinaus bestehen bei der kurz- und mittelfristigen Versorgung der Patien-

ten von pflegerischer Seite große Probleme, welche die hohe Qualität der herzmedizinischen Versorgung in Deutschland erheblich gefährden. Man bewege sich derzeit schon auf einen eklatanten Pflegenotstand zu, für welchen es von Seiten der politisch Verantwortlichen keinerlei Verständnis zu geben scheint und keine Lösungsansätze bedacht oder erarbeitet werden. Daher haben alle Klinikdirektoren der Kinderkardiologie zusammen mit den Kinderherzchirurgischen Partnern einen offenen Brief an den Gesundheitsminister J. Spahn verfasst, welcher bis heute unbeantwortet geblieben ist.

Insgesamt sind nach Angaben des RKI in Deutschland bisher ca. 100.000 Kinder unter 19 Jahren nachweislich mit dem Coronavirus infiziert worden. Es bestand eine anfängliche Unsicherheit hinsichtlich der medizinischen Gefährdung der Kinder mit AHF bzw. Herzkreislaufkrankungen. In Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie (DGPI) und der DGPK werden seit Ende Februar 2020 alle stationären und ambulant versorgten Kinder mit Herzerkrankungen und Coronavirusinfektion erfasst. Eine stationäre Aufnahme war in diesem Zeitraum bei insgesamt weniger als 350 Kindern notwendig (< 0,3 %); kardiale Grunderkrankungen waren dabei selten, Todesfälle traten in dieser Subgruppe nicht auf. Dies deckt sich mit den Erfahrungen in anderen Ländern (USA, Großbritannien, Italien, Frankreich, Spanien). Somit kann, basierend auf mehreren longitudinalen Beobachtungen in Deutschland, diesbezüglich Entwarnung für Kinder im Allgemeinen und für Herzkinder im Besonderen gegeben werden: Ein Fernhalten vom Schulunterricht oder ähnliche Isolierungsmaßnahmen sind daher nach aktuellem Wissensstand nicht angezeigt; es scheint kein erhöhtes Risiko bei Herzerkrankungen in diesem Alter zu bestehen, was ebenso für herztransplantierte Kinder, Kinder mit Einkammerherzen oder anderen kardialen Erkrankungen wie z. B. pulmonaler Hypertonie gilt.

Düsseldorf, November 2020

# Gerinnungshemmer bei angeborenen Herzfehlern: Größte Studie weltweit weist auf Risiken bei DOAKs hin

Herzrhythmusstörungen, Herzinsuffizienz, Herzklappenerkrankungen und Gefäßverschlüsse durch Blutgerinnsel: Laut einer aktuellen Langzeitstudie, die in Kooperation mit der Barmer Krankenversicherung von Forschern des Universitätsklinikums Münster am Kompetenznetz „Angeborene Herzfehler“ durchgeführt wurde, erhält in Deutschland jeder achte Patient mit einem angeborenen Herzfehler blutverdünnende und gerinnungshemmende Präparate, um das Risiko zu verringern, an einer solchen Komplikation zu erkranken oder gar zu versterben. Allerdings kann die Einnahme dieser Medikamente zu problematischen Neben- und Wechselwirkungen führen. Lange Zeit wurde bei angeborenen Herzfehlern überwiegend mit so genannten Vitamin-K-Antagonisten (VKAs) behandelt. Diese Wirkstoffe, bekannt etwa unter den Handelsnamen Warfarin oder Marcumar, unterbinden in der Leber die Bildung bestimmter Gerinnungsfaktoren. Ihre Anwendung ist jedoch durch zahlreiche Interaktionen beim Um- und Abbau der Substanz durch körpereigene Enzyme erschwert. Die Präparate erfordern eine regelmäßige Gerinnungskontrolle. So stehen die VKAs in Wechselwirkung zu Vitamin-K-haltigen Lebensmitteln und verschiedenen Medikamenten. Umso größer waren die Erwartungen an direkte orale Antikoagulanzen (DOAKs) wie zum Beispiel Eliquis, Prada-

xa, Lixiana und Xarelto. Die seit 2010 am Markt erhältlichen antithrombotischen Medikamente hemmen anders als die VKAs direkt bestimmte Gerinnungsfaktoren und wirken damit schneller. Die Notwendigkeit einer regelmäßigen Gerinnungskontrolle entfällt. Die Wechselwirkungen beschränken sich auf andere Wirkstoffe, die die Blutgerinnung beeinflussen. Zu den häufigen unerwünschten Wirkungen zählen auch hier Blutungen. Seit die neuen Antikoagulanzen zur Verfügung stehen, stieg ihre Verwendung auch bei angeborenen Herzfehlern stetig an. Schon 2018 lag laut Studie der Anteil der DOAKs an den bei angeborenen Herzfehlern verschriebenen Antikoagulanzen bei 45 %. Doch Vorsicht ist geboten. Anerkannte randomisierte kontrollierte Studien haben bislang lediglich die guten Ergebnisse und Eigenschaften der DOAKs im Vergleich zu VKAs bei erworbenen Herzkreislauferkrankungen nachgewiesen. Die Auswirkungen bei angeborenen Herzfehlern dagegen waren bislang unerforscht. Auf Basis von anonymisierten Daten der Barmer Krankenversicherung hat eine Forschergruppe des Universitätsklinikums Münster nun die Zusammenhänge der Therapie mit Gerinnungshemmern und im Langzeitverlauf auftretenden Komplikationen und Sterbefällen bei rund 44.000 Patientinnen und Patienten untersucht und die Risiken genauer ermittelt. Die in ihrem

Umfang weltweit einzigartige Studie belegt, dass die mit der Einnahme von DOAKs verbundenen Risiken bei angeborenen Herzfehlern mit ihren anatomischen und physiologischen Besonderheiten deutlich höher liegen als bei erworbenen Herzkrankheiten. Bei Patientinnen und Patienten mit angeborenen Herzfehlern, die DOAKs erhielten, sei es bereits im Verlauf des ersten Therapiejahres häufiger zu Gefäßverschlüssen durch Blutgerinnsel, Blutungen, Herzrhythmusstörungen und Herzinsuffizienzen gekommen als bei den Patienten, die mit VKA-Präparaten behandelt worden sind, öfter auch mit tödlichem Ausgang. Ein ähnliches Bild zeige sich auch in der Langzeitbeobachtung des Zusammenhangs von Therapieplänen und Diagnosen. Dass der Gerinnungsstatus bei den DOAKs nicht überwacht werden muss, führt dazu, dass die Patienten nicht engmaschig genug beobachtet werden. Vor dem Hintergrund der Studienergebnisse sei gründlich zu prüfen, ob bei Patientinnen und Patienten mit angeborenen Herzfehlern anstelle der lang ersehnten Alternativen nicht eher VKAs in Betracht gezogen werden sollten. Zudem sollte auch eine Behandlung mit DOAKs unbedingt durch spezialisierte Kardiologinnen und Kardiologen an entsprechenden Zentren begleitet werden.

Münster, November 2020

## Den Herzinfarktauslösern auf der Spur: Fehlgeleitete Immunzellen können zur Gefäßschädigung beitragen

Ein akutes Koronarsyndrom ist eine lebensgefährliche Durchblutungsstörung des Herzmuskels, die durch eine Verengung der Herzkranzgefäße verursacht wird. Dazu tragen Gefäßablagerungen (Plaques) bei, an denen sich Thromben bilden können, die sich dann ablösen und Herzkranzgefäße verstopfen. Die Auslöser dieser Blutgerinnselbildung und damit des Herzinfarkts sind bisher nur unzureichend geklärt. Lan-

ge vermutete man, dass diese Blutgerinnsel ausschließlich durch eine Ruptur der Bindegewebshülle um die Ablagerung und die Freisetzung des darunterliegenden Materials entstehen. Neuere Befunde legen allerdings nahe, dass sie auch an intakten Gefäßablagerungen gebildet werden können. Wie diese Form der sogenannten Plaque-Erosion zum Herzinfarkt beitragen kann, haben nun Forschende der Medizinischen

Klinik für Kardiologie am Charité Campus Benjamin Franklin und am DZHK erstmals gezeigt.

In der OPTICO-ACS-Studie hat das Team 170 Patientinnen und Patienten mit akutem Koronarsyndrom untersucht. Bei etwa 25 % der Betroffenen konnte statt einer Ruptur eine Erosion der Gefäßablagerung als Ursache festgestellt werden. Diese Studie liefert erstmals eine Erklärung, war-

um solche Plaque-Erosionen einen Herzinfarkt auslösen können: Es zeigte sich, dass die Plaque-Erosions-Stellen durch spezielle aktivierte Immunzellen – sogenannte T-Lymphozyten – charakterisiert sind, die sich unter veränderten Blutflussbedingungen in der Wand von Herzkranzgefäßen ansammeln und dort zu einer Schädigung der Gefäßinnenwand beitragen können. Durch eine spezielle Bildgebungstechnik – die so genannte optische Kohärenztomographie (OCT) – gelang es den Forschenden, die infarktauslösenden Plaques hochauflösend darzustellen und zuverlässig in Ruptur oder Erosion als Herzinfarktauslöser zu unterteilen. Daraufhin wurde an der infarktauslösenden Stelle mit einem Absaugkatheter das Blutgerinnsel entfernt und zusätzlich Blut zur Untersuchung von Immunzellen und Entzündungsmarkern gewonnen.

