



# 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

## „Human Factors“

PATIENT



WISSEN

KOMPETENZ

TERUMO

Human Factors in der Kardiotechnik

*D. Kurtovic, F. Merkle, T. Dreizler, C. Stark*

Pulsindexverhalten der Herzunterstützungssysteme HeartMate II und HeartMate3  
bei Hypovolämie: eine klinische Betrachtung

*R. M. Wendl, C. Feldmann, J. S. Hanke, G. Dogan, A. Chatterjee, A. Schöde, J. Optenhövel,  
A. Haverich, J. D. Schmitto*

**Herausgeber, Verlag/Editor, Publisher**

Kardiotechnik Verwaltungsgesellschaft mbH, D. Lorenz, Bad Nauheim

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

M. Foltan, Regensburg; J. Gehron, Gießen (Schriftleiter); R. Klemm, Freiburg;  
P. Kirsten-Treptow, Hamburg; U. Wolfhard, Essen; M. Wollenschläger, Bad Nauheim.

**Wissenschaftlicher Beirat/Editorial Board**

A. Bauer, Coswig; C. Benk, Freiburg; M. Beyer, Augsburg; F. Beyersdorf, Freiburg; D. Buchwald, Bochum; M. Fischer, Galway/Irland;  
I. Friedrich, Trier; G. Haimerl, Villingen-Schwenningen; H. Keller, Frankfurt/M.; K. Klak, Bochum; R. Klemm, Freiburg; A. Liebold, Ulm;  
J. Optenhöfel, Hannover; U. Schirmer, Bad Oeynhausen; C. Schmid, Regensburg; J. T. Strauch, Bochum; A. Thrum, Regensburg

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**

47. Internationale Jahrestagung der DGfK und 10. Fokustagung Herz der DGTHG und DGfK in Wiesbaden

**Inhalt**

**Seite**

<b>Editorial</b> .....	<b>34</b>
<b>Human Factors in der Kardiotechnik</b>	
<i>D. Kurtovic, F. Merkle, T. Dreizler, C. Stark</i> .....	<b>35</b>
<b>Pulsindexverhalten der Herzunterstützungssysteme HeartMate II und HeartMate3 bei Hypovolämie: eine klinische Betrachtung</b>	
<i>R. M. Wendl, C. Feldmann, J. S. Hanke, G. Dogan, A. Chatterjee, A. Schöde, J. Optenhöfel, A. Haverich, J. D. Schmitto</i> .....	<b>42</b>
<b>Aktuell: Fettdepots im Körper beeinträchtigen die Herzgesundheit</b> .....	<b>46</b>
Lebensrettende Mikrobäschen .....	<b>46</b>
Forscher entdecken neuen Signalweg zur Herzmuskelverdickung .....	<b>47</b>
Forscherteam deckt die entscheidende Rolle des Enzyms PP5 bei Herzinsuffizienz auf ...	<b>47</b>
Hemmstoff des Proteinabbaus bremst schweren Verlauf von Herzmuskelentzündungen. ...	<b>48</b>
Herzinfarkt kann das Gehirn schädigen .....	<b>49</b>
Leistungsdaten der Kinderherzmedizin 2016 .....	<b>50</b>
Wirbelstürme im Herzen .....	<b>50</b>
Gefäßprothesen aus dem Bioreaktor .....	<b>52</b>
G-BA-Beschluss zur stationären Notfallversorgung: Chest Pain Unit (CPU) für Herznotfallpatienten erhält Status wie Stroke Unit .....	<b>52</b>
<b>Kongressnotiz: 30 Jahre Akademie für Kardiotechnik und 10 Jahre Studiengang Cardiovascular Perfusion</b> .....	<b>53</b>
<b>Neues aus der Industrie</b> .....	<b>54</b>
<b>Journal-Club</b> .....	<b>55</b>
<b>Stellenanzeigen</b> .....	<b>VI</b>
<b>Mitteilungen der DGfK</b> .....	<b>56</b>
<b>Kongresstermine</b> .....	<b>63</b>
<b>Impressum</b> .....	<b>63</b>

**Heft 3/2018**  
Erscheinungstermin **14.9.2018**  
Einsendeschluss für  
● redakt. Beiträge 31.5.2018  
● Anzeigenaufträge 20.7.2018

**Heft 4/2018**  
Erscheinungstermin **19.11.2018**  
Einsendeschluss für  
● redakt. Beiträge 20.8.2018  
● Anzeigenaufträge 15.10.2018

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

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

# Editorial



Frank Münch



Stefan Klotz

Liebe Leserinnen  
und Leser,

wir leben in einer sich ständig verändernden Welt mit zunehmender Digitalisierung. Alle zwei Jahre verdoppeln sich die gesamten weltweit gespeicherten Datenmengen. Im Jahr 2017 wurde eine Datenmenge von etwa 32 Zettabyte digital gesammelt. Dies entspricht dem 46-fachen an Sandkörnern aller Strände der Erde.

Jeder Mensch wird tagtäglich mit verschiedenen Informationen, aus den unterschiedlichsten Quellen, konfrontiert. Eine immer stärkere Vernetzung und Automatisierung betrifft nicht nur die Allgemeinheit, sondern auch uns sehr stark im klinischen Alltag. Jeder Patient, jeder Behandlungsprozess erzeugt immense Daten, wodurch wir gezwungen werden, diese auf Relevanz zu filtern, um in unseren Arbeitsabläufen effektiv zu bleiben. Herz-Lungen-Maschinen, Beatmungsgeräte, Kameras, Messgeräte usw. liefern eine Vielzahl von Bildern und Daten auf farbigen Displays, die für alle im Team erreichbar, aber nicht für alle gleichermaßen relevant sind.

Viele kardiotechnische Abläufe wurden automatisiert, so dass Kardiotechniker immer mehr eine überwachende und weniger eine ausführende Funktion übernehmen. Der Vorteil automatisierter und damit hoffentlich optimierter Abläufe ist zwar immens, aber auch risikobehaftet. Viele Arbeitsschritte entfallen und setzen so Kapazitäten frei. Blindes Vertrauen auf die Technik hat aber auch eine Kehrseite, wie z. B. bereits die Passagiere der Titanic erleben mussten. Wir haben immer mehr unterstützende Informationen zur Verfügung, die uns bei der Entscheidungsfindung helfen sollen, aber wir kön-

nen sehr leicht mit der Situationserfassung überfordert sein. Um unsere Aufmerksamkeit auf besonders relevante Details zu lenken, werden akustische und visuelle Alarmer in die Prozesse mit eingebunden. Dies erleichtert die Wahrnehmung, sorgt aber auch für zusätzliche Unruhe, was die Konzentration auf komplexe Arbeitsschritte durchaus erschweren kann. Die moderne Patientenüberwachung stellt eine Herausforderung dar. Die gesamten Patientenparameter komplett im Auge zu behalten und den Fokus nicht nur auf das Herz zu legen, gehört selbstverständlich dazu. Die Überwachung anderer für den Patienten lebenswichtiger Organe, wie Gehirn und Niere, und damit auch die Aufgabe, diesen Organismen unsere maximale Aufmerksamkeit zu schenken, ist heutzutage eine kardiotechnische Selbstverständlichkeit. Das Zusammenspiel aus Wissen, Erfahrung und technischem Fortschritt im Dienste des Patienten macht unsere Kompetenz aus.

Bei der diesjährigen Internationalen Jahrestagung der DGfK und Fokustagung Herz in Wiesbaden vom 23. bis 25. November liegt der Schwerpunkt auf der Interaktion zwischen Mensch und Maschine, dem sogenannten „Mensch-Maschine-Interface“. Das Schlagwort „Human Factors“ beschreibt sehr gut, dass wir nicht nur die technische Seite, sondern auch die menschliche Seite unserer Arbeit und die damit verbundenen Chancen und Limitationen beleuchten und diskutieren wollen. In diesem Kontext soll neben den Einflüssen maschinell unterstützter Tätigkeiten auch die Fehlerkultur in unseren Fachgebieten im Fokus stehen. Weitere Themenschwerpunkte werden die extrakorporale Zirkulation, Organunterstützungssysteme, Intensivmedizin und Rhythmologie sein.

Ferner ist es uns als Tagungspräsidenten überaus wichtig, dem kollegialen und interprofessionellen Erfahrungsaustausch, unter aktiver Einbindung der Jungen Foren der DGfK und DGTHG, eine stabile und interessante Plattform zu bieten. Wir würden uns freuen, möglichst viele Kolle-

gen aktiv als Vortragende, Vorsitzende und Diskutanten in die Tagungen in Wiesbaden einzubinden. Eine aktive Teilnahme am wissenschaftlichen Programm ist diesmal auch wieder über Poster-Präsentationen möglich. Die Abstract-Deadline ist auch in diesem Jahr wieder der 1. Juli.

Im vorliegenden Journal beschreibt Herr D. Kurtovic aus Berlin wie in einer Studie mittels Eye Tracking die Wahrnehmung und Beanspruchung des Perfusionisten während der EKZ-Bedienung visualisiert wird. Unter dem Titel „Human Factors in der Kardiotechnik“ werden mit dieser Technik Perfusionisten mit unterschiedlich langer Berufserfahrung in ihrem gewohnten Arbeitsumfeld analysiert.

Frau R. Wendl aus der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH) beschäftigt sich mit der Interpretation des Pulsindex (PI) bei LVAD-Implantationen. Sie konnte anhand zwei gleicher PI-Verläufe verdeutlichen, wie im Falle einer Hypovolämie am HeartMate II bzw. HeartMate3 eine unterschiedliche Therapie angezeigt ist. Die Interpretation des PI ist dabei nicht von einem auf das andere System übertragbar. Die richtigen Schlüsse zu ziehen erfordert viel Erfahrung und Aufmerksamkeit der VAD-Koordinatoren, da beide LVADs aus unterschiedlichen Generationen mit demselben Patientenmonitor ausgelesen werden.

Beide Artikel spiegeln die Thematik der kommenden Tagungen in Wiesbaden sehr gut wider. Neben der unserer Ansicht nach spannenden Thematik bietet unser Kongress mit seiner vorgelagerten neu gestalteten „Tutorial Akademie“ sowohl für den medizinischen Perfusionisten Kardiotechnik, den VAD-Koordinator, Arzt, Studenten und Firmenmitarbeiter ein breit gefächertes und interessantes begleitendes Fort- und Weiterbildungsangebot. Aktuelle Informationen finden Sie unter [www.fokuskardiotechnik.de](http://www.fokuskardiotechnik.de). Da die Akademieplätze limitiert sind, empfehlen wir Ihnen eine frühzeitige Anmeldung.

Ihre Tagungspräsidenten  
Frank Münch und Stefan Klotz

# Human Factors in der Kardiotechnik

## Eine Untersuchung über die Durchführbarkeit von Eye Tracking in der Kardiotechnik am Deutschen Herzzentrum Berlin

### ZUSAMMENFASSUNG

**Hintergrund:** Human Factors (übersetzt „menschliche Faktoren“) besitzen in Hochrisikobereichen, wie z. B. in der Luftfahrt, einen hohen Stellenwert. Humanfaktorielle Merkmale, Fehlerursachenforschung und Sicherheit, bezogen auf die Schnittstellen Mensch – Maschine und Mensch – Mensch, sind Bestandteile der Human Factors-Forschung. Zwischen Berufspiloten und Kardiotechnikern lassen sich hinsichtlich der Komplexität am Arbeitsplatz Vergleiche ziehen: beim Berufspiloten die Bedienung des Cockpits und beim Kardiotechniker die Bedienung der Herz-Lungen-Maschine (HLM).

**Vorgehensweise:** Am Deutschen Herzzentrum Berlin (DHZB) wurden in der Kardiotechnik im Rahmen der Human Factors-Forschung erstmalig die objektiven Anforderungen an einen Kardiotechniker beim Einsatz der HLM während einer realen Operation aufgezeichnet.

**Zielsetzung:** Dieses Pilotprojekt wurde als Machbarkeitsstudie (feasibility study) durchgeführt und analysiert die Erkenntnisse, die sich mittels Eye Tracking hinsichtlich der Wahrnehmung und Beanspruchung eines Kardiotechnikers während der Bedienung der HLM zeigen.

**Methode:** Zu diesem Zweck wurde mit einer sogenannten Eye Tracking-Brille die Blickrichtung und Blickverweildauer bzw. -fokussierung bei zwei freiwilligen Testpersonen mit unterschiedlicher Arbeitserfahrung (0,5 und 19 Jahre) während einer realen Operation aufgezeichnet und ausgewertet.

**Fazit:** Unsere Erkenntnisse zeigen, dass Eye Tracking ein geeignetes Instrument ist, um die objektiven Anforderungen an einen Kardiotechniker während einer realen Operation aufzuzeigen.

**Verwendung:** Die Machbarkeitsstudie wurde erfolgreich umgesetzt und abgeschlossen, wodurch sich zukünftig weitere Projekte zur Human Factors-Forschung in der Herzchirurgie ergeben und eine Datensammlung vorangetrieben werden kann.

### SCHLÜSSELWÖRTER

Menschliche Faktoren (Human Factors), Kardiotechnik, Eye Tracking, Eye Tracking-Brille, objektive Anforderungen, Experte, Novize, kognitive Leistungsfähigkeit, Machbarkeitsstudie (feasibility study), Herz-Lungen-Maschine

### ABSTRACT

**Background:** Human factors play an essential role in various high-risk professions, e.g. in the aviation industry. Human factors research consists of the study of human factor characteristics as they apply to errors and safety considerations in the human to human and human to machine interface models. A comparison is possible between professional pilots and cardio vascular perfusionists regarding the complexity of the work place. For pilots, the complexity is the flight deck instrumentation and the changing environmental conditions. For cardio vascular perfusionists, the complexity is the usage of the heart-lung-machine and patient parameters.

**Approach:** A human factors study, focused on the activities of the cardio vascular perfusionist, was undertaken for the first time at the German Heart Center in Berlin. The objective of the study was to analyze the challenges of the perfusionist with the heart-lung-machine during an actual surgery.

**Objective:** During this innovative feasibility study, eye-tracking data of the perfusionist was recorded, while he was operating the heart-lung-machine. The complete data was analyzed with the intent to uncover the perception and stress levels of a perfusionist during an operation.

**Method:** For the purpose of this analysis, eye tracking glasses were used to examine the line of gaze, the retention period and focus of the gaze. Two volunteers, each with different levels of knowledge and work experience (0.5 and 19 years), were observed during an actual heart surgery.

**Conclusion:** Our results show that eye tracking data are suitable instruments to deter-

mine the objective requirements of a perfusionist during a real surgery.

**Application:** The fact that this feasibility study was successfully performed and completed can help to advance data collection and pave the way for further projects and studies in human factors research in cardiac surgery.

### KEY WORDS

Human factors, perfusion, eye tracking, eye tracking glasses, objective requirements, expert and rookie, cognitive capacity, feasibility study, heart-lung-machine

### Einleitung

„Medicine may be the last high stakes industry that does not rehearse prior to game time“ [1]. Mit diesen Worten bringt Peter Weinstock den Status-Quo in der Medizin auf den Punkt. Gerade im herzchirurgischen Bereich, insbesondere in der Kardiotechnik, einem medizinischen Hochleistungsbereich, ist eine fehlerlose Durchführung sowie die Anpassung des sozio-technischen Systems lebensnotwendig [2].

Probleme in der Mensch – Maschine wie auch Mensch – Mensch-Interaktion können zu gefährlichen Situationen für den Patienten führen. Besonders dann, wenn im Hochrisikobereich unter Druck gearbeitet werden muss. Daher ist eine Analyse des sozio-technischen Systems unabdingbar.

Mit den Worten des Chirurgen „Bereit zu fahren?“ und „In den Bypass, jetzt!“ beginnt für den Kardiotechniker eine komplexe Tätigkeit, die volle Aufmerksamkeit und Konzentration verlangt. Diese Situation spiegelt die tagtägliche Routinearbeit im Team Herzchirurgie wider. Kardiotechniker bedienen ein hochkomplexes System (HLM), welches historisch betrachtet zu den Meilensteinen der Forschung in der Medizin gehört. Bis zum heutigen Tag findet in der Kardiotechnik die Auseinandersetzung mit komplexen Situationen erst im Berufsleben statt. Infolgedessen findet die Bewältigung von Stresssituationen haupt-

sächlich in der Ausübung einer Tätigkeit, wie z. B. in der Bedienung der HLM statt. Als vergleichbar im Umgang mit komplexen Situationen, die gleichermaßen Stress begünstigen, gilt die Luftfahrt, in der angehende Piloten in einem geschützten Umfeld die Vorteile der Simulation nutzen und Bewältigungsstrategien erlernen, die sie später im Berufsleben einsetzen. Im Hochrisikobereich steht der Mensch im Mittelpunkt. Der menschliche Faktor tritt in komplexen Situationen in den Vordergrund, bei denen, bedingt durch eine hohe Anforderung, Fehler im System übersehen und begünstigt werden. Trotz hoher Standards in Ausbildung, Sicherheit, Kommunikation, Notfallmanagement und Fehlermanagement sind 75 % der Fehler, die einen Unfall in der Luftfahrt begünstigen, auf die humanfaktorielle Faktoren zurückzuführen [3].

Das Haupttätigkeitsfeld eines Kardiotechnikers ist bislang die Bedienung der HLM. Gegenüber den technischen, physiologischen sowie pathologischen Kenntnissen der extrakorporalen Zirkulation rücken die humanfaktoriellen Fertigkeiten (die

nicht-technischen Kompetenzen) immer mehr in den Vordergrund. Informationsverarbeitung, Situationsbewusstsein und Entscheidungsfindung sind individuelle Faktoren, die sich gleichermaßen durch individuelle Einflussfaktoren wie z. B. Müdigkeit, Erschöpfung und Stress im Team auf die Patientensicherheit auswirken können [3].

Nach Klausen et al. können physiologische Parameter die Beurteilung der kognitiven Arbeitsbelastung bzw. Informationen über das Stresslevel preisgeben [2]. Um einen Einblick in den kognitiven Prozess eines Kardiotechnikers zu erreichen, ist in dieser Arbeit die Eye Tracking-Technologie das bevorzugte Mittel. Über des Eye Tracking erhält man quantitativen Daten über Wahrnehmung und Aufmerksamkeit, welche dazu beitragen, menschliches Verhalten zu interpretieren. Zudem können Rückschlüsse auf die Anpassung des sozio-technischen Systems erzielt werden [2].

Der Titel dieser Arbeit impliziert die Darstellung des Forschungsinteresses „Eine Untersuchung über die Durchführbar-

keit von Eye Tracking in der Kardiotechnik am Deutschen Herzzentrum in Berlin“.

Für zukünftige Kardiotechniker ist es überaus wichtig, ein gutes Verständnis über das sozio-technische System im Hochrisikobereich Herzchirurgie zu haben. Da es im operativen Umfeld genügend Interaktion zwischen Mensch – Maschine und Mensch – Mensch gibt, scheint es eine Notwendigkeit für folgende Fragestellung zu geben:

„Welche objektiven Anforderungen werden an einen Kardiotechniker während der Bedienung der Herz-Lungen-Maschine gestellt?“

Diese Pilotarbeit wurde im Rahmen einer Bachelorthesis an der Steinbeis Hochschule Berlin (Akademie für Kardiotechnik, Berlin) am Deutschen Herzzentrum Berlin durchgeführt und hat das Ziel, die objektiven Anforderungen an Kardiotechniker erstmalig bei einem Experten und einem fortgeschrittenen Anfänger (Novize) mit einer Eye Tracking-Brille (Tobii Pro) zu visualisieren. Mit einer Eye Tracking-Aufnahmedauer von 60 Sekunden wurden

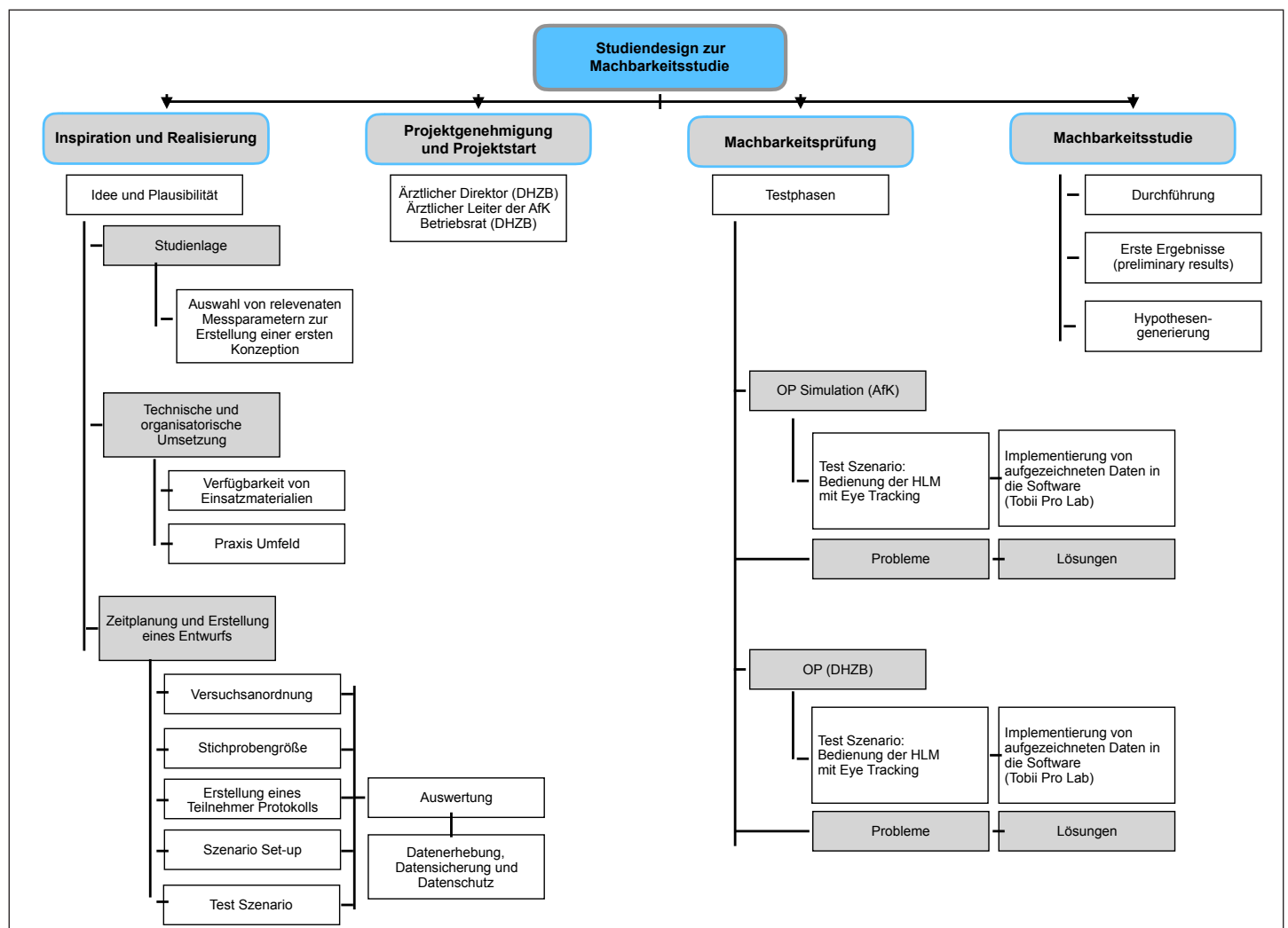


Abb. 1: Studiendesign zur Machbarkeitsstudie – Feasibility Study (eigene Darstellung)

folgende drei Phasen beobachtet: Beginn des kardiopulmonalen Bypasses, Verabreichung von Kardioplegie und Weaning vom kardiopulmonalen Bypass.

