

H.-R. ZERKOWSKI G. BAUMANN (Hrsg.)

HerzAkutMedizin

**Ein Manual für die kardiologische,
herzchirurgische, anästhesiologische
und internistische Praxis**

ZWEITE, VOLLSTÄNDIG ÜBERARBEITETE UND ERWEITERTE AUFLAGE

MIT 281 ÜBERWIEGEND FARBIGEN ABBILDUNGEN
IN 350 EINZELDARSTELLUNGEN UND 230 TABELLEN

STEINKOPFF
DARMSTADT

Prof. Dr. med. H.-R. ZERKOWSKI
Herz- und Thoraxchirurgie
Universitätsspital Basel
Spitalstr. 21
4031 Basel, Schweiz

Prof. Dr. med. G. BAUMANN
Medizinische Klinik mit Schwerpunkt Kardiologie,
Angiologie und Pneumologie
Campus Charité Mitte
Charité-Universitätsmedizin Berlin
Schumannstr. 20/21
10117 Berlin

ISBN 3-7985-1505-0 Steinkopff Verlag Darmstadt

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Steinkopff Verlag Darmstadt
ein Unternehmen von Springer Science+Business Media

www.steinkopff.springer.de

© Steinkopff Verlag Darmstadt 1999, 2006
Printed in Germany

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Produkthaftung: Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag keine Gewähr übernommen werden. Derartige Angaben müssen vom jeweiligen Anwender im Einzelfall anhand anderer Literaturstellen auf ihre Richtigkeit überprüft werden.

Redaktion: Sabine Ibkendanz Herstellung: Klemens Schwind
Zeichnungen: Günther und Oliver Hippmann, Schwarzenbruck
Umschlaggestaltung: Erich Kirchner, Heidelberg
Satz: K+V Fotosatz GmbH, Beerfelden
Druck und Bindung: Universitätsdruckerei Stürtz, Würzburg

SPIN 11301349 85/7231-5 4 3 2 1 0 – Gedruckt auf säurefreiem Papier

Unseren Familien

Vorwort zur 2. Auflage

Der Erfolg der ersten Auflage hat gezeigt, dass unsere HerzAkutMedizin bei der Zielgruppe der intensivmedizinischen Kolleginnen und Kollegen nicht nur gut ankam und auf große Resonanz traf, sondern auch eine bedeutende Nische im deutschsprachigen Raum ausgefüllt hat. Die Analyse des Marktes offenbarte vielmehr eine zentrale Stellung des Werkes in der intensivmedizinischen Literatur, die eine offensichtlich bedeutsame Lücke dieser zwar sehr speziellen, aber unbestritten wichtigen Thematik geschlossen hat. Dies war für Verlag und Herausgeber Anlass genug, trotz schwieriger Zeiten für Bücher als gedruckte Werke eine zweite, umfangreich aktualisierte und in wesentlichen Aspekten erweiterte Auflage herauszugeben. Alle Kapitel der 1. Auflage wurden entsprechend neuesten diagnostischen und therapeutischen Erkenntnissen aktualisiert und wo nötig unter Berücksichtigung von Empfehlungen und Leitlinien um neue Therapiestrategien erweitert.

Eine Neuerung in dieser Auflage stellen die so genannten „Denkanstöße“ dar. Mit einem solchen Denkanstoß wurden Kapitel, Themen oder innovative Therapiestrategien versehen, deren Inhalte entweder sehr neu und dementsprechend auch umstritten wären oder nach Ansicht der Herausgeber in der speziellen Darstellung der jeweiligen Autoren einer kritischen Beleuchtung bedürfen. Die Denkanstöße pointieren entweder andere Meinungen, diskutieren kritisch, äußern Vorsichtswarnungen oder enthalten ergänzende Kommentare, die den Leser dazu befähigen sollen, seine eigene Einschätzung zum Sachverhalt bzw. zu dessen Stellenwert vorzunehmen. Die Denkanstöße sind von den Herausgebern selbst oder von von ihnen gebetenen Experten verfasst worden und waren dem jeweiligen Autor der vorangestellten Kapitel nicht bekannt.

Neu aufgenommen wurde am Ende jedes Kapitels (falls bekannt) ein Hinweis auf Empfehlungen bzw. Leitlinien der verschiedenen Fachgesellschaften sowie deren aktuelle Internetadressen mit der entsprechenden Homepage.

Am Ende des Buches findet sich ein Kapitel zur Bedeutung von Leitlinien und Empfehlungen.

Mehrere Kapitel wurden komplett neu eingefügt, die in der 1. Auflage noch nicht berücksichtigt werden konnten: Dazu zählen die Themenschwerpunkte ARDS, weitere Aspekte zu Drogennotfällen, thrombembolische Ereignisse sowie ein eigenes Kapitel über das sehr wichtige Thema „Intensivmedizin bei Frauen“. Unseres Wissens ist HerzAkutMedizin das erste Buch, in dem die Thematik der geschlechtsspezifischen Besonderheiten bei Frauen in Klinik, Diagnostik und Therapie unter intensivmedizinischen Aspekten in einem eigenen Kapitel in diesem Umfang beleuchtet wird.

Die Herausgeber möchten abschließend ihren großen Dank gegenüber dem Verlag zum Ausdruck bringen, der in schwierigen Zeiten das vorliegende Werk erneut aufgelegt hat und zwar in nochmals verbesserter hochwertiger Ausstattung, trotz erheblicher Ausweitung des Umfangs. Insbesondere gilt dabei unser Dank Frau Sabine Ibkendanz und Herrn Oliver Frohmeyer, die durch ihr ungewöhnliches Engagement und ihre wohlwollende, fordernde und fördernde Unterstützung entscheidend zum Erfolg des Werkes beigetragen haben. Besonders herzlich danken wir unseren Sekretärinnen, Frau Verena Fünfschilling (Basel) und Frau Vera Thomas (Ber-

lin) für Ihren unermüdlichen Einsatz beim Eintreiben der ausstehenden Manuskripte und der mühevollen redaktionellen Kleinstarbeit, die in großem Umfang nicht nur in Form von voluminösen Korrespondenzen mit den Autoren angefallen ist, bevor dann eine Druckfreigabe erteilt werden konnte. Ihrer speditiven konsequenten Arbeit und Akribie verdanken die Herausgeber für die Aktualität des Werkes viel.

Schließlich danken wir auch unseren Lesern der 1. Ausgabe für zahlreiche Anregungen und kritische Anmerkungen, die zu deutlichen Verbesserungen geführt haben. Die Herausgeber möchten auch weiterhin (sei es schriftlich oder elektronisch) zu reger Kritik auffordern; stetige Kritik bringt uns alle weiter – in der Lehre, Weiterbildung oder am Krankenbett!

Berlin und Basel, im Februar 2006

G. BAUMANN

H.-R. ZERKOWSKI

Vorwort zur 1. Auflage

Die Intensivmedizin stellt einen großen und zentralen Sektor interdisziplinärer Zusammenarbeit in der Medizin dar. Gerade auf dem Gebiet der kardiologisch-kardiologischen Intensivmedizin ist die reibungslose Zusammenarbeit von Anästhesisten, Herzchirurgen und Kardiologen eine „conditio sine qua non“, ohne die eine adäquate Versorgung dieses äußerst brisanten Patientenguts nicht erfolgreich sein kann.

Notfallsituationen erfordern schnelle Entscheidungen, die gezielt und ohne Verzögerungen umgesetzt werden müssen. Die Besonderheiten der pathophysiologischen Zusammenhänge und der in der Regel schnelle Ablauf des Krankheitsgeschehens erfordern deshalb sehr oft ein abweichendes Procedere in Diagnostik und therapeutischem Vorgehen im Vergleich zu elektiven stabilen Patienten mit kardiologischen Krankheitsbildern. Im Vordergrund stehen dabei diagnostische und therapeutische Maßnahmen zur Sicherung und Besserung der Prognose quo ad vitam, um die Voraussetzungen für bewährte konventionelle, interventionelle und/oder operative Maßnahmen überhaupt erst zu schaffen.

Dieser Gedanke leitete uns bei der Planung des vorliegenden Buches. Die Herausgeber sind der Meinung, dass die gängigen Lehrbücher der verschiedenen Disziplinen diesem Anspruch unter intensivmedizinischen Aspekten nicht hinreichend gerecht werden können. Es war unser Ziel, hier zumindest im deutschsprachigen Raum eine entscheidende Lücke zu schließen.

Es sei an dieser Stelle ausdrücklich betont, dass dieses Buch in keinsten Weise die einschlägigen Lehrbücher ersetzen soll oder kann. Es ist vielmehr gedacht als eine sinnvolle Ergänzung aus der primären Sicht der Intensivmedizin, und zwar was sowohl das Akutmanagement als auch die Weichenstellung für das weitere Procedere in diagnostischer und therapeutischer Hinsicht bei diesen Patienten betrifft.

Wir haben in jedem Kapitel Wert darauf gelegt und entsprechend alle Autoren nachdrücklich angehalten, eine einheitliche Gliederung einzuhalten. Wann immer es möglich war, sind die Kapitel mit identischem Aufbau in zehn verschiedene Abschnitte unterteilt (1. Grundlagen, 2. Problemstellung, 3. Diagnostik, 4. Erfordernisse und Voraussetzungen, 5. Phase der Intensivbehandlung, 6. Monitoring und Messtechnik, 7. Diagnostik und Therapieschema, 8. Erfolgskontrolle, 9. Stellung im therapeutischen Gesamtkonzept, 10. Datenblatt).

Bei dieser Planung wurde das Ziel verfolgt, Übersichtlichkeit in den Vordergrund zu stellen und somit eine schnelle Orientierung in der jeweiligen Notfallsituation zu gewährleisten und ein schnelles Ergreifen der richtigen Maßnahmen zu ermöglichen. Aus diesem Anspruch heraus erklärt es sich zwangsläufig, dass das vorliegende Werk kein Lehrbuch sein kann, sondern vielmehr ein Nachschlagewerk darstellt. Aus dem gleichen Grund wurden bewusst Überschneidungen und Wiederholungen in verschiedenen, zum Teil inhaltlich verwandten Kapiteln toleriert, um in Notfallsituationen dem Leser Querverweise und damit zeitaufwendiges Blättern zu ersparen.

Das vorliegende Buch ist das Resultat gründlicher Planung und Bearbeitung durch Autoren und Herausgeber. Es richtet sich an Studenten und klinische Ärzte

verschiedener Richtungen mit primärem Interesse an Akuterkrankungen kardiologischer Patienten, die ca. 70% aller Notfälle in unseren Kliniken ausmachen.