Bei den in etwa einem Viertel der Fälle durch eine Erosion verursachten Blutgerinnseln fand das Team eine veränderte Zusammensetzung von Immunzellen. Vermehrte CD4- und CD8-positive Lymphozyten sowie deren zytotoxische Effektor-Moleküle deuten auf eine Entzündungsreaktion hin, durch die Endothelzellen der Gefäßinnenwand geschädigt werden. Die Blutgerinnsel fanden sich in diesen Fällen zudem häufiger in der Nähe von Gefäßverzweigungen, die durch spezielle Strömungsverhältnisse gekennzeichnet sind. Um die Beobachtungen aus den Patientinnen und Patienten nochmals zu unterstreichen, konnten diese Erkenntnisse auch durch Zellkulturexperimente bestätigt werden. Somit können einem Herzinfarkt unterschiedliche pathophysiologische Ursachen

zugrunde liegen. Der neu beschriebene Mechanismus umfasst vor allem ein fehlgeleitetes adaptives Immunsystem. Nachdem sich das Konzept von immunmodulierenden Therapien in der kardiovaskulären Medizin als sicher und als effektiv erwiesen hat, liegt hier sicher ein interessanter Forschungsansatz, um bestimmte Ausprägungen des akuten Koronarsyndroms gezielter behandeln und so eventuell auch Folgeereignisse vermeiden zu können. Um eine gezielte Beeinflussung des Immunsystems zu ermöglichen, wird künftig genauer untersucht, welche Rolle die involvierten T-Lymphozyten spielen und wie sie sich in den Gefäßen ansammeln.

Berlin, November 2020

## Künstliche Intelligenz soll die Prävention von koronaren Herzkrankheiten unterstützen

Forscherinnen und Forscher des Instituts für Biomedizinische Technik der TU Dresden entwickeln gemeinsam mit 13 europäischen Partnern aus Forschung, Krankenversorgung und medizintechnischer Industrie eine digitale Plattform für die Prognose und Prävention der koronaren Herzkrankheit (KHK).

Das Projekt „A patient-centered early risk prediction, prevention, and intervention platform to support the continuum of care in coronary artery disease using eHealth and artificial intelligence (TIMELY)“ startete im Oktober 2020. Die Forschungsschwerpunkte konzentrieren sich auf die Biosignalverarbeitung und die Bewertung von klinischen Informationen und Signalen mit Methoden der künstlichen Intelligenz (KI). Die koronare Herzkrankheit (KHK) ist eine der führenden Todesursachen in westlichen Industrieländern. Die Krankheit entwickelt sich langsam, in der Regel über Jahrzehnte hinweg und hängt von mehreren (oft veränderbaren) Risikofaktoren und deren Wechselwirkungen ab. Selbstmanagement und Lebenswei-

se des Patienten sowie rechtzeitige klinische Interventionen können die Entwicklung der KHK wesentlich beeinflussen. Deshalb sind Früherkennung bzw. Verhinderung des Fortschreitens der Krankheit essenziell. Die Bereitstellung qualitativer Sekundärprävention für alle Herzpatienten ist jedoch aufgrund der Beschränkungen des Gesundheitsbudgets eine große Herausforderung. Hier will das TIMELY-Projekt ansetzen und eine patientenzentrierte eHealth-Plattform aufbauen. Unterstützt durch KI soll die TIMELY-Plattform kontinuierlich und zeitnah kardiale Risiken und Komplikationen individuell prognostizieren. Die dadurch möglichen gezielten Interventionen werden das Risiko- und Symptomanagement verbessern. Auf diese Weise soll die Sekundärprävention von KHK wirksam und kosteneffizient werden und damit die physiologischen und psychologischen Auswirkungen der Erkrankung minimieren. TIMELY soll Patienten und Klinikern helfen, die Gesundheitsversorgung auf der Grundlage einer Risikobewertung zu personalisieren sowie

die Ergebnisprognose und maßgeschneiderte Interventionen zu verbessern. TIMELY wird die KI-basierten Algorithmen für Datenpräsentationen und Entscheidungsunterstützung integrieren. Sie wird auf der Grundlage einer funktionalen Plattform entwickelt, welche die Interoperabilität mit elektronischen Gesundheitsakten und Sicherheitsmechanismen berücksichtigt. So kann die Vollständigkeit und Kontinuität der Informationen gewährleistet und der Datenaustausch vereinfacht werden. Die KI in TIMELY, die mit großen retrospektiven Datensätzen von über 23.000 KHK-Patienten erstellt wird, kann ständig Risiken überwachen, bewerten, jede Abweichung von definierten Therapiezielen oder ungünstige Veränderungen anzeigen sowie angemessene Interventionen vorschlagen.

TIMELY wird im Rahmen des Horizont 2020-Programms für Forschung und Innovation über die nächsten drei Jahren entwickelt. Das Projektvolumen beträgt 5,7 Millionen Euro.

Dresden, November 2020



# Mitteilungen

## der DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR KARDIOTECHNIK E. V.

Vorstand: Adrian Bauer, MediClin Herzzentrum Coswig, Telefon: 03 49 03 / 49-175, Telefax: 03 49 03 / 49-359, E-Mail: adrian.bauer@dgfkt.de

### EUROPEAN BOARD OF CARDIO- VASCULAR PERFUSION (EBCP)

Das Herbstmeeting des EBCP fand am 10. Oktober 2020 Covid-19-bedingt rein virtuell statt. Für Deutschland nahmen teil: Dr. Adrian Bauer (Accreditation Subcommittee), Frank Merkle (Accreditation Subcommittee), Carole Hamilton (Academic Subcommittee) und Jan Schaarschmidt (Delegierter für Deutschland).

### Aktuelles – wichtige Neuigkeiten Rezertifikation/Twizzit

Bereits Ende 2019 erfolgte in einem ersten Schritt die angekündigte, schrittweise Einführung der Bearbeitung der Rezertifikation mittels des Systems Twizzit. Zukünftiges Ziel ist die rein onlinebasierte Abwicklung der Anträge auf Zertifikation und Rezertifikation für das EBCP. Im ersten Rezertifikationszeitraum (2017–2019) und nun auch im zweiten (2018–2020) erfolgte die Verarbeitung der Anträge per Zusenden der Rezertifikationsunterlagen noch in Papierform per Post an den Delegierten. Hierfür haben die Antragsteller bis Ende Januar Zeit. Der Delegierte prüft dann im Februar/März alle Unterlagen und markiert die einwandfreien Anträge in Twizzit. Im April/Mai werden dann die Zahlungsaufforderungen/Rechnungen per Twizzit versendet. Dann sollte bitte zeitnah unter Nutzung einer der angegebenen Zahlungsformen die Überweisung der Gebühr erfolgen.

**Wichtig:** Bitte überweisen Sie die Gebühr nicht mehr unaufgefordert auf das Konto des EBCP. Dies gilt auch bei Überweisungen durch Ihren Arbeitgeber. In diesem Fall empfiehlt es sich, die Gebühr nach Erhalt der Zahlungsaufforderung durch Twizzit vorerst selbst zu überweisen und die Rechnung im Anschluss bei Ihrem Arbeitgeber einzureichen.

Ab diesem Jahr (Rezertifikation 2019–2021) werden keine Plastikkarten nach erfolgreicher Rezertifikation mehr versendet, sondern es kann bei Bedarf eine im jeweiligen Twizzit-Profil hinterlegte PDF-Version heruntergeladen werden.

Nähere Informationen und Updates werden zu gegebener Zeit über Twizzit und das EBCP zur Verfügung gestellt (E-Mail, Websites DGfK/EBCP, Twizzit-Nachrichten, Fachzeitschrift KARDIOTECHNIK etc.).

### 20. ECoPEaT-Meeting des EBCP

Am 10. Oktober 2020 fand, coronabedingt erstmals rein onlinebasiert, die 20. ECoPEaT-Tagung des EBCP statt. Hierfür wurde in Zusammenarbeit mit EACTS eine virtuelle Plattform zur Verfügung gestellt. Insgesamt gab es 793 Registrierungen, eine genaue Zahl der endgültigen Teilnehmer lag zum Zeitpunkt des Verfassens des Artikels noch nicht vor. Das Feedback der Industrie fiel nach Angaben des EBCP und EACTS positiv aus.

### Personalwechsel im EBCP

1. Im Rahmen des am 10. Oktober 2020 abgehaltenen Online-Meetings des EBCP erfolgte die einstimmige Wahl eines neuen Chairman für das EBCP. Prof. Alexander Wahba, MD, PhD legte nach vielen Jahren das Amt nieder und übergab an Prof. Filip de Somer, PhD aus Gent/Belgien. Somit ist erstmals in der Geschichte des EBCP das Amt des Präsidenten mit einem international renommierten und wissenschaftlich sehr aktiven klinischen Perfusionisten besetzt. Prof. Wahba wird dem EBCP voraussichtlich weiter als EACTS-Delegierter erhalten bleiben.

2. Weiterhin erfolgte die Neubesetzung des für alle Bereiche rund um die Themen Zertifizierung und Rezertifikation wichtigen Amtes des Sekretärs des Certification Subcommittees. Hier übergab Mattias Widerström an Normunds Sikora aus Riga/Lettland. Herr Sikora ist Herzchirurg und Assistant Professor an der Medizinischen Fakultät der Universität Riga und Chef des Departments of Cardiovascular Perfusion, der Clinic for Pediatric Cardiology and Cardiac Surgery am Children's University Hospital in Riga.

3. Nach 9-jähriger ehrenamtlicher Tätigkeit als Delegierter der DGfK für das EBCP war es mein Wunsch, das Amt als Nationaler Delegierter des EBCP für Deutschland in neue Hände zu übergeben. Aus diesem Grund berief der Vorstand der DGfK Christian Klüß als Nachfolger. Für den Übergang ist ein Zeitraum von einem Jahr bis zum EBCP-Herbstmeeting 2021 vorgesehen.

