



# 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

Februar 2008

17. Jahrgang/Heft

1



**TERUMO**  
We keep life flowing

**ORIGINALARBEITEN** Entwicklung eines minimierten EKZ-Systems nach klinikspezifischen Aspekten

*F. Born, C. Lipps, T. Dreizler, O. Schmid, C. Starck, M. Behrens*

**Interhospitaltransfer mit extrakorporalen Perfusionssystemen**

*A. Philipp, M. Arlt, M. Zimmermann, M. Foltan, M. Gietl, T. Müller, T. Bein, L. Rupprecht, M. Hilker, C. Schmid*

**Volatile Anästhetika an der Herz-Lungen-Maschine**

*A. Redel, E. Kranke, P. Kranke*

**Performer Cardio Pulmonary Bypass**

*A. Bauer, S. Schnepershoff, C. Ulrich, K. Meineke, J. Lucy, M. Vogt, R. Kohlstedt, S. Burk, T. Eberle,*

*G. Panday, N. Ali, J. Schubel, H. Hausmann*



# KARDIOTECHNIK

## German Journal of Perfusion

Offizielles Organ der Deutschen Gesellschaft für Kardiotechnik e. V.

The Official Publication Organ of the German Society for Cardiovascular Engineering

Heft 1/2008  
17. Jahrgang

### Herausgeber, Verlag/Editor, Publisher

Kardiotechnik Verwaltungsgesellschaft mbH, D. Lorenz, M. Erber, Bad Nauheim

### Mitherausgeber und Redaktion/Co-Editors and Editorial Staff

M. Foltan, Regensburg; J. Gehron, Gießen; E. Kranke, Würzburg; T. Leusch, Düsseldorf; G. Morche, Hamburg; A. Schulte, Aachen;  
A. Vehling, Köln (Schriftleiter); U. Wolfhard, Essen. Autorenbetreuung: N. Doetsch, Köln

### Wissenschaftlicher Beirat/Editorial Board

C. Benk, Freiburg; M. Beyer, Augsburg; F. Beyersdorf, Freiburg; D. E. Birnbaum, Bad Nauheim; I. Friedrich, Halle, M. Günnicker, Essen;  
G. Haimerl, Villingen-Schwenningen; H. Keller, Frankfurt; K. Klak, Bochum; R. Körfer, Bad Oeynhausen; A. Koster, Berlin; A. Laczkovics, Bochum;  
A. Liebold, Rostock; F.-X. Schmid, Regensburg; A. Thrum, Regensburg; C. Ullmann, Leipzig; H.-G. Wollert, Karlsruhe

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.



### Titelbild

Mit freundlicher Unterstützung von  
**Terumo (Deutschland) GmbH**,  
Eschborn.

Illustration: Jürgen Lang, Ulm

### Inhalt

Seite

<b>Editorial</b> .....	2
<b>Entwicklung eines minimierten EKZ-Systems nach klinikspezifischen Aspekten</b> <i>F. Born, C. Lipps, T. Dreizler, O. Schmid, C. Starck, M. Behrens</i> .....	3
<b>Interhospitaltransfer mit extrakorporalen Perfusionssystemen</b> <i>A. Philipp, M. Arlt, M. Zimmermann, M. Foltan, M. Gietl, T. Müller, T. Bein, L. Rupprecht, M. Hilker, C. Schmid</i> ...	8
<b>Volatile Anästhetika an der Herz-Lungen-Maschine</b> <i>A. Redel, E. Kranke, P. Kranke</i> .....	14
<b>Performer Cardio Pulmonary Bypass</b> <i>A. Bauer, S. Schnepershoff, C. Ulrich, K. Meineke, J. Lucy, M. Vogt, R. Kohlstedt, S. Burk, T. Eberle, G. Panday, N. Ali, J. Schubel, H. Hausmann</i> .....	18
<b>Fortbildung: Funktionsweise automatischer Schlauchklemmen am Beispiel des arteriellen Autoclamp-Systems</b> <i>T. Romine</i> .....	21
<b>Bücherjournal</b> .....	24
<b>Aktuell: Der räumliche Blick ins Herz – schmerzlose und präzise Untersuchung mit 3-D-Echokardiographie</b> .....	25
Herzforschung: Neuartiger Test macht Tierversuche überflüssig .....	25
Herzklappenimplantation am schlagenden Herzen .....	26
<b>Das Porträt: Boston Scientific</b> .....	27
<b>Kongressnotizen: 20. Tagung des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Kardioanästhesie</b> .....	29
17. Terumo Technologie-Seminar .....	29
Anwenderforum: Antikoagulations-Management von Langzeit-ECLS ...	30
<b>Klinikporträt: Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH, Standort Gießen</b> .....	31
<b>Randthemen der Kardiotechnik – Folge 12:</b> Das Internationale Operationszentrum in Asmara/Eritrea .....	33
<b>Stellenanzeigen</b> .....	35
<b>Neues aus der Industrie</b> .....	36
<b>Mitteilungen der DGfK</b> .....	37
<b>Kongresstermine</b> .....	39
<b>Impressum</b> .....	39

### Heft 2/2008

#### Erscheinungstermin

30.4.2008

Einsendeschluss für

● redakt. Beiträge

8.2.2008

● Anzeigenaufträge

1.4.2008

### Heft 3/2008

#### Erscheinungstermin

1.9.2008

Einsendeschluss für

● redakt. Beiträge

30.5.2008

● Anzeigenaufträge

31.7.2008

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

Gelistet in der Datenbank EMBASE – Excerpta Medica  
<http://www.elsevier.nl>

# Editorial



*Liebe Leserinnen  
und Leser,*

es ist eine besondere Freude und Ehre für mich, die Schirmherrschaft der 37. Internationalen Fortbildungs- und Arbeitstagung der Deutschen Gesellschaft für Kardiotechnik e. V. in Frankenthal zu übernehmen. Das in diesem Jahr gewählte Schwerpunktthema Ihrer Tagung „Myokardprotektion“ repräsentiert die notwendige enge Kooperation zwischen Chirurg und Kardiotechniker sowohl im Rahmen der täglichen Routine im OP als auch in der Forschung. Denn trotz einer Vielzahl uns zur Verfügung stehender und derzeit weltweit angewandter Verfahren und Techniken ist die Frage nach der optimalen Myokardprotektion bisher nicht im Sinne einer evidenzbasierten Anwendung beantwortet. Es scheint vielmehr, als würde die Diskussion kristalloide versus Blutkardioplegie, warm versus kalt, ante- und/oder retrograde Route und single-shot versus intermittierende versus kontinuierliche Gabe unvermindert fortgeführt. Auch die Bedeutung von Additiva wie Glukokortikoiden,  $\beta$ -Rezeptoren-Blocker, Kalzium-Antagonisten, Radikalfänger oder Antioxidanzien, Vitamine, Natrium-Protonen-Pumpen-Hemmer, um nur einige zu nennen, ist kontrovers. Dabei sind sowohl die bereits Mitte des vorigen Jahrhunderts durch Lewis und Swan eingeführte (Ganzkörper-)Hypothermie als auch der durch Melrose beschriebene kaliuminduzierte Herzstillstand auch heute noch feste Bestandteile der chirurgischen Myokardprotektion. Die Einführung der kristalloiden Kardioplegie auf Basis der Arbeiten von Bretschneider und Braimbridge in den 60er Jahren, die Blutkardioplegie und kontrollierte Reperfusion nach Buckberg Ende der 70er und die „Warmherzchirurgie“ Anfang der 90er Jahre durch Lichtenstein

stellen nur einige weitere Meilensteine auf dem Weg zum heute verfügbaren Spektrum der Myokardprotektionsverfahren dar.

Aber welches ist nun die beste Methode? Obwohl durch randomisierte Studien und Meta-Analysen inzwischen als etabliert angesehen werden kann, dass Blutkardioplegie das Myokard strukturell und funktionell besser schützt als kristalloide Kardioplegie, ist durch Blutkardioplegie nicht uniform ein klinischer Benefit im Hinblick auf geringere Mortalität und Morbidität erreicht worden. Muss daher anders gefragt werden: Gibt es überhaupt „die beste Methode“ oder gibt es zum Beispiel für unterschiedliche zugrunde liegende Pathologien (Herzklappenerkrankung versus koronare Herzerkrankung) auch unterschiedliche optimale Modifikationen der Myokardprotektion? Bekannt ist, dass der Metabolismus des Säuglingsherzens sich von dem des adulten Herzens unterscheidet; das Myokard des sehr alten Menschen hat wiederum einen veränderten Stoffwechsel. Auch geschlechtsspezifische Unterschiede bestehen und geben Anlass zu der Vermutung, dass es unterschiedliche, jeweils auf die entsprechenden Vorgaben zugeschnittene, optimale Myokardprotektionsmethoden geben könnte.

Aber nicht nur das Myokard bedarf optimaler Protektion. Auch andere vulnerable Organe wie Hirn, Lunge, Niere und Intestinum sind direkt oder indirekt durch herthoraxchirurgische Eingriffe betroffen und nehmen potenziell Schaden. So besteht beispielsweise in der Aorten Chirurgie noch sehr viel Spielraum für eine Optimierung der Protektion von Hirn und Rückenmark. Auch der Schutz der Niere während Herzchirurgie ist sicherlich verbesserungsfähig: Obwohl die (passagere) Niereninsuffizienz zu den häufigsten perioperativen Komplikationen mit entsprechender Ressourcenutilisation in der Herzchirurgie zählt, ist die Pathophysiologie noch nicht einmal vollständig verstanden.

Somit ist – insbesondere vor dem Hintergrund immer älter werdender Patienten und der damit assoziierten höheren Komorbidität sowie der zunehmenden Komplexität herthoraxchirurgischer Eingriffe – die weitere Verbesserung der Organprotektion eine der zukünftigen Herausforderungen an die Zusammenarbeit zwischen Herzchirurgie, Kardiotechnik und Industriepartnern.

Auch um diese gemeinsame Diskussion zu stimulieren, soll ab 2009 die jährliche Internationale Fortbildungs- und Ar-

beitstagung der Deutschen Gesellschaft für Kardiotechnik e. V. mit der Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Extrakorporale Zirkulation und Mechanische Kreislaufunterstützung (CPECC) der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie zusammengelegt werden. Hierdurch wird eine Bündelung von Ressourcen jedweder Art erreicht werden mit dem Ziel einer noch engeren Zusammenarbeit zwischen beiden Gruppen, auch im Hinblick einer Optimierung der Organprotektionsverfahren und deren Anwendung.

Ich darf Sie auf diesem Wege im Namen der AG EKZ und MKU herzlich zur CPECC-Tagung, die dieses Jahr vom 17. bis 18. 4. 2008 unter Leitung von Prof. Dr. R. Lange und PD Dr. Wildhirt am Deutschen Herzzentrum München stattfinden wird, einladen (<http://www.cpxc.org>) und wünsche Ihrer Tagung in Frankenthal interessante Beiträge und anregende Diskussionen für die zukünftige Zusammenarbeit.

Prof. Dr. med. Uwe Mehlhorn  
Klinik und Poliklinik für HTG-Chirurgie  
Johannes Gutenberg-Universität Mainz  
Stellvertretender Vorsitzender der AG EKZ  
und MKU der DGTHG

# Entwicklung eines minimierten EKZ-Systems nach klinikspezifischen Aspekten

## ZUSAMMENFASSUNG

Geschlossene Perfusionssysteme mit reduzierter Fremdoberfläche und geringem Priming haben positive Auswirkungen auf das operative Gesamtergebnis. In Verbindung mit Mini-Bypass-Systemen kommt meistens Blutkardioplegie nach Calafiore [1] zur Anwendung. In unserer Klinik wurde ein minimiertes EKZ-System nach spezifischen Anforderungen entwickelt, das ein schnelles Konvertieren und verschiedene Arten der Myokardprotektion ermöglicht. In dieser Studie wurden die Vorteile eines minimierten Systems bei Patienten untersucht, die sich einer aortokoronaren Bypassoperation am kardioplegisch stillgestellten Herzen unterzogen.

## SCHLÜSSELWÖRTER

Minimiertes EKZ-System, beschichtet, konvertieren

## SUMMARY

Closed low-prime ECC with a reduced surface have a positive influence on the surgical outcome. Most minimized systems work with Calafiore blood cardioplegia. We developed a new minimized ECC that gives the possibility to convert very quickly and to use different kinds of cardioplegia. This study examines the benefits for patients having bypass surgery using this minimized ECC.

## KEY WORDS

Minimized ECC, coating, convert

## EINLEITUNG

In den letzten Jahren werden zunehmend mehr Patienten mit minimierten extrakorporalen Verfahren operiert (MECC, ECCO etc.). Inzwischen werden am Markt eine Anzahl unterschiedlicher Systeme angeboten. Allen gemeinsam sind eine deutliche Verminderung des Füllvolumens und ein geschlossener Systemkreislauf.

An unserer Klinik hat eine konsequente Weiterentwicklung von minimierten EKZ-Systemen seit 1999 stattgefunden. Operationen am offenen Herzen werden patientenspezifisch mit unterschiedlichen minimierten EKZ-Systemen durchgeführt.

Unser derzeitiger Stand von minimierten Systemen ist das EKZ-System Primini.

Alle veröffentlichten retrospektiven Untersuchungen zeigen, dass sich negative Effekte der EKZ wie Hämolyse, Hämodilution, Gerinnungsstörungen, neurologische Defizite sowie systemische inflammatorische Reaktionen deutlich reduzieren lassen [2, 3].

## PATIENTEN UND METHODIK

Im Zeitraum von Mai 2006 bis Oktober 2006 wurden 60 Patienten, die sich einer elektiven aortokoronaren Bypassoperation (ACB) unterzogen, in die Untersuchung eingeschlossen (Primini-Gruppe und Standard-Gruppe). Ausgeschlossen wurden Notfälle, Re-Operationen und Kombinationseingriffe.

Alle Operationen wurden von demselben Operateur durchgeführt.

## EKZ und Systembeschreibung

In beiden Gruppen wurden die Patienten mit 300 IU/kg/KG heparinisiert, die Antikoagulation mittels ACT-Gerät (Hepcon, Medtronic) überwacht und während der EKZ über 400 sec gehalten. Die Perfusion wurde in beiden Gruppen normotherm durchgeführt. Volumenverschiebungen konnten durch die Gabe von Vasodilatoren bzw. Vasokonstriktoren durch den Kardio-techniker vorgenommen werden. Durch die Verabreichung von NTG wurde ein venöses Pooling erreicht. Kam es zu starkem Blutdruckabfall während der EKZ, wurde dem durch die Gabe von Noradrenalin entgegengewirkt.

Die Kardioplegie wurde über eine Doppelkopf-Rollerpumpe (S 5, Stöckert) druck- und volumengesteuert verabreicht.

Das geschlossene Primini-System besteht aus einer Zentrifugalpumpe (Revolution, Cobe), einem Oxygenator (EOS, Dideco) und einer Blasenfalle zur Reduktion von Mikroblasen in der arteriellen Linie (DBT, Kardialgut) [4] (Abb. 1).

Die Systemfüllung und die Fremdoberfläche sind minimiert (Abb. 2).

Das geschlossene System beinhaltet zwar ein Reservoir, das aber während der extrakorporalen Zirkulation (EKZ) komplett vom Blutfluss ausgeschlossen wird. Deshalb kommt es bei der Anwendung dieses Systems zu keinem Blut-Luft-Kontakt.

Das Priming beträgt ca. 420 ml, unter Verwendung von retrogradem autologen Priming (RAP) konnte das Primingvolumen auf 350 ml reduziert werden. [5]

Als Standard-EKZ-System setzten wir ein offenes, vorkonnetiertes Komplettsystem (Avant, Dideco) mit Rollerpumpe ein. Das Primingvolumen beträgt hier 1050 ml.

Beide Systeme sind komplett beschichtet (Phosphorylcholin PC, Dideco) [6].

In der Primini-Gruppe wurde das intraoperative Saugerblut im Kardiotomiereservoir (D 970, Avant Dual Reservoir, Dideco) in der oberen geschlossenen Kammer gesammelt und somit von der Zirkulation ausgeschlossen. Joharchi und Mitarbeiter verglichen inflammatorische Parameter bei Patienten mit elektiver ACB-Operation, deren Saugerblut retransfundiert bzw. verworfen wurde. Klinisch konnte man keine Unterschiede feststellen [7]. Bei Bedarf kann das gesammelte Volumen durch den aktiven Sog der Zentrifugalpumpe über einen 40-µm-Filter (Goccia Micro, Dideco) in den Perfusionskreislauf rückgeführt werden (siehe Abb. 2).

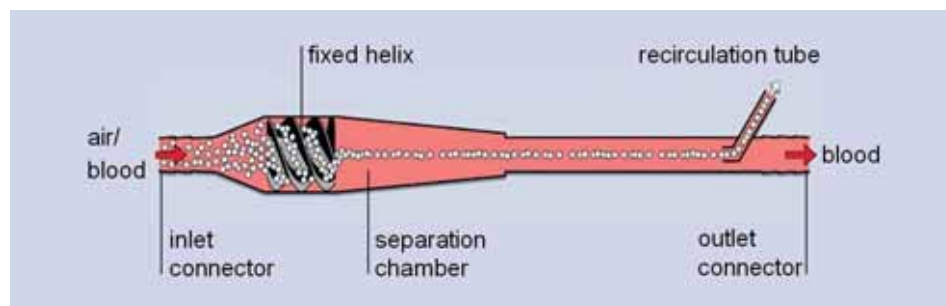


Abb. 1: Dynamic Bubble Trap

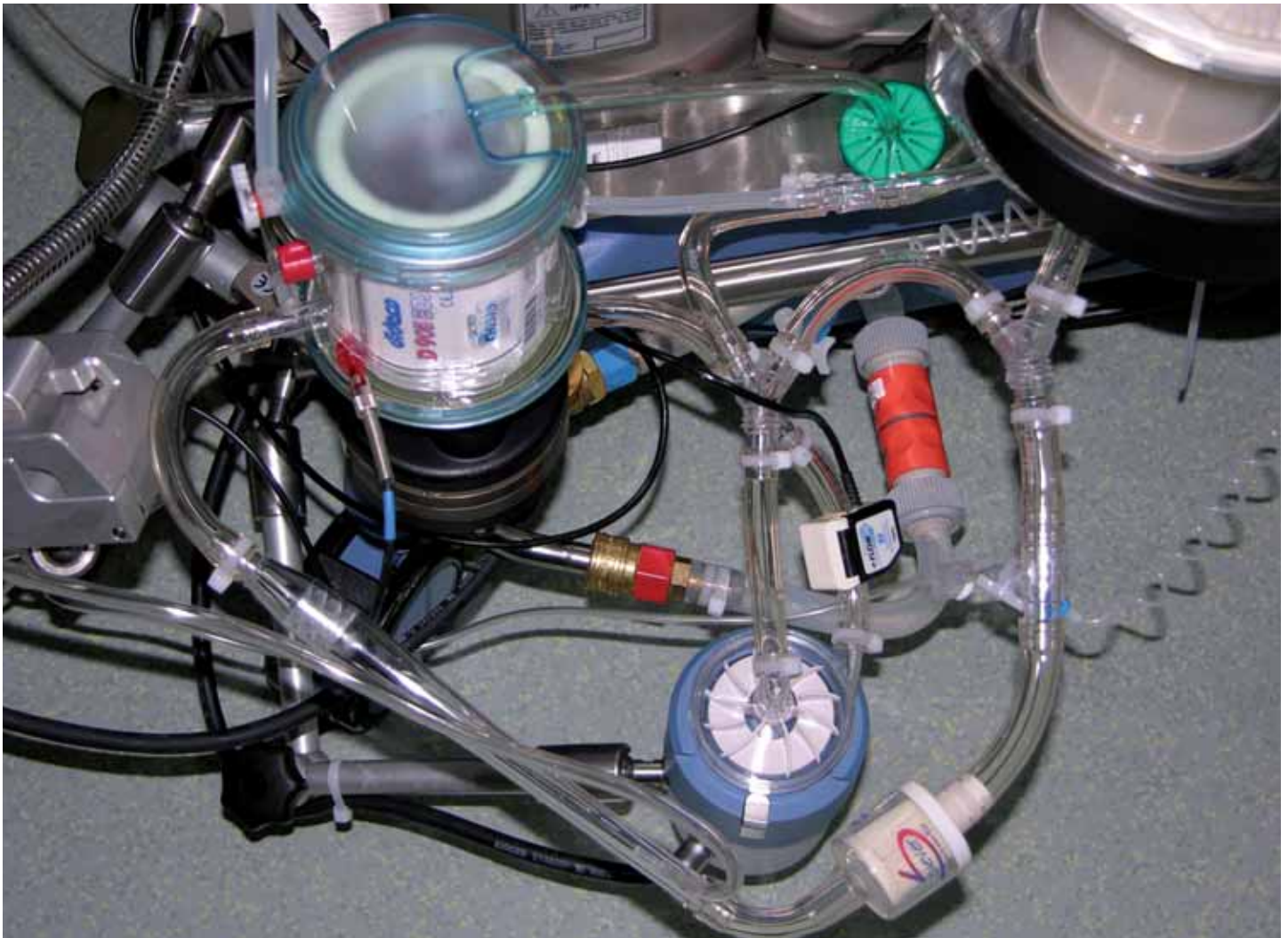


Abb. 2: Systemaufbau

Dieses minimierte Perfusionssystem ermöglicht im Vergleich zu herkömmlichen Systemen eine volumen- und druckkonstantere Perfusion, d. h., es befindet sich nur

noch eine kleine Menge des Patientenblutvolumens extrakorporal.

Weitere positive Effekte sind u. a. eine deutliche Reduktion der systemischen He-

parinisierung und eine Verbesserung der Organperfusion.

Wie man auf der Zeichnung (Abb. 3) erkennen kann, findet die EKZ minimiert statt (rote Linien und Pfeile).

Die anderen Schläuche (blaue Linien) sind mit Priminglösung luftblasenfrei vorgefüllt, abgeklippt und nehmen an der EKZ nicht teil.

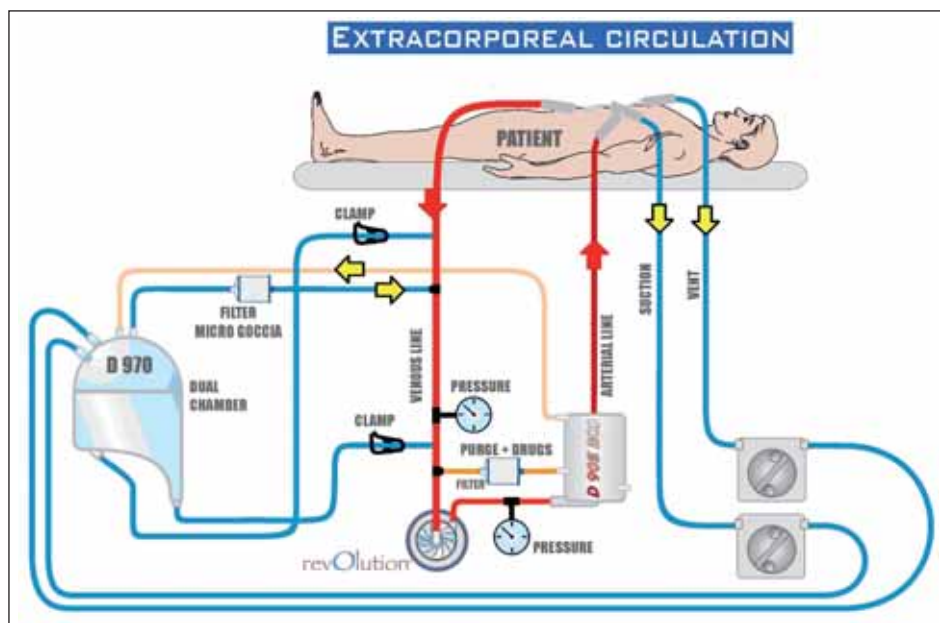


Abb. 3: Schematische Darstellung des geschlossenen Primini-Systems (rot) mit Erweiterungsmöglichkeit zum offenen System (blau)

#### Systemapplikation bei

- ACB mit kardioplegischem Herzstillstand
- Linksherzbypass (thorakale Aneurysmen)
- ACB „Beating Heart“
- ACB bei HIT
- Aortenklappenersatz
- Wiedererwärmung nach Festertrinken
- Cardiac Life Support CLS
- kardiologische Intervention
- extrakorporale Membranoxygenierung (ECMO)

#### Besonderheiten des Systems

Das Besondere am Primini-System ist, dass man im Gegensatz zu anderen Mini-Systemen bei Komplikationen oder Änderung

	Standard-Gruppe	Primini-Gruppe
ACB	3,11 ± 0,57	3,21 ± 0,77
Geschlecht	13,3 % ♀, 86,6 % ♂	19,9 % ♀, 79,9 % ♂
KOF	2,00 m <sup>2</sup> ± 0,18	1,90 m <sup>2</sup> ± 0,13
Euroscore	5,3	6,8
Zu erwartende Mortalität	5,9 %	7,8 %
EKZ-Dauer	87,7 min ± 18,4	84,2 min ± 23,7
Klemmzeit	67,1 min ± 16,7	64 min ± 19,1
Reperfusion	17,6 min ± 5,1	17,7 min ± 5,9
Kardioplegie	Eppendorf	Eppendorf
Kardioplegiemenge	355 ml ± 75,8	340 ml ± 65,7
Magnesiumaspartat	150 ml	150 ml
Fremdblut	nein	nein
Drainageblut	238 ml/24 h ± 130,3	203 ml/24 h ± 69,8
Aprotinin	1 Mio. IE	1 Mio. IE
Primingvolumen	1050 ml	350 ml
Oxygenator	D 903 Avant phisio	D 905 EOS phisio

Tab. 1: Demografische, operative und postoperative Daten

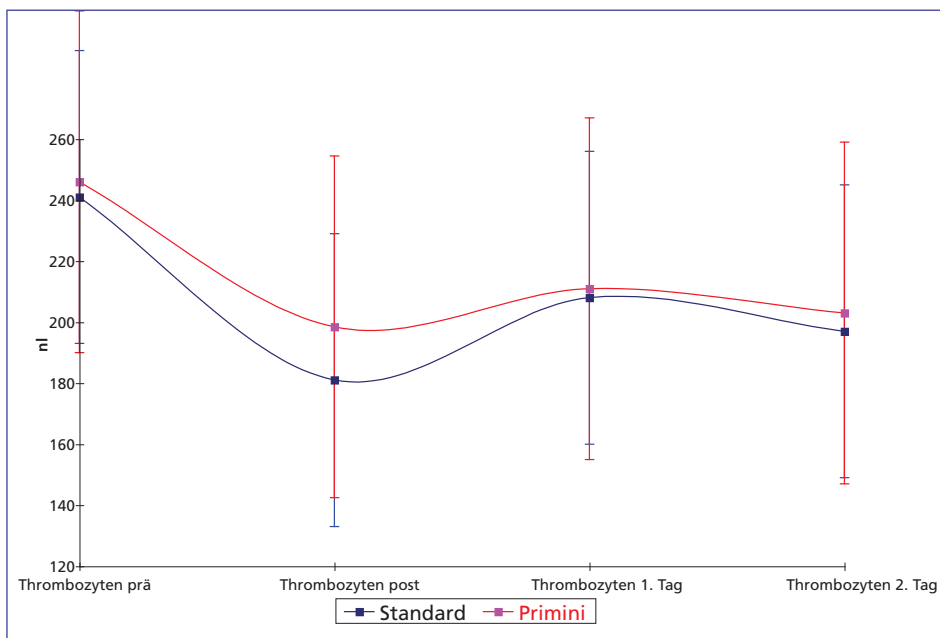


Abb. 4: Thrombozytenverlauf

der OP-Strategie jederzeit durch Öffnen zweier Klemmen auf ein normales EKZ-System konvertieren kann. Dadurch ist für den Patienten in jeder Phase der Operation maximale Sicherheit gewährleistet.

### Myokardprotektion

In beiden Gruppen kam kristalline Eppendorf-Kardioplegie [8] zur Anwendung. Der

diastolische Herzstillstand erfolgte durch die Gabe von Magnesiumaspartat. Die Myokardprotektion wurde bei allen Operationen antegrad durchgeführt.

### Klinische Parameter

Neben den prä-, peri- und postoperativen Parametern verglichen wir die postoperative Blutungsmenge, die Beatmungsdauer

postoperativ und den Drainageblutverlust während der ersten 24 Stunden nach OP.

## ERGEBNISSE

In beiden Gruppen waren sowohl die demografischen Patientendaten als auch die operativen Daten ähnlich (Tab. 1).