## HINTERGRUND

Diese Arbeit wurde im Rahmen der qualitativen Forschung als Machbarkeitsstudie durchgeführt und soll Möglichkeiten des Eye Trackings in der Kardiotechnik aufzeigen. Die Methode soll anhand ihrer Fragestellung auf ihre Realisierbarkeit geprüft und anschließend bewertet werden. Die Bewertung der Methode soll in Bezug zu weiteren Ergebnissen gesetzt werden, die anhand analytischer Messverfahren (Tobii Pro Lab) erhoben und anschließend durch die Feldbeobachtung der Human Factors-Forschung dargelegt werden. Des Weiteren sollen anhand der qualitativen Forschung Hypothesen generiert werden. Außerdem wurde unter Verwendung vordefinierter Messinstrumente (Tobii Pro Lab) folgender Frage nachgegangen: Wie unterscheiden sich Blickrichtung (Fixation) und Blickverweildauer (Fixationsdauer) eines erfahrenen Kardiotechnikers (Experte) im Vergleich zu einem fortgeschrittenen Anfänger (Novize)?

## MATERIAL UND METHODE

### Studiendesign

Abbildung 1 erläutert das Studiendesign der Machbarkeitsstudie. Das Studiendesign wurde in vier Hauptbausteine unterteilt: Inspiration/Realisierung, Projektgenehmigung/Projektstart, Machbarkeitsprüfung und Machbarkeitsstudie. Die jeweiligen Unterpunkte zu den Hauptbausteinen wie z. B. Studienlage, technische und organisatorische Umsetzung, Zeitplanung und Erstellung eines Entwurfs dienen als Zwischenziele, um den nächsten Hauptbaustein zu erreichen.

### Studienlage und

### Literaturrecherche

In einem nächsten Schritt wurde eine PubMed-basierte Literaturrecherche mit den folgenden Suchbegriffen durchgeführt: („Eye-Tracking“) OR („Eyetracking“) OR („Eyetracker“) OR („Eye Tracker“) AND (Medical Informatics Applications[MeSH Major Topic]) OR (Equipment and Supplies[MeSH Major Topic]) OR (Information System) OR („Medical Devices“) OR usability OR feasibility OR („mental workload“) OR („cognitive workload“) OR (Cardiac Surgery) OR (Critical Care) OR (Human Factors) OR (review) OR (Cardiopulmonary Bypass) OR (Health Care).

## UNTERSUCHUNGSMETHODE

Die Untersuchungsmethode wurde mittels der erhobenen Studienlage konzipiert, die Untersuchung fand am Deutschen Herzzentrum in Berlin während geplanter herzchirurgischer Eingriffe mit der HLM vom Typ S5 (LivaNova Deutschland GmbH, München) und dem klinikspezifischen konfigurierten Schlauchsystem Inspire 8 Dual (LivaNova) statt. Die Teilnahme an der Pilotstudie erfolgte freiwillig; die Anfrage war an das Team Kardiotechnik gerichtet, mitwirken durften erfahrene Kardiotechniker, Auszubildende und Studenten. Das Studienkonzept beinhaltete die Evaluierung der humanfaktoriellen Fertigkeiten (Wahrnehmung und Aufmerksamkeit) der Kardiotechniker unter Verwendung einer Eye Tracking-Brille. Die Versuchsdauer wurde auf eine komplette herzchirurgische Operation definiert.

## STICHPROBENGRÖSSE

Die Teilnehmergröße umfasst in dieser Publikation 2 Kardiotechnikerinnen (weiblich, 25 und 50 Jahre) mit einer Gesamtzahl von je  $\approx 60$  und  $\approx 3800$  Perfusionen.

## AUSWERTUNGSMETHODE

Die Analyse und Auswertung der Rohdaten des Eye Tracking wurde mittels der firmenspezifischen Software Tobii Pro Lab durchgeführt. Die Gesamtdauer der Operation wurde in fünf Zeitpunkte gegliedert. Wobei die Analyse und Auswertung sich in dieser Publikation auf den Beginn des kardiopulmonalen Bypasses, die Verabreichung von Kardioplegie und das Weaning vom kardiopulmonalen Bypass konzentriert. Zur Visualisierung der objektiven Anforderungen an die Kardiotechniker wurde die Methode „Heatmap“ (Wärmebild) und „Gaze Plot“ (Blickpunkt) gewählt. Die Feldbeobachtung wurde unter dem Aspekt der humanfaktoriellen Fertigkeiten, Informationsverarbeitung, Situationsbewusstsein und Entscheidungsfindung evaluiert und beschrieben. Die Arbeitserfahrung der Teilnehmer wurde anhand der Durchschnittsberechnung aus dem Jahre 2005, 200 HLM pro Jahr, und der Anzahl der Berufsjahre multipliziert. Bei Auszubildenden und Studenten protokolliert das „Logbook“ der Kardiotechnik (Akademie für Kardiotechnik, Berlin) die Anzahl durchgeführter Perfusionen.

## ERSTE ERGEBNISSE

### Heatmap und Gaze Plot

Die Ergebnisse der Machbarkeitsstudie veranschaulichen die Fixierung des Exper-

ten und des Novizen mittels der Visualisierung Heatmap und Gaze Plot. Per Definition gilt eine Fixierung „fixation“ als der Moment, in dem ein Auge sich nicht bewegt, sondern auf einem Punkt verweilt [4]. Dieser Moment reicht von 200–300 Millisekunden und kann sogar bis zu einigen Sekunden andauern. Wenn eine Fixierung gemessen wird, so wird generell die Aufmerksamkeit auf diese Position gemessen (Fixierungsdauer). Das Auge ist somit ein Hochleistungsmotor hinsichtlich der Wahrnehmung (kognitiver Prozess) und besitzt mit 90 Prozent den höchsten Anteil der Informationsaufnahme [3,4]. Die Augenbewegung und visuelle Aufmerksamkeit wurde mit Hilfe eines Wärmebilds dargelegt. Die Intensitäten der Fixierungen werden mit einem Farbgradienten abgebildet. Entsprechend der Anzahl von Fixierungen entsteht auf einem Bild farblich mit Rot die höchste Anzahl und mit Grün die niedrigste Anzahl fixierter Areale. Areale, die nicht betrachtet werden, bleiben neutral. Die anhand der Wärmekarte in Rot registrierten Areale belegen die größte Anzahl von Fixationen. Die in Grün registrierten Areale stehen für eine eher niedrigere Anzahl von Fixationen. Gaze Plots visualisieren in Form von Kreisen mehrere Fixationspunkte und in Kreisgrößen ihre Fixationsdauer. Die Anordnung und Anzahl von Blickpunkten ist numerisch und lässt somit Rückschlüsse auf den ersten und letzten fixierten Blickpunkt zu. Verbunden werden die Blickpunkte mit einem „Scan Path“ (Blickverlauf). Der Blickverlauf ist eine weitere Visualisierungsmöglichkeit und veranschaulicht den Pfad der Augenbewegung, die als Sakkade „saccade“ (schnelle Bewegung zwischen zwei Fixierungen) bezeichnet wird. Mit Hilfe des Blickverlaufs können Forscher Rückschlüsse auf kognitive Prozesse (Informationsaufnahme, Informationsverarbeitung, Situationsbewusstsein und Entscheidungsfindung) von Probanden erhalten [4].

### Erläuterung der Eye Tracking-Daten Experte und Novize

Die Abbildungen 2 und 3 veranschaulichen die Eye Tracking-Auswertungen mittels Wärmebild mit einer Zeitdauer von 60 Sekunden zum Zeitpunkt: Beginn kardiopulmonaler Bypass, Verabreichung von Kardioplegie und Weaning kardiopulmonaler Bypass.

Die Wahrnehmung der Interessensbereiche „area of interest (AOI)“ an der HLM wurden mit der höchsten Anzahl von Fixierungen mit Rot maskiert und die mit der

niedrigsten Anzahl in Grün. Hingegen veranschaulichen die Abbildungen 4 und 5 eine detailliertere Aufteilung von Blickpunkten und Blickverläufen. Eine deutliche

Population der Blickpunkte und Blickverläufe zwischen den Interessensbereichen repräsentiert kognitive Prozesse in Form der Informationsaufnahme, -verarbeitung,

Situationsbewusstsein und Entscheidungsfindung. Die Größe eines Blickpunkts repräsentiert die Fixationsdauer. Die Fixationsdauer wird als Maß für die Dauer der

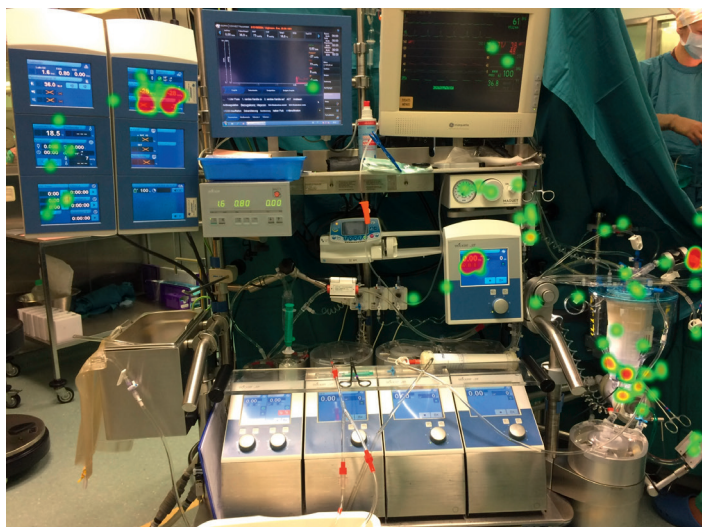


Abb. 2a: Heatmap Experte mit Tobii Pro Lab – Beginn kardiopulmonaler Bypass (eigene Darstellungen)



Abb. 3a: Heatmap Novize mit Tobii Pro Lab – Beginn kardiopulmonaler Bypass (eigene Darstellungen)



Abb. 2b: Heatmap Experte mit Tobii Pro Lab – Verabreichung von Kardioplegie



Abb. 3b: Heatmap Novize mit Tobii Pro Lab – Verabreichung von Kardioplegie



Abb. 2c: Heatmap Experte mit Tobii Pro Lab – Weaning kardiopulmonaler Bypass



Abb. 3c: Heatmap Novize mit Tobii Pro Lab – Weaning kardiopulmonaler Bypass

Wahrnehmung (Kognition) einer betrachteten Information interpretiert. Mit anderen Worten nehmen kognitive Prozesse zunehmenden Einfluss auf die Fixations-

dauer. Verlangt die Aufgabenstellung, z. B. der Beginn des kardiopulmonalen Bypass, überwiegend eine zentrale kontrollierte Verarbeitung, führt diese zu einer Verlän-

gerung der Fixationsdauer (big gaze plot) aufgrund kognitiver Leistungen. Eine kurze Fixationsdauer (small gaze plot) zeigt ebenfalls kognitive Leistung auf, jedoch



Abb. 4a: Gaze Plot Experte mit Tobii Pro Lab – Beginn kardiopulmonaler Bypass (eigene Darstellungen)



Abb. 5a: Gaze Plot Novize mit Tobii Pro Lab – Beginn kardiopulmonaler Bypass (eigene Darstellungen)



Abb. 4b: Gaze Plot Experte mit Tobii Pro Lab – Verabreichung von Kardioplegie



Abb. 5b: Gaze Plot Novize mit Tobii Pro Lab – Verabreichung von Kardioplegie



Abb. 4c: Gaze Plot Experte mit Tobii Pro Lab – Weaning kardiopulmonaler Bypass



Abb. 5c: Gaze Plot Novize mit Tobii Pro Lab – Weaning kardiopulmonaler Bypass

sind diese Informationen bereits registriert und verarbeitet worden (check up). Verlangt die Aufgabenstellung ein schnelles Reagieren, führt diese zu einer kürzeren Fixationsdauer bei gesteigerter kognitiver Leistung.

Vergleicht man die Eye Tracking-Ergebnisse (Heatmap und Gaze Plot) beider Teilnehmer zu den jeweiligen Zeitpunkten, so stellt man fest, dass beide Teilnehmer wichtige Interessenbereiche an der HLM, z. B. Kardiotomiereservoir, Bedienpanel arterielle Pumpe, Druckmessung vor und nach Oxygenator, Patientenmonitor, Bedienpanel Kardioplegiepumpe, Kardioplegiesteuerung und Kardioplegiegedruck fixierten. Unterschiede in Fixation und Fixationsdauer verdeutlichen, dass die erfahrene Teilnehmerin mehrere Interessenbereiche registriert und dadurch vermehrte Rückschlüsse aus den Informationen zur Situation erzielt, gegenüber der fortgeschrittenen Anfängerin. Zudem ist das Fixationsmuster umfassender (multiplex) und gezielter auf die Anzahl der fixierten Interessenbereiche.

## DISKUSSION

Dem Gehirn wird pro Sekunde etwa 1 GB an Impulsen weitergeleitet, die aus den unterschiedlichen Rezeptorzellen der unterschiedlichen Systeme wie z. B. des visuellen Systems stammen [3]. Allein über das Auge werden ca. 90 % der eingehenden Impulse aufgenommen, wobei das Auge schon direkt zu Beginn entscheidet, welche Impulse wichtig sind und weiter transferiert werden oder nicht. Hier kann das Risiko entstehen, dass das Weiterleiten eigentlich relevanter Informationen ausgesetzt wird. Da das Auge nur die Möglichkeit hat zweidimensional zu sehen, entsteht das räumliche Sehen erst durch die Verarbeitung der Signale im Gehirn.

Die eigentliche Wahrnehmung der Umgebung lässt sich in unterschiedliche Arten unterteilen: Bei der selektiven Wahrnehmung richtet sich der Fokus auf eine bestimmte Aufgabe, sodass hör- oder sichtbare Reize unbewusst ausgeblendet werden. Die fokussierte Wahrnehmung zielt auf eine sofortige Reaktion bestimmter Reize ab, wodurch allerdings die allgemeine Erfassung der Umgebung vermindert wird, welches den Verlust des Situationsbewusstseins herbeiführen kann. Bei der geteilten Wahrnehmung kann auf mehrere Bereiche reagiert werden, sodass diese die meiste Übersicht über eine Gesamtsituation erlaubt. Wenn trotz andauernder Störungen die Konzentration auf eine bestimmte Anforderung aufrechterhalten werden

kann, handelt es sich um die fortwährende Wahrnehmung. Die geistige Flexibilität, zwischen unterschiedlich ausgeprägten Aufgaben zu wechseln, führt zur alternierenden Wahrnehmung. Wachsamkeit hingegen ist eine unbewusste Fähigkeit, um sich über einen längeren Zeitraum auf die Wahrnehmung einer Umgebung und Situation zu konzentrieren. Wenn in einer bestimmten Situation ein hervorspringendes Signal die unbewusste Wahrnehmung weckt, wird es als wichtig deklariert. Beim sogenannten „Cocktail Party Syndrome“ richtet sich bei einem Gespräch die eigene Wahrnehmung nach einem ausgelösten Trigger, z. B. dem Hören des eigenen Namens bei einem benachbarten Gespräch, auf dieses benachbarte Gespräch, sodass die Information des eigenen Gesprächs verloren geht.

Bei hoher mentaler Anforderung und bei Situationen mit hoher Informationsdichte, wie es häufig bei kardiochirurgischen Eingriffen der Fall ist, ist Situationsbewusstsein essentiell. Im ersten Stadium des Situationsbewusstseins erfolgt die Aufnahme der relevanten Informationen, die im zweiten Stadium erst durch Wissen und Erfahrung in einen Kontext gebracht werden. Um eine Entscheidungsfindung zu gewährleisten, ist die Erfassung der Gesamtsituation die wichtigste Grundlage. Entscheidungen werden entweder intuitiv aus dem Bauchgefühl heraus getroffen, aufgrund von Erfahrungen und Expertise oder erfolgen durch eine Situationsanalyse, bei der wichtige Informationen gesammelt und deren Bedeutung identifiziert werden.

Gerade bei Entscheidungen, die unter enormem Zeitdruck getroffen werden müssen, ist ein sehr gutes Situationsbewusstsein erforderlich.

In einer von Tomizawa et al. durchgeführten Pilotstudie am Universitätsklinikum Tokio wurde erstmals ein Eye Tracking-Versuch während einer EKZ unternommen, um die Augenbewegungen zu analysieren (2012) [5]. Laut Tomizawa et al. ist eine sichere Bedienung während einer EKZ einer der kritischsten Faktoren, die die Patientensicherheit beeinflusst. Da dies eine anerkannte Tatsache ist, wurde in den letzten Jahren vermehrt darüber diskutiert, inwiefern die Möglichkeit besteht, die nötigen Fähigkeiten im Bildungssystem weiterzuentwickeln.

In der Komplexität an Aufgaben und Tätigkeiten wechseln Kardiotechniker ständig ihre Blicke weg von z. B. HLM, EKZ-System hin zum Operationsfeld. Das Wissen, warum und wann solche Blickwechsel

stattfinden, kann dazu beitragen, ein besseres Verständnis über Fähigkeiten zu erlangen, die nötig sind, um solche Tätigkeiten sicher und effizient durchzuführen. Die aufgenommenen Augenbewegungen während der Eye Tracking-Prozedur wurden ausgewertet, um bestimmte Blickwechsellmuster zu observieren. Die Ergebnisse aus der Pilotstudie von Tomizawa et al. verdeutlichen, dass der erfahrene Kardiotechniker seine Aufmerksamkeit gleichmäßiger verteilte als die anderen Kardiotechniker und dass er seine Aufmerksamkeit bzw. seine Fixationen während der Operation auf eine relativ große Anzahl an Informationsgruppen lenkte. Der gleiche Effekt war auch bei den Transitionen zu erkennen, denn der erfahrene Kardiotechniker zeigte unterschiedliche Übergangsmuster auf, welche sich zu den anderen Kardiotechnikern unterschieden.

In der Studie kommt das Team von Tomizawa zu dem Schluss, dass das Eye Tracking auch auf andere Bereiche in der Medizin übertragen werden kann. Generell wird betont, dass eine intensivere Datensammlung durch Eye Tracking vorangetrieben werden muss, da die durchgeführte Studie in ihrem Umfang limitiert war und ein intensiverer Ausbau noch möglich und nötig ist. Tomizawa et al. kommen zu dem Schluss, dass Eye Tracking eine wertvolle Methode ist, um kognitive Fertigkeiten und Fähigkeiten in einem medizinischen Umfeld zu untersuchen.

## FAZIT UND AUSBLICK

Die hier vorliegende Publikation, welche die objektiven Anforderungen an Kardiotechniker während realer herzchirurgischer Eingriffe mit Hilfe von Eye Tracking erhoben hat, ebnet den Weg für weitere humanfaktorielle Studien. Zudem wurde die Machbarkeitsstudie erfolgreich durchgeführt und beantwortet gleichzeitig die Frage: „Wie unterscheiden sich Blickrichtung (Fixation) und Blickverweildauer (Fixationsdauer) eines erfahrenen Kardiotechnikers (Experte) im Vergleich zu einem fortgeschrittenen Anfänger (Novize)?“

Des Weiteren wurden die objektiven Anforderungen von Kardiotechnikern mit unterschiedlichen Kompetenzen in der Bedienung der HLM visualisiert und in einem sogenannten „Big Picture“ aufgezeigt. „Wenn die objektiven Anforderungen während der Bedienung der HLM durch humanfaktorielle Aspekte analysiert und optimiert werden können, dann sollte die Ausbildungsmethodik in der Kardiotechnik modifiziert werden.“

Diese Hypothese könnte die zukünftige Ausbildung bzw. das Studium so weit modifizieren, dass angehende Studenten zukünftig in einem geschützten Umfeld (Simulation) die Bedienung der HLM erlernen, sich Bewältigungsstrategien aneignen können und später im Berufsleben einsetzen. Darüber hinaus besteht eine mögliche Verbesserung der sozio-technischen Anbindung in der Entwicklung zukünftiger HLM im herzchirurgischen Bereich. Simulationen und neue Technologien sind die wichtigsten Voraussetzungen, um die Patientensicherheit zu verbessern. Es gilt diese Methodik in das Ausbildungssystem zu integrieren. „Medicine may be the last high stakes industry that does not rehearse prior to game time“ [1].