Christian Klüß arbeitete von 2005 bis 2013 sowohl fest an verschiedenen universitären Herzzentren sowie als Springer im gesamten Bundesgebiet. Seit 2014 ist er am HDZ-NRW klinisch tätig und deckt dort das ge-



*Christian Klüß (neuer nationaler Delegierter des EBCP für Deutschland)*

samte kardiotechnische Spektrum ab. Sein besonderes klinisches Augenmerk liegt im Bereich der Säuglingsperfusion. Hier ist er ebenfalls Gründungsmitglied der Arbeitsgruppe Kinder- und Säuglings-Perfusion der DGfK. Berufliche Veränderungen werden in den nächsten Jahren einen großen Einfluss auf unser Berufsbild haben, daher ist es ihm ein Anliegen, einen Einfluss auf die Gestaltung der Mitarbeit bei kathetergestützten minimalinvasiven Therapien zu haben. Als dritten großen Bereich stehen aktuell die temporären extrakorporalen VAD-Verfahren im Mittelpunkt seiner beruflichen Tätigkeit.

Auf der Mitgliederversammlung am 21. November 2020 wurde Ch. Klüß als neuer Delegierter der DGfK nominiert und wird im Frühjahr beim EBCP-Meeting in Brüssel gewählt werden.

Kontakt:  
HDZ-NRW  
Abteilung Kardiotechnik  
z. Hd. Christian Klüß  
Georgstr. 11  
32545 Bad Oeynhausen  
E-Mail: c-klus@ebcp.eu

**Wichtig:** Bitte alle Anträge auf Rezertifikation für den Zeitraum 2019–2021 (Fälligkeit Ende 2021), auf Erwerb des ECCP und sämtliche Anfragen ab Mitte des Jahres an Ch. Klüß senden.

## Rückblick – EBCP-Prüfung 2020

Die schriftliche Prüfung fand am 14. November 2020 statt. Die europaweite Teilnehmeranzahl betrug 75. Ein Teilnehmer aus Deutschland absolvierte Covid-19-bedingt erstmals eine rein onlinebasierte Prüfung (Moodle Exam). Aus Deutschland stellten zusätzlich insgesamt 19 Absolventen, davon 12 der Akademie für Kardiotechnik Berlin, 6 der Hochschule Furtwangen und 1 Absolventin der postgraduierten Weiterbildung (Trimester) an der AfK Berlin nach vorher erfolgreichem Abschluss eines Medizintechnik-Studiums (Dipl.-Ing., FH) und mehrjähriger Berufserfahrung einen Antrag auf Erwerb des ECCP im Rahmen der Harmonisierungsregelung.

## Site-Visits/Reakkreditierungen von Ausbildungsprogrammen

Bereits im November 2019 erfolgte der Besuch der Hochschule Furtwangen anlässlich der erneuten Reakkreditierung. Das EBCP wurde von Dr. Adrian Bauer (Member of Accreditation Subcommittee), Urs Zenklusen (Delegierter Schweiz) und Jan Schaarschmidt (Delegierter Deutschland) vertreten. Die HFU ist eine langjährig etablierte Einrichtung und mit ihrem interdisziplinären BSc-Studiengang Biomedizinische Technologien, der Möglichkeit eines anschließenden MSc-Studiengangs Technische Medizin, dem Zentrum für Angewandte Simulation (ZAS) und ihrer Nähe zu herzchirurgischen Partnerkliniken und deren Abteilungen für klinische Perfusion bestens aufgestellt und somit eine feste Säule in der Ausbildung klinischer Perfusionisten/Kardiotechniker in Deutschland. Das Ausbildungsprogramm wurde für 6 Jahre reakkreditiert.

Mit der FH Münster steht eine weitere Ausbildungsstätte kurz vor Beantragung der EBCP-Akkreditierung und wäre somit die dritte akkreditierte deutsche Ausbildungsstätte in Deutschland (neben der AfK Berlin, HFU Furtwangen). Über genauere Angaben zu den Angeboten, auch zu einer aller Voraussicht nach geplanten Möglichkeit einer postgraduierten Weiterbildung zum Zwecke des Erwerbs des ECCP für hochschulfremde Absolventen biotechnischer/medizintechnischer Studiengänge wird in der Zukunft informiert werden.

## In eigener Sache

Während nunmehr über 9 Jahren in meiner ehrenamtlichen Tätigkeit als Delegierter der DGfK für das EBCP hatte ich die wunderbare Möglichkeit, viele Kollegen und Kolleginnen aus ganz Europa kennen und

schätzen zu lernen. Auch durfte ich Zeuge einer über Ländergrenzen hinweg steigenden Anerkennung für unseren Beruf der klinischen Perfusion und das wachsende Interesse und Engagement in der wissenschaftlichen Arbeit werden. Auf europäischer Ebene sei hier das im letzten Jahr in der Zeitschrift *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery* erschienene Papier „2019 EACTS/EACTA/EBCP guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery“ zu erwähnen. Auch in Deutschland hat sich in den letzten Jahren viel hinsichtlich einer Berufsankennung und der Definition von (neuen) Tätigkeitsfeldern, partnerschaftlicher Kooperationen mit verwandten medizinischen Fachgesellschaften und einer wachsenden Akademisierung unseres Berufsbildes getan. Als ein Beispiel von vielen sei hier das im letzten Jahr im *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery* auf Englisch und in der deutschen Fassung in der *KARDIOTECHNIK* erschienene Konsensuspapier „Qualifikation, Kenntnisse, Aufgaben und Verantwortlichkeiten des Klinischen Perfusionisten Kardiotechnik (KPK)“ genannt, welches Strahlkraft über Deutschland hinaus haben könnte und auch in unseren europäischen Nachbarländern aufmerksam zur Kenntnis genommen wurde und somit sicherlich eine Rolle in den weiteren Bemühungen bezüglich einer europaweiten Anerkennung unseres Berufes spielen kann. In dem Artikel heißt es: „Für die Ausübung der Tätigkeit des KPK in Deutschland sollten allein solche Personen in Frage kommen, die ihre persönliche Qualifikation durch ein gültiges sowie von den zugehörigen Fachgesellschaften anerkanntes Zertifikat nachweisen können. Auf europäischer Ebene ist dies zurzeit das ‚European Certificate in Cardiovascular Perfusion‘ (ECCP), welches durch das European Board of Cardiovascular Perfusion (EBCP) vergeben wird.“ Dies unterstreicht die zunehmende Bedeutung und die Rolle des ECCP und der damit einhergehenden Notwendigkeit eines kontinuierlichen Nachweises sowohl der klinischen Aktivität als auch der Teilnahme an berufsspezifischen Fort- und Weiterbildungen, um so den wachsenden Herausforderungen eines komplexen Berufsbildes gerecht zu werden und zu bleiben.

Gern möchte ich besonders allen Kollegen und Kolleginnen herzlich danken, die diesen Weg über die letzten Jahre mitgegangen sind und sich trotz einzelner Bedenken und bereits langjährig gesammelter Berufserfahrung beispielsweise im Upgrade-Kurs nochmal auf die Schulbank

gesetzt haben. So konnten sie auch ihren Erfahrungsschatz und ihr Wissen mit jüngeren Kollegen teilen und schließlich die Prüfungen meistern, um letztendlich das ECCP in ihren Händen halten zu können. In diesem Sinne einen herzlichen Dank an alle Kollegen und Kolleginnen in den Abteilungen, den Abteilungsleiter\*innen, den Ausbildungsstätten und ihren engagierten Mitarbeiter\*innen und dem gesamten Vorstand der DGfK für die langjährige Unterstützung.

Abschließend möchte ich einen besonderen Dank an meine direkten Kollegen und meinen Abteilungsleiter Dr. Adrian Bauer im MediClin Herzzentrum Coswig richten, ohne deren Unterstützung und die mir gewährten Freiräume die Ausübung des Amtes nicht möglich gewesen wäre.

Herzliche Grüße,

Jan Schaarschmidt  
(Nationaler Delegierter des EBCP für Deutschland)

## PRÄMIERUNG DER PREISE AUF DER 49. INTERNATIONALEN UND ERSTMALS VIRTUELL DURCHFÜHRTEN JAHRESTAGUNG DER DGfK

Die Ausschreibung um die beiden bestbewerteten Beiträge im Jahr 2020, als Kombination aus dem besten Abstract und Vortrag, ergab folgende Gewinner:

Der Preis für bestes Abstract und besten Vortrag der Fachgesellschaft DGfK ging an Markus Bongert aus Dortmund mit „Einfluss der Kombination Kanüledurchmesser/Flow auf die Beinperfusion bei einer femoralen, arteriellen Kanülierung während einer ECLS“. Dieser Preis wurde von der DGfK unterstützt.

Der DGTHG-Preis der Fokustagung 2020 wurde in diesem Jahr wieder von der Firma Köhler Chemie gestiftet und ging an Michela Cuomo aus Erlangen mit „Randomisierte Vergleichsstudie dreier unterschiedlicher Perfusionsmethoden an pädiatrischen Patienten“.

Der Preis für die Gewinner betrug jeweils 1000 Euro und steht ihnen zur persönlichen Verfügung.