Im Gruppenvergleich ergaben sich signifikante Unterschiede bei folgenden Parametern: Der Thrombozyten- und Hämoglobinverlauf (Abb. 4 + 5) lagen in der Primini-Gruppe deutlich über, der Fibrinogenverlauf (Abb. 6) deutlich unter der Standard-Gruppe.

Ausgehend von einem geringeren Hämodilutionsgrad ergaben sich zum Operationsende signifikant höhere Thrombozyten-/Hämoglobinwerte bei deutlich geringerem perioperativen Transfusionsbedarf. Auch bei dem postoperativen Drainageblutverlust (Abb. 7) und der Nachbeatmungszeit (Abb. 8) ergaben sich Unterschiede zugunsten des Primini-Systems. Der CRP (Abb. 9) sowie der Leukozytenverlauf (Abb. 10) ergaben in den beiden Gruppen keinen signifikanten Unterschied.

## DISKUSSION

Das Primini-System ist ein in der Praxis sicheres und einfach anzuwendendes minimiertes Perfusionssystem. Dieses System stellt nicht nur in der elektiven Koronarchirurgie eine Alternative zum Standard-Perfusionssystem dar, sondern kann bei anderen Eingriffen eingesetzt werden mit vergleichbar besseren Ergebnissen.

Minimierte EKZ-Systeme unterscheiden sich fundamental von der konventionellen EKZ. Sie verfügen über ein deutlich reduziertes Füllvolumen, sind komplett beschichtet und vermeiden jeglichen Blut-Luft-Kontakt. Deshalb ist es nachvollziehbar, dass sie einen geringeren negativen Einfluss auf zelluläre Blutaktivierung haben und die möglicherweise daraus resultierenden Organfunktionsstörungen vermindert werden. Eine zunehmende Zahl von Autoren zeigen, dass sich die Verwendung von komplett beschichteten Systemen, reduziertem Füllvolumen und die Vermeidung des Blut-Luft-Kontaktes günstig auf das klinische Ergebnis für die Patienten auswirken. Beim Einsatz von minimierten EKZ-Systemen ist sowohl von Seiten des Chirurgen als auch des Anästhesisten, aber vor allem auch vom Kardiotechniker eine noch höhere Aufmerksamkeit und Reaktionsbereitschaft erforderlich: Kurz, die Vorteile auf zellulärer und humoraler Ebene sind evident, der Nachteil einer auf-

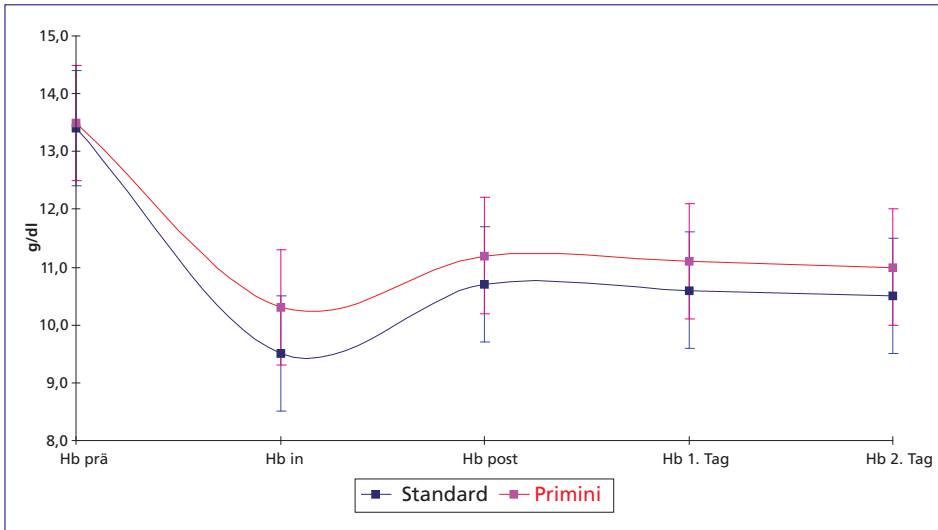


Abb. 5: Hämoglobinverlauf

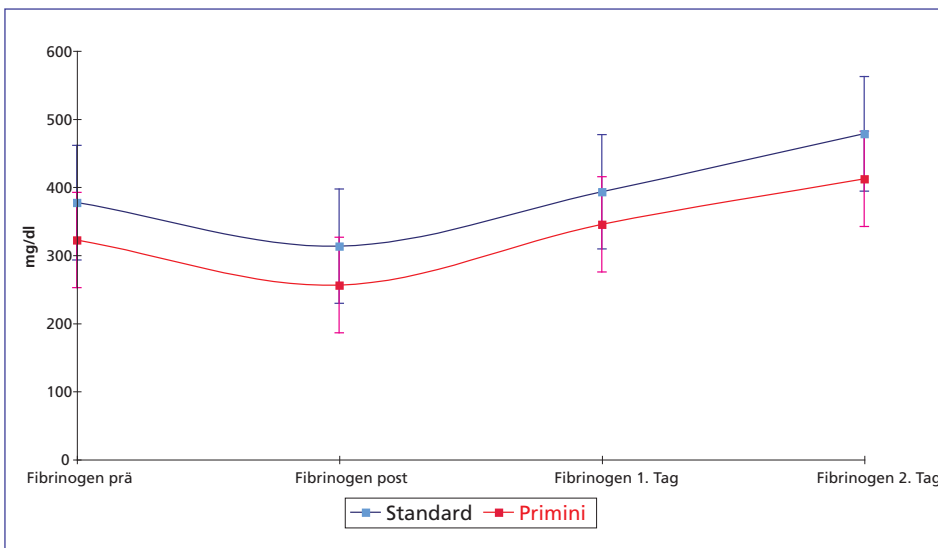


Abb. 6: Fibrinogenverlauf

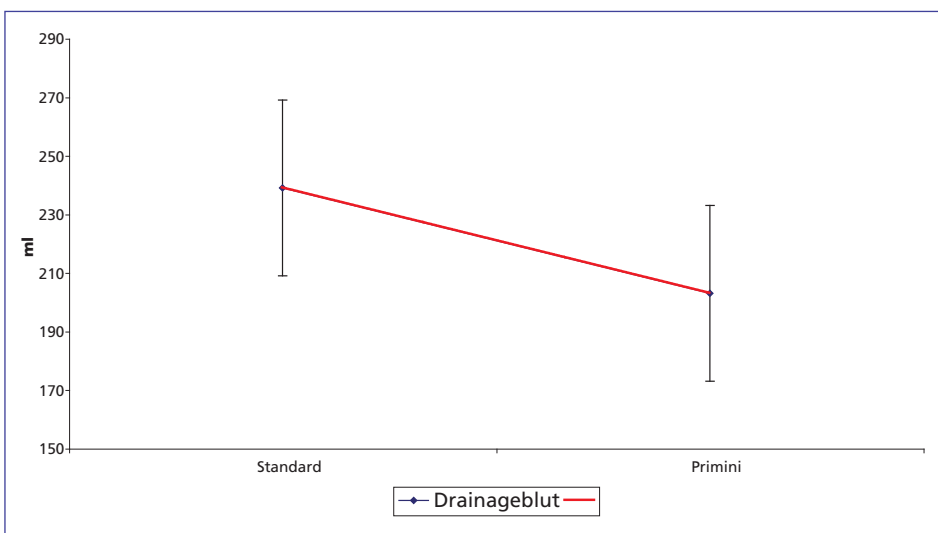


Abb. 7: Drainageblut

wändigeren Handhabung muss durch gute Ausbildung und exzellentes Teamwork im Operationssaal kompensiert werden.

#### LITERATUR

- [1] Calafiore A, Teodori G, Mezzetti A, Bosco G, Verna AM, Di Giammarco G, Lapenna D: Intermittent antegrade warm blood cardioplegia. *Ann Thorac Surg* 1995; 59: 398–402
- [2] Segesser LK v, Tozzi P, Mallbiabrenna I, Jegger D, Horisberger J, Corno A: Miniaturization in cardiopulmonary bypass. *Perfusion* 2003; 18: 219–224
- [3] Wiesenack C, Liebold A, Philipp A et al: Four years experience with a miniaturized extracorporeal circulation system and its influence on clinical outcome. *Artif Organs* 2004; 28 (12): 1082–1088
- [4] Görnitz S, Schelkle H, Rein JG, Urbanek S: DBT can replace an arterial filter during cardiopulmonary bypass surgery. *Perfusion* 2006; 6 (21): 367–371
- [5] Pfaunder et al: Retrogrades autologes Priming. *Kardiotechnik* 2003; 1: 3–6
- [6] Wendel HP: Beschichtungstechniken für Werkstoffe der EKZ-Systeme. In: *Handbuch der Kardiotechnik*, 4. Auflage: 106–124
- [7] Joharchi M, Khosravi A, Westphal B, Steinhoff G: Influence of cardiomyotomy suction blood separation during CPB. *Heart Surgery Forum* 2003; 6: 201
- [8] Born F: Myokardprotektion mit kardioplegischen Lösungen. In: *Tschaut RJ: Extracorporeale Zirkulation in Theorie und Praxis*. 2. Auflage 2005: 345–355

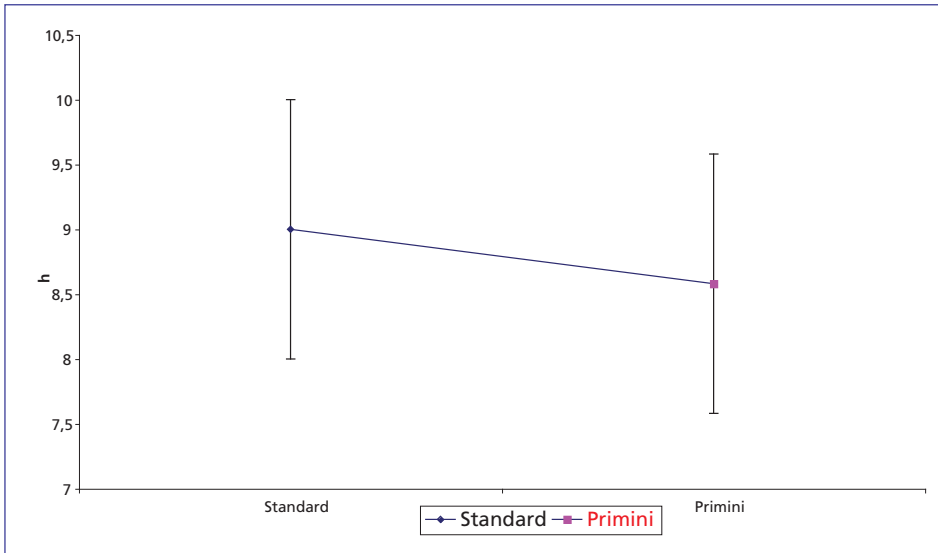


Abb. 8: Beatmungsdauer

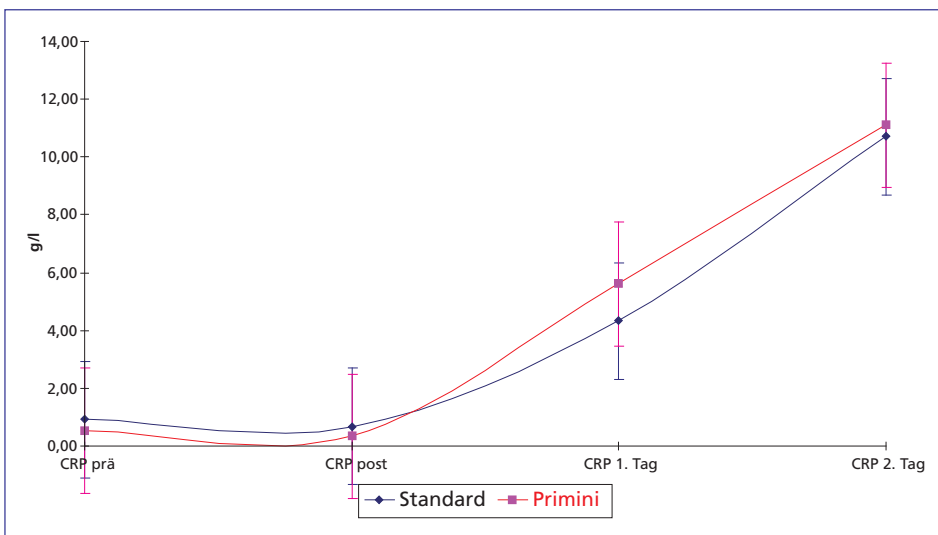


Abb. 9: CRP-Verlauf



Abb. 10: Leukozytenverlauf

Frank Born, ECCP  
 Herzzentrum Bodensee GmbH  
 Abt. Kardiotechnik  
 Luisenstraße 9a  
 78464 Konstanz  
 E-Mail: Born@cardiotechnik.com



A. Philipp, M. Arlt<sup>1</sup>, M. Zimmermann<sup>1</sup>,  
M. Foltan, M. Gietl, T. Müller<sup>2</sup>, T. Bein<sup>1</sup>,  
L. Rupprecht, M. Hilker, C. Schmid

Klinik für Herz-, Thorax- und  
herznahe Gefäßchirurgie  
(Direktor: Prof. Dr. Christof Schmid)

<sup>1</sup>Klinik für Anästhesiologie  
(Direktor: Prof. Dr. Kai Taeger)

<sup>2</sup>Klinik für Innere Medizin II  
(Direktor: Prof. Dr. Günter Riegger)

Universitätsklinikum Regensburg

# Interhospitaltransfer mit extrakorporalen Perfusionssystemen

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Prognose von Patienten im kardiopulmonalen Kreislaufversagen ist trotz Fortschritten in der Notfall- und Intensivmedizin nach wie vor eingeschränkt. Extrakorporale Herz- und/oder Lungenunterstützungssysteme werden heute zunehmend für die Überbrückung des Zeitraumes einer interventionellen Maßnahme bis hin zu einer möglichen Organerholung bzw. Transplantation respektiv als Rettungsmaßnahme bei kardiopulmonaler Reanimation eingesetzt. Wir sind in der Lage, mit dem von uns neu entwickelten transportablen miniaturisierten extrakorporalen Perfusionssystem Patienten im Kreislaufversagen ortsunabhängig zu stabilisieren und der weiteren diagnostischen und therapeutischen Behandlung zuzuführen, einschließlich eines dazu notwendigen Interhospitaltransports. Dadurch konnten wir eine signifikante Verbesserung der Prognose des jeweiligen Patienten erreichen. Unser miniaturisiertes System einer Herz-Lungen-Maschine ist inzwischen so leicht und kompakt, dass es von einer Person getragen und bedient werden kann und so bei Lufttransporten im Rettungshubschrauber einsetzbar ist.

Erste Erfahrungen am Universitätsklinikum Regensburg belegen, dass dieser Prototyp der „Mini-Herz-Lungen-Maschine“ bei der Versorgung von schwerstkranken Patienten mit isoliertem oder kombiniertem therapierefraktärem Herz- und Lungenversagen lebensrettend sein kann. Kliniken, die nicht über diese hochspezialisierte Technologie und entsprechendes Fachpersonal mit speziellen Kenntnissen verfügen, können diese Patienten nur eingeschränkt behandeln. Die von uns entwickelten miniaturisierten extrakorporalen Behandlungsverfahren eröffnen dadurch die Möglichkeit des unterstützten Interhospitaltransfers an Kliniken und Einrichtungen der Maximalversorgung.

## SCHLÜSSELWÖRTER

Interhospitaltransport, ECMO, ARDS, MECC, iLA, kardiogener Schock

## SUMMARY

Patients with acute circulatory failure still have limited prognosis despite constantly expanding knowledge in the field of intensive care and rescue medicine. Extracorporeal heart and/or lung assist systems are used increasingly for bridging to organ recovery respectively transplantation or even as rescue technique in CPR. With our highly-developed mobile miniaturized extracorporeal perfusion system we have the ability to stabilise patients in circulatory failure or arrest even outside our institution. Once installed, transportation for diagnostic or therapeutic measures in the hospital and interhospital is possible. This brought us a significant improvement in the outcome for these particular patients. Our minimised heart-lung machine can be carried and operated by a single person on the ground and in airborne service without difficulty.

First experiences made in the university hospital Regensburg prove that this prototype of a “mini heart-lung machine” can be life-saving for patients with isolated or combined heart and lung failure. Hospitals lacking in highly skilled staff with this sophisticated technology can offer only limited spectrum of therapeutic possibilities. Our system now gives these critical ill patients a chance to reach a center of maximum medical care.

## KEY WORDS

Interhospital transportation, ECMO, ARDS, iLA, cardiogenic shock

## EINLEITUNG

Der Transport von Patienten mit schwerem kardialen Pumpversagen (kardiogenem Schock) infolge einer nicht erfolgreichen interventionellen Katheterbehandlung oder eines Myokardinfarkts in Zentren der kardiologischen/kardiologischen Maximalversorgung ist einerseits für das Überleben des Patienten oftmals eine unabdingbare Konsequenz, stellt aber andererseits eine Hochrisikomaßnahme dar [1]. Eine weitere Gruppe sind Patienten mit therapierefraktärem, akutem respiratorischen Versa-

gen (ARDS) aufgrund einer internistischen Grunderkrankung oder Polytraumatisierung [2]. Eine spezielle Gruppe stellen Militäranghörige dar, die infolge von Polytraumatisierung und konsekutivem Lungenversagen in Zentren hoher Versorgungsstufe transferiert werden müssen [3, 4]. Der Transport dieser Patienten zur Weiterbehandlung in entsprechende Zentren ist jedoch nur mit extrakorporalen Unterstützungsverfahren sicher möglich. Zur Risikominimierung in dieser instabilen Transportphase bieten sich extrakorporale Perfusionssysteme an [5]. Der Anschluss erfolgt je nach Indikation (Lungenversagen isoliert bzw. kombiniertes kardiopulmonales Versagen) als veno-venöses, arterio-venöses oder veno-arterielles extrakorporales Bypassverfahren. Ob nun der Transport innerhalb eines weitläufigen Klinikumkomplexes von der einen zur anderen Fachabteilung stattfindet oder in örtlich getrennte Institutionen erfolgt, ist nachrangig. Die logistischen und sicherheitsrelevanten Parameter sind hierbei gleich [6].

## EXTRAKORPORALE PERFUSSIONSSYSTEME

Grundsätzlich stehen drei Systemoptionen für den extrakorporalen Gasaustausch zur Verfügung. Die zugrunde liegende Erkrankung (Organversagen) definiert das adäquate Perfusionssystem. Integraler Bestandteil dieser Systeme ist ein extrakorporales Gasaustauschmodul (Oxygenator). Nach heutigem Stand der Technik ist dies ein Diffusionsmembranoxygenator mit einer antithrombotischen Beschichtung (Heparinbeschichtung).

### I) iLA bzw. PECLA

iLA bzw. PECLA ist ein extrakorporales Gasaustauschverfahren, das von einer interdisziplinären Arbeitsgruppe der Herz-, Thorax- und herznahen Gefäßchirurgie Regensburg 1996 entwickelt wurde [7]. Pumpless Extracorporeal Lung Assist (PECLA) oder auch iLA genannt (interventional lung assist) ist ein arterio-venöses Bypassverfahren, bei dem der Blut-



Abb. 1: Patient mit Varizellensepsis. Externe Implantation einer PECLA mit anschließendem Interhospitaltransport. Femoro-femoraler Anschluss einer pumpenlosen extrakorporalen Lungenunterstützung (A.femoralis com. und V.femoralis).

druck (MAP) des Patienten Antrieb für die Blutströmung durch einen Oxygenator ist. Der Anschluss an die Arteria und V. femoralis erfolgt üblicherweise perkutan in Seldinger-Technik (Abb. 1). Für dieses Verfahren eignen sich ausschließlich Patienten mit ausreichendem Blutdruck und suffizientem Herzzeitvolumen (HZV), da für dieses Verfahren das Herz als „Antrieb“ fungiert.

Grundvoraussetzung für die Funktionalität dieses Systems ist ein Gasaustauschmodul mit einem sehr geringen Strömungswiderstand (dpMO), der dem Blutstrom entgegen wirkt. Die A. femoralis muss einen ausreichenden Durchmesser für eine 15- bzw. 17-French-Kanüle bieten, damit nach Einbringen der Kanüle ischämische Komplikationen an der punktierten Extremität ausgeschlossen werden können. Primär kommt dieses Verfahren bei Gasaustauschstörungen, betreffend einer unzureichenden Elimination des CO<sub>2</sub> aus dem Blut, zur Anwendung. Aus physikalischen Gegebenheiten ist die Möglichkeit, Sauerstoff in suffizienter Weise zu transferieren, aufgrund des geringen Blutdurchflusses limitiert [O<sub>2</sub>-Transfer = (O<sub>2</sub>-Content nach MO – O<sub>2</sub>-Content vor MO) × Blutdurchfluss]. Das Verfahren ist nicht geeignet, eine schwere Hypoxämie zu kompensieren. Jede Veränderung des Blutdurchflusses als Folge von Schwankungen des MAP führt unmittelbar zur Veränderung des O<sub>2</sub>-Angebotes und der

CO<sub>2</sub>-Elimination. Bevorzugte Indikation der PECLA/iLA ist die therapierefraktäre respiratorische Azidose. Diese kann mit Blutflussraten von 1,0 bis 2,0 L/min durch eine extrakorporale CO<sub>2</sub>-Elimination beherrscht werden [8].

## II) ECMO

ECMO ist ein veno-venöses extrakorporales Bypassverfahren, das bei einem schweren respiratorischen Versagen zum Einsatz kommt. Die Ursache hierfür kann ein Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) sein, z. B. basierend auf einer Pneumonie. Die kardiale Pumpfunktion ist dabei nicht wesentlich beeinträchtigt. Mittels extrakorporaler Lungenunterstützung wird der Gasaustausch sichergestellt und somit eine kritische Hypoxämie bzw. Hyperkapnie vermieden. Zudem ist unter extrakorporalem Gasaustausch eine lungenprotektive Beatmungsstrategie möglich. Die ECMO ermöglicht somit eine Beatmung mit niedrigen inspiratorischen Drücken und einer signifikant reduzierten inspiratorischen Sauerstoffkonzentration. Die CO<sub>2</sub>-Elimination und die Oxygenation werden dabei größtenteils durch den extrakorporalen Gasaustausch sichergestellt. Die durch eine Zentrifugalpumpe geförderte Blutflussrate liegt im Bereich von 2 bis 4 L/min. Die Kanülierung erfolgt zu meist perkutan in Seldinger-Technik über die V. femoralis (Blutentnahme) und die Rückführung über die V. jugularis interna bzw. V. subclavia.

## III) Extracorporeal Life Support (ECLS)

Extracorporeal Life Support (ECLS) ist ein veno-arterielles Bypassverfahren für kardiopulmonale Notfallsituationen. Der Ort für die Systemimplantation kann hier eine Intensivstation, ein Herzkatheterlabor oder die Notaufnahme sein [9]. Die Indikation basiert vorrangig auf einem akuten Kreislaufversagen (Reanimation), einer schweren Kreislaufdepression während oder nach Intervention am Koronarsystem oder einem Postkardiotomie-Syndrom nach herzchirurgischen Eingriffen. Die Kanülierung erfolgt hierbei perkutan in Seldinger-Technik über die V. femoralis (Blutentnahme) und die Blutrückführung über die A. femoralis communis.

Die notfallmäßige perkutane Kanülierung der A. femoralis ist mit einem hohen Risiko einer Ischämie an der kanülierten Extremität behaftet, so dass hier im Einzelfall, nach Stabilisierung der Kreislauffunktion, eine Umkanülierung auf die A. sub-

clavia notwendig wird. Dies erfordert eine chirurgische Intervention. Ein weiterer Grund, der zu einer arteriellen Umkanülierung von der A. femoralis zur A. subclavia zwingt, ist ein hohes Shuntvolumen durch die Lungenstrombahn. Die Ursache hierfür ist eine Inhomogenität des Ventilations-Perfusions-Verhältnisses bei einem schweren Lungenversagen. Damit verbunden ist ein kritisch tiefer PaO<sub>2</sub> in der Aorta ascendens und den hirnersorgenden Arterien. Mitverantwortlich ist eine distale Mischung der antegraden mit der retrograden (extrakorporalen) Blutströmung in der Aorta. Werden in der rechten A. radialis hypoxämische PaO<sub>2</sub>-Werte (z. B. < 60 mmHg) gemessen, ist ebenfalls von einer kritischen kardialen und zerebralen Hypoxämie auszugehen. Dies zwingt zu der obengenannten Umkanülierung.

## Miniaturisiertes kardiopulmonales Bypass-System

Für die Akuttherapie und den Transport von Patienten mit schwerem, therapierefraktärem kardiopulmonalem Versagen wurde von uns ein mobil einsetzbares extrakorporales Unterstützungssystem entwickelt (Emergency-MECC). Dies basiert auf dem MECC-System von Maquet und ist effektiv und sicher während der Transporte



Abb. 2a: Emergency-MECC-Komponenten: Pumpensteuerung mit Trageeinrichtung, Multifunktionshalter und steriles Schlauchsystem



Abb. 2b: Komponenten des Emergency-MECC-Systems, befestigt an einer Standard-Patiententrage

mit dem Hubschrauber oder dem Intensiv-Transport-Wagen (ITW) einsetzbar. Eine der Komponenten des Systems ist ein Multifunktionshalter (Abb. 2a, 2b), der einen Oxygenator beinhaltet, des Weiteren einen Rotaflow-Pumpenantrieb und eine Zwei-Liter-O<sub>2</sub>-Gasflasche mit einem Regelventil FM 41L 0–15 L/min (Dräger, Lübeck) zur Gasversorgung des Oxygenators. Das Gewicht des bestückten Multifunktionshalters liegt bei ca. 11 kg. Die zweite Komponente ist eine Trageplatte mit Gurtaufhängung für die Pumpensteuerung (16 kg). Das komplette System kann von einer Person getragen und sowohl im Hubschrauber als auch im ITW an jeder Standardtrage sicher befestigt werden.

## METHODE

### Transportteam

Das Transportteam besteht aus einem im Fachgebiet der Herzchirurgie erfahrenen Facharzt für Anästhesiologie, einem Kardiotechniker und bedarfsweise einem Herzchirurgen. Während des luft- oder bodengebundenen Transports ist ein Rettungsassistent mit an Bord. Versicherungsschutz besteht für uns dadurch, dass diese Art der Einsätze am Universitätsklinikum Regensburg zur Dienstaufgabe des Kardiotechnikers gehört. Das Transportteam ist jederzeit nach Anfrage innerhalb von 20 bis 40 Minuten einsatzbereit. Als Transportmittel stehen uns ein Rettungshubschrauber vom Muster Messerschmitt-Bölkow-Blohm BK-117 „Christoph-Regensburg“ des Team-DRF-Luftrettungszentrums Regensburg oder ein Intensiv-Transport-Wagen (ITW) zur Verfügung.

### Material

Für den Transport eines Patienten kommen an unserem Zentrum der iLA-Membranventilator (Novalung, Hechingen) und das für den 14-tägigen Einsatz zugelassene „Permanent Life Support Set (PLS)“ (Maquet Cardiopulmonary, Hirrlingen) zum Einsatz. Beide Systeme sind komplett heparinbeschichtet (Bioline Coating, Maquet Cardiopulmonary). Am PLS-Set wurde folgende Modifikation vorgenommen. Nach Abschluss des sog. „Primevorganges“ wurden die beiden Luer-Konnektoren vor der Zentrifugalpumpe (Rotaflowpumpe) entfernt (Abb. 3). Damit kann sichergestellt werden, dass sich im Unterdruckbereich des extrakorporalen Kreislaufs keine potenziellen Lufteintrittspforten befinden. Das Füllvolumen für das iLA-System liegt bei ca. 300 ml und bei dem PLS-Set bei ca. 600 ml. Beim PLS-Set verfügt die Drai-

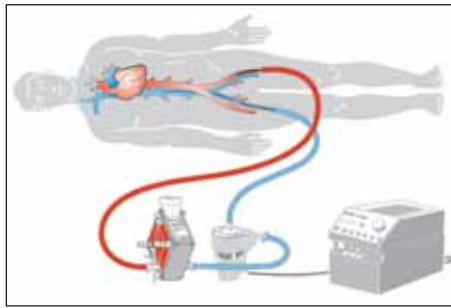


Abb. 3: Das im Emergency-MECC-System verwendete PLS-Set besteht aus den Komponenten Gasaustauscher und Zentrifugalpumpe mit vorkonnetiertem Leitungssystem. Der Unterstützungsmodus ECLS bzw. ECMO definiert sich nur aus dem unterschiedlichen Gefäßzugang. Das Perfusionsset ist dabei identisch.

nagekanüle prinzipiell über keinen Luer-Konnektor. Sämtliches Material für einen externen perkutanen Anschluss einer extrakorporalen Zirkulation, von Abdecktüchern bis zum Kanülierungsset, wird von uns in einer „Zargesbox 60 x 40 x 35“ mitgeführt.