#### LITERATUR

- [1] Weinstock P et al.: *Creation of a novel simulator for minimally invasive neurosurgery: fusion of 3D printing and special effects.* In: *J Neurosurg Pediatr* 2017; Volume 20: 2–7
- [2] Klausen A et al.: *Feasibility of Eyetracking in critical care environments – a systematic review.* In: *Exploring complexity in health: an interdisciplinary systems approach.* In: *European Federation for Medical Informatics* 2016: 604–608
- [3] Fischer M: *Human Factors in Healthcare – Teil 1: Das Individuum.* In: *Kardiotechnik* 2015; 3: 61–64
- [4] Holmqvist K, Nyström M (Hg): *Eye Tracking. A comprehensive guide to methods and measures.* Oxford University Press 2011
- [5] Tomizawa, et al.: *Eye-tracking analysis of skilled performance in clinical extracorporeal circulation.* In: *The Japanese Society for Artificial Organs* 2012; 15: 146–157

#### INTERESSENKONFLIKT

Die Autoren haben keine finanziellen Interessen oder Beziehungen, die möglicherweise zu irgendwelchen Interessenkonflikten führen könnten.

Dino Kurtovic B.Sc.  
Cardiovascular Perfusion  
Kardiotechniker nach ECCP  
Deutsches Herzzentrum Berlin  
E-Mail: dkurtovic@dhzb.de

# Pulsindexverhalten der Herzunterstützungssysteme HeartMate II und HeartMate3 bei Hypovolämie: eine klinische Betrachtung

## ZUSAMMENFASSUNG

Der Pulsindex (PI) ist im Allgemeinen proportional zur verbleibenden Herzleistung von Patienten mit Linksherzunterstützungssystem (LVAD) und wird als Trendparameter zur Geschwindigkeitseinstellung der Pumpe verwendet. Aufgrund der verschiedenen Pumpentypen der VADs HeartMate II (HM II) und HeartMate3 (HM3), kommt es zu einem unterschiedlichen PI-Verlauf im Falle klinischer Ereignisse.

Diese Fallstudie umfasst zwei Patienten: Patient A (HM II LVAD) und Patient B (HM3 LVAD) (Hersteller beider LVADs: Abbott) zeigten im ambulanten Verlauf eine Hypovolämie. Die Patientendaten und LVAD-Daten wurden retrospektiv am Patientenmonitor heruntergeladen und analysiert. Das HM II zeigte einen Abfall des PI vor Lösen eines Suction Events mittels Drehzahlmodulierung. Im Gegensatz dazu stieg der PI-Wert des HM3 über 1,5 Tage an, bis er mit Drehzahlverringern durch den Suction Algorithmus kurzzeitig abfiel.

Der PI-Verlauf im Falle von Hypovolämie ist für HM II und HM3 unterschiedlich. Dies wird durch die verschiedenen Pumpencharakteristika von axialem und zentrifugalem Pumpenaufbau sowie Unterschiede bei der genauen Berechnung erklärt. Daher ist die Interpretation des PI nicht übertragbar. Eine Einbeziehung anderer klinischer Parameter wie Echokardiographie-Daten sowie das Bewusstsein dieser Unterschiede auf Seiten der VAD-Koordinatoren und Herzchirurgen ist essentiell für die korrekte Interpretation und folgende Handlungsstrategie.

## SCHLÜSSELWÖRTER

LVAD, Pulsindex, HeartMate II, HeartMate 3

## ABSTRACT

The pulsatility index (PI) is generally proportional to the residual heart function in ventricular assist device (VAD) patients and used as a guideline parameter for pump speed setting. Due to the different prin-

ciples of the HeartMate II (HM II) and HeartMate3 (HM3) VADs, the calculated PI value progresses differently in the case of clinical events.

This study included two patients. Patient A (HM II) and Patient B (HM3) (manufacturer of both VADs: Abbott) presented hypovolemia in an outpatient context. The patient data and VAD data were retrospectively downloaded to the patient monitor and analyzed. The HM II showed a drop in PI until the suction algorithm solved the event by modulating the pump speed. In contrast, HM3 exhibited a rise in PI over 1.5 days, until it fell temporarily as pump speed modulation took place.

PI progression in the case of hypovolemia varies for the HMII and HM3. This is explained by the differing characteristics of axial and centrifugal pump designs as well as slight differences in the exact PI calculation. Thus, PI interpretation cannot be transferred. Inclusion of other clinical parameters such as echocardiography data as well as awareness on the part of VAD coordinators and cardiac surgeons is essential for correct interpretation and subsequent courses of action.

## KEYWORDS

LVAD, pulsatility index, HeartMate II, HeartMate3

## EINLEITUNG

Herzversagen ist eine sehr häufige Todesursache in Europa. Da ein Mangel an Spenderorganen herrscht, werden Linksherzunterstützungssysteme (LVADs) zur Überbrückung der Patienten zur Transplantation oder als lebensverlängernde Maßnahme (sogenannte Destination Therapy) eingesetzt [1–3, 15]. Die erste Generation dieser Systeme bestand aus pulsatilem Pneumatikpumpen, hingegen machen sich neuere, kleinere Pumpentypen Designkonzepte mit kontinuierlichem Fluss zunutze [16]. Diese Pumpen ersetzen das natürliche Herz nicht, sie unterstützen lediglich den linken Ventrikel.

Das HeartMate II ist eine axiale, mechanisch gelagerte Pumpe [20]. Sie ist eine Pumpe der zweiten Generation und mit CE-Zeichen seit 2005 in Europa zur Implantation zugelassen. Obwohl für LVADs typische Komplikationen auftreten können [5, 8, 9, 17], werden lange Unterstützungszeiten erreicht [14]. Das HeartMate3, eine zentrifugale Kreiselpumpe der dritten Generation, ist seit 2015 mit CE-Kennzeichen in Europa zugelassen und ist der Nachfolger des HeartMate II. Sein aktiv magnetisch gelagerter Rotor gilt als verschleißfrei und die vergleichsweise großen Spaltmaße optimieren die Hämokompatibilität [10, 19]. Ihre Pumpenparameter wie berechneter Durchfluss, Leistungsaufnahme und Pulsindex (PI) sind Indikatoren für physiologische Prozesse [4, 6, 11].

Der Pulsindex (PI) ist im Allgemeinen proportional zur verbleibenden Herzleistung von VAD-Patienten. Während der Systole führt die Kontraktion des Ventrikels zu einem Anstieg des Kammerdrucks. Der erhöhte Druck bedingt eine Steigerung des Flusses durch das LVAD. Die durchschnittliche Amplitude dieses wiederkehrenden Flusspulses über ein Intervall von 15 s wird als Pulsindex bezeichnet [19]. Es bestehen geringe Unterschiede in der Durchfluss- und daher auch der PI-Berechnung der beiden betrachteten Pumpen, durch die es zu einem Überschätzen des diastolischen Flusses beim HM II, beziehungsweise einer Unterschätzung des systolischen Flusses beim HM3 kommen kann. Höhere Indizes bezeichnen somit höhere Pulsilität der verbliebenen Herzleistung und daher ein geringeres Niveau an Unterstützung [19, 20]. Reduzierte Pulsilität könnte auf ein erhöhtes Risiko von postoperativen Blutungen hinweisen [21]. Typische Werte des PI in unserer klinischen Umgebung sind 4,5–5,5 für das HM II und 2–4 für das HM3.

Falls die Rotationsgeschwindigkeit des implantierten LVAD zu hoch eingestellt oder das systemische Blutvolumen zu gering ist, kann es zu einer Verringerung des

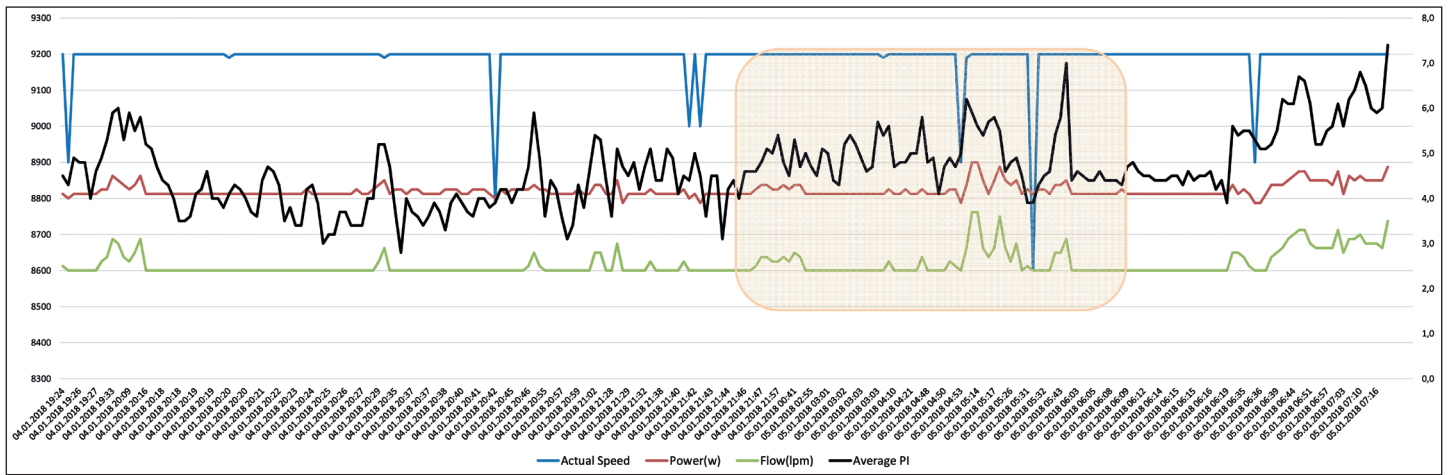


Abb. 1: Verlauf von PI, Fluss, Leistung und Pumpendrehzahl bei einem Patienten mit HM II in hypovolämischem Zustand mit mehreren Suction Events

Kammerdrucks bis zum Kollaps des Ventrikels kommen, da das LVAD eine geringe Vorlastempfindlichkeit gegenüber dem nativen Ventrikel besitzt [13]. Dieses Phänomen ist als Suction Event bekannt [7, 12]. Die Regelung beider hier beschriebener LVAD-Typen beinhaltet eine automatische Herabsetzung der Pumpengeschwindigkeit im Falle eines detektierten Suction Events [18, 19].

In unserer klinischen Routine werden Unterschiede im LVAD-Parameterverhalten bei Hypovolämie geschult. Bedingt durch die konstruktiven Unterschiede der HeartMate II und HeartMate3 VADs kann der berechnete PI-Wert im Falle klinischer Ereignisse unterschiedlich verlaufen. In diesem Fallbericht beschreiben wir die Unterschiede zwischen dem PI-Verlauf während einer Hypovolämie bei einem HM II- und einem HM3-Patienten.

Patienten kommen als Teil ihrer Routhetherapie in die Ambulanz. Ihr Alarmverlauf wird geprüft und ihre Pumpendaten werden von den Controllern der Patienten heruntergeladen. Diese Daten werden auf Details zu möglichen Alarmen und Fällen von Hypovolämie, sogenannten Suction

Events überprüft. Zwar ist bekannt, dass Hypovolämie den PI beeinflusst, jedoch ist auf dem Controller kein spezifischer Alarm hinterlegt. Nur die Leistungs- und Flusswerte werden direkt mit Alarmen überwacht [19, 20].

Ein von einem LVAD unterstützter Kreislauf ist ein sensibles System und es gibt mehrere therapeutische Maßnahmen, um einer Hypovolämie zu begegnen. Beim HM II wird ein zu niedriger Fluss mit einem PI von unter 2 in der Regel durch Erhöhung des Blutvolumens normalisiert. In Abhängigkeit vom Fortschritt des hypovolämischen Zustands kann der Patient angehalten werden, mehr zu trinken. In ausgeprägten Fällen können Infusionen von Blutprodukten angeordnet werden. Bei Patienten mit HM3 LVAD kann auch eine antihypertensive Medikamentierung angezeigt sein. Aufgrund seiner starken Nachlastempfindlichkeit reagiert das HM3 bei Suction Events gut auf eine Senkung des systemischen Drucks.

### FALLSTUDIE

Obwohl die Tatsache, dass verschiedene Pumpencharakteristika zu unterschied-

lichem PI-Verhalten führen, bekannt ist, wurde der genaue Effekt bisher nicht beschrieben. Um das PI-Verhalten der beiden Systeme zu vergleichen, wurden Daten aus klinischen Downloads ausgewertet. Zwei Patienten mit einem HM II beziehungsweise HM3 wurden retrospektiv untersucht. Sie wurden beispielhaft für beide LVADs ausgewählt, um den typischen Verlauf darzustellen.

Die klinischen Patientendownloads zeigten in beiden Fällen ein Vorliegen von Hypovolämie mit klassischen Suction Events und folgenden Drehzahlmodulationen (aktiver Suction Algorithmus): Patient A mit HM II zeigt in dem dargestellten Zeitraum (2 Tage) mehrere PI- und Suction Events, zum Teil kurz hintereinander (Abb. 1). Der darin markierte Abschnitt zeigt einen typischen PI- und Drehzahlverlauf für einen HM II-Patienten mit Hypovolämie. Die beiden Pumpendrehzahlmodulationen werden durch einen steilen Abfall des PI gekennzeichnet, begleitet von Fluktuationen von Leistung und Fluss. Nach dem Suction Event kam es zu einem kurzen starken Anstieg des PI-Wertes mit nachfolgender Normalisierung. Die PI-

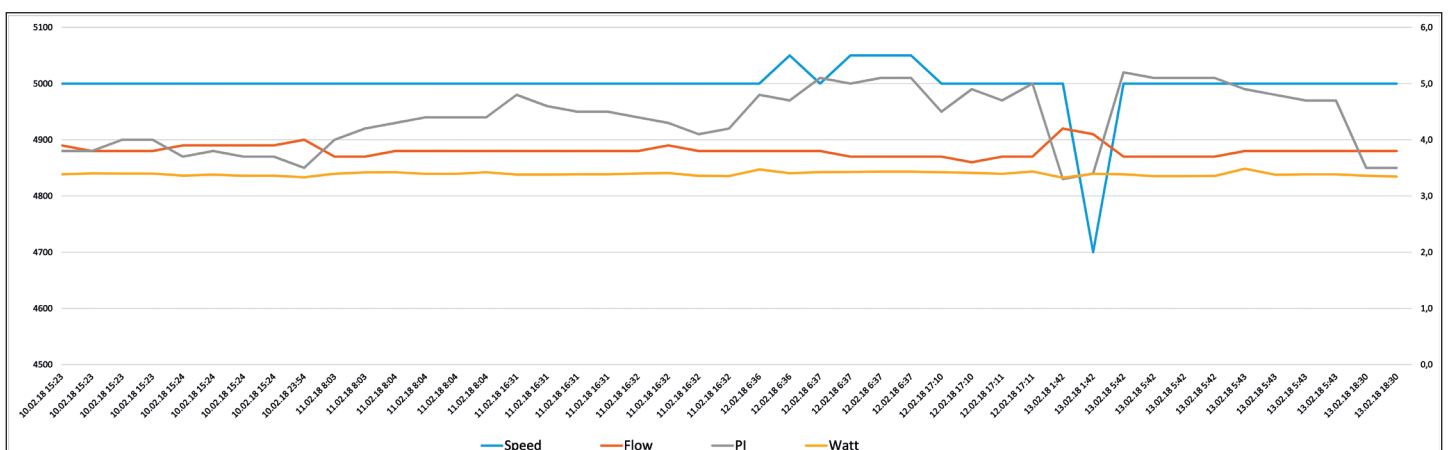


Abb. 2: Verlauf von PI, Fluss, Leistung und Pumpendrehzahl bei einem Patienten mit HM3 in hypovolämischem Zustand mit Suction Event

Werte befanden sich dabei zwischen 3,9 und 7,0 mit einem Mittelwert von 4,9. Die Pumpengeschwindigkeit war auf 9200 rpm (8600 rpm Low Limit) eingestellt. Der berechnete Fluss durch das LVAD wurde zwischen 2,4 und 3,7 l/min, im Mittel 2,5 l/min angezeigt. Die Leistungsaufnahme schwankte zwischen 3,9 und 4,8 W (Mittelwert 4,2 W). Patient B mit HM3 erlebte ein PI-Event mit einem Suction Event innerhalb des betrachteten Zeitraums (3 Tage).

Abbildung 2 zeigt den Verlauf der Pumpenparameter und damit ein typisches Bild bei Hypovolämie. Das PI-Event des HM3 war durch einen klaren Anstieg des PI über anderthalb Tage gekennzeichnet, bis der Suction Algorithmus die Drehzahl auf das Low Limit senkte und wieder auf den eingestellten Wert erhöhte. Dem kurzzeitigen Absinken des PI-Werts während des aktiven Suction Algorithmus folgte wieder ein hoher PI-Wert, der sich erst nach einem halben Tag normalisierte. Der aufgezeichnete PI bewegte sich zwischen 3,3 und 5,2 mit einem Mittelwert von 4,4. Die Pumpengeschwindigkeit war auf 5000 rpm (4700 rpm Low Limit) eingestellt. Der berechnete Fluss durch die Pumpe befand sich zwischen 3,6 und 4,2 l/min, im Mittel 3,8 l/min. Die Leistungsaufnahme des VAD bewegte sich zwischen 3,3 und 3,5 W (3,4 W Mittelwert), blieb also fast konstant. Eine periodische Variation in der Pumpendrehzahl wird durch die Artificial-Pulse-Funktion des LVADs erzeugt. Hierbei handelt es sich um eine zyklische Reduktion und Erhöhung der Drehzahl von je 2000 rpm vom eingestellten Wert mit einer Frequenz von 30 rpm; dies soll die Auswaschung der Pumpe verbessern [19]. Diese Variation ist allerdings durch die grobe zeitliche Auflösung des Pumpendownloads in Abbildung 2 nicht ersichtlich.

Ein Anstieg des PI beim HM II kann mehrere Gründe haben, etwa eine zu geringe Pumpendrehzahl und nicht ausreichende Entlastung des Herzens, aber auch eine verbesserte Funktion des Ventrikels, also eine Erholung des nativen Herzens. Sollte ein Patient mit HM II mit steigendem PI-Wert also behandelt werden wie ein HM3-Patient, kann es zu einer Erniedrigung der Drehzahl kommen, was in dem ersten Fall (nicht ausreichende Ventrikelentlastung) kontraproduktiv, im Fall einer Ventrikelentlastung aber angezeigt sein kann. Eine genaue Überwachung des Flussparameters und weiterer klinischer Faktoren ist hier unerlässlich.

Falls ein Patient mit HM3 und Hypovolämie, also einem erhöhten PI fälschlich

erweise wie ein HM II-Patient behandelt wird, kann eventuell sogar eine weitere Erhöhung der Drehzahl angeordnet werden und somit die Hypovolämie negativ beeinflussen. Aus diesem Grund ist eine gleichzeitige Kontrolle des berechneten Pumpendurchflusses und weiterer klinischer Parameter wieder erforderlich und angezeigt.

Neben dem Pulsindex-Verlauf ist auch das PI-Event als solches ein Trendparameter, der auf verschiedene klinische Ereignisse hinweisen kann. Neben dem hier beschriebenen Ventrikellkollaps (Suction Event/Ansaugereignis) können dies Vorhofflimmern oder Schwankungen des linksventrikulären Volumens zwischen kardialen Zyklen sein. Diese können auch durch parallele Therapie mit IABP oder Valsalva-Ereignisse (Husten, Niesen, etc.) ausgelöst werden.

## FAZIT

Die PI-Verläufe von HM II und HM3 bei Hypovolämie unterscheiden sich drastisch. Dies kann durch die unterschiedlichen Pumpencharakteristiken und Pumpenkennlinien der beiden Systeme erklärt werden. Das HM II besitzt als Axialpumpe eine fast gerade Pumpenkennlinie verglichen mit der des HM3 (Kreiselpumpe) [10, 19, 20]. Die genaue Berechnung des PI ist bei den beiden Systemen nicht identisch, so dass beim HM II eine leichte Überschätzung des Fluss-Minimums auftreten kann. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die starke Nachlastabhängigkeit des HM3.

Beim HM II wird ein starker Abfall des PI während des Suction Events beobachtet. Das HM3 hingegen zeigt einen starken PI-Anstieg, sobald es zur Suction kommt. Im Laufe des PI-Events steigt der PI langsam an und erreicht seinen Ausgangswert, sobald die Pumpensteuerung das Ereignis detektiert und die Drehzahl verringert.

Die vorliegenden Daten zeigen den PI-Verlauf exemplarisch an zwei Patienten. Durch die asynchrone Natur der Überwachung von LVAD-Patienten können die PI-Daten nur retrospektiv ausgelesen werden. Dieser Mangel an Echtzeitüberwachung sowie das Fehlen eines vom Niedrigfluss eigenständigen PI-Alarms erschweren die exakte Bestimmung von Parametern wie der Hydrierung und der korrekten Einnahme von Medikamenten zum Zeitpunkt der Hypovolämie und damit die Prävention solcher Ereignisse deutlich. Wenn der Patient stationär aufgenommen wird, kann zwar dauerhaft ein Monitor angeschlossen und somit eine Überwachung eingerichtet

werden, doch ist auch hier eine vollständige Echtzeit-Überwachung nicht möglich.