Der Nachwuchsförderpreis an den bestbewerteten Beitrag als Kombination aus dem besten Abstract und Vortrag wurde aus dem Vortragsblock der Jungen Foren vergeben. Dieser ging an Caroline Schröder aus Heidelberg mit dem Vortrag „Einfluss chirurgischer Techniken der primären Totalkorrektur auf das Outcome bei Patienten mit

Fallot-Tetralogie“. Der Preis für die Gewinnerin betrug 500 Euro und steht ihr zur persönlichen Verfügung. Dieser Preis wurde ebenfalls von der Firma Köhler Chemie unterstützt.

Über den Innovationspreis will die DGfK e. V. einen zusätzlichen Anreiz für Erfindergeist, Forschung und Innovation innerhalb des Fachgebietes schaffen. Durch die Vergabe dieses Preises sollen Klinische Perfusionist\*innen, Studierende sowie Forscher\*innen und Entwickler\*innen gewürdigt werden, die sich um das Fach Kardiotechnik besonders verdient machen. Der Innovationspreis 2020 ging an Lars Saemann aus Halle mit dem Vortrag „Überwachung der ex-vivo Herzperfusion mittels myokardialer Mikrozirkulation“. Der Preis betrug 1000 Euro und wurde durch die DGfK unterstützt.

### **FÖRDERPREISE**

Diese Auszeichnungen sollen Kardiotechnikern einen zusätzlichen Anreiz geben, Originalarbeiten einzureichen, aber auch besonders Erstautoren auf dem Weg unterstützen, regelmäßig Fachbeiträge in der Zeitschrift KARDIOTECHNIK zu veröffentlichen. Auch dieses Mal wurden die Förderpreise und damit die Autoren der vom Gutachterbeirat bewerteten besten Beiträge des Jahrgangs 2019 durch die Firma Terumo Deutschland GmbH unterstützt. Die Bekanntgabe der Preisträger fand im Rahmen der virtuellen 49. Internationalen Jahrestagung der DGfK statt. Die Preise in Höhe von 800 und 500 Euro gingen an folgende Kardiotechniker:

#### **Preis A für die beste Originalarbeit**

Als beste Originalarbeit wurde die Arbeit von André Klapproth aus der Uniklinik Würzburg mit dem Titel „Einfluss der Präbypass-Priminglaufzeit bei extrakorporaler Zirkulation auf die Spallation von Silikon-schläuchen in der Rollenpumpe“ bewertet, die in Heft 04/2019 veröffentlicht wurde.

#### **Preis B für die beste Erstveröffentlichung**

Die beste Erstveröffentlichung kommt aus dem Herzzentrum Bad Oeynhausen. Marc Arend hat mit dem Titel „Systemanalyse kritischer klinischer Zwischenfälle: Das London-Protokoll“ im Heft 01/2019 der KARDIOTECHNIK mit der besten Erstveröffentlichung überzeugt.

Herzlichen Glückwunsch an die Gewinner und vielen Dank für die Unterstützung und Förderung an die Firma Terumo, Eschborn!

## **8. VORSTANDSSITZUNG DER DGfK 2020, MITTWOCH, DEN 21.10.2020 PER ZOOM**

Teilnehmer intern: Dr. A. Bauer PhD, F. Münch MCT, M. Rudloff, Dipl.-Ing. S. Schmidt, W.-I. Wiese (entschuldigt), Dipl.-Ing. J. Optenhöfel, J. Turra BSc

### **TOP 1: Organisatorisches**

Dr. A. Bauer eröffnet die Vorstandssitzung. Das Protokoll der letzten Vorstandssitzung sowie die Tagesordnung werden einstimmig verabschiedet. Durch den Schriftführer wurde ein Dokument zur Strukturierung des Ablaufs einer Vorstandswahl verfasst. Das Dokument wurde gegengelesen, kleinere Änderungen wurden vorgenommen und es kann in Kürze finalisiert werden. Das Dokument soll bei zukünftigen Vorstandswahlen als Leitfaden herangezogen werden.

### **TOP 2: Planung Jahrestagung 2020 – online**

Derzeit kommt es in Deutschland zu gestiegenen Infektionszahlen mit dem Sars CoV 2-Erreger. Es steht zu erwarten, dass die Tagung nicht in der bisher geplanten Form, als Hybrid-Veranstaltung, stattfinden kann. Grund hierfür könnten verschärfte Kontaktbeschränkungen durch den Bund, das Land Hessen oder die Stadt Wiesbaden sein. Zudem ist zu erwarten, dass eine Mehrheit der Organisatoren und Referenten keine Dienstreisegenehmigung ihres Arbeitgebers erhalten werden. Daher laufen aktuell Planungen die Tagung in deutlich reduzierter Form mit Anwesenheit einer minimal notwendigen Personenanzahl oder komplett online zu veranstalten. Das Organisationsteam arbeitet intensiv an kurzfristigen Lösungen.

Am morgigen Donnerstag findet zu diesem Thema eine Programmkommissionsitzung statt. Das weitere Vorgehen wird danach eng mit den beteiligten Industriepartnern abgestimmt. D. Lorenz wird sich mit dem RheinMain CongressCenter, Wiesbaden, bezüglich einer Vertragsauflösung abstimmen, um die Kosten hier so gering wie möglich zu halten.

Sobald genauere Informationen vorliegen, wird über den Verteiler der Mitgliederdatenbank noch eine Rundmail verschickt, die über die Änderungen berichtet. In dieser Rundmail soll auch nochmal explizit der Educational Grant beworben werden. Für den Educational Grant spendet Medtronic 10.000 Euro. Die Verträge hierzu sind unterzeichnet.

### **TOP 3: Mitgliederversammlung**

Die Planungen für die Mitgliederversammlung mit der Abstimmung zur Satzungsneufassung sind weit fortgeschritten. Alle Mitglieder wurden fristgerecht informiert und eingeladen.

### **TOP 4: German Delegate EBCP**

Christian Klüß wird Nachfolger von Jan Schaarschmidt als German Delegate des EBCP. Zur Einarbeitung werden die beiden Kollegen das Amt ein Jahr lang überlappend gemeinsam innehaben. Ch. Klüß hat bereits an der ersten Sitzung des EBCP teilgenommen.

### **TOP 5: Bericht von den Leitlinien**

Die Leitlinie zur ECMO-Therapie ist in der finalen Phase der Konsentierung. Die Publikation wird zeitnah erwartet. Eine Anfrage zur Überarbeitung der IABP-Leitlinie durch die DGTHG haben wir gerne angenommen. Dr. A. Bauer und S. Schmidt werden diese Tätigkeit übernehmen. Die Arbeiten zur S2K-Leitlinie „Aortenbogen“ verzögern sich aktuell und liegen, nicht zuletzt aufgrund der aktuellen Pandemiesituation, hinter dem Zeitplan.

### **TOP 6: Umfrage**

Für die Umfrage unter den klinisch tätigen Kardiotechniker\*innen gab es bisher ca. 250 Anmeldungen. Etwa 150 Bögen wurden bereits ausgefüllt.

### **TOP 7: Digitale Broschüre**

Die Arbeiten an der digitalen Broschüre sind weitestgehend abgeschlossen. Es fällt auf, dass das Titelbild nicht aussagekräftig genug für den umschriebenen Beruf ist. Daher wird noch nach einem neuen Titelbild gesucht. J. Turra und M. Rudloff werden in der jeweils klinikeigenen Fotoabteilung nach professioneller Unterstützung fragen.

Es fällt zudem auf, dass die Adresse im Impressum noch geändert werden muss.

### **TOP 8: DGfK-Geschäftsstelle**

Unter diesem TOP gibt es nur wenig Neuigkeiten. Die Anzeigen für die Stelle des Geschäftsstellenleiters sind in diversen Medien geschaltet und die Stelle wurde zudem dem Arbeitsamt gemeldet. Erste Bewerbungen sind eingegangen. Nach erfolgtem Freistellungsbescheid durch das Finanzamt Köln wird zudem nach geeigneten Non-profit-Lizenzen für Softwarelösungen zur Nutzung durch den Vorstand sowie innerhalb der Geschäftsstelle gesucht.

### **TOP 9: Buch – 50 Jahre DGfK**

Für das Buch zum 50-jährigen Jubiläum der DGfK im kommenden Jahr hat unser Chronist (H. Zorn) seine Arbeit aufgenommen und holt aktuell Angebote ein.

### **TOP 10: Veröffentlichung Blaue Seiten**

Für eine kommende Ausgabe der Zeitschrift KARDIOTECHNIK ist die Veröffentlichung der Umfrage unter den kardiotechnischen Abteilungsleitungen geplant. Hierfür müssen die Ergebnisse noch entsprechend aufbereitet und verschriftlicht werden. Mit diesem Projekt wurde Herr Lemberger betraut.

Mit kollegialen Grüßen  
Sebastian Schmidt, Schriftführer

### **9. VORSTANDSSITZUNG DER DGfK 2020, DONNERSTAG, DEN 19.11.2020 PER TEAMS**

Teilnehmer intern: Dr. A. Bauer PhD, F. Münch MCT, M. Rudloff, Dipl.-Ing. S. Schmidt, W.-I. Wiese, Dipl.-Ing. J. Optenhöfel, J. Turra BSc  
Gast für den letzten TOP: J. Gehron, MSc

### **TOP 1: Organisatorisches, Verabschiedung Agenda 09\_20, Freigabe 08\_20 Protokoll, Bearbeitung Aktionsliste**

Um 14 Uhr eröffnet Dr. A. Bauer die Vorstandssitzung, die wiederum aufgrund der aktuellen Kontaktbeschränkungen über Microsoft Teams abgehalten wird. Das Protokoll der letzten Vorstandssitzung wird einstimmig verabschiedet. Für die heutige Sitzung gibt es Nachmeldungen, die umgehend ins Programm aufgenommen und besprochen werden.