Dem Dr. Dietrich Steinkopff Verlag danken wir für die wertvollen Ratschläge und die vielen Hilfeleistungen während der gemeinsamen langwierigen Arbeit. Hier sei insbesondere unser tief empfundener Dank an Frau Sabine Ibkendanz hervorgehoben, die mit unermüdlicher Energie stets auch in schwierigen Phasen die konsequente Durchführung und letztlich die Fertigstellung des Werkes verfolgte und sich für die aufwendige Ausstattung des Buches einsetzte. Frau Ibkendanz und ihre redaktionellen Mitarbeiter erwarben sich durch ihre qualifizierte Arbeit, stetiges Monitoring und Freundlichkeit den Respekt der Herausgeber.

Abschließend sei hervorzuheben, dass wir dankbar sind für jegliche Kritik und Verbesserungsvorschläge und die Leser nachdrücklich ermutigen, den Herausgebern entsprechende Korrespondenz zuzuleiten.

Berlin und Basel, im August 1999

G. BAUMANN

H.-R. ZERKOWSKI

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeiner Teil	1
1.1	Personalbedarf und Ausstattung der (herzchirurgischen) Intensivbehandlungseinheit	1
	N. DREGER, G. MARGGRAF, M. LUDS, P. TZSCHACKSCH	
1.2	Monitoring auf der kardiologisch-kardiochirurgischen Intensivstation .	9
	M. GÜNNICKER, M. REINDL	
	Denkanstoß zur Überwachung auf der Intensivstation	31
	H. A. ADAMS	
1.3	Bildgebende Verfahren	39
	U. JANSSENS, W. LEPPER, P. HANRATH	
1.4	Analgesie und Sedierung bei kardiochirurgischen Intensivpatienten ...	56
	M. TRYBA, P. WEGERMANN	
1.5	Beatmungstherapie in der Intensivmedizin – besondere Aspekte beim kardial geschädigten Patienten	75
	M. HENSEL, H. KERN, K. BÄSELL, W.J. KOX	
1.6	ARDS	91
	S. ROUSSEAU, N. SUTTORP	
1.7	Bronchoskopie auf der Intensivstation	113
	L. FREITAG	
1.8	Thoraxchirurgische Notfälle auf der Intensivstation	120
	F. GAMBAZZI	
1.9	Nierenersatztherapie	129
	S. MORGERA, H.-W. BUDER, H.-H. NEUMAYER	
1.10	Antikoagulation und Gerinnungsanalyse, Interpretation – Schnellorientierung	149
	H. RIESS	
1.11	Transfusionsmedizin	163
	A. PRUSS, H. KIESEWETTER	

2	Koronare Herzkrankheit	185
2.1	Instabile Angina pectoris und akuter Myokardinfarkt	185
	K. STANGL	
	Denkanstoß	206
	M.H. WEHR	
2.2	Klinisch-chemische Diagnostik der Myokardschädigung	208
	I. SCHIMKE	
2.3	Diagnostik und interventionelle Therapie der koronaren Herzkrankheit	230
	M. PFISTERER, P.O. BONETTI, M.J. ZELLWEGER, C. KAISER	
2.4	Lyse	249
	W. RUTSCH	
2.5	Perkutan applizierbare Kreislaufassistenzsysteme	287
	M. FERRARI, H.R. FIGULLA	
2.6	Notoperation	297
	W. BRETT	
2.7	Pathophysiologie des „hibernating“ und „stunned“ Myokards	305
	G. HEUSCH, R. SCHULZ	
	Denkanstoß: Stammzelltherapie beim akuten Myokardinfarkt: „fact or fiction“?	315
	B. HORNIG	
3	Herzinsuffizienz	321
3.1	Akute Herzinsuffizienz	321
	S. FELIX, A. STAUDT, G. BAUMANN	
3.2	Herzinsuffizienz – aus intensivmedizinischer Sicht	343
	H.P. HERMANN, C. HOLUBARSCH, S. KONSTANTINIDES, G. HASENFUSS	
3.3	Herzinsuffizienz: Therapieschemata und vasoaktive Substanzen	374
	O. VAN CAENEGEN, M. GOENEN	
3.4	Mechanische Kreislaufunterstützung: Von der Überbrückung zur Transplantation über Herzmuskelerholung bis hin zur Destinationstherapie	398
	M. GRAPOW, O. REINHARTZ, D.J. HILL, H.-R. ZERKOWSKI	
3.5	Alternativen zur Transplantation	409
	C. KNOSALLA, R. HETZER	
	Denkanstoß	416
	H.-R. ZERKOWSKI, F. RÜTER	
3.6	Herztransplantation	418
	F. RÜTER, F. BERNET	
3.7	Entwöhnung von „Assist Device“: Mechanische Entlastung und funktionelle Erholung des Herzens	425
	H. LEHMKUHL, M. DANDEL, B. STILLER, J. MÜLLER, R. HETZER	

3.8	Der Posttransplantnotfall	440
	M. C. DENG, H. BARON	
3.9	Cor pulmonale	452
	A. MACHRAOUI	
4	Herzrhythmusstörungen	467
4.1	Bradykarde Rhythmusstörungen in der Intensivmedizin	467
	H.-J. TRAPPE	
4.2	Tachykarde Herzrhythmusstörungen in der Intensivmedizin	480
	H.-J. TRAPPE	
4.3	Elektrische Therapie und Katheterablation bei ventrikulären Tachykardien	492
	T. VOGTMANN, M. ANTZ, H. THERES	
4.4	Erkennung, Identifikation und Akutbehandlung von Patienten mit implantierten Kardioverter-/Defibrillator-Systemen (ICD)	515
	U. WOLFHARD, J. C. REIDEMEISTER	
5	Herzklappen- und Aortenerkrankungen	527
5.1	Dekompensierte Herzklappenerkrankungen	527
	G. BAUMANN, H. THERES	
5.2	Infektiöse Endokarditis	576
	O. REINHARTZ	
5.3	Drogenendokarditis	584
	M. BACKMUND, D. EICHENLAUB	
5.4	Drogennotfälle	591
	M. BACKMUND, D. EICHENLAUB	
	Denkanstoß: Drogen in der Kardiologie und Intensivmedizin	599
	M. BÖHM, G. VIETZKE, G. BAUMANN	
5.5	Akute Herzklappenfehler	609
	D. HORSTKOTTE, C. PIPER	
	Denkanstoß	619
	G. BAUMANN	
5.6	Akute Aortendissektion – Diagnostik und Therapie	622
	A. C. BORGES, F. REDLING, H.-R. ZERKOWSKI, G. BAUMANN	
	Denkanstoß: Endovaskuläre Therapie bei Aortendissektion	632
	T. C. REHDERS, C. A. NIENABER	

6	Die Frau in der kardiovaskulären Intensivmedizin	639
6.1	Problemstellung	639
	V. STANGL	
6.2	Akute koronare Syndrome bei Frauen	640
	V. STANGL, N. JOCHMANN	
6.3	Herzinsuffizienz bei Frauen	642
	V. STANGL	
6.4	Frauenspezifische Aspekte tachykarder Herzrhythmusstörungen	645
	N. JOCHMANN, V. STANGL	
6.5	Die Frau in der Schwangerschaft in der Intensivmedizin	650
	V. STANGL, H.-J. TRAPPE	
7	Komplikationen	685
7.1	Akute Lungenarterienembolie	685
	F. REDLING, H.-R. ZERKOWSKI	
7.2	Perikardtamponade	700
	W. KONERTZ	
7.3	Sepsis	704
	A. CHRISTOPH, K. WERDAN, U. MÜLLER-WERDAN	
7.4	Nosokomiale Pneumonie	758
	A. GRÖSCHEL, H. WILKENS, G. W. SYBRECHT	
7.5	Embolische Komplikationen	777
	H.-H. OSTERHUES	
8	Leitlinien	787
8.1	Leitlinien – Stellenwert und Nutzung im klinischen Alltag	787
	M. LELGEMANN, G. OLLENSCHLÄGER	
	Sachverzeichnis	795

Autorenverzeichnis

Prof. Dr. med. H.-A. ADAMS
Stabstelle für interdisziplinäre Notfall-
und Katastrophenmedizin
Medizinische Hochschule Hannover
30623 Hannover

PD Dr. med. M. ANTZ
Kardiologie
Allgemeines Krankenhaus St. Georg
Lohmühlenstr. 5
20099 Hamburg

PD Dr. med. M. BACKMUND
3. Med. Abteilung
Krankenhaus München Schwabing
Städt. Klinikum München GmbH
Kölner Platz 1
80804 München

Dr. med. H. BARON
Heart Failure Center
New York Presbyterian Hospital
177 Fort Washington Avenue
New York, NY 10032
USA

Dr. med. K. BÄSELL
Klinik für Anästhesiologie
und Intensivmedizin
DRK-Kliniken Berlin-Köpenick
Salvador-Allende-Str. 2-8
12559 Berlin

Prof. Dr. med. G. BAUMANN
Medizinische Klinik und Poliklinik
Campus Charité Mitte
Charité Universitätsmedizin Berlin
Schumannstr. 20/21
10117 Berlin

Dr. med. F. BERNET
Herz- und Thoraxchirurgie
Universitätsspital Basel
Spitalstr. 21
4031 Basel
Schweiz

Dr. med. M. BÖHM
Medizinische Klinik und Poliklinik
Campus Charité Mitte
Charité Universitätsmedizin Berlin
Schumannstr. 20/21
10117 Berlin

Dr. med. P.O. BONETTI
Kardiologie
Kantonsspital
Loestr. 21
7000 Chur
Schweiz

Dr. med. A.-C. BORGES
Universitätsklinikum Charité
Medizinische Klinik und Poliklinik
Campus Charité Mitte
Charité Universitätsmedizin Berlin
Schumannstr. 20/21
10117 Berlin

Dr. med. W. BRETT
Herz- und Thoraxchirurgie
Universitätsspital Basel
Spitalstr. 21
4031 Basel
Schweiz

PD Dr. med. H.-W. BUDER
Klinik für Nephrologie
Campus Charité Mitte
Universitätsmedizin Berlin
Schumannstr. 20/21
10117 Berlin

Dr. O. VAN CAENEGEM
Cliniques Universitaires Saint-Luc
Département de Pathologie
Cardio-vasculaire Intensive
Avenue Hippocrate 10
1200 Bruxelles
Belgien

Dr. med. A. CHRISTOPH
Klinik und Poliklinik
für Innere Medizin III
Universitätsklinikum Halle-Wittenberg
Ernst-Grube-Straße 40
06120 Halle