Die Interpretation des Pulsindex ist zwischen den beiden betrachteten Systemen nicht übertragbar. Sorgfältige Information und Weiterbildung von Patienten und Fachpersonal ist von hoher Wichtigkeit, da beide Pumpen derzeit im klinischen Einsatz sind und über den gleichen Patientenmonitor ausgelesen werden. Akute Stresssituationen während klinischer Notfälle könnten eine unangebrachte Behandlung des Patienten und nachteilige Folgen mit sich bringen. Gerade kleinere Zentren mit geringen Fallzahlen sind gefährdet, da sich eventuell keine ausreichende Routine entwickelt. Die Weiterbildung könnte im Bedarfsfall verbessert werden, um angemessene Maßnahmen für den jeweiligen Pumpentyp sicherzustellen. Der PI ist zwar als wichtiger Trendparameter, aber nicht als alleinige Grundlage einer Therapieentscheidung zu betrachten. Die gewonnene Aussage sollte vor einer möglichen Veränderung der Therapie immer mit klinischen Parametern wie etwa Echokardiographie-Werten validiert werden.

## LITERATUR

- [1] Carrel T, Englberger L, Martinelli MV, Takala J, Boesch C, Sigurdadottir V, Gyga E, Kadner A, Mohacsi P: Continuous flow left ventricular assist devices: a valid option for heart failure patients. *Swiss Med Wkly* 2012; 142: w13701. doi:10.4414/smw.2012.13701
- [2] Cook JL, Colvin M, Francis GS, Grady KL, Hoffman TM, Jessup M, John R, Kiernan MS, Mitchell JE, Pagani FD, Petty M, Ravichandran P, Rogers JG, Semigran MJ, Toole JM: Recommendations for the use of mechanical circulatory support. *Ambulatory and community patient care: A scientific statement from the American Heart Association. Circulation* (2017); 135(25):e1145-e1158. doi:10.1161/CIR.0000000000000507
- [3] Fukunaga N, Rao V: Left ventricular assist device as destination therapy for end stage heart failure. *The right time for the right patients. Curr Opin Cardiol* 2018. doi:10.1097/HCO.0000000000000486
- [4] Granegger M, Masetti M, Laohasurayodhin R, Schloeghofer T, Zimpfer D, Schima H, Moscato F: Continuous monitoring of aortic valve opening in rotary blood pump patients. *IEEE Trans Biomed Eng* 2016; 63(6):1201–1207. doi:10.1109/TBME.2015.2489188
- [5] Hanke JS, Rojas SV, Mahr C, Schmidt A-F, Zoch A, Dogan G, Feldmann C, Deniz E, Mollitoris U, Bara C, Strüber M, Haverich A, Schmitto JD: Five-year results of patients supported by HeartMate II. *Outcomes and adverse events. Eur J Cardiothorac Surg* 2017. doi:10.1093/ejcts/ezx313
- [6] Hayward C, Lim CP, Schima H, Macdonald P, Moscato F, Muthiah K, Granegger M: Pump speed waveform analysis to detect aortic valve opening in patients on ventricular assist device support. *Artif Organs* 2015; 39(8):704–709. doi:10.1111/aor.12570

- [7] Imada T, Carl Shibata S, Fujino Y: Hemodynamic compromise due to left atrium "suction event" in a patient with HeartMate II ventricular assist device implantation. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2014; 28(3):e21-2. doi:10.1053/j.jvca.2013.11.013
- [8] Jeffries N, Miller MA, Taddei-Peters WC, Burke C, Baldwin JT, Young JB: What is the truth behind pump thrombosis in the HeartMate II device? A National Heart, Lung, and Blood Institute perspective based on data from the Interagency Registry for Mechanically Assisted Circulatory Support. *J Heart Lung Transplant* 2015; 34(12):1505–1510. doi:10.1016/j.healun.2015.10.036
- [9] Kirklin JK, Naftel DC, Pagani FD, Kormos RL, Myers S, Acker MA, Rogers J, Slaughter MS, Stevenson LW: Pump thrombosis in the Thoratec HeartMate II device. An update analysis of the INTERMACS Registry. *J Heart Lung Transplant* 2015; 34(12):1515–1526. doi:10.1016/j.healun.2015.10.024
- [10] Moazami N, Fukamachi K, Kobayashi M, Smedira NG, Hoercher KJ, Massiello A, Lee S, Horvath DJ, Starling RC: Axial and centrifugal continuous-flow rotary pumps. A translation from pump mechanics to clinical practice. *J Heart Lung Transplant* 2013; 32(1):1–11. doi:10.1016/j.healun.2012.10.001
- [11] Moscato F, Granegger M, Edelmayer M, Zimpfer D, Schima H: Continuous monitoring of cardiac rhythms in left ventricular assist device patients. *Artif Organs* 2014; 38(3):191–198. doi:10.1111/aor.12141
- [12] Reesink K, Dekker A, van der Nagel T, Beghi C, Leonardi F, Botti P, Cicco G de, Lorusso R, van der Veen F, Maessen J: Suction due to left ventricular assist. Implications for device control and management. *Artif Organs* 2007; 31(7):542–549. doi:10.1111/j.1525-1594.2007.00420.x
- [13] Salamonsen RF, Mason DG, Ayre PJ: Response of rotary blood pumps to changes in preload and afterload at a fixed speed setting are unphysiological when compared with the natural heart. *Artif Organs* 2011; 35(3):E47–53. doi:10.1111/j.1525-1594.2010.01168.x
- [14] Schmitto JD, Hanke JS, Rojas S, Avsar M, Malehsa D, Bara C, Strueber M, Haverich A: Circulatory support exceeding five years with a continuous-flow left ventricular assist device for advanced heart failure patients. *J Cardiothorac Surg* 2015; 10:107. doi:10.1186/s13019-015-0306-x
- [15] Schmitto JD, Hanke JS, Rojas SV, Avsar M, Haverich A (2015): First implantation in man of a new magnetically levitated left ventricular assist device (HeartMate III). *J Heart Lung Transplant* 34(6):858–860. doi:10.1016/j.healun.2015.03.001
- [16] Slaughter MS, Rogers JG, Milano CA, Russell SD, Conte JV, Feldman D, Sun B, Tatooles AJ, Delgado RM, Long JW, Wozniak TC, Ghumman W, Farrar DJ, Frazier OH: Advanced heart failure treated with continuous-flow left ventricular assist device. *N Engl J Med* 2009; 361(23):2241–2251. doi:10.1056/NEJMoa0909938
- [17] Smedira NG, Blackstone EH, Ehrlinger J, Thuita L, Pierce CD, Moazami N, Starling RC: Current risks of HeartMate II pump thrombosis. Non-parametric analysis of Interagency Registry for Mechanically Assisted Circulatory Support data. *J Heart Lung Transplant* 2015 34(12):1527–1534. doi:10.1016/j.healun.2015.10.027
- [18] T. Drews, T. Krabatsch, S. V. Rojas, M. Strüber, A. Haverich, J. D. Schmitto, N. Sadat, D. Saeed, A. Rukosujew, A. Hoffmeier, T. D. T. Tjan: Langzeitunterstützung. In: Boeken U, Assmann A, Born F (Hg) *Mechanische Herz-Kreislauf-Unterstützung. Indikationen, Systeme, Implantationstechniken*, 2. Aufl. 2017, 65–90
- [19] Thoratec Corporation: HeartMate 3 Left Ventricular Assist System Instructions for Use. 2016
- [20] Thoratec Corporation: HeartMateII Left Ventricular Assist System Instructions for Use. 2016
- [21] Wever-Pinzon O, Selzman CH, Drakos SG, Saidi A, Stoddard GJ, Gilbert EM, Labedi M, Reid BB, Davis ES, Kfoury AG, Li DY, Stehlik J, Bader F: Pulsatility and the risk of non-surgical bleeding in patients supported with the continuous-flow left ventricular assist device HeartMate II. *Circ Heart Fail* 2013; 6(3):517–526. doi:10.1161/CIRCHEARTFAILURE.112.000206

## INTERESSENKONFLIKT

Die Autoren haben keine finanziellen Interessen oder Beziehungen, die möglicherweise zu irgendwelchen Interessenkonflikten führen könnten.

Prof. Dr. Jan D. Schmitto  
Klinik für Herz-, Thorax-,  
Transplantations- und Gefäßchirurgie  
OE6210  
Medizinische Hochschule Hannover  
Carl-Neuberg-Straße 1  
30625 Hannover  
schmitto.jan@mh-hannover.de

# Fettdepots im Körper beeinträchtigen die Herzgesundheit

Am Institut für Pharmakologie der Charité, Universitätsmedizin Berlin, haben Wissenschaftler nachgewiesen, dass die Freisetzung von Fettsäuren aus dem Körperfett erhebliche Auswirkungen auf die Gesundheit des Herzens hat. Ein Eingriff in den Fettstoffwechsel ermöglichte es ihnen, das Risiko der Entstehung einer Herzschwäche erfolgreich zu senken. Die Ergebnisse der Studie sind in der Fachzeitschrift PLOS Genetics veröffentlicht.

Die Herzschwäche ist eine chronische Erkrankung, die nicht zu unterschätzen ist. Jeder zweite bis dritte Patient mit diesem Leiden verstirbt innerhalb von 5 Jahren. Auf der Suche nach den molekularen Ursachen und neuen Therapien gegen die Herzschwäche stellte die Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Ulrich Kintscher an der Charité fest, dass sich Veränderungen im Stoffwechsel des Fettgewebes auf die Entwicklung dieser Krankheit auswirken. Das

Körperfett verändert die Lipidzusammensetzung des Herzens und beeinflusst wahrscheinlich über diese Veränderungen die Herzfunktion, wie Studienergebnisse zeigen. Schon seit längerem wird vermutet, dass Körperfett auch auf molekularer Ebene Einfluss auf die Herzfunktion nimmt. Ein Schlüsselprozess ist hierbei die Freisetzung von Fettsäuren aus dem Fettgewebe. Um diesen Vorgang besser zu verstehen, wurde im Tiermodell in den Fettstoffwechsel eingegriffen und das Gen für das betreffende Enzym Adipozyten-Triglycerid-Lipase (ATGL) im Fettgewebe ausgeschaltet. Das Ergebnis: Die behandelten Mäuse waren fast vollständig vor dem Auftreten einer Herzschwäche geschützt.

Zusätzlich sind Blutproben von Patienten ohne und mit Herzschwäche für die Studie herangezogen worden. Die Lipidveränderungen im Blut entsprachen in einigen Aspekten den Veränderungen, die in

den Herzen der Tiere zu beobachten waren. In einem weiteren Schritt wollen die Forscher ihre Ergebnisse nun in die klinische Anwendung übertragen. Eine zentrale Frage ist hierbei: Wie kann man das für die Freisetzung der Fettsäuren verantwortliche Gen und das Enzym ATGL medikamentös gezielt nur im Fettgewebe beeinflussen? Zusätzlich sollen die Ergebnisse in weiteren Patientenanalysen bestätigt werden. In Zusammenarbeit mit Kardiologen der Charité wird die Bedeutung des Fettgewebes für die Herzinsuffizienz auch im klinischen Alltag herausgearbeitet. Man sollte also jetzt schon bei Diagnostik- und Therapieentscheidungen verstärkt das Fettgewebe im Auge behalten, auch wenn man eigentlich eine Herzerkrankung behandeln möchte.

Berlin, Januar 2018

## Lebensrettende Mikrobläschen

Ob Badeunfall oder ein Stück Essen in der Luftröhre, ob Asthmaanfall, Keuchhusten oder Herzinsuffizienz: Ein schwerer Sauerstoffmangel führt letztlich zum Herzstillstand. Lässt sich der Sauerstoffgehalt des Blutes dann nicht sehr rasch wiederherstellen, können Menschen innerhalb von Minuten sterben. Amerikanische Wissenschaftler stellen in der Zeitschrift *Angewandte Chemie* luftgefüllte Mikrobläschen vor, die als intravenös verabreichte Sauerstoffträger die Überlebensrate solcher Patienten erhöhen könnten. Da sie sich im Blut schnell auflösen, ist das Risiko einer Embolie minimal.

Allein in den USA sterben etwa 100.000 Krankenhauspatienten jährlich an einem Asphyxie-bedingten Herzstillstand. Die Mikrobläschen, die von Forschern um Brian D. Polizzotti und John N. Kheir vom Boston Children's Hospital der Harvard Medical School (USA) entwickelt wurden, könnten viele davon vielleicht retten, denn sie verschaffen den Ärzten etwas Zeit, um die Ursache des Sauerstoffmangels zu beheben oder einen Luftröhrenschnitt durchzuführen.

Die Idee, Mikrobläschen als Transportmittel, z. B. für Wirkstoffe oder Kontrastmittel, zu verwenden, ist nicht neu. Ihre intravenöse Injektion barg bisher jedoch ein hohes Risiko lebensgefährlicher Lungenembolien, weil sie zu lange im Blut blieben. Weitere Probleme waren mangelnde Stabilität, nicht abbaubare Bestandteile sowie eine schwer kontrollierbare Morphologie und Größe. Der neue Typus Mikrobläschen hat diese Nachteile nicht. Erfolgsgeheimnis ist das Herstellungsverfahren durch Nanofällung biokompatibler Polymere an der Grenzfläche zwischen Luft und Flüssigkeit. Ausgangspunkt ist Dextran, ein verzweigtes Polymer aus Glucose-Einheiten. Zusätzlich werden funktionelle Gruppen angeknüpft, die dem Polymer oberflächenaktive Eigenschaften verleihen, sowie Säuregruppen. Wird das Polymer in einem Lösungsmittel gelöst und Wasser zugegeben, mit dem es nicht mischbar ist, bilden sich Mizellen. Beim Homogenisieren mit Luft entsteht Schaum aus mizellenumhüllten Luftbläschen. Wird weiter Wasser zugegeben, lagern sich immer mehr Mizellen an. Diese kollabieren letztlich zu festen

Nanoaggregaten, die eine Schale um das Luftbläschen bilden. Werden die Mikrobläschen in Blut gegeben, liegen die Säuregruppen aufgrund des pH-Wertes als geladene Carboxylat-Gruppen vor. Nun kann Wasser eindringen und der Sauerstoff austreten. Die elektrostatische Abstoßung zwischen den Ladungen lässt die Schalen auseinanderfallen und die Bestandteile lösen sich vollständig auf.

Die Forscher verschlossen die Atemwege von Nagern, um einen Herzstillstand auszulösen. Die Tiere wurden mit Herz-Lungen-Wiederbelebung, Adrenalin und einer Lösung behandelt, die sauerstoffangereichert war bzw. die mit Sauerstoff beladene Mikrobläschen enthielt. Nach 10 Minuten wurde die Blockade entfernt, um die Wiederherstellung der Atmung durch eine ärztliche Behandlung zu simulieren. Während alle Tiere der Kontrollgruppe starben, konnte die rasche, wiederholte Injektion der Mikrobläschen während des Herzstillstands alle Tiere retten. Zeichen für eine Embolie wurden nicht beobachtet.

Weinheim, Januar 2018

# Forscher entdecken neuen Signalweg zur Herzmuskelverdickung

Ein menschliches Herz wiegt rund 300 Gramm und pumpt weit über 7.000 Liter Blut am Tag durch den Körper. Während des Lebens passt sich das Herz verschiedenen Anforderungen, aber auch Krankheiten an. Dazu gehört auch, dass Herzmuskelzellen größer und dicker werden. Unter Stress oder Druckbelastung wird diese Hypertrophie schließlich krankhaft. Das bringt für Patienten viele Probleme mit sich, die auf Dauer in eine massive Herzinsuffizienz münden können. Unter anderem kann das verdickte Herz weniger Blut aufnehmen und auswerfen. Außerdem wird der Herzmuskel wegen seiner vergrößerten Masse selbst schlechter durchblutet. Schon eine leichte Hypertrophie erhöht das Sterberisiko.

Um herauszufinden, wie es im Detail zu einer krankhaften Hypertrophie kommt, haben die Forscherinnen und Forscher die Vorgänge in Herzmuskelzellen untersucht. Da bekannt war, dass der Botenstoff cAMP

bei der Entwicklung einer Hypertrophie eine wichtige Rolle spielt, rückten bestimmte Enzyme in den Fokus, die diesen Botenstoff bilden: die Adenylatzyklasen. Neben verschiedenen membrangebundenen gibt es auch eine lösliche Adenylatzyklase, die in vielen Zelltypen vorzukommen scheint. Ihre Aufgabe in Herzmuskelzellen ist bisher unbekannt. Diese lösliche Adenylatzyklase lässt sich in verschiedenen Bereichen der Zelle nachweisen, zum Beispiel in der Zellflüssigkeit, in den Mitochondrien oder im Zellkern.

Zusammen mit einem Team der Universität Bonn (um Dr. Yury Ladilov und Prof. Dr. Peter Reusch aus der Klinischen Pharmakologie und Wissenschaftlern des Physiologischen Instituts der Universität Bonn) verfolgten Bochumer Wissenschaftler (um Prof. Dr. Kornelia Jaquet aus dem Forschungslabor Molekulare Kardiologie, einem gemeinsamen Labor der kardiologischen Kliniken am St. Josef-Hospital und

Bergmannsheil) zwei Ansätze: Zum einen isolierten sie Herzmuskelzellen von Ratten und setzten diese unter Stress. In einigen dieser Zellen hemmten sie die lösliche Adenylatzyklase pharmakologisch oder unterdrückten die Bildung der löslichen Adenylatzyklase in der Zelle durch die Blockade bestimmter Gene. Zum anderen untersuchten sie Wildtyp-Mäuse im Vergleich zu solchen, die nach gezielter Veränderung ihres Erbguts keine lösliche Adenylatzyklase bilden können. Bei beiden riefen die Forscher künstlich einen Bluthochdruck hervor und untersuchten, ob sich der Herzmuskel krankhaft verdickt. Ergebnis: Wurde die lösliche Adenylatzyklase pharmakologisch gehemmt oder ihre Bildung verhindert, verdickte sich der Herzmuskel nicht. Die lösliche Adenylatzyklase ist also grundlegend an der Entwicklung der krankhaften Hypertrophie beteiligt.

Bochum, Februar 2018

# Forscherteam deckt die entscheidende Rolle des Enzyms PP5 bei Herzinsuffizienz auf

70 Milliliter pro Schlag, 8.000 Liter am Tag – das sind die beeindruckenden Mengen an Blut, die ein gesundes menschliches Herz täglich durch den Körper pumpt. Gerade bei Älteren ist diese Pumpleistung jedoch oft beeinträchtigt, weil sich das Organ nicht mehr mit ausreichend Blut füllt. Die Betroffenen leiden unter der sogenannten diastolischen Herzinsuffizienz, einer der häufigsten Herz-Kreislauf-Erkrankungen in Deutschland. Ein internationales Forscherteam um Prof. Wolfgang Linke vom Institut für Physiologie II der Universität Münster konnte nun zeigen, dass bei den Patienten zu viel des Enzyms PP5 im Herzen vorhanden ist, dessen Funktion bis dato noch völlig unbekannt war. Die Ergebnisse der Wissenschaftler sind von großer Bedeutung für die Entwicklung neuer Medikamente gegen die Herzerkrankung und

wurden jetzt in dem Fachmagazin Nature Communications veröffentlicht.

Für die Bewegung des Herzens (Pumpfunktion) sind Abermillionen kleiner Fächer in den Herzmuskelfasern verantwortlich – die Sarkomere. In ihnen befindet sich das Eiweiß Titin, das hier die Funktion einer mechanischen Feder hat, die bei der Dehnung der Muskelfächer eine Rückstellkraft entwickelt – ähnlich wie bei einem Gummiband. Damit die Herzkammern sich während der Diastole ausreichend mit Blut füllen, muss die Titin-Feder die richtige Elastizität haben. Nur so kann sich das Herz genug weiten und ausreichend Blut einströmen. In der aktuellen Studie konnte gezeigt werden, dass das Enzym PP5 an eine bestimmte Stelle der Titin-Feder andockt und diese hemmt. Die Feder verliert an Elastizität und genau das ist das Problem. In der

Arbeit wurde nachgewiesen, dass Patienten mit einem schwachen Herzen einen Überschuss an PP5 in dem Organ haben. Zusätzlich wurde entdeckt, dass PP5 auch das Herzwachstum behindert, da es einen durch das Titin-Molekül vermittelten Mechanismus in den Herzmuskelzellen beeinträchtigt, der dieses Wachstum fördert. Die Ergebnisse machen Patienten mit diastolischer Herzinsuffizienz Hoffnung: Auf Basis der Erkenntnisse könnten Medikamente entwickelt werden, die die PP5-Aktivität bremsen und so die krankmachende „Versteifung“ der Herzmuskelzellen aufhalten. Derzeit wird schon mit solchen Substanzen gearbeitet, allerdings erst in den Anfängen – bis zum endgültigen Medikament dauert es noch ein wenig ...

Münster, Februar 2018

# Hemmstoff des Proteinabbaus bremst schweren Verlauf von Herzmuskelentzündungen

Virusinfektionen des Herzmuskels können insbesondere bei Kindern und jungen Erwachsenen eine verheerende Reaktion des Immunsystems auslösen, die zu einer starken Entzündung mit anschließender Herzschwäche oder sogar plötzlichem Herztod führen kann. Die Aktivierung der Immunantwort dient einerseits dazu, die Viruserkrankung einzudämmen, löst aber auf der anderen Seite auch krankhafte Reaktionen am Herzmuskel aus. Daher versuchen die Forscher neue Angriffspunkte zu identifizieren, um die Immunantwort abzuschwächen und gleichzeitig eine sichere Kontrolle des Virus zu ermöglichen. Denn hauptsächlich scheint der Verlauf der Erkrankung vom Wechselspiel zwischen den virusvermittelten Zellschäden und der individuellen Reaktion des körpereigenen Abwehrsystems abzuhängen. So verlaufen virale Herzmuskelentzündungen bei den meisten Menschen fast symptomlos.