Die Geschäftsordnung des Vorstandes ist weitestgehend fertiggestellt. Noch bis Jahresende sind die Vorstandsmitglieder angehalten, diese durchzusehen, Anpassungen vorzunehmen und zu optimieren. Eine finale Abstimmung hierüber soll in der kommenden Vorstandssitzung am 22.12.2020 stattfinden.

Der Bereich „Wahlordnung“ soll noch um eine Tabelle der Amtsträger erweitert werden. Dies dient den jeweiligen Wahlvorständen als Hilfestellung, wer nach jeweils aktueller Satzung aufgrund der zeitlichen Limitierungen noch in bestimmte Positionen gewählt werden darf und wer nicht. Zudem wäre dieses Dokument für die Dokumentation der Geschichte des Vereins von großem Wert.

Zur Einbindung des digitalen Mitgliedsantrages und des Logins in den Mitgliederbereich der Datenbank hatte S. Schmidt

Kontakt mit Herrn Kres, der die Webseite des Vereins in aktueller Version erstellt hat, aufgenommen. Die Testseiten mit den beiden Formularen funktionieren bereits, jedoch ist nach dem Erstellen des digitalen Mitgliedsantrages eine Bestätigungse-Mail durch die Datenbank automatisiert zu verschicken. Diese Mail wird versendet, ist jedoch noch ohne Inhalt. S. Schmidt hat diesbezüglich Kontakt mit Firma Sewobe. Der Login in die Datenbank funktioniert derzeit noch nicht sicher über alle Browser/Geräte. Herr Kres ist informiert und wird das Problem eruiert. Eine Freischaltung der beiden Features erfolgt nach Behebung der Fehler und einwandfreier Funktionalität, voraussichtlich im Dezember dieses Jahres.

### **TOP 2: Planung Jahrestagung 2020**

In Vorbereitung der diesjährigen Jahrestagung ist aufgefallen, dass durch die Tagungssoftware Converia, für einige Teilnehmer in den letzten Jahren verschiedene Benutzerkonten angelegt wurden. Hierdurch kommt es zu Problemen, wenn ein Teilnehmer über ein Benutzerkonto seine Registrierung für die aktuelle Tagung vornahm und dann über ein anderes seiner Benutzerkonten keinen Zugriff auf die Inhalte hat. Daher wurden heute nochmals Rundmails verschickt, in denen den Teilnehmern der aktuelle Benutzername, unter dem sie ihre Registrierung vorgenommen hatten, mitgeteilt wurde. Um weitere Probleme aufgrund dieser Thematik zu vermeiden, wurde entschieden, die Mitgliederversammlung in diesem Jahr öffentlich abzuhalten. Lediglich die Abstimmungen durch die Vereinsmitglieder im Rahmen der Mitgliederversammlung ist über die App Quizzbox abgesichert. Stimmberechtigte Mitglieder haben vorab eine Mail bzw. Post mit einem Aktivierungscode erhalten, über den sie sich mittels App auf Smartphone oder Tablet verbinden und dann an den Abstimmungen teilnehmen können. I. Wiese wird das Procedere zu Beginn der Mitgliederversammlung nochmals allen Teilnehmern erläutern.

Die Inhalte der Tagung werden nachfolgend als Videoaufzeichnung noch bis Jahresende für alle Teilnehmer zur Verfügung stehen.

### **TOP 3: Ablauf der Mitgliederversammlung 2020**

Die Neufassung der Satzung der DGfK wurde vorab durch das Finanzamt Köln geprüft und freigegeben. Einer Abstimmung im Rahmen der Mitgliederversammlung steht nichts mehr im Wege. Aufgefallen ist jedoch, dass formal die Vorgabe mindestens eine jährliche Vorstandssitzung am Ort des Vereinssitzes

(Köln) abzuhalten, nicht eingehalten wurde. Streng genommen ist es hierbei nötig, dass die Sitzung im Postleitzahlbereich des zuständigen Finanzamtes abgehalten werden muss. In den letzten Jahren wurde jeweils mindestens eine Vorstandssitzung in Köln abgehalten, jedoch aus Unkenntnis über die genauen Vorgaben nicht im benannten Postleitzahlgebiet. Der Vorstand der DGfK beschließt daher einstimmig, ab sofort mindestens eine jährliche Sitzung im Postleitzahlgebiet 50931 durchzuführen, um dieser Vorgabe Rechnung zu tragen.

Die Neufassung der Satzung wird auf der anstehenden Mitgliederversammlung per App Quizzbox durchgeführt. Die Software ist speziell für solche Verfahren zertifiziert. Derartige durch die Mitgliederversammlung gefassten Beschlüsse sind rechtssicher. Im Rahmen der aktuellen Kontaktbeschränkungen ist dieses Tool ein wertvolles Werkzeug für unsere Vereinstätigkeit. Abgestimmt wird auch die zukünftige Nomenklatur der Berufsbezeichnung. In einer früheren Abstimmung einigte man sich per Mehrheitsbeschluss auf die Bezeichnung „Klinischer Perfusionist Kardiotechnik“. Im Alltag fiel jedoch auf, dass diese Bezeichnung sehr sperrig ist, schwer über die Lippen geht und im Sprachgebrauch wahrscheinlich keinen Einzug halten wird. Zur Vereinfachung und Anpassung an die internationale Nomenklatur wird durch den Vorstand der DGfK die Bezeichnung „Perfusionist\*in“ vorgeschlagen. Auch darüber wird im Rahmen der Mitgliederversammlung per Mehrheitsentscheid abgestimmt. Die Entlastung des Vorstandes und des Schatzmeisters soll ebenfalls mittels Quizzbox abgestimmt werden.

M. Rudloff berichtet, dass die Kassenprüfung morgen vor der Mitgliederversammlung online stattfinden wird. Er hat mit den Kassenprüfern Jutta Stein und Robert Kind diesbezüglich ein Meeting abgestimmt und die Unterlagen hierfür postalisch versendet. Einer der Kassenprüfer wird dann in der Mitgliederversammlung live über Zoom zugeschaltet und kann das Ergebnis der Prüfung den Mitgliedern mitteilen.

Sollte die Satzungsneufassung in der Mitgliederversammlung verabschiedet werden, ist zu prüfen, wie ein geänderter Mitgliedsstatus in der Datenbank umgesetzt werden kann und wie die neu entstandenen Mitgliedsbeiträge für Studenten und Auszubildende eingepflegt werden können.

### **TOP 4: Bericht von den Leitlinien (Sebastian Schmidt)**

Aktuell ist die DGfK an der Erstellung und Überarbeitung von 3 Leitlinien beteiligt.

Für die S2K-Leitlinie: „Behandlung von akuten und chronischen Erkrankungen der thorakalen Aorta, Fokus: Aortenbogen“ wurde die Deadline zur Abgabe der einzelnen Abschnitte der Teilnehmer auf den 01.12.2020 festgelegt. Die Konsentierung ist für das erste Quartal 2021 angestrebt. Vertreten wird die DGfK durch A. Teske und S. Schmidt.

Prof. Dr. G. Trummer hat kürzlich beim Vorstand der DGfK angefragt, ob wir für eine turnusgemäße Überarbeitung der S3-Leitlinie: „Einsatz der intraaortalen Ballongegenpulsation in der Herzchirurgie“ zur Verfügung stehen. Diese war in erster Version unter Mitwirkung von Dr. A. Bauer entstanden. Für die Überarbeitung der Leitlinie wurden von der DGfK Dr. A. Bauer und S. Schmidt benannt. Genauere Termine sind noch nicht bekannt.

Die S3-Leitlinie „Einsatz der extrakorporalen Zirkulation (ECLS/ECMO) bei Herz- und Kreislaufversagen“ befindet sich in der finalen Konsentierungsphase. Eine Publikation wird für Anfang 2021 erwartet.

#### **TOP 5: Umfrage**

J. Optenhöfel stellt erste Ergebnisse der großangelegten Umfrage unter klinisch tätigen Kardiotechniker\*innen vor. Die Daten wurden bisher nur grob ausgewertet, einige wesentliche Informationen konnten noch nicht gewonnen werden. Aus diesem Grund beschließt der Vorstand die Firma Netigate mit weiterführenden Auswertungen zu beauftragen. J. Optenhöfel wird erste Fragestellungen formulieren und dann an den Vorstand versenden. Die Vorstandsmitglieder sind angehalten diese zu ergänzen. Eine erste grobe Auswertung der Ergebnisse, insbesondere die Beteiligungsrate, wird im Rahmen der Mitgliederversammlung vorgestellt. Sobald alle Ergebnisse vorliegen, sollen die Daten zeitnah in der Zeitschrift KARDIOTECHNIK veröffentlicht werden.

#### **TOP 6: Anfrage AmSect – gemeinsame Sitzung im März**

Von den Kollegen der AmSect wurde unsere Zusage der Teilnahme an der virtuellen Sitzung im März sehr positiv aufgenommen. Um eine zukünftige Zusammenarbeit auszuweiten wird vorgeschlagen, den Präsidenten der AmSect im kommenden Jahr zur 50. Internationalen Jahrestagung der DGfK einzuladen.