### Kanülierung

Die Kanülierung beim iLA-Verfahren erfolgt mit 15- oder 17-French-Kanülen (NovaPort, Novalung, Hechingen) in der A. femoralis und mit 17 bzw. 19 French in der V. femoralis. Bei den Patienten mit einer ECMO (veno-venöse Kanülierung) bzw. einem ECLS-System (veno-arterielle Kanülierung) wurde zur venösen Drainage eine 23-French-Kanüle (femoral cannulae polyurethane BFV 900-312, Sorin Group, München) eingebracht. Bei den ECMO-Patienten wird das Blut über eine 17- oder 19-French-NovaPort-Kanüle in die V. jugularis interna bzw. V. subclavia rechts zurückgeführt. Bei Patienten mit einem ECLS erfolgt die Blutrückführung ausnahmslos in die A. femoralis communis mit einer 17- bzw. 19-French-NovaPort-Kanüle. Die perkutane Kanülierung erfolgt in Seldinger-Technik. Nach Platzierung des Führungsdrahtes wird mittels abgestufter Dilatoren eine an den Durchmesser der verwendeten Kanüle angepasste Aufdehnung des Gefäßzugangs geschaffen (Spezial-Dilatatorensset, Joline, Hechingen) (Tab. 1).

### Patienten

In 41 Fällen wurde parallel zum Interhospitaltransport die Klinik für Herz-, Thorax-

undherznahe Gefäßchirurgie für den Einsatz eines extrakorporalen Unterstützungssystems von externen Kliniken angefordert. Bei vier Patienten wurde vor Ort durch das Transportteam entschieden, dass sie ohne extrakorporales Unterstützungssystem transportfähig waren. Bei 6 Patienten wurde ein iLA-System vor Ort implantiert und diese Patienten im anfordernden Krankenhaus belassen. In einem Fall wurde auf die Implantation eines extrakorporalen Unterstützungsverfahrens wegen infauster Prognose verzichtet.

Eine Patientin wurde bei Eintreffen des Transportteams bereits ca. 45 Minuten reanimiert, sodass bei unklarer zerebraler Prognose keine Indikation für ein extrakorporales Unterstützungssystem vorlag. Ein Patient (Polytrauma) konnte unter laufender Reanimation problemlos perkutan kanüliert werden. Bei Aufnahme der extrakorporalen Zirkulation kam es zu einem massiven Blutverlust über den Tubus, sodass es nicht möglich war, einen adäquaten Kreislauf zu etablieren. Der Patient verstarb im therapierefraktären hämorrhagischen Schock. Bei einem weiteren Patienten war es technisch nicht möglich, eine perkutane arterio-femorale Kanülierung vorzunehmen. Dieser wurde ohne System transportiert und bei Ankunft unverzüglich, durch chirurgisches Freilegen der Gefäße, an ein ECLS-System (V. femoralis > A. subclavia) angeschlossen.

Bei insgesamt 35 Patienten wurde im externen Krankenhaus ein extrakorporales Unterstützungssystem angeschlossen und bei 28 Patienten ein nachfolgender Interhospitaltransfer durchgeführt.

### Patientenmanagement und Transport

Im Verlauf wurde mit dem Krankenhaus, in dem sich der Patient befand, ein telefonisches Arzt-Arzt-Gespräch zur Evaluation geführt. Dieses erfolgte nach einer vorgegebenen Checkliste. Im Anschluss daran erfolgten durch die behandelnden Kollegen bestimmte Maßnahmen wie z. B. die Bereitstellung von zwei Blutkonserven und die sonographische Bestimmung des Femoralgefäßquerschnittes. Nach Eintreffen des Transportteams wurde ein Assessment durchgeführt und festgelegt, welches Assist-Device (ECMO, ECLS oder iLA)

	iLA/PECLA	ECLS	ECMO
Anschlussgefäße	A. femoralis V. femoralis	A. femoralis V. femoralis	V. femoralis V. jugularis
Blutströmung	A. fem. → V. fem.	V. fem. → A. fem.	V. fem. → V. jug.

Tab. 1: Die zu kanülierenden Gefäße für das jeweils gewählte Unterstützungsverfahren, Richtung der Blutströmung

Diagnosen	iLA/PECLA	ECLS	ECMO
ARDS post Trauma	8		
ARDS	3		1
Pneumonie	5		
Prä Lungentransplantation	2		2
Kardiogener Schock		5	
Septischer Schock		2	

Tab. 2: Anzahl der Patienten mit Interhospitaltransfer, Diagnose bei Systemimplantation, extrakorporales Unterstützungsverfahren iLA/PECLA, ECLS und ECMO

für den Patienten am besten geeignet ist (Tab. 2). Die Indikation zur extrakorporalen Lungen- bzw. Herz- und Lungenunterstützung ergab sich einerseits aus einem insuffizienten pulmonalen Gasaustausch (Hypoxämie/Hyperkapnie) unter forcierter maschineller Beatmung und andererseits aus einem therapierefraktären, schweren kardialen Pumpversagen.

Nachdem der Primevorgang des Systems abgeschlossen und das Unterstützungssystem somit einsatzbereit war, wurde vom Transportarzt und dem Kardiotechniker die perkutane Kanülierung vorgenommen. Unmittelbar vor perkutaner Kanülierung fand üblicherweise eine Applizierung von 5.000 IE Heparin statt. Bei Patienten mit bestehender Gerinnungsstörung wurde auf diese Bolusgabe von Heparin verzichtet. Nach Anschluss des extrakorporalen Gasaustauschsystems verbesserten sich die Hämodynamik und der Blutgasstatus zusehends. Die Invasivität der maschinellen Beatmung sowie die Dosierung der Katecholamine (Adrenalin und Noradrenalin) konnten zügig reduziert werden. Nach einer kurzen Stabilisierungsphase wurde der Patient auf eine Standard-Patienten-trage umgelagert und boden- bzw. luftgebunden der Interhospitaltransport durchgeführt. Das Patientenmonitoring entsprach dem Standard eines Intensivtransports. Besonderes Augenmerk ist dabei auf die kontinuierliche Pulsoxymetrie zu richten. Während des Transports wurde die Gasversorgung des Membranoxygenators aus der Bordversorgung des ITW bzw. Helikopters sichergestellt (Tab. 3).

Gruppe	N	Alter [Jahre]	Geschlecht m/w	KOF	Transportdistanz [km]	Transport Helikopter / ITW
iLA/PECLA	18	36 ± 15	15/3	1,8 ± 0,2	201 ± 166	13/5
ECLS	7 (8*)	53 ± 11	6/1	2,1 ± 0,3	81 ± 23	6/1
ECMO	3	31 ± 8	1/2	1,7 ± 0,4	294 ± 170	2/1

Tab. 3: Patientenanzahl (n) (ein Patient\* verstarb unmittelbar nach Systemanschluss), Alter, Geschlecht, Körperoberfläche, mittlere Transportdistanz zwischen abgebendem und aufnehmendem Krankenhaus, 21 Patienten wurden mit dem Helikopter und 7 Patienten mit dem ITW transportiert.

Bei fünf Patienten wurden unmittelbar nach der Ankunft im Zielkrankenhaus diagnostische Maßnahmen wie ein CT oder ein Herzkatheter vorgenommen. Bei zwei wurde eine sofortige Koronarrevaskularisierung durchgeführt. Dabei wurde das transportable EKZ-System zur Durchführung der Bypassoperation belassen. Die Mehrzahl der Patienten (21 Patienten) wurden zur kardiopulmonalen Stabilisierung auf die entsprechende Intensivstation verlegt (Innere Medizin, Anästhesiologie oder Herz-, Thoraxchirurgie). Patienten mit extrakorporalem Gasaustauschverfahren können im Klinikum der Universität Regensburg auf allen Intensivstationen behandelt werden, da eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe „Extrakorporale Perfusion“ die Patienten mit betreut.

#### Antikoagulation

Bei Patienten mit besonderen Blutungsrisiken (SHT, schweres Polytrauma, postoperativ) wurde im Einzelfall in der Anfangsphase der extrakorporalen Unterstützung, bis ca. 24 Stunden, auf jegliche Antikoagulation verzichtet. Die systemische Antikoagulation erfolgte mittels Heparinperfusor. Die Heparinwirkung wurde ausschließlich über die aktivierte partielle Thromboplastinzeit (PTT) gemessen [10]. Unabhängig vom eingesetzten Unterstützungssystem wurde als Zielwert für die PTT eine Verlängerung um das 1,5- bis 2fache des Normalwertes angestrebt. Additiv wurde bei den Patienten ohne besonderes Blutungsrisiko jeden zweiten Behandlungstag 50 bis 100 mg Acetylsalicylsäure (Aspisol) i. v. appliziert mit dem Ziel,

die Gasaustauschleistung des Membranoxygenators durch Thrombozytenaggregationshemmung über die Zeit zu gewährleisten. Die Thrombozytenaggregationshemmung wurde mittels Aggregometrie kontrolliert [11]. Einmal täglich erfolgte eine komplette Gerinnungsanalyse mit Bestimmung von Quick, PTT, Thrombinzeit, Fibrinogen, D-Dimer und Antithrombin. Die PTT wurde routinemäßig dreimal täglich bestimmt.

#### Weaning vom extrakorporalen Unterstützungssystem

Es bestehen standardisierte Weaning-Prozeduren für die iLA/PECLA, ECMO und die ECLS.

**iLA/PECLA:** Diese Patientengruppe musste über 24 Stunden stabile Verhältnisse im Gasaustausch aufweisen, d. h.  $FiO_2 < 0,45$  bei einem  $PaO_2 > 80$  mmHg und einem  $PaCO_2 < 40$  mmHg. Dabei ist der Gasflow zum Membranventilator auf 1,0 bis 2,0 L/min zu reduzieren.

**ECMO:** Für diese Patienten gelten dieselben Kriterien der Respiratoreinstellung und des BGA-Status wie für die iLA/PECLA-Gruppe. Der extrakorporale Pumpenfluss ist jedoch auf 1,0 bis 1,5 L/min zu reduzieren.

**ECLS:** Patienten, die mit einem ECLS-System unterstützt wurden, hatten primär eine schwerst eingeschränkte myokardiale Pumpfunktion und weniger eine pulmonale Gasaustauschstörung. Daraus resultiert die Tatsache, dass ein Weaning erst sinnvoll wurde, nachdem die Patienten nahezu katecholaminfrei waren. Ein weiterer Marker für ein erfolgreiches Weaning war eine echokardiographische Verlaufskontrolle, in der eine suffiziente biventrikuläre Pumpfunktion des Herzens nachweisbar war. Zu Beginn des Entwöhnungsversuchs sollten die Laborparameter Laktat, LDH, GOT, CK und die Herzenzyme (Tropoin I, CK-MB) im Normbereich liegen. Die Reduktion des Pumpenflusses von z. B. 4,0 L/min auf 1,0 L/min kann sich dabei durchaus über einen Zeitraum von 24 bis 48 Stunden erstrecken.

Nach erfolgreichem Weaning gilt für den Systemausbau in allen drei Patientengruppen, dass die perkutan eingebrachten Kanülen gezogen und die Punktionsstelle nach einer ca. 10-minütigen manuellen Kompression mittels Safeguard Pressure Assist Dressing (Datascop, Bensheim) versorgt werden.

#### Komplikationen

Während des Transportes kam es zu keiner Funktionsstörung des eingesetzten extra-

korporalen Perfusionssystem, obwohl die mechanischen Beanspruchungen (Vibration) in der Start- und Landephase beträchtlich waren. Bei einem Interhospitaltransfer über die Distanz von 350 km musste akut auf einem Flugplatz der Heeresflieger zwischengelandet werden, da der mitgeführte O<sub>2</sub>-Vorrat unzureichend war. Beim Entladen eines Patienten mit einem iLA/PECLA-System knickte die rückführende Schlauchleitung zur V. femoralis kurzzeitig, sodass eine partielle Thrombosierung des Membranoxygenators die Folge war. Das Gasaustauschmodul musste ersetzt werden, da sich der Blutdurchfluss auf ca. 0,5 L/min reduzierte und das System dadurch insuffizient wurde. Während eines luftgebundenen Interhospitaltransfers kam es bei dem eingesetzten Beatmungsgerät zu einem Autostart, sodass die mechanische Ventilation kurzzeitig unterbrochen war. Dank des suffizienten extrakorporalen Gasaustauschs über das eingesetzte System war diese Komplikation für den Patienten folgenlos.

Zwei Patienten der ECLS-Patientengruppe mit femoro-femorale Kanülierung entwickelten im frühen Verlauf an abhängigen Partien der kanülierten Extremität ein Kompartment-Syndrom, sodass eine Umkanülierung von der A. femoralis zur A. subclavia rechts vorgenommen werden musste. Bei einem weiteren Patienten wurde bei nicht eindeutig tastbarem Puls (A. dorsalis pedis) 6 Stunden nach Kanülenanlage prophylaktisch von der A. femoralis in die A. subclavia umkanüliert.

Eine Patientin mit ECMO entwickelte am sechsten Unterstützungstag eine heparininduzierte Thrombozytopenie Typ II (HIT-II) mit thrombotischen Auflagerungen im Pumpenkopf des verwendeten Systems. Dieser Pumpenkopf wurde ausgetauscht und die Antikoagulation auf Argatroban (Argatra, Mitsubishi Pharma Europe, London) umgestellt. Die Gasaustauschleistung des Oxygenators war währenddessen nicht beeinträchtigt, sodass auf dessen Austausch verzichtet wurde.

## ERGEBNISSE

Im Zeitraum Juli 2001 bis August 2007 wurden 35 Patienten in externen Kliniken durch das für den Interhospitaltransfer eingesetzte Transportteam an ein extrakorporales Gasaustauschsystem angeschlossen. Nach der Evaluierung vor Ort wurden 18 Patienten mit einer iLA/PECLA, acht mit einem ECLS-System und vier mit einer ECMO versorgt. Sieben Patienten wurden nach Systemimplantation nicht verlegt

(6 mit PECLA und ein ECMO-Patient), sie wurden im anfordernden Krankenhaus am System weiterbehandelt. Ein Patient verstarb trotz Systemanlage unmittelbar. Bei 28 Patienten wurde anschließend der Interhospitaltransport durchgeführt. Von diesen wurden 20 Patienten (71,4 %) vom extrakorporalen Gasaustauschsystem erfolgreich entwöhnt. Im weiteren stationären Verlauf verstarben vier Patienten. Aus dem Krankenhaus konnten 16 Patienten (57 %) entlassen werden (Tab. 4).

Gruppe	N	Unterstützungszeit [Tage]	Entwöhnt [N]	Aus KH entlassen [N]
iLA/PECLA	18	5,1 ± 3,0	12	9
ECLS	7	3,5 ± 2,9	5	4
ECMO	3	8,2 ± 4,1	3	3

Tab. 4: Eingesetzte Unterstützungssysteme, Anzahl der transportierten Patienten, Unterstützungsdauer, vom System entwöhnt, aus dem Krankenhaus (KH) entlassen

### iLA/PECLA-Gruppe

In der iLA/PECLA-Gruppe wurde vor Implantation eine PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>-Ratio von 55 ± 5 und ein PaCO<sub>2</sub> von 70 ± 10 mmHg errechnet. Nach einer mittleren Unterstützungsdauer von fünf Tagen (0–12) konnten 12 von 18 Patienten erfolgreich entwöhnt werden. Sechs Patienten verstarben am System. Neun von 18 Patienten wurden ohne pulmonale Einschränkung aus dem Krankenhaus entlassen (50 %).

### ECLS-Gruppe

In der ECLS-Gruppe wurde bei fünf Patienten ein Myokardinfarkt mit kardiogenem Schock diagnostiziert. Eine Patientin entwickelte nach einem neurochirurgischen Eingriff ein schweres ARDS mit myokardialem Pumpversagen. Ein Patient entwickelte aufgrund einer Gallenblasenperforation trotz chirurgischer Versorgung ein septisches Kreislaufversagen.

Vor Implantation des veno-arteriellen Bypasses war zur Kreislaufstabilisierung eine Noradrenalin-Dosierung von 7,6 ± 4,7 mg/h erforderlich. Zwei Stunden nach Systemimplantation konnte die Dosierung auf 1,9 ± 1,1 mg/h reduziert werden. Der mittlere Pumpenfluss während des Transportes lag bei 3,0 ± 0,5 L/min.

Bei zwei Patienten wurde unmittelbar nach Verlegung in die Zielklinik eine Koronararteriellisation durchgeführt. In der mit dem ECLS-Verfahren unterstützten Patientengruppe verstarben drei Patienten. Aus der Myokardinfarktgruppe verstarben zwei Patienten am System. Der Patient mit der Diagnose des septischen Kreislaufversagens verstarb 8 Tage nach Weaning vom

ECLS-System an den Folgen seiner chirurgisch nicht sanierbaren Vier-Quadranten-Peritonitis. Vier Patienten konnten nach veno-arterieller Unterstützung aus dem Krankenhaus entlassen werden.

### ECMO-Gruppe

In der ECMO-Gruppe wurde bei zwei Patienten ein terminales Lungenversagen diagnostiziert, und die Indikation zum Systemeinbau war somit „bridge to transplant“. Ein weiterer Patient hatte ein schweres

ARDS unklarer Genese. Die Patienten mit terminalem Lungenversagen wurden in der Zielklinik am System einer erfolgreichen Lungentransplantation zugeführt. Der Patient mit schwerem ARDS konnte in der Zielklinik von der ECMO entwöhnt werden und wurde drei Tage nach Weaning extubiert. Ein Patient mit schwerstem Polytrauma verstarb in der abgebenden Klinik im Multiorganversagen an der ECMO.

## DISKUSSION

Der Interhospitaltransfer von Patienten unter Einsatz von extrakorporalen Perfusionssystemen ist kein neues Verfahren. In den zurückliegenden Jahren wurden einzelne Fallberichte in den einschlägigen Journalen beschrieben [13, 14]. Eine Arbeitsgruppe um David S. Foley und H. Bartlett berichtet im ASAIO Journal 2002 über 100 Patienten „Transported on Extracorporeal Life Support“. Ein generelles Problem ist in vielen Publikationen der erhebliche logistische, apparative und personelle Aufwand. Von herausragender Bedeutung für einen erfolgreichen Interhospitaltransfer mit extrakorporalem Equipment ist die komplikationsfreie Anlage und Führung der eingesetzten extrakorporalen Zirkulation. Im Beitrag von Foley wird über eine systemassoziierte Komplikationsrate von 17 % berichtet. Die perkutane arterielle Kanülierung ist in einem Krankenhaus ohne chirurgisches Stand-by mit einem nicht zu vernachlässigenden Risiko behaftet. Die veno-venöse Kanülierung beim ECMO-Verfahren ist möglicherweise risikoärmer als die veno-arterielle Kanülierung beim ECLS-Verfahren.

Unser Entwicklungsansatz für ein transportables extrakorporales Perfusionssystem bestand darin, dass wir uns auf das Wesentliche konzentrierten. Dies hat zur Folge, primär nur ein Gasaustauschmodul und eine Blutpumpe einzusetzen. Wir entwickelten – in Anlehnung an das bei uns routinemäßig eingesetzte MECC-System und die daraus gewonnenen Erfahrungen [15] bei in- zwischen mehr als 1.600 aortokoronaren Bypassoperationen – ein effektives und für uns sicher einsetzbares transportables Perfusionssystem. Die Qualifikation und Erfahrung des eingespielten Transportteams spielt neben dem technischen Equipment eine herausragende Rolle. Es ist nicht nur Erfahrung in der perkutanen Kanülierungstechnik erforderlich, sondern für die erfolgreiche Einsatzdurchführung ist auch ein sicherer Umgang mit miniaturisierten Perfusionssystemen zwingend erforderlich.

Der Einsatz von extrakorporalen Gasaustauschsystemen findet normalerweise innerhalb stationärer Einrichtungen statt, d. h., die Patienten befinden sich entweder im OP oder auf der Intensivstation. Hierbei ist der innerklinische Transport von Patienten mit extrakorporalen Gasaustauschsystemen für diagnostische Maßnahmen wie z. B. CT oder Herzkatheterlabor bisher die Ausnahme. Der Interhospitaltransfer an den komplexen konventionellen extrakorporalen Perfusionssystemen ist aufgrund der Größe und des Gewichts der verfügbaren Systeme nur eingeschränkt und mit erheblichem Risiko sowie technischem und personellem Aufwand möglich [16].

Es entspricht einer physikalischen Gegebenheit, dass die Gasaustauschleistung von Oxygenatoren mit dem Abfall des atmosphärischen Druckes abnimmt, d. h., der Betrieb in großer Höhe ist mit einer reduzierten O<sub>2</sub>-Transferrate verbunden. Bei den von uns versorgten Patienten war die Effizienz der verwendeten Diffusionsmembranoxygenatoren (iLA-Membranventilator und PLS) während des Fluges nur marginal reduziert. Unsere Flugbewegungen lagen durchweg unter 5.000 Feet (1.524 Meter), somit hatte der geringere atmosphärische Druck kaum Auswirkungen auf den Wirkungsgrad des O<sub>2</sub>-Transfers [17]. Bei einer Flughöhe von z. B. 2.300 Meter (6.900 Feet) hat der eingesetzte Oxygenator (ventiliert mit FiO<sub>2</sub> 1,0) die gleiche Leistung wie auf Meereshöhe bei einem FiO<sub>2</sub> von 0,8. Wir beobachteten während des Fluges einen Sättigungsabfall des Pulsometers um 3 bis 4 %.

Im luftgebundenen Interhospitaltransfer wirken Beschleunigungs- und Verzö-

gerungskräfte sowohl auf den Patienten als auch auf das eingesetzte extrakorporale Perfusionssystem. Dadurch ausgelöste Blutvolumenverschiebungen im Patienten bzw. im Perfusionssystem und damit verbundene Probleme mit dem venösen Rückfluss während Start- und Landungsphasen wurden nicht beobachtet. Dies lässt sich damit erklären, dass beim Helikopter die Flugmanöver in der Start- und Landephase typischerweise horizontal statt vertikal ablaufen.

#### LITERATUR

- [1] Mair P, Hoermann C, Moertl M, Bonatti J, Falbesoner C, Balogh D: Percutaneous venoarterial extracorporeal membrane oxygenation for emergency mechanical circulatory support. *Resuscitation* 1996; 33: 29–34
- [2] Roissant R, Pappert D, Gerlach H, Lewandowski K, Keh D, Falke K: Extracorporeal membrane oxygenation for transport of hypoxaemic patients with severe ARDS. *Br J Anaesth* 1997; 78: 241–46
- [3] Midla GS, Cpt.: Extracorporeal circulatory systems and their role in military medicine: A clinical review. *Military Med* 2007; 172, 5: 523
- [4] Zimmermann M, Philipp A, Schmid FX, Dorlac W, Arlt M, Bein T: From Baghdad to Germany: use of a new pumpless extracorporeal lung assist system in two severely injured US soldiers. *ASAIO J* 2007; 53(3): e4–6
- [5] Arlt M, Philipp A, Zimmermann M, Taeger K, Schmid FX: Emergency medical evacuation of patients with severe lung failure using miniaturized extracorporeal assistance devices. *15th World Congress on Disaster and Emergency Medicine, Amsterdam, Netherlands* 13.–16. 05. 2007
- [6] Bennett JB, Hill J, Long W: Considerations for inter-hospital extracorporeal cardiopulmonary support resuscitation and transport. *J Extra-Corpor Technol* 1994; 26 (2): 79–86
- [7] Philipp A, Behr R, Reng M, Kaiser M, Birnbaum D: Pumpless extracorporeal lung assist. *J Extra-Corpor Tech* 1998; 1 (30): 38–41
- [8] Bein T, Weber F, Philipp A et al: A new pumpless extracorporeal interventional lung assist in critical hypoxemia/hypercapnia. *Crit Care Med* 2006; (34) 5: 1372–1377
- [9] Dembitsky WP, Moreno-Cabral RJ, Adamson RM et al: Emergency resuscitation using portable extracorporeal membrane oxygenation. *Ann Thorac Surg* 1993; 55: 304–309
- [10] Waele JJ, Cauwenbergh S, Hoste E, Benoit D, Colardyn F: The use of the activated clotting time for monitoring heparin therapy in critically ill patients. *Intens Care Med* 2003; 29: 325–328
- [11] Philipp A, Müller T, Bein T, Foltan M, Schmid FX, Birnbaum D, Schmid C: Inhibition of thrombocyte aggregation during extracorporeal lung assist. *Perfusion* 2007; 22: 293–297
- [12] Zimmermann M, Bein T, Philipp A, Ittner K, Foltan M, Drescher J, Weber F, Schmid FX: Interhospital transportation of patients with severe lung failure on pumpless extracorporeal lung assist. *Br J Anaesth* 2006; 96(1): 63–66. *Epub* 2005 Nov 18

[13] Bennet JB, Hill JG, Long WB et al: Interhospital transport of the patient on extracorporeal cardiopulmonary support. *Ann Thorac Surg* 1994; 57: 107–111

[14] Van Meurs K, Lally KP, Peek G, Zwischenberger JB: ECMO Extracorporeal cardiopulmonary support in critical care. 3rd Edition Ann Arbor/Michigan 2005

[15] Wiesenack C, Liebold A, Philipp A et al: Four years' experience with a miniaturized extracorporeal circulation system and its influence on clinical outcome. *Artif Organs* 2004; 28 (12): 1082–1088

[16] Kjaergaard B et al: Aero-medical evacuation with interventional lung assist in lung failure patients. *Resuscit* 2007; 72 (2): 280ff

[17] [Http://de.wikipedia.org/wiki/Barometrische\\_Höhenformel](http://de.wikipedia.org/wiki/Barometrische_Höhenformel)

Alois Philipp  
Klinik für Herz-, Thorax- und herznahe  
Gefäßchirurgie  
Universitätsklinikum Regensburg  
Franz-Josef-Strauß-Allee 11  
93042 Regensburg  
Alois.Phillipp@klinik.Uni-Regensburg.de

# Volatile Anästhetika an der Herz-Lungen-Maschine

## Fördern volatile Anästhetika nur den Schlaf – oder auch die Gesundheit?

### ZUSAMMENFASSUNG

Die Erkrankungen des kardiozirkulatorischen Systems sind als sogenannte „Volkskrankheiten“ weiter im Ansteigen begriffen. Deshalb gewinnt die Optimierung der perioperativen Phase mit dem Ziel, die operationsbedingte Morbidität und Mortalität zu senken, zunehmend an Bedeutung, zumal operative Eingriffe mit hohem Risiko zusehends auch auf Patienten mit hohem Lebensalter ausgedehnt werden. „Kardioprotektion“ im weitesten Sinne meint den Schutz vor negativen kardiovaskulären Ereignissen. Einer dieser effektiven Mechanismen, der in Laborversuchen in vielfältiger Weise mit Blick auf seine Effektivität belegt wurde, ist die sogenannte „ischämische Präkonditionierung“: Eine kurze ischämische Episode führt hier zu einem relativen Schutz vor den deletären Auswirkungen eines nachfolgenden längeren ischämischen Ereignisses. Im Gefolge dieser Entdeckung wurden andere Interventionen, darunter auch die Zufuhr volatiler Anästhetika, ebenfalls mit protektiven Effekten hinsichtlich der negativen Auswirkungen ischämischer Ereignisse in Verbindung gebracht. Die Anästhetika-induzierte Präkonditionierung ist mittlerweile in Tierversuchsmodellen gut belegt und untersucht. Offen sind jedoch nach wie vor die genauen Mechanismen dieser Art der Präkonditionierung und die Bewertung der Übertragbarkeit der laborexperimentellen Ergebnisse auf die klinischen Prozesse. Die vorliegende Übersichtsarbeit gibt jüngste Forschungsergebnisse zur Anästhetika-induzierten Präkonditionierung wieder und beschreibt klinische Anwendungsoptionen dieser Form der Kardioprotektion im perioperativen Setting.

### SCHLÜSSELWÖRTER

Kardioprotektion, ischämische Präkonditionierung, Anästhetika-induzierte Kardioprotektion, Anästhetika-induzierte Präkonditionierung, volatile Anästhetika, Kardioanästhesie

### ABSTRACT

Since cardiovascular diseases continue to rise, optimizing the perioperative course

of patients with pre-existing cardiovascular morbidity in order to reduce perioperative morbidity and mortality represents an important goal in any healthcare system. These efforts to decrease the risk of cardiovascular morbidity and mortality can be termed “cardioprotection”. An effective endogenous mechanism of cardioprotection, the so-called ischemic preconditioning, was detected in a laboratory setting: A brief ischemic episode is able to protect against a subsequent prolonged ischemic attack. Since this observation, other interventions have been demonstrated to mimic ischemic preconditioning. Anesthetic-induced preconditioning paralleled that of ischemic preconditioning and describes the fact that a short course of inhalational anesthesia administered to animals is also able to decrease the consequences of a subsequent prolonged ischemic attack. This fact may constitute an advantage of inhalational agents (volatile anesthetics) over intravenous anesthetics. However, the mechanisms as well as transferring experimental results into the clinical setting are far from being clear. This review highlights the recent findings on the cardioprotective effects of volatile anesthetics and explores possible clinical areas of application.