Prof. Dr. Antje Beling, Wissenschaftlerin des Deutschen Zentrums für Herz-Kreislauf-Forschung (DZHK), Institut für Biochemie an der Charité – Universitätsmedizin Berlin, hat mit ihrem Team einen Hemmstoff des Immunoproteasoms ONX 0914 mit dem Ziel eingesetzt, schwere Verläufe einer viralen Herzmuskelentzündung abzumildern. Das Immunoproteasom ist ein Proteasekomplex mit verschiedenen Enzymaktivitäten, der vor allem in menschlichen Zellen des Ab-

wehrsystems vorkommt und dort Proteine abbaut. In einem Tiermodell, das sehr empfänglich für schwer verlaufende virale Herzmuskelentzündungen angelegt war, konnte dieser Hemmstoff die zerstörerische Entzündungsreaktion eindämmen. Es wurden Mäuse mit dem Coxsackievirus B3 infiziert, das auch menschliche Herzmuskelzellen befällt, und mit Beginn der Infektion mit dem Inhibitor ONX 0914 behandelt. Obwohl die Anzahl der Viren durch den Inhibitor nur minimal sank, war weniger Herzgewebe geschädigt und die Herzfunktion blieb stabil.

Monozyten und Makrophagen sind die Immunzellen, die während einer Virusinfektion wesentlich zu den Schäden am Herzmuskel beitragen. Deshalb untersuchten die Berliner Forscher, wie diese Zellen bei infizierten Tieren auf die Gabe des Inhibitors reagierten. Sie beobachteten, dass ONX 0914 zwar zu einer verstärkten Mobilisierung von Monozyten aus dem Knochenmark führte. Diese Zellen produzierten während der Infektion jedoch wesentlich weniger entzündungsfördernde Botenstoffe. Insbesondere durch die geringe Produktion von Monozyten-anlockenden Molekülen im Herzmuskel konnte sich auch keine starke, gewebschädigende Entzündung entwickeln.

Auch die Wirkung von ONX 0914 auf andere Zellen des Immunsystems, wie die Lymphozyten und die Neutrophilen, wur-

de analysiert. Während einer Virusinfektion konnten die Wissenschaftler bei unbehandelten Mäusen beobachten, dass die Anzahl der Lymphozyten im Körper stark zurückging, was durch die Behandlung mit ONX 0914 komplett verhindert wurde. Ebenso fanden sie nach Gabe des Hemmstoffs mehr gegen das Virus gerichtete Antikörper, was darauf hindeutet, dass die Antikörperantwort des Immunsystems intakt blieb bzw. durch ONX 0914 sogar noch verbessert wurde. Neutrophile Abwehrzellen reagierten zwar deutlich auf die Behandlung mit ONX 0914, das beeinflusste jedoch nicht den Krankheitsverlauf.

Momentan arbeiten die Forscher daran, auf molekularer Ebene zu entschlüsseln, wie die Hemmung des Immunoproteasoms die Produktion der entzündungsfördernden Botenstoffe drosselt. Sie konnten bereits herausfinden, dass ein bestimmter Signalweg in Zellen, der sogenannte MAP-Kinase-Weg, an der Übermittlung der Wirkung beteiligt ist. Außerdem überprüfen Beling und ihre Kollegen in einem anderen Modell zur Herzmuskelentzündung, ob ONX 0914 dort die gleiche schützende Wirkung entfalten kann. Der Wirkstoff birgt ein großes Potenzial, nicht nur für die Herzmuskelentzündung, sondern auch für andere Krankheitsbilder, die maßgeblich durch eine überschießende Immunantwort entstehen.

Berlin, Februar 2018

# Herzinfarkt kann das Gehirn schädigen

Ein sonst unkomplizierter Herzinfarkt kann auch das Gehirn beeinträchtigen. Das fanden Wissenschaftler der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH) heraus. Unter der Leitung von Prof. Dr. Frank Bengel, Direktor der MHH-Klinik für Nuklearmedizin, konnte mit hochmodernen Bildgebungstechniken gezeigt werden, dass ein Herzinfarkt nicht nur eine Entzündung am Herzmuskel, sondern auch eine Entzündungsreaktion im Gehirn (Neuroinflammation) mit sich bringt. Diese Ergebnisse wurden in dem renommierten Journal of the American College of Cardiology veröffentlicht. Die Entzündung am Herzmuskel, die nach dem Herzinfarkt stattfindet, soll zur Heilung beitragen. Sie führt aber bei einer überschießenden Reaktion zu einer weiteren Schädigung und Verschlechterung der Herzfunktion (Herzschwäche). Bisher wurde angenommen, dass dieser Prozess im Wesentlichen auf das Herz beschränkt ist. Die Ergebnisse der MHH-Forscher zeigen nun jedoch, dass unmittelbar nach einem Infarkt sowie auch im Falle einer später entstehenden Herzschwäche das Gehirn miteinbezogen ist. Diese Vernetzung zwischen Herz und Gehirn wird wohl über das Immunsystem vermittelt. Andere Organe wie Leber oder Nieren scheinen nicht gleichermaßen betroffen zu sein.

Diese enge Verbindung zwischen der Entzündung von Herz und Gehirn ist neu und wichtig, weil andere Studien gezeigt haben, dass eine Entzündungsreaktion im Gehirn Gedächtnisstörungen und die Entwicklung von Demenz fördern kann. Die Auswirkungen von Herzerkrankungen auf die Gehirnfunktion müssen deshalb in Zukunft noch genauer betrachtet und bei der Entwicklung von neuen Behandlungen, die auf eine verbesserte Heilung abzielen, eingeschlossen werden. Es sollte künftig möglich sein, mit entzündungshemmenden Medikamenten nicht nur die Herzinfarkttheilung, sondern auch die Entzündung im Gehirn günstig zu beeinflussen.

Der Schlüssel für die Studien war die nicht-invasive molekulare Bildgebung, die in der MHH-Klinik für Nuklearmedizin in den vergangenen Jahren erfolgreich ausgebaut und weiterentwickelt werden konnte. Biologische Mechanismen wie eine Entzündung im ganzen Körper können damit gleichzeitig analysiert werden – also auch in Herz und Gehirn. Zudem kann wiederholt gemessen werden, um den Zeitverlauf von Veränderungen am gleichen Organismus zu beschreiben.

Die Forscher nutzten die Positronen-Emissions-Tomografie (PET), mit der sie die genaue Verteilung von sehr geringen Mengen kurzlebiger radioaktiver Substanzen im Körper, sogenannter Tracer, messen können. Hierdurch werden die biologischen Abläufe sichtbar, an denen die Tracer teilnehmen. PET kann an der MHH in einem Speziallabor für Forschungsexperimente eingesetzt werden, aber auch im klinischen PET-Zentrum zur Versorgung von Patienten. Ein weiterer Ausbau ist geplant: So wird an der MHH bald ein Zyklotron zur Herstellung von Radionukliden, die nur sehr kurz leben, in Betrieb gehen sowie ein zusätzliches Speziallabor für die Herstellung weiterer Tracer für die PET.

Hannover, Januar 2018

# Leistungsdaten der Kinderherzmedizin 2016

Von 792.000 Lebendgeborenen im Jahr 2016 in Deutschland kommen rund 1 %, also schätzungsweise 7.900 Kinder mit einem angeborenen Herzfehler (AHF) zur Welt. Heute können die meisten dieser Kinder ein weitgehend normales Leben führen. Mehr als 94 % erreichen – zum Teil mit wiederholten und komplexen Herzoperation und/oder Katheterintervention – das Erwachsenenalter. Man geht aktuell davon aus, dass in Deutschland etwa 100.000 Kinder und Jugendliche sowie 180.000 Erwachsene mit einem behandelten angeborenen Herzfehler leben.

Prof. Sven Dittrich, Vize-Präsident der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie (DGPK), berichtete auf der Pressekonferenz der Deutschen Herzstiftung im Januar 2018 über die Leistungsdaten der 2016 in Deutschland versorgten Kinder und Erwachsenen mit AHF. Diese Patienten stellen innerhalb der Herzmedizin eine kleine, aber in der Diagnose und Behandlungskomplexität besondere Gruppe dar, die einer interdisziplinär abgestimmten Versorgung bedarf und die aufgrund ihrer langen Lebenserwartung auch eine besondere sozioökonomische Bedeutung in der Krankenversorgung hat. Die Patienten werden in insgesamt 32 Kinderherzkliniken, ferner durch Kinderkardiologen in allgemeinen Kinderkliniken und

durch niedergelassene Kinderkardiologen versorgt. Seit 2012 gibt es eine fallbezogene Jahresauswertung (Nationale Qualitätssicherung Angeborener Herzfehler), an der sich 2016 29 Kliniken beteiligten. Für das Jahr 2016 weisen die Daten 22.219 stationäre Behandlungsfälle für diese Patientengruppe aus, von denen 3.969 Erwachsene mit AHF waren.

Der Bericht zeigt ferner, dass die Sterblichkeit an angeborenen kardiovaskulären Fehlbildungen seit 1990 dramatisch, um mehr als 60 %, gesunken ist. Die Sterbeziffer (Sterblichkeit/100.000 Einwohner) liegt seit 2007 stabil in einer sehr niedrigen Größenordnung von 0,5 %. In keinem anderen Bereich der Herzmedizin ist die Sterberate in den vergangenen Jahrzehnten derart drastisch gesunken. Dies ist der guten Früherkennung und der Versorgung in hochspezialisierten Zentren mit einer zwischen Kinderkardiologen und Kinderherzchirurgen patientenindividuell eng abgestimmten Versorgungskette zu verdanken.

Die Statistik weist ferner die Zahl der Kathetereingriffe und Operationen aus. Es wurden insgesamt 9.050 Herzkatheteruntersuchungen an den 32 Kinderherzkliniken durchgeführt, von denen 20 % bei erwachsenen Patienten getätigt wurden. Die Sterblichkeit bei Herzkathetereingriffen war sehr gering (0,03 % bei

diagnostischen und 0,1 % nach interventionellen Eingriffen).

Herzchirurgische Eingriffe wurden bei 5.855 Patienten durchgeführt, davon 81 % mit Herz-Lungen-Maschine. Die Sterblichkeit bei den operativen Eingriffen ist mit 2,5 % ebenfalls gering. Die höchste Sterblichkeit ließ sich in risikoadjustierten Analysen den komplexen Behandlungen bei Hochrisikopatienten zuordnen. Dies waren die 6 % aller Fälle, die im selben Klinikaufenthalt wiederholter operativer und/oder interventioneller Eingriffe bedurften (Fälle mit Mehrfacheingriffen, die eine Sterblichkeit von 9,7 % aufwiesen).

In diesem Zusammenhang wies Prof. Dittrich explizit auf die positive Auswirkung der Richtlinie des gemeinsamen Bundesausschusses über Maßnahmen zur Qualitätssicherung der herzchirurgischen Versorgung bei Kindern und Jugendlichen gem. § 137 I 2 SGB V (Richtlinie zur Kinderherzchirurgie, aktualisierte Fassung vom 15.12.2016) hin. Diese trägt mit den Vorgaben zu personellen und infrastrukturellen Voraussetzungen der Forderung nach einer Konzentration der Versorgung angeborener Herzfehler bzw. der Kinderherzchirurgie Rechnung.

Düsseldorf, Januar 2018

## Wirbelstürme im Herzen

Allein in Deutschland stirbt alle 5 Minuten ein Mensch am plötzlichen Herztod, verursacht durch Kammerflimmern, der häufigsten Todesursache weltweit. Das liegt nicht zuletzt daran, dass Ärzte noch nicht verstehen, was dabei genau im Herzen passiert. Denn bislang war es nicht möglich, die dynamischen Vorgänge im flimmern den Herzmuskel sichtbar zu machen.

In der heutigen Veröffentlichung des Magazins Nature zeigt ein internationales Forscherteam um Jan Christoph und Stefan Luther vom Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation (MPIDS) sowie Gerd Hasenfuß vom Herzzentrum der Universitätsmedizin Göttingen (HZG) erstmals, wie wirbelartige rotierende Kon-

traktionen, die dem lebensbedrohlichen Herzflimmern zugrunde liegen, im Inneren des Herzens beobachtet werden können. Sie verwenden dafür ein neues bildgebendes Verfahren, für das in der Medizin etablierte Ultraschall-Geräte eingesetzt werden können. So können Ärzte Herzrhythmusstörungen, aber auch andere Erkrankungen des Herzens künftig besser untersuchen und neue Behandlungsmethoden entwickeln.

Wenn der Herzmuskel nicht mehr koordiniert kontrahiert, sondern nur noch flimmert (Fibrillation), wird es lebensgefährlich. Zucken dabei die Hauptkammern des Herzens auf diese ungeordnete Weise, gibt es nur eine Rettung: Der Herzmuskel muss

innerhalb weniger Minuten defibrilliert werden. Ein Flimmern im Vorhof hingegen führt zwar nicht unmittelbar zum Tod, kann jedoch unbehandelt fatale Folgen haben.

Der Schlüssel zu einem besseren Verständnis der Fibrillation liegt in einer neuen hochauflösenden Bildgebung, mit der sich die Vorgänge auch im Inneren des Herzmuskels beobachten lassen. Die mechanische Bewegung des Herzmuskels in der Fibrillation ist hochkomplex, aber sie ist gleichzeitig auch sehr charakteristisch – fast so wie ein Fingerabdruck der Fibrillation. Das o. g. internationale Team von Forschern stellt jetzt eine diagnostische Methode vor, mit der sich das Flimmern des Herzmuskels mit einem gängigen Ul-

traschallgerät zeitaufgelöst in drei Dimensionen und damit viel genauer untersuchen lässt, als dies im Patienten bisher möglich war. Die neue diagnostische Methode wird helfen, die Therapie von Kammerflimmern und möglicherweise auch vom Vorhofflimmern effektiver zu gestalten. So dürfte das bessere Verständnis der Fibrillation, das sich mit dem Verfahren erzielen lässt, dazu beitragen, die Entwicklung der Niedrigenergie-Defibrillation voranzutreiben. Dabei sollen schwächere, aber viel gezieltere Stromstöße das Kammerflimmern beenden als bei der heute üblichen, sehr schmerzhaften Defibrillation mit hochenergetischen Elektroschocks.

Mit der neuen Form der Ultraschall-diagnostik können Mediziner herausfinden, wie sie die Stromstöße mit niedrigerer Energie setzen müssen, um das Herz wieder in den Takt zu bringen. Die Göttinger Forscher entwickeln die Methode zudem weiter, damit diese auch die komplexe Erregungsdynamik beim Vorhofflimmern sichtbar macht. Zukünftig können Kardiologen dann sehen, an welchen Stellen sie durch Ablation krankhafte Erregungsherde veröden müssen.

Hilfreich dürfte die neue Ultraschallmethode auch für die Erforschung, Diagnose und Therapie der Herzmuskelschwäche sein. Dabei arbeiten die Herzmuskelzellen ineffektiv, weil ihre koordinierte kontraktile Funktion gestört ist. Die Ursachen dafür könnten Ärzte mit detaillierten Ultraschalluntersuchungen ergründen, sodass sie die Herzinsuffizienz früher erkennen und effektiver behandeln können.

Jeder Herzschlag wird durch elektrische Erregungswellen ausgelöst, die mit hoher Geschwindigkeit durch den Herzmuskel schießen und die Herzmuskelzellen zur Kontraktion bringen. Kommen diese Erregungswellen durcheinander, entstehen

Herzrhythmusstörungen. Mediziner wissen bereits seit längerem, dass bei Herzrhythmusstörungen die elektrische Anregung wirbelförmig durch den Herzmuskel wandert. Bislang konzentrierten sie sich bei der Untersuchung von Herzrhythmusstörungen auf diese elektrischen Wirbel. Ein vollständiges Bild der Dynamik konnten sie sich im medizinischen Alltag aber nicht machen. Die MPIDS-Forscher gingen nun einen anderen Weg und nahmen statt der elektrischen Anregung die zuckenden Kontraktionen des flimmernden Herzmuskels in den Blick. Bislang wurde der Analyse von Muskelkontraktionen und -verformungen während der Fibrillation wenig Bedeutung beigemessen. Bei den aktuellen Messungen sahen die Forscher aber, dass die elektrischen Wirbel immer mit entsprechenden wirbelförmigen mechanischen Verformungen auftreten.

Um die zitternden Bewegungen im Inneren des Herzmuskels in drei Dimensionen darzustellen und mit der elektrischen Erregung des Herzens in Verbindung zu setzen, entwickelten die Forscher neue hochauflösende Ultraschall-Messverfahren. Sie konnten auch nachweisen, dass diese Methoden in hochleistungsfähigen Ultraschallgeräten eingesetzt werden können, die bereits in vielen kardiologischen Einrichtungen routinemäßig genutzt werden. Indem sie die Bilddaten der Muskelkontraktionen analysierten, konnten sie in einem flimmernden Herzen genau verfolgen, wie sich Bereiche von kontrahierten und entspannten Muskelzellen wirbelförmig durch den Herzmuskel bewegen. Sie beobachteten dabei auch filamentartige Strukturen, die Physikern bisher nur in der Theorie und aus Computer-Simulationen bekannt waren. Eine solche filamentartige Struktur ähnelt einem Faden und markiert das Auge des Wirbelsturms, der sich durch

den Herzmuskel bewegt. Die Zentren der Wirbel im Inneren des Muskels zu lokalisieren, ist jetzt erstmals möglich. Parallel zu den Ultraschallaufnahmen setzten die Forscher Hochgeschwindigkeitskameras und Fluoreszenzfarbstoffe ein, welche die elektrophysiologischen Vorgänge im Herzmuskel sichtbar machen. Die so gemachten Aufnahmen bestätigten, dass die mechanischen Wirbel die elektrischen Wirbel sehr gut widerspiegeln.

Laut den Göttinger Forschern hat die Ultraschalltechnik gerade in den letzten Jahren mit Hinblick auf Bildqualität und Aufnahme-geschwindigkeiten eine gewaltige Weiterentwicklung erlebt – das Potenzial moderner Ultraschalltechnik ist bislang noch nicht voll ausgeschöpft. Zusammen mit der immens gestiegenen Rechenleistung moderner Computer und den rasanten Weiterentwicklungen in der Computergrafik und digitalen Bildverarbeitung eröffnen sich komplett neue Mess- und Visualisierungsmöglichkeiten im Herzen. Die Studie ist ein Beispiel für die erfolgreiche interdisziplinäre Zusammenarbeit von Physikern und Medizinern im Deutschen Zentrum für Herz-Kreislauf-Forschung. Diese Entwicklung hat das Potenzial, die Behandlungsmöglichkeiten für Patienten mit Herzrhythmusstörungen zu revolutionieren. Bereits 2018 soll diese neue Technik bei Patienten eingesetzt werden, um sowohl Herzrhythmusstörungen als auch Herzmuskelerkrankungen besser diagnostizieren und behandeln zu können. Der tiefe Blick in die innere Dynamik des Herzens ist ein Meilenstein der Herzforschung und wird das Verständnis und die Behandlung von Herzerkrankungen zukünftig ganz entscheidend prägen.

Göttingen, Februar 2018

Anzeige

**Elmeditec**

**SECHRIST**  
INDUSTRIES, INC.

3500 LOW FLOW AIR/OXYGEN MIXER

- Autorisierter SECHRIST-Service- und Vertriebspartner
- Neugeräte ab Lager kurzfristig verfügbar
- Neugeräte mit zus. CO2-Flowröhre für den exp. Betrieb ebenfalls ab Lager verfügbar

Elmeditec GmbH  
info@elmeditec.com  
www.elmeditec.com

# Gefäßprothesen aus dem Bioreaktor

Es ist eine Vision, die ganz neue Möglichkeiten in der Behandlung von Durchblutungsstörungen eröffnen kann: biologisch kompatible Bypässe aus eigenen Zellen des Patienten. Die in einem Bioreaktor gezüchteten Bypässe aus Blut- und Gewebezellen werden voraussichtlich eine deutlich besser verträgliche Alternative zu herkömmlichen Bypässen aus synthetischem Material sein. Ein interdisziplinäres Forscherteam der Leibniz Universität arbeitet im NIFE (Niedersächsisches Zentrum für Biomedizintechnik, Implantatforschung und Entwicklung) daran und hat den Technikpreis 2017 des VDI bekommen.

Durchblutungsstörungen in den Arterien können im schlimmsten Fall zu Herzinfarkt oder Schlaganfall führen. In diesen Fällen müssen dringend Bypässe eingesetzt werden. Bei Gefäßprothesen aus synthetischem Material wie Goretex muss die Blutgerinnung dann dauerhaft durch Medikamente herabgesetzt werden, weil sonst die Gefahr besteht, dass sich der Bypass aufgrund der Materialstruktur zusetzt und es erneut einen Gefäßverschluss gibt. Die gerinnungshemmenden Medikamente sind in der Anwendung nicht ganz einfach und

können Komplikationen auslösen. Synthetische Bypässe können sich außerdem infizieren. Venöses Eigenmaterial, das man Patienten an anderer Stelle aus dem Körper entnehmen und nutzen kann, steht oft nicht in ausreichender Menge und Qualität zur Verfügung. Daher besteht großer Bedarf an artifiziellen Gefäßprothesen. An Bypässen aus tierischem Material wird schon länger geforscht – allerdings gibt es neben ethischen Bedenken bislang Probleme mit Abstoßungs- und Ablagerungsprozessen.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Leibniz Universität gehen einen anderen Weg. Sie wollen auf einer röhrenförmigen Gerüststruktur aus synthetischem Material – einem so genannten Scaffold – Zellen des Patienten ansiedeln. In einem Kultivierungsprozess im Bioreaktor entwickelt sich daraus ein Bypass, der dann implantiert werden kann. Der Scaffold wird später abgebaut, so dass die Gefäßprothese nur noch aus körpereigenem Material besteht.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vom Institut für Technische Chemie und vom Institut für mikroelektronische Systeme haben gemeinsam die

Technologie für die Kultivierung entwickelt. Im Bioreaktor müssen Umstände herrschen, die den Bedingungen im menschlichen Körper nachempfunden sind. Herzschlag und Blutdruck werden simuliert, damit in zwei bis drei Wochen ein Bypass entstehen kann. Der weitere Reifungsprozess findet nach der Implantation im Körper statt. Die sensible Regelungs- und Sensortechnik sowie die Überwachung per Ultraschall – der Bioreaktor darf während des Prozesses so gut wie gar nicht geöffnet werden – haben Prof. Dr. Ing. Holger Blume und sein Team vom Institut für mikroelektronische Systeme entwickelt.