#### **TOP 7: Digitale Broschüre**

Gemeinsam stimmt der Vorstand der DGfK über das Titelbild der digitalen Broschüre ab. Die Broschüre ist in aktueller Version weitestgehend fertiggestellt. Es fehlt noch ein Kommentar von Frau Prof. Schmittke,

jedoch war diese zuletzt leider nicht erreichbar und eine Terminvereinbarung gestaltet sich schwierig. Daher werden wir auf Herrn Prof. Janssens als Präsident der DIVI ausweichen. Die Broschüre soll nach Fertigstellung mit der Webseite der Agentur für Arbeit „Berufe.net“ verlinkt werden. Interessenten für den Beruf können sich dann dort wichtige Informationen einholen. Weitergehende Publikationen, wie in früheren Vorstandssitzungen besprochen, sind geplant.

#### **TOP 8: Josef Güttler Stipendium**

J. Turra als diesjähriger Stipendiat berichtet, dass es beim Vergabeprozess der Stipendien noch Verbesserungspotenzial gibt. Eventuell würden feste Zeitvorgaben helfen, hier zu optimieren. Daher soll der Prozess der Vergabe von Stipendien mit in die Geschäftsordnung des Vorstandes aufgenommen werden. J. Turra wird einen ersten Entwurf erstellen und diesen Entwurf zunächst mit J. Optenhöfel besprechen. Anschließend wird er im Vorstand besprochen und mit dem Stipendiumsrat vor der Freigabe abgestimmt. Die finale Beschlussvorlage soll dann auf der Vorstandssitzung im Februar 2021 abgestimmt werden.

Zudem sollte das Bewerbungskonzept für das Stipendium überdacht werden. Auf der Webseite der DGfK sind die Informationen hierfür nur schwer zu finden. Die aktuelle Ausschreibung und Bewerbungsfristen sollten im Laufband, zentral auf der Startseite, erscheinen.

#### **TOP 9: DGfK-Geschäftsstelle**

Für die Stelle eines „Leiters der Geschäftsstelle der DGfK“ sind bereits einige Bewerbungen eingegangen und gesichtet worden. Aufgrund der in der aktuellen Situation unklaren Finanzplanung für das kommende Jahr wurde die Besetzung der Stelle zunächst auf das kommende Jahr verschoben und soll voraussichtlich im Frühjahr vorgenommen werden. Zeitungsannoncen mit dem Jobangebot sind aktuell aus diesem Grund ebenfalls zurückgestellt. Dem Arbeitsamt wurde die Stelle gemeldet.

Für die Einrichtung der Geschäftsstelle wird weiterhin nach ^ Softwarepaketen zur Vereinsorganisation gesucht. Derartige Non-profit-Software kann nach Vorlage einer aktuellen Steuerfreistellung bezogen werden. Der Freistellungsbescheid steht aktuell noch aus, wird aber zeitnah erwartet.

#### **TOP 10: Buch 50 Jahre DGfK – Angebote und Inhaltsverzeichnis erstellt**

H. Zorn hat ein erstes, grobes Inhaltsverzeichnis für das Buch zum 50-jährigen Be-

stehen der DGfK erstellt. Erste Autoren wurden angefragt und haben ihr Interesse bekundet.

#### **TOP 11: Umbau Stiftung: Stand (offizielle Stiftungssitzung)**

I. Wiese berichtet von seinen Bemühungen zur Gestaltung der „Stiftung Kardiotechnik“. Nach aktueller Satzung ist die Stiftung mildtätig und daher muss verpflichtend für jede Ausschüttung von Geldern zunächst eine Bedürftigkeitsprüfung vorgenommen werden. Die Offenlegung von derart vertraulichen Informationen bei Anträgen aus dem Kollegenkreis oder auch aus dem Ausland gestaltete sich in der Vergangenheit sehr schwierig und limitierte die Stiftung auch hinsichtlich der angestrebten schnellen Hilfe bei Notlagen. Nicht zuletzt ist auch die Vergabe des von der DGfK ausgelobten Exzellenzstipendiums aus den Stiftungsgeldern nicht möglich. Ein „Umbau“ der Stiftung als wissenschaftliche Stiftung ist zudem auch nicht einfach möglich. Aktuell liegen keine Anträge zur Förderung vor. Weitere Gelder wurden nicht eingeworben. I. Wiese lässt die Stiftung bis zur Klärung des weiteren Vorgehens ruhen. Es wird geprüft, wie man bei einer Auflösung der Stiftung mit den Einlagen verfahren kann.

#### **Top 12: Zeitschrift KARDIOTECHNIK (Zuschaltung Johannes Gehron)**

Im Kollegenkreis stellte sich die Frage, ob nach der Abstimmung zur Festlegung der Berufsbezeichnung auch der Name der Zeitschrift an die Berufsbezeichnung angepasst werden muss. Dies ist jedoch nicht notwendig.

J. Gehron berichtet, dass die Originalarbeiten der Zeitschrift nun im DOI-Verfahren verfügbar sind. Im kommenden Jahr sollen die archivierten Artikel der Zeitschrift als PDF auf der Webseite der DGfK zur Verfügung gestellt werden. Lediglich die letzten 2 Jahre werden davon aufgenommen sein. Die Artikel der letzten zwei Jahre werden jeweils im Mitgliederbereich der Mitgliederdatenbank hinterlegt.

Für das kommende Jahr ist geplant, ältere Artikel aus der Zeitschrift neu zu veröffentlichen und jeweils zu kommentieren. Viele interessante Aspekte aus der Geschichte des Berufes können hierdurch zutage treten und das Augenmerk kann auf wissenschaftliche Fragestellungen, die erneut oder weiterhin ungeklärt sind, gerichtet werden.

Mit kollegialen Grüßen  
Sebastian Schmidt, Schriftführer

## **10. VORSTANDSSITZUNG DER DGfK 2020, DIENSTAG, DEN 22.12.2020 PER TEAMS**

Teilnehmer intern: Dr. A. Bauer PhD,  
F. Münch MCT, M. Rudloff,  
Dipl.-Ing. S. Schmidt, W.-I. Wiese,  
Dipl.-Ing. J. Optenhöfel, J. Turra BSc

### **TOP 1: Organisatorisches, Verabschiedung Agenda 10/20, Freigabe 09/20 Protokoll Teams, Sonstiges**

Dr. A. Bauer eröffnet die Sitzung um 20.00 Uhr. Zunächst wird das Protokoll der letzten Sitzung verabschiedet.

In der aktuellen Ausführung der Geschäftsordnung ist das Thema der Spenden an den Verein noch nicht erfasst worden. Dies soll nun nachgeholt werden und die Themen „Entgegennahme von Spenden“ und „Ausstellen von Spendenquittungen“ werden in die Geschäftsordnung eingefügt. M. Rudloff teilt mit, dass Spendenquittungen auch noch 5 Jahre rückwirkend ausgestellt werden können.

Der Vorstand beschließt Mitglieder per Vorstandsbeschluss aus dem Verein auszuschließen, wenn diese über mehrere Jahre ihre Mitgliedsbeiträge nicht gezahlt haben. Betroffene Mitglieder werden derzeit postalisch letztmalig zur Zahlung aufgefordert und ihnen wird mitgeteilt, dass sie als Mitglieder ausgeschlossen werden, wenn nach Einhaltung einer adäquaten Frist keine Zahlungen auf dem Vereinskonto eingegangen sind. Aufgrund der hohen Anzahl offener Rechnungen beschließt der Vorstand der DGfK, ab sofort bereits ab dem ersten Säumnis Mahnungen zu verschicken.

### **TOP 2: Jahrestagung 19.11–21.11.2021 in Wiesbaden**

Für die kommende, diesjährige Jahrestagung der DGfK laufen die Planungen bereits an. Es wird eine Hybridveranstaltung mit Teilnehmern vor Ort und Streaming über das Internet geplant. Eine gemeinsame Session mit der AmSECT wird beim Präsidenten der amerikanischen Fachgesellschaft angefragt.

### **TOP 3: Mitgliederversammlung**

Die Fertigstellung des Protokolls der Mitgliederversammlung ist für den 31.12.2020 avisiert. Das Protokoll soll anschließend gemeinsam mit der neuen Satzungsfassung beim Notar eingereicht werden. Danach wird das Protokoll an Frau Kirsten-Treptow geleitet für den Satz und Druck, sowie den Versand an die Mitglieder.

Die aktualisierte Berufsbezeichnung „Perfusionist“ wird ab sofort in allen offi-

ziellen Schreiben verwendet. Unsere Webseite muss dementsprechend angepasst werden.

### **TOP 4: Wechsel Steuerberater**

Ab 01.01.2021 wird ein neuer Steuerberater (Hr. Urban) für die DGfK beauftragt. Er wird auch den Jahresabschluss für 2020 erstellen.

### **TOP 5: Umfrage**

Die gewonnenen Erkenntnisse aus der letzten Umfrage sind noch sehr spärlich. Aus den Daten lassen sich bestimmt deutlich mehr Erkenntnisse ableiten. Daher hat J. Optenhöfel einen Kostenvoranschlag für eine weitergehende Auswertung der gewonnenen Daten bei der Firma Netigate angefragt. Leider war dieses Angebot sehr hochpreisig. J. Optenhöfel geht erneut mit Netigate in Verhandlung, um den veranschlagten Preis zu reduzieren.

### **TOP 6: Anfrage AmSECT gemeinsame Sitzung im Mai**

Für die gemeinsame Sitzung auf der Tagung der AmSECT im Mai laufen erste Planungen an. Referenten werden angefragt und die Teilnahmegebühren für deutsche Perfusionist\*innen werden ausgehandelt. Nachfolgend soll geprüft werden, ob wir hierfür Gelder aus dem Educational Grant heranziehen können und den teilnehmenden Perfusionist\*innen ihre Auslagen erstatten können. Es ist zudem noch zu klären, ob die Vorträge live gehalten werden oder vorab aufgezeichnet werden.