### KEY WORDS

Cardioprotection, ischemic preconditioning, anesthetic-induced cardioprotection, anesthetic-induced preconditioning, volatile anesthetics, cardiac anesthesia

Stille, nicht das gewohnte, unerträgliche Schreien des schmerzgepeinigten Patienten, herrschte am 16.10.1846 im Hörsaal des Massachusetts General Hospital. Das sprachlose Auditorium war Zeuge einer Operation, die erstmals erfolgreich vor großem Publikum unter Narkose stattfand. William Morton hatte den Patienten Äther inhalieren lassen, sodass dieser den Eingriff schmerzfrei und unbeschadet überstand. [1] Die Verwendung von Äther als Anästhetikum, bereits zuvor erfolgreich von Crawford Williamson Long für Amputationen, Tumorentfernungen und Entbindungen eingesetzt, markierte eine Zeiten-

wende, denn mit Einführung der Anästhesie hatte die Ära der schmerzfreien Chirurgie begonnen.

Inzwischen wurde Äther durch modernere volatile Anästhetika abgelöst, die weit aus sicherer und kontrollierter anwendbar sind. Zu den heute in den Industrienationen am häufigsten verwendeten volatilen Anästhetika gehören Isofluran, Sevofluran und Desfluran. Sie ermöglichen durch ihr rasches Anfluten ein zügiges und sanftes Einschlafen der Patienten, sie verhindern bei adäquater Dosierung zuverlässig intraoperative Wachheitsphänomene, ohne die hämodynamische Situation des Patienten wesentlich zu kompromittieren, und sie fluten nach dem Abstellen rasch ab, so dass der Patient am Ende des Eingriffs zügig und sanft zur Spontanatmung zurückgeführt werden kann.

Weltweit werden volatile Anästhetika zur Aufrechterhaltung einer Narkose seit langem auch im Rahmen kardiochirurgischer Eingriffe während der extrakorporalen Zirkulation (EKZ) verwendet. [2] Die Verwendung von Narkosegasverdampfern an Herz-Lungen-Maschinen (HLM) ist jedoch rechtlich nicht unbedenklich, da Herz-Lungen-Maschinen mit integrierten Narkosegasverdampfern bisher nicht kommerziell erhältlich sind und die von den Kliniken selbst hergestellten Kombinationen von der zuständigen Begutachtungsstelle vor Ort abgenommen werden müssen, sofern ihr Aufbau und ihre Konfiguration nicht bereits getestet und begutachteten Systemen entsprechen. [3] Eine rechtlich unbedenkliche Alternative zur Verwendung volatiler Anästhetika an der HLM wäre eine totale intravenöse Anästhesieführung (TIVA) während des gesamten Eingriffs, bei der auf die Verabreichung volatiler Anästhetika verzichtet wird. Gleichwohl ist die Anwendung intravenöser Anästhetika (z. B. Propofol) während der EKZ keineswegs trivial oder unproblematisch. [4]

In der Diskussion um die optimale Narkoseführung während EKZ darf ein besonderer Aspekt volatiler Anästhetika nicht außer Acht gelassen werden: Volatile Anästhetika können bedeutend mehr bewirken, als nur Schlaf zu induzieren. Eine Vielzahl

von in den letzten Jahren publizierten Studien lieferte überzeugende Hinweise darauf, dass Isofluran, Sevofluran und Desfluran organprotektiv wirken. [5–8] Dies bedeutet, dass die Toleranz verschiedener Gewebe und Organe gegenüber schädigenden Einflüssen (z. B. Sauerstoffmangel) während oder nach Applikation volatiler Anästhetika deutlich und über einen längeren Zeitraum hinweg erhöht ist. Beispielsweise können die negativen Auswirkungen einer zerebralen Minderdurchblutung, wie sie im Rahmen von kardio- oder gefäßchirurgischen Eingriffen auftreten können, durch die Gabe volatiler Anästhetika deutlich abgemildert werden. [9] Besonders gut untersucht ist die protektive Wirkung volatiler Anästhetika auf das Herz. Im Tierversuch konnte gezeigt werden, dass das Ausmaß eines experimentell herbeigeführten Herzinfarkts um bis zu 80 % reduziert werden kann, wenn vor dem Beginn der Koronararterienokklusion ein volatiles Anästhetikum appliziert wird (sog. Anästhetika-induzierte Präkonditionierung). [10] Volatile Anästhetika wirken aber auch dann kardioprotektiv, wenn sie nur während der Ischämie [11] oder erst ab dem Beginn der Reperfusion (sog. Anästhetika-induzierte Postkonditionierung) gegeben werden. [12, 13] Ob die Kombination von prä- und postischämischer Applikation volatiler Anästhetika zu einem additiven Effekt führt, ist noch nicht abschließend geklärt. [12–14]

Die aktuelle experimentelle Forschung auf dem Gebiet der Anästhetika-induzierten Prä- und Postkonditionierung konzentriert sich v. a. auf die Beantwortung der Frage, über welche intrazellulären Mechanismen volatile Anästhetika ihre protektiven Eigenschaften vermitteln. Einige der beteiligten Signaltransduktionswege konnten bereits identifiziert werden (vgl. Abb. 1). Ihre Berechtigung erhalten diese Arbeiten aber erst dann, wenn sie ein Phänomen zum Gegenstand haben, welches auch beim Menschen existiert und ihm zugute kommen kann. Lange Zeit war jedoch unklar, ob die kardioprotektive Wirkung volatiler Anästhetika beim Menschen überhaupt nachweisbar ist und ob sie ähnlich stark ausgeprägt ist wie im Tierversuch.

Eine erste Antwort auf diese Frage konnten De Hert und Mitarbeiter in einer 2002 veröffentlichten Untersuchung geben. [15] Im Rahmen dieser Studie erhielten Patienten, die sich einer Bypassoperation unterzogen, während des Eingriffs entweder eine totale intravenöse Anästhesie (TIVA) mit Propofol oder eine balancierte Anäs-

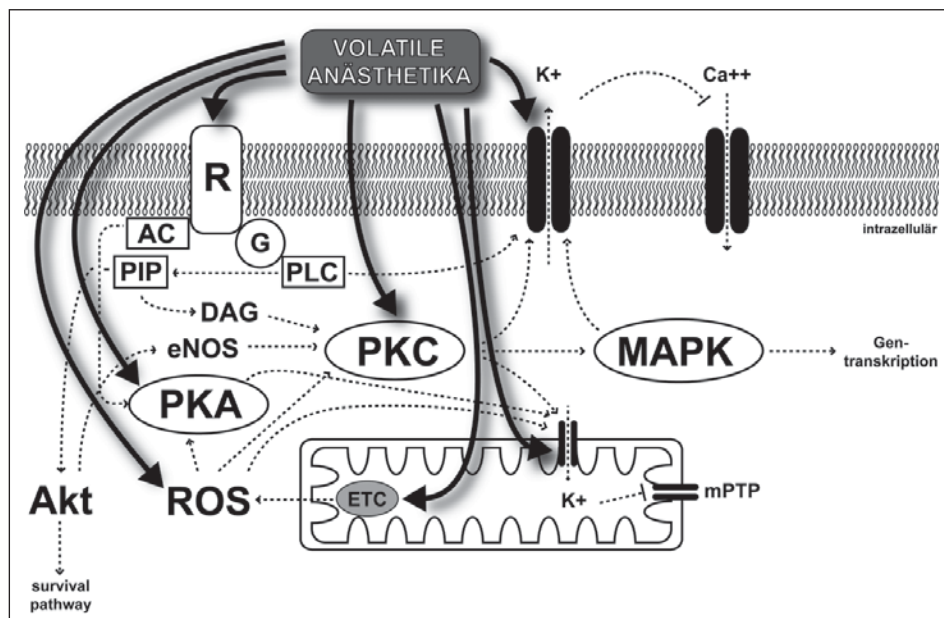


Abb. 1: Schematischer Überblick über die an der Anästhetika-induzierten Präkonditionierung beteiligten Mechanismen

An der Anästhetika-induzierten Präkonditionierung sind zahlreiche, äußerst komplexe intrazelluläre Signaltransduktionswege beteiligt, von denen hier nur einige schematisch herausgegriffen und abgebildet sind.

Es ist bekannt, dass die APC über Adenosin- und beta-adrenerge Rezeptoren (R) vermittelt wird. Diese sog. G-Protein-gekoppelten Rezeptoren aktivieren über die Phospholipase C (PLC), Phosphatidylinositoltriphosphat (PIP), Diacylglycerol (DAG) und die Adenylatcyclase (AC) verschiedene Proteinkinasen, darunter die Proteinkinasen A (PKA), B (PKB, Akt) und C (PKC). PKA, Akt und PKC aktivieren ihrerseits, z. B. über NO-Synthasen, eine Vielzahl von Proteinen, die eine erhöhte Toleranz der Zelle gegenüber schädigenden Einflüssen bewirken. Solche Proteine können in der Zellmembran (Kalium-Kanäle), im Zytosol (Mitogen-aktivierte Proteinkinasen, MAPK, die durch eine veränderte Gentranskription eine protrahierte Veränderung der Proteinexpression in der Zelle bewirken), aber auch in der Mitochondrienmembran lokalisiert sein. Eine verbesserte mitochondriale Energiehomöostase während Zellschädigung im Sinne einer Erhaltung der Zellatmung an der Elektronen-Transport-Kette (ETC) und einer Verhinderung der mitochondrialen Permeabilitätstransition (mPTP) durch einen vermehrten  $K^+$ -Einstrom in das Mitochondrium wird als End-Effektor der APC diskutiert. In diesem Zusammenhang sind auch vermehrt gebildete reaktive Sauerstoff-Radikale (ROS) von Bedeutung, die ihrerseits Proteinkinasen und  $K^+$ -Kanäle aktivieren können.

Ob volatile Anästhetika ihre zytoprotektiven Eigenschaften durch Modifikation aller oder einzelner dieser Signaltransduktionswege vermitteln, ist noch nicht abschließend geklärt und ist Gegenstand aktueller Forschungsarbeiten.

thesie mit Sevofluran. Es zeigte sich, dass Patienten, die Sevofluran erhalten hatten, post-EKZ im Vergleich zu TIVA-Patienten eine verbesserte Ventrikelfunktion und eine signifikant verminderte Troponin-I-Freisetzung, also eine verminderte myokardiale Schädigung, aufwiesen. Damit war ein erster Nachweis erbracht, dass volatile Anästhetika beim Menschen tatsächlich kardioprotektiv wirken. Um die Frage zu klären, ob Sevofluran während des gesamten Eingriffs gegeben werden sollte oder ob eine Applikation vor und nach EKZ ausreichend ist, um die kardioprotektiven Effekte von Sevofluran zu erzielen, führten die Autoren eine Folgestudie durch. Es zeigte sich, dass die Gabe von Sevofluran über die gesamte Dauer des Eingriffs einen stärkeren kardioprotektiven Effekt hat als die Sevoflurangabe nur vor oder nur nach EKZ. [16]

Inzwischen wurden die kardioprotektiven Eigenschaften volatiler Anästhetika am Menschen in mehreren Studien bestätigt [17–19] und konnten von einer kürzlich publizierten Metaanalyse, die 27 klinische Studien zu diesem Thema analysiert, nochmals untermauert werden. [20] Diese Metaanalyse kam zu dem Schluss, dass durch die Gabe volatiler Anästhetika im Vergleich zu einem Propofol-basierten Narkoseregime bei Patienten zur Herz-Bypassoperation das Cardiac Output erhöht, der Bedarf inotroper Substanzen erniedrigt und die Beatmungsdauer sowie der Krankenhausaufenthalt verkürzt werden kann (Tab. 1). [20]

Zusammengefasst zeigt die aktuelle Datenlage also einen klaren Vorteil für die Verwendung volatiler Anästhetika gegenüber total intravenösen Narkoseregimes bei herzchirurgischen Eingriffen. Der Zell-



Variable	Anzahl Volatile (%)	Anzahl Non-Volatile (%)	OR oder WMD (95 % CI)	p-Wert
Letalität	16/1208 (1,32)	11/613 (1,79)	0,68 (0,32 bis 1,47)*	0,33
Myokardinfarkt	51/1569 (3,25)	28/840 (3,33)	0,98 (0,61 bis 1,58)*	0,94
Ischämie	284/995 (28,54)	119/499 (23,85)	1,07 (0,82 bis 1,38)*	0,63
Bedarf an Inotropika	294/893 (32,92)	309/692 (44,65)	0,50 (0,31 bis 0,80)*	0,004
Intensiverweildauer (h)			-3,87 (-8,76 bis 1,03)†	0,12
Cardiac Index			0,22 (0,06 bis 0,38)†	0,006
Troponin I (ng/ml)			-1,44 (-2,34 bis -0,55)†	0,002
Beatmungsdauer (h)			-2,71 (-5,30 bis -0,12)†	0,04
Krankenhausverweildauer (Tage)			-1,05 (-1,68 bis -0,43)†	0,0009

\* OR = odds ratio; † WMD = weighted mean difference; CI = confidence interval

Tab. 1: Ergebnisse der zusammenfassenden Analyse klinischer Studien zum Vergleich volatiler gegenüber nicht-volatiler Narkoseregimes im Rahmen der koronaren Bypasschirurgie [20]

schaden ist geringer, die postoperative Ventrikelfunktion ist verbessert und die Verweildauer im Krankenhaus ist verkürzt.

Allerdings muss festgehalten werden, dass bisher keine Studie eine Reduktion der Infarktrate, der Krankenhausletalität und des Langzeitüberlebens nachweisen konnte. Auch in der zusammenfassenden Analyse der hierzu bisher vorliegenden klinischen Studien konnten diese Effekte nicht nachgewiesen werden. [20] Eine Erklärung für die im Vergleich zu tierexperimentellen Untersuchungen geringer ausgeprägte Organprotektion durch volatile Anästhetika im klinischen Bereich könnte darin liegen, dass bestehende Begleiterkrankungen, bestehende Begleitmedikationen oder das fortgeschrittene Alter vieler kardiochirurgischen Patienten die organprotektive Wirksamkeit volatiler Anästhetika möglicherweise einschränken. Es ist beispielsweise bekannt, dass der Effekt der ischämischen Präkonditionierung (ein der Anästhetika-induzierten Präkonditionierung vergleichbarer Mechanismus zur Organprotektion) im hohen Alter [21, 22] oder bei Diabetes mellitus [23] abgeschwächt ist. Überraschenderweise heben  $\beta$ -Blocker, die von vielen herzchirurgischen Patienten eingenommen werden und deren positive Auswirkungen auf die Letalität von herzkranken Patienten bekannt sind, die Präkonditionierung durch volatile Anästhetika im Tierversuch auf. [24]

Die Optimierung der operativen Versorgung herzkranker und multimorbider Patienten zählt zu den größten Herausforderungen der modernen Medizin.

Volatiler Anästhetika haben im Tierversuch bewiesen, dass sie ein bedeutendes Potenzial bergen, die z. T. deletären Folgen intraoperativer Myokardischämien zu minimieren. Ihre Anwendung während kardiochirurgischer Eingriffe am Menschen ist nach der aktuellen Studienlage als vorteilhaft gegenüber rein intravenös geführten Narkoseregimes einzuschätzen. Auch wenn die Fragen nach dem optimalen Anästhetikum, nach der optimalen Dosierung und nach dem optimalen Applikations-Zeitpunkt noch nicht abschließend beantwortet sind, ist nach derzeitiger Studienlage davon auszugehen, dass die Gabe volatiler Anästhetika während der Gesamtdauer kardiochirurgischer Eingriffe, also auch während EKZ, Vorteile gegenüber intravenös geführten Narkoseregimes bringt.

#### LITERATUR

- [1] Desbarax P: Morton's design of the early ether vaporisers. *Anaesthesia* 2002; 57: 463–469
- [2] Wiesnack C, Wiesner G, Keyl C, Gruber M, Philipp A, Ritzka M, Prasser C, Taeger K: In vivo uptake and elimination of isoflurane by different membrane oxygenators during cardiopulmonary bypass. *Anesthesiol* 2002; 97: 133–138
- [3] Schlack W, Biermann E, Graf BM, Kazmaier S, Obermayer A, Werner C, Zink W, Züchner K, Dietrich W, Schirmer U: Volatile Anästhetika während extrakorporaler Zirkulation bei herzchirurgischen Eingriffen. *Anaesth Intensivmed* 2006; 47: 482–489
- [4] Schlack W: Kommentar zu dem Beitrag von P. Tassani-Prell und G. Wiesner. *Anaesth Intensivmed* 2005; 46: 146–155

[5] Bienengraeber MW, Weihrauch D, Kersten JR, Pagel PS, Warltier DC: Cardioprotection by volatile anesthetics. *Vascul Pharmacol* 2005; 42: 243–252

[6] Kersten JR, Schmelgelin TJ, Pagel PS, Gross GJ, Warltier DC: Isoflurane mimics ischemic preconditioning via activation of K(ATP) channels: reduction of myocardial infarct size with an acute memory phase. *Anesthesiol* 1997; 87: 361–370

[7] Stadnicka A, Marinovic J, Ljubkovic M, Bienengraeber MW, Bosnjak ZJ: Volatile anesthetic-induced cardiac preconditioning. *J Anesth* 2007; 21: 212–219

[8] De Hert SG, Turani F, Mathur S, Stowe DF: Cardioprotection with volatile anesthetics: mechanisms and clinical implications. *Anesth Analg* 2005; 100: 1584–1593

[9] Clarkson AN: Anesthetic-mediated protection/preconditioning during cerebral ischemia. *Life Sci* 2007; 80: 1157–1175

[10] Redel A, Lange M, Jazbutyte V, Lotz C, Smul T, Roewer N, Kehl F: Activation of mitochondrial large-conductance calcium-activated K<sup>+</sup> channels via protein kinase A mediates desflurane-induced preconditioning. *Anesth Analg* 2008; in press

[11] Tarnow J, Marksches-Hornung A, Schulte-Sasse U: Isoflurane improves the tolerance to pacing-induced myocardial ischemia. *Anesthesiol* 1986; 64: 147–156

[12] Feng J, Lucchinetti E, Ahuja P, Pasch T, Perriard JC, Zaugg M: Isoflurane postconditioning prevents opening of the mitochondrial permeability transition pore through inhibition of glycogen synthase kinase 3 $\beta$ . *Anesthesiol* 2005; 103: 987–995

[13] Obal D, Dettwiler S, Favocchia C, Scharbatke H, Preckel B, Schlack W: The influence of mitochondrial KATP-channels in the cardioprotection of preconditioning and postconditioning by sevoflurane in the rat in vivo. *Anesth Analg* 2005; 101: 1252–1260

[14] Deyhimy DI, Fleming NW, Brodtkin IG, Liu H: Anesthetic preconditioning combined with postconditioning offers no additional

benefit over preconditioning or postconditioning alone. *Anesth Analg* 2007; 105: 316–324

[15] De Hert SG, ten Broecke PW, Mertens E, Van Sommeren EW, De Blier IG, Stockman BA, Rodrigus IE: Sevoflurane but not propofol preserves myocardial function in coronary surgery patients. *Anesthesiol* 2002; 97: 42–49

[16] De Hert SG, Van der Linden PJ, Cromheecke S, Meeus R, Nelis A, Van Reeth V, ten Broecke PW, De Blier IG, Stockman BA, Rodrigus IE: Cardioprotective properties of sevoflurane in patients undergoing coronary surgery with cardiopulmonary bypass are related to the modalities of its administration. *Anesthesiol* 2004; 101: 299–310

[17] De Hert SG, Cromheecke S, ten Broecke PW, Mertens E, De Blier IG, Stockman BA, Rodrigus IE, Van der Linden PJ: Effects of propofol, desflurane, and sevoflurane on recovery of myocardial function after coronary surgery in elderly high-risk patients. *Anesthesiol* 2003; 99: 314–323

[18] De Hert SG, Van der Linden PJ, Cromheecke S, Meeus R, ten Broecke PW, De Blier IG, Stockman BA, Rodrigus IE:

Choice of primary anesthetic regimen can influence intensive care unit length of stay after coronary surgery with cardiopulmonary bypass. *Anesthesiol* 2004; 101: 9–20

[19] Samarkandi AH, Mansour AK: Induced preconditioning of cardiac performance in coronary bypass surgery – sevoflurane vs propofol. *Middle East J Anesthesiol* 2004; 17: 833–844

[20] Symons JA, Myles PS: Myocardial protection with volatile anaesthetic agents during coronary artery bypass surgery: a meta-analysis. *Br J Anaesth* 2006; 97: 127–136

[21] Bartling B, Friedrich I, Silber RE, Simm A: Ischemic preconditioning is not cardioprotective in senescent human myocardium. *Ann Thorac Surg* 2003; 76: 105–111

[22] Abete P, Ferrara N, Cacciatore F, Madrid A, Bianco S, Calabrese C, Napoli C, Scognamiglio P, Bollella O, Cioppa A, Longobardi G, Rengo F: Angina-induced protection against myocardial infarction in adult and elderly patients: a loss of preconditioning mechanism in the aging heart? *J Am Coll Cardiol* 1997; 30: 947–954

[23] Ishihara M, Inoue I, Kawagoe T, Shimatani Y, Kurisu S, Nishioka K, Kouno Y, Umemura T, Nakamura S, Sato H: Diabetes mellitus prevents ischemic preconditioning in patients with a first acute anterior wall myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 2001; 38: 1007–1011

[24] Lange M, Redel A, Roewer N, Kehl F: beta-blockade abolishes anesthetic preconditioning: impact on clinical applicability. *Anesthesiol* 2007; 106: 1062

Dr. med. Andreas Redel  
Universität Würzburg  
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie  
Zentrum Operative Medizin  
Oberdürrbacher Str. 6  
97080 Würzburg  
E-Mail: Redel\_A@klinik.uni-wuerzburg.de

A. Bauer, S. Schnepfershoff, C. Ulrich,  
K. Meineke, J. Lucy, M. Vogt<sup>1</sup>, R. Kohlstedt<sup>1</sup>,  
S. Burk<sup>1</sup>, T. Eberle<sup>1</sup>, G. Panday<sup>2</sup>, N. Alt<sup>2</sup>,  
J. Schubel<sup>2</sup>, H. Hausmann<sup>2</sup>

MediClin Herzzentrum Coswig

Abteilung für Kardiotechnik  
(Leitung: Adrian Bauer, ECCP)

<sup>1</sup>Klinik für Anästhesiologie  
(Direktor: Dr. Thomas Eberle)

<sup>2</sup>Klinik für Herz-, Gefäß-, Thoraxchirurgie  
(Direktor: PD Dr. Harald Hausmann)

# Performer Cardio Pulmonary Bypass

## Erster klinischer Einsatz in Deutschland

### ZUSAMMENFASSUNG

Neue Anforderungen in der Kardiotechnik führen zur Entwicklung neuer Herz-Lungen-Maschinen-Systeme. Trotz kompakter Bauweise müssen diese die Anforderungen einer modernen Herzchirurgie erfüllen. Wir haben eine innovative Herz-Lungen-Maschine/Perfusionsmaschine der Firma Medtronic getestet. Ziel des Tests war, zu evaluieren, ob das System im praktischen Einsatz den Anforderungen einer ACVB-Operation gerecht wird.

Der Performer CPB<sup>®</sup> wurde von uns erfolgreich bei 10 ACVB-Operationen mit „Resting Heart“<sup>®</sup> (minimiertes EKZ-System von Medtronic) eingesetzt und konnte alle Anforderungen einer Herz-Lungen-Maschine erfüllen. Der Performer CBP ist aufgrund seiner Größe und der enthaltenen modularen Funktionalität eine mögliche Antwort auf die neuen Herausforderungen in der Kardiotechnik.

### SCHLÜSSELWÖRTER

Herz-Lungen-Maschine, minimierte EKZ, Performer CBP<sup>®</sup>, Resting Heart<sup>®</sup>, koronare Bypassoperation, automatische venöse Entlüftung

### ABSTRACT

New demands in perfusion have led to the development of new kinds of heart-lung machines. Although the new heart-lung machines are more compact than their predecessors they have to live up to the high requests modern heart surgery demands nowadays. We have tested a new and innovative heart-lung/perfusion machine from the company Medtronic. We performed 10 CAPG procedures with Resting Heart<sup>®</sup> (mini circuit) successfully and without any complications. The Performer CBP<sup>®</sup> fulfils all conditions and requirements for extracorporeal circulation and contains characteristics that may be an answer to the new demands in extracorporeal circulation management.

### KEY WORDS

Heart-lung machine, mini circuits, Performer CBP<sup>®</sup>, Resting Heart<sup>®</sup>, coronary arte-

ry bypass grafting CAPG, automatical venous de-airing

### EINLEITUNG

Die Therapieform der koronaren Herzkrankung hat sich bei den chirurgisch zu behandelnden Patienten in den letzten 10 Jahren dramatisch verändert [1]. Die Anforderungen in der Kardiotechnik und der Herzchirurgie ändern sich. Neben der klassischen Herz-Lungen-Maschine etablieren sich neue Verfahren und Anwendungen im Perfusionbereich. Die Modifikation bestehender HLM-Systeme zu miniaturisierten extrakorporalen Kreislaufsystemen sind ein Beleg für den erfolgreichen Wandel [2]. Zudem kommen Herz-Lungen-Maschinen zur Kreislaufunterstützung auf den Intensivstationen [3, 4] und im Herzkatheterlabor [1, 5] zum Einsatz. In der Onkologie werden hypertherme intraperitoneale Chemotherapien [6] und Extremitätenperfusionen [7] unter Beteiligung der Perfusionisten und mit Hilfe kardiotechnischen Equipments durchgeführt. Durch Hybrid-

Operationssäle, in denen perkutane transluminale Angioplastien oder Aortenstents in Kombination mit chirurgischen Eingriffen durchgeführt werden, entstehen neue Formen der Zusammenarbeit zwischen kardiologischen und herzchirurgischen Abteilungen. Mit diesen neuen Therapien ändern sich nicht nur die Anforderungen an uns Perfusionisten [1], sondern auch an das Perfusionsequipment. Die Entwicklung neuer Perfusionssysteme ist also nur eine logische Konsequenz und sollte insbesondere im Sinne einer Berufsfelderweiterung von uns Perfusionisten begleitet werden. Die neuen Geräte müssen klein, mobil und vor allem flexibel im Einsatz sein.

### MATERIAL UND METHODE

Operationen mit Mini-EKZ-Systemen bei koronarer Revaskularisierung gehören am Herzzentrum Coswig zu den Standardverfahren für Bypassoperationen. Die Einführung des Performers wurde als Anwendungsbeobachtung angelegt und für 10 konsekutiv ausgewählte Patienten geplant.



Abb. 1: Performer CPB als Resting Heart während ACVB-Operation

Das System hat alle Zulassungen und ist in anderen Ländern schon im Einsatz. Uns stand der Performer CBP in der Softwareversion 1.5 zur Verfügung. Dieses System kann mit einer Zentrifugalpumpe, Saugern und einer Kardiolegiepumpe betrieben werden (Abb. 1).

Alle Patienten erhielten eine isolierte koronare Bypassoperation, im Mittel mit 2,8 Bypassanlagen, im kardioplegischen Herzstillstand und warmer Calafiore-Blutkardioplegie. Die Bypassführung erfolgte volumenneutral (ohne venöses Reservoir) und in Normothermie. Der Aortenwurzel-Vent wurde vor dem VARD® (venous air removal device, elektronische venöse Luftfalle) – der automatischen Entlüftung des Herz-Lungen-Maschinen-Systems – angeschlossen. Das Saugerblut wurde separiert, mittels Cellsaver aufbereitet und den Patienten intraoperativ retransfundiert.

## ERFAHRUNGSBERICHT

### Aufbau und Bauart

Auffallend am Performer CPB sind seine kompakte Bauweise und die Tatsache, dass das Gerät neben den üblichen Standardfeatures weitere grundlegende Funktionen in einem Gehäuse vereint. Das Gerät verbraucht aufgrund seiner geringen Grundfläche und des vertikal ausgerichteten Gehäuses weniger Stellfläche im Operationssaal und hat somit einen Vorteil gegenüber konventionellen Herz-Lungen-Maschinen. Zudem kann der Performer CPB mittels Servomotor in seiner Höhe variiert werden, um sich zum Beispiel der Position des OP-Tisches anzupassen.