Dr. med. M. DANDEL
Klinik für Herz-, Thorax-
und Gefäßchirurgie
Deutsches Herzzentrum Berlin
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin

PD Dr. med. M. C. DENG
Heart Failure Center
New York Presbyterian Hospital
177 Fort Washington Avenue
New York, NY 10032
USA

Dipl. Ing. N. DREGER
Wörner + Partner GbR
Goetheallee 23
01309 Dresden

Prof. Dr. med. D. EICHENLAUB
3. Med. Abteilung
Krankenhaus München Schwabing
Städt. Klinikum München GmbH
Kölner Platz 1
80804 München

Prof. Dr. med. S. FELIX
Universität Greifswald
Klinik für Innere Medizin B
Friedrich-Loeffler-Str. 23 b
17487 Greifswald

PD Dr. med. Dr. disc. pol. M. FERRARI
Klinik für Innere Medizin III
Universitätsklinikum Jena
Erlanger Allee 101
07740 Jena

Prof. Dr. med. H. R. FIGULLA
Klinik für Innere Medizin III
Universitätsklinikum Jena
Erlanger Allee 101
07740 Jena

PD Dr. med. L. FREITAG
Lungenklinik Hemer
Theo-Funccius-Str. 1
58675 Hemer

Dr. med. F. GAMBAZZI
Herz- und Thoraxchirurgie
Universitätsspital Basel
Spitalstr. 21
4031 Basel
Schweiz

Dr. M. GOENEN
Cliniques Universitaires Saint-Luc
Département de Pathologie
Cardio-vasculaire Intensive
Avenue Hippocrate 10
1200 Bruxelles
Belgien

Dr. med. M. GRAPOW
Herz- und Thoraxchirurgie
Universitätsspital Basel
Spitalstr. 21
4031 Basel
Schweiz

Dr. med. A. GRÖSCHEL
Klinik für Innere Medizin V
Universitätskliniken des Saarlandes
66421 Homburg/Saar

PD Dr. med. M. GÜNNICKER
Klinik für Anästhesiologie
und Intensivmedizin
Universitätsklinikum Essen
Hufelandstr. 55
45122 Essen

Prof. Dr. med. P. HANRATH
Medizinische Klinik 1
Universitätsklinikum Aachen
Pauwelsstraße 30
52074 Aachen

Prof. Dr. med. G. HASENFUSS
Abteilung Kardiologie und Pneumologie
Zentrum Innere Medizin
Bereich Humanmedizin
Georg-August-Universität Göttingen
Robert-Koch-Str. 40
37075 Göttingen

Dr. med. M. HENSEL
Klinik für Anästhesiologie
und Intensivmedizin
Campus Charité Mitte
Universitätsmedizin Berlin
Schumannstr. 20/21
10117 Berlin

PD Dr. med. H. P. HERMANN
Abteilung Kardiologie und Pneumologie
Zentrum Innere Medizin
Bereich Humanmedizin
Georg-August-Universität Göttingen
Robert-Koch-Str. 40
37075 Göttingen

Prof. Dr. med. R. HETZER
Klinik für Herz-, Thorax-
und Gefäßchirurgie
Deutsches Herzzentrum Berlin
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin

Prof. Dr. med. Dr. h. c. G. HEUSCH
Institut für Pathophysiologie
Zentrum für Innere Medizin
Universitätsklinikum Essen
Hufelandstr. 55
45122 Essen

Prof. Dr. med. C. HOLUBARSCHE
Median-Klinikum für Akut-
und Rehabilitationsmedizin
Klinik Lazariterhof
Herbert-Hellmann-Allee 38
79189 Bad Krozingen

Prof. Dr. med. B. HORNIG
Abt. für Innere Medizin und Kardiologie
St. Claraspital
Kleinriehenstr. 30
4016 Basel
Schweiz

Prof. Dr. med. D. HORSTKOTTE
Kardiologische Klinik
Herz- und Diabeteszentrum NRW
Klinikum der Ruhr-Universität
Bochum
Georgstr. 11
32545 Bad Oeynhausen

PD Dr. med. U. JANSSENS
Innere Medizin
St.-Antonius-Hospital
Dechant-Deckers-Str.
52249 Eschweiler

Dr. med. N. JOCHMANN
Medizinische Klinik und Poliklinik
Campus Charité Mitte
Charité Universitätsmedizin Berlin
Schumannstr. 20/21
10117 Berlin

Dr. med. C. KAISER
Kardiologische Abteilung
Universitätsspital Basel
4031 Basel
Schweiz

PD Dr. med. H. KERN
Klinik für Anästhesiologie
und Intensivmedizin
DRK-Kliniken Berlin-Köpenick
Salvador-Allende-Str. 2–8
12559 Berlin

Prof. Dr. Dr. med. H. KIESEWETTER
Institut für Transfusionsmedizin
Campus Charité Mitte
Charité Universitätsmedizin Berlin
Schumannstr. 20/21
10117 Berlin

PD Dr. med. C. KNOSALLA
Klinik für Herz-, Thorax-
und Gefäßchirurgie
Deutsches Herzzentrum Berlin
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin

Prof. Dr. med. W. KONERTZ
Klinik für Kardiovaskuläre Chirurgie
Campus Charité Mitte
Charité Universitätsmedizin Berlin
Luisenstr. 13
10117 Berlin

Prof. Dr. med. S. KONSTANTINIDES
Abteilung Kardiologie und Pneumologie
Zentrum Innere Medizin
Bereich Humanmedizin
Georg-August-Universität Göttingen
Robert-Koch-Str. 40
37075 Göttingen

Prof. Dr. med. W. J. Kox
Klinik für Anästhesiologie
und Intensivmedizin
Campus Charité Mitte
Charité Universitätsmedizin Berlin
Schumannstr. 20/21
10117 Berlin

PD Dr. med. H. LEHMKUHL
Klinik für Herz-, Thorax-
und Gefäßchirurgie
Deutsches Herzzentrum Berlin
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin

M. LELGEMANN MSc (Klin. Epi.)
Ärztliches Zentrum
für Qualität in der Medizin
Wegely Str. 3
(Herbert-Lewin-Platz)
10623 Berlin

PD Dr. W. LEPPER
Medizinische Klinik 1
Universitätsklinikum Aachen
Pauwelsstraße 30
52074 Aachen

Dr. Ing. M. LUDS
Architekt BDA-AKNM
Hunscheidtstr. 22
44789 Bochum

Prof. Dr. med. A. MACHRAOUI
Medizinische Klinik
Diakonissenkrankenhaus
Marienhölungsweg 2
24939 Flensburg

Dr. med. G. MARGGRAF
Klinik und Poliklinik für Thorax-
und Kardiovaskuläre Chirurgie
Universitätsklinikum Essen
Hufelandstr. 55
45122 Essen

Dr. med. S. MORGERA
Klinik für Nephrologie
Campus Charité Mitte
Universitätsmedizin Berlin
Schumannstr. 20/21
10117 Berlin

Dr. med. J. MÜLLER
Klinik für Herz-, Thorax-
und Gefäßchirurgie
Deutsches Herzzentrum Berlin
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin

PD Dr. med. U. MÜLLER-WERDAN
Klinik und Poliklinik
für Innere Medizin III
Universitätsklinikum Halle-Wittenberg
Ernst-Grube-Straße 40
06120 Halle

Prof. Dr. med. H.-H. NEUMAYER
Klinik für Nephrologie
Campus Charité Mitte
Charité Universitätsmedizin Berlin
Schumannstr. 20/21
10117 Berlin

Prof. Dr. med. C. A. NIENABER
Klinik und Poliklinik für Innere Medizin
Abteilung Kardiologie
und Vaskularmedizin
Universität Rostock
Ernst-Heydemann-Str. 6
18055 Rostock

Prof. Dr. G. OLLENSCHLÄGER
Ärztliches Zentrum
für Qualität in der Medizin
Wegely Str. 3
(Herbert-Lewin-Platz)
10623 Berlin

Prof. Dr. med. H.-H. OSTERHUES
Innere Medizin
Kreiskrankenhaus Lörrach
Spitalstr. 25
79539 Lörrach

PD Dr. med. C. PERINGS
Medizinische Klinik II
Marienhospital Herne
Klinikum der Ruhr-Universität Bochum
Hölkeskampring 40
44625 Herne

Prof. Dr. med. M. PFISTERER
Kardiologische Abteilung
Universitätsspital Basel
4031 Basel
Schweiz

PD Dr. med. C. PIPER
Kardiologische Klinik
Herz- und Diabeteszentrum NRW
Klinikum der Ruhr-Universität
Bochum
Georgstr. 11
32545 Bad Oeynhausen

PD Dr. med. A. PRUSS
Immunhämatologie/Blutdepot
Institut für Transfusionsmedizin
Campus Charité Mitte
Charité Universitätsmedizin Berlin
Schumannstr. 20/21
10117 Berlin

Dr. med. F. REDLING
Klinik für Herzchirurgie Karlsruhe GmbH
Franz-Lust-Str. 3
76185 Karlsruhe

Dr. med. T. C. REHDERS
Klinik und Poliklinik für Innere Medizin
Abteilung Kardiologie
und Vaskularmedizin
Universität Rostock
Ernst-Heydemann-Str. 6
18055 Rostock

Prof. em. Dr. med. J. C. REIDEMEISTER
Klinik und Poliklinik für Thorax-
und Kardiovaskuläre Chirurgie
Universitätsklinikum Essen
Hufelandstr. 55
45122 Essen

Dr. med. M. REINDL
Klinik für Anästhesiologie
und Intensivmedizin
Universitätsklinikum Essen
Hufelandstraße 55
45122 Essen

Dr. med. O. REINHARTZ
Childrens Hospital Oakland
Pediatric Cardiothoracic Surgery
747 52nd Street
Oakland, CA 94609-1809
USA

Prof. Dr. med. H. RIESS
Medizinische Poliklinik
Campus Virchow-Klinikum
Charité Universitätsmedizin Berlin
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin

Dr. med. S. ROUSSEAU
Medizinische Klinik m. S. Infektiologie
Campus Virchow-Klinikum
Charité Universitätsmedizin Berlin
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin

Dr. med. F. RÜTER
Herz- und Thoraxchirurgie
Universitätsspital Basel
Spitalstr. 21
4031 Basel
Schweiz

Prof. Dr. W. RUTSCH
Medizinische Klinik und Poliklinik
Campus Charité Mitte
Charité Universitätsmedizin Berlin
Schumannstr. 20/21
10117 Berlin

Prof. Dr. I. SCHIMKE
Medizinische Klinik und Poliklinik
Medizinische Chemie und Pathobiochemie
Campus Charité Mitte
Charité Universitätsmedizin Berlin
Schumannstr. 20/21
10117 Berlin

Prof. Dr. R. SCHULZ
Klinik für Pathophysiologie
Universitätsklinikum Essen
Hufelandstr. 55
45122 Essen

Prof. Dr. med. K. STANGL
Medizinische Klinik und Poliklinik
Campus Charité Mitte
Charité Universitätsmedizin Berlin
Schumannstr. 20/21
10117 Berlin

Prof. Dr. med. V. STANGL
Medizinische Klinik und Poliklinik
Campus Charité Mitte
Charité Universitätsmedizin Berlin
Schumannstr. 20/21
10117 Berlin

PD Dr. med. A. STAUDT
Universität Greifswald
Klinik für Innere Medizin B
Friedrich-Loeffler-Str. 23b
17487 Greifswald

Dr. med. B. STILLER
Klinik für Herz-, Thorax-
und Gefäßchirurgie
Deutsches Herzzentrum Berlin
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin

Prof. Dr. med. N. SUTTORP
Medizinische Klinik m. S. Infektiologie
Campus Virchow-Klinikum
Charité Universitätsmedizin Berlin
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin

Prof. Dr. med. G. W. SYBRECHT
Klinik und Poliklinik
Innere Medizin V
Universitätskliniken des Saarlandes
66421 Homburg/Saar

PD Dr. med. H. THERES
Medizinische Klinik und Poliklinik
Campus Charité Mitte
Charité Universitätsmedizin Berlin
Schumannstr. 20/21
10117 Berlin

Prof. Dr. med. H.-J. TRAPPE
Medizinische Klinik II
Marienhospital Herne
Klinikum der Ruhr-Universität Bochum
Hölkeskampring 40
44625 Herne

Prof. Dr. med. M. TRYBA
Klinik für Anästhesiologie,
Intensivmedizin und Schmerztherapie
Klinikum Kassel gGmbH
Mönchebergstr. 41–43
34125 Kassel

Dr. Ing. P. TZSCHACKSCH
Woerner + Partner GbR
Goetheallee 23
01309 Dresden

Dr. med. G. VIETZKE
Medizinische Klinik und Poliklinik
Campus Charité Mitte
Charité Universitätsmedizin Berlin
Schumannstr. 20/21
10117 Berlin

Dr. med. T. VOGTMANN
Medizinische Klinik und Poliklinik
Campus Charité Mitte
Charité Universitätsmedizin Berlin
Schumannstr. 20/21
10117 Berlin

Dr. med. P. WEGERMANN
Klinik für Anästhesiologie,
Intensivmedizin und Schmerztherapie
Klinikum Kassel gGmbH
Mönchebergstr. 41–43
34125 Kassel

Prof. Dr. med. M.H. WEHR
Klinik für Kardiologie und Angiologie
Augusta-Krankenanstalt
Bergstr. 26
44791 Bochum

Prof. Dr. med. K. WERDAN
Klinik und Poliklinik
für Innere Medizin III
Universitätsklinikum Halle-Wittenberg
Ernst-Grube-Str. 40
06120 Halle

Dr. med. H. WILKENS
Klinik für Innere Medizin V
Universitätskliniken des Saarlandes
66421 Homburg/Saar

PD Dr. med. U. WOLFHARD
Krawehlstr. 27
45130 Essen

PD Dr. med. M.J. ZELLWEGER
Kardiologische Abteilung
Universitätsspital Basel
4031 Basel
Schweiz

Prof. Dr. med. H.-R. ZERKOWSKI
Herz- und Thoraxchirurgie
Universitätsspital Basel
Spitalstr. 21
4031 Basel
Schweiz

1 Allgemeiner Teil

Übersicht

1.1	Personalbedarf und Ausstattung der (herzchirurgischen) Intensivbehandlungseinheit	1	
	N. DREGER, G. MARGGRAF, M. LUDES, P. TZSCHACKSCH		
1.2	Monitoring auf der kardiologisch-kardiochirurgischen Intensivstation	9	
	M. GÜNNICKER, M. REINDL		
	Denkanstoß zur Überwachung auf der Intensivstation	31	
	H. A. ADAMS		
1.3	Bildgebende Verfahren	39	
	U. JANSSENS, W. LEPPER, P. HANRATH		
1.4	Analgesie und Sedierung bei kardiochirurgischen Intensivpatienten	56	
	M. TRYBA, P. WEGERMANN		
1.5	Beatmungstherapie in der Intensivmedizin – besondere Aspekte beim kardial geschädigten Patienten	75	
	M. HENSEL, H. KERN, K. BÄSELL, W. J. KOX		
1.6	ARDS	91	
	S. ROUSSEAU, N. SUTTORP		
1.7	Bronchoskopie auf der Intensivstation	113	
	L. FREITAG		
1.8	Thoraxchirurgische Notfälle auf der Intensivstation	120	
	F. GAMBAZZI		
1.9	Nierenersatztherapie	129	
	S. MORGERA, H.-W. BUDER, H.-H. NEUMAYER		
1.10	Antikoagulation und Gerinnungsanalyse, Interpretation – Schnellorientierung	149	
	H. RIESS		
1.11	Transfusionsmedizin	163	
	A. PRUSS, H. KIESEWETTER		

1.1 Personalbedarf und Ausstattung der (herzchirurgischen) Intensivbehandlungseinheit

N. DREGER, G. MARGGRAF, M. LUDES, P. TZSCHACKSCH

1.1.1 Einleitung

Die medizinische Betreuung von Patienten mit schweren Störungen der Vitalfunktionen erfordert spezielle, dafür ausgerüstete Intensivbehandlungseinheiten. Hier werden alle Möglichkeiten der modernen Medizin zur Therapie gestörter oder ausgefallener Organfunktionen vorgehalten.

Um eine effektive Betreuung der Patienten zu ermöglichen, müssen spezialisierte Behandlungseinheiten mit qualifiziertem Personal in geeigneten räumlichen Verhältnissen geschaffen werden. Die Konzeption einer Intensivbehandlungseinheit für Herz-Kreislauf-Kranke wird hier am Beispiel der Herzchirurgie erläutert.

Schon 1930 wurde das Konzept einer Intensivbehandlungseinheit von Kirschner zur Über-

wachung und Pflege frisch operierter Patienten entwickelt.

1.1.2 Personalausstattung

Die Qualität der Patientenversorgung nach herzchirurgischen Eingriffen ist zum großen Teil von Ausbildung und Engagement des Personals sowie von der guten interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen den medizinischen Disziplinen abhängig. Es wird ein hohes Maß an Teamfähigkeit und Einsatzbereitschaft verlangt.

1.1.2.1 Ärztliches Personal

Die ärztliche Leitung einer Intensivstation ist einem erfahrenen Facharzt mit intensivmedizinischer Qualifizierung zu übertragen, welcher über fundierte theoretische Kenntnisse und eine langjährige Praxis in der Intensivmedizin verfügt. Er ist für die Organisation und Qualitätskontrolle der ärztlichen und pflegerischen Betreuung der Patienten verantwortlich [4]. Zur Wahrung der Kontinuität von Versorgung der Patienten und Ausbildung der Mitarbeiter sollte die Leitung für längere Zeitabschnitte in einer Hand liegen.

Herzchirurgische Intensivstationen bedürfen einer 24-stündigen Präsenz des Arztes, welche unabhängig von der Versorgung anderer Abteilungsgebiete gewährleistet sein muss [2]. Während der Hauptbelastungszeiten sollte der Stationsarzt mindestens von einem zusätzlichen Kollegen unterstützt werden [10].

1.1.2.2 Pflegepersonal

Nach einem herzchirurgischen Eingriff benötigen die Patienten eine intensive, kontinuierliche Überwachung aller Vitalparameter. Neben den routinemäßig erfassten kardiopulmonalen Parametern müssen Blutgasanalysen kontrolliert, Flüssigkeitsbilanzen erhoben, Herzschrittmachersysteme versorgt und die Medikamente den jeweiligen Erfordernissen angepasst werden. Bei kreislauffähigen Patienten kommen Systeme zur mechanischen Kreislaufunterstützung wie intraaortale Ballonpumpe, Zentrifugalpumpe oder Kunstventrikel zur Anwendung. Auch die Indikation zum Einsatz von Nierenersatzverfahren

ist in der Herzchirurgie häufig gegeben. Alle aufgezählten Therapiekonzepte sind, wie die Überwachung und Betreuung Organtransplantierten, in hohem Maße personalaufwändig.

Leider gibt es bis heute für die quantitative Pflegebedarfsrechnung keine anerkannte Regelung. Das von Cullen eingeführte „therapeutic intervention scoring system“ (TISS) wird zur Zeit als Berechnungsgrundlage favorisiert, wobei bestimmte Leistungsmerkmale bzw. der Pflegeaufwand in Form von Punkten bewertet werden [7]. Die Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie sollten bis zu einer einheitlichen Regelung als Berechnungsgrundlage für die Besetzung der Pflegestellen auf herzchirurgischen Intensivstationen zugrunde gelegt werden [13].

1.1.3 Aufbau und Ausstattung der herzchirurgischen Intensivbehandlungseinheit

Der rasante medizinische Fortschritt mit seinen gewachsenen diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten hat Planung und Bau von Krankenhäusern in den vergangenen Jahrzehnten einem fortwährenden Anpassungsprozess unterworfen. Dies trifft in besonderem Maße auf die Funktionsstelle Intensivmedizin mit ihrem High-Tech-Equipment und stark gestiegenen funktionalen Anforderungen zu. Die Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) hat ausführlich zur baulichen Gestaltung und Einrichtung von Intensivbehandlungseinheiten Stellung genommen [3, 8]. Die in diese Empfehlung eingeflossenen Vorstellungen zur baulichen und apparativen Gestaltung sollten bei einer Neukonzeption bzw. einem Umbau berücksichtigt werden.

Jedoch gerät die durch verschärfte Hygieneanforderungen an Intensivstationen noch stimulierte Expansion nun in Zeiten knapper Budgets zunehmend in Konflikt mit den finanziellen Möglichkeiten [12]. Auch das Raumprogramm kardiologischer Intensivstationen muss sich heute den restriktiven Flächenvorgaben stellen [9, 15].