### **TOP 7: Stand digitale Broschüre**

Letzte Anzeigenangebote werden noch verhandelt. Prof. Dr. J. Gummert wird uns als Präsident der DGTHG freundlicherweise für ein Nachwort zur Verfügung stehen.

### **TOP 8: Josef Güttler Stipendium**

J. Turra und J. Optenhöfel haben einige Anpassungen für den Ausschreibungstext und die Anforderungen an die Bewerber des Josef Güttler Stipendiums vorgenommen. Diese Änderungen waren nach den Erfahrungen der letzten zwei Jahre nötig, sie werden vom Vorstand der DGfK nun geprüft. Anschließend kann dann zeitnah mit der diesjährigen Ausschreibung begonnen werden.

### **TOP 9: DGfK-Geschäftsstelle**

Für die für 2021 geplante Eröffnung der Geschäftsstelle der DGfK wurde über das Arbeitsamt die Stelle des Leiters der Geschäftsstelle ausgeschrieben. Für die An-

schaffung der EDV- und Softwarepakete fehlt noch immer der aktuelle Freistellungsbescheid von dem Finanzamt. Sie wird für den Jahresanfang 2021 erwartet. Für unseren Verein existiert eine Betriebsnummer, die in die aktuelle Fassung der Geschäftsordnung aufgenommen wird. Die Meldeadresse für die Betriebsnummer ist jedoch nicht mehr aktuell. Sie wird, sobald die Geschäftsstelle eröffnet wurde, auf die entsprechende Adresse in Leipzig durch den neuen Leiter der Geschäftsstelle umgemeldet. Der neue Steuerberater wird in diese Prozesse eingebunden.

Herr Dr. Bauer schließt die Sitzung um 21.30 Uhr.

Mit kollegialen Grüßen  
Sebastian Schmidt  
Schriftführer

## **WORKSHOP – JUNGES FORUM**

### **Wichtige Information – Corona-bedingte Terminänderung**

Aufgrund der erneut ernstesten COVID-19-Situation kann der Workshop „Zwischenfälle während der EKZ“ nicht wie geplant stattfinden. In Absprache mit den Referenten wird der Workshop auf Freitag, 30.07. und Samstag, 31.07.2021 verschoben. Die angemeldeten Teilnehmer wurden informiert. Obwohl die Pandemie weiterhin in vielerlei Hinsicht zu Schwierigkeiten führt, arbeitet das Junge Forum mit Nachdruck daran, das Fortbildungsprogramm auch in diesem Jahr aufrechtzuerhalten. Andere Workshops sind erfreulicherweise aktuell noch nicht betroffen.



**Anzahl der Vorträge**

**52**



**Downloads von pdf-Dateien (Produktinformationen) von den Micro-Websites der Sponsoren (Gesamt)**

**638**



**Anzahl der geführten Video-Chats während der Veranstaltung**

**477**

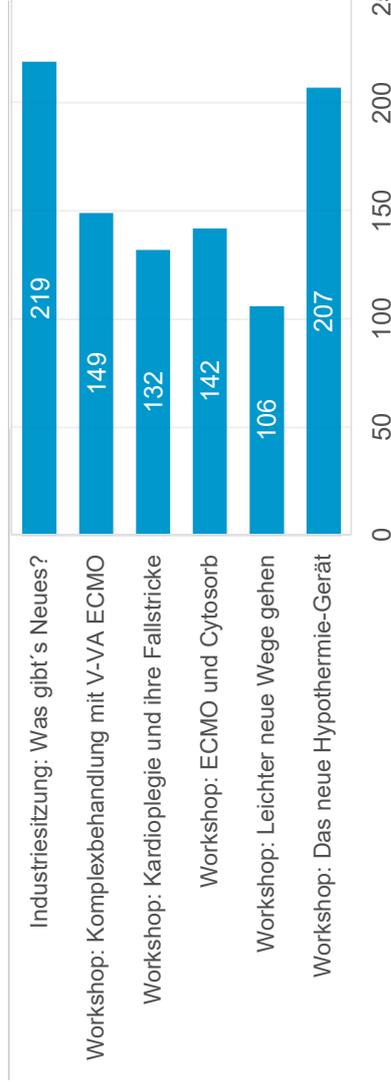


**Aufrufe der Sponsoren-Micro-Websites**

**3006**



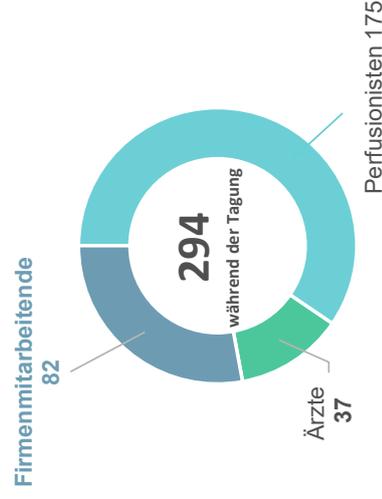
**Teilnehmerzahlen I**



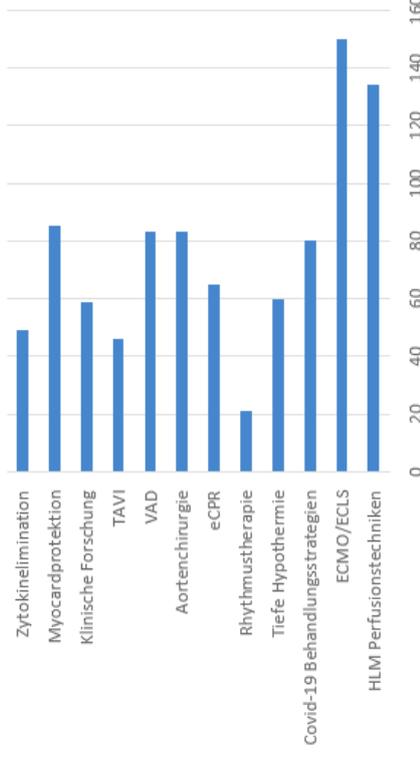
**Teilnehmerzahlen II**



**Teilnehmerverteilung**



**Interessensgebiete der Teilnehmenden**



# KARDIOTECHNIK Stellenanzeigen



Die **Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie des Universitäts-Herzzentrums Freiburg-Bad Krozingen** sucht zum nächstmöglichen Zeitpunkt eine\*n

## Kardiotechniker\*in (m/w/d)

### Wir bieten Ihnen:

- eine interprofessionelle Zusammenarbeit mit allen Bereichen und Berufsgruppen
- ein vielfältiges Fort- und Weiterbildungsangebot
- eine hohe Arbeitsplatzsicherheit, eine attraktive Vergütung und weitere Leistungen nach dem TV UK

### Wir wünschen uns eine\*n

Kardiotechniker\*in mit erfolgreich abgeschlossenem Fachhochschulstudium mit medizintechnischem Schwerpunkt und idealerweise erste Berufserfahrungen.

**Interesse?** Weitere Informationen und der direkte Weg zur online Bewerbung unter [www.herzzentrum.de/karriere](http://www.herzzentrum.de/karriere)

### Fragen? Dann rufen Sie uns an oder schreiben uns:

Prof. Dr. Christoph Benk, 0761-270-24501  
[christoph.benk@universitaets-herzzentrum.de](mailto:christoph.benk@universitaets-herzzentrum.de)



Für unsere Abteilung Kardiotechnik am St.-Johannes-Hospital suchen wir zum nächstmöglichen Zeitpunkt eine/n

## KARDIOTECHNIKER/IN (m/w/d) IN VOLLZEIT

Die Kath. St.-Johannes-Gesellschaft Dortmund gGmbH ist Trägerin von mehreren Einrichtungen, darunter vier Krankenhäuser, drei Altenheime, ein ambulantes OP-Zentrum und eine Jugendhilfeeinrichtung. Unsere rd. 4.500 Beschäftigten sorgen für den Erfolg des Unternehmens.

### ZU IHREN AUFGABEN GEHÖRT U.A.:

- Selbstständige und eigenverantwortliche Vorbereitung und Durchführung der extrakorporalen Zirkulation, Kreislaufunterstützungssystem (LVAD, RVAD, ECMO, IABP), sowie Mitwirken bei Herzschrittmacher- und Defi-Implantationen
- Dokumentation, Qualitätssicherung und Statistikauswertungen
- interdisziplinärer Einsatz im Hybrid-OP bei TAVI-Eingriffen
- Mitbetreuung der Patienten und Einsatz im neuen, im Aufbau befindlichen, Herzinsuffizienz-Zentrum
- Bearbeiten von Sonderaufgaben

### DAS BRINGEN SIE MIT:

- Abgeschlossene Ausbildung oder Studium mit kardiotechnischem Schwerpunkt
- Zertifizierung nach dem EBCP
- Mehrjährige Berufserfahrung
- Hohe Fach- und Sozialkompetenz mit Belastbarkeit und Flexibilität
- Eigenverantwortliche, strukturierte und teamorientierte Arbeitsweise
- Kommunikation und Teamfähigkeit
- Bereitschaft zur Teilnahme an Rufdiensten

### DAS BIETEN WIR IHNEN:

- Verantwortungsvolle und interessante Tätigkeit
- Sicheren Arbeitsplatz
- Vergütung nach den AVR Caritas
- Arbeitgeberfinanzierte zusätzliche Altersversorgung
- Mitarbeit in einem engagierten und motivierten Team
- Vielfache Unterstützungsangebote bei der Vereinbarkeit von Familie und Beruf (u.a. Kinderferienbetreuung, Ferienfreizeit, Kurzzeitpflegeplatz)
- Umfangreiches Fort- und Weiterbildungsangebot
- Angenehme und wertschätzende Unternehmenskultur
- Jobticket
- Dienstradleasing

### Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!