### Komponenten

Über den Performer lässt sich neben zwei  $\frac{3}{8}$ "- und zwei  $\frac{1}{4}$ "-Rollerpumpen die Biopumpe BPX80 (Zentrifugalpumpe: Medtronic) ansteuern. Die Zentrifugalpumpe ist dann ausgelagert und wird am Performer mittels eines Steckers angeschlossen. Die automatische venöse Entlüftung des VARD-Systems ist ebenso im Gerät integriert wie der BioTrend (HKT/SO<sub>2</sub>-Inline-Infrarot-Messung, als Konnektor auf der venösen Linie) für die Messung des HKT und der venösen Sättigung. Bubblesensor und Flussmessung sind in einer Sonde kombiniert. Zusätzlich anzubauen sind nur ein Gasblender und gegebenenfalls ein Perfusion für die Blutkardioplegie. Die Einbindung eines Narkosegasverdampfers für den Performer befindet sich in der Zulassung, stand uns aber noch nicht zur Verfügung. Mit acht Temperatur- und Drucksensoren ist das Gerät großzügig ausgestattet.

### Bedienung/Software

Neben den äußeren Merkmalen ist sicherlich das Interface, also der Touchscreen-Bildschirm mit Menüführung, ein wesentlicher Unterschied zu konventionellen Herz-Lungen-Maschinen. Die Bedienung des Performers erfolgt nahezu ausschließlich über den Touchscreen, Alarme und Hinweise werden im Bildschirmmenü angezeigt und mittels Bildschirmberührung quittiert. Das Arbeiten mittels einer Software zur Bypassführung war für uns zunächst ungewohnt, die Anwendung aber nach kurzer Zeit problemlos.

Nach dem Einschalten des Gerätes erfolgt ein kompletter Selbstcheck des Systems mit Nullabgleich der zu messenden Drücke und einem Autookklusionstest der Rollerpumpen. Die Perfusionspumpen bedient man direkt an den dafür vorgesehenen Drehschaltern, diese befinden sich neben der jeweiligen Pumpe. Im folgenden Bildschirm wählt man die Betriebsart, ob man z. B. im „Resting-Heart-Modus“, „CBP-Modus“ (offenes oder geschlossenes EKZ-System) oder in einer anderen Therapieart arbeiten möchte (Abb. 2a u. 2b). Die Therapiearten sind frei konfigurierbar und somit flexibel, da man für alle Therapien und Operationen eigene Grenzwerte und Einstellungen für Druck, Sog, Temperatur und Alarme festlegen kann. Das Konfigurationsmenü ist durch ein Passwort geschützt, so dass nur berechnete Perfusionisten Zugriff auf die sensiblen Einstellungen haben. Die Einstellungen kann man dann unter einem frei wählbaren Namen abspeichern und später wieder aufrufen. Diese Funktion unterstützt eine universelle Bandbreite an möglichen Therapiearten. Denkbar ist, dass man eigene Programme für Klappenoperationen, Aortenchirurgie, minimierte EKZ und ECMO erstellt oder nutzerspezifische Profile für einzelne Kardiotechniker

oder Chirurgen konfiguriert. Die Datenaufzeichnung erfolgt elektronisch auf eine Memory-Card. Die Daten können zur Dokumentation ausgedruckt werden, zudem ist es möglich, sie in einer Textdatei auf einem Computer zu sichern.

## EINSATZBERICHT

Die Softwareversion, die uns zur Verfügung stand, erlaubte den Betrieb als minimierte EKZ, und bei allen Patienten wurde das Resting Heart eingesetzt. Das Aufrüsten und Vorbereiten des Performers gestaltete sich ähnlich wie bei konventionellen Herz-Lungen-Maschinen. Alle Patienten sind erfolgreich mit einer Bypassoperation versorgt worden. Der intraoperative Verlauf war komplikationslos. Die automatische Entlüftung (Abb. 3) im Betrieb als minimierte EKZ funktioniert tadellos und bietet zusätzliche Sicherheit für den „Resting-Heart-Modus“. Die Bedienung des Performers via Touchscreen ist schnell beherrschbar und selbsterklärend. Verschiedene Programme zu erstellen und zu nutzen, erweist sich als äußerst sinnvoll, da sich dadurch neue Möglichkeiten in der Perfusionsführung eröffnen.

Als Beispiel hierfür sei die VLP-Steuerung (venous line pressure) genannt. Der Perfusionsfluss wird hier in Abhängigkeit des Vakuumlevels in der venösen Linie geregelt. Hierbei handelt es sich um eine Servo-Regulierung zwischen dem venösen Unterdruck und dem arteriellen Fluss, wobei das Vakuumlevel als Konstante dient und der Fluss innerhalb eines festgelegten Bereiches variiert. Mini-EKZ-Systeme werden volumenneutral gefahren (ohne Reservoir ist ein schnelle Reduktion oder Erhöhung des zirkulierenden Blutvolumens nicht möglich) und sind somit stark von der Vorlast des Patienten abhängig. Durch das frühzeitige Herabregeln des arteriellen



Abb. 2: Therapieformen mit Performer CPB, a) offenes HLM-System, b) Resting Heart



Abb. 3: VARD – automatische venöse Entlüftung

Flusses wird einerseits ein Volumenmangel offensichtlich, was in der Folge zu geeigneten Maßnahmen wie Kopftieflagerung (zur Erhöhung der Vorlast) oder Volumen-Substitution führt. Andererseits und viel wichtiger ist aber, dass so zu tiefe negative Drücke im venösen Bereich (Sogspitzen) (Abb. 4) verhindert werden können, was ein unnötiges Ansaugen der venösen Kanüle weiter verringert. Die VLP-Steuerung zeigte sich als sehr gute Option zur Führung des minimierten Bypasses.

#### Anmerkungen und Kritikpunkte:

Kritikpunkte sind, dass nur 2 von 4 Radachsen frei beweglich sind, sowie ein zu kurzes Stromkabel. In der Softwareversion Per-

former 2.0 lässt sich das System auch als rollerpumpenbetriebene HLM einsetzen und es erfolgt ein Update auf weitere Therapiearten wie ECMO etc.

#### SCHLUSSFOLGERUNGEN

Das System eignet sich nach unseren Erfahrungen sehr gut zum Einsatz als Herz-Lungen-Maschine und bietet mit seiner Vielzahl an integrierten Geräten schon fast alle nötigen Überwachungs- und Therapiefunktionen. Besonders die unterdruckgesteuerte Servo-Regulierung des arteriellen Flusses, die kompakte Bauweise des Gerätes und die flexible Software haben uns gefallen. Wir

glauben, dass der Performer CPB einen festen Platz im kardiotechnischen Maschinenpark finden kann.

#### LITERATUR

- [1] Sestino JJ: Expanding the role of perfusionists in the era of new treatment options for cardiovascular disease. *Perfusion* 2003;18(4): 253–256
- [2] Philip A, Schmidt FX, Foltan M, Gietl M, Thrum A, Kobuch R, Rupprecht L, Arlt M, Birnbaum DE: Miniaturisierte extrakorporale Kreislaufsysteme. *Erfahrungsbericht aus über 1000 Anwendungen*. *Kardiotechnik* 2006; 15 (1): 3–8
- [3] Hermans G, Meersseman W, Wilmer A, Meyns B, Bobbaers H: Thorac extracorporeal membrane oxygenation: experience in an

*adult medical ICU. Cardiovasc Surg* 2007; 55(4): 223–228

[4] Mégarbane B, Leprince P, Deye N, Résière D, Guerrier G, Rettab S, Théodore J, Karyo S, Gandjbakhch I, Baud FJ: Emergency feasibility in medical intensive care unit of extracorporeal life support for refractory cardiac arrest. *Intens Care Med* 2007; 33(5): 758–764. Epub 2007 Mar 7

[5] Vainer J, Ommen V van, Maessen J, Geskes G, Lamerichs L, Waltenberger J: Elective high-risk percutaneous coronary interventions supported by extracorporeal life support. *Am J Cardiol* 2007; 99(6): 771–773. Epub 2007 Jan 22

[6] Sutton SW, Yancey LW, Chase VA, Hunley EK, McCarty TM, Kuhn JA, Loggie BW: Intraoperative modality of treatment for peritoneal carcinomatosis: use of hyperthermic intraperitoneal chemoperfusion. *Perfusion*. 2002; 17(6): 441–446

[7] Innet LM, Haripershad V, Van Den Berg J, Cooper L: Circuit and protocol for hypoxic hyperthermic isolated limb perfusion to treat malignant melanoma. *Perfusion* 2001; 16(4): 325–330

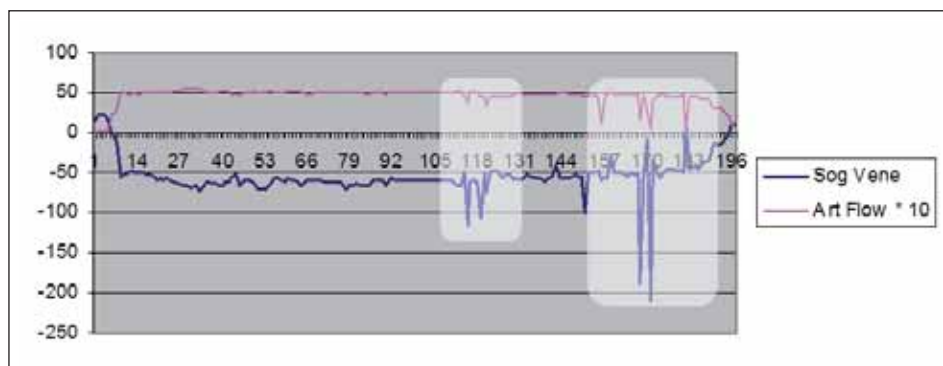


Abb. 4: Sogspitzen während Mini-EKZ

Adrian Bauer, ECCP  
 MediClin Herzzentrum  
 Klinik für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie  
 Abteilung für Kardiotechnik  
 Lerchenfeld 1  
 06969 Coswig/Sachsen-Anhalt  
 kardiotechnik@hcc.mediclin.de

# Funktionsweise automatischer Schlauchklemmen am Beispiel des arteriellen Autoclamp-Systems

Todd Romine, Principal Systems Engineer, Medtronic, Inc.

Liebe Leserinnen und Leser,

in der Rubrik Fortbildung stellen wir Ihnen ausgewählte Funktions- oder Messprinzipien von Medizinprodukten aus der Herzchirurgie vor. Für die Vermittlung dieser technischen Basics wenden wir uns an Entwickler und Herstellerfirmen, um Ihnen die Kenntnisse aus erster Hand zu liefern.

Der Redaktion ist es ein großes Anliegen, die Rubrik weiterhin neutral und weitestgehend werbefrei zu gestalten. Aus diesem Grund dürfen Sie erwarten, dass wir Ihnen über den gesamten Zeitraum ein abwechslungsreiches Autorenspektrum bieten und zu den jeweiligen Beiträgen auch Produkte anderer Anbieter erwähnen. Gerne nimmt die Redaktion der KARDIOTECHNIK auch Anregungen und Vorschläge für Beiträge dieser Rubrik entgegen.

Alexander Vehling, Schriftleiter

## EINLEITUNG

In den aktuellen Leitlinien der Fachgesellschaften werden Funktionsmerkmale von Perfusionssystemen empfohlen, darunter Luftblasenerkennung, Erkennung eines retrograden Flusses, Reservoirpegelerkennung und automatisches Abklemmen der arteriellen Linie. Die Herz-Lungen-Maschine Medtronic Performer® CPB wie auch die Medtronic BioConsole® 560 unterstützen alle diese Funktionsmerkmale. Im folgenden Artikel wird unser Sicherheitssystem für das automatische Abklemmen der arteriellen Linie vorgestellt.

Bei dem in diesem Jahr vorgestellten arteriellen Autoclamp-System handelt es sich um ein pneumatisch betriebenes Sicherheitssystem, das einen retrograden Fluss in der arteriellen Linie eines extrakorporalen Blutkreislaufs verhindert. Bei einem retrograden Fluss besteht die Gefahr, dass an der Eintrittsstelle der Kanüle in die Aorta Luft in die arterielle Linie eindringt. Bleibt diese eingedrungene Luft bei der Wiederaufnah-

me des antegraden Flusses unerkannt, kann sie in die Aorta eintreten. Durch Anbringen einer automatisch aktivierten Klemme an der arteriellen Linie kann ein retrograder Fluss und damit das mögliche Eindringen von Luft an der Eintrittsstelle der Kanüle in die Aorta verhindert werden.

## TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Das Autoclamp-System besteht aus einer pneumatisch betriebenen Klemme (Abb. 1)



Abb. 1: Autoclamp

und einem elektropneumatischen Schnittstellenmodul (Abb. 2) als Bindeglied zwi-



Abb. 2: Elektropneumatisches Schnittstellenmodul

schen der Klemme und dem ansteuernden System. Von der Software des ansteuernden Systems ausgegebene Befehle veranlassen das Autoclamp-System zum Öffnen und

Schließen der Klemme. Zugleich überwacht die Software des ansteuernden Systems die Statussignale des Autoclamp-Systems.

## Autoclamp-Klemme

Die Autoclamp besteht aus einem Pneumatikzylinder, der einen Abklemmmechanismus antreibt. Dieser Abklemmmechanismus drückt den Schlauch der arteriellen Leitung gegen den Klemmenverschluss und klemmt so den Schlauch ab. Wirkt Druckluft auf den Pneumatikzylinder ein, öffnet sich der Abklemmmechanismus. Wird die Druckluft abgelassen, bewirkt eine Feder das Schließen des Abklemmmechanismus. Der Klemmenverschluss kann mithilfe des Verriegelungsdrehknopfs entriegelt und geöffnet werden. Der Anschluss der Klemme an das Schnittstellenmodul erfolgt über eine zwei Meter lange elektropneumatische Anschlussleitung mit Schnellkupplungen. Nach Ausgabe des entsprechenden Befehls schließt das Autoclamp-System die Klemme innerhalb einer Zehntelsekunde. In umfangreichen Tests wurde nachgewiesen, dass das mechanische Abklemmen der arteriellen Leitung durch das Autoclamp-System keinerlei Kavitationseffekte im arteriellen Blut verursacht (Abb. 3).

Die Autoclamp ist mit einem Positions-

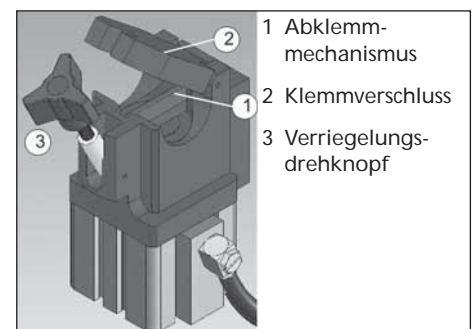
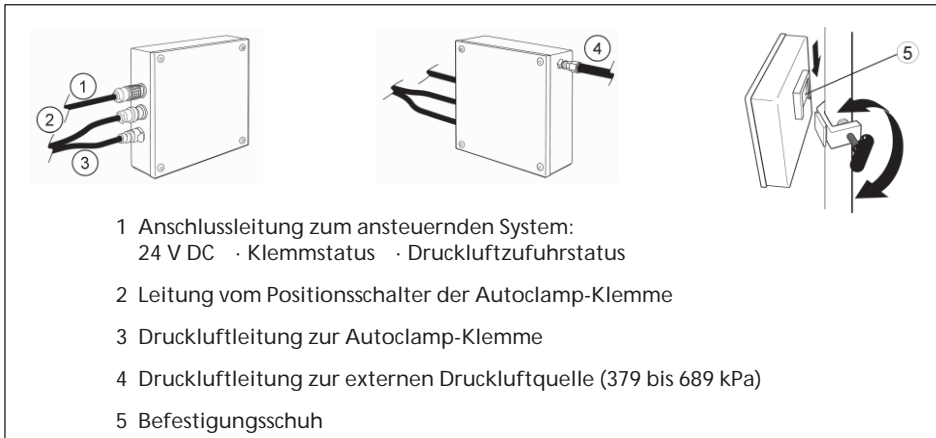


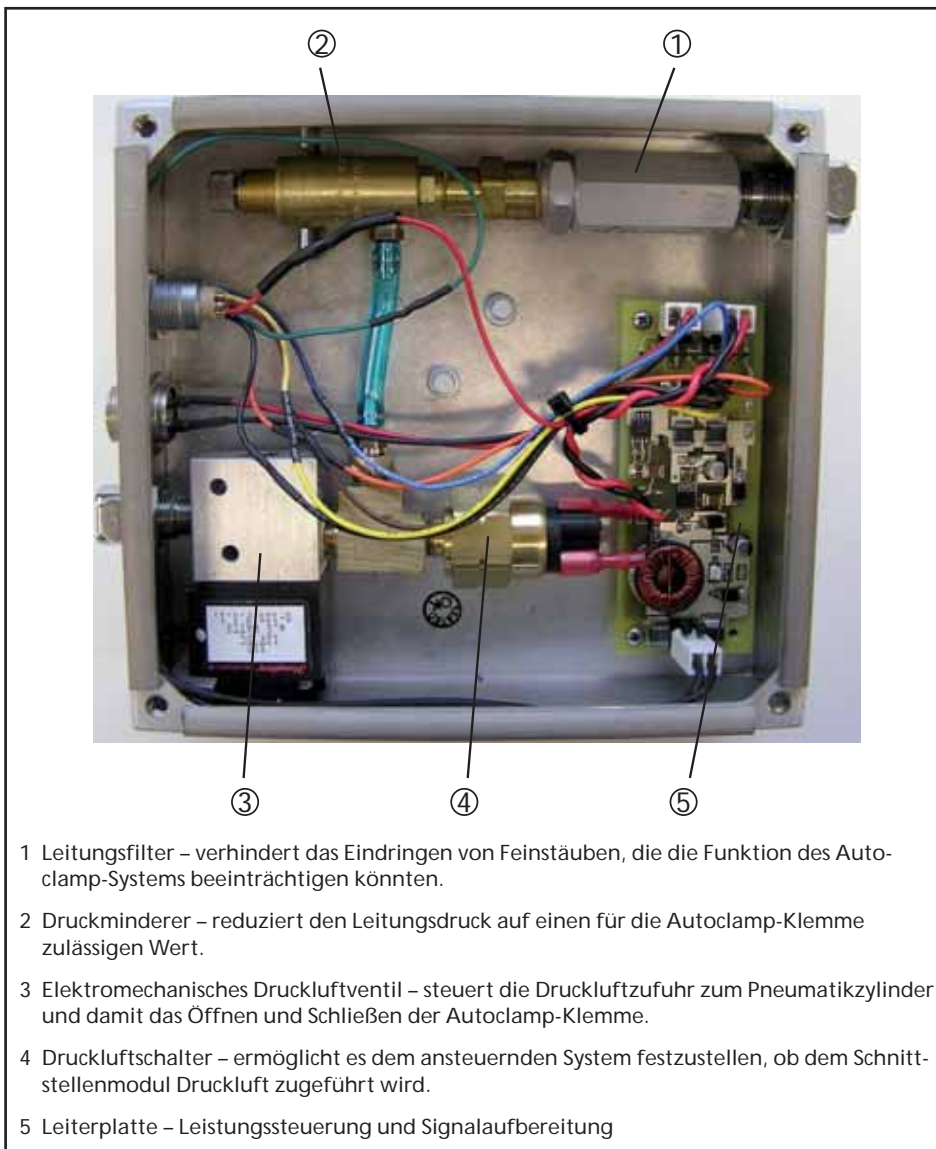
Abb. 3: Schema Autoclamp

schalter ausgestattet, der bei geschlossener Klemme ebenfalls geschlossen ist. Dieser Positionsschalter ermöglicht die softwaregesteuerte Überwachung des Klemmenstatus, d. h. das ansteuernde System kann feststellen, ob der Klemmenstatus dem an das Autoclamp-System gegebenen Befehl entspricht.



- 1 Anschlussleitung zum ansteuernden System:  
24 V DC · Klemmstatus · Druckluftzufuhrstatus
- 2 Leitung vom Positionsschalter der Autoclamp-Klemme
- 3 Druckluftleitung zur Autoclamp-Klemme
- 4 Druckluftleitung zur externen Druckluftquelle (379 bis 689 kPa)
- 5 Befestigungsschuh

Abb. 4: Anschluss und Anbringung der Schnittstelle



- 1 Leitungsfiler – verhindert das Eindringen von Feinstäuben, die die Funktion des Autoclamp-Systems beeinträchtigen könnten.
- 2 Druckminderer – reduziert den Leitungsdruck auf einen für die Autoclamp-Klemme zulässigen Wert.
- 3 Elektromechanisches Druckluftventil – steuert die Druckluftzufuhr zum Pneumatikzylinder und damit das Öffnen und Schließen der Autoclamp-Klemme.
- 4 Druckluftschalter – ermöglicht es dem ansteuernden System festzustellen, ob dem Schnittstellenmodul Druckluft zugeführt wird.
- 5 Leiterplatte – Leistungssteuerung und Signalaufbereitung

Abb. 5: Schnittstellenmodul (geöffnet)

Die Autoclamp-Klemme wird an eine Ständerhalterung mit Teleskoparm montiert, der eine Positionierung der Klemme unmittelbar an der arteriellen Linie ermöglicht. Die Autoclamp kann wahlweise horizontal oder vertikal angebracht werden.

#### Schnittstellenmodul

Das Schnittstellenmodul besitzt Schnellkupplungen für alle Anschlüsse. Dank des Quick-Clip-Befestigungssystems kann es direkt am ansteuernden System oder an einer Ständerhalterung angebracht werden.

Die 24-V-DC-Leitung dient gleichermaßen zur Stromversorgung wie zur Ansteuerung des Schnittstellenmoduls. Liegen 24 V DC am Schnittstellenmodul an, wird die Klemme geöffnet und offen gehalten. Liegen keine 24 V DC an, wird die Klemme durch den Federdruck geschlossen gehalten (Abb. 4).

Das Schnittstellenmodul enthält elektronische und pneumatische Komponenten. Die pneumatischen Komponenten verbinden die Druckluftzufuhr- und die Klemmendruckluftleitung miteinander und mit der Elektronik (Leiterplatte und Verkabelung) (Abb. 5).

Ein parallel zum Druckluftschalter angeschlossener 50-k $\Omega$ -Widerstand ermöglicht es dem ansteuernden System festzustellen, ob die Anschlussleitung am Schnittstellenmodul angeschlossen ist.

Zur Minimierung des Energiebedarfs verfügt die Elektronik über eine schaltgeregelt zweistufige Leistungssteuerung für das Druckluftventil. Beim Öffnen des Ventils liegt für eine halbe Sekunde die volle Leistung an der Magnetspule des Ventils an. Anschließend wird die Leistung auf 25 % reduziert, was genügt, um das Ventil geöffnet zu halten. Bei geöffneter Klemme beträgt die Leistungsaufnahme im Dauerbetrieb 2,4 W.

#### BETRIEBSARTEN

Die Herz-Lungen-Maschine Medtronic Performer CPB kennt drei Betriebsarten für das arterielle Autoclamp-System: Test, deaktiviert und aktiviert. Bei Aktivierung der Autoclamp-Funktion wird im Rahmen eines Selbsttests die ordnungsgemäße Funktion überprüft. Bei diesem Selbsttest verifiziert die Herz-Lungen-Maschine, ob ein zum Betrieb der Klemme ausreichender Druck an der Druckluftleitung anliegt und sich die Klemme auf Befehl ordnungsgemäß öffnet und schließt. Bei einem Scheitern dieses Selbsttests wird die Autoclamp-Funktion nicht aktiviert und der Anwender über die Fehlfunktion informiert. Ist die Autoclamp-Funktion aktiviert, wird die Autoclamp-Klemme je nach Konfiguration bei verschiedenen von der Herz-Lungen-Maschine registrierten Ereignissen (geringer Fluss, retrograder Fluss, Leerlauf der Pumpe und Anhalten der Pumpe) automatisch geschlossen. Sollte der Druck der Druckluftzufuhr unter den Mindestbetriebsdruck von 379 kPa abfallen, wird ein Alarm ausgelöst.

Bei der Medtronic BioConsole 560 erfolgen Konfiguration, Test und Aktivierung des Autoclamp-Systems auf vergleichbare

Spezifikationen	
Zulässige Schläuche für die arterielle Leitung	PVC-Schlauch, 9,5 mm (3/8") Innendurchmesser x 2,4 mm (3/32") PVC-Schlauch, 6,4 mm (1/4") Innendurchmesser x 1,6 mm (1/16")
Erforderliche Druckluftzufuhr	379 bis 689 kPa (55 bis 100 psi)
Klemmkraft	14,5 kg (32 lbs)
Ansprechzeit der Autoclamp-Klemme	100 Millisekunden
Leistungsaufnahme	2,4 Watt (geöffnete Klemme, Dauerbetrieb)
Gewicht	Autoclamp-Klemme: 0,45 kg Schnittstellenmodul: 0,8 kg
Abmessungen	Autoclamp-Klemme: 9,5 cm x 6,5 cm x 5,0 cm Schnittstellenmodul: 15,5 cm x 17,0 cm x 4,5 cm

Tab. 1: Spezifikationen

Weise. Bei diesem System kann die Autoclamp-Funktion so konfiguriert werden, dass die Autoclamp-Klemme automatisch geschlossen wird, wenn das System einen retrograden Fluss oder ein Anhalten der Pumpe registriert.

Sollte sich die Autoclamp-Klemme während eines Eingriffs irrtümlich schließen, kann sie durch den Anwender manuell wieder geöffnet werden. Ist die Autoclamp-Funktion deaktiviert, steht die Autoclamp

offen und wird durch keines der vom System registrierten Ereignisse geschlossen.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Das Medtronic Sicherheitssystem für das automatische Abklemmen der arteriellen Leitung bringt die Sicherheit des Patienten einen weiteren Schritt nach vorn und demonstriert das beständige Engagement von Medtronic, seinen Kunden stets nur die besten und sichersten Produkte zu bieten.

*Automatische Schlauchklemmen werden neben der „Autoclamp“ von Medtronic auch von sämtlichen gängigen Herstellern von Herz-Lungen-Maschinen wie Maquet Cardiopulmonary, der Sorin Group und Terumo angeboten. Hierbei gibt es Klemmen, die speziell für den Betrieb in arteriellen oder venösen Linien gedacht sind.*

*Die Klemmenstellung der automatischen arteriellen Klemme der Sorin Group wird anders als bei der „Autoclamp“ durch einen Motor mit entsprechender Gewindespindel realisiert und ermöglicht Reaktionszeiten von 300–400 ms.*

*Venöse Klemmen, von Maquet Cardiopulmonary oder Terumo, sind als Drosselklemmen konzipiert. Hier wird ein Stempel in der Klemme über einen Schrittmotor bewegt und über ein zentrales Bedienungsfeld gesteuert. Der Öffnungsgrad der Klemme, d. h. die verbleibende Durchtrittsöffnung, wird in Prozent auf dem Bedienungsfeld angezeigt.*

*Die Redaktion*



# Bücherjournal



## **Duden – Das Fremdwörterbuch**

9., aktualisierte Auflage

Dudenverlag Mannheim, Leipzig, Wien,  
Zürich 2007

ISBN-10: 3-411-04059-9

ISBN-13: 978-3-411-04059-9

1.104 Seiten, gebunden

Ladenpreis 21,95 € [D]; 22,60 € [A];  
38,60 CHF

### *Buch plus CD-ROM*

für Windows, Mac OS X und Linux

ISBN-10: 3-411-71633-9

ISBN-13: 978-3-411-71633-9

Ladenpreis 27,95 € [D]; 28,80 € [A];  
51,40 CHF

CD-ROM für Windows, Mac OS X und  
Linux (Office-Bibliothek)

ISBN-10: 3-411-06596-6

ISBN-13: 978-3-411-06596-7

Ladenpreis (unverbindliche Preisempfehlung):

19,95 € [D]; 20,70 € [A]; 36,80 CHF

Das „Fremdwörterbuch“ von Duden ist in 9., aktualisierter Auflage auf der Basis der seit August 2006 verbindlichen Rechtschreibregeln erschienen.

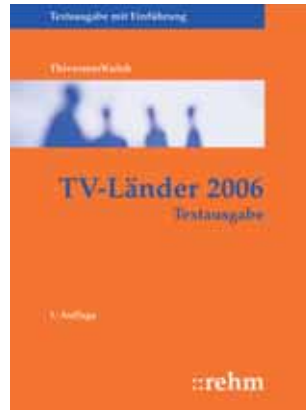
Mit etwa 55.000 Stichwörtern und über 400.000 Angaben zu Bedeutung, Aussprache, Grammatik, Herkunft, Schreibvarianten und Worttrennungen bietet der Fremdwörter-Duden einen umfassenden Überblick über das aktuelle und traditionelle Fremdwortgut in der deutschen Gegenwartssprache. Unentbehrlich für alle, die Fremdwörter richtig verstehen und gebrauchen wollen.