Die herzchirurgische Intensivbehandlungseinheit sollte eine in sich geschlossene, funktionelle Einheit bilden, die nur über Schleusen von den Pflegestationen oder Operationssälen zu betreten ist. Sie sollte im Idealfall dem operativen

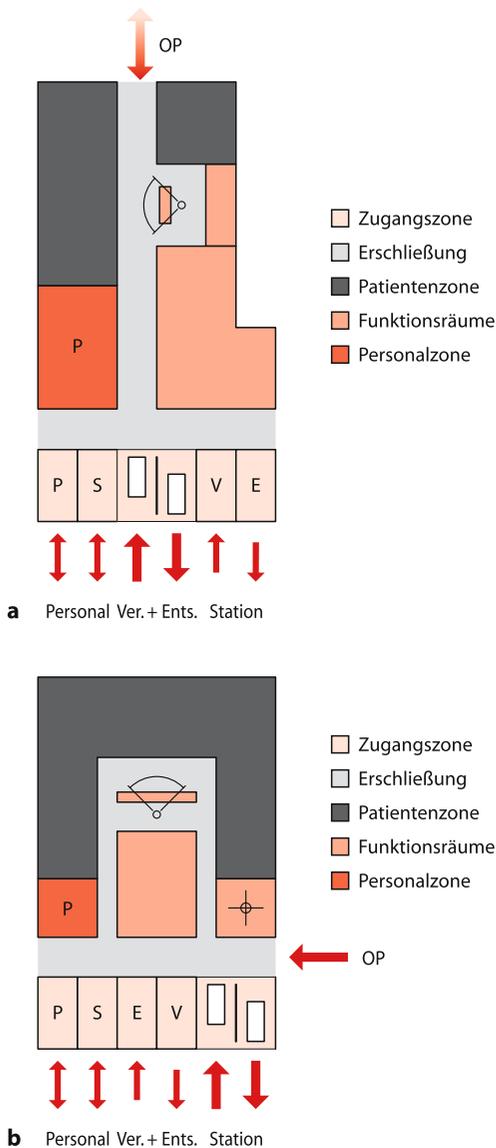


Abb. 1.1.1 a, b. Beispiele für eine optimierte Raumaufteilung (P - Personal, S - Bewacherschleuse, E - Entsorgungsschleuse, V - Versorgungsschleuse)

Bereich so angegliedert sein, dass dieser in Notfallsituationen auf kürzestem Weg erreichbar ist (Abb. 1.1.1a, b).

Gute Wegebeziehungen sollten auch zu den nachgeschalteten Pflegebereichen bestehen, besonders wenn in diesem Bereich zur frühzeitigen Verlegung des Patienten aus der Intensivstation eine der Alltagspflege vorgeschaltete „intermediate care unit“ vorgehalten wird. Auch können Komplikationen die schnelle Rückverlegung in die Intensivstation erforderlich machen.

1.1.3.1 Kapazitätsauslegung und Raumbedarf

Die Bettenzahl einer kardiochirurgischen Intensivstation ist primär von der Zahl der Eingriffe mit Herz-Lungen-Maschine abhängig. Auch unterschiedliche operative Schwerpunkte, die Zusammensetzung des Patientenguts und die Organisationsform der Anschlusspflege sind bei der Kapazitätsbemessung zu berücksichtigen. In aktuellen Beispielen werden für die Intensivstation bei hoher Auslastung der kostenintensiven OP-Kapazitäten 3–5 Betten je OP-Saal ausgewiesen. Dabei wird eine Zahl von ca. 500 Eingriffen mit Herz-Lungen-Maschine pro Jahr und Saal unterstellt. Die Deutsche Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie ordnet einer aus 2 Sälen bestehenden OP-Einheit 14 Intensivbetten, gegliedert in 4 Intensivüberwachungsplätze und 10 Intensivbehandlungsplätze zu [13]. Auch bei kardiochirurgischen Intensivstationen sollte die einzelne Einheit aus funktionellen und hygienischen Gründen mindestens 6, aber nicht mehr als 16 Betten umfassen [11].

Der Flächenbedarf pro Bett ist schon aufgrund der umfangreichen apparativen Ausstattung höher als bei anderen postoperativen Intensivstationen anzusetzen. Aktuelle Raumprogramme und realisierte Beispiele der jüngeren Zeit schwanken bei herzchirurgischen Intensivstationen zwischen 45 und 50 m² Nutzfläche pro Bett, ohne dass damit in jedem Falle die krankenhaushygienischen Vorstellungen des Robert-Koch-Instituts umgesetzt werden. Ein wichtiger Dimensionierungsfaktor ist der Anteil an Transplantationspatienten, für die aus infektionsprophylaktischen Gründen eine Unterbringung im Einbettzimmer mit eigener Schleuse obligatorisch ist. Auch wird in kleineren Einheiten bei gleicher Aufgabenstellung der Flächenbedarf pro Bett eher steigen, da sie unabhängig von ihrer Gesamtbettenzahl bei den Nebenflächen eine funktionsgerechte räumliche Mindestausstattung aufweisen müssen [11].

1.1.3.2 Bauliche Aspekte

Der räumliche Aufbau einer kardiochirurgischen Intensivstation entspricht grundsätzlich der von anderen Intensivstationen bekannten Grundstruktur. Sie lässt sich in eine Zugangs- oder Schleusenzone, die Funktionszone mit den Patientenzimmern und den zugeordneten Funk-

tionsräumen sowie die Personalzone mit Arzt- und Aufenthaltsräumen gliedern.

In der Schleusenzone kann die Anordnung einer zweiten Patientenübergabe sinnvoll sein, wenn dies die unmittelbare Zuführung des Patienten aus der zugeordneten OP-Abteilung gestattet. In Notfällen sollte eine direkte und ungehinderte Durchfahrt über einen bettengängigen Notzugang möglich sein [5]. Die Dimensionierung der als Einraumschleusen einzurichtenden Ver- und Entsorgungsschleusen sollte den wachsenden Separierungsansprüchen bei der Entsorgung und den hohen Güterbedarf gerade kardiochirurgischer Intensivseinheiten berücksichtigen [11]. Logistische Erwägungen sprechen für eine direkte Anbindung der Versorgungsschleuse an die interne Lagerzone.

In der Funktionszone wird eine differenzierte, auf die individuellen Erfordernisse des Patienten abgestimmte Ausprägung der Bettenzimmer diskutiert. Einerseits erfüllt das Einbettzimmer, insbesondere bei Anordnung eines Vorraums als Kontakt- und Luftschleuse am ehesten die hygienischen Anforderungen insbesondere bei Transplantationspatienten, andererseits lassen gut dimensionierte Mehrbetträume mit entsprechend großzügigen Bewegungs- und Stellflächen eine Optimierung der Raum- und Personalressourcen bei der Betreuung der relativ rasch zu verlegenden, leichteren Überwachungspatienten zu. Statt des klassischen Zweibettzimmers ist eine auf das spezifische Aufgabenspektrum und Patientengut der Klinik abgestimmte Kombination dieser beiden Unterbringungsvarianten zu erwägen.

Die Größe der Bettenzimmer muss die umfangreiche apparative Peripherie beatmeter Patienten berücksichtigen [6]. Aktuelle Beispiele kardiochirurgischer Intensivseinheiten sehen für das Einbettzimmer Nutzflächen von 18–22 m² – gegebenenfalls zuzüglich einer Schleuse –, im Zweibettzimmer von 30–35 m² vor und entsprechen damit weitgehend den allgemeinen Empfehlungen des RKI für Intensivseinheiten. Im Sinne kurzer Wege sollten die Bettenbereiche möglichst eng an den zentralen Überwachungsplatz angelagert sein. Bei größeren Einheiten ist hierzu eine 3-bündige Grundrissstruktur hilfreich.

Eine ausreichende Dimensionierung der Personalzone ist zu beachten. Es empfiehlt sich, Arzträume durch geeignete Einrichtung für den 24-h-Betrieb auszustatten und eher im Zugangsbereich der Einheit anzuordnen, damit sie auch für das Gespräch mit Angehörigen genutzt wer-

den können. Außerhalb der Intensivseinheit sollte ein Aufenthaltsraum für Angehörige und ggf. Übernachtungsmöglichkeiten für Notfälle angeboten werden.

Aus krankenhaushygienischer Sicht ist eine kardiochirurgische Intensivseinheit aufgrund der besonderen Infektionsgefährdung des Patientenguts mit einer raumlufttechnischen Anlage nach DIN 1946 Teil 4, Raumklasse I auszustatten [11].

1.1.3.3 Neubau oder Nutzung vorhandener Bausubstanz

Die oben skizzierten Erwägungen zum Bau von herzchirurgischen Intensivseinheiten müssen auch bei der Einrichtung in vorhandener Bausubstanz berücksichtigt werden.

Dabei ist zu beachten, dass unabhängig von den meist problematischen Flächenzuschnitten häufig schon die erforderlichen Größen der Bettenzimmer mit Achsmaßen von mindestens 4,20 m sowie die zur Nachinstallation einer RLT-Anlage erforderlichen Geschosshöhen zum ausschließenden Kriterium werden. Auch die gewünschte Anbindung an die zugeordnete OP-Abteilung schränkt die Möglichkeiten der Lokalisation im Gebäudebestand stark ein. In einer neu zu errichtenden Herzchirurgischen Abteilung dagegen sollten alle oben genannten Kriterien erfüllt werden (Abb. 1.1.3 und 1.1.4).

In der Abwägung wirtschaftlicher und funktionaler Gesichtspunkte wird die Einrichtung einer kardiochirurgischen Intensivseinheit in vorhandener Substanz deshalb wohl eher die mit Kompromissen behaftete Ausnahme bleiben.

1.1.3.4 Gestaltung des Patientenbereiches

Bei der Aufteilung der Gesamtfläche einer Intensivstation sollten 50% dem Patientenbereich zugeordnet werden.

Die Zimmer werden durch transparente Trennwände mit Blendschutzvorrichtungen voneinander getrennt. Der Fußboden muss fugenlos und die Wände (desinfektionsmittelbeständige Oberflächen für medizinisch genutzte Bereiche, abwaschbare Tapeten oder Anstriche für die anderen Bereiche) in einer hellen Grundfarbe gestrichen oder konzipiert sein.

Tageslicht sollte für jedes Bett verfügbar sein. Die Deckenbeleuchtung muss stufenlos regulierbar und blendfrei angebracht sein. Zusätzlich

gehören Punktstrahler zur Routineausstattung. Jedes Zimmer sollte über eine Möglichkeit zur Händedesinfektion verfügen. Eine integrierte Arbeitstischanlage dient vorbereitenden Pflegearbeiten, der Lagerung von Pflegeutensilien und der Bevorratung des Tagesbedarfs an Verbrauchsmaterialien, Verbandstoffen etc.

Für eine ausreichende Versorgung mit Sauerstoff-, Druckluft- und Vakuumananschlüssen sowie elektrischen Medien ist zu sorgen. Wegen der Vielzahl von Geräten mit hohem Energieverbrauch zur Therapie und Überwachung müssen besonders abgesicherte Steckdosen verfügbar sein. Gefordert werden Netzwerkanschlüsse für lokale und übergeordnete EDV-Systeme, darüber hinaus können Anschlüsse für Telefon, Radio und Fernsehen als ergänzende Serviceleistung für die Patienten vorgesehen werden.

Wand- oder deckengebundene Trägersysteme zur Aufnahme von Therapie-, Assist- und Überwachungsgeräten sorgen für Bodenfreiheit. Der Einsatz von Deckenversorgungseinheiten erlaubt den kopfseitigen Zugang an den Patienten und ist daher zu bevorzugen. Die Installation des PDMS-Arbeitsplatzes zur Datenerfassung für die digitale Patientenakte erscheint sowohl am Trägersystem in unmittelbarer Patientennähe als auch an der Arbeitstischanlage sinnvoll.

1.1.3.5 Ver- und Entsorgung, Geräteraum

Bei der Planung einer Intensivstation sollte von vornherein auf einen reinen Versorgungs- und einen unreinen Entsorgungsbereich geachtet werden.

Zum reinen Versorgungsbereich gehören Räume zur Lagerung von Medikamenten, Infusionen, Sondennahrung und Wäsche.

Zum unreinen Entsorgungsbereich müssen Bereiche zur Reinigung von Geräten und Instrumenten, die Möglichkeit zur zeitweisen Lagerung von schmutzigen und gebrauchten Gütern bis zum Abtransport sowie Fäkalienräume gerechnet werden. Wegen des großen apparativen Aufwandes bei hohem Patientendurchsatz in der Herzchirurgie ist die Einrichtung eines Geräte-raumes zur Aufrüstung, Funktionsprüfung, Wartung und Lagerung von Respiratoren, Spritzen- und Infusionspumpen sinnvoll. Wartung und Funktionsprüfungen sollten von besonders verantwortungsbewussten und geschulten Mitarbeitern durchgeführt werden.

1.1.3.6 Eingriffsraum

Bei der Konzeption einer herzchirurgischen Intensivstation ist unbedingt die Einrichtung eines Behandlungsraumes für Bronchoskopien, echokardiografische Untersuchungen, Einlegen zentraler Venenkatheter oder kleinere Noteingriffe vorzusehen. Dieser Raum (ca. 35 m²) sollte neben einer ausreichenden Versorgung mit Medien über zusätzliche Anschlüsse für Anästhesiegasfortleitung und ggf. N₂O verfügen. Ein kompletter Operationstisch und Operationsbeleuchtung, Überwachungsmonitor, Narkosegerät und ein fahrbares Röntgengerät vervollständigen die Einrichtung.

Liegt der Patientenbereich in direkter Nachbarschaft zur OP-Abteilung, ist die Einrichtung eines Behandlungsraumes ggf. entbehrlich [11, 13, 14]. Während bei größeren Komplikationen ohnehin die Rückschleusung in die OP-Abteilung erforderlich wird, wären kleinere Eingriffe ohne Verlegung des beatmeten Patienten auch direkt im Bettenzimmer denkbar.

1.1.4 Apparative Ausstattung

1.1.4.1 Monitore

In der herzchirurgischen Intensivmedizin nimmt die kontinuierliche kardiopulmonale Überwachung der Patienten eine zentrale Stellung ein (Abb. 1.1.2). Dabei sollte die Menge der überwachten Parameter an die klinische Situation angepasst sein. Lebenswichtige Parameter müssen klar und übersichtlich dargestellt werden. Alarmer werden optisch und akustisch, nach Dringlichkeit der Störung abgestuft, gemeldet.

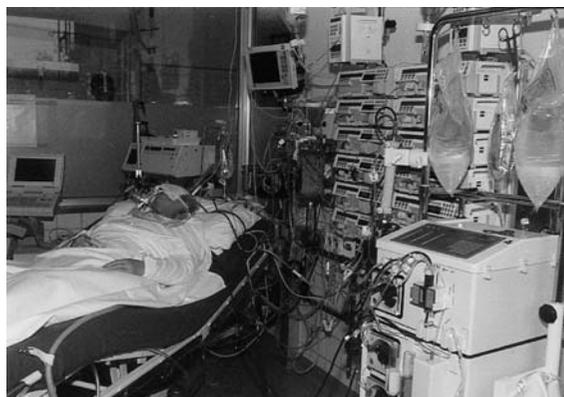


Abb. 1.1.2. Komplett ausgerüsteter Arbeitsplatz

Das Monitorsystem muss übersichtlich und an spezielle Fragestellungen adaptierbar sein. Die zunehmende Verfügbarkeit von nichtinvasiven Messgrößen muss in der Routineüberwachung genutzt werden. Die nachfolgend aufgeführten Parameter gehören zu den Minimalforderungen der hämodynamischen Überwachung:

- 2-Kanal-EKG,
- 3-fach-Druckmessungen (arteriell, zentralvenös, pulmonalarteriell), HZV,
- zentrale und periphere Temperaturmessung,
- nichtinvasive Blutdruckmessung, Pulsoxymetrie.

Alle eingesetzten Geräte, die in den Geltungsbereich des Medizinproduktegesetzes (MPG) fallen, müssen zugelassen sein und den Sicherheitsanforderungen des MPG entsprechen [1].

1.1.4.2 Respiratoren

Jedes Intensivbett muss mit der Möglichkeit zur Beatmungstherapie ausgerüstet sein. Die Respiratoren müssen alle modernen Beatmungsformen (IPPV, SIMV, CPAP, BIPAP etc.) zulassen.

1.1.4.3 Spritzen- und Infusionspumpen

In der herzchirurgischen Intensivmedizin werden häufig hochwirksame Medikamente zur Kreislaufstabilisierung eingesetzt. Sie sollten über stufenlos regulierbare Spritzenpumpen mit zeitgemäßer Sicherheitstechnik zugeführt werden.

Für die Infusionspumpen gelten gleiche technische Voraussetzungen. Pro Bettplatz sollten volumengesteuerte, schwerkraftunabhängige Systeme in ausreichender Menge verfügbar sein.

1.1.4.4 Geräte zur Diagnostik

Zur Grundausstattung einer herzchirurgischen Intensivstation zählen Blutgasanalysegeräte, ein mobiles Röntgenaufnahmesystem, Röntgenschaukästen auf der Station und im Arztzimmer, mobile 12-Kanal-EKG-Geräte sowie ein fahrbares Sonografiergerät mit den Möglichkeiten zur transthorakalen und transösophagealen Echokardiografie. Die Ausrüstung mit Fibero bronchoskopen zur diagnostischen und therapeutischen Intervention gehört zum Standard.

1.1.4.5 Spezielle Geräte

Zur Therapie der häufig postoperativ auftretenden brady- und tachykarden Rhythmusstörungen sind Schrittmacheraggregate, zur Behebung ventrikulärer Tachykardien oder von Kammerflimmern Defibrillatoren bereitzustellen.

Zur Behandlung von Einschränkungen der Nierenfunktion nach herzchirurgischen Operationen müssen Dialysegeräte und/oder Hämofiltrationssysteme vorhanden sein.

Spezielle, erschütterungsarme Kühltische zur Aufbewahrung von Blutkonserven und Erwärmungsgeräte für Blutprodukte sind unabdingbar. Zur vorübergehenden Aufbewahrung von Untersuchungsmaterialien wird ein Wärmeschrank benötigt.

Falls die medikamentöse Therapie zur Stabilisierung des Kreislaufs und der Herzfunktion nicht ausreicht, wird der Einsatz mechanischer Unterstützungssysteme, z.B. intraortale Gegenpulsationspumpe IABP, notwendig.

Kunstherzen (VAD) werden zur zeitlichen Überbrückung bis zur Transplantation eines kompatiblen Spenderherzens bei versagender Herzleistung eingesetzt.

1.1.5 Patiententransport

Der Transport beatmeter Intensivpatienten wird häufig zur Durchführung spezieller Untersuchungen oder zur Fortführung der Behandlung in externen Kliniken notwendig. Ein solcher Transport birgt viele Risiken in sich. Die Fortführung der intensiven Überwachung muss gewährleistet sein. Der Einsatz netzunabhängiger Überwachungsmonitore, Transportrespiratoren und Spritzenpumpen mit Batteriebetrieb sind erforderlich.

1.1.6 Notfalllabor

Das Leistungsspektrum des herzchirurgischen Notfalllabors muss eine kurzfristige Bestimmung des roten Blutbildes, der Elektrolyte, von Gerinnungsanalysen sowie herzspezifischer Enzyme beinhalten.

Neben einer guten labortechnischen Ausstattung vor Ort ist eine direkte Anbindung an das Zentrallabor, z.B. durch eine Rohrpostanlage, zu empfehlen.



Abb. 1.1.3. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg; Intensivpflege Herz-Thoraxchirurgie für 12 Betten. Umbau 1994, Architekten: Wörner + Partner

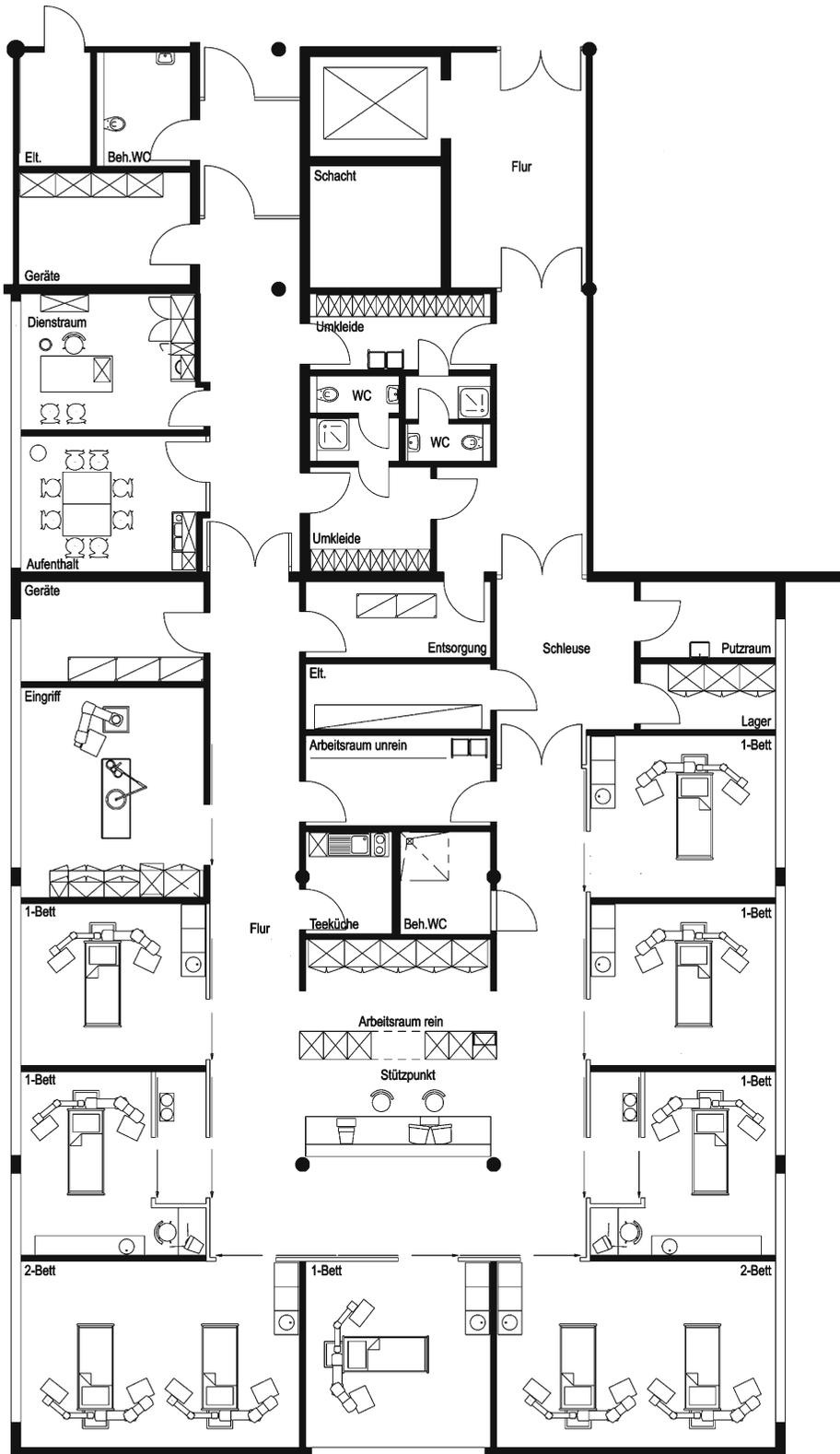


Abb. 1.1.4. Helios Klinik Gotha; Intensivpflege für 12 Betten. Neubau 2002, Architekten: Wörner + Partner

1.1.7 Datenverarbeitung

Zur Vereinfachung des Patienten- und Datenmanagements ist die Vernetzung des Computersystems der Intensivbehandlungseinheit mit der zentralen Datenverarbeitung der Krankenhausverwaltung unerlässlich. Durch die rasante Weiterentwicklung der Hardware und Software lassen sich die unterschiedlichsten Aufgaben computergestützt verwalten. Dies umfasst den gesamten Bereich der Patientendokumentation und Datenverwaltung, administrative Aufgaben wie Statistiken zur Kostenentwicklung, Bettenbelegung und Personalverwaltung sowie vernetzte Monitoringsysteme, welche die Voraussetzung für eine effektive interne Qualitätskontrolle darstellen.

■ Literatur zu Kapitel 1.1

1. Bundesministerium für Gesundheit und soziale Sicherung (2002) Gesetz über Medizinprodukte (Medizinproduktegesetz – MPG) neugefasst durch Bek v 7. 8. 2002 I 3146, B6BI I 1994, 1963
2. Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensivmedizin (1985) Richtzahlen für den Bettenbedarf und die Personalbesetzung von Intensivseinheiten in Akut-Krankenhäusern. *Anästh Intensivmed* 26:328–330
3. Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (1999) Empfehlungen zur baulichen Gestaltung und Einrichtung von Intensivbehandlungseinheiten
4. Deutsche Krankenhausgesellschaft (1974) Richtlinien für die Organisation der Intensivmedizin in den Krankenhäusern. *Krankenhaus* 66:457 (Anästh Inform 1975/16)
5. Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensivmedizin (DIVI) (1995) Stellungnahmen, Empfehlungen zu Problemen der Intensiv- und Notfallmedizin.
6. Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung (DIVI) (1995) Stellungnahmen, Empfehlungen zu Problemen der Intensiv- und Notfallmedizin. Humanitäre Gesichtspunkte für den Bau und Betrieb von Intensivseinheiten (14. 3. 1980). 3. Aufl, S 39–41
7. Dick W, Pehl S, Tzanova J (1990) Therapeutic Intervention Scoring System (TISS) – Untersuchungen zur Bemessung des Pflegezeitaufwandes auf einer interdisziplinären operativen Intensivbehandlungseinheit. *Anästh Intensiv* 31:18–21
8. Empfehlungen für die Ausstattung von Intensivstationen (1989) *Intensivmed* 26:497–510 [dtsch. Übersetzung (1988) aus *Crit Care Med* 16:796–806]
9. Freie Hansestadt Hamburg, Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales (2001) Planungsrichtlinie für die räumlich-strukturelle Gestaltung von Intensivseinheiten
10. Golombek G (1990) Analytische Berechnungen des Personalbedarfs im ärztlichen Dienst – ein neues Konzept der Deutschen Krankenhausgesellschaft. *Anästh Intensiv* 31:214–217 u. 281–288
11. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (Robert-Koch-Institut, Berlin) (1995) Anforderungen der Hygiene an die funktionelle und bauliche Gestaltung von Einheiten für Intensivmedizin. *Bundesgesundheitsblatt* 4/95
12. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (Robert-Koch-Institut, Berlin) (1998) Kommentar zu den „Anforderungen der Hygiene an die funktionale und bauliche Gestaltung von Einheiten für Intensivmedizin/Anlage zur Ziffer 4.3.4 Abmessungen für Krankenzimmer“. *Epidemiologisches Bulletin* 16/98
13. Qualitätsstandards in der Herzchirurgie (1993) *Thorac Cardiovasc Surgeon* 41:VII–XIV
14. Ritter S, von Eiff W (1988) Krankenhaus-Sanierung; Landsberg/Lech, ecomed, 107 ff
15. Wiener Krankenanstaltverbund (2004) Planungsbandbuch für Krankenhäuser und Pflegeheime

1.2 Monitoring auf der kardiologisch-kardiochirurgischen Intensivstation

M. GÜNNIKER, M. REINDL

1.2.1 Grundlagen

Unter dem Begriff Monitoring auf einer Herzintensivstation versteht man sämtliche nichtinvasiven und invasiven Messtechniken, die notwendig sind, um den kardiopulmonalen und metabolischen Zustand der Patienten zu überwachen. Die Auswahl des adäquaten Monitorings ist schwierig, da einerseits die unter-

schiedlichsten Erkrankungen mit wechselnden Problemstellungen der Überwachung der Herzintensivstation obliegen, andererseits die Steuerung verschiedenster Therapieverfahren zu den Aufgaben des Monitorings gehört. Es wird dabei immer problematisch bleiben, eine Überversorgung in der Überwachung des Patienten in Betracht der zu erwartenden Komplikationen des invasiven Monitorings gegenüber der „tat-

sächlich“ notwendigen Überwachung abzuwägen. Neben der angemessenen Anwendung des umfangreichen hämodynamischen und respiratorischen Monitorings kommt der Interpretation der Messdaten durch das zuständige ärztliche und Pflegepersonal eine besondere Bedeutung zu, damit adäquat auf den Zustand des Patienten reagiert werden kann.

1.2.2 Problemstellung

Als Monitore werden Geräte bezeichnet, die zur Überwachung von Vitalfunktionen dienen und gegebenenfalls beim Erreichen vorgegebener Grenzwerte alarmieren. „Monitoring“ bezeichnet dabei nicht nur die Überwachung, sondern allgemeiner auch die sensorische Erfassung der zu überwachenden Parameter, wobei insbesondere auf folgende Faktoren geachtet werden muss:

- Atemmechanik und Gasaustausch,
- Hämodynamik,
- Volumenstatus und Flüssigkeitsbilanz,
- Temperatur.

In Ergänzung dieser Messgrößen werden zur Beurteilung von Narkosenachhang und Relaxationstiefe sowie der zerebralen Funktion nach bestimmten Eingriffen EEG-Ableitungen und Nervenstimulationen angewendet. Auf die Überwachung von Laborparametern und des metabolischen Zustands des Patienten wird im Folgenden aufgrund der Komplexität des Themas nicht näher eingegangen.

Die Notwendigkeit der Überwachung vitaler Größen ergibt sich aus der erkrankungsbedingten Beeinträchtigung des Patienten sowie aus der Abhängigkeit von äußeren apparativen Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Körperhomöostase. Gerade im operativen Umfeld stellen pulmonale und zirkulatorische Komplikationen den Hauptanteil des Gesamtrisikos dar. Dies unterstreicht die Bedeutung der effektiven postoperativen Überwachung. Die physikalisch-technische Grundlage des apparativen Monitorings ist die mechanische oder elektrische Umformung und Darstellung eines physiologischen Parameters. Die mechanische Registrierung tritt heute immer mehr gegen die elektronische Messwerterfassung und Verarbeitung zurück. Mikroelektronik und elektronische Datenverarbeitung gestatten die Konstruktion von Apparaten, die partiell die Fähigkeit zum Selbsttest besitzen und Fehler bzw. Artefakte in den Mess-

signalen erkennen können. Dies enthebt den Intensivmediziner jedoch nicht seiner Verantwortung zur korrekten Anwendung der Messapparaturen und zur Verhütung von Gefahren für den Patienten. Eine zunehmende Onlineregistrierung der Vitalgrößen führt zu einem höheren Grad an Überwachung. Der Intensivmediziner sollte die Zugangswege, die Anwendung der Messverfahren und ihre technischen und physiologischen Voraussetzungen kennen. Durch die Abwägung der Risiken der verschiedenen Überwachungsverfahren und die Kenntnis der möglichen Komplikationen kann die Indikation zu invasiven Verfahren kritisch gestellt werden.

1.2.3 Standards und Empfehlungen zur Überwachung

Allgemein gültige Standards und Richtlinien bezüglich Überwachungsmaßnahmen wurden seit Beginn der 80er Jahre von allen entsprechenden Fachgesellschaften publiziert. Die meisten dieser Empfehlungen gehen in ihrer Struktur auf die Harvard-Standards zurück [12, 13]. Diese beschreiben die 1985 an den neun Lehrkrankenhäusern der Harvard Medical School eingeführten Minimalanforderungen an die Überwachung während einer Anästhesie, die im Jahr darauf von der American Society of Anesthesiologists (ASA) übernommen wurden [2]. Auch die Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) hat in ihren Empfehlungen zur Qualitätssicherung in der Anästhesie solche Standards zur Monitorausstattung verschiedener anästhesiologischer Arbeitsplätze publiziert, die sich in 3 Kategorien einteilen lassen [9, 10].

- essenziell: Dieser Standard sollte nicht unterschritten werden;
- empfohlen: für die Durchführung der jeweiligen Anästhesie empfohlener Standard;
- additiv: je nach bestehenden Begleiterkrankungen empfohlener Standard.

Abbildung 1.2.1 zeigt die Entwicklung einiger heutzutage verwendeter Monitoringverfahren.

Analog zu diesen Empfehlungen zur Ausstattung eines Anästhesiearbeitsplatzes gibt es Empfehlungen der DGAI sowie der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensivmedizin (DIVI), die den Bereich der Intensivtherapie betreffen [11].

■ Riva Rocci:	Sphygmomanometer (1896)
■ Cushing:	Beginn der Routineanwendung in der Anästhesie (1903)
■ Recklinghausen:	Oszillotonometrie (1931)
■ Hale:	Erste invasive Blutdruckmessung (1733)
■ Peterson, Dripps:	Sichere arterielle Kanülierung (1949)
■ Forssmann:	Erster Rechtsherzkatheter (1929)
■ Lagerhof und Werko:	„left ventricular wedge pressure“ (1949)
■ Fick:	Prinzip der Herzvolumenmessung (1870)
■ Courmand:	HZV-Messungen beim Menschen (1945)
■ Dexter:	Sauerstoffsättigung im kleinen Kreislauf (1947)
■ Swan und Ganz:	Rechtsherzkatheter mit Ballon (1970)
■ Seldinger:	Technik der Kanülierung über einen Draht (1953)

Abb. 1.2.1. Zeitliche Entwicklung unterschiedlicher Monitoringverfahren

1.2.4 Basismonitoring

Im Rahmen der klinischen Tätigkeit hat sich eine Einteilung bewährt, welche die unterschiedlichen Grade der Überwachung in ein Basismonitoring und ein erweitertes Monitoring einteilen lässt. Zum Basismonitoring gehören neben der Pulsoxymetrie die nichtinvasive Blutdruckmessung nach Riva-Rocci sowie die Ableitung eines Elektrokardiogramms.

1.2.4.1 Pulsoxymetrie

Mit der transkutanen unblutigen Messung der Sauerstoffsättigung können, neben der Erhebung der S_aO_2 , Aussagen über Herzfrequenz und Herzrhythmus getroffen werden. Über eine photoelektrische Zelle am Ohrläppchen oder am Finger werden der Kapillarpuls und damit Herzfrequenz und Herzrhythmus registriert. Die Absorptionsdifferenz des Lichtes während diastolischer und systolischer Füllung des Kapillarbereiches triggert ein sicht- und hörbares Signal. Dieses ist nicht mehr messbar bei ausgeprägter Vasokonstriktion oder bei peripheren Durchblutungsstörungen anderer Ursache. Ein sog. Pulsdefizit entsteht, wenn elektrische Herzaktion und peripher messbarer Puls nicht übereinstimmen (Einzelheiten s. Abschnitt 1.2.9.1).

1.2.4.2 EKG

Das perkutan abgeleitete EKG stellt die Basis eines jeden kardiovaskulären Monitorings dar. Das Elektrokardiogramm dient zur Erkennung von Arrhythmien, von Störungen der Erregungsleitung und -rückbildung. Es ist nützlich zur Abschätzung des kardialen Effekts von Anästhetika, herzwirksamen Medikamenten (Digitalis, Katecholamine, Antiarrhythmika) und von Elektrolytschwankungen (Kalium, Kalzium). Mittels eines EKG-Monitors (Elektrokardioskop) werden intra- und postoperativ die elektrischen Potenziale der Herzaktion auf einem Bildschirm dargestellt. Die entscheidende Funktion des Elektrokardiogramms ist sicherlich die Detektion perioperativer Ischämien. Verschiedene Studien konnten für diese Indikation eine positive Korrelation zeigen [29]. In diesem Zusammenhang ist die Registrierung eines intra- und postoperativen 7-Kanal-EKG zu empfehlen, wobei zur Ischämiediagnostik den Ableitungen II und V_5 eine besondere Bedeutung zukommt. Dabei gilt als Zeichen einer myokardialen Ischämie, wenn die ST-Strecken im Bereich der Extremitätenableitungen 0,1 mV und im Bereich der Brustwandableitungen 0,2 mV über oder unter die isoelektrische Linie abweichen. Eine sorgfältige Eichung des EKG-Signals ist unerlässlich und die Messung der ST-Strecke muss zum richtigen Zeitpunkt, nämlich 60–80 ms nach dem J-Punkt (Abb. 1.2.2), erfolgen. Zunehmend werden Monitore mit der Möglichkeit der kontinuierlichen Vermessung und des Abgleichs der ST-Strecke im Vergleich zur Ausgangssitua-

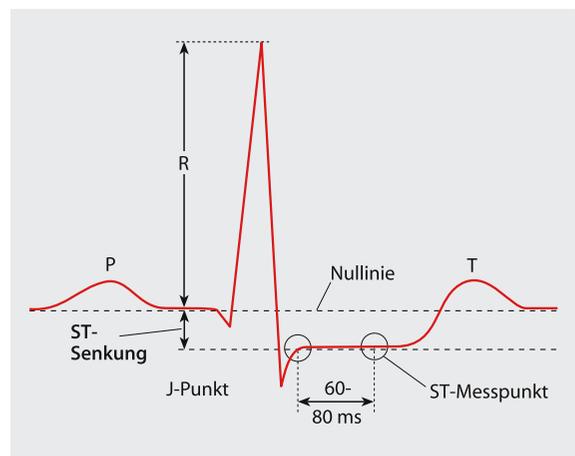


Abb. 1.2.2. ST-Segment-Analyse

tion und mit kontinuierlicher Aufzeichnung als Trendparameter ausgerüstet.

Verglichen mit dem Stellenwert anderer diagnostischer Methoden (Perfusionsszintigramm, Echokardiografie) gelingt mit der EKG-Registrierung allerdings nur in 40% der Fälle eine Ischämiedetektion [5]. Als weitere Methode zur Ischämiediagnostik bietet sich die transösophageale Echokardiografie an, die eine koronare Minderperfusion durch das Auftreten segmentaler Wandbewegungsstörungen aufdecken kann (s. Abschn. 1.2.7).

1.2.4.3 Indirekte Blutdruckmessungen nach Riva-Rocci

Zur indirekten Bestimmung des systolischen und diastolischen arteriellen Blutdrucks mit einem Sphygmomanometer wird der arterielle Blutfluss in einer Extremität, in der Regel am Oberarm, durch Druck blockiert. Bei Nachlassen des Außendrucks entspricht der Druck, bei dem das Blut gerade wieder zu fließen beginnt, dem systolischen Blutdruck. Die Breite der Druckmanschette sollte zwei Drittel der Länge des Oberarmes betragen. Bei kleineren Manschetten werden zu hohe Druckwerte gemessen; umgekehrt liegen die Messwerte zu niedrig, wenn die Manschette zu breit ist. Das Zentrum der aufblasbaren Gummimanschette sollte über der A. brachialis, der untere Teil gerade über der Ellenbeuge liegen. Die Sphygmomanometrie kann durch intermittierendes Aufblasen der Manschette mit einer elektrischen Pumpe automatisiert werden. In den Geräten werden die Auskultationsgeräusche elektronisch verstärkt und digital als Druckwerte angezeigt.

■ **Oszillometrie.** Im Gegensatz zur manuellen Sphygmomanometrie erfolgt die automatische Blutdruckmessung anhand der Oszillometrie. Beim Aufblasen einer Blutdruckmanschette entstehen durch blutdrucksynchrone Schwankungen im Cuff Oszillationen im Messsystem. Das Oszillationsmaximum tritt bei einem Manschettdruck auf, der dem arteriellen Mitteldruck entspricht. Diese Oszillationen können mittels eines elektronischen Druckmessgerätes registriert, ausgewertet und angezeigt werden. Die Genauigkeit der Methode entspricht der Sphygmomanometrie; es wird jedoch zusätzlich der mittlere arterielle Druck (MAP) bestimmt.

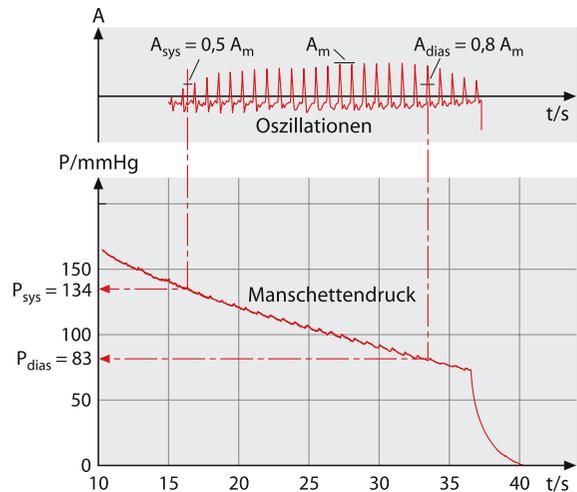


Abb. 1.2.3. Oszillometrie

1.2.5 Erweitertes kardiozirkulatorisches Monitoring

Zum erweiterten hämodynamischen Monitoring gehören die invasive arterielle Blutdruckmessung sowie die Messung von Drücken im Niederdrucksystem (ZVD, PAP, PCWP). Eckpfeiler eines erweiterten hämodynamischen Monitorings sind die verschiedenen Methoden zur Bestimmung des Herzzeitvolumens (CO) und der daraus abgeleiteten Größen.

1.2.5.1 Messung des arteriellen Blutdrucks

Der arterielle Blutdruck ist neben der Herzfrequenz die am meisten gemessene Regelgröße des Herz-Kreislauf-Systems. Dabei wird der Spitzenblutdruck in der Austreibungsphase des Ventrikels als systolischer Blutdruck und der Blutdruck während der Ventrikelfüllung als diastolischer Blutdruck angegeben. Das Monitoring des arteriellen Blutdrucks zeigt unter anderem die Effizienz des Herzens als Pumpe an und gibt einen groben Überblick über die Nachlast des linken Ventrikels. Die Messung des arteriellen Drucks kann am genauesten durch Kanülierung einer geeigneten Arterie, in der Regel der A. radialis, mit einem Kunststoffkatheter durchgeführt werden. Der arterielle Katheter, gefüllt mit heparinierter Elektrolytlösung, wird über ein möglichst kurzes und starres Schlauchsystem mit einem elektromechanischen