Für weitere Fragen steht Ihnen der Leiter Kardiotechnik, Herr Dragan Stanojevic, gerne unter der Telefonnummer **(0231) 1843-735948**

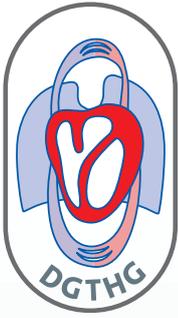
oder per Mail

**[dragan.stanojevic@joho-dortmund.de](mailto:dragan.stanojevic@joho-dortmund.de)**

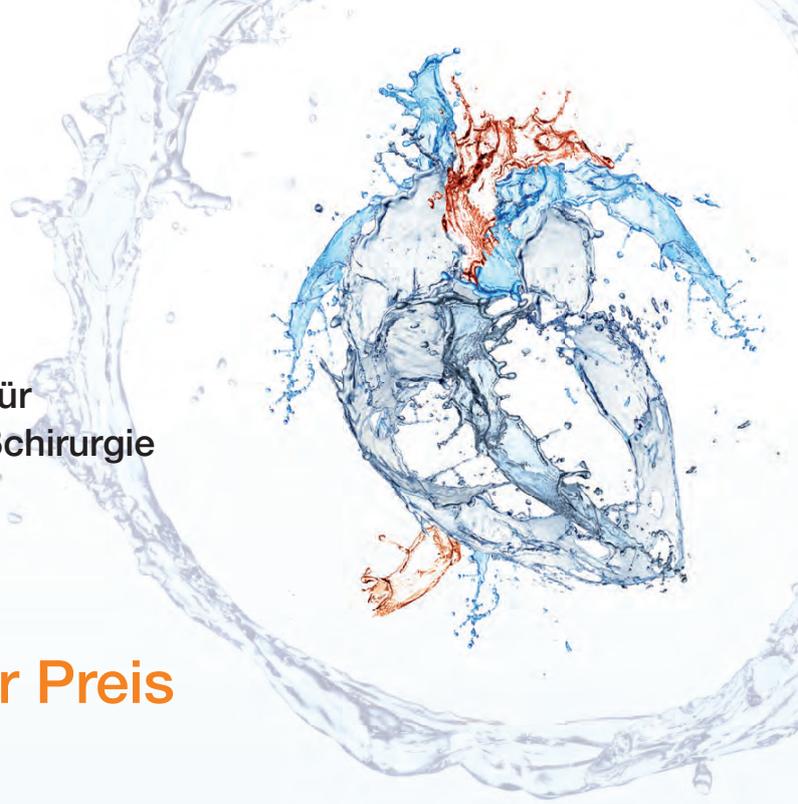
zur Verfügung.

Bitte bewerben Sie sich unter Angabe Ihrer Kündigungsfrist sowie Ihrer Gehaltsvorstellung direkt online unter **[www.karriere-johannes.de](http://www.karriere-johannes.de)**





50. Jahrestagung der  
Deutschen Gesellschaft für  
Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie



## 30 Jahre Franz J. Köhler Preis

28. Februar 2021, 12:30 bis 13:30 Uhr

Online-Veranstaltung

[www.dgthg-jahrestagung.de](http://www.dgthg-jahrestagung.de)

**Vorsitz:**

*Prof. Dr. med. Andreas Deußen (Dresden)*

**Vorträge:**

**Meilensteine der organprotektiven Lösungen und Ausblick**

*Prof. Dr. med. Andreas Deußen (Dresden)*

**Myokardprotektion der neuen 20er Jahre:**

**Was können wir schon, was brauchen wir noch?**

*Prof. Dr. med. Torsten Doenst (Jena)*

**Kritische Betrachtung der Single-Dose Techniken in der Kardioplegie**

*Prof. Dr. med. Gábor Szabó (Halle)*

**Diskussion mit allen Beteiligten**

Dr. Franz Köhler Chemie GmbH  
Werner-von-Siemens-Str. 14–28  
64625 Bensheim, Germany  
Tel.: +49 6251 1083-0  
[info@koehler-chemie.de](mailto:info@koehler-chemie.de) · [www.koehler-chemie.de](http://www.koehler-chemie.de)

**DR. F. KÖHLER CHEMIE**

Arzneimittel



# Termine

## 2021

Aufgrund der immer noch herrschenden Corona-Pandemie finden die unten genannten Kongresse entweder rein virtuell oder als Hybridveranstaltung statt.

Bitte informieren Sie sich im Vorfeld, ob der angekündigte Kongress in seiner geplanten Form und an dem genannten Datum stattfindet.

1. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie  
26.–28. Februar 2021, **virtueller Kongress (digital)**  
**Info:** INTERPLAN Congress, Meeting & Event Management AG  
E-Mail: herzmedizin@interplan.de, Web: www.dgthg-jahrestagung.de
2. 9<sup>th</sup> EuroELSO Congress  
5.–7. Mai 2021, **virtueller Kongress (digital)**  
Tel.: +49 40 32 50 92 33  
Web: www.euroelso-congress.com
3. Klausurtagung 2021 Abteilungsleiter  
10. September ab 13 Uhr bis 11. September 2021, 9 Uhr, Lutherstadt Wittenberg  
**Info:** Andrea Pöttsch, Sekretariat der DGfK e. V., Lerchenfeld 1, 06869 Coswig  
Tel.: +49 34903 49 301, Fax: +49 34903 49 303  
E-Mail: andrea.poetsch@mediclin.de
4. 50. Internationale Jahrestagung der DGfK und 13. Fokustagung Herz der DGTHG  
19.–21. November 2021, Veranstaltungsformat noch offen – wenn möglich in Wiesbaden  
**Info:** Dieter Lorenz, KTV Kongress & Zeitschrift GmbH, Mühlgasse 29, 61231 Bad Nauheim  
Tel.: +49 6032 996 25 19, Fax: +49 6032 862 34  
E-Mail: lorenz@ktv-kongress.de, Web: www.fokuskardiotechnik.de

## Impressum

### Anschrift für Autoren bzw. Fachbeiträge

Johannes Gehron, Editor in Chief  
Universitätsklinikum Gießen u. Marburg GmbH  
Klinik f. Herz-, Kinderherz- u. Gefäßchirurgie  
Rudolf-Buchheim-Str. 7, 35392 Gießen  
Telefon 06 41 / 985-44 258  
Telefon (DECT) 06 41 / 985-44 917  
Telefax 06 41 / 985-44 266  
Mobil 0171 / 633 47 69  
E-Mail: gehron@ktv-kongress.de

8

### Chefredaktion, Firmenporträts, Abonnementervice, Anzeigenverwaltung

Dipl.-Ing. Petra Kirsten-Treptow  
Rethkoppel 40 a, 22399 Hamburg  
Telefon 0 40 / 2 78 09 144  
E-Mail: pkt@ktv-kongress.de  
pkt@kirsten-treptow.de

8

Lektorat und Schlussredaktion:  
Friederike Meltendorf  
Telefon 0151 / 156 38 709  
E-Mail: f.meltendorf@gmx.de

8

### Satz und Litho

Plate Bürobedarf  
Joachim Böttcher  
28865 Lilienthal  
E-Mail: joachim.boettcher@plate.de

### Druck

PRINTEC OFFSET > medienhaus >  
34123 Kassel

### Erscheinungsweise

4 x jährlich: Februar, Mai, September, November

### Jahresabonnement € 34,-

Einzelheft-Preis € 10,-

Ausland: € 40,- / Einzelheft € 12,-

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.

### Druckauflage: 1000 Exemplare

Von Autoren gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Schriftleitung wieder. Für unverlangt eingesandte Manuskripte übernehmen Herausgeber, Schriftleitung 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 fremde Sprachen, Mikroverfilmung, Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen einschl. Aufnahme in die Internet-Seiten der DGfK, auch auszugsweise, sind dem Herausgeber/Verlag vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, 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.

ISSN (Print) 0941-2670

ISSN (Online) 2701-519X

Die KARDIOTECHNIK wird auf chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt.

Weitere TERMINE und HINWEISE FÜR AUTOREN finden Sie auch im Internet unter:

[www.dgfk.de/indexzeitneu.htm](http://www.dgfk.de/indexzeitneu.htm) sowie [ctsnet.org/events](http://ctsnet.org/events)

! Angabe der Rezensierungspunkte ohne Gewähr

# PERFUSION NEU GEDACHT



Bio-Medicus®  
NextGen Kanülen



Affinity Fusion®  
Oxygenationssystem



QUANTUM  
Perfusions-Technologie



# HL 40 Herz-Lungen Maschine

## Inspiziert von Kardiotechnikern

Die Herz-Lungen-Maschine HL 40 ist das Kernstück des chirurgischen Perfusionsportfolios von Getinge und wurde in enger Zusammenarbeit mit Kardiotechnikern entwickelt.

Zuverlässige und leistungsstarke Herz-Lungen-Maschine für ihre Patientenversorgung:

- Übersichtliches und flexibles Systemdesign,
- Intuitive grafische Benutzeroberfläche (flache Menüstrukturen),
- Anwenderunterstützung bei Alarmen,
- Mehrstufiges Sicherheitssystem,
- Hot-Swap-Fähigkeit von einzelnen Komponenten,
- Vertraute Oberfläche minimiert die Lernkurve.



Um mehr zu erfahren,  
scannen Sie  
bitte den  
QR-Code