Neu aufgenommen wurden Wörter wie beispielsweise Blog, Internetauktion, MP3-Player, Open-Source-Software, Public Viewing, Sudoku und USB-Stick. Neben den rund 160 Infokästen zu wichtigen

Wortbildungselementen (z. B. geo.../hyper.../...metrie) finden sich in dem Standardwerk grafisch hervorgehobene Suchhilfen, die an den Stellen im Alphabet, wo erfahrungsgemäß bestimmte Wörter fälschlicherweise gesucht werden, auf die korrekte Schreibweise verweisen. Akquirieren beispielsweise wird häufig unter „aq...“ gesucht. Hier gibt der Fremdwörter-Duden den Hinweis auf die richtige Schreibweise mit „ak...“. Darüber hinaus enthält das „Fremdwörterbuch“ von Duden aufschlussreiche, in das Wörterverzeichnis eingestreute Sonderkapitel zu Geschichte, Funktion und Gebrauch des Fremdwortes in der deutschen Sprache.

Wer die über 2 kg schwere gedruckte Ausgabe scheut, kann auf die digitalen Versionen des Fremdwörter-Dudens zurückgreifen. Zu den natürlichsprachlichen Audiofiles zählen Vertonungen von Stichwörtern wie Ciabatta, Handheld oder UNIX sowie zu Wörtern, die unterschiedlich ausgesprochen werden können, wie beispielsweise Audit und Magenta.

Gunter Morche, Hamburg



## **TV-Länder 2007**

R. Thivessen, S. Kulok

Rehm, Verlagsgruppe Hüthig Jehle Rehm,  
2007

ISBN 978-3-8073-2341-1

576 Seiten, kartoniert

Preis: 22,80 €

Seit einem Jahr gilt für viele Kolleginnen und Kollegen aus dem öffentlichen Dienst mit dem TV-L ein neuer Tarifvertrag. Dieser brachte viele neue Regelungen und Vorschriften mit sich. Zusätzlich gibt es weitreichende Änderungen hinsichtlich der Arbeitszeit, niedergeschrieben im Arbeitszeitgesetz. Leider ist jedoch kaum jemand

in der Lage, sich in den neuen rechtlichen Grundlagen zurechtzufinden. Fragen zu Eingruppierung und Bezahlung, Arbeitszeit und Urlaubsanspruch bleiben oft unbeantwortet.

Aus diesem Grund ist die Textausgabe TV-Länder 2007 ein nützliches Hilfsmittel für alle, die Regelungen rund um den TV-L schnell und zielgerichtet nachschlagen wollen. Sie enthält die Tarifverträge für die Beschäftigten der Länder, einschließlich der Regelungen für Ärzte an Universitätskliniken, sowie die zugehörigen Überleitungs-Tarifverträge. Außerdem beinhaltet die Textausgabe alle relevanten Tarifverträge, die in der alten Form weiter bestehen, und die einschlägigen arbeitsrechtlichen Gesetze, darunter das Arbeitszeitgesetz, das Teilzeit- und Befristungsgesetz und das Entgeltfortzahlungsgesetz.

Der Band ist durch das Inhaltsverzeichnis sowie durch ein ergänzendes Stichwortverzeichnis gut erschlossen, so dass spezielle Regelungen leicht aufgefunden werden können. Die Kopfzeile auf jeder Seite hilft bei der Orientierung.

Ein nützliches Nachschlagewerk für alle, die sich nicht nur auf die Auskünfte von Personalverwaltung oder Personalvertretung verlassen, sondern sich selber über ihre tarifvertraglichen und arbeitsrechtlichen Regelungen informieren möchten.

Thomas Leusch, Düsseldorf

# Der räumliche Blick ins Herz – schmerzlose und präzise Untersuchung mit 3-D-Echokardiographie

Am Herzzentrum Göttingen gibt es seit Ende 2006 eine innovative Methode zur Untersuchung von Kinderherzen: Die sog. 3-D-Echokardiographie – eine neue Ultraschalltechnik – ermöglicht jetzt den räumlichen Blick ins Herz. Vorteile: Die Kinderkardiologen können sich das Organ als bewegliches Modell aus jeder Perspektive anschauen und sogar Querschnitte erstellen. Angeborene Klappenfehler oder Defekte in den Herzscheidewänden werden so exakt dargestellt. Einzigartig dabei: Die Herzaktivitäten kommen als bewegte Bilder auf den Bildschirm. Die neue Technik ermöglicht deshalb eine weitaus präzisere Diagnostik und eine bessere Therapieplanung als ihr zweidimensionaler Vorgänger. Für die kleinen Patienten ist sie schmerzfrei und oft sogar spannend: Über einen Monitor können sie während der Untersuchung

ihr schlagendes Herz bestaunen oder aber einfach einen Kinderfilm ansehen.

Die 3-D-Echokardiographie wird am Herzzentrum Göttingen bei Kindern mit angeborenen Herzfehlern angewendet. Invasive Herzkatheteruntersuchungen werden dank der neuen Technik häufig überflüssig. Auch Herz-Ultraschalluntersuchungen durch die Speiseröhre, zum Beispiel bei Herzklappenfehlern, sind in Zukunft nicht mehr im gewohnten Umfang erforderlich. Die neue Methode gewährt einen optimalen Einblick in alle Bereiche des Herzens. Da es keine Strahlenbelastung für die Patienten gibt, kann die Ultraschalluntersuchung außerdem bei Bedarf auch wiederholt werden.

Die neue Technik stellt nicht nur Struktur und Volumen, sondern auch die Funktion des Herzens genau dar. Dies ist zum Beispiel wichtig, wenn die Pumpleistung

durch eine angeborene Muskelerkrankung oder eine Herzmuskelschwäche beeinträchtigt ist. Das Ultraschallgerät bildet dabei ein detailgetreues, pumpendes Modell der Herzkammern ab. Die Kinderkardiologen sehen, wie viel Blut aus den Kammern in den Körper gepumpt wird und wie leistungsstark das Organ ist.

In Zukunft wollen die Ärzte am Herzzentrum Göttingen die 3-D-Echokardiographie auch zur Diagnose von Herzfehlern bei ungeborenen Kindern einsetzen. So können sie die betroffenen Eltern besser beraten und die notwendige medizinische Versorgung schon rechtzeitig vor der Geburt planen.

Dr. Verena Gravenhorst,  
Prof. Dr. Thomas Paul  
Göttingen

## Herzforschung: Neuartiger Test macht Tierversuche überflüssig

Ein Team von Wissenschaftlern aus Biologie und Informatik der Hochschule Darmstadt hat einen neuartigen Test entwickelt, der die Forschung an Herzmedikamenten verbessern soll. Der „Myocardial Activity Test“ ermöglicht es, die Wirkung von Stoffen mit herzscheidender und -schützender Wirkung auf Herzmuskeln zu testen. Das Besondere dabei: Dieser Test kommt völlig ohne Tierversuche aus. Dafür werden künstliche Mäuse-Herzmuskel eingesetzt, die aus Stammzellen erzeugt werden. Durch eine in den Test integrierte Bilderkennungssoftware wird zudem die Auswertung der Reaktionen des Herzmuskels einfacher und umfassender möglich als bisher. Hoch interessant könnte dies für Hersteller von Herzpharmaka werden. Sie müssen ihre Medikamente mehrjährigen Wirksamkeits- und Verträglichkeitsprüfungen unterziehen, bevor diese auf dem deutschen Markt zugelassen werden. Bisher wurden dafür in der Regel auch Tierversuche durchgeführt.

Für den Test werden aus frei verfügbaren embryonalen Mäuse-Stammzellen in einem speziellen Verfahren der Gewebezüchtung („tissue engineering“) Mäuse-Herzmuskeln herangezüchtet. Das dauert etwa zehn Tage. Den schlagenden Herzmuskeln werden dann unter Beobachtung einer Kamera Testsubstanzen hinzugegeben und die Reaktionen bildanalytisch erfasst.

Bei der Untersuchung zeigen die untersuchten Mäuse-Herzmuskel im Mikroskop verschiedene Reaktionsarten auf die Hinzugabe von Testsubstanzen. Dazu gehören etwa Veränderungen der Schlagfrequenz und -geschwindigkeit. Diese Reaktionen sind jedoch sehr vielfältig und aufgrund ihrer feinen Unterschiede kaum mit dem bloßen Auge wahrnehmbar, geschweige denn zu interpretieren.

Um die Auswertung dennoch zu ermöglichen, entwickelte man ein Bilderkennungsprogramm, das die Reaktionen der gezüchteten Herzmuskel mittels der einge-

setzten Kamera präzise aufzeichnet und in Echtzeit auswertet. Das bedeutet, dass die Wirkung der Substanz dem Wissenschaftler sofort auf dem Monitor angezeigt wird. Dabei wertet das Programm Bewegungen mit Algorithmen aus, die ursprünglich in der Analyse von Straßenverkehr eingesetzt wurden. Das Programm wertet beispielsweise Schlagfrequenz und Kontraktionsgeschwindigkeit der untersuchten Muskeln aus und erstellt Statistiken über Trends der Wirkung. Erkennbar wird dadurch etwa eine Abnahme der Schlagfrequenz des Muskels innerhalb eines Untersuchungszeitraums von bis zu einigen Tagen. Durch den Einsatz der Software können zeitgleich mehrere Proben getestet werden.

Martin Wunderlich,  
Hochschule Darmstadt

# Herzklappen- implantation am schlagenden Herzen

Weltweit erstmalig wurde in der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie am Deutschen Herzzentrum München eine CoreValve-Aortenklappe erfolgreich über die Herzspitze eingesetzt. Das Team um die Herzchirurgen Prof. Dr. Rüdiger Lange und Prof. Dr. Robert Bauernschmitt operierte am 26. 6. 2007 zwei Patientinnen mit einem revolutionären, minimal-invasiven Verfahren, bei dem eine Stilllegung des Herzens und ein Anschluss an die Herz-Lungen-Maschine nicht mehr notwendig ist. Die Dauer des Eingriffes ist damit wesentlich kürzer und die Operation deutlich schonender als konventionelle Verfahren.

„Insbesondere für ältere Hochrisikopatienten, bei welchen die herkömmliche Operation nicht indiziert ist, eröffnet diese Methode ganz neue Therapiemöglichkeiten“, erläutert Prof. Dr. Rüdiger Lange, Direktor der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie. Für die 87-jährige Patientin wäre ein Eingriff am offenen Herzen unter Einsatz der Herz-Lungen-Maschine zu riskant gewesen, da bei ihr noch weitere Begleiterkrankungen vorlagen. Bei dem neuen Verfahren, der so genannten transapikalen Implantation, wird die Herzspitze lediglich über einen kleinen Hautschnitt im Rippenbereich freigelegt. Über ein spezielles Ballonkathetersystem erweitern die Chirurgen zunächst den Bereich der alten, durch Kalk und Ablagerungen verengten Herzklappe. Anschließend wird die neue Aortenklappe über den Katheter in diese Position vorgeschoben, wo sie sich von selbst entfaltet. Die Klappenimplantation wird unter ständiger Ultraschall- und Röntgenkontrolle durchgeführt und dauert nur wenige Minuten.

Eine weitere Möglichkeit, eine defekte Aortenklappe am schlagenden Herzen zu ersetzen, stellt der transfemorale Zugang dar. Hier ist lediglich die Punktion eines Leistengefäßes notwendig; über die Arteria femoralis wird der Katheter über den Aortenbogen bis in die linke Herzkammer vorgeschoben. Diese Methode wandten die Münchner Chirurgen am gleichen Tag erfolgreich bei einer 73-jährigen Patientin an.

Dipl.-Psych. Ulrike v. Wolffersdorff,  
München

## Boston Scientific – vom Pionier zum Marktführer

Boston Scientific wurde 1979 – natürlich in Boston – gegründet. Damals startete das Unternehmen mit 38 Mitarbeitern, heute erwirtschaften von Natick, Massachusetts, USA, aus ca. 29.000 Angestellte weltweit einen Umsatz von 7,8 Mrd. US-Dollar.

Die Entwicklung von lebensrettenden Medizintechnologien stand von Anfang an im Vordergrund. So bietet Boston Scientific ein umfangreiches Spektrum an innovativen Produkten, Technologien und Dienstleistungen – insbesondere in der interventionellen Kardiologie und im Bereich der Herzrhythmusstörungen.

Im April 2006 hat die Boston Scientific Corporation die Guidant Corporation erworben. In Deutschland wurde die Guidant GmbH mit der Boston Scientific Medizintechnik GmbH verschmolzen, die Niederlassungen Ratings und Gießen blieben bestehen.

Der ehemalige Guidant-Bereich kann auf fast 30 Jahre Entwicklung von bahnbrechenden ICD-Technologien zurückblicken: Bereits 1980 wurde der erste automatische implantierbare Defibrillator (AICD) bei einem Menschen eingesetzt. Durch die Implantation einer endokardialen Defi-Elektrode konnte ab 1988 eine damit verbundene Thorakotomie vermieden werden. 1997 kam der Zweikammer-ICD, 1999 das implantierbare Herzinsuffizienz-Therapie-system CRT-D auf den Markt.

Wir sprachen mit Herrn Udo Scheiner, Geschäftsführer, und Herrn Dr. Stefan Thamasett, Leiter medizinische Beratung und Marketing.

**KARDIOTECHNIK:** Herr Scheiner, durch die Verschmelzung von Guidant mit Boston Scientific verschwand ein altbekanntes und eingeführtes Unternehmen vom Markt. Was war der Grund für diese Transaktion?

**Boston Scientific:** Seit einigen Jahren schon sind verstärkt immer mehr Fusionen in der Medizintechnik zu beobachten und wir erwarten im Übrigen, dass sich dieser Trend auch in Zukunft fortsetzen wird. Dies

gilt besonders für börsennotierte Unternehmen im Hightech-Bereich. Als den Aktionären von Guidant ein guter Preis geboten wurde, fast 27 Mrd. US-Dollar, konnte die Übernahme besiegelt werden. Gleichzeitig war es für Guidant eine attraktive Möglichkeit, zu einem starken Partner wie Boston Scientific hinzuzustoßen, um das bereits bestehende sehr breite Technologie- und Serviceangebot von Boston Scientific perfekt zu ergänzen und abzurunden.

**KT:** Welche Veränderungen in den Bereichen Produkt und Vertrieb haben Sie bei Guidant vorgenommen?

**BS:** Weitgehend ist alles beim Alten geblieben, vor allem aus Sicht unserer Kunden. Niemand musste sich z. B. auf neue Bestellprozesse oder Mitarbeiter einstellen. Auch die Geschäftseinheit von Guidant operiert genauso wie vorher. Allerdings wurden Synergien aus der Verschmelzung genutzt und Ressourcen gebündelt.

**KT:** Aus Ihrem Kardio-Programm wäre für unsere Leser vor allem das Herzrhythmusmanagement von Interesse. Bitte geben Sie uns einen kurzen Produktüberblick.

**BS:** Im Wesentlichen sind es im genannten Bereich drei Produktlinien, und zwar die Herzschrittmacher, die implantierbaren Defibrillatoren und die biventrikulären Stimulationsgeräte für die kardiale Resynchronisationstherapie. In allen Bereichen bieten wir innovative Produkte in unterschiedlicher Ausführung an: Einkammer- und Zweikammergeräte mit umfassenden Programmiermöglichkeiten zur optimalen Patientenversorgung.

**KT:** Welche Defis bzw. Schrittmacher wären besonders hervorzuheben?

**BS:** Bei den Defis ist es unser VITALITY EL. „EL“ steht für „Extended Life“ und weist auf die hohe, deutlich über dem Standard liegende Batterielaufzeit hin. Das bedeutet für die Patienten weniger OPs zum Aggregatwechsel und damit weniger operative Risiken, was letztlich auch die Ge-

sundheitsbudgets entlastet. Die normalen Laufzeiten von VITALITY EL liegen bei bis zu 9 Jahren, üblich sind bei vergleichbaren Produkten ca. 6 Jahre.

Bei unseren Schrittmachern, wie z. B. dem INSIGNIA ULTRA, sind die besonderen programmierbaren Funktionen und vor allem die Sicherheitsfunktionen hervorzuheben. Sie messen beispielsweise die notwendige Energie, um das Herz zum Schlagen anzuregen. Sollte es hier zu Veränderungen kommen, passt der Schrittmacher seine Leistung exakt an und reduziert das Risiko für den Patienten auf ein Minimum.

**KT:** Haben Sie für 2008 vorgesehen, neue Produktentwicklungen zu präsentieren?

**BS:** Ja, im Bereich Schrittmacher stellen wir eine neue Produktfamilie mit Namen ALTRUA\* vor, die in ihren Leistungsmerkmalen gestaffelt ist. Bei den neuen Technologien wird u. a. das Batteriemangement weiter optimiert, so dass die Gerätelauzeiten weiter verlängert werden. Neueste Studien haben auch ergeben, dass zu häufiges Stimulieren für den Patienten auch kontraproduktiv sein kann. Unsere neuen Geräte sind daher mit neuen Algorithmen ausgestattet, die nur dann stimulieren, wenn es für den Patienten notwendig ist. Da das Aggregat dadurch auch weniger Energie verbraucht, wirkt sich dies positiv auf die Laufzeit aus.



LIVIAN und CONFIENT – die neueste CRT-D- und ICD-Generation von Boston Scientific

Weiter bekommen wir die neue Defi-Generation CONFIENT, die auf Stimulationsoptimierung fokussiert ist und über eine innovative Batterietechnologie verfügt. Diese führt zu einer langen Lebensdauer der Aggregate mit gleichbleibender Ladezeit der Kondensatoren.

Ähnliches bieten wir mit unseren neuen biventrikulären Aggregaten, genannt LIVIAN. Diese zeichnen sich auch durch eine besonders hohe Schockenergie aus, die abgegeben werden kann, ohne Batterielaufzeit einzubüßen. Die Sicherheit für den Patienten wird dadurch weiter gesteigert.

Für den Bereich der linksventrikulären Stimulation ergänzen wir unser Sondenprogramm mit einer noch flexibleren Sonde, die spiralförmig fixiert werden kann. Sie heißt ACUITY SPIRAL\* und sorgt für eine sichere Verankerung in besonders engen Blutgefäßen.

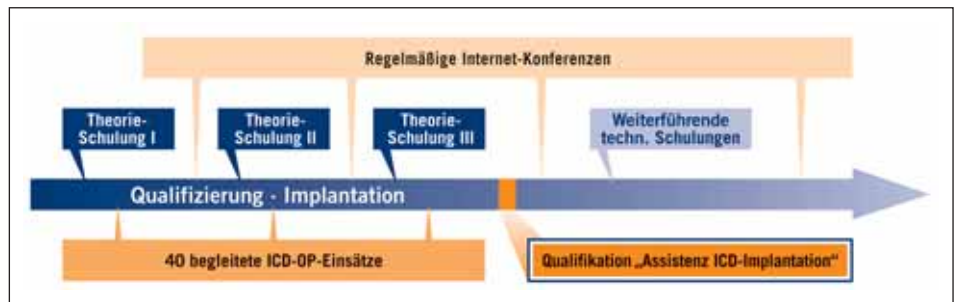
In der zweiten Jahreshälfte 2008 können unsere Kunden komplett neue Aggregatfamilien erwarten. Denn die Programmierfunktionen der jetzigen Schrittmacher sind ausgereizt, eine neue Plattform für weitere Funktionen ist nötig. Die neuen Geräte werden fernprogrammierbar sein, d. h. es muss nicht mehr ein Programmierkopf auf den Patienten gelegt werden, um mit dem Gerät in Kontakt zu kommen. Es genügt ein Abstand von 10 m zum Abfragegerät, was große Vorteile und Zeitersparnis für die Implantation und die Nachsorge bringt. Allein die Geschwindigkeit der Programmierung und Abfrage wird sich um ein Vielfaches erhöhen.

Weiter werden wir auf einen neuen Industriestandard setzen, auf den sich die Cardiac-Rhythm-Management-Industrie geeinigt hat. So wird künftig nur noch mit einem Stecker zwischen Aggregat und Sonde konnektiert.

Zum Schluss unserer Neuheitenvorstellung möchte ich ein neues Home-Monitoring-Programm – LATITUDE genannt – erwähnen. Damit ist jederzeit eine Online-Abfrage möglich, wozu der Patient zu Hause einen Transmitter an sein Telefon anschließt. Neben vielen anderen Vorteilen reduzieren sich durch die Telemetrie vor allem die Gesamtkosten des Patientenmanagements.

**KT:** Welches Produktprogramm im Bereich Herz bietet Boston Scientific noch an?

**BS:** Hier ist vor allem unser komplettes Produktportfolio für die interventionelle Kardiologie (PTCA) zu nennen. Dazu gehören z. B. die koronaren beschichteten Stents TAXUS Liberté und Promus so-



Qualifizierungsprogramm für Assistenzpersonal: Implantation ICD und Herzschrittmacher

wie die Ballonkatheter MAVERICK und APEX. Mit diesen Produkten sind wir seit Jahren führend im Markt.

**KT:** Zur Förderung der medizinischen Forschung hat Ihr Unternehmen zahlreiche Studien initiiert. Welche sind im Bereich Herzrhythmusmanagement besonders erwähnenswert?

**BS:** Guidant war seinerzeit Wegbereiter für die Studien MADIT I und MADIT II. Es konnte damit der Nachweis der Indikation erbracht werden, welcher Patient von einem Defi profitiert. Beide Studien haben die Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie sowie der europäischen und amerikanischen Gesellschaften geprägt.

Für den Bereich biventrikuläre Stimulation möchte ich die COMPANION-Studie erwähnen. Sie hat u. a. die Frage geklärt, dass diese Stimulationsform nicht nur eine reine Maßnahme zur Verbesserung der Lebensqualität ist, sondern auch die Sterblichkeit um 36 % verringert.

Weiter sind zwei aktuelle deutsche Register interessant: „CRediT“ im Bereich biventrikuläre Stimulation mit über 3.000 Patienten hatte die Aufgabe, die aktuelle Versorgungslage zu evaluieren, d. h. welche Patienten müssten mit Aggregaten versorgt werden und welche erhalten tatsächlich ein Gerät. Das Ergebnis ist ernüchternd: 88 % werden nicht versorgt.

Für die Defi-Therapie wurde das Register „PreSCD“ mit > 10.000 Patienten durchgeführt. Auch hier zeigte sich in Deutschland eine Unterversorgung von 76 %.

**KT:** Für die Qualifizierung der Klinikmitarbeiter betreiben Sie in Deutschland ein eigenes Institut. Bieten Sie auch Aus- und Fortbildung für Kardiotechniker?

**BS:** Unser „Institute for Therapy Advancement“ betreibt in Deutschland die Aus- und Weiterbildung von ärztlichem und nichtärztlichem Personal auf neutraler Basis und weit über die reine Produktinformation hinaus. Neu im Institutsprogramm

sind die Qualifizierungsprogramme für Kardiotechniker und Assistenzpersonal. Es erfolgt eine Ausbildung zur Assistenz bei einer ICD-Implantation, die das Einmessen der Sonden, das Programmieren der Aggregate und das Bereitstellen des erforderlichen Materials beinhaltet. Diese aufwendige Ausbildung erstreckt sich über 12 Monate und umfasst neben der theoretischen Ausbildung mindestens 40 begleitende OP-Einsätze während ICD-Implantationen. Nach striktem Curriculum und erfolgreicher Prüfung kann der Kardiotechniker sicher mitimplantieren. Auch für die Nachsorge-Programmierung bieten wir Kardiotechnikern jetzt eine sechsmonatige Qualifizierung an.

**KT:** Im Zuge der Unternehmensverschmelzung ist nach Ihrer Aussage ein vergrößertes Angebot an Serviceleistungen entstanden. Könnten Sie dies bitte konkretisieren?

**BS:** Als Beispiele möchte ich das oben genannte Ausbildungsinstitut sowie eine spezielle Abteilung nennen, die sich mit gesundheitsökonomischen Themen befasst – HEGA, Health Economics and Government Affairs. Unsere Spezialisten beraten hier die Kliniken zu allen Fragen der Kostenerstattung und dem Reimbursement-System. Noch zu erwähnen ist unser über zwei Jahre laufendes Fellowship-Programm zur elektrophysiologischen Ausbildung von jungen Ärzten. Fazit: Nach der Verschmelzung ist Boston Scientific auch im Bereich Service marktführend in der Medizintechnik.

**KT:** Vielen Dank für das Gespräch.

Interview: Gunter Morche, Hamburg

\*Derzeit noch ohne CE-Zeichen.

# Kongressnotizen

## 20. Tagung des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Kardioanästhesie, 16.–17. November 2007, Fulda

Ein Ruf ging aus von dieser Jubiläumstagung, ein Ruf nach mehr und besserer Kommunikation nicht nur zwischen Kardioanästhesisten und Kardiochirurgen, sondern auch zwischen Kardioanästhesisten und Kardiotechnikern – ein Ruf, der von Einzelnen schon gehört wurde. Doch der Reihe nach:

Gegründet am 18. September 1987, feierte der Wissenschaftliche Arbeitskreis (WAK) Kardioanästhesie mit dieser Tagung im Hotel und Kongresszentrum Esperanto in Fulda sein 20-jähriges Bestehen. Aus kleinsten Anfängen heraus – ganz so wie unsere Gesellschaft – entwickelte sich unter dem Dach der Deutschen Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin (DGAI) ein überaus reger Arbeitskreis, zu dessen Herbsttagung im Jubiläumsjahr sich fast 160 Teilnehmer anmeldeten.

Die Themen reichten von Sicherheit, Fehlermanagement und Qualitätssicherung in der Anästhesie über intraoperatives Monitoring und 3-D-TEE bis hin zu perioperativer Gerinnung. Sie wurden gestaltet durch geladene Referenten aus dem Kreis der Kardioanästhesisten, mit breitem Raum für eine wirkliche Diskussion. Hinzu kam eine wunderbar launige Betrachtung zur ewigen Kontroverse hypothermer oder normothermer EKZ. Dr. Sabine Himmelseher von der Anästhesie des Klinikums rechts der Isar in München ging diese Frage mit Blick auf

das Gehirn an, Prof. Andreas Markewitz, Chefarzt der Herzchirurgie am Bundeswehrzentral Krankenhaus Koblenz, mit Blick auf das Herz. Seine Aussage war: Custodiol bei allen komplexen Eingriffen, ansonsten kontinuierliche normotherme retrograde Blutkardioplegie.

Eine Posterausstellung gehörte zum zweiten Mal zum Programm. Nachahmenswertes Detail: Jeder Tagungsteilnehmer erhielt bei der Anmeldung einen Stimmzettel und durfte die seiner Meinung nach besten drei der insgesamt 15 gezeigten Poster ankreuzen. Die drei Poster mit der höchsten Stimmzahl wurden in der letzten Sitzung am Samstag dann im Kurzvortrag mit vier Dias mündlich präsentiert. Dabei belegte den ersten Platz: „Entwicklung eines minimierten EKZ-Systems nach klinikspezifischen Aspekten“ von Christoph Lipps und Frank Born aus der Kardiotechnik des Herzzentrums Bodensee! Kollegen, die in Frankenthal dabei waren, werden sich sicher an den Vortrag erinnern.

Trainings am Simulator rundeten das Programm ab, und hier war, neben den Simulatoren „TEE“ und „Schwierige Intubation“ auch wieder die Kardiotechnik präsent: Prof. Haimerl von der Fachhochschule in Villingen-Schwenningen präsentierte mit ehemaligen Schülern, die heute als Kollegen in Freiburg und in Konstanz arbeiten, seinen EKZ-Simulator – als Au-



*Reger Besuch am EKZ-Simulator. Gerade werden zwei Anästhesisten eingewiesen. Gleich wird der erste an der HLM Platz nehmen und die Perfusion starten: „Fertig zum partiellen Bypass!“*

ßer-Haus-Einsatz auch für ihn eine Premiere. Dankbar nahmen die Anästhesisten das Angebot an, einmal selbst „an der Maschine“ zu sitzen und Start und Landung zu üben. Rund um den Simulator entwickelten sich dann auch spannende Diskussionen – wodurch bestätigt wurde, was der Sprecher des WAK Kardioanästhesie, PD Dr. Schirmer aus dem Universitätsklinikum Ulm, in seiner Begrüßung ansprach und was auch vom Vizepräsidenten der DGAI aufgegriffen wurde: Wir sollten mehr miteinander reden, nicht nur in den Kliniken, auch auf Tagungen, in gemeinsamen Sitzungen zum Beispiel, denn unserer aller Arbeit dient einem gemeinsamen Ziel.