In dem Projekt, das von der DFG gefördert wird, arbeiten die Forscher eng mit der Medizinischen Hochschule Hannover sowie mit weiteren Partnern zusammen. Die Anwendbarkeit scheint gar nicht so fern: In etwa drei Jahren hoffen die Forscher so weit zu sein, die Bypässe in Versuchen mit Schafen zu testen. Daran schließt sich die klinische Phase mit dem Genehmigungsverfahren am Menschen an.

Hannover, Februar 2018

## G-BA-Beschluss zur stationären Notfallversorgung: Chest Pain Unit (CPU) für Herznotfallpatienten erhält Status wie Stroke Unit

Jedes Jahr werden ca. 220.000 Herzinfarkt-Patienten in Kliniken in Deutschland aufgenommen, über 49.000 Menschen sterben am Herzinfarkt. Ein wesentlicher Baustein für die Versorgung von Patienten mit Herzinfarkt oder anderen schwerwiegenden akuten Herzproblemen wie plötzlicher Herztod ist die Chest Pain Unit, kurz CPU (Herznotfallambulanz). Nach dem aktuellen Beschluss des Gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA) geht die CPU als zusätzliches Modul in die Neuordnung der stationären Notfallversorgung ein und wird „entgeltrechtlich Krankenhäusern der Basisnotfallversorgung gleichgestellt“ (G-BA). Damit erhält die CPU den Status einer Stroke Unit, die für Schlaganfallpatienten bestimmt ist.

Der G-BA-Beschluss ist ein wichtiger Schritt für eine bessere Versorgung und

den Erhalt von Lebensqualität von Herznotfallpatienten. Denn ähnlich wie beim Schlaganfall ist die moderne Diagnostik und Therapie für die Versorgung von Patienten mit akutem Koronarsyndrom, wozu Herzinfarkt und Angina pectoris zählen, zeitkritisch und in einem hohen Maß von spezialisierten Fachärzten abhängig. Beim Herzinfarkt zählt jede Minute zwischen Symptombeginn und Wiedereröffnung des durch einen Thrombus verschlossenen Herzkranzgefäßes. Die häufig lebensrettende Wiedereröffnung des Herzkranzgefäßes geschieht im Katheterlabor, welches integraler Bestandteil des CPU-Konzeptes ist. Je zeitiger das geschieht, umso geringer ist der Schaden, den der Herzmuskel erleidet. Es ist also wichtig, dass bei Verdacht auf Herzinfarkt umgehend der

Notruf 112 erfolgt und der Rettungsdienst die nächstgelegene CPU anfährt. So ist garantiert, dass eine optimale Betreuung der Herzinfarktpatienten erfolgt.

In Deutschland gibt es derzeit rund 270 von der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie (DGK) zertifizierte CPUs. Diese sind in die Gesamtstruktur eines Krankenhauses integriert. Nach den DGK-Kriterien müssen CPUs neben der Diagnostik und Überwachung der Patienten u. a. eine interventionelle Therapieeinheit mit Herzkatheterlabor und einen eigenen 7-Tage-24-Stunden-Bereitschaftsdienst mit mehreren interventionellen Kardiologen vorhalten.

Frankfurt a. M., April 2018

# Kongressnotiz

## 30 Jahre Akademie für Kardiotechnik und 10 Jahre Studiengang Cardiovascular Perfusion – Jubiläumsveranstaltung am 2. Mai 2018, Berlin

Zu einer professionellen Versorgung der Patienten ist neben einer guten Bezahlung vor allem eine qualitativ hochwertige Ausbildung notwendig. Dies erfüllt die Akademie für Kardiotechnik am Deutschen Herzzentrum Berlin (DHZB) seit 30 Jahren und die Steinbeis-Hochschule Berlin mit ihrem Studiengang Cardiovascular Perfusion seit 10 Jahren. Beide Institutionen sind bis heute die Schmiede für mehr als 70% der deutschen Kardiotechnikerinnen und Kardiotechniker. Dies war ein Jubiläum Wert.

Der inhaltliche Bogen dieser eher kleinen Veranstaltung spannte sich von dem allseits zu spürenden Fachkräftemangel im Gesundheitsbereich bis hin zu möglichen neuen akademischen Ausrichtungen und Studiengängen. Er umfasste auch die mühevollen Historie, den Ist-Zustand und vor allem die Weiterentwicklung des weiten Feldes der Kardiotechnik. Denn, mehr aus der Not heraus, war es damals in Berlin aufgrund der

Gründung des DHZB notwendig, eine hohe Anzahl an Kardiotechnikern zu qualifizieren. Ausbildungsprogramme im Ausland standen hier Pate und waren hilfreich, aber ersparten in den ersten Jahren dieser Graswurzelbewegung dennoch nicht den Gang durch die Institutionen. Bis heute ist wegen der föderalen Struktur unseres Bildungssystems die Berufsbezeichnung Kardiotechnik alleine in Berlin staatlich anerkannt. Auch 30 Jahre später sind berufspolitische Mühen auf Bundes- und Europaebene zäh und langwierig. Da war es fast tröstlich zu erfahren, dass es selbst in der heutigen Zeit in vielen europäischen Ländern den Facharzt für Herzchirurgie nicht gibt. Dennoch können wir dank dem European Board of Cardiovascular Perfusion Mindeststandards setzen, die eine adäquate Versorgung der Patienten ermöglichen. Durch etablierte und neue Tätigkeitsfelder sind wir inzwischen zum integralen Partner der Herzchirurgen und be-

nachbarter Disziplinen geworden. Da unser Anteil am operativen Risiko nicht nur wenige Prozent beträgt, gilt es dieses Risiko zu erkennen, unser Wissen auszubauen und durch wissenschaftliche Arbeitsweisen jenseits einer grundständigen Ausbildung und eines grundständigen Studiums weiter zu minimieren. Hierbei können die neue Ausrichtung der Steinbeis-Hochschule sowie die Bereitschaft der Humboldt-Universität für Kooperationen und mögliche Masterstudiengänge sehr hilfreich sein.

Die Gegenwart aller politisch notwendigen Akteure bei diesem Jubiläum war auf jeden Fall hilfreich. So hat sich dieses Jubiläum trotz der wenigen Stunden gelohnt, zumal neue Entwicklungen in der Kardiotechnik aufgezeigt wurden und realisierbar erscheinen.

Johannes Gehron, Gießen

# Neues aus der Industrie

## BEST PRACTICE: XENIOS HAND IN HAND MIT KLINIKEN

Seit 2014 im Klinikeinsatz, vereint die Xenios Konsole drei Therapien auf einer Plattform, zum Wohl des Patienten und zur Entlastung der Anwender. Nach nunmehr drei Jahren ist die Xenios Konsole etabliert. Wer sich jedoch in der täglichen klinischen Praxis bewegt, stellt schnell fest, dass der Alltag erst die Anforderungen definiert und neue Herausforderungen stellt, welche zu beantworten am besten Hand in Hand mit Anwendern gelingen kann.

PD Dr. Stephan Schroll, Oberarzt am Klinikum Barmherzige Brüder in Regensburg, und Christian Hoff, klinischer Support der Xenios AG, sind langjährige Partner, kennen und vertrauen sich, hieraus erwächst Expertise und Sicherheit, wie unser Beispiel zeigt.

Das Krankenhaus Barmherzige Brüder Regensburg verfügt über eine moderne internistische Intensivstation mit insgesamt 28 Betten inklusive 20 Beatmungsbetten. Aufgrund der historisch gewachsenen baulichen Gegebenheiten sowie der Größe der Intensivstation ist eine zentrale Alarmerfassung von großer Bedeutung.

Hierzu zählt auch die zentrale Überwachung der wichtigsten Parameter bei der Durchführung eines extrakorporalen Lungenersatzverfahrens (ECMO). Deswegen erfolgte die Installation einer Verbindung zwischen der Xenios Konsole zum zentralen Überwachungssystem Philipps IntelliVue MX800.

Die Verbindung kann einfach hergestellt werden über die Schnittstelle des zentralen Patientenmonitorsystems (Philipps IntelliBridge EC10-Modul) zur Datenschnittstelle der Konsole (Xenios Konsole, ila activve-System). So ist eine zentrale Überwachung der wichtigsten Parameter wie Blutfluss und Drehzahl der Pumpe im extrakorporalen Kreislauf jederzeit sichergestellt. Darüber hinaus werden ebenfalls die wichtigsten Druckmessungen im ECMO-System zentral überwacht. Durch Übernahme der Alarmeinstellungen der Xenios Konsole sind keine zusätzlichen Einstellungen bei der zentralen Überwachung notwendig, diese erfolgt nach Anschluss des Verbindungskabels automatisch.

Die Möglichkeit der zentralen Überwachung als wichtiger Parameter des ECMO-Systems ist eine zusätzliche Sicherheit für die Patienten und sogleich eine

Arbeitsentlastung im Alltag auf der Intensivstation. Dies ist eines der Ziele der Xenios AG: Sicherheit in der Anwendung und für den Patienten sowie das Zusammenbringen von Innovation und die Unterstützung durch Experten für Experten.

Hieraus erwachsen kontinuierliche Verbesserung und Fortschritt. Bei diesem konkreten Beispiel erfolgt nun die Alarmmeldung nicht mehr optional singular in einem Zimmer an der Konsole, sondern die Meldungen werden einem ganzen Stab zugänglich gemacht, an zentraler Stelle, für ein ganzes Therapeutenteam an der Monitorzentrale. Ein Beispiel dafür, dass der klinische Support von Xenios das Ohr am Anwender hat und so die Erfahrungen der Therapeuten an die Entwickler und das gesamte Team der Xenios weiterträgt.

**Effects of Pulsatile Blood Flow on Oxygenator Performance**

L. Schraven, A. Kaesler, Ch. Flege, R. Kopp, Th. Schmitz-Rode, U. Steinseifer und J. Arens

*Artificial Organs*, 2018  
doi:10.1111/aor13088

Die Anwendung der extrakorporalen Membranoxygenation (ECMO) findet zumeist zur Therapie des Acute Respiratory Distress Syndrom und der chronisch obstruktiven Lungenerkrankung statt. Diese Form der Therapie hat in den letzten Jahren enorme Fortschritte gemacht. Problematisch ist jedoch immer noch die Gefahr der Thrombusformation im Oxygenator und eines dadurch bedingten schlechteren Gasaustauschs. Im Rahmen der Optimierung der verwendeten ECMO-Systeme wurden in der Vergangenheit verschiedene Ansätze erprobt. Eine Idee war unter anderem, dass das Blut pulsatil durch den Oxygenator gepumpt wird. Eine Literaturrecherche durch die Autoren kam zu keinem zufriedenstellenden Ergebnis, da die Einflussfaktoren bezüglich der in den einzelnen Studien verwendeten Systemkomponenten und der untersuchten Faktoren zu unterschiedlich waren, so dass ein Vergleich nicht möglich war. Aus diesem Grund entschieden sich die Autoren der hier vorgestellten Studie den Einfluss eines pulsatilen Flusses bei der Verwendung eines ECMO-Systems im Labor zu untersuchen.

Hierzu entwarfen sie einen Testaufbau in dem ein Oxygenator mit einer Membranoberfläche von 0,25 m<sup>2</sup> zur Anwendung kam. Es wurden die Gastransferraten bei pulsatilem Fluss und bei konstantem Fluss ermittelt und miteinander verglichen. Die Flüsse an der ECMO variierten in einem Bereich von 250 bis 1200 ml/min. Im Falle der Anwendung des pulsatilen Flusses kamen Frequenzen von 30, 60 und 90 bpm zur Anwendung. Die Amplitude der einzelnen Impulse variierte dabei zwischen 0,20 und 50 %. In der Auswertung ließen sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Gasaustausches von O<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub> feststellen.

Die Autoren kommen damit zu dem Ergebnis, dass die Verwendung eines pulsatilen Antriebes bei der Anwendung eines ECMO-Systems zu keinem Vorteil für den

Patienten führt. Sie weisen jedoch darauf hin, dass diese Aussage nur für die Verwendung eines „gewickelten“ Oxygenators gilt. Für Oxygenatoren, bei denen die Membranflächen hintereinander angeordnet sind, müssen diese Tests neu evaluiert werden.

Marc Wollenschläger, Bad Nauheim

**Watershed of Venous-Arterial Extracorporeal Life Support**

P. Angleitner, M. Röggl, G. Laufer, D. Wiedemann

*Eur J Cardiothorac Surg* 2016; 50(4): 785.  
Epub 2016 May 30

**The Short- and Long-Term Risks of Venous-Arterial Extracorporeal Membrane Oxygenation Watershed**

L. C. Napp, J. D. Schmitto, J. Tongers, A. Schäfer

*Eur J Cardiothorac Surg* 2018; 53(4): 894

**Reply to Napp et al.**

P. Angleitner, M. Röggl, G. Laufer, D. Wiedemann

*Eur J Cardiothorac Surg* 2018 Apr 1; 53(4): 894–895. doi: 10.1093/ejcts/ezx376

Der Journalclub dient normalerweise dazu, in kurzer Form aktuelle und für die Fachwelt relevante Ergebnisse neuer Originalarbeiten oder Studien darzustellen. So geht der Autor nach einer kleinen Einleitung meist zügig zum eigentlichen Artikel über und kommentiert dann zum Schluss. In manchen Fällen sind aber auch Briefe an den Herausgeber und die daraus entstehende Korrespondenz interessant und gehören beachtet und kommentiert.

Bei den vorliegenden Referenzen handelt es sich zuerst um eine kurze Fallbeschreibung aus Österreich, die die Wasserscheidenbildung bei femoral angelegter ECLS thematisiert. Obwohl eine ECLS als Kreislaufersatz das Herzzeitvolumen komplett erfüllt, kann es trotz des hohen Flusses zu einer Minderversorgung des Koronarsystems bzw. des Gehirns kommen. Das arterialisierte ECLS-Blut erreicht dabei nicht die obere Körperhälfte und es kommt zum Harlekinphänomen: einer ausreichend

gesättigten unteren Körperhälfte steht eine minderversorgte obere Körperhälfte gegenüber. Dieses Phänomen entsteht durch die gegenläufigen Flüsse von Eigenkreislauf und ECLS, die in der Aorta wie Wellenfronten aufeinandertreffen und dort zu einer Wasserscheide führen. Deren Lokalisation konnte von Angleitner mittels CT im Aortenisthmusbereich beschrieben werden. Um eine Minderversorgung zu verhindern, konnte die Wasserscheide offensichtlich erfolgreich durch eine Flusserhöhung nach proximal verschoben werden.

Die Gruppe um Napp et al. aus Hannover gibt allerdings zu bedenken, dass eine Flusserhöhung durch den retrograden Fluss der ECLS zu einer deutlich höheren Belastung des linken Ventrikels führt und damit durch die fehlende Entlastung die Erholung verzögert. Um eine adäquate Versorgung der Organe mit ausreichendem Blutdruck zu erreichen, ist aber meist ein Herzzeitvolumen von 1,8–2,0 l/m<sup>2</sup> KOF notwendig. Die Devise „so viel wie nötig und so wenig wie möglich“ ist damit aber kaum praktikabel. Einzig der Einsatz zusätzlicher prä- oder postpulmonaler Entlastung könnte hier zum Erfolg führen. Zusätzliche passive oder aktive Systeme wie Mikroaxialpumpen erhöhen aber die Komplexität der ohnehin schon gegenläufigen vorhandenen Flussvektoren von Eigenkreislauf und ECLS.

Obwohl Angleitner et al. in allen Punkten mit den Hannoveranern übereinstimmen, konnten sie mit den beschriebenen Maßnahmen eine Verbesserung des Patienten erreichen.

So mögen viele dieser Effekte theoretischer Natur sein, denn in der Praxis scheinen die absolut komplexen und bisher kaum systematisch untersuchten Interaktionen einer Kombination mehrerer Unterstützungssysteme keine klinisch erkennbaren negativen Auswirkungen zu haben. Solange allerdings systematische Daten zu diesen Interaktionen fehlen, sollte deren Anwendung aber wohl bedacht sein.

Johannes Gehron, Gießen



# Mitteilungen

## der DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR KARDIOTECHNIK E. V.

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

### „DER SAMSTAG IST WERKTAG – AUCH IM TVÖD-K“

Für viele Menschen hat die Arbeitswoche 5 Tage. Während noch vor zwei Jahrzehnten Schulen auch samstags ihre Tore öffneten und – im Westen der Republik – in den achtziger Jahren des letzten Jahrhunderts für eben diese 5-Tage-Woche gestreikt wurde, hat sich bei der rechtlichen Bewertung wenig geändert. Arbeitsrechtlich hat die Woche 6 Werktage und der Samstag zählt dazu. So steht es in § 3 Abs. 2 Bundesurlaubsgesetz. Für Krankenhausmitarbeiter hat diese Frage einige Bedeutung, wie zuletzt wieder durch ein Urteil des Bundesarbeitsgerichts (BAG, Urt. v. 20.9.2017 – 6 AZR 143/16) deutlich wurde. Je nach anzuwendendem Tarifvertrag wird die Arbeit an einem Samstag nämlich anders vergütet. Auch die Anrechnung auf die Sollarbeitszeit hängt davon ab, ob es sich bei einem Samstag um einen Werktag handelt oder nicht. Konkret ging es in dem Verfahren um die Frage der Sollstundenreduktion bei dienstplanbedingter Freizeit in einem 7-Tage-Wechselschichtmodell.

§ 6 Abs. 3 Satz 3 und § 6.1 Abs. 2 Satz 1 des TVöD-K (Tarifvertrag für den öffentlichen Dienst – Dienstleistungsbereich Krankenhäuser) sehen vor, dass für schichtdienstleistende Beschäftigte eine Verringerung der Sollarbeitszeit eintritt, wenn diese an bestimmten Vorfeiertagen (Heiligabend, Silvester) oder an Feiertagen, die auf einen Werktag fallen, dienstplanmäßig nicht zur Arbeit eingeteilt sind. Gäbe es diese Regelung nicht, müssten diese Beschäftigten zur Erreichung der vollen Vergütung die am (Vor-)Feiertag dienstplanmäßig ausgefallenen Stunden an einem anderen Tag nacharbeiten.

In dem Verfahren klagte eine Krankenschwester, die in einem 7-Tage-Wechselschicht-Modell arbeitet. Die Klägerin hatte dienstplanmäßig am 1.1. und am 24.12.2011 frei. Beide Tage fielen in diesem Jahr auf einen Samstag. Trotz der klaren Regelung im Tarifvertrag wurde von der Arbeitgeberin, dem Krankenhausträger, keine Sollstundenreduzierung vorgenommen mit der Begründung, ein Samstag sei kein Werktag im Sinne des Tarifvertrags.

Wie bereits die Vorinstanzen hat auch das Bundesarbeitsgericht dieses Ansinnen der Arbeitgeberin zurückgewiesen und der Klage stattgegeben. Damit ist klar, dass Verwerfungen bezüglich der Arbeitszeit, die allein auf das vom Arbeitgeber vorgegebene Schichtmodell zurückzuführen sind, nicht zulasten der Arbeitnehmer ausgeglichen werden dürfen.

Rechtsanwalt Torsten Nölling  
Fachanwalt für Medizinrecht  
Post@RA-Noelling.de  
<https://RA-Noelling.de>

### DAS URTEIL DES BUNDESVER- FASSUNGSGERICHTS ZUM NEUEN TARIFEINHEITSGESETZ UND SEINE AUSWIRKUNGEN IM KLINIKALLTAG

Bis zum 7.7.2010 galt in Deutschland der Grundsatz „ein Betrieb, ein Tarifvertrag“. Das Bundesarbeitsgericht, das diesen Grundsatz der Tarifeinheit aus Praktikabilitätsgründen jahrzehntelang aufrechterhalten hatte, verabschiedete sich von ihm vor gut sieben Jahren in einem weitreichenden Urteil. Gegenstand des Verfahrens waren Urlaubsansprüche eines Arztes, der sich als Mitglied des Marburger Bundes dagegen zur Wehr setzte, in den allein von der Gewerkschaft ver.di und nicht von seiner eigenen Gewerkschaft ausgehandelten TVöD übergeleitet zu werden. Er wollte lieber in dem für ihn günstigeren und von seiner Gewerkschaft, dem Marburger Bund, ausgehandelten damals noch geltenden BAT verbleiben. Der Arzt obsiegte und die jahrzehntelange Rechtsprechung des Bundesarbeitsgerichts zum Grundsatz der Tarifeinheit war Geschichte. Nunmehr konnten mehrere Tarifverträge in einem Betrieb parallel gelten. Dieser neue Grundsatz der Tarifpluralität eröffnete sogenannten Klein- oder Sparten Gewerkschaften ungeahnte Möglichkeiten, ihre Interessen mit den Mitteln des Arbeitskampfes durchzusetzen. Während im Gesundheitswesen der Marburger Bund und seine Mitglieder, die angestellten Krankenhausärzte, von dieser Regelung profitierten, ohne für bedeutenden gesellschaftlichen Missmut zu sorgen, führte in anderen Bereichen, insbesondere im Flug- und Eisenbahnverkehr, die

Durchsetzung der Interessen von Piloten und Lokführern zu größerem Unverständnis in der Bevölkerung.

Die Politik nahm dieses Unverständnis zum Anlass, das sogenannte Tarifeinheitsgesetz auf den Weg zu bringen, welches den Grundsatz der Tarifeinheit wieder durchsetzen sollte. Nach der vormaligen Rechtsprechung des Bundesarbeitsgerichts zur Tarifeinheit erfolgte die Auswahl zwischen zwei konkurrierenden Tarifverträgen zuvorderst nach dem Grundsatz der Spezialität. Man musste also fragen, welcher der konkurrierenden Tarifverträge den Eigenarten und Erfordernissen des Betriebs und der darin Tätigen räumlich, betrieblich, fachlich und persönlich am nächsten stehe (BAG, Urt. v. 7.7.2010 – 4 AZR 549/08 – RN 17). Mit dem Tarifeinheitsgesetz (vom 3.7.2015, BGBl. I, 1130) wurde im Unterschied dazu festgelegt, dass der Tarifvertrag Geltung erhalten solle, dessen Gewerkschaft mehr Mitglieder im Betrieb nachweisen kann. Nach der alten Rechtsprechung zur Tarifeinheit konnte sich vor 2010 also durchaus auch eine Kleingewerkschaft aufgrund größerer Spezialität ihres Tarifvertrages gegen eine große Gewerkschaft durchsetzen. Das neue Tarifeinheitsgesetz lässt hierfür wenig Raum. Es kommt allein auf die Anzahl der gewerkschaftlich organisierten Arbeitnehmer im Betrieb an. Eine kleine Sparten gewerkschaft, wie die Vereinigung Cockpit oder die Gewerkschaft der Flugsicherung, kann in großen Betrieben aufgrund der geringen Anzahl potenzieller Mitglieder (allein Piloten oder Fluglotsen) kaum je mehr Mitglieder im Betrieb nachweisen als eine große Sammlungsgewerkschaft wie z. B. ver.di. Das Gesetz wurde daher auch weithin als Gesetz gegen die Sparten gewerkschaften der sogenannten Funktionseliten verstanden. Mehrere Gewerkschaften, unter ihnen auch der Marburger Bund, legten gegen dieses Gesetz Verfassungsbeschwerden beim Bundesverfassungsgericht (BVerfG) ein. Nachdem zunächst eine einstweilige Anordnung zur Aussetzung des Tarifeinheitsgesetzes wegen fehlender Eilbedürftigkeit vom BVerfG (Ablehnung einstweilige Anordnung v. 06 bis 10.2015 – 1 BvR 1571/15) abgelehnt wurde, waren

die zulässigen Verfassungsbeschwerden im späteren Hauptsacheverfahren (Urteil vom 11.7.2017 – 1 BvR 1571/15) jedenfalls teilweise erfolgreich. Zwar wurde das Tarifeinheitsgesetz als solches von den Verfassungsrichtern gebilligt. Die wichtige Regelung zur Verdrängung des einen Tarifvertrags durch den anderen wurden jedoch als teilweise verfassungswidrig erkannt und der Gesetzgeber zu einer Korrektur der Regelung aufgefordert, um den Schutz der Interessen der Berufsgruppe, deren Tarifvertrag verdrängt wurde, zu wahren.

Von großer Bedeutung ist daneben aber vor allem die Feststellung des BVerfG, dass diese Verdrängungsregelung selbst (§ 4a TVG) durch den Tarifvertrag abbedungen werden kann. Diese Tarifdispositivität bedeutet nichts anderes, als dass die Tarifvertragsparteien, also die Gewerkschaft auf der einen und die Arbeitgeber auf der anderen Seite, vereinbaren können, dass der Kern des Tarifeinheitsgesetzes, der die Tarifeinheit wiederherstellen soll, in dem Anwendungsbereich des konkreten Tarifvertrages nicht gelten soll. Sofern eine solche Einigung erzielt werden kann, gelten z. B. in den Krankenhäusern wie bisher mehrere Tarifverträge (z. B. TV-Ärzte und TVöD-K) parallel. Es besteht weiterhin Tarifpluralität.

Diese Feststellung des BVerfG nahmen die im Gesundheitswesen maßgeblichen Gewerkschaften ver.di und Marburger Bund zum Anlass einen „Nichtangriffspakt“ zu schließen. Im Rahmen einer von beiden Gewerkschaften unterzeichneten Vereinbarung (Presseerklärung von ver.di und Marburger Bund vom 1.12.2017, abrufbar unter: [www.marburger-bund.de](http://www.marburger-bund.de)) verpflichten sie sich, zum einen keinen Antrag zur Feststellung der gewerkschaftlichen Mehrheit im Betrieb zu stellen, zum anderen sollen auch die Arbeitgeber im Rahmen der Tarifverhandlungen dazu aufgefordert werden. Diesen Ausschluss der Verdrängungswirkung betrachten Marburger Bund und ver.di als zulässiges Streikziel und haben sich gegenseitig verpflichtet, dieses Ziel auch zu verfolgen. Als ersten Erfolg kann der Marburger Bund bereits auf die laufenden Tarifverhandlungen mit den BG-Kliniken verweisen. Nach Bekanntwerden der Vereinbarung zwischen Marburger Bund und ver.di Anfang Dezember 2017 konnten die festgefahrenen Verhandlungen zwischen BG-Kliniken und Marburger Bund wieder aufgenommen werden und eine Grundsatzvereinbarung erzielt werden. Bestandteil dieser Grundsatzvereinbarung ist die Verein-

barung, dass beide Tarifparteien, also Gewerkschaft und Arbeitgeber auf die Feststellung der gewerkschaftlichen Mehrheit im Betrieb verzichten werden. Damit ist der erste Schritt zur Aushebelung der gesetzlich vorgesehenen Tarifeinheit getan. Wenn nun auch im nächsten Tarifvertrag mit ver.di eine vergleichbare Vereinbarung getroffen wird, gilt jedenfalls im Bereich der BG-Kliniken der Grundsatz der Tarifpluralität weiter.

Unmittelbare Auswirkungen hat das Urteil des BVerfG, das neue Tarifeinheitsgesetz und die Vereinbarung der Gewerkschaften für Kardiotechniker/innen nicht. Denn die Arbeitsbedingungen für diese Berufsgruppe wurde erstmals und bisher ausschließlich im TVöD-K explizit geregelt. Kollidierende Regelungen existieren in den Tarifverträgen des Marburger Bund, der allein Ärzte vertritt, nicht. Jedoch stellt die aktuelle Entwicklung eine Wiedererstarkung der Interessenvertretung der sogenannten Leistungseliten im Arbeitsrecht dar. Der Marburger Bund beweist durch diese Vereinbarung, dass auch Sparten-gewerkschaften für ihre Mitglieder wirksam Tarifpolitik betreiben können. Kardiotechniker sind, jedenfalls in den Herzzentren, in einer ähnlichen Schlüsselposition wie Ärzte im gesamten Gesundheitswesen. Die Fachkräfte sind rar – ohne sie kann der Betrieb nicht weitergehen.

Rechtsanwalt Torsten Nölling,  
Leipzig, Januar 2018

### **RECHTSANWALT TORSTEN NÖLLING – FACHANWALT FÜR MEDIZINRECHT –**

Gründer der Kanzlei  
Nölling – Leipzig – Medizinrecht  
[www.RA-Noelling.de](http://www.RA-Noelling.de)



Geboren 1980 in Marburg studierte Torsten Nölling Rechtswissenschaften an den Universitäten Dresden und Brünn (CZ). Die Zulassung als Rechtsanwalt erhielt er 2008, den Titel Fachanwalt für Medizinrecht 2011. Torsten Nölling spezialisierte sich von Beginn an auf Medizinrecht und angrenzende Rechtsgebiete wie Wirt-

schafts- und Krankenhausarbeitsrecht. Ein Fokus seiner Tätigkeit liegt auf der Beratung von Fachgesellschaften. Torsten Nölling ist vielfach als Autor medizinrechtlicher Fachbeiträge und Referent für medizinrechtliche Fragestellungen aktiv.

Seit 2014 berät er die DGfK rechtlich und standespolitisch in allen die Gesellschaft betreffenden Angelegenheiten, seit 2017 ist er für die DGfK vertraglich bestimmter Justitiar. Dieser Beratung liegt ein entsprechender Beratungsvertrag zugrunde. Eine Beratung von einzelnen Kardiotechnikern im Rahmen der Justitiar-Tätigkeit kann nur erfolgen, sofern der Gegenstand der Beratung von übergeordnetem, allgemeinem Interesse für die Gesellschaft ist.

Die Beratung und Interessenwahrnehmung einzelner Mitglieder der DGfK erfolgt damit grundsätzlich unabhängig von der Justitiar-Tätigkeit für den Verband, entsprechend den Regelungen des Rechtsanwaltsvergütungsgesetzes oder nach gesonderter Vereinbarung.

### **PROTOKOLL KURZFASSUNG DER VORSTANDSSITZUNG DGfK, SAMSTAG DEN 17.2.2018 IN LEIPZIG**

Teilnehmer intern: Hr. A. Bauer MCT, Hr. Prof. Dr.-Ing. Ch. Benk, Hr. G. Hipp, Hr. Dipl.-Ing. S. Schmidt, Hr. Dipl.-Ing. J. Optenhöfel, Hr. F. Born MCT, Herr J. Gehron MSc. (Leiter wissenschaftlicher Beirat)

Gäste, Beiräte: Fr. B. Buchwald (Kongress ORGA), Hr. F. Münch (Tagungspräsident 2018), Dr. D. Buchwald, Hr. M. Foltan (Webmaster), Fr. P. Kirsten-Treptow (KARDIOTECHNIK)

### **TOP 1: Protokoll der Vorstandssitzung in Weimar November 2017**

Das Protokoll wird einstimmig verabschiedet. Es gibt keine Nachmeldungen oder Änderungen.

### **TOP 2: Diverse Themen/Allgemeines**

1. Abteilungsleitersitzung  
Eine Abteilungsleitersitzung ist im Herbst geplant.

2. Berufsanerkennung, Stand Publikation  
Das Konsensuspapier liegt bei der DGAI. Ein prinzipielles Einverständnis seitens der DGAI wurde signalisiert, es sind jedoch spezifische Änderungswünsche angemeldet. Früheste Rückmeldung seitens der DGAI wird Mitte April sein.

3. Gemeinnützige Budgets, SEWOBE  
Fortbildung

Für folgende gemeinnützige Zwecke sollen weitere Gelder ausgeben werden:

- Umfrage Berufsfeld KT, Angebot eines professionellen Institutes wird eingeholt (J. Optenhöfel).
- Josef-Güttler Stipendium (Gutachter sind benannt)
- Förderung von Wissenschaft z. B. Projekte, Studien etc.
- Neuauflage Handbuch KT
- Archiv Kardiotechnik
- Sewobe Software: zukünftige Planung (S. Schmidt stellt vor). Hier stellt sich das Problem, dass aufgrund der neuen Datenschutzverordnung alle Mitglieder angefragt und ihr Einverständnis für z. B. die Weitergabe ihrer Daten an die Kongressorganisation eingeholt werden muss.

#### 4. EUCOMED, Stand Finanzprüfung/Kongresssoftware/Kongressanmeldung/Zuschüsse

Das zukünftig zuständige Finanzamt wird voraussichtlich Düsseldorf werden, die Anfrage für das Finanzamt ist fertiggestellt, Hr. T. Nölling beauftragt dies zeitnah (nach Übergabe vom FA Köln zum FA Dessau).

Wie bereits T. Nölling, macht D. Buchwald Folgendes nochmals deutlich: Eine Teilnahme am wissenschaftlichen Programm wird, egal ob passiv oder aktiv (z. B. Vortrag oder Vorsitz), nicht über die fortbildungsgebundenen Zuwendungen der Industrie gefördert werden dürfen. Anderes gilt bei Veranstaltungen der Firmen. Eine aktive Teilnahme kann im Rahmen von gesonderten Beraterverträgen gefördert werden. Dies können Workshops, und/oder Vorträge sein, aber nur im Rahmen der Industrieausstellung oder firmenorganisierter Symposien. Dieser besondere Aspekt soll hiermit deutlich kommuniziert werden. Ein Vortrag oder Vorsitz im wissenschaftlichen Programm darf damit nach MedTech Europe Kodex nicht direkt durch die Industrie gefördert werden. D. Buchwald stellt die einzelnen technischen Details der Antragsseite mittels der Kongresssoftware vor. Der Antrag wird in die Internetseite eingebettet und beinhaltet einen Antrag auf Fortbildungszuschuss. Den AGBs und der Vorläufigkeit (da die Prüfung durch das Finanzamt noch aussteht) muss zugestimmt werden. D. Buchwald stellt mehrere Möglichkeiten der Antragsstellung gegenüber den Firmen vor, so kann man sich beispielweise als HCO bei LivaNova über die Website um Educational Grants bewerben. Der Vorstand beschließt, den Weg der Educational Grants weiter zu verfolgen und weitere Schritte zu prüfen.

#### Vergabekriterien:

Es werden verschiedenste Vorschläge diskutiert und abgewogen. Beispiele: der eines Grundbetrages + variable Fördersumme, oder das Teilen der Gesamtsomme über die gesamten Teilnehmer. Hier würde der Gerechtigkeitsfaktor mehr in den Vordergrund rücken. Beschlossen wird, dass es sich um einen Zuschuss handelt, eine Überbezuschung wird durch Einreichen von Quittungen und Belegen durch die Geförderten ausgeschlossen. Eine Anmeldedeadline (wahrscheinlich 30.6) muss eingerichtet werden. Prinzipiell wird beschlossen, die Fördergelder über die gesamten Teilnehmer aufzuteilen.

#### Weitere Schritte:

- Beantragung wird unter Vorbehalt zeitnah freigeschaltet.
- Die Beantragungsfrist ist bereits im Frühsommer. Dies ist nötig, um einen Förderbedarf abschätzen zu können.
- Die Mittelvergabe wird über alle Zulageberechtigten geteilt und richtet sich im Einzelnen nach der Höhe der Einnahmen (Einnahmen/Antragsteller).
- Der Text zu genauen Konditionen, Anschreiben an die Industrie und Information der potenziellen Antragsteller wird durch W.-I. Wiese, D. Buchwald, A. Bauer verfasst.

#### TOP 3: Jahrestagung 2017 und zukünftige Tagungen

1. Finanzieller Stand, Weimar 2017  
B. Buchwald berichtet über Weimar 2017 betreffend die Einnahmen und Ausgaben. Ein adäquater Überschuss konnte erzielt werden. Insgesamt haben 533 Personen an der Tagung teilgenommen, einschließlich Firmen etc. Ohne Industrie waren es 268 aktive und passive Teilnehmer. 64 Ärzte haben aktiv und passiv teilgenommen.

2. Wissenschaftlicher Stand 2018  
Die Flyer sind fertiggestellt. Zwei Treffen der Programmkommission fanden bereits statt, mit Hr. A. Beckmann (Geschäftsführer DGTHG) gab es ein Treffen im Januar 2018.

Themenschwerpunkte der Tagungen sind EKZ, Organunterstützungssysteme, Intensivmedizin, unerwartete Ereignisse, Herzrhythmusstörungen sowie Vorträge und Publikationen von Bachelor-, Master- und Promotionsarbeiten.

Abstract-Deadline ist der 1.7.2018. Auf der DGTHG-Tagung abgelehnte Abstracts können evtl. auf der KT-Fokustagung eingereicht werden. Die Internetseite sollte zeitnah online gehen. F. Münch entwickelt mehrere neue Ideen zu Workshops und speziellen Themen, evtl. auch Aus-

bildungsthemen. Dies soll evtl. den Freitagnachmittag einnehmen. Um den Sonntagmorgen für die Teilnehmer attraktiver zu gestalten, stellt F. Münch weitere Ideen vor: Änderung der Preisverleihungen, speziellere wissenschaftliche Sitzungen, Wettbewerbspreis, Demonstration/Podiumsdiskussion extrakorporale kardiopulmonale Reanimation etc.

Folgende neue Struktur wird in dem gemeinsamen Programmkomitee diskutiert:

Freitag: Workshops

Samstag: Wissenschaftliche Tagung (keine Workshops mehr, um die Teilnehmer in den wissenschaftlichen Sitzungen zu halten)

Sonntag: Thementag, Demonstration eCPR/Podiumsdiskussion etc.

#### TOP 4: Junges Forum (entfällt)

#### TOP 5: Website DGfK

M. Foltan stellt Wünsche über evtl. Veränderungen der Website vor. Er erläutert seine Gründe. Die Website soll zukunftsgerichtet und moderner aufgestellt und gestaltet werden. Seiner Meinung nach ist die Zeit gekommen, sich hier neu aufzustellen. In diesem Rahmen müssten die Inhalte und die Struktur überarbeitet werden. Die Website entspricht nicht mehr dem aktuellen Stand bezüglich Technik und Design. Mehrere Punkte werden diskutiert ...

- personalisierter Zugang für Mitglieder der DGfK
- Wunschliste erstellen, Aktion durch Vorstand nötig
- Design
- Ranking
- Tagungswebsite könnte verlinkt werden (D. Buchwald)
- Verlinkung mit Mitgliederdatenbank (Sewobe, S. Schmidt)
- Vernetzung der einzelnen EDV-Projekte (D. Buchwald, S. Schmidt, M. Foltan)
- zwei Administratoren wären wünschenswert (M. Foltan und ?).

Der Vorstand stimmt der Umgestaltung der Website zu und bittet um die Einholung von Angeboten.

#### TOP 6: Zusammenarbeit mit anderen Organisationen wie AWME, MDK, DGTHG, DIVI, etc.

1. Empfehlungen zur extrakorporalen kardiopulmonalen Reanimation (eCPR)

A. Bauer stellt das entsprechende Konsensuspapier vor. Speziell eine Formulierung ist aus Sicht des VS unglücklich und ist zudem noch im Nachhinein ergänzt worden. Der Vorstand beschließt, entweder eine Änderung durchzuführen oder die DGfK kann

das Konsensuspapier so nicht unterschreiben. RA Nölling soll eine für uns adäquate Formulierung ausarbeiten.

2. Hypothermiegeräte (entfällt und wird auf ein Umlaufverfahren und Skype verschoben)

Mit kollegialem Gruß

G. Hipp

Schriftführer der DGfK

### **PROTOKOLL KURZFASSUNG DER SITZUNG DES JUNGEN FORUM DGfK AM 26.03.2018 IN BERLIN**

Teilnehmer: Hr. J. Turra, Hr. M. Baumgärtner, Hr. D. Kurtovic, Hr. M. Schmidt, Hr. N. Sturm, Fr. J. Nester

#### **TOP 1: Vorstellung des Jungen Forum für die neuen Kollegen**

Die neuen Mitglieder im organisatorischen Team des Jungen Forum stellen sich vor. Wir begrüßen bei uns Jana Nester und Lars Saemann, Studenten der Hochschule Furtwangen University sowie Dino Kurtovic, Absolvent, und Niklas Sturm, Student der Akademie für Kardiotechnik Berlin.

#### **TOP 2: Finanzielle Unterstützung durch die DGfK**

Für die Finanzierung unserer Projekte und Sitzungen können wir einen Budgetantrag bei der DGfK einreichen.

#### **TOP 3: Broschüre Berufsbild Kardiotechniker**

Bei der Ausarbeitung der 4. Auflage der Broschüre Berufsbild Kardiotechniker wird sich das Junge Forum beteiligen. Niklas Sturm wird hierbei seine Ideen einbringen und die Broschüre mitgestalten.

#### **TOP 4: Rückblick Jahrestagung Weimar 2017 und Planung Jahrestagung 2018 in Wiesbaden**

1. Wir sind als Junges Forum mit dem Besuch und dem Ablauf unserer Sitzung zufrieden. Es wurde erstmals ein Nachwuchspreis für den besten Vortrag eingeführt, der zusammen mit einem Jahresabonnement der Zeitschrift „Perfusion“ verliehen wurde.

2. Für die Jahrestagung 2018 in Wiesbaden sind wir als Junges Forum Teil des Planungskomitees. Wir werden wie bei den zwei vergangenen Jahrestagungen eine eigene Sitzung organisieren.

#### **TOP 5: Neue Arbeitsgruppen und deren Zuständigkeiten**

Es wurden neue Arbeitsgruppen ins Leben gerufen und deren Zuständigkeiten eingeteilt.

1. Für die Hochschule Furtwangen University sind Jana Nester und Lars Saemann zuständig. Dino Kurtovic und Marcel Schmidt sind Bindeglied zur Akademie für Kardiotechnik in Berlin. Die Koordination für die gesamte Gruppe übernimmt Marcel Schmidt.

2. Michael Baumgärtner ist für die Internetseite ([www.jungesforum-dgfk.de](http://www.jungesforum-dgfk.de)) und das Einrichten der E-Mail-Adressen zuständig.

3. Beiträge in den Sozialen Medien können von allen Mitgliedern im Jungen Forum verfasst werden.

4. Michael Baumgärtner und Jan Turra sind im Kongressplanungskomitee für die Jahrestagung 2018 in Wiesbaden.

5. Ab Ende 2018 wird es ein vom Jungen Forum organisiertes Fortbildungsprogramm

geben, bei dem pro Jahr vier Fortbildungen zu Themen im Fachbereich Kardiotechnik stattfinden werden. Das Programmheft zu den Fortbildungen soll immer bis zur Jahrestagung fertiggestellt sein. Erste Ideen für Fortbildungen sind Simulatortrainings, Rhetorikseminar, Besuch von Zentren für MiECC und Kinderherzchirurgie sowie ein Kurs zum Erstellen von technischen Zeichnungen der Maschinensets. Zuständig hierfür ist Jan Turra.

#### **TOP 6: Sonstiges**

1. Für den Schriftverkehr wird für die neuen Mitglieder eine E-Mail-Adresse eingerichtet.

2. Unsere neue Internetseite soll einen Direktlink auf der Internetseite der DGfK ([www.dgfk.de](http://www.dgfk.de)) erhalten.

3. Es soll eine Mitgliederliste vom Jungen Forum erstellt werden. Hierfür ist Niklas Sturm zuständig.

4. Es wurden zwei neue Sitzungstermine vereinbart. Das Junge Forum trifft sich am 30. Juli 2018 in Heidelberg und am 23. November 2018 in Wiesbaden.



Das Junge Forum der DGfK

## ERWEITERUNG DER DGfK-APP

Oxygenatoren sind wichtige Komponenten im extrakorporalen Kreislauf. Im Sinne einer patientenadaptierten und optimierten Perfusion ist es wichtig, aus der großen Auswahl kommerziell erhältlicher Oxygenatoren den für die klinispezifischen Patienten am besten geeigneten auszuwählen.

Die Arbeitsgruppe „EDV in der Kardiotechnik“ hat daher die Smartphone-App der DGfK (Abb. 1) um eine Oxygenatordatenbank (Abb. 2) erweitert. Hierin wurde



Abb. 1: DGfK-App

ein Großteil der auf dem deutschen Markt erhältlichen Oxygenatoren aufgenommen. In Abstimmung mit den jeweiligen Herstellern (Abb. 3) wurden Leistungsdaten zusammengetragen und in ein einheitliches Format transformiert. Hierdurch wird ein direkter Vergleich ermöglicht. Darüber hinaus wurden aus den zur Verfügung gestellten Daten zusätzliche perfusionsrelevante Parameter berechnet. Hierzu zählen Indizes für Sauerstoff- und Kohlendioxid-Transfer sowie der Druckabfall  $\Delta p$  über den Oxygenator.

**O<sub>2</sub>-Transferindex:** Sauerstoffmenge, die pro Liter Blutfluss durch den Oxygenator übertragen wird

**CO<sub>2</sub>-Transferindex:** Kohlendioxidmenge, die pro Liter Blutfluss durch den Oxygenator eliminiert wird

**$\Delta p$ -Index:** Druckabfall über dem Oxygenator pro Liter Blutfluss

Beispiel:

Sei: Druckgradientenindex aus Datenbank = 33 mmHg/(l/min)

Blutfluss O<sub>B</sub> = 4 l/min

Dann gilt:

Zu erwartender Druckabfall für diesen Oxygenator:

$$\Delta p = 4 \text{ l/min} \times 33 \text{ mmHg} / (\text{l/min}) = 132 \text{ mmHg}$$

Die App steht sowohl für iOS als auch für Android-basierte Smartphones kostenlos über die jeweiligen App-Stores zum Download bereit. Suchen Sie in den Stores nach dem Begriff „DGfK“.

Die Arbeitsgruppe ist sicher, mit dieser Datenbank den Mehrwert der App weiter zu erhöhen.

An der Entwicklung und Weiterentwicklung der App sind maßgeblich beteiligt:

Dr. D. Buchwald, Bochum

Dipl.-Ing. K. Klak, Bochum

R. Ostermann, Jena

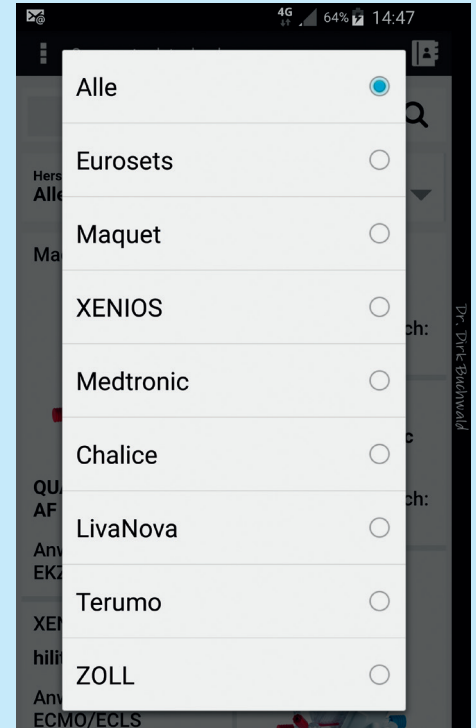


Abb. 3: Oxygenatoren-Hersteller

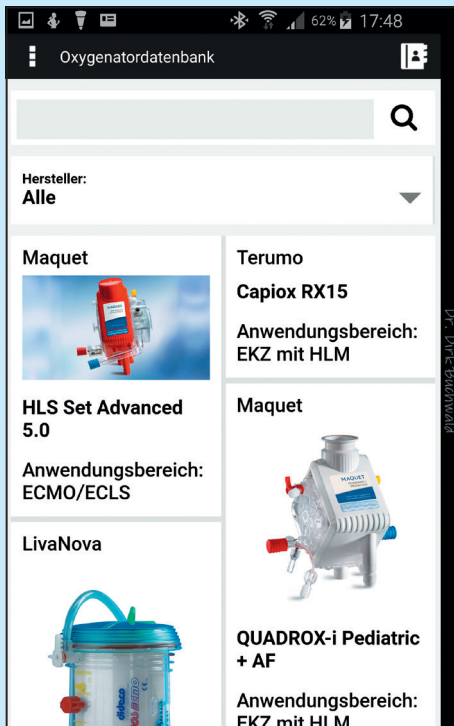
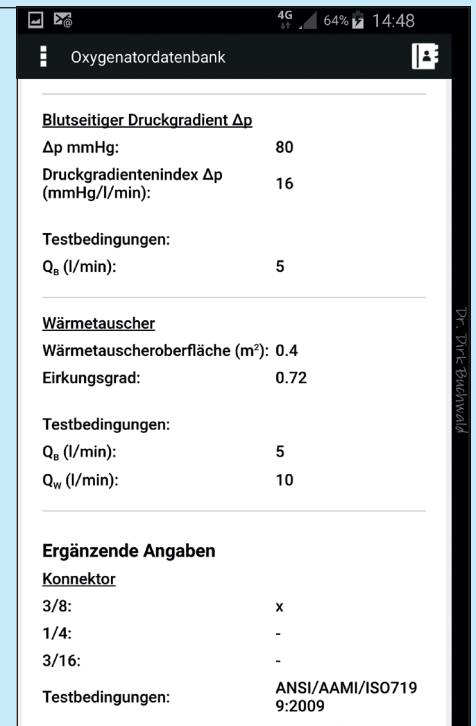
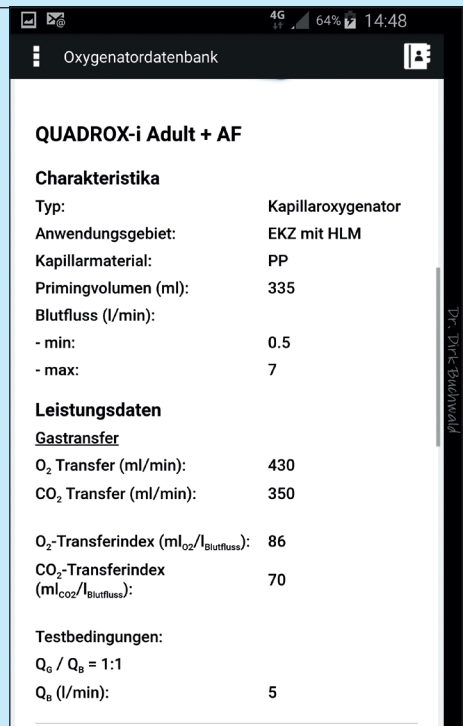


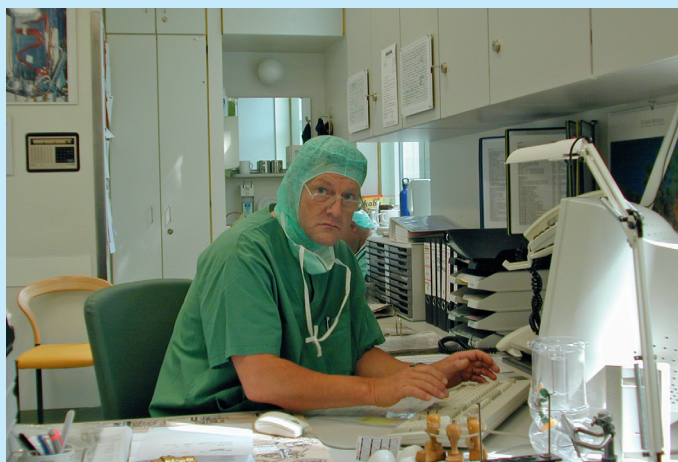
Abb2: Oxygenatordatenbank



# Michael Kopitz

26. Dezember 1948 bis 2. März 2018

– ein Gründervater der modernen Kardiotechnik verstarb am 2. März 2018  
nach hingebungsvollem Leben und langer Krankheit



Michael Kopitz war ein Pionier der modernen Kardiotechnik in Deutschland. Nach einer Ausbildung zum Krankenpfleger, die er 1970 in Berlin abschloss, arbeitete er ab 1972 in der tierexperimentellen Einrichtung und in der Klinik der Herzchirurgie an der Freien Universität bei Prof. Emil Bücherl. Die Bedienung der Herz-Lungen-Maschine (HLM) war sein neues Aufgabengebiet. Michael Kopitz war maßgeblich an den frühen Entwicklungen im Bereich Kunstherz und Ventricular Assist Device (VAD) beteiligt. Die Firma Berlin Heart entstand aus dieser Arbeitsgruppe Kunstherz im Westend-Klinikum.

Mit der Gründung des Deutschen Herzzentrums Berlin wurde Michael Kopitz zum 1. Januar 1986 leitender Kardiotechniker im damals modernsten Herzzentrum Deutschlands unter Prof. Roland Hetzer. Hier wurde der Grundstein für die Weiterentwicklung der Kunstherztherapie gelegt. Der Verdienst von Michael Kopitz war es, pragmatische und praxisorientierte Lösungen bei der Anwendung von extrakorporaler Zirkulation bei Patienten aller Altersgruppen zu finden. Besonders engagiert war er in der Kinderherzchirurgie. Die heutige Entwicklung zur transfusionsfreien Säuglings-HLM wurde maßgeblich von Michael Kopitz unterstützt.

Der Name Michael Kopitz ist auch mit der Gründung der Akademie für Kardiotechnik am DHZB verbunden. Er übernahm hauptsächlich die praktische Ausbildung der Auszubildenden und gab sein Praxiswissen gerne weiter. Daneben war Michael Kopitz auch bei der Gründung der Kardiotechnikerausbildung in Aarhus/Dänemark behilflich. Die Anleitung von Kardiotechnikern im In- und Ausland war ein weiteres Betätigungsfeld, z. B. war Michael Kopitz mehrfach in Sarajevo, um die Wiedereröffnung der Herzchirurgie nach dem Jugoslawien-Krieg zu begleiten.

Seine Expertise in der Kardiotechnik machte Michael Kopitz zu einem gefragten und geschätzten Redner auf Fachkongressen

im In- und Ausland. Bereits im Jahr 1975 organisierte er einen Kardiotechnik-Kongress in Berlin. Im Jahr 1999 wurde ihm die besondere Ehre zuteil, die Charles C. Reed Memorial Lecture bei der American Academy for Cardiovascular Perfusion in San Antonio in Texas zu halten.

Durch eine infizierte Blutkonserve erkrankte Michael Kopitz bereits in frühen Jahren an einer chronischen Hepatitis-Infektion. Nach einer erfolgreichen Lebertransplantation war Michael Kopitz noch einige Zeit im Dienst, bis er den Beruf 2008 aus gesundheitlichen Gründen aufgeben musste. In den letzten Lebensjahren erkrankte er zusätzlich an einer terminalen Niereninsuffizienz, er musste mehrmals in der Woche zur Hämodialyse.



Michael Kopitz war jedoch auch durch diese gesundheitlichen Schicksalsschläge nicht unterzukriegen. In jungen Jahren Amateur-Eishockey-Spieler und Segler, gab er die Sportbegeisterung an seine Kinder weiter. In späteren Jahren war er als Sportschütze und auch wieder als Segler aktiv. Mit dem eigenen Boot nahm er an Vereinsregatten auf der Havel teil.

Michael Kopitz war Ehrenmitglied der Deutschen Gesellschaft für Kardiotechnik, deren Entwicklung er maßgeblich mit beeinflusste. Wir werden sein Andenken stets bewahren.

Frank Merkle und im Namen der  
Deutschen Gesellschaft für Kardiotechnik  
Der Vorstand

# Peter Friedrich Edler Böttger

16. Mai 1941 bis 26. März 2018

– der heutige Beruf des Kardiotechnikers wurde durch ihn mitgeprägt



Die Kardiotechnik in Deutschland ist ohne Peter Böttger kaum vorstellbar. Peter Böttger erlernte nach einer ersten Ausbildung als Vermessungstechniker den Beruf des Krankenpflegers und absolvierte anschließend eine Fachweiterbildung zum Anästhesiepfleger. Im April 1971 begann er eine praktische Ausbildung zum Kardiotechniker. Peter Böttger arbeitete anschließend in verschiedenen herzchirurgischen Einrichtungen in Deutschland, bis er 1984 Leiter der Marketingabteilung der Firma Co-be wurde.

Während eines humanitären Einsatzes als Kardiotechniker in Polen lernte er seinen späteren Chefarzt Prof. Hetzer kennen. Als Prof. Hetzer im Jahr 1986 das Deutsche Herzzentrum Berlin als Gründungsdirektor übernahm, sollte Peter Böttger dort zunächst leitender Kardiotechniker werden. Die beinahe zeitgleich ins Leben gerufene Akademie für Kardiotechnik des Deutschen Herzzentrums Berlin verlangte jedoch ebenso nach einem erfahrenen Praktiker, so dass Peter Böttger zum Lehrkardiotechniker berufen wurde. Diese Aufgabe füllte er von 1988 bis 2003 aus.

Die Akademie für Kardiotechnik wurde nach dem Vorbild amerikanischer Perfusion Schools gegründet und war die erste Bildungseinrichtung für Kardiotechniker in Deutschland. In Europa gab es zu diesem Zeitpunkt nur drei kurze Lehrgänge in den Niederlanden, Großbritannien und in Italien. Das Pro-

gramm und die Struktur der Akademie für Kardiotechnik wurden mit Hilfe des Berliner Senats für Gesundheit erfolgreich initiiert. Das hierdurch veröffentlichte Berufsgesetz sowie die Ausbildungs- und Prüfungsordnung für Kardiotechniker sind einzigartige Meilensteine in der Professionalisierung des Berufsbildes. Maßgebliche Impulse wurden hierbei von Peter Böttger gesetzt.

Die Berufspolitik war Peter Böttger bereits seit seinen ersten Tagen als Kardiotechniker ein großes Anliegen. Peter Böttger war Gründungsmitglied des Verbands Deutscher Kardiotechniker (1971). Der Verband wurde später als Deutsche Gesellschaft für Kardiotechnik fortgeführt. Die Zeitschrift KARDIOTECHNIK wurde von 1975 bis 1989 von Peter Böttger herausgegeben.

Auf der europäischen Ebene war Peter Böttger auch an der Gründung des European Boards of Cardiovascular Perfusion (EBCP) beteiligt. Er nahm an einem Vorbereitungstreffen im Jahr 1991 in den Niederlanden teil. Auf diesem Treffen wurde die Bildung eines Steering Committees beschlossen. Im gleichen Jahr konnte das EBCP gegründet werden.

Die Verdienste von Peter Böttger wurden mit der Ehrenmitgliedschaft in der Deutschen Gesellschaft für Kardiotechnik geehrt.

Wir werden ihm stets ein gebührendes Andenken bewahren.  
Frank Merkle

# Kongresstermine

2018

1. 6<sup>th</sup> Euro-ELSO Congress on ECMO-ECLS  
23.–26. Mai 2018, Prag / Tschechien  
**Info:** GUARANT International spol. s r.o., Na Pankráci 17, 140 21 Prague 4 – for correspondence, 140 00 Prague 4 – for courier services, Czech Republic  
Tel: +420 284 001 444, Fax: +420 284 001 448  
E-Mail: euroelso2018@guarant.cz, Web: <http://www.guarant.com>
2. 3<sup>rd</sup> MiECT SYMPOSIUM  
22.–23. Juni 2018, Bern, Schweiz  
**Info:** CONGRESS ORGANISATION, Meister ConCept GmbH, Bahnhofstrasse 55, 5001 Aarau, Switzerland  
Tel: +41 62 836 20 90, Fax: +41 62 836 20 97  
E-Mail: [mieect@meister-concept.ch](mailto:mieect@meister-concept.ch), Web: [www.meister-concept.ch](http://www.meister-concept.ch)
3. 32<sup>th</sup> EACTS Annual Meeting  
18.–20. Oktober 2018, Mailand, Italien  
**Info:** Mrs. Elvira Lewis, EACTS House Madeira Walk, Windsor Berkshire SL4 1EU  
Tel.: +44 (0) 1753 832166 oder +44 (0)1753 838484  
E-Mail: [elvira.lewis@eacts.co.uk](mailto:elvira.lewis@eacts.co.uk), Web: [www.eacts.org](http://www.eacts.org)
4. 18<sup>th</sup> European Conference on Perfusion Education and Training  
20. Oktober 2018, Mailand, Italien  
**Info:** Web: [www.ebcp.org](http://www.ebcp.org)
5. 5<sup>th</sup> Aortic Live Symposium  
29.–30. Oktober 2018, Essen  
**Info:** CongO GmbH, Ruffinistrasse 16, 80637 München  
Tel.: +49 (0)89 23 75 74 65, Fax: +49 (0)89 23 75 74 70  
Web: [www.cong-o.de](http://www.cong-o.de) oder [www.aortic-live.com](http://www.aortic-live.com)
6. 17. Freiburg. Bad Krozinger Herz-Kreislauf-Tage 2018  
2.–3. November 2018, Freiburg  
**Info:** C.T.I. GmbH, Am Bärenkamp 33, 40589 Düsseldorf  
Tel.: +49 (0)211 54 25 18 13, Fax: +49 (0)211 / 54 25 18 44  
E-Mail: [astoetzner@cti-kongresse.com](mailto:astoetzner@cti-kongresse.com), Web: [www.freiburger-herz-kreislauf-tage.de](http://www.freiburger-herz-kreislauf-tage.de)
7. 47. Internationale Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kardiotechnik e. V. und 10. Fokustagung Herz  
23.–25. November 2018, Wiesbaden  
**Info:** Dieter Lorenz, Kardiotechnik Verwaltungsgesellschaft GmbH, Mühlgasse 29, 61231 Bad Nauheim  
Tel.: +49 (0)6032 996 25 19, Fax: +49 (0)6032 862 34  
E-Mail: [kardiotechnik.gmbh@t-online.de](mailto:kardiotechnik.gmbh@t-online.de), Web: [www.dgfk.de](http://www.dgfk.de)
8. 4. Regensburger Herz-Kreislauf-Tage  
30. November–1. Dezember 2018, Regensburg  
**Info:** Universitätsklinikum Regensburg, Referat UK3 Kongresse, Britta Haseneder, Franz-Josef-Strauß-Allee 11, 93053 Regensburg  
Tel.: +49 (0)941 944 4232, Fax: +49 (0)941 944 4233  
E-Mail: [anmeldung@ukr.de](mailto:anmeldung@ukr.de)

## Impressum

### Anschrift für Autoren bzw. Fachbeiträge

8 Johannes Gehron, Schriftleiter  
Universitätsklinikum Gießen u. Marburg GmbH  
Klinik f. Herz-, Kinderherz- u. Gefäßchirurgie  
Rudolf-Buchheim-Str. 7, 35392 Gießen  
Telefon 06 41 / 985-44 258  
Telefon (DECT) 06 41 / 985-44 917  
Telefax 06 41 / 985-44 266  
Mobil 0171 / 633 47 69  
E-Mail:  
[johannes.gehron@chiru.med.uni-giessen.de](mailto:johannes.gehron@chiru.med.uni-giessen.de)

### Chefredaktion, Firmenporträts, Abonentenservice, Anzeigenverwaltung

8 Dipl.-Ing. Petra Kirsten-Treptow  
Rethkoppel 40 a, 22399 Hamburg  
Telefon 0 40 / 2 78 09 144  
E-Mail: [pkt@kirsten-treptow.de](mailto:pkt@kirsten-treptow.de)

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

### Satz und Litho

8 Plate Bürobedarf  
Joachim Böttcher  
28865 Lilienthal  
E-Mail: [jboettcher@plate.de](mailto:jboettcher@plate.de)

### Druck

4 PRINTEC OFFSET > medienhaus >  
34123 Kassel

### Erscheinungsweise

4 x jährlich: Februar, Mai, September, November

### Jahresabonnement € 34,-

8 Einzelheft-Preis € 10,-  
Ausland: € 40,- / Einzelheft € 12,-  
jeweils zzgl. Versandkosten.  
Inlandspreise inkl. ges. MwSt.  
Abonnementbestellung schriftlich beim Verlag.  
Mindestbezugsdauer 1 Jahr, Verlängerung  
jeweils um 1 Jahr, wenn keine Abbestellung  
erfolgt.  
Kündigung 3 Monate zum Jahresende.

### Druckauflage: 1000 Exemplare

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

### ISSN 0941-2670

Die KARDIOTECHNIK wird auf chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt.

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

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

! Angabe der Rezertifizierungspunkte ohne Gewähr