Holger Zorn, Halle (Saale)

## 17. Terumo Technologie-Seminar, 29. 11.–1. 12. 2007, Fleesensee/Mecklenburg-Vorpommern

Wo, um Himmels willen, liegt der Fleesensee? Für die Teilnehmer und Referenten des 17. Terumo Technologie-Seminars war es kein Problem, den Weg zur Mecklenburgischen Seenplatte unweit von Waren/Müritz zu finden – alle sind wohlbehalten eingetroffen.

In der bewährten Tradition der Terumo-Seminare der vergangenen Jahre bot sich den 87 Teilnehmern ein breitgefächertes Themenspektrum zu Neuheiten in der klinischen Forschung sowie der Produktent-



wicklung in der Herz- und Gefäßchirurgie. Es würde den verfügbaren Rahmen sprengen, alle Referate und Referenten zu nennen. Neben der Vorführung der weiter-

entwickelten Herz-Lungen-Maschine Terumo Advanced Perfusion System 1 und der Vorstellung des Duraheart™ Linksherzunterstützungssystem von Terumo Heart Inc. seien daher nur einige Vorträge stellvertretend genannt.

Am ersten Veranstaltungstag referierte Dr. C. Stamm, Deutsches Herzzentrum Berlin, über aktuelle Forschungsergebnisse und die Möglichkeit einer praktischen Anwendung der kardialen Zelltherapie. Der folgende Beitrag von Dr. M.

Schulz von der Firma GAMPT mbH zum Thema Luftblasenmessung im extrakorporalen Kreislaufsystem dürfte sowohl für klinisch- als auch forschungsinteressierte Teilnehmer wertvoll gewesen sein, da das neue BCC200-Gerät von GAMPT in Deutschland zurzeit als technologisch führend in der Luftblasenmessung gilt und somit von einem Großteil der Kliniken zu Forschungszwecken eingesetzt wird.

Zum Abschluss des ersten Seminartags fasste Dr. E. Bruckenberger, Medizinische Hochschule Hannover, die Ergebnisse der neuesten Auflage des Herzberichts zusammen. Das von Dr. Bruckenberger herausgegebene Standardwerk der statistischen Erfassung der Kardiologie und der Herzchirurgie in Deutschland, Österreich und der Schweiz gibt ausführliche Informationen zu Fallzahlen und Operationstypen

und zeigt Trends in Behandlungstechniken und Demografik.

Am Freitagvormittag lag der Schwerpunkt auf der inzwischen etablierten Technologie des minimierten Kreislaufunterstützungssystems. Zwei Referenten der Medizinischen Hochschule Hannover, Dr. I. Kutschka und Dr. M. Winterhalter, berichteten aus der Sicht eines Chirurgen bzw. Anästhesisten von den Erfahrungen der letzten zwei Jahre mit dem ROCsafe™ Mini-System von Terumo. Danach stellte Dr. A. Becker das ROCsafeRX der neuesten Generation vor. Anschließend referierte A. Bauer vom Herzzentrum Coswig über Erfahrungen mit dem Produkt eines Mitbewerbers aus der Warte des Kardiotechnikers.

Der Nachmittag bot ebenfalls eine abwechslungsreiche wissenschaft-

liche Themenvielfalt. Den Anfang machte A. K. Walter von der ProDIA-KO gGmbH mit einigen Erläuterungen zu den zu erwartenden Änderungen in der Krankenhausentgeltfinanzierung. Dann zeigte Dr. H. Mair von Schön-Kliniken GmbH den entscheidenden Einfluss des Patienten auf seine Langzeitüberlebenschancen im Zusammenhang mit der INR-Selbstbestimmung nach einem Klappenersatz. Als Matthias Feudtner von der Geschäftsleitung Terumo Deutschland das Schlusswort sprach, hatten sich alle Beteiligten das Abendessen mit anschließender Feier redlich verdient.

Elke Bednar, Terumo, Eschborn  
Gunter Morche, Hamburg

## Anwenderforum MEDOS Medizintechnik AG, Antikoagulations-Management von Langzeit-ECLS, 29.–30. November 2007, Frankfurt/Main

Nach mehreren Jahrzehnten klinischer Erfahrung in der extrakorporalen Lungenunterstützung – 1971 wurde erstmals eine prolongierte extrakorporale Zirkulation beim Lungenversagen eines polytraumatisierten erwachsenen Patienten angewandt – zeigt sich heute mehr denn je die Komplexität dieser Thematik. Mit diesem Wissen im Hintergrund trafen sich am 29. und 30. November in Frankfurt Kardiotechniker, Herzchirurgen und Intensivmediziner zu einem Anwenderforum der Medos Medizintechnik AG. Das Programm rund um den Schwerpunkt Antikoagulation bei extrakorporalen Langzeitanwendungen bot sowohl dem theoretisch Interessierten als auch dem klinisch orientierten Anwender die Gelegenheit eines intensiven Austauschs. Aufbauend auf Grundlagenreferaten über Physiologie und Pathophysiologie der Gerinnung, stellten Kliniken aus Regensburg, Gießen, Hannover und Göttingen ihre Erfahrungen und Standards mit pulmonalen und/oder kardialen Unterstützungsverfahren vor.



*Der eher kleine Kreis des Forums*

Auf der einen Seite konnten die Teilnehmer neue Theorien der Gerinnungsphysiologie kennenlernen, auf der anderen Seite wurden ihnen thrombotische Vorgänge in extrakorporalen Systemen mit traditionellen Modellen erklärt. Eine Kooperation mit zwei weiteren Firmen aus dem Bereich der Gerinnungsdiagnostik (Lamed, München; Instrumentation Laboratory, München) zeigte, dass auch die ausrichtende Medos AG einen interdisziplinären Ansatz hatte. Einerseits wurde die Notwendigkeit von Point-of-Care-Methoden am Patientenbett offensichtlich; andererseits

vermittelte die Industrie diagnostische Möglichkeiten, die weit über Routinebestimmungen hinausgehen.

Die Vorstellung der eigenen klinischen Erfahrung zeigte, dass Standards nicht immer übertragbar sind, pragmatisch sein sollten und individuell überprüft werden müssen. Ein doch eher kleiner Kreis von 20 Personen ermöglichte einen sehr intensiven Erfahrungsaustausch, machte intensive Einwände und Fragen während der Vorträge möglich und ließ eine lockere und offene Atmosphäre aufkommen. So bekamen Neulinge zahlreiche Hilfestellungen und Altvordere konnten ihre Erfahrungen kritisch überprüfen. Dieses Treffen zeigte einmal mehr, dass die stets fragmentarisch bleibende klinische Erfahrung nur durch interdisziplinäre Zusammenarbeit erweitert werden kann.

Johannes Gehron, Gießen

# Kongressnotizen

## 17. Terumo Technologie-Seminar, 29. 11.–1. 12. 2007, Fleesensee/Mecklenburg-Vorpommern

Wo, um Himmels willen, liegt der Fleesensee? Für die Teilnehmer und Referenten des 17. Terumo Technologie-Seminars war es kein Problem, den Weg zur Mecklenburgischen Seenplatte unweit von Waren/Müritz zu finden – alle sind wohlbehalten eingetroffen.

In der bewährten Tradition der Terumo-Seminare der vergangenen Jahre bot sich den 87 Teilnehmern ein breitgefächertes Themenspektrum zu Neuheiten in der klinischen Forschung sowie der Produktentwicklung in der Herz- und Gefäßchirurgie. Es würde den verfügbaren Rahmen sprengen, alle Referate und Referenten zu nennen. Neben der Vorführung der weiterentwickelten Herz-Lungen-Maschine Terumo Advanced Perfusion System 1 und der Vorstellung des Duraheart™ Links-herzunterstützungssystems von Terumo Heart Inc. seien daher nur einige Vorträge stellvertretend genannt.

Am ersten Veranstaltungstag referierte Dr. C. Stamm, Deutsches Herzzentrum Berlin, über aktuelle Forschungsergebnisse und die Möglichkeit einer praktischen Anwendung der kardialen Zelltherapie. Der folgende Beitrag von Dr. M. Schulz von der Firma GAMPT mbH zum Thema Luftblasenmessung im extrakorporalen Kreislaufsystem dürfte sowohl für klinisch- als auch forschungsinteres-



sierte Teilnehmer wertvoll gewesen sein, da das neue BCC200-Gerät von GAMPT in Deutschland zurzeit als technologisch führend in der Luftblasenmessung gilt und somit von einem Großteil der Kliniken zu Forschungszwecken eingesetzt wird.

Zum Abschluss des ersten Seminartags fasste Dr. E. Bruckenberger, Medizinische Hochschule Hannover, die Ergebnisse der neuesten Auflage des Herzberichts zusammen. Das von Dr. Bruckenberger herausgegebene Standardwerk der statistischen Erfassung der Kardiologie und der Herzchirurgie in Deutschland, Österreich und der Schweiz gibt ausführliche Informationen zu Fallzahlen und Operationstypen und zeigt Trends in Behandlungstechniken und Demografik.

Am Freitagvormittag lag der Schwerpunkt auf der inzwischen etablierten Technologie des minimierten Kreislaufunterstützungssystems. Zwei Referenten der Medizinischen Hochschule Hannover, Dr. I. Kutschka und Dr. M. Winterhalter,

berichteten aus der Sicht eines Chirurgen bzw. Anästhesisten von den Erfahrungen der letzten zwei Jahre mit dem ROCsafe™ Mini-System von Terumo. Danach stellte Dr. A. Becker das ROCsafeRX der neuesten Generation vor. Anschließend referierte A. Bauer vom Herzzentrum Coswig über Erfahrungen mit dem Produkt eines Mitbewerbers aus der Warte des Kardiotechnikers.

Der Nachmittag bot ebenfalls eine abwechslungsreiche wissenschaftliche Themenvielfalt. Den Anfang machte A. K. Walter von der ProDIA-KO gGmbH mit einigen Erläuterungen zu den zu erwartenden Änderungen in der Krankenhausentgeltfinanzierung. Dann zeigte Dr. H. Mair von Schön-Kliniken GmbH den entscheidenden Einfluss des Patienten auf seine Langzeitüberlebenschancen im Zusammenhang mit der INR-Selbstbestimmung nach einem Klappenersatz. Als Matthias Feudtner von der Geschäftsleitung Terumo Deutschland das Schlusswort sprach, hatten sich alle Beteiligten das Abendessen mit anschließender Feier redlich verdient.

Elke Bednar, Terumo, Eschborn  
Gunter Morche, Hamburg



# Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH, Standort Gießen

## Klinik für Herz-, Kinderherz- und Gefäßchirurgie

### GESCHICHTLICHER HINTERGRUND

Universitäre Medizin in Hessen hat eine lange Tradition. Im vergangenen Jahr feierte die Justus-Liebig-Universität in Gießen 400-jähriges Jubiläum. Die Gründung der ältesten hessischen Landesuniversität im Jahr 1607 durch den Landgrafen Ludwig von Hessen-Darmstadt mit einer üblichen medizinischen Fakultät ist die geschichtliche Grundlage des heutigen Universitätsklinikums Gießen. Im Ausbau der Ludwigs-Universität bzw. Ludoviciana trat bis in das 20. Jahrhundert hinein ein Name besonders hervor: Justus von Liebig, der von 1824 bis 1852 Professor für Chemie in Gießen war, setzte durch seine wissenschaftliche Systematik internationale Maßstäbe.

Am Anfang des 20. Jahrhunderts entstand das heutige Klinikviertel. Beginnend mit dem Ersten Weltkrieg ergab sich eine tiefe Zäsur, die schließlich im Zweiten Weltkrieg 1944 in der fast vollständigen Zerstörung der Ludoviciana mündete. Nach dem Zweiten Weltkrieg – mit eingeschränktem Fächerangebot – wurde der nur noch in Rudimenten vorhandenen Universität in Anlehnung an die Tradition der Name Justus Liebig gegeben. Universitären Status erlangte sie allerdings erst 1957 wieder.

Die Chirurgie in Gießen ist untrennbar mit dem Namen Prof. Karl Ernst Vosschultes verbunden. Von 1951 an prägte er als Ordinarius die ganze Breite dieses Fachs. Die Thoraxchirurgie war ihm dabei ein besonderes Anliegen. Die Vosschulte-Plastik bei kongenitalen Aorthenisthus-

stenosen ist hierbei als Meilenstein zu erwähnen. Die Erkenntnis einer notwendigen fachlichen Konzentration machte ihn schließlich zum Geburtshelfer der 1971 entstandenen Gesellschaft für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie. Sein damaliger Oberarzt Prof. F. W. Hehrlein, der die Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie bis 2000 leitete, war einer der Gründungsmitglieder dieser Gesellschaft. In Gießen gab es damit eine der wenigen selbstständigen herzchirurgischen Abteilungen in der damaligen Zeit.

Durch eine hervorragende Kooperation mit der Abteilung Kinderkardiologie fand 1988 durch Prof. H. H. Scheld die erste Säuglingsherztransplantation in Europa in Gießen statt – dies nur drei Jahre nach Loma Linda in den USA. Bis heute ist die Kinderherzchirurgie, die nach Prof. Dapper heute durch Dr. Akintürk geleitet wird, ein Schwerpunkt dieser Klinik. Sowohl qualitative als auch quantitative Ergebnisse kinderherzchirurgischer Arbeit inklusive Transplantationen bringen diese Klinik in internationale Ränge.

### HEUTIGE KLINIK

Aufgrund der im universitären Krankenhaussektor bestehenden Finanzierungsprobleme kam es Anfang 2006 zur ersten Privatisierung zweier bereits zusammengeführter Universitätskliniken in Deutschland: Gießen und Marburg. Seitdem ist die Rhön Klinikum AG Mehrheitsgesellschafter der Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH (UKGM). Das UKGM

ist zuständig für die Krankenversorgung, während Forschung und Lehre beim universitären Fachbereich Medizin, und damit beim Land Hessen, verblieben. Um die bisherige baulich dezentrale Struktur der Klinik logistisch und medizinisch-ökonomisch effizienter zu gestalten, werden alle dezentralen Kliniken 2010 in ein im Bau befindliches Zentralgebäude zusammengeführt.

Seit Anfang 2007 leitet PD Dr. Andreas Böning kommissarisch die Klinik für Herz-, Kinderherz- und Gefäßchirurgie. 2007 fanden ca. 880 Eingriffe mit Herz-Lungen-Maschine statt; alleine 30 % (ca. 260) entfielen dabei auf kinderherzchirurgische Eingriffe. Neben zahlreichen gefäßchirurgischen Eingriffen wurden außerdem ca. 270 Schrittmacher implantiert.

### LEISTUNGSSPEKTRUM

Die Klinik deckt das gesamte Spektrum der Erwachsenen- und Kinderherzchirurgie ab. Demografisch bedingt werden bei Erwachsenen neben einer hohen Anzahl an Bypassoperationen und klappenersetzenden Eingriffen vermehrt klappenerhaltende Operationen angeboten. Auch in unserer Klinik führt der demografische Wandel zu vermehrten Kombinationseingriffen, die gepaart mit der Maze-Technik deutlich zunehmen. Neben der facettenreichen großen Aortenchirurgie nehmen Schrittmacherimplantationen und gefäßchirurgische Eingriffe einen großen Raum ein.

Die kinderherzchirurgische Breite zeigt sich in der Korrektur und/oder Palliativ-



Die Verbindung von Tradition und Moderne



on aller kongenitalen Defekte bis hin zur Versorgung mit kurz- oder langfristigen mechanischen Unterstützungssystemen (ECLS, Assist-Systeme). Das breite Spektrum, in dem die Kinderherztransplantation einen Schwerpunkt darstellt, eröffnet Kontakte und Zuweisungen, die weit über die deutschen Grenzen hinausreichen. Homografts für Ross-Operationen im Kindes- und Erwachsenenalter oder Rekonstruktionen ventrikulärer Ausflusstrakte stehen durch eine eigene Homografbank zur Verfügung.

### KARDIOTECHNIK

Das Kernteam der Kardiotechnik besteht zurzeit aus vier Mitarbeitern, die schon langjährig in der Klinik tätig sind. Seit 2004 leitet Johannes Gehron die Abteilung. Der campusmäßige Bau der Uniklinik bedingt, dass die Mitarbeiter sowohl zwei Säle im Zentralgebäude der Chirurgie als auch einen Saal in einem dezentralen, 2006 erbauten Kinderherzzentrum betreuen.

Pulmologie der Inneren Medizin erweitert wurde. In jüngerer Zeit wird außerdem die Thoraxchirurgie peri- als auch postoperativ bei Lungentransplantationen unterstützt. Somit bietet die Kardiotechnik kardiale bzw. pulmonale Unterstützungen für alle Altersgruppen an verschiedensten Stellen an. Die ECMO-Arbeitsgruppe ist außerdem als eine der wenigen Kliniken in Deutschland Mitglied in der Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) in den USA. Neben den damit verbundenen umfangreichen Qualitätssicherungsaufgaben nimmt die Kardiotechnik hier die Position eines ECMO-Koordinators wahr. Das Monitoring und insbesondere die Bewertung von hämostaseologischen Veränderungen während extrakorporaler Langzeitverfahren ist der wissenschaftliche Schwerpunkt der Kardiotechnik, der sich in zahlreichen Veröffentlichungen und Vorträgen zeigt.

Innerhalb der Herzchirurgie ermittelt die Kardiotechnik notwendige intraoperative Messwerte bei Schrittmacherimplan-

Berufspolitisch ist die Abteilung journalistisch für den Verband tätig. Neben dem Presseamt fließen Ideen auch in die Redaktion der Zeitschrift Kardiotechnik ein.

Zur Zukunftssicherung der eigenen Zunft bildet die Abteilung Praktikanten der Akademie für Kardiotechnik in Berlin aus.

### AUSBLICK

Veränderungen des chirurgischen Spektrums, dienstrechtliche Neuerungen und neue Aufgabengebiete fordern eine Abteilung heraus und erfordern vor allen Dingen eine interdisziplinäre Arbeitsweise. Gepaart mit einem offenen kommunikativen Stil und einem hohen Maß an Flexibilität hat dieser Ansatz die Anerkennung der kardiotechnischen Kompetenz innerhalb und außerhalb der Klinik ermöglicht und gefestigt. Gedankt sei allen Altvorde- ren, die dazu Grundsteine gelegt und revolutionäre Denkweisen nicht im Ansatz erstickt haben.



Das Team der Kardiotechnik (v. l. n. r.): Wilfried Fischer, Udo Klemm, Susanne Nisztuk, Johannes Gehron

Neben der reinen herzchirurgischen Versorgung mit standardisierten und modifizierten EKZ-Systemen, allen gängigen Myokardprotektionsverfahren und isolierten Perfusionen bei der großen Aorten- chirurgie sieht sich das Team auch als interdisziplinärer kardiotechnischer Dienstleister für andere Abteilungen innerhalb des Klinikums. Seit mehreren Jahren ist das Team in ein umfangreiches ECMO-Programm der Kinderkardiologie und Neonatologie eingebunden, das 2005 durch eine Kooperation mit der Abteilung

tationen; im Transplantationsprogramm ist sie bei der Organentnahme für Organisation und Organprotektion zuständig.

Die hypertherme Perfusion von Extremitäten und anderen Körperregionen mit verschiedenen Zytostatika für die Klinik für Allgemeinchirurgie nimmt derzeit zu und bereichert das Spektrum der Abteilung. Arbeitssicherheitsaspekte sowohl zum Schutz der Patienten als auch zum Schutz des Personals und nicht herzchirurgisch orientierte Themen ermöglichen eine vielfältige Sicht über den Tellerrand hinaus.

Johannes Gehron  
Universitätsklinikum Gießen und Marburg  
Klinik für Herz-, Kinderherz- und Gefäß-  
chirurgie, Gießen

# Randthemen der Kardiotechnik

In loser Reihe und kompakter Form stellen hier Kardiotechniker spezielle Arbeitsgebiete, Aufgaben, Verfahren oder Einsätze vor, die in der Regel nicht zu den allgemeinen Tätigkeiten in der Kardiotechnik gehören.

## Folge 12: Das Internationale Operationszentrum in Asmara/Eritrea

Weiß eigentlich jemand, wo die letzten 50 Bubble-Oxygenatoren hingekommen sind? Nun, ich weiß es. Lässt man ggf. noch Restbestände außer Acht, die irgendwo in der Forschung gelandet sind, kann man behaupten, dass die so ziemlich letzte Lieferung „D700 Hiflex by Dideco“ im Jahr 2002 ans Horn von Afrika ging und in das IOCCA (International Operation Centre for Children in Asmara) in die eritreische Hauptstadt Asmara geliefert wurde. Dort wurden – ganz ohne die o. g. neuzeitlichen technischen Errungenschaften – bisher über 100 erfolgreiche Kinderherzoperationen durchgeführt. Und das kam so:

### GESCHICHTE UND ENTSTEHUNG DES IOCCA

Bereits 1996 entstand beim Hammer Forum e.V., einem kleinen Ärzteverein aus Westfalen, der humanitäre Hilfe für Kinder in Entwicklungsländern leistet, die Idee, herzkrankte Kinder in Eritrea direkt vor Ort zu operieren. Grund dafür waren und sind natürlich die immensen Kosten von rund 20.000 Euro, die entstehen, wenn ein Kind für eine dringend notwendige Operation ausgeflogen, behandelt, rehabilitiert und zurückbefördert wird. Man stellte sich vor, dass ein eingespieltes Herzteam innerhalb z. B. einer Woche eine größere Anzahl von Kindern im Heimatland „direkt und vor Ort“ behandeln könnte und dass dabei kaum mehr Kosten entstünden als bei einem einzigen Kind, welches extern operiert wird.

Die Umsetzung dieser Idee gestaltete sich zunächst schwierig, doch suchte sich das Hammer Forum mit Dr. A. E. Urban, seinerzeit Chefarzt des Deutschen Kinderherzzentrums (DKHZ) in St. Augustin, einen kompetenten Partner und Berater. Mit viel Eifer, Ideen und Engagement war dadurch auch unser Kollege Jörg Bechthold (ehem. St. Augustin) „an Bord“, der die heute bestehenden kardiotechnischen Strukturen in Asmara auf den Weg brachte.

Das Hammer Forum erhielt seitens der eritreischen Regierung ein altes, ca. 20 mal 50 Meter großes Gebäude aus der Ko-

lonialzeit, welches mit Hilfe von Mitarbeitern des THW und eigenen Technikern und Bauarbeitern „auf Vordermann“ gebracht wurde. Überdies waren auch in der Bauphase schon Mitarbeiter des DKHZ mit Rat und Tat bei der Sache. So entstanden nach dem endgültigen Startschuss, der im Jahr 2000 fiel, innerhalb von zwei Jahren Bauzeit drei Operationssäle, eine 4-Bett-Intensivstation und eine 6-Bett-Intermediate-Care-Unit. Eine Narkoseeinleitung, Wasch-, Umkleide- und Lagerräume vervollständigten die „kleine Klinik unter Palmen“.

Die Sauerstoffversorgung des IOCCA, mal als Beispiel für kreative Lösungen, wurde aus einem Adapter aus Kupferrohr gelötet, der sechs große O<sub>2</sub>-Flaschen zu einem System zusammenfasst, und zwei elektrische Kompressoren sorgen für die notwendige Druckluft.

Das ganze System sieht zwar wenig vertrauenerweckend aus, mündet allerdings in normale „Typ Heyer“-Wandanschlüsse, die bis heute tadellos funktionieren. Um diese Infrastruktur später dauerhaft medizinisch auszulasten, entstanden parallel zusätzliche Kooperationen mit Orthopäden sowie Kinder- und Neurochirurgen und auch einem Team Urologen, welche in den folgenden Jahren in Asmara für das HF und die eritreischen Kinder tätig sein sollten.

Die Geräteausstattung des IOCCA kam zu großen Teilen aus dem Deutschen Kinderherzzentrum und dem Verein „Technologie Transfer Dritte Welt“, und so konnte bei der Fertigstellung im Jahr 2002 stolz folgender, nicht mehr ganz neuer,



Abb. 1: Teamleiter Dr. Johannes Kroll, Herzzentrum Duisburg, mit einheimischen und deutschen Schwestern auf der Intensivstation

aber funktionierender Gerätepark notiert werden:

Eine ausgerangierte Stöckert HLM Bj. 1986 (Vorläufer des CAPS-Systems) mit zwei Hypothermiegeräten und einem älteren Dideco Cellsaver bildeten das kardiotechnische Equipment. Da nicht viel Geld für Einmalmaterial zur Verfügung stand, konfigurierte Jörg Bechthold ein HLM-Set auf Basis des o. a. Dideco Bubble-Oxygenators, das aufgrund seiner Bandbreite und des verstellbaren venösen Revolveranschlusses tatsächlich vom kleinsten Kind bis hin zum Erwachsenen benutzt werden konnte. Nicht wirklich elegant – aber zweckmäßig und vor allem eins: preiswert.

Für die Anästhesie standen zwei Sullanarkosegeräte und zwei Siemens-Monitore SC 7000 XL bereit, und die Intensivstation konnte auf zwei Ventilatoren Servo 900C und eine bunte Mischung älterer Monitore, die ich einzeln nicht mehr zuordnen kann, zurückgreifen.

Ein fast antikes BGA-Gerät von AVL (das in Eritrea übrigens genauso selten den Status „messbereit“ anzeigte wie in Europa) komplettierte das Equipment.

Am 14. 4. 2002 war es dann so weit, und der kinderherzchirurgische Teil des IOC-

CA wurde durch Prof. Boulos Asfour und sein Team mit einer erfolgreichen PDA-Verschlossoperation eingeleitet. In dieser Woche folgten auch die ersten Operationen unter Zuhilfenahme der Herz-Lungen-Maschine mit Kardiotechniker Jörg Bechthold, die ebenfalls ohne Komplikationen verliefen. Sicher war und ist es gewöhnungsbedürftig, mit schlecht abgenommenen und fragwürdig aufbewahrten Vollblutkonserven (werden von der Familie der Kinder gespendet) zu arbeiten, und: Eine Kinder-EKZ mit einer so alten Maschine ohne Bubble- oder Niveausensor, jedoch aber mit einem unzeitgemäß großen Oxygenator zu fahren, erforderte große Erfahrung und durchgehend höchste Konzentration.



Abb. 2: Die Kardiotechniker Sven Scharlipp und Lars Mohrenstecher (l.), Herzzentrum Duisburg, an der Maschine

Anfangs fiel im IOCCA ständig der Strom aus, so dass der Einsatz von Taschenlampe und HLM-Handkurbel nichts Ungewöhnliches war.

Das Fundament für weitere Reisen von Herzteams aus Deutschland war gelegt. Die Teams bestehen meist aus je zwei Chirurgen, Anästhesisten und Kinderkardiologen, ferner noch aus je zwei OP-Schwestern und Kardiotechnikern. Sechs bis acht Kinderkrankenschwestern und eine Anästhesieschwester komplettieren das Team, welches meist um die 20 Personen stark ist.

Aufgrund eines personellen Engpasses der Kardiotechnik in St. Augustin ergab sich bereits im folgenden Jahr, dass Stefan Hennes, ein Kardiotechniker aus dem Herzzentrum Kaiser-Wilhelm-Krankenhaus in Duisburg, das Team des DKHZ begleitete. Stefan Hennes konnte dann nach der Rückkehr von seiner ersten Reise unseren Duisburger Kinderherzchirurgen und Ltd. Oberarzt Dr. Johannes Kroll und dazu einige Kollegen und Kolleginnen aus den anderen Fachbereichen überzeugen, ein eigenes Team auf die Beine zu stellen. Als Ergebnis seines Engagements

formierte sich daraufhin das „Duisburger Team für herzkranken Kinder in Asmara“, und wir blicken bereits auf fünf erfolgreiche Einsätze in Eritrea zurück.

Die kardiotechnische Kooperation mit St. Augustin blieb aber bestehen, so dass später noch weitere Duisburger Kardiotechniker entweder mit Dr. Urban oder Prof. Asfour und ihren Teams nach Eritrea reisten. Mittlerweile ist auch ein italienisches Team aus Padua, angeführt von Dr. Giovanni Stellin, im IOCCA tätig, und im Jahr 2008 wird eine Gruppe aus der Schweiz, die von unserer Berner Kardiotechnik-Kollegin Barbara Sollberger zusammengestellt wurde, ihre Arbeit in Eritrea aufnehmen.

### ABLAUF EINES HERZ-OP-EINSATZES IN ERITREA

Lässt man grundsätzliche Vorab-Aktivitäten wie das Sammeln von Material und Spenden, den Versand des Equipments und das Zusammenstellen eines kompletten Teams beiseite, beginnt eine typische Asmara-Aktion mit der – meist nächtlichen – Ankunft nach einer gut zehnstündigen Reise. Am Morgen des ersten Tages begehen sich die Mitglieder der einzelnen Fachabteilungen in das Operationszentrum, um ihr Material auszupacken und dann die Intensivstation, den OP und die Anästhesiebereiche einsatzbereit zu machen. Parallel sichten und untersuchen die ärztlichen Teammitglieder im Nachbargebäude, zusammen mit der in Deutschland geschulten Kinderärztin Dr. Tsegereda, die ersten Kinder, um für die kommenden Tage einen OP-Plan zu erstellen. Die Auswahl der operationsfähigen Kinder verläuft nach etwas anderen Gesichtspunkten als in der Heimat. Es wird Wert auf einzeitige, möglichst „direkt kurative“ Eingriffe gelegt, da z. B. langwierige postoperative Therapien oder die dauerhafte Einstellung eines Patienten mit Antikoagulanzen in Eritrea kaum realisierbar sind. Deshalb lautet die Zielformulierung unserer Arbeit, dass die kleinen Patienten und Patientinnen durch den anstehenden Eingriff möglichst vollständig wiederhergestellt werden sollten, um in der einheimischen Gesellschaft auf „eigenen Beinen“ stehen zu können. Von Fällen, die eventuell Anschluss-OPs oder einen Prothesenaustausch zur Folge haben können, muss deshalb tunlichst abgesehen werden.

Häufig vorkommende Operationen unter Zuhilfenahme der HLM sind beispielsweise ASD, VSD oder auch Pulmonal- und Aortenstenosen bis hin zu M.-Fallot-Pati-

enten. Darüber hinaus werden selbstverständlich auch häufig PDA-Verschlüsse oder auch Shuntanlagen ohne HLM durchgeführt. Finden sich bei diesem „Screening“ schwer erkrankte Kinder, die keinesfalls in Asmara behandelt werden können, nimmt das Team kurzfristig Kontakt mit dem Hammer Forum in Deutschland auf und versucht eine Kostenzusage für eine Behandlung in Deutschland zu erwirken. So kommt es, dass auf dem Rückflug manchmal ein oder zwei Kids in unseren Reihen sitzen.

Während also in der Ambulanz aus etwa gut 50 bis 75 Kindern die etwa 15 am besten geeigneten kleinen Patienten ausgesucht werden, absolvieren nebenan die Narkose- und Beatmungsgeräte ihre Probeläufe und die ersten OP-Siebe werden zusammengestellt und noch mal frisch sterilisiert. In der Kardiotechnik wird die HLM überprüft, das Hypothermiegerät gefüllt und die Kanülen und Setvorräte werden kontrolliert. Sobald die ersten Patientendaten eintreffen, werden fleißig mit Zettel und Taschenrechner die jeweiligen Maschinen-HZVs der Kinder errechnet und Perfusionspläne erstellt. Bei den Vorbereitungen sind uns unsere einheimischen Kollegen, die zum Teil auch bereits in Deutschland weitergebildet werden konnten, eine große Hilfe.



Abb. 3: Eine der wenigen Pausen zum Sonnetanken zwischen zwei Eingriffen

Geben alle Fachabteilungen „grünes Licht“, kann es am folgenden Tag losgehen. Meist kann der geplante Hautschnitt um 8.30 Uhr zeitlich nicht ganz eingehalten werden, weil hier oder dort noch irgendetwas fehlt oder fertiggestellt, geflickt oder repariert werden muss, aber dann geht es auch schon los. Die Operationen an sich verlaufen in Eritrea grundsätzlich freundschaftlich und ruhig, was sicher auf die Auswahl von versierten und routinierten Leuten in den einzelnen Fachbereichen zurückzuführen ist. Ferner müs-

sen die meisten Eritrea-Fahrer für diese humanitäre Arbeit einen Teil ihres Jahresurlaubs nehmen, und den möchte sich eigentlich niemand mit Stress füllen.

Die kardiotechnischen Herausforderungen lagen und liegen bei den Perfusionen in Asmara in der Benutzung von sehr altem und/oder unzeitgemäßem Equipment.

Ein Beispiel dafür war der mit einer unglaublich unflexiblen Performance gesegnete Bubble-Oxygenator, der weder blut- noch volumenschonend zu Werke ging. Darüber hinaus musste man sich mit einem Priming aus kristalliner Lösung plus Heparin und Bicarbonat behelfen, was sicher vom Standard in Europa kilometerweit entfernt ist. Trotzdem konnten mit dieser Kombination Kinder mit einem errechneten Maschinen-HZV ab 900 ml/min erfolgreich operiert werden.

Addiert man zu dieser Kombination eine HLM ohne Blasen- oder Niveausensor und ohne Akku-Backup, dies gepaart mit etwa zwei Stromausfällen pro Tag, ergeben sich für den verwöhnten Kardiotechniker aus Deutschland ganz neue Perspektiven. Nachdem wir aber über 50 dieser Oxygenatoren nun aufgebraucht haben, werden



Abb. 4: Bereits ab Verlegung auf die Intermediate-Care-Station helfen die Eltern bei der postoperativen Betreuung der Kinder mit.

wir in Zukunft auch in Eritrea mit modernen Membranoxygenatoren arbeiten können. Das bei Erstinbetriebnahme der Klinik verwendete AVL-BGA-Gerät konnte mittlerweile durch ein verlässliches IL GEM 3000 auf Kassettenbasis ersetzt werden. Da eine Online-Blutgasmessung nicht finanzierbar ist, sind wir froh, nun ein jederzeit verlässliches und wartungsarmes BGA-Gerät zu haben. Ebenfalls für uns daheim kaum vorstellbar sind Problematiken bei der Beschaffung von Fremdblut.

Die in Eritrea zur Verfügung gestellten Vollblutkonserven sind auch heute noch von schlechter Qualität (ein handelsübliches Transfusionsbesteck ist nach etwa der Hälfte der Transfusionen durch Zelltrümmer u. Ä. unbrauchbar ...). Die Konserven werden meist von den Verwandten der kleinen Patienten im Vorfeld gespendet, aber wohl zum Teil unter hanebüchenen Verhältnissen abgenommen und/oder konserviert, so dass wir für die Zukunft über eine präoperative Cellsaver-Aufbereitung nachdenken.

Insgesamt hat sich nach fünf Jahren Tätigkeit und einer Vielzahl von operierten Kindern bereits eine technische Annäherung an unsere europäischen Standards ergeben, jedoch gestaltet es sich schwierig, die einheimischen Kollegen so weit zu „coachen“, dass komplett eigenständiges Arbeiten möglich wäre. Dazu ist die Fachdisziplin „Kinderherzchirurgie“ wahrscheinlich doch zu speziell und es müsste mit noch mehr Regelmäßigkeit operiert werden als circa einmal eine Woche pro Quartal. Aber: Wir arbeiten daran ...

Credits: Dank an unsere Sponsoren und Partner Cormed, Medos, Instrumentation Laboratory, Medtronic, Sorin Group, Terumo, Spectrum Medical.

Lars Mohrenstecher, Duisburg

Spendenkonto: Hammer Forum,  
Konto-Nr. 067676700  
bei der Deutsche Bank Hamm,  
BLZ 410 700 49

# Neues aus der Industrie

## MAQUET: OR-COMPUTER UND JOCAP XL

Ständig verschiedene Monitore im Blick behalten, die Funktion des extrakorporalen Kreislaufs kontrollieren und punktgenau den Arbeitsablauf im OP unterstützen: Ein herzchirurgischer Eingriff erfordert von den Kardiotechnikern höchste Aufmerksamkeit. Deshalb ermöglicht das weiter optimierte Online-Aufzeichnungsprogramm JOCAP XL 7.1 von Maquet die Konzentration auf das Wesentliche – den Patienten. Das handschriftliche Ausfüllen von Datenblättern und die Aufzeichnung der wichtigsten Parameter während der Operation entfallen, alle relevanten Daten zur Operation werden automatisch aufgezeichnet und gespeichert. Das reduziert nicht nur den Aufwand, sondern garantiert auch eine sichere Dokumentation der Operation.



JOCAP XL hat sich vor allem aufgrund der umfassenden Darstellungs- und Auswertungsmöglichkeiten sowie der offenen Schnittstellen zu anderen Systemen als Standard etabliert. Das System bietet Schnittstellen zu allen gängigen Herz-Lungen-Maschinen und anderen Peripheriegeräten wie Blutgasanalyse- oder Anästhesie-Monitor. In Verbindung mit dem neuen OR-Computer bietet JOCAP XL weitere Vorteile. Das Programm kann nun durchgängig über den Touchscreen bedient werden, bei Bedarf erscheint auf dem 15-Zoll-Bildschirm zur Eingabe eine Tastatur. Der Verzicht auf eine externe Tastatur erleichtert die Reinigung des OR-Computers und gestaltet den Arbeitsplatz für den Kardiotechniker übersichtlicher.

Der OR-Computer von Maquet gewährleistet laut Hersteller als einziges Gerät mit einer eigenen Notstromversorgung auch bei einem kurzfristigen Netzausfall die volle Funktion und erfüllt natürlich alle medizinischen Standards. Über LAN-Anschlüsse

(Ethernet) kann der OR-Computer direkt an das Krankenhausinformationssystem angeschlossen werden und somit können die Daten zur Verwaltung und Archivierung ohne Aufwand ausgetauscht werden. Zudem verfügt der OR-Computer über vielfältige Eingänge für Netzwerk-, USB- oder Audioanschlüsse. Optional können die Daten auch mit dem integrierten Brenner auf CD-ROM und DVD gespeichert werden.

Die bekannte Benutzerführung von JOCAP XL wurde weiter optimiert. Über ein übersichtliches Verzeichnis können im Pull-down-Menü die einzelnen Eingabemasken und Darstellungen direkt ausgewählt werden. Die Kardiotechniker wissen zudem das Overview-Modul zu schätzen. Mit einem Blick sind in einer Darstellung alle wesentlichen Parameter zu erkennen; das Aufrufen einzelner Seiten ist nicht notwendig. Die Daten werden alle 12 Sek. synchron aktualisiert und in grafischer sowie tabellarischer Form dargestellt.

Der Kardiotechniker importiert vor der Operation die Patientendaten wie Alter, Größe, Gewicht oder die Patientennummer aus dem KIS, kann diese aber auch manuell eingeben oder ändern. Erfasst werden diese Informationen mit Eingaben zum OP-Team, den verwendeten Geräten und Einmalprodukten sowie den Implantaten. Ergänzt werden zudem die Patientenhistorie, vermeintliche Risikofaktoren, Allergien oder die Medikation. Wichtig für die Dokumentation sind zudem die Eingabemasken für den Zeitpunkt wichtiger Ereignisse während der Operation wie Thoraxöffnung und -verschluss, Kanülierung oder Beigabe von Medikamenten. Neben der aktuellen Aufzeichnung und dem Monitoring bietet JOCAP XL umfangreiche Möglichkeiten, die erfassten Daten für Vergleiche und Reports statistisch auszuwerten und auszudrucken.

## NEUES KIDS-FAMILIENMITGLIED

Die Firma Sorin Group, einer der führenden Hersteller für kinderherzchirurgische Produkte, ergänzt sein Produktsortiment: der Oxygenator Dideco D101 und der arterielle Filter D131 vervollständigen nun die KIDS-Familie. Im vergangenen Jahr wurde mit dem KIDS D100 und dem arteriellen Filter D130 ein Perfusionssystem speziell für Neugeborene vorgestellt. Jetzt wird diese Produktfamilie mit einem System ergänzt, dessen breiter Anwendungsbereich



für Patienten bis zu 25 kg und dessen Priming von Oxygenator und arteriellem Filter von 115 ml neue Maßstäbe setzt. Mit einem komplett beschichteten Schlauchsystem, reduziertem Priming und minimierter Fremdoberfläche bietet die Sorin Group somit ein patientenfreundliches und rundum sicheres Kinderperfusionssystem.

In der neuen KIDS-Produktfamilie spiegelt sich die über 20-jährige Erfahrung der Sorin Group in der Kinderherzchirurgie wider. Die KIDS-Produktfamilie besticht durch einfache und intuitive Handhabung und bietet dem Anwender höchste Flexibilität. Weitere Informationen erhältlich auf dem Sorin-Stand auf der DACH 2008 in Innsbruck oder bei den zuständigen Sorin-Mitarbeitern.

## MEDOS ÜBERNIMMT LIFE SYSTEMS

Mit Wirkung zum 1. Januar 2008 hat die MEDOS Medizintechnik AG von der Krauth medical (GmbH & Co. KG) die Life Systems Medizintechnik-Service GmbH übernommen. Life Systems ist Marktführer für Dienstleistungen im Bereich Kardio- und Perfusionstechnik und versorgt mit über 50 Mitarbeitern 14 Kliniken in Deutschland und Europa. Die MEDOS Gruppe verfügt nun über ein Angebotsspektrum, das weite Bereiche der Wertschöpfungskette der Kunden abdeckt. Mit der Akquisition von Life Systems gewinnt die MEDOS Gruppe ein neues Profil – vom Produktlieferanten zum Anbieter integrierter Lösungen und damit zum engen Partner der Kliniken. Als Mitglied der MEDOS Gruppe wird Life Systems seine Position als Marktführer weiter ausbauen.



# Mitteilungen

der DEUTSCHEN GESELLSCHAFT  
FÜR KARDIOTECHNIK E. V.

Vorstand: Gerhard Lauterbach, Herderstraße 67, 50931 Köln, Telefon 02 21 / 4 78-3 24 70, abends 4 06 18 13, Fax 02 21 / 4 00 98 10, E-Mail: gerhard.lauterbach@uk-koeln.de

## FRANK BORN 10 JAHRE DOZENT AN DER FH FURTWANGEN, ABT. VILLINGEN-SCHWENNINGEN

Frank Born feiert im Wintersemester 2007/2008 seine 10-jährige Dozententätigkeit im Studiengang Medical Engineering der Hochschule Furtwangen, Abt. Villingen-Schwenningen.

In seiner langjährigen, engagierten Tätigkeit hat er maßgeblich am Auf- und Ausbau des Schwerpunkts „OP-Ingenieurwesen/Kardiotechnik“ mitgewirkt und neben seiner Dozententätigkeit in den Fächern der Kardiotechnik auch eine Vielzahl von Projektarbeiten, Studien- oder Diplomarbeiten in Forschungsprojekten mitbetreut. Seine zahlreichen Veröffentlichungen sowie die vielen Studenten im klinischen Praxissemester am Herzzentrum zeigen seinen großen Einsatz für die Ausbildung. Die FH Furtwangen, Abt. Villingen-Schwenningen, dankt ihm herzlich für sein Engagement.

Prof. Dr. Gerd Haimerl  
FH Furtwangen,  
Abt. Villingen-Schwenningen

## NEUER LEITER DES WISSENSCHAFTLICHEN BEIRATS

Durch einstimmigen Beschluss des Vorstands der DGfK hat zum 1. 12. 2007 Herr Dipl.-Ing. (FH) Christoph Benk die Nachfolge von Herrn Alois Philipp als Leiter des wissenschaftlichen Beirats übernommen.

Herr Benk studierte an der Hochschule Furtwangen, Abt. Villingen-Schwenningen, das Fach Medical Engineering mit dem Schwerpunkt OP-Ingenieur/Kardiotechnik. Das Studium schloss er im November 1999 erfolgreich ab. Seine Diplomarbeit mit dem Thema „Netzwerk in der Herzchirurgie: Patientendaten in Kombination mit Online-Daten der HLM: Möglichkeiten und therapeutische Konsequenzen“ wurde in der Abteilung Herz- und Gefäßchirurgie am Universitätsklinikum Freiburg angefertigt.

Seit 1999 ist Herr Benk am Universitätsklinikum Freiburg als Kardiotechniker tätig. Nach einer kurzen Unterbrechung durch eine Tätigkeit in der Industrie (Produktmanager/klinischer Spezialist



Christoph Benk

Deltastream und VAD-Systeme der Medos Medizintechnik AG) leitet er seit September 2003 die Kardiotechnik in der Abteilung für Herz- und Gefäßchirurgie am Universitätsklinikum Freiburg. Seit dem Sommersemester 2004 hat Herr Benk einen Lehrauftrag an der Hochschule Furtwangen, Abt. Villingen-Schwenningen, und unterrichtet dort das Fach „Spezielle Kardiotechnik“.

Der neue Leiter des wissenschaftlichen Beirats plant, durch Aufnahme weiterer Mitglieder den Beirat bereits zur nächsten DGfK-Jahrestagung in Frankenthal zu verstärken.

G. Morche, Hamburg

## WECHSEL IM PRESSEAMT

Der Vorstand benannte am 1. 12. 2007 in Köln Johannes Gehron zum Nachfolger des ausscheidenden Pressesprechers Holger Zorn. Wegen beruflicher Veränderungen bat dieser um seine Ablösung und beugte einer Verquickung journalistischer und wirtschaftlicher Interessen vor.

Holger Zorn hat in origineller Weise eine regelmäßige Industriesitzung während der Jahrestagung eingeführt, die Medien auf die Kardiotechnik aufmerksam gemacht und vor allen Dingen Türen auf politischer Bundes- und Landesebene geöffnet. Im Namen aller Kolleginnen und Kollegen

möchten wir uns für seine wertvolle Arbeit herzlich bedanken. Er hat konkrete Menschen und Kollegen stets anonymen Maschinen vorgezogen und damit Journalismus im eigentlichen Sinne betrieben.

Johannes Gehron, von Haus aus Krankenpfleger, ist seit 1990 Kardiotechniker und seit 2004 als leitender Kardiotechniker im Universitätsklinikum Gießen tätig. Von 1999 bis 2004 absolvierte er ein berufsbegleitendes fremdsprachliches Studium in England, seit 2006 ist er Redakteur der Zeitschrift KARDIOTECHNIK. Für ihn gilt es, politische Verbindungen zu pflegen, den Gesprächen hinter den Türen Inhalt zu geben und den Verband gerade in dieser schnelllebigen Zeit nach außen zu vertreten und nach innen zu bündeln. Dazu bedarf es der Aktivität aller Kolleginnen und Kollegen: Wenn Sie für den Leser, Zuhörer, Zuschauer potenziell interessante Ereignisse oder Berichte haben, informieren Sie bitte unseren Pressesprecher.

E-Mail: Johannes.Gehron@dgfk.de,  
Fax: 0641/994 42 66

Der Vorstand

## NEUER STANDORT FÜR DGfK-JAHRESTAGUNG 2009

Zum dritten und letzten Mal wird die Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kardiotechnik e. V. dieses Jahr in Frankenthal durchgeführt. Da ein Vorstandsbeschluss die Anzahl der Tagungen an ein und demselben Tagungsort auf höchstens drei begrenzt, musste somit für das Jahr 2009 und die folgenden zwei Jahre ein neuer Standort gefunden werden.

Mehrere Tagungsstätten wurden von Herrn Rühl und mir geprüft und eine Vorauswahl getroffen. Neben den Auswahlkriterien (Ausstellungsfläche, Vortragsräume, Hotelkapazität) spielten die Gesichtspunkte Wirtschaftlichkeit, Erreichbarkeit und Attraktivität eine große Rolle. Nach Besichtigung und Bewertung der Vor- und Nachteile der verschiedenen Standorte entschloss sich der Vorstand der DGfK am 1. 12. 2007 in der Vorstandssitzung in Köln, die 38. Internationale Fortbildungs- und Arbeitstagung der DGfK



*Kongresszentrum Weimarahalle*



*Marktplatz in Weimar*

vom 21.5.–23. 5. 2009 in Weimar zu veranstalten.

Ausschlaggebend für die Entscheidung des Vorstands für die Weimarahalle als künftigem Tagungsort war einerseits die Kostensituation, was die Tagungs- und Ausstellungsräume betrifft, andererseits auch die Verkehrsanbindungen Schiene, Straße und Flugplatz und natürlich die hervorragend konzipierten Ausstellungs- und Tagungsräume sowie die sehr attraktive Stadt.

Das 1999 eröffnete „congress centrum neue weimarahalle“ mit seiner außergewöhnlichen Architektur liegt im Zentrum von Weimar. Die Hotels der Tagungsteilnehmer liegen im Stadtzentrum, nur fünf bis zehn Gehminuten vom Kongresszentrum entfernt.

Die Klassikerstadt Weimar mit ihren 64.000 Einwohnern bietet wie kaum ein anderer Kongressstandort nicht nur eines der modernsten Tagungshäuser, sondern mit seiner einzigartigen Kulturgeschichte auch außerordentliche und überaus vielfältige Möglichkeiten für das Kulturprogramm während und nach der Tagung. Ob deutsche Klassik auf den Spuren von Goethe und Schiller, das Bauhaus, die Weimarer Republik oder die Kultur der Gegen-



*Goethe-Gartenhaus im Park an der Ilm*

wart – alles lässt sich in Weimar erleben, auf engstem Raum und zu Fuß.

Mit Weimar und seinen Sehenswürdigkeiten wird es sicherlich möglich sein, den Tagungsteilnehmern einen interessanten Rahmen für die Jahrestagungen zu bieten – und das nicht nur für eine Tagung. Die Organisation wird wiederum vom Tagungsausschuss, dem Herr Lorenz, Herr Rühl und ich angehören, durchgeführt. Das wissenschaftliche Programm der Tagung in Weimar und den nachfolgenden Jahrestagungen gestaltet weiterhin der wissenschaftliche Beirat der DGfK unter der Leitung von Christoph Benk, Freiburg.

Matthias Erber, Ulm

## NEUE MITGLIEDER IN DER DGfK

Bis zum 1. Dezember 2007 wurden als **ordentliche Mitglieder** in die DGfK aufgenommen:

Klüß, Christian, Frankfurt/M.  
Totz, Marco, Berlin  
Wollschläger, Marc,  
Rockenberg-Oppershofen

Als **außerordentliche Mitglieder** begrüßen wir:

Göcke, Rusbeh, Münster  
Hohmann, Christoph, Rosendahl  
Schaub, Sebastian, Münster

**HERZLICH WILLKOMMEN!**

## UNBEKANNT VERZOGENE MITGLIEDER

Das folgende Mitglied ist leider unbekannt verzogen. Wer den neuen Arbeits- oder Wohnort kennt, wird um eine Nachricht an die DGfK gebeten:

Tel.: 02 21 / 4 78-56 90,  
abends: 02 21 / 4 06 18 13, Fax: 02 21 / 4 00 98 10  
E-Mail: gerhard.lauterbach@uk-koeln.de

Heghi, Pavel, Korntal-Münchingen  
von Holtum, Christian, Berlin  
Hu, Xiaoshu, Jülich  
Jugl, Michael, V-Schwenningen  
Lehmann, Romy, München  
Lüders, Bernd, Zürich (Schweiz)  
von Osterwell Amuzu, Stephen,  
Accra (Ghana)  
Siemerku, Anne, Jülich



# Kongresstermine

2008

1. 26<sup>th</sup> International Cardiovascular Surgical Symposium  
1.–8. März, Züri/Arlberg/Österreich  
**Info:** M. Deutsch, M.D., European Heart Institute of the European Academy of Sciences and Arts, Monchsberg 2, 5020 Salzburg, Österreich  
Tel.: (00 43-662) 84 13 45, Fax: (00 43-662) 84 13 43  
E-Mail: congress@herzchirurgie.at, Web: www.surgery-zurs.at
2. 5<sup>th</sup> Annual Course on ExtraCorporeal Membrane Oxygenation  
10.–12. März, Jeddah/Saudi-Arabien  
**Info:** Mr. Faiz Almalki (Coordinator), Rawdah Street (Khalediyah District), P.O. Box 40047 (MBC-J 16), Jeddah 21499, Saudi-Arabien  
Tel.: (009 66-2) 667-7777 Ext. 2166  
E-Mail: fiaz\_winner@gmail.com / faizwinner@awalnet.net.sa, Web: www.kfshrcj.org
3. CardioThoracic Surgical Critical Care 2008  
27.–29. März, Washington, DC, United States  
**Info:** Alexander Taft, 616 E Street NW, Suite 316, Washington, DC 20004  
Tel.: (001-202) 536-4822, Fax: (001-202) 478-1669  
E-Mail: alextaft@facts-care.org, Web: http://ctscriticalcare.ws
4. Ebstein's Anomaly – A Comprehensive Approach  
31. März bis 1. April, Southampton, Großbritannien  
**Info:** Cathy Phillips, CFS Events Ltd., 103 High Street, Stevenage, Herts SC1 3HR  
Tel.: (00 44) 01438 751519, Fax: (00 44) 01438 751520  
E-Mail: cathy@cfsevents.co.uk, Web: www.cfsevents.co.uk
5. The Houston Aortic Symposium – Frontiers in Cardiovascular Diseases  
4.–6. April, Houston, TX, United States  
**Info:** Laura Steigerwald, Promedica International CME, a California Corporation, 2333 State Street, Suite 203, Carlsbad, California 92008  
Tel.: (001-760) 720-2263, Fax: (001-760) 720-6263  
E-Mail: lsteigerwald@promedicacme.com, Web: http://promedicacme.com/
6. 28<sup>th</sup> Annual Meeting & Scientific Session / International Society for Heart and Lung Transplantation  
9.–12. April, Boston, MA, United States  
**Info:** International Society for Heart and Lung Transplantation, 14673 Midway Road, Suite 200, Addison, Texas 75001  
Tel.: (001-972) 490-9495, Fax: (001-972) 490-9499  
E-Mail: ishlt@ishlt.org, Web: www.ishlt.org
7. 10<sup>th</sup> Annual Symposium on Current Perspectives of Extracorporeal Circulation  
17.–18. April, Deutsches Herzzentrum München  
**Info:** trendhouse EventMarketing GmbH, Astrid Schormann, Osterwaldstraße 10, 80805 München  
Tel.: (0 89) 368 49 80, Fax: (0 89) 36 84 98 88  
E-Mail: a.schormann@trendhouse.de, Web: www.trendhouse.de, www.cpxc.org
8. 37. Internationale Fortbildungs- und Arbeitstagung der Deutschen Gesellschaft für Kardiotechnik e.V.  
1.–3. Mai, Frankenthal  
**Info:** Dieter Lorenz, Kardiotechnik Verwaltungsges. mbH, Mühlgasse 29, 61231 Bad Nauheim  
Tel.: (0 60 32) 996 25 19, Fax: (0 60 32) 862 34  
E-Mail: kardiotechnik.gmbh@t-online.de, Web: www.dgfk.de/frankenthal2008/
9. 7<sup>th</sup> Annual Meeting with International Participation  
15.–18. Mai, Trogir, Kroatien  
**Info:** University Hospital Dubrava, Dep. of Cardiac Surgery, Perfusion, Mrs Natalja Janica, Av. G Suska 6, 10 000 Zagreb, Croatia  
Tel.: (003 85-1) 290 36 77 Fax: (003 85-1) 286 36 95  
E-Mail: natalija.janicar@zg.t-com.hr, Web: www.huzec.hr
10. 22<sup>nd</sup> EACTS Annual Meeting  
13.–17. September, Lissabon/Portugal  
**Info:** EACTS Executive Secretariat, 3 Park Street, Berkshire, SL4 1LU  
Tel.: (00 44-17 53) 83 21 66, Fax: (00 44-17 53) 62 04 07  
E-Mail: info@eacts.co.uk, Web: www.eacts.org

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

[www.dgfk.de/indexzeitneu.htm](http://www.dgfk.de/indexzeitneu.htm)

! Angabe der Rezertifikationspunkte ohne Gewähr

## Impressum

### Anschrift für Autoren bzw. Fachbeiträge

Alexander Vehling, Schriftleiter  
Gustavstraße 33,  
50937 Köln  
Telefon 02 21 / 2 76 21 81  
Telefon 02 21 / 4 78-3 24 54 (dienstlich)  
Telefax 02 21 / 2 76 22 48  
E-Mail: alexander.vehling@dgfkt.de

### Chefredaktion, Firmenporträts, Abonnentenservice

Gunter Morche  
Am Backofen 18, 22339 Hamburg  
Telefon 0 40 / 5 38 37 74  
Telefax 0 40 / 5 38 37 84  
E-Mail: GMMedien@aol.com  
Lektorat und Schlussredaktion:  
Gisela Merz-Busch  
E-Mail: mail@Merz-Busch.de

### Satz und Litho

EPAS Joachim Böttcher, 22926 Ahrensburg

### Druck

Schipplick Winkler Printmedien,  
23556 Lübeck

### Anzeigenverwaltung, Gestaltungsservice

VIADUCT Werbeagentur GmbH  
Borselstraße 20, 22765 Hamburg  
Telefon 0 40 / 229 40 20  
Telefax 0 40 / 229 40 222  
ISDN 0 40 / 229 40 244  
E-Mail: kt@viaduct.de

### Erscheinungsweise

4 x jährlich: Februar, Mai, September, Dezember

### 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: 1500 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 0941-2670

Die KARDIOTECHNIK wird auf chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt.