

Lehrbuch für den Rettungsdienst



Lehrbuch für den Rettungsdienst

Herausgegeben von

F.-L. Bertschat · J.-H. Möller · J. F. Zander



Walter de Gruyter
Berlin · New York 1999

Herausgeber

Priv.-Doz. Dr. F.-L. Bertschat
Universitätsklinikum Charité
Medizinische Fakultät der Humboldt-Universität
zu Berlin
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin
Tel.: 030 45 05 0
Fax.: 030 45 05 39 19
E-mail: frank-ludwig.bertschat@charite.de

J.-H. Möller
Rettungsdienst Akademie
Saarbrücken GmbH
Metzer Straße 123
66117 Saarbrücken
Tel.: 0681 92 59 200
Fax.: 0681 92 50 210
E-mail: RASGmbH@aol.com

Priv.-Doz. Dr. J. F. Zander
Direktor der Anästhesieabteilung
Städtische Kliniken Dortmund
44123 Dortmund
Tel.: 0231 50 21 391

Die Deutsche Bibliothek – CIP Einheitsaufnahme

Lehrbuch für den Rettungsdienst / hrsg. von
F.-L. Bertschat ... – Berlin ; New York : de Gruyter, 1999
ISBN 3-11-013908-1

© Copyright 1999 by Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, D-10785 Berlin
Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigung, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Der Verlag hat für die Wiedergabe aller in diesem Buch enthaltenen Informationen (Programme, Verfahren, Mengen, Dosierungen, Applikationen etc.) mit Autoren bzw. Herausgebern große Mühe darauf verwandt, diese Angaben genau entsprechend dem Wissensstand bei Fertigstellung des Werkes abzudrucken. Trotz sorgfältiger Manuskripterstellung und Korrektur des Satzes können Fehler nicht ganz ausgeschlossen werden. Autoren bzw. Herausgeber

und Verlag übernehmen infolgedessen keine Verantwortung und keine daraus folgende oder sonstige Haftung, die auf irgendeine Art aus der Benutzung der in dem Werk enthaltenen Informationen oder Teilen davon entsteht.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen und dergleichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, daß solche Namen ohne weiteres von jedermann benutzt werden dürfen. Vielmehr handelt es sich häufig um gesetzlich geschützte, eingetragene Warenzeichen, auch wenn sie nicht eigens als solche gekennzeichnet sind.

Konvertierung und Druck: Arthur Collignon GmbH, Berlin – Buchbinderische Verarbeitung: Lüderitz & Bauer GmbH, Berlin. – Einbandentwurf: Rudolf Hübler, Berlin.

Printed in Germany

Vorwort

Lernen bedeutet *Zuhören, Lesen, Schreiben, Denken und Reden*. Nicht nur der Besuch eines Unterrichts oder einer Vorlesung schafft das Wissen, das ein künftiger Rettungsassistent benötigt, um den Anforderungen seines Arbeitsplatzes gerecht zu werden.

Die intensive Auseinandersetzung mit einem umfangreichen Stoffgebiet und die stetige Umsetzung komplexer Erkenntnisse der Notfallmedizin bei der Versorgung von Notfallpatienten sind Grundvoraussetzungen für einen verantwortungsbewußten Rettungsassistenten. Dies ist sein Beitrag zu einem modernen und leistungsstarken Rettungssystem. Grundlage für den Entwicklungsprozeß sei dieses Buch. Darüber hinaus soll es Lernenden auch nach der Ausbildung immer wieder als Nachschlagewerk dienen und während der Zeit der praktischen Erfahrungen als Rückgrat der Theorie.

Wir haben bewußt die von der Ausbildungs- und Prüfungsordnung vorgegebene Gliederung verlassen, um dem gesamten Ausbildungsstoff noch mehr Struktur zu geben und um den einzelnen Kapiteln der Notfallmedizin mehr Gewicht zu verleihen. Aus diesem Grunde sind z. B. die Abschnitte *Intoxikationen*, und *Akute Kreislaufkrankungen*, nicht unter dem Kapitel *Internistische Notfälle*, subsumiert, sondern jedem Themenkomplex

ist ein eigenes Kapitel gewidmet. Auszubildende können somit jedes Kapitel in sich geschlossen studieren. Trotz Abweichens der Gliederung finden sich in der vorliegenden Textsammlung alle Themen, die die Ausbildungsordnung vorgibt. Dies entspricht der Absicht, ein vollständiges Lehrbuch zu entwickeln, neben dem lediglich noch eigene Unterrichtsnotizen bzw. die Anregung durch den Lehrer benötigt werden, um den Stoff zu bewältigen.

Wie alle Gebiete der Medizin unterliegt auch die Notfallmedizin einer stetigen Entwicklung. Da berufspolitische und strukturelle Veränderungen die Notfallmedizin derzeit besonders prägen, sei an das hohe Maß der Verantwortung und die Verpflichtung zu Disziplin und Humanität erinnert, der sich jeder in der Notfallmedizin Tätige aussetzt. Die Lektüre dieses Buches ersetzt nicht die individuelle und kontinuierliche Fortbildung durch Studium einschlägiger Fachzeitschriften und die Diskussion im Dienst oder auf Fachveranstaltungen. Der Rettungsassistent mag mit dem vorliegenden Lehrbuch seinen Weg beginnen und begleiten, um seinem beruflichen Werdegang damit ein sicheres Fundament zu setzen.

Bertschat/Möller/Zander
(Herausgeber)

Autorenverzeichnis

Beloch, U.

Lerchenstr. 16
96427 Michelau-Neuensee

Christe, Dr. med. W.

Klinikum Rudolf Virchow
Neurologische Klinik und Poliklinik
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin

Coellen, Beate

Ministerium des Inneren
Henning von Tresckow-Str. 9–13
14467 Potsdam

Dietz, Dr. Th.

Bochumer Str. 15
10555 Berlin

Erbe, R.-D.

Deutsches Rotes Kreuz
Landesverband Berlin
Bundesallee 73
12161 Berlin

Finke, Prof. Dr. U.

Sankt Katharinen Krankenhaus
Seckbacher Landstr. 65
Postfach 60 04 29
60334 Frankfurt/Main

Friedmann, Prof. Dr. med. W.

Univ.-Klinikum Rudolf Virchow
Gynäkologische Abteilung
Augustenburger Platz
13353 Berlin

Graf, K.

Lärchenstraße 13
94157 Perlesreut

Grifka, Dr. J.

St. Josef Hospital
Abt. f. Orthopädie
Gudrunstraße 56
44791 Bochum

Gronemeyer, Prof. Dr. U.

Knappschafts-Krankenhaus
Universitäts-Augenklinik
In der Schornau 23–25
44892 Bochum

Haupt, Dr. med. G.

Klinik für Urologie
Hölkeskampring 40
44625 Herne

Häusler, Elke

Maximilianstr. 31
13187 Berlin

Hildmann, Prof. Dr. H.

St. Elisabeth Hospital
Abt. f. HNO-Kunde
Bleichstraße 15
44787 Bochum

Jentsch, K.

Westendallee 65
14052 Berlin

Köppel, Priv.-Doz. Dr. med. C.

Univ.-Klinikum Rudolf Virchow
Station 15 (Umwelttoxik.)
Spandauer Damm 130
14050 Berlin

Lackner, Dr. med. Ch. K.

Arbeitskreis Notfallmedizin
und Rettungswesen
Nußbaumstr. 20
80336 München

Lempert, Priv.-Doz. Dr. Th.

Univ.-Klinikum Rudolf Virchow
Standort Wedding
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin

Lietz, G.

Desinfektorenschule
des Gesundheitsamtes Köln
Eifelwall 3
50674 Köln

Luszeit, K.

MediOrg Berlin
Medifan Berlin
Kaiserstr. 140
12105 Berlin

Massbeck, P.

Karweg 6
59423 Unna

Maurer, Dr. D.
Klinik für Anästhesiologie
Universitätsklinik Mainz
Langenbeckstr. 1
55131 Mainz

Moecke, Dr. med. H.
Allgem. Krhs. Barmbek
Abt. für Anästhesiologie
Rübenkamp 148
22291 Hamburg

Müller, R. A.
Gärtnering 58
13593 Berlin

Ohlendorf, Dr. rer. nat. D.
Apotheke im Univ.-Klinikum
Rudolf Virchow
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin

Paschen, Dr. H. R.
Landesfeuerwehrschule
Bredowstraße 4
22113 Hamburg

Reckert, W.
Von-Schönbeck-Ring 83
48161 Münster

Remy, Dr. med. M.
Hopital Marie-Astrid
L-4602 Differdange

Richter, Dr. med. D.
Chirurgische Universitätsklinik
Berufsgenoss. Kliniken Bergmannsheil
Gilsingstr. 14
44789 Bochum

Rossi, Dr. med. R.
Chefarzt der Abt. f. Anästhesie
Stadt- und Kreiskrankenhaus
Strüterweg 7
91522 Ansbach

Schirop, Dr. med. Thea
Medizinische Fakultät der Humboldt-Univ.
Virchow Klinikum
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin

Schulz, Th.
Rathausstraße 22
24103 Kiel

Schütze, Dr. med. Sabine
Krankenhaus Neukölln
Psychiatrische Abteilung
Rudower Str. 48
12351 Berlin

Sonntag, Dr. med. J.
Virchow Klinikum
Abt. für Neonatologie
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin

Steinbach, Barbara
Ladiusstr. 14
14165 Berlin

Störk, Priv.-Doz. Dr. Th.
Karl Olga Krankenhaus
Innere Klinik II
Schwabenbergstr. 7
70190 Stuttgart

Tempka, OA Dr. med. Almut
Univ.-Klinikum Rudolf Virchow
Abt. Unfall- u. Wiederherstellungschirurgie
Augustenburger Platz 1
13353 Berlin

Trottnow, Dr. med. K.
Fasanenstr. 59
15569 Berlin-Woltersdorf

Wallmeyer, St.
Preinstraße 95
44265 Dortmund

Wresch, Dr. K.-P.
St. Vincentius-Krankenhaus
Holzstr. 4 a
67346 Speyer

Inhaltsverzeichnis

1 Rettungsdienst, Berufsbild, Recht

- | | | | |
|-----|---|-----|---|
| 1.1 | Rettungsassistent 1
<i>P. Maßbeck</i> | 1.3 | Struktur des Rettungsdienstes 11
<i>K. Graf</i> |
| 1.2 | Recht im Rettungsdienst (RD) 8
<i>J. Möller</i> | | |

2 Medizinische Grundlage: Funktionelle Anatomie, Zytologie

- | | | | |
|-------|--|--------|--------------------------------------|
| 2.1 | Körper: Bau und Funktion im Überblick 13
<i>E. Häusler</i> | 2.1.7 | Urogenitalorgane 41 |
| 2.1.1 | Atmungssystem 13 | 2.1.8 | Haut, Hautanhangsgebilde 45 |
| 2.1.2 | Blutkreislauf 19 | 2.1.9 | Sinnesorgane 46 |
| 2.1.3 | Blut 25 | 2.1.10 | Nervensystem 49 |
| 2.1.4 | Lymphatisches System 28 | 2.1.11 | Regulationssysteme 57 |
| 2.1.5 | Stütz- und Bewegungsapparat:
Knochen, Gelenk, Muskel 28 | 2.2 | Zelle 57
<i>E. Häusler</i> |
| 2.1.6 | Verdauungsorgane 35 | 2.2.1 | Bau 59 |
| | | 2.2.2 | Stoffwechsel 61 |

3 Naturwissenschaftliche Grundlagen: Chemie, Physik

- | | | | |
|-------|---|-------|---|
| 3.1 | Chemie 63
<i>B. Steinbach</i> | 3.2 | Physik 73
<i>B. Steinbach</i> |
| 3.1.1 | Grundbegriffe 63 | 3.2.1 | Grundbegriffe, Größen 73 |
| 3.1.2 | Anorganische Chemie 64 | 3.2.2 | Optik 75 |
| 3.1.3 | Organische Chemie 68 | 3.2.3 | Elektrizität 77 |

4 Hygiene im Rettungsdienst

- | | | | |
|-----|---|-----|---|
| 4.1 | Allgemeine Infektionslehre 79
<i>G. Lietz</i> | 4.3 | Krankenhausinfektion 83
<i>G. Lietz</i> |
| 4.2 | Hygienemaßnahme: Desinfektion, Sterilisation 81
<i>G. Lietz</i> | 4.4 | Schutzimpfung 84
<i>G. Lietz</i> |

5 Allgemeine Notfallmedizin

- | | | | |
|-------|--|-------|--|
| 5.1 | Einsatzart, Einsatzablauf 87
<i>K. Luszeit</i> | 5.2 | Vitalfunktion 88
<i>K. Jentsch</i> |
| 5.1.1 | Einsatzart, Stichwörter zur Alarmierung 87 | 5.2.1 | Störungen 89 |
| 5.1.2 | Einsatzablauf 87 | 5.2.2 | Kontrolle 89 |

5.3	Sofortmaßnahmen am Notfallort 90 <i>R. Sick</i>	5.7	Blutdruckmessung 115 <i>K. Jentsch</i>
5.3.1	Bewußtseinsstörung 90	5.8	Herz-Lungen-Wiederbelebung (HLW) 117 <i>K. Jentsch</i>
5.3.2	Störung der Atmung 93	5.9	Verbandstechnik, Ruhigstellung 119 <i>K. Jentsch</i>
5.3.3	Herz-Kreislauf-Stillstand 99	5.9.1	Wunde 119
5.3.4	Schock 99	5.9.2	Fraktur 120
5.3.4.1	Bedrohliche Blutung 100	5.9.3	Material, Technik 121
5.4	Lagerung 103 <i>R. Sick</i>	5.10	Patientenbetreuung, Krisenintervention 121 <i>B. Coellen</i>
5.5	Erweiterte Maßnahme: Intubation (Definition, Indikation, Material) 105 <i>K. Jentsch</i>	5.10.1	Patientenbetreuung im Alltag, Großschadensfall 121
5.6	Beatmung, Absaugung 112 <i>K. Jentsch</i>	5.10.2	Belastungsfaktoren bei Krisenintervention 123
5.6.1	Beatmung: Definition, Indikation 112		
5.6.2	Absaugung 112		
5.6.3	Beatmungsform 113		
5.6.4	Komplikation, Gefahr, Nachsorge 115		

6 Medizinische Fachrichtungen

6.1	Innere Medizin 127 <i>F. Bertschat</i>	6.2.3	Abdominalchirurgie 144
6.1.1	Vom Symptom zur Diagnose 127	6.2.3.1	Ösophagus (Speiseröhre) 145
6.1.2	Von der Diagnose zur Therapie 127	6.2.3.2	Magen 145
6.1.3	Teilgebiete 128	6.2.3.3	Dünndarm 146
6.1.3.1	Angiologie 128	6.2.3.4	Appendix vermiformis (Wurmfortsatz des Bliddarmes) 147
6.1.3.2	Endokrinologie 129	6.2.3.5	Dickdarm (Kolon, Rektum), Analkanal 147
6.1.3.3	Gastroenterologie 129	6.2.3.6	Leber 149
6.1.3.4	Hämatologie, Onkologie 133	6.2.3.7	Gallenblase, Gallenwege 149
6.1.3.5	Kardiologie 135	6.2.3.8	Pankreas (Bauchspeicheldrüse), Milz (Lien) 149
6.1.3.6	Nephrologie 137	6.2.4	Gefäßchirurgie 150
6.1.3.7	Pneumologie: Lungen-, Bronchialheilkunde 139	6.2.5	Unfallchirurgie: allgemeine Frakturenlehre 151
6.1.3.8	Rheumatologie 140	6.3	Geburtshilfe, Gynäkologie 153 <i>W. Friedmann, J. W. Dudenhausen</i>
6.2	Chirurgie 140 <i>U. Finke</i>	6.3.1	Schwangerschaft 153
6.2.1	Allgemeinchirurgie 141	6.3.2	Gestörte Schwangerschaft 154
6.2.1.1	Chirurgischer Eingriff 141	6.3.3	Geburt, Geburtsüberwachung 155
6.2.1.2	Wunde, Wundheilung, -behandlung 141	6.3.4	Regelwidrige Geburt 157
6.2.1.3	Verbandlehre 142	6.3.4.1	Geburtsdauer 157
6.2.2	Thoraxchirurgie 143	6.3.4.2	Vaginale Operation, Kaiserschnitt 157
6.2.2.1	Mammakarzinom (Brustkrebs) 143	6.3.4.3	Beckenendlage, Zwillinge 158
6.2.2.2	Lungen, Pleura 144		

- 6.3.4.4 Nachgeburtsperiode 159
6.3.5 Wochenbett 159
- 6.4 Pädiatrie 160**
J. Sonntag
- 6.4.1 Wärmehaushalt 160
6.4.2 Atmung 160
6.4.3 Herz-Kreislauf-System 161
6.4.4 Stoffwechsel, Wasser-, Elektrolyt-Salzhaushalt 162
6.4.5 Medikation 162
- 6.5 Anästhesie 162**
H. Moecke
- 6.5.1 Anästhesie, Analgesie, Sedierung im Rettungsdienst 162
6.5.2 Durchführung 164
- 6.6 Orthopädie 168**
J. Grifka
- 6.6.1 Kopf, Hals: Zervikalsyndrom 168
6.6.2 Schulter, Arm 169
6.6.3 Brustwirbelsäule (BWS) 170
6.6.4 Lendenwirbelsäule (LWS) 170
6.6.5 Hüfte, Bein 171
- 6.7 Urologie 172**
G. Haupt, J. Pannek, Th. Senge
- 6.7.1 Gutartige Krankheiten 172
6.7.2 Bösartige Krankheiten 173
- 6.8 Neurologie 174**
Th. Lempert, W. Christe
- 6.8.1 Leitsymptome 174**
6.8.1.1 Kopfschmerz 174
6.8.1.2 Akute Bewußtseinsstörung 175
6.8.1.3 Akute Lähmung 176
6.8.1.4 Anfall 176
- 6.9 Psychiatrie 177**
S. Schütze
- 6.9.1 Psychose 177
6.9.2 Erlebnisreaktive Störung 178
6.9.2.1 Sucht 178
6.9.2.2 Neurotische Störung 179
6.9.3 Psychiatrische Arbeit 179
- 6.10 Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde (HNO) 179**
H. Hildmann
- 6.10.1 Ohr 180
6.10.2 Nase, Nasennebenhöhlen 182
6.10.3 Lymphatischer Rachenring: Gaumen, -Rachenmandel 183
6.10.4 Speicheldrüsen 184
6.10.5 Kehlkopf, Halsorgane 184
6.10.6 Stimme, Sprache, Gesichtschirurgie 186
- 6.11 Augenheilkunde 186**
U. Gronemeyer
- 6.11.1 Lider, Tränenwege, Bindehaut 186
6.11.2 Hornhaut, Linse, Gefäßhaut 187
6.11.3 Netzhaut, Sehnerv 188
6.11.4 Grüner Star (Glaukom) 188
- 7 Spezielle Notfallmedizin**
-
- 7.1 Akute Herz-Kreislauf-Störung 189**
Th. Störk
- 7.1.1 Angina pectoris 189
7.1.2 Akuter Myokardinfarkt (Herzinfarkt, -muskelfarkt) 190
7.1.3 Herzinsuffizienz 192
7.1.3.1 Kardiales Lungenödem (Rückwärtsversagen) 193
7.1.3.2 Kardiogener Schock: Pumpversagen 193
7.1.4 Herzrhythmusstörung, EKG, Herzschrittmacher 193
7.1.5 Schock 195
7.1.5.1 Schockzeichen, Erstmaßnahmen 195
7.1.5.2 Volumenmangelschock 196
- 7.1.5.3 Kardiogener Schock 197
7.1.5.4 Anaphylaktischer Schock 197
7.1.5.5 Septisch-toxischer Schock (Endotoxinschock) 198
7.1.5.6 Weitere Schockformen 198
7.1.6 Synkope 198
7.1.7 Hypertensive Krise 199
7.1.8 Lungenembolie 199
- 7.2 Akute Störung der Atmung 200**
Th. Dietz
- 7.2.1 Verlegung der Atemwege: Bolusobstruktion 201
7.2.2 Aspiration 202
7.2.3 Asthma bronchiale 203

- 7.2.4 Pleura- und Thoraxverletzung 203
- 7.2.5 Pneumothorax 204
- 7.2.6 Akutes Lungenödem 205
- 7.2.7 Kohlendioxidstickung 206

- 7.3 Verletzung des Bewegungsapparates 206**
A. Tempka
- 7.3.1 Verletzungsarten 206
- 7.3.2 Erstbehandlung 208

- 7.4 Polytrauma: Erstversorgung am Unfallort 212**
A. Tempka
- 7.4.1 Sofortmaßnahmen 213
- 7.4.2 Häufige Einzelverletzungen 213

- 7.5 Schädel-Hirn-Trauma (SHT) 215**
Ch. K. Lackner, J. H. Widmann, L. Schweiberer
- 7.5.1 Einteilung, Pathophysiologie 215
- 7.5.2 Notfalldiagnostik, Therapie 217

- 7.6 Verbrennung, Stromverletzung 222**
K.-P. Wresch
- 7.6.1 Verbrennung 222
- 7.6.2 Strom- und Blitzunfall 227

- 7.7 Abdominaltrauma 229**
D. Richter, A. Ekkernkamp
- 7.7.1 Stumpfes Bauchtrauma 229
- 7.7.2 Perforierende Bauchverletzung 230
- 7.7.3 Akutes Abdomen 231

- 7.8 Herz-Kreislauf-Stillstand, Kardiopulmonale Reanimation (CPR) 233**
K. Jentsch
- 7.8.1 Herz-Kreislauf-Stillstand (HKS) 233
- 7.8.2 Kardiopulmonale Reanimation, Erwachsene 233
- 7.8.3 Reanimation von Säuglingen, Kleinkindern 236

- 7.9 Unterkühlung, Erfrierung 237**
Th. Dietz
- 7.9.1 Unterkühlung 237
- 7.9.2 Erfrierung 238

- 7.10 Intoxikation (Vergiftung) 239**
C. Köppel
- 7.10.1 Art, Diagnose 239
- 7.10.2 Therapie 240

- 7.11 Akute Störung von Wasser-Elektrolyt-, Säure-Basen-Haushalt 243**
Th. Dietz
- 7.11.1 Wasser- und Elektrolyt-Haushalt 243
- 7.11.1.1 Hypovolämie 244
- 7.11.1.2 Hypervolämie 244
- 7.11.2 Störung im Säure-Basen-Haushalt 245
- 7.11.2.1 Respiratorische Alkalos: Hyperventilationssyndrom 245
- 7.11.2.2 Respiratorische Azidose 246

- 7.12 Akute Stoffwechselstörung 246**
Th. Schitrop
- 7.12.1 Zuckerkrankheit: Zuckerkoma, Zuckerschokk 246
- 7.12.1.1 Coma diabeticum 246
- 7.12.1.2 Hypoglykämischer Schock 248
- 7.12.2 Coma uraemicum 249
- 7.12.2.1 Akutes Nierenversagen (ANV) 249
- 7.12.2.2 Chronisches Nierenversagen 250
- 7.12.3 Coma hepaticum 250

- 7.13 Gynäkologisch-geburtshilflicher Notfall 251**
W. Friedmann, K. W. Dudenhausen
- 7.13.1 Geburtshilflicher Notfall 251
- 7.13.1.1 Placenta praevia 251
- 7.13.1.2 Vorzeitige Plazentalösung 252
- 7.13.1.3 Präeklampsie, Eklampsie 253
- 7.13.1.4 Frühgeburt 253
- 7.13.1.5 Nabelschnur-, Armvorfall 254
- 7.13.1.6 Verschleppte Querlage, Fruchtwasserembolie 255
- 7.13.1.7 Abgebrochene Hausgeburt, Plazentalösungsstörung 255
- 7.13.1.8 Abort 256
- 7.13.1.9 Extrauterine Schwangerschaft (EU) 256
- 7.13.2 Akutes Abdomen 257
- 7.13.3 Blutung 258

- 7.14 Pädiatrischer Notfall 258**
J. Sonntag
- 7.14.1 Reanimation 258

- 7.14.2 Früh- und Neugeborenenversorgung 262
- 7.14.3 Plötzlicher Kindstod, Atemstörung, Herzkrankheit, Krampfanfall 264
- 7.14.4 Infektiös-toxische Krankheit 268
- 7.14.5 Vergiftung, Unfall 268
- 7.15 Schlaganfall, Epileptischer Anfall 271**
W. Christe, T. Lempert
- 7.15.1 Schlaganfall (Apoplexia cerebri) 271
- 7.15.2 Epileptischer Anfall, Epilepsie 273
- 7.16 Psychischer Ausnahmezustand 275**
S. Schütze
- 7.16.1 Organisch bedingter Notfall: akute Verwirrtheit, Entzugsyndrom, Intoxikation 275
- 7.16.2 Psychotische Erregung, Suizidalität 276
- 7.16.3 Psychogene Krise: Angst, Panik 277
- 7.17 Hals-Nasen-Ohren-Notfall 277**
H. Hildmann
- 7.17.1 Ohr: plötzlicher Hörverlust, Schwindel, Fazialislähmung 277
- 7.17.2 Nase 279
- 7.17.3 Gesichtsverletzung 279
- 7.17.4 Mund, Rachen: Verletzung, Blutung 280
- 7.17.5 Kehlkopf, Luftröhre 280
- 7.18 Urologischer Notfall 281**
J. Pannek, G. Haupt, T. Senge
- 7.18.1 Harnverhaltung (Ischurie) 281
- 7.18.2 Nierenkolik 283
- 7.18.3 Akuter Hoden 284
- 7.18.4 Paraphimose (Spanischer Kragen), Priapismus 285
- 7.18.5 Hämaturie (Blut im Urin) 286
- 7.18.6 Harnröhrenverletzung 286
- 7.19 Ophthalmologischer Notfall 286**
U. Gronemeyer
- 7.19.1 Augenverletzung 286
- 7.19.1.1 Kontusion, Perforation 286
- 7.19.1.2 Verätzung, Verbrennung, Strahlenunfall, extraokuläres Trauma 287
- 7.19.2 Akute Augenkrankheit 288
- 7.20 Strahlen-, Chemieunfall 290**
C. Köppel
- 7.20.1 Strahlenunfall 290
- 7.20.1.1 Strahlenwirkung 290
- 7.20.1.2 Unfallart, Selbstschutz 291
- 7.20.2 Chemieunfall 291
- 8 Arzneimittel, Infusion, Sonde, Katheter, Drainage**
-
- 8.1 Allgemeine Arzneimittellehre 293**
D. Ohlendorf
- 8.1.1 Arznei-, Betäubungsmittel 293
- 8.1.2 Darreichungsformen 294
- 8.1.3 Pharmakodynamik, -kinetik 297
- 8.2 Notfallmedikamente 298**
D. Ohlendorf
- 8.2.1 Analgetikum, Sedativum 299
- 8.2.2 Narkose: Injektionsnarkotikum 301
- 8.2.3 Psychopharmakum, Antihistaminikum 302
- 8.2.4 Hormone 303
- 8.2.4.1 Katecholamine: Adrenalin, Noradrenalin, Dopamin, Dobutamin 303
- 8.2.4.2 Insulin, Glukagon 305
- 8.2.4.3 Glukokortikoide 305
- 8.2.5 Calciumantagonist, Nitrat, Betablocker 306
- 8.2.6 Antiarrhythmikum, Antihypertensivum 308
- 8.2.7 Antiasthmikum, Antiemetikum 308
- 8.2.8 Infusion 308
- 8.3 Infusions-, Injektionstechnik 309**
St. Wallmeyer
- 8.3.1 Peripher-venöse Punktion 309
- 8.3.2 Zentralvenöse Punktion 311
- 8.3.3 Endobronchiale und intraossäre Applikation 312
- 8.4 Sonde, Katheter, Drainage 313**
U. Beloch
- 8.4.1 Sonde, Katheter 313

- 8.4.1.1 Magen- und Duodenalsonde 313
 8.4.1.2 Harnblasenkatheter 315

- 8.4.2 Drainage 316
 8.4.3 Pflege 316

9 Geräte- und Fahrzeugkunde, Rettungs- und Löschtechnik

- 9.1 Medizinische Geräteverordnung (MedGV), Medizinproduktegesetz (MPG) 319**
Th. Schulz, I. Zydziak
- 9.2 Beatmungsgerät 319**
R. Rossi
- 9.2.1 Beatmung des Notfallpatienten 321
 9.2.2 Beatmungsüberwachung, -fehler 326
- 9.3 Pulsoxymetrie, Kapnometrie, -graphie 326**
J. H. Widmann, Ch. K. Lackner, St. Schmidbauer
- 9.3.1 Pulsoxymetrie 326
 9.3.2 Kapnometrie, -graphie 327
- 9.4 Externe elektrische Defibrillation 329**
D. Maurer, Ph. Diehl
- 9.4.1 Defibrillation, Kardioversion 329
 9.4.2 Geräte 330
- 9.5 Fahrzeugkunde, Rettungsmittel 333**
K. Luszeit
- 9.5.1 Landgebundenes Rettungsmittel (RM) 333
 9.5.2 Luftrettungsmittel 334
 9.5.3 Wasserrettungsfahrzeuge 334
 9.5.4 Deutsche Industrienorm (DIN) für Rettungsmittel 335
- 9.6 Luftrettung 336**
K. Trottnow
- 9.6.1 Primärrettung,
 Sekundärtransport 336
 9.6.2 Besatzung, Technik 337

- 9.7 Rettungstechnik 338**
R.-D. Erbe
- 9.7.1 Transporthilfsmittel 338
 9.7.1.1 Rettungstrage 339
 9.7.1.2 Rettung aus Höhe und Tiefe 340
 9.7.2 Verkehrsunfall 342
 9.7.2.1 Ausrüstung des Krankenwagens (KrKW) 342
 9.7.2.2 Gefahren an der Unfallstelle 343
 9.7.2.3 Einsatz einfacher Hilfsmittel 343
 9.7.2.4 Retten von Personen aus PKW mit Airbag 346
 9.7.2.5 Eingelegte Person, Sicherheitsgurt 349
 9.7.3 Bahnbereich 350
 9.7.3.1 Straßenbahn 350
 9.7.3.2 S- und U-Bahn 350
 9.7.3.3 Deutsche Bahn AG 351
 9.7.4 Kraftbetriebene Maschinen 352
 9.7.4.1 Rettung Eingelegter, hydraulisches Gerät 352
 9.7.4.2 Hebegerät, Trennschleifer, Schneidbrenner 354
 9.7.4.3 Atemschutzgerät, Sprungrettungsgerät 355
- 9.8 Löschtechnik 356**
R. Erbe
- 9.8.1 Brandlehre 356
 9.8.2 Löschmittel 357
 9.8.3 Löschgerät 359
 9.8.4 Löschtaktik 360
 9.8.4.1 Grundsatz 360
 9.8.4.2 Pulver-Feuerlöscher, elektrische Anlage, Löschdecke 361
 9.8.4.3 Brandrauch, Fett-, elektrischer, Auto-, Gas-, Wohnungsbrand, brennende Person 361

10 Organisation, Einsatztaktik im Rettungsdienst

- 10.1 Rettungssysteme international: USA, Österreich, Frankreich 365**
St. Wallmeyer, W. Sladek, H. Michels, B. Rösler, W. Antons

- 10.2 Koordination 367**
K. Luszeit
- 10.2.1 Alarmierung, Einsatzablauf 367

- 10.2.2 Transportmittel, Einsatzkräfte 369
- 10.2.3 Fahrtaktik, Führungsaufgaben, Auslandseinsatz 369
- 10.3 Funk, Kommunikation 371**
R. A. Müller
- 10.4 Fahrverhalten, Transporttechnik 375**
M. Remy
 - 10.4.1 Dringlicher Einsatz 375
 - 10.4.2 Transport des Notfallpatienten 375
 - 10.4.3 Übergabe im Krankenhaus 376
- 10.5 Patientenübergabe; Einsatzdokumentation, Qualitätsmanagement 377**
H. Moecke
 - 10.5.1 Patientenübernahme, -übergabe 377
 - 10.5.2 Einsatzdokumentation 377
 - 10.5.3 Qualitätsmanagement 378
- 10.6 Massenanfall von Verletzten 380**
H. R. Paschen
 - 10.6.1 Großschadensereignis 380
 - 10.6.2 Sichtung 381
 - 10.6.3 Schnell-Einsatz-Gruppen (SEG) 382
- 10.7 Gefahr an der Einsatzstelle 383**
W. Reckert
 - 10.7.1 Erkundung, Feststellung 383
 - 10.7.2 Besondere Gefahr 383
 - 10.7.2.1 Angstreaktion, Atemgift, Brandrauch 383
 - 10.7.2.2 Atomare Gefahr, radioaktiver Stoff 385
 - 10.7.2.3 Brand- und Schadstoffausbreitung 385
 - 10.7.2.4 Chemischer Stoff 386
 - 10.7.2.5 Einstürzendes Gebäudeteil 386
 - 10.7.2.6 Explosion, Stichflamme, Druckgefäßzerknall 387
 - 10.7.2.7 Elektrische Energie 389
 - 10.7.2.8 Krankheit, Verletzung 390
 - 10.7.3 Gefährlicher Einsatz, Einsatzgrundsatz 391

Register 393

Abkürzungen

angeb.	angeboren	MZF	Mehrzweckfahrzeuge
CPR	kardiopulmonale Reanimation (= HLW)	NAW	Notarztwagen
CT	Computertomographie	NEF	Notarzteinsatzfahrzeug
D. m.	Diabetes mellitus	NW	Nebenwirkungen (s. UAW)
DD	Differentialdiagnose	o. g.	oben genannt
DIC	disseminierte intravasale Gerinnung = Verbrauchskoagulopathie	OP	Operationssaal
ELW	Einsatzleitfahrzeug	Op., op.	Operation(en), operativ
EMD	elektromechanische Dissoziation	Pat.	Patient(en)
erw.	erworben	PSR	Patellarsehnenreflex
evtl.	eventuell	RA	Rettungsassistent
FFP	tiefgefrorenes Frischplasma	RA/RS	Rettungsassistent/Rettungssanitäter
ggf.	gegebenenfalls	RD	Rettungsdienst
GKTW	Großraumkrankentransportwagen	RL	Rettungsleitstelle
Hb	Hämoglobin	RM	Rettungsmittel
HES	hypertensiver Schwangerschaftserkrankung	Rö.	Röntgen
HKS	Herz-Kreislauf-Stillstand	RS	Rettungssanitäter
HLW	Herz-Lungen-Wiederbelebung (= CPR)	RTH	Rettungshubschrauber
HMV	Herzminutenvolumen, -zeitvolumen (= HZV)	RTW	Rettungswagen
HWS	Halswirbelsäule	s. l.	sublingual
i. d. R.	in der Regel	s.	siehe
i. e. S.	im engeren Sinne	SEG	Schnell-Einsatz-Gruppen
ITH	Intensivtransporthubschrauber	Sono	Sonographie,
KHK	koronare Herzkrankheit	SSW	Schwangerschaftswoche
KTW	Krankentransportwagen	SV	Schlagvolumen
MAD	mittlerer arterieller Blutdruck	TIA	transitorische ischämische Attacke
max.	maximal	u. U.	unter Umständen
MPG	Medizinproduktegesetz	UAW	unerwünschte Arzneimittelwirkungen (s. NW)
MRT	Magnetresonanztomographie	VKOF	verbrannte Körperoberfläche
		ZVD	zentraler Venendruck
		ZVK	zentraler Venenkatheter

1. Rettungsdienst, Berufsbild, Rechte

1.1 Rettungsassistent

P. Maßbeck

RA: Der Beruf des Rettungsassistenten (RA) gehört zu den jüngsten deutschen Ausbildungsberufen und begann am 10.7.1989 mit der Verkündung im Bundesgesetzblatt (BGBl. IS. 1384). Diese Tatsache allein, der nicht maßnahmenorientierte, als Anlage zur Prüfungsordnung vom 7.11.1989 (BGBl. IS. 1966) gehörige Ausbildungskatalog und die Vielzahl von zum RA übergeleiteten Rettungssanitäter (RS) stellen ein auf Jahre hinaus großes Aus- und Fortbildungsproblem dar.

Der RA/RS entwickelt sich zum wichtigsten Helfer des Arztes in der präklinischen Notfallversorgung.

Die **Voraussetzung für den Zugang** zum Lehrgang sind im § 5 des RA-Gesetzes (RetAssG) definiert: Vollendung des 18. Lebensjahres sowie die gesundheitliche Eignung zur Ausübung des Berufs und der Hauptschulabschluß oder eine gleichwertige Schulbildung oder eine abgeschlossene Berufsausbildung.

Dauer und Inhalt der Ausbildung. Die Ausbildung dauert 2 Jahre (*Vollzeitform*) und umfaßt mindestens 1 200 Stunden Theorie und Praxis. Er schließt mit der staatlichen Prüfung ab (§ 4 RetAssG), nach der eine praktische Tätigkeit von mindestens 1 600 Stunden abzuleisten ist, die, sofern sie in Vollzeitform abgeleistet wird, 12 Monate dauert (§ 7 RetAssG).

„Die Ausbildung soll entsprechend der Aufgabenstellung des Berufs als Helfer des Arztes insbesondere dazu befähigen, am Notfallort bis zur Übernahme der Behandlung durch den Arzt lebensrettende Maßnahmen bei Notfallpatienten durchzuführen, die Transportfähigkeit solcher Patienten herzustellen, die lebenswichtigen Körperfunktionen während des Transportes zum Krankenhaus zu beobachten und aufrechtzuerhalten sowie kranke, verletzte und sonstige hilfsbedürftige Personen, auch soweit sie nicht Notfallpatienten sind, unter sachgerechter Betreuung zu befördern“ (§ 3 RetAssG).

Wer bildet aus? Die 1 200 Stunden umfassende theoretisch-praktische Ausbildung wird von staatlich anerkannten Schulen für RA durchgeführt (§ 4 RetAssG).

Die **praktische Tätigkeit** von mindestens 1 600 Stunden ist nach bestandener staatlicher Prüfung in einer von der zuständigen Behörde zur Annahme von Praktikanten ermächtigten Einrichtung des Rettungsdienstes (Lehrrettungswache) abzuleisten (§ 7 RetAssG).

Zukunftsaussichten. In den Rettungsdienstgesetzen vieler Bundesländer ist der RA/RS als berufsbezogener Arbeitsplatz fest vorgeschrieben (s. Kap. 11). Die Landesgesetze sehen den RA/RS als *Helfer des Arztes* in RTW (Rettungswagen), NAW (Notarztwagen), als *Fahrer des Notarztes* im NEF (Notarzteinsatzfahrzeug), auf dem RTH (Rettungstransporthubschrauber) sowie in der *Leitstelle* zur Abwicklung der Notfalleinsätze.

Die Möglichkeiten einer beruflichen Weiterentwicklung liegen im Führungsbereich, z. B. als *Leiter einer Rettungswache* und als *Leiter des Rettungsdienstes*, sowie im Ausbildungsbereich als *Lehrrettungsassistent* (ausbildender RA/RS während der praktischen Ausbildung auf der Rettungswache). Ferner besteht die Möglichkeit, als *Ausbilder* der staatlich anerkannten Schulen für RA/RS tätig zu werden.

Grundausbildung oder Seiteneinstieg? § 8 des RetAssG gibt die Antwort:

„Die zuständige Behörde kann auf Antrag eine andere Ausbildung im Umfang ihrer Gleichwertigkeit auf die Dauer des Lehrgangs nach § 4 RetAssG anrechnen, wenn die Durchführung des Lehrgangs und die Erreichung des Ausbildungsziels dadurch nicht gefährdet werden.“

„Eine außerhalb des Geltungsbereichs dieses Gesetzes abgeleistete praktische Tätigkeit kann im Umfang ihrer Gleichwertigkeit ganz oder teilweise auf die praktische Tätigkeit nach § 7 RetAssG angerechnet werden. Die zuständige Behörde hat auf Antrag eine nach den vom Bund/Länderausschuß „Rettungswesen“ am 20.9.1977 beschlossenen „Grundsätzen zur Ausbildung des Personals im Rettungsdienst“ (520-Stunden-Programm) erfolgreich abgeschlossene Ausbildung als RS in vollem Umfang auf den Lehrgang

nach § 4 RettAssG anzurechnen. Eine nach Abschluss der in Satz 1 genannten Ausbildung abgeleitete Tätigkeit im RD ist im Umfang ihrer Gleichwertigkeit auf die praktische Tätigkeit nach § 7 RettAssG anzurechnen.

Krankenschwestern, Krankenpfleger, Kinderkrankenschwestern und Kinderkrankenpfleger mit einer Erlaubnis nach § 1 Abs. Nr. 1 oder 2 des Krankenpflegegesetzes vom 4. Juni 1985 (BGBl. IS. 893) sind auch ohne Teilnahme an einem Lehrgang nach § 4 RettAssG zur staatlichen Prüfung zuzulassen, wenn sie an einem Ergänzungslehrgang vom mindestens 300 Stunden teilgenommen haben.

Für **Soldaten der Bundeswehr, Polizeivollzugsbeamte** des Bundesgrenzschutzes oder der Polizei eines Landes, die

- a) die Sanitätsprüfung und den fachlichen Teil der Unteroffiziersprüfung für Unteroffiziere im Sanitätsdienst der Bundeswehr,
- b) die Fachprüfung für die Verwendung als Sanitätsbeamter im Bundesgrenzschutz oder
- c) eine vergleichbare Fachprüfung für die Verwendung im Sanitätsdienst der Polizei eines Landes bestanden haben, wird der Lehrgang nach § 4 RettAssG auf Antrag um 600 Stunden, sofern er in Vollzeitform durchgeführt wird, um 6 Monate verkürzt.

Bei Personen nach Absatz 3 und 4 können Zeiten einer Tätigkeit in der Intensivpflege, in der Anästhesie oder im Operationsdienst bis zu 3 Monate auf die praktische Tätigkeit nach § 7 Abs. 1 RettAssG angerechnet werden“.

Hinzufügend sei der § 9 RettAssG erwähnt:

„Die zuständige Behörde hat auf Antrag eine Ausbildung in den in § 8 genannten Aufgaben und Tätigkeiten, die bei der Feuerwehr erworben ist im Umfang ihrer Gleichwertigkeit auf den Lehrgang nach § 4 und auf die praktische Tätigkeit nach § 7 Abs. 1 entsprechend anzurechnen. Die staatliche ist auch in diesen Fällen Voraussetzung für die Erteilung des Führens der Berufsbezeichnung.“

1.1.1 Geschichte des Berufsbildes

Anfänge: Heilkundige und ihre Helfer. In allen Kulturen fanden sich Menschen, die sich der Heilkunde verschrieben hatten. Ihnen zur Seite standen Helfer, die sie dabei unterstützten. Da die Ausübung der Heilkunde ein Wissen über den Aufbau und die Funktion des menschlichen Organismus erforderte, hatten die Heilkundigen immer einen besonderen Status gegenüber der Nor-

malbevölkerung. Häufig übernahmen *Priester* die Pflege der Heilkunde und samaritanische Tätigkeiten. Auch ist bekannt, daß *Hebammen* schon 3000 Jahre v. Chr. die Atemspende bei asphyktischen Neugeborenen durchführten, wenn auch ohne Kenntnis der Zusammenhänge. Bekannt ist die in der Bibel dokumentierte erfolgreiche *Reanimation*, die der Prophet Elisa um 850 v. Chr. bei einem Knaben durchführte (2. Buch der Könige 4,32–35). Homer erwähnt in der *Ilias* (4, 244 ff.) eine Verletztenbehandlung am Notfallort. Gerade die *griechischen Ärzte* galten als besonders tüchtig und erfahren. Bei den keltischen Stämmen galt der *Druide*, bei den indogermanischen Stämmen galt der *Schamane* (Priester als der Heilkundige, ansonsten lag die Notfallversorgung und Heilbehandlung in den Händen von *Frauen*, die die Wunden durch Auflegen von Blättern und Kräutern, sowie durch Beschwörungsformeln versuchen zu mindern. Im *frühen Mittelalter* übernahmen Klostersgemeinschaften die Versorgung der Verletzten und Kranken, im Zeitalter der Kreuzzüge waren es Ordensritter, die freiwillig Krankenpflege aus Barmherzigkeit und Nächstenliebe ausübten. Zur Zeit der *Ritterorden* bildeten sich auch Männer- und Frauengemeinschaften weltlicher Prägung, die sich ähnlichen Bestrebungen widmeten.

Ausbildung von Helfer und Laienhelfer. Erst durch die Tatsache, daß ein unversorgter und dadurch eventuell sterbender Soldat für den Kaiser zu teuer wurde, gründete Kaiser Maximilian I. (um 1500) ein Heeres-sanitätswesen. Jedes Fähnlein Landsknechte bekam einen *Feldscher* (Vorläufer eines Chirurgen) mit einer Anzahl Gehilfen, die die Verwundeten aus der Schlacht retteten und beim Trost im Krankenzelt unterbrachten, wo sie von Frauen gepflegt wurden. Vorschriften für die Tätigkeit der Feldschere finden sich 1620 in dem Buch „*Medicina militaris*“ aus Augsburg. In diesem Buch wurde auch zum ersten Mal die Ausbildungsverpflichtung der Feldschere gegenüber ihren Gehilfen erwähnt. Eine Änderung in der Kriegsverwundetenpflege trat erst nach den Bemühungen von Henri Dunant ein, welche in der Übereinkunft der *Genfer Konventionen* am 22.08.1864 mit Unterstützung Napoleons ihren Abschluß fanden. Napoleon war es auch, der im Sinne eines modernen Rettungswesens in seinem Heere Änderungen vornahm, die dem einzelnen Verletzten zugute kamen. *Larrey*, der Leibarzt Napoleons und „Inspekteur des Sanitätswesens“

führte zusammen mit einem Sanitäter eine ärztliche Versorgung vor Ort durch. Er operierte auf offenem Feld, unmittelbar nach der Verwundung. Seine fliegenden Ambulanzen waren die Basis der Sofortbehandlung hinter der Feuerlinie. Durch die Vermeidung langer Transportwege wurde vielen Soldaten das Leben gerettet. Berittene Lazarettgehilfen brachten mit leichten Fahrzeugen Verwundete zu einer Zentralambulanz.

Erste Denkanstöße zur Personenrettung außerhalb kriegerischer Auseinandersetzungen stammen aus dem Jahre 1740, der *Geburtsstunde der modernen Notfallmedizin*, als auf den königlichen Befehl – Ludwigs XV (1710–1774) in allen Provinzen Frankreichs ein „Bericht, wie man denjenigen, welche man ertrunken zu seyn glaubt, zu Hülfe kommen sollte“ öffentlich verkündet wurde. Auch für den medizinischen Laien wurden eine ganze Reihe von Notfallfibeln gedruckt, deren Autoren nicht nur aus der Ärzteschaft, sondern auch aus dem Klerus und der Administration kamen.

Häufig zitiert wurden in der damaligen Literatur z. B. das 1760 aus dem französischen ins deutsche übersetzte Büchlein mit dem Titel „*Herrn Isnard heilsamer Unterricht wie man Ertrunkenen auf die leichteste und sicherste Art wieder zum Leben verhelfen könne*“ oder Philipp Gabriel Henslers „*Anzeige der hauptsächlichsten Rettungsmittel derer, die auf plötzliche Unglücksfälle leblos geworden sind, oder in naher Lebensgefahr schweben*“ aus dem Jahre 1770. Ähnliches findet sich auch in dem „*Erste-Hilfe-Patent von Sachsen-Weimar*“ (1776) wo u. a. auf die Atemspende hingewiesen und deren Methodik erklärt wird. Die ersten Rettungsgesellschaften widmeten sich den Ertrunkenen, 1767 in Amsterdam, 1772 in Paris. In Deutschland wurde 1769 die erste deutsche Rettungsgesellschaft der Hamburgischen Rettungsanstalten für im Wasser verunglückte Menschen gegründet.

Berühmte Männer wie *Alexander von Humboldt* befaßten sich mit der Konstruktion von Rettungsgeräten, so 1793 eine Maske zum Einatmen atmosphärischer Luft aus einem Tournister oder einem auf einem Wagen fahrbaren Sack. In fast allen „Rettungskästen“ war ein Blasebalg zur Beatmung und eine Pfeife zum Einblasen von Tabakrauch in den Mastdarm vorhanden. Als Vorläufer der künstlichen Beatmung sind die Praktiken mit dem *Gorcy-Apparat*, bei dem der Brustkorb in Abständen stoßweise zusammengedrückt wurde, anzusehen.

Johanniterritter und Ärzte schlossen sich in der „*St. Johns Ambulance Association*“ in London zu-

sammen um bei Unglücksfällen im Krieg und Frieden Hilfe zu leisten. Diese Gesellschaft war 1870/71 im Deutsch-Französischen Krieg auf dem Kriegsschauplatz tätig. Sie wurde zum Vorbild, auf Anregung von Friedrich von Esmarch, – Professor der Chirurgie an der Universität Kiel –, für den Deutschen Samariterverein. Dieser Verein richtete Kurse in Erste-Hilfe für Männer und Frauen für den Dienst im Rettungswesen ein. 1895 schlossen sich die in fast allen deutschsprachigen Ländern gegründeten Vereine zum *Deutschen Samariterbund* zusammen. 1908 wurde der erste internationale Kongreß für das Rettungswesen von der *Deutschen Gesellschaft für Samariter- und Rettungswesen*, wie der Bund sich nannte, durchgeführt. 1909 erfolgte schon mit vielen tausend ausgebildeten Ersthelfern der Zusammenschluß zum *Arbeiter-Samariter-Bund*. Bis zur Jahrhundertwende wurden Erste Hilfe und Krankentransporte ausschließlich auf freiwilliger Basis von örtlichen Rot-Kreuz-Gesellschaften (1863), von Samariternvereinen (1881) und privaten Rettungsgesellschaften durchgeführt. Die Vielfalt der Systeme, Auffassungsunterschiede über Aufgaben und Ausbildung des Rettungsdienstes, erzwangen eine Vereinheitlichung. Die preußische Regierung faßte als erste den Beschluß, eine Vereinheitlichung im gesamten Staatsgebiet herbeizuführen und gründete 1901 das „*Zentralkomitee für das Rettungswesen in Preußen*“.

Aus einer Bestandsaufnahme resultierten 1912 die „*Grundsätze für die Ordnung des Rettungs- und Krankentransportwesens*“ des Reichsgesundheitsrates. Hierin waren bereits Regeln für die organisatorische Durchführung, die Ausrüstung und die Ausbildung im Rettungswesen festgelegt. Aufgrund einer Initiative ersten internationalen Kongresses für Rettungswesen (1908) in Frankfurt wurde 1910 der „*Deutsche Zentralverband für Rettungswesen*“ gegründet. Das öffentliche Rettungswesen wurde in den 30er Jahren im wesentlichen von den beiden großen Gruppen dem DRK (vorwiegend auf dem Lande und den mittleren Städten) und der Feuerwehr (in den großen Städten) getragen. Der deutsche Zentralverband koordinierte neben dem Roten Kreuz und den Feuerwehren auch die *privaten Unternehmen*.

Der Zentralverband wurde 1933 in die Reichsarbeitsgemeinschaft für Rettungswesen eingegliedert. Dem Roten Kreuz wurde mit Runderlaß vom 10.03.1938 durch den Reichs- und preußischen

Minister des Inneren die „Wahrnehmung des gesundheitlichen Rettungsdienstes in allen seinen Teilbereichen“ übertragen. Dies wurde am 30.11.1942 mittels des umstrittenen Erlasses des „Führers“ über die Vereinheitlichung des Krankentransportes ergänzt und ihm damit der gesamte Bereich des zivilen Gesundheitswesens einheitlich übertragen, nachdem die Feuerwehr zur Brandbekämpfung und technischen Hilfeleistung benötigt wurde.

Beginn der präklinischen Notfallmedizin. „Der Fahrplan des Todes fährt im Zeittakt“ (M. Kirschner): Auf dieser klinischen Erfahrung basiert die Feststellung Martin Kirschners 1938 auf der 62. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie. Auch mit Blickrichtung auf den kommenden Krieg, die Feststellung also, daß der Arzt zum Verletzten kommen solle und nicht der Verletzte zum Arzt und daß ein längerer Transport an der richtigen Stelle besser sei als ein kurzer an der falschen. Die Organisation und Durchführung des Rettungsdienstes entsprachen den soziologischen und technischen Bedingungen dieser Zeit. Allerdings war das Verständnis für die Notwendigkeit eines präklinisch aufgebauten, nach einheitlichen Richtlinien arbeitenden Rettungsdienstes recht gering. Erst fünfzig Jahre vorher setzte sich langsam bei der stationären Versorgung die Erkenntnis durch, daß Krankenhäuser nicht mehr ausschließlich als Pflegeeinrichtung, sondern als Behandlungsstätten fungieren müssen. Die Krankenhäuser entwickelten sich zu Zentren des medizinischen Wissens, der Forschung und der Macht. Was lag näher, als die These zu vertreten, der Patient habe zum Arzt zu kommen. Der Transportsanitäter erfüllte die Aufgabe des Rettungsdienstes. Transportfähigmachen beschränkte sich auf Notverbände, Schienung von Frakturen, Lagerung, Betreuung und schnellstmöglichen Transport in das nächste Krankenhaus.

Transportsanitäter nach dem 2. Weltkrieg. Nach dem 2. Weltkrieg wurde der öffentliche RD im wesentlichen durch die Besatzungsmächte bestimmt. In der amerikanischen Zone wurden die Ministerpräsidenten von Bayern, Hessen, Nord-Württemberg und Nord-Baden schon Ende 1945 mit der Aufstellung von Rot-Kreuz-Organisationen beauftragt, die den Rettungs- und Krankentransportdienst zu übernehmen hatten, in der französischen Zone wurde das DRK zunächst aufgelöst, 1948 für den RD und Krankentransport

neu etabliert. In der britischen Zone wurde der Krankentransport den Feuerwehren, entsprechend den Verhältnissen in England und damit der Stadt und Landkreisen unterstellt. Die Länder Schleswig-Holstein und Niedersachsen rückten später von der britischen Vorstellung der Organisation des Krankentransportes wieder ab. In der sowjetischen besetzten Zone wurde der Krankentransport zunächst verstaatlicht, dann allein dem DRK übertragen.

Nach den Artikeln 30, 70, 83 des Grundgesetzes der Bundesrepublik Deutschland, ist der RD eine öffentliche Aufgabe der Daseinsvorsorge, die den Bundesländern obliegt. Die Rechtsform der Delegation des Rettungs- und Krankentransportes durch die Städte und Landkreise an örtliche Hilfsorganisationen und an die Feuerwehr machte die bundeseinheitliche, dem medizinischen Fortschritt adäquate Reorganisation des Rettungswesens unmöglich. Hinzu kam der fehlende Wille der Ärzteschaft, sich der präklinischen Notfallmedizin zu widmen.

Erst durch die Initiative Einzelner, der Chirurgen K. H. Bauer (Heidelberger Klinomobil 1957), Friedhoff (Kölner Notarztwagen 1957), Gögler (Arzteinsatzwagen 1964; Prototyp Rettungswagen DIN 75080 1965) und Herzog (Gummersbacher Modell – Notarztwagen 1963) wurde die Forderung Kirschners aus dem Jahre 1938 erfüllt. Viele Einzelinitiativen müssen hier ungenannt bleiben.

Nicht mehr der kürzeste Weg in das Krankenhaus war die erste Priorität, sondern die schnellstmögliche Wiederherstellung der Transportfähigkeit am Notfallort.

Dies geschah vor dem Hintergrund der zunehmenden Motorisierung und einer Zunahme des Straßenverkehrs, was sich deshalb auch vordergründig auf Unfallverletzte bezog. Allerdings mehrten sich kritische Berichte, die ein Mißverhältnis zwischen der von der klinischen Medizin erzielten Fortschritte und Erfolge und dem dazu vergleichsweise geringen Leistungsstand des Rettungswesens offen legten. Die Problematik, von der neu entstandenen Notfallmedizin aufgegriffen, sprang bald auf den technischen Bereich über.

Als Lösung des Gesamtproblems wird in einer vom DRK herausgegebenen Schrift 1964, ein vielschichtiges, ineinandergreifendes Rettungssystem vorgeschlagen, nachdem sich an einigen Orten die Versorgung unter Einsatz moderner Rettungsmittel (Notarztwagen, Rettungshubschrauber) auf die

rein ärztliche Therapie vor Ort konzentrierte. Der Wandel in der Aufgabenstellung des Rettungsdienstes vom reinen Transportdienst zum Notfall-/RD mit präklinischer Notfalldiagnostik und -therapie, erforderte hatte nicht nur eine personelle Umstrukturierung, sondern auch die Bereitstellung von Behandlungs- und Transportraum. Durch die Verabschiedung einer Normung (DIN 75080) im Jahre 1967 wurden die bisherigen Krankentransportwagen durch standardisierte Fahrzeuge, die einer Mindestanforderung entsprechen mußten, abgelöst.

In den 70er Jahren wurde ein flächendeckendes System von Rettungsleitstellen eingerichtet, um damit die Basis für die erforderliche Umorganisation des Rettungsdienstes zu schaffen. Auf der Basis eines Musterentwurfes des Bund-Länder-Ausschusses „Rettungswesen“ von 1972 entstanden Landesgesetzsvorlagen, die die Finanzierung, die Koordination, die Organisation und die Sicherstellung des Rettungsdienstes regelten.

Erster Gesetzesentwurf zum Berufsbild. Auf dem ersten Rettungskongreß des DRK in Berlin 1966 wurden die Grundlagen für ein Berufsbild des RS formuliert. Diese Forderungen gingen konkretisiert 1973 in einen Gesetzesentwurf der Bundesregierung ein. Durch den Gesetzesentwurf sollte die Berufsbezeichnung (damals noch „*Rettungssanitäter*“), nicht die Tätigkeit, geschützt werden. Wie so häufig, scheiterte der Gesetzesentwurf allerdings zunächst an den finanziellen Folgen, die die Länder nicht tragen wollten.

Bund-Länderausschuß Rettungswesen und seine Empfehlungen. Auf Initiative des DRK, (auf ihren regelmäßig stattfindenden Rettungskongressen vehement gefordert) trat an die Stelle des gescheiterten Berufsbildes 1977 die vom Bund-Länder-Ausschuß „Rettungswesen“ ins Leben gerufene *520-Stunden-Ausbildung zum RS*. Man einigte sich organisations- und länderübergreifend und die Mehrzahl der Bundesländer schrieb diese Ausbildung auch gesetzlich vor.

Die **520-Stunden-Ausbildung** zum RS gliedert sich in 4 Abschnitte auf:

- 160 Stunden theoretische Ausbildung
- 160 Stunden klinische Ausbildung
- 160 Stunden Ausbildung auf der Rettungswache
- 40 Stunden Abschlußlehrgang mit Prüfung.

Die Ausbildungsinhalte wurden in einem vom DRK erstellten Lernzielkatalog formuliert und beziehen sich im wesentlichen auf medizinisches Grundlagenwissen (Anatomie und Physiologie), notfallmedizinisches Wissen aus den einzelnen Fachgebieten, Gerätekunde, Gesetzeskunde und Medikamentenlehre.

Erstes Berufsgesetz zum RA. Eine neue Diskussion um ein Berufsbild kam erst durch die Gründung des „*Berufsverbandes für RS*“ auf, der einen eigenen Gesetzesentwurf 1983 zur Schaffung des Berufsbildes der Öffentlichkeit vorstellte. Es entstand daraufhin eine Arbeitsgruppe „RS“ im Bund-Länder-Ausschuß „Rettungswesen“, der die Frage untersuchen sollte, ob dieses Berufsbild notwendig ist und welche Anforderungen an ein solches zu stellen seien.

1985 kam die Arbeitsgruppe in einem Bericht zu einem bejahendem Entschluß zur Schaffung eines Berufsbildes. Die Ausbildungsdauer von 2 Jahren gliederte sich auf in einen *theoretischen* Lehrgang und einer *praktischen* Tätigkeit.

Trotz vieler Debatten, sogar um die Berufsbezeichnung RA, wurde das Gesetz über den Beruf der Rettungsassistentin und des RA im Bundesgesetzblatt am 10. Juli 1989 verkündet.

1.1.2 Aufgaben

Schon bei dem ersten Gesetzesentwurf zum Berufsbild kamen Zweifel auf, ob die Schaffung eines neuen Berufsbildes wegen seiner großen fachlichen Spezialisierung überhaupt bildungspolitisch wünschenswert sei oder ob nicht die Schulung vorhandenen Personals im Hinblick auf die gestiegenen Anforderungen im RD vorzuziehen wäre. Die Auswahl der Systeme zur Besetzung der Fahrzeuge bestand zwischen dem in den USA verbreiteten Paramedic- und dem Notarztssystem deutscher Prägung (s. Kap. 11.1). Man entschied sich für das Notarztssystem, um den RA/RS nicht zu einen „Notarztverschnitt“ mit deutlich eingeschränkten notfallmedizinischen Möglichkeiten zu machen. Der RA/RS soll als hochqualifizierte Fachkraft eine wirkungsvolle Assistenzfunktion ausüben. Durch effektive Teamarbeit zwischen Notärzten und RA/RS werden notfallmedizinische Erfolge gemeinsam errungen.

Der RA/RS als Helfer des Arztes. Die wesentlichen Aufgaben des RA/RS können dem in § 3 Rett-

AssG definierten Ausbildungsziel entnommen werden. Seine Ausbildung soll entsprechend der Aufgabenstellung des Berufs als Helfer des Arztes insbesondere dazu befähigen, am Notfallort bis zur Übernahme der Behandlung durch den Arzt lebensrettende Maßnahmen bei Notfallpatienten durchzuführen, die Transportfähigkeit solcher Patienten herzustellen, die lebenswichtigen Körperfunktionen während des Transportes zu beobachten und aufrechtzuerhalten, sowie kranke, verletzte und sonstige hilfsbedürftige Personen, auch soweit sie nicht Notfallpatienten sind, unter sachgerechter Betreuung zu befördern.

Mit der Rolle des RA/RS als Helfer des Arztes sind die Einordnung als Heilhilfsberuf und die Assistenzfunktion festgeschrieben. Der RA/RS soll mit der „Durchführung lebensrettender Maßnahmen bis zur Übernahme der Behandlung durch den Arzt“ zu mehr befähigt werden als die Krankenschwester und der Krankenpfleger, deren Ausbildung nach § 4 Abs. 1 Satz 2 Nr. 5 des Krankenpflegegesetzes – KrPflG – nur auf die „Einleitung lebensnotwendiger Sofortmaßnahmen bis zum Eintreffen des Arztes“ ausgerichtet sind.

Ergänzungslehrgang. Deshalb ist für Krankenschwestern und -pfleger nach § 8 Abs. 3 RettAssG auch ein Ergänzungslehrgang erforderlich. § 3 RettAssG zieht für die Ausbildung des RA insoweit lediglich die Konsequenz aus der bestehenden Situation, wonach das nichtärztliche Rettungsdienstpersonal bereits vor Eintreffen des (Not-)Arztes am Einsatzort sein kann und im Rahmen seiner Fähigkeiten eigentlich dem Arzt vorbehaltenen Maßnahmen treffen muß. Gleichwohl führt § 3 RettAssG weder zu einer Aufweichung des im bundesdeutschen Gesundheitsrecht verankerten ärztlichen Behandlungsmonopols noch zu einer Festschreibung der sog. Notkompetenz.

Der RA/RS und die präklinische Notfallmedizin. Der RD in Deutschland hat inzwischen einen hohen Standard und eine hohe Effektivität erreicht, was sich an der Überlebensquote der Notfallpatienten, an der Minderung der Invalidität und an der Aufenthaltsdauer im stationären Bereich, sowie dem Grad der Wiederherstellung dokumentiert. Eine noch weitere Verbesserung dieses Zustandes soll und muß unser Ziel für die Zukunft sein. Der RA/RS ist der wichtigste Helfer des Notarztes im Kampf um das Wohlergehen und Überleben von Menschen. Ohne den Beruf des RA/RS als qualifizierte Fachkraft wäre unser Rettungssystem nicht weiter ausbaufähig.

1.1.2.1 Reizensburger Memorandum

Die in Deutschland am RD beteiligten Organisationen, Vertreter des Bundesgesundheitsministeriums sowie Experten in der Notfallmedizin haben sich 1996 zu einem Workshop getroffen, um ein Resümee zu ziehen über 7. Jahre RA-Gesetz. Sie haben gemeinsam das nachstehende Memorandum verabschiedet.

Reizensburger Memorandum zum Gesetz über den Beruf des RA (RettAssG 1989):

1. Dauer und Strukturierung der Ausbildung des RettAssG 1989 entsprechen nicht den Erfordernissen!

In Anpassung an andere Medizinalberufe mit dreijähriger Ausbildung und im Hinblick auf die Möglichkeit einer Anerkennung innerhalb der Europäischen Gemeinschaft muß die zweijährige Ausbildung um 1 Jahr erweitert werden. Es sollte geprüft werden, ob die Zugangsvoraussetzung nach § 5 Abs. 2 (Alter, gesundheitliche Eignung und Schulabschluß) angeho-

ben wird. Um Wechsel und Verzahnung zwischen theoretischer und praktischer Ausbildung zu gewährleisten, ist anstelle der derzeitigen Struktur ein integrierter Lehrgang zu schaffen, an dessen *Ende* die staatliche Prüfung stattfindet.

Solange eine solche staatliche Abschlußprüfung noch nicht am Ende der Ausbildung erfolgt, ist durch die Länder im Rahmen ihrer Aufsichtspflicht sicherzustellen, daß das Gespräch nach § 2 Abs. 3 der Ausbildungs- und Prüfungsverordnung für Rettungsassistentinnen und RA von Form und Inhalt her einer tatsächlichen Feststellung der Eignung zur Ausübung des Berufs eines RA entspricht.

2. Einheitlichkeit der Ausbildung: Obwohl der Gesetzgeber mit dem RettAssG eine bundeseinheitliche Ausbildung vorgeschrieben hat, ist 7 Jahre nach dessen Inkrafttreten immer noch kein *bundeseinheitlicher Mindeststandard* umgesetzt. Die ausbildenden Hilfsorganisationen ASB, DRK, JUH und MHD werden einen gemeinsamen Inhalts- und Lernzielkatalog zur RA-Ausbildung vorlegen. Die Bundesländer werden aufgefordert, diese definierten Standards dann als verbindlich festzuschreiben.

3. Zu hoher Anteil verkürzt ausgebildeter

RA: Die im Gesetz definierte *Regelausbildung* wird überwiegend umgangen. Ein erheblicher Teil der RA durchläuft nur eine verkürzte Ausbildung nach § 8 Abs. 2.

Nach § 8 Abs. 2 wird die Ausbildung zum RS (520-Stunden-Ausbildung) auf den Lehrgang angerechnet. Der Umfang der darüber hinaus erforderlichen praktischen Tätigkeit im RD ist bisher *nicht* definiert.

Die Teilnehmer des Workshops empfehlen nachdrücklich, daß der Antrag auf Anrechnung in Zukunft erst dann gestellt werden kann, wenn der Bewerber mindestens 2 Jahre als RS eingesetzt war und in dieser Zeit an mindestens 600 Einsätzen im RD teilgenommen hat.

Dies setzt voraus, daß Satz 2 in § 8 Abs. 2 gestrichen und durch einen der voranstehenden Forderungen entsprechenden Satz ersetzt wird.

Zuständig für die Umsetzung auf Antrag des Berufsausschusses der Arbeitsgemeinschaft der leitenden Medizinalbeamten durch Gesetzesänderung ist der Bund, für die Durchführung des entsprechenden Rechtstextes sind die Länder verantwortlich.

4. Probleme der Qualitätssicherung in Schule, Klinik und Lehrrettungswache:

Die Zahl der Schulen ist angesichts des auf dem Workshop errechneten Jahresbedarfs von ca. 100 Lehrgängen für RA zu hoch. *Kalkulationsgrundlage:*

- ca. 8% der 25 000 hauptberuflich im RD tätigen Arbeitskräfte müssen jährlich ersetzt werden
- max. Teilnehmerzahl eines Lehrgangs: 20
- aus ökonomischen Gründen sind mehrzügige Schulen anzustreben, die auch andere Rettungsdienstlehrgänge (z. B. Ausbildung von RS) anbieten.

Es muß sichergestellt werden, daß die Zahl der Schulen reduziert und deren Leistungsfähigkeit erhöht wird. Anzustreben ist eine bundeseinheitliche Strukturqualität, die ggf. durch ein Zertifikat zu bestätigen ist.

Folgende *Standards* sind festzuschreiben:

- ▷ bauliche Voraussetzungen
- ▷ Qualifikation des Lehrpersonals
- ▷ Art und Umfang des Lehrmaterials
- ▷ Ausbildung nach einheitlichen Lernzielkatalogen.

Für die Gestaltung des Unterrichts sind als Berater Ärzte mit fundierten notfallmedizinischen Erfahrungen und Vertreter aller im Gesetz genannten Fachbereiche erforderlich.

Die Schule ist verpflichtet, die Durchführung der Praktika in Krankenhaus und Lehrrettungswache zu überprüfen sowie Konsequenzen aus einem wechselseitigen Erfahrungsaustausch zu ziehen.

Jede Schule hat nachzuweisen, daß für jeden Auszubildenden ein Praktikantenplatz im Lehrkrankenhaus und auf einer Lehrrettungswache (praktische Tätigkeit §7 RettAssG) zur Verfügung steht. Praktikantenplätze sind mit Lehrkrankenhäusern und Lehrrettungswachen *vertraglich* abzusichern.

Die ausbildenden Hilfsorganisationen ASB, DRK, JUH und MHD werden Standards entwickeln zur

- ▷ räumlichen und materiellen Anforderungen an eine Rettungsdienstschule
- ▷ der Qualifikation der Lehrkräfte
- ▷ der Lehr- und Lernmaterialien.

Zur Qualifikation der Lehrrettungsassistenten, unter deren Aufsicht der Praktikant auf Lehrrettungswachen tätig ist, sind in gleicher Weise die gemeinsam getragenen *Grundsätze* der ausbildenden Hilfsorganisationen *zur Ausbildung von Lehrrettungsassistenten* einzuhalten.

5. Unzureichende Finanzierung der RA-Ausbildung:

Die bisherige Entgeltzahlung für Auszubildende ist unzureichend!

Die Ausbildungskosten sind Kosten des RD, sofern die Ausbildungsstelle auf den Stellenplan angerechnet wird. Unter dieser Voraussetzung müssen diese Kosten über die Benutzungsentgelte finanziert werden.

Die Ausbildung muß für den Auszubildenden kostenfrei sein; zudem muß von Ausbildungsbeginn an eine *Ausbildungsvergütung* gezahlt werden. Diese sollte je nach Ausbildungszeit gestaffelt sein.

Die Länder werden aufgefordert, diese Forderung zur Finanzierung der Ausbildung in die länderspezifischen Regelungen zum RD aufzunehmen. Ferner werden die Länder aufgefordert, sich an den Kosten der Ausbildungsstätten zu beteiligen, wie dies zum Beispiel im Freistaat Bayern praktiziert wird.

1.2 Recht im Rettungsdienst (RD)

J.-H. Möller

Der RA/RS ist der qualifizierte Assistent und Helfer des Notarztes. Sein gemeinsamer Einsatz mit dem Notarzt stellt den Regelfall, das alleinige Wirken die Ausnahme dar. Unabhängig davon gilt, daß RA/RS bis zum Eintreffen des Notarztes tätig werden.

1.2.1 Delegation ärztlicher Aufgaben, Notkompetenz, MedGV

Delegation ärztlicher Aufgaben:

- ▷ *Notarzt- und RD* werden in der Praxis überwiegend getrennt organisiert. Der Notarzt wird nicht zum Arbeitnehmer der den RD durchführenden Organisation, wäre also dem RA gegenüber nicht zu arbeitsrechtlichen Weisungen befugt. Da derartige Weisungen aber unabdingbar sind, ist davon auszugehen, daß die Arbeitgeber der RA dem Notarzt ein Weisungsrecht gegenüber diesen einräumen.
Will der Notarzt im Notfalleinsatz einmalig oder generell ärztliche Maßnahmen delegieren, so kann er sich nach dem Vertrauensgrundsatz darauf verlassen, daß der Rettungsassistent alle für den Einsatz erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten besitzt. Gleichwohl bleibt der Notarzt verpflichtet, sich vom Vorhandensein dieser Kenntnisse und Fähigkeiten *stichprobenhaft* zu überzeugen und den RA zu *kontrollieren*.
- ▷ *Hausarzt und RD*. Häufig sind niedergelassene Ärzte unterschiedlicher Fachgebiete und Qualifikation Partner des RA im Einsatz. Bei der Anforderung von Transportmitteln ist der niedergelassene Arzt an die *Krankentransportrichtlinien* gebunden und hat unter Berücksichtigung der medizinischen Sachverhalte das kostengünstigste Transportmittel anzufordern (Notfälle ausgenommen).

Das Weisungsrecht des niedergelassenen Arztes ist grundsätzlich dem des Notarztes gleichgestellt. Einschränkend ist festzustellen, daß der RA/RS wieder die volle Verantwortung für den Pat. trägt, sofern der die Weisung erteilende Arzt die Begleitung des Pat. nicht übernimmt und sofern sich der Zustand des Pat. auf dem Transport verändert. Darauf hat der RA im Rahmen seiner *Notkompetenz* unter Beachtung des Grundsatzes der

Verhältnismäßigkeit zu reagieren und ggf. einen Notarzt hinzuzuziehen, auch wenn der niedergelassene Arzt eine gegenteilige Weisung erteilt hat.

Auch der niedergelassene Arzt kann an den RA/RS ärztliche Maßnahmen zur Durchführung delegieren und nach dem Vertrauensgrundsatz von der Befähigung des nach dem RettAssG ausgebildeten RA ausgehen.

Notkompetenz des RA/RS

Breiten Raum hat in der Vergangenheit die Diskussion um die Notkompetenz des RA und der daraus folgernden Pflicht eingenommen, sofern ärztliche Hilfe (durch den Notarzt oder einen anderen Arzt) nicht oder nicht rechtzeitig zu erlangen ist. Vordergründig drehte sich die Diskussion über Jahre hinweg darum, ob der RA gegenüber dem zu betreuenden Notfallpatienten eine Garantenstellung habe oder nicht. Diese Diskussion hat mehr zur Verwirrung als zur Klärung des Problems beigetragen.

Es besteht nämlich kein Grund, zwar dem Arzt im Notarztendienst eine Garantenstellung gegenüber dem betreuenden Notfallpatienten aufzuerlegen, nicht aber dem RA. Die viel interessantere Frage nach Inhalt und Umfang der sich aus der Garantenstellung ergebenden Garantenpflicht muß natürlich beim Notarzt anders beantwortet werden als beim RA.

Leitlinien der Notkompetenz sind:

- ▷ Fehlt ärztliche Hilfe, muß der RA/RS die *beste und wirksamste Hilfe* leisten, zu der er nach Ausbildung, Kenntnissen und Fähigkeiten instande ist.
- ▷ Er hat streng nach dem Grundsatz der *Verhältnismäßigkeit* diejenigen Maßnahmen zu treffen, die zur Abwendung der akuten Lebensgefahr erforderlich, geeignet und notwendig sind und bei denen die Intensität des Eingriffs in vertretbarem Verhältnis zum Erfolg steht.
- ▷ Von mehreren Maßnahmen hat er die *am wenigsten invasive* zu ergreifen.
- ▷ Ehe er Maßnahmen ergreift, die dem Arzt vorbehalten sind, müssen sich seiner Auffassung nach *sämtliche nichtärztliche Maßnahmen* als nutzlos erwiesen haben.

Dies bedeutet, daß der RA/RS nicht wahllos Maßnahmen und Methoden ergreifen darf, die ihm geeignet erscheinen, weil er sie etwa besonders gut beherrscht und gerne einsetzt. Der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit gilt natürlich auch für jeden Notarzt, wenn gleich dieser natürlich deutlich mehr therapeutische Möglichkeiten hat.

MedGV anwenden (s. Kap. 9.1)! Seit dem 1.1.1986 dürfen medizinisch-technische Geräte, die in der Heilkunde oder Zahnheilkunde oder bei der Behandlung und Untersuchung verwendet werden sollen, nur noch nach den Vorschriften der MedGV, den anerkannten Regeln der Technik sowie den Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften errichtet und betrieben werden.

Ungeachtet des Umstandes, daß die aus der MedGV resultierenden Pflichten zunächst den Betreiber treffen, hat der RA/RS als Anwender medizinisch-technischer Geräte ebenfalls gewisse Pflichten zu beachten, die ihm u. a. durch betriebsorganisatorische Maßnahmen (Dienstanweisungen, Einzelanweisungen) übertragen werden können und auf die er hinzuweisen ist.

Praxishinweis: Hierzu gehört insbesondere die Pflicht, Geräte vor Anwendung im Einsatz einer Funktionsprüfung zu unterziehen, und sich über die Funktionsweise der eingesetzten Geräte die erforderlichen Kenntnisse zu verschaffen. Für die hierzu erforderliche Einweisung, die in Zeitabständen zu wiederholen ist, trägt der Gerätebetreiber die Verantwortung. Hinsichtlich der Geräte, die im Notarztwagen vorhanden sind, deren Betreiber der Träger des RD ist und die überwiegend vom Notarzt angewendet werden, müssen bezüglich der Pflichten aus der MedGV zwischen Trägern des Notarzt- und des RD unbedingt klare und eindeutige Absprachen getroffen werden, um die durch den Geräteinsatz bestehenden Gefahren für den Notfallpatienten soweit wie möglich zu verhindern.

1.2.2 Strafrechtliche Verantwortlichkeit

(1) Strafbarkeit durch aktives Tun. Nach Auffassung der Rechtsprechung, die das Bundesverfassungsgericht in seiner Arzthaftungsentscheidung bestätigt hat, erfüllt der ärztliche Heileingriff den *Tatbestand der Körperverletzung*. Seine Rechtswidrigkeit wird aber durch die ausdrückliche oder die mutmaßliche Einwilligung des Pat. beseitigt.

Der entgegen den Regeln der ärztlichen Kunst durchgeführte Heileingriff, der zur Schädigung des Pat. führt, ist von dieser Einwilligung/mutmaßlichen Einwilligung des Pat. nicht gedeckt. Er kann daher, sofern dem Arzt oder seinen Helfern hieraus ein persönlicher Vorwurf fahrlässigen Handelns gemacht wer-

den kann (*pflichtwidrige Tatbestandsverwirklichung und Vorhersehbarkeit der Rechtsverletzung*), zu einer Strafbarkeit wegen *fahrlässiger Körperverletzung* oder *fahrlässiger Tötung* (je nach eingetretenem Erfolg) führen.

(2) Strafbarkeit durch Unterlassen. Der Tatbestand eines Begehungsdelikts kann regelmäßig auch durch ein Unterlassen verwirklicht werden. Allerdings kann dieses Unterlassen einem aktiven Tun erst dann gleichgestellt werden, wenn den Unterlassenden rechtlich eine Pflicht trifft, dafür zu sorgen, daß ein bestimmter Erfolg nicht eintritt. Dies verpflichtet zur Vornahme aller zur Abwendung der lebensbedrohlichen Situation notwendigen, erforderlichen und geeigneten Maßnahmen. An diesem Grundsatz ändert sich auch dann nichts, sofern der RA auf sich allein gestellt im Rahmen der Notkompetenz tätig wird.

Die aus der Garantenstellung resultierende Pflicht verpflichtet ihn in jedem Fall, diejenigen erforderlichen *nichtärztlichen* Maßnahmen vorzunehmen, die er in seiner Ausbildung vermittelt bekommen hat. Beherrscht er darüber hinaus *ärztliche* Maßnahmen, so ist er verpflichtet, dies unter Beachtung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit anzuwenden. Generelle Anweisungen des Arbeitgebers, derartige ärztliche Maßnahmen, die der RA beherrscht zu unterlassen, sind rechtswidrig.

(3) Übernahmeverschulden. Im RD kann sich der Vorwurf, pflichtwidrig gehandelt zu haben, auch daraus ergeben, daß der RA/RS den Dienst übernimmt, obwohl er die damit verbundenen Pflichten mangels entsprechender Kenntnisse und Fähigkeiten nicht ordnungsgemäß erfüllen kann. Der RA handelt fahrlässig unter dem Gesichtspunkt des Übernahmeverschuldens, sofern er diesen Mangel hätte erkennen können.

Fahrlässig handelt im übrigen aber auch derjenige, der den RA/RS zum Dienst einteilt, ohne geprüft zu haben, ob dieser über die erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten verfügt. Diese Prüfung muß, solange es keine einheitlichen formalen Ausbildungsgänge gibt, streng individuell erfolgen; nach Absolvierung der neuen, in der Ausbildungs- und Prüfungsord-

nung geregelten Ausbildung kann sie generell erfolgen.

- (4) **Verschuldensmaßstab.** Im Strafrecht gilt ein subjektiver Verschuldensmaßstab. Trifft der RA/RS am Notfallort Maßnahmen, die sich im nachhinein als falsch herausstellen, so ist bei der Prüfung, ob ihm hieraus ein *Verschuldensvorwurf* gemacht werden kann, auf den Zeitpunkt des Handelns bezogen zu fragen, ob der eingetretene Erfolg seinen Kenntnissen und Fähigkeiten unter Berücksichtigung der aktuellen Gegebenheiten am Notfallort hätte vermieden werden können. Nur wenn diese Frage bejaht werden kann, kommt eine Strafbarkeit wegen *fahrlässiger Körperverletzung* oder *fahrlässiger Tötung* in Betracht.

1.2.3 Zivilrechtliche Haftung, Schweigepflicht

Sorgfaltspflichtverletzung. Das Zivilrecht stellt – anders als das Strafrecht – bei der Beurteilung fahrlässigen Handelns einen objektiven Maßstab auf. Danach kommt es nicht darauf an, zu welcher Sorgfalt der Handelnde in der konkreten Situation seinen individuellen Fähigkeiten entsprechend in der Lage war, sondern welche Sorgfalt ein gewissenhafter RA/RS unter den gegebenen Umständen anwenden würde.

Beachtet er die Sorgfaltsregeln seines Berufsstandes, so kann er regelmäßig davon ausgehen, wegen seines Handelns keinen Schadenersatzanspruch befürchten zu müssen. Ehren- und hauptamtliche RA/RS sind gleich zu behandeln. Neben dieser primären Sorgfaltspflichten, gelten auch Organisationspflichten, deren Verletzung Behandlungsschäden verursachen und Schadenersatzansprüche der Notfallpatienten nach sich ziehen können.

Haftung aus Vertrag. Eine Haftung des RA auf Schadenersatz aus dem Behandlungs- oder Transportvertrag scheidet aus, da der RA nicht Vertragspartner des ansprechbaren Notfallpatienten, sondern lediglich Erfüllungsgehilfe des Vertragspartners Hilfsorganisation/Feuerwehr ist.

Haftung aus Geschäftsführung ohne Auftrag und unerlaubter Handlung. Ist der Notfallpatient nicht willensfähig oder nicht bei Bewußtsein, so gelten die Regeln über die berechnigte Ge-

schäftsführung ohne Auftrag. Auch bei ihr muß der RA/RS die vorzunehmenden Maßnahmen mit der im Verkehr erforderlichen Sorgfalt durchführen. Eine Haftung tritt, sofern eine außergewöhnliche Notfallsituation vorliegt, allerdings nur bei grober Fahrlässigkeit ein. Schließlich kann der Notfallpatient seinen Schadenersatzanspruch auch auf unerlaubte Handlung (§ 823 Abs. 1 oder 2 BGB i. V. m mit einem Schutzgesetz z. B. dem Gerätesicherheitsgesetz oder der MedGV) stützen, sofern die vorgenommenen Maßnahmen nicht nach den Regeln der Kunst durchgeführt und deshalb nicht von der Einwilligung oder mutmaßlichen Einwilligung des Notfallpatienten gedeckt, den Tatbestand der Körperverletzung erfüllen.

Rückgriff- und Freistellungsanspruch. Leistet der Arbeitgeber eines RA/RS für eine von diesem verursachten Schaden einem Notfallpatienten Ersatz, so wird er sich diesen Betrag ganz oder teilweise beim RA wieder holen wollen. Rechtsgrundlage für den Rückgriff ist dabei der zwischen RA/RS und Hilfsorganisation bestehende Arbeitsvertrag.

Bei normalen Tätigkeiten ohne besondere Schwierigkeiten und Gefährdung kann der Arbeitgeber bei jedem Verschulden Rückgriff nehmen. Stellt die vom RA/RS ausgeübte Tätigkeit wegen ihrer besonderen Ausprägung eine *gefahrgeignete Tätigkeit* dar, so ist nach der derzeit wieder geltenden, allerdings nicht ganz unumstrittenen Rechtsprechung des Bundesarbeitsgerichts der Rückgriff nur bei grober Fahrlässigkeit und Vorsatz möglich, ein teilweiser bei mittlerer Fahrlässigkeit. Eine *gefahrgeignete Tätigkeit* wird beim RA etwa dann vorliegen, wenn er, im Rahmen seiner Notkompetenz tätigwerdend, jede nur mögliche Rettungsmaßnahme ergreift und es dabei zu dem schädigenden Ereignis kommt.

Wird der RA/RS vom Notfallpatienten aus Verletzung der Pflichten eines Geschäftsführers ohne Auftrag oder gar aus unerlaubter Handlung unmittelbar in Anspruch genommen, so hat er bei Vorliegen gefahrgeneigter Tätigkeit bis zum Vorliegen leichter Fahrlässigkeit gegen seinen Arbeitgeber einen Anspruch auf Freistellung von Schadenersatzansprüchen Dritter, bei mittlerer Fahrlässigkeit einen teilweisen.

Bei *ehrenamtlichen RA/RS* haftet dem geschädigten Notfallpatienten aus Vertrag zunächst ebenfalls die ihn einsetzende Hilfsorganisation auf Ersatz

des eingetretenen Schadens. Bei Direktansprüchen aus Geschäftsführung ohne Auftrag bzw. unerlaubter Handlung sollte der Verein in analoger Anwendung der o. g. Grundsätze des Bundesarbeitsgerichts zur Haftung bei gefahrgeneigter Tätigkeit seinen ehrenamtlichen RA/RS von Ansprüchen eines Notfallpatienten freistellen.

Die Haftungsfragen spielen in der Praxis insofern offenbar eine geringe Rolle, als die entsprechenden Risiken über Versicherungen abgedeckt werden.

Schweigepflicht

- ▷ Der **Notarzt** hat aufgrund der Berufsordnung über Tatsachen zu schweigen, die ihm im Rahmen seiner Berufsausübung anvertraut werden oder zur Kenntnis kommen. Verstöße sind nach § 203 StGB strafbar und berufsgerichtlich zu belangen.
- ▷ **RA/RS** sind als Helfer des Notarztes anzusehen. Auch sie unterliegen der Schweigepflicht, allerdings einer von der des Arztes abgeleiteten. Sie müssen auch gegenüber Polizeibehörden schweigen, solange der Notarzt nicht von der Schweigepflicht entbunden ist oder aufgrund einer mutmaßlichen Einwilligung des Pat. oder einer Güterabwägung zugunsten eines höherwertigen Rechtsguts zu Lasten der Schweigepflicht ihm bekanntgewordene Tatsachen offenbart. Die *Schweigepflicht* gilt auch für das Personal der Rettungsleitstellen. Transportieren RA/RS einen Notfallpatienten zum Notarzt, so sind sie als Gehilfen des Notarztes anzusehen. Der Schweigepflicht korrespondiert ein *Schweigerecht* vor Gericht und Behörden.

Zur Verwirklichung dieser Ziele waren die Bundesländer aufgerufen, den RD gesetzlich zu regeln. Erste Initiativen dahin gehen auf das Jahr 1966 zurück. Das erste Rettungsdienstgesetz trat allerdings erst im 1974 in Kraft. Vorreiterstellung hatte dabei der Freistaat Bayern, der als erstes Bundesland dieses „Gesetz über den RS (BayRDG)“ im selben Jahr in Kraft setzte.

Nach Novellierung sind heute in nahezu allen Bundesländern überarbeitete Rettungsdienstgesetze in Kraft. Diese regeln die Aufgaben des RD als öffentlichen Pflichten auftrag zur Sicherheit der Bevölkerung. Es finden sich Angaben zur Qualifikation des einzusetzenden Personals und der Gerätschaften. Die Trägerschaften des öffentlichen RD werden ebenso geregelt wie Zulassungskriterien für privatwirtschaftliche Anbieter, die außerhalb der öffentlich beauftragten RD Notfallrettung und qualifizierten Krankentransport durchführen wollen.

Bedingt durch *Gesundheitsreform und Kosteneinsparungszwang* werden diese Gesetze in naher Zukunft neu formuliert werden müssen. Basieren diese Verordnungen bisher in der Hauptsache auf dem *Subsidiaritätsprinzip* und damit im Kern auf der Einbindung von freiwilligen Hilfsorganisationen, wird man zukünftig gezwungen sein, rettungsdienstliche Belange der freien Marktregulation zu unterwerfen.

Möglichkeiten, Kooperation und Qualifikation. Das Rettungsdienstgesetz definiert die Tätigkeitsbereiche und schreibt die erforderlichen Mindestqualifikationen fest: Einsatzmöglichkeiten sind boden- und luftgebundenen Rettungsmittel, Rettungsleitstellen, Feuerwehren, Spezialeinrichtungen u. a. In der Hauptsache basiert ein funktionierender RD immer auf dem Zusammenspiel zwischen Rettungsassistent und Notarzt. Wenngleich Systeme anderer Länder beweisen, daß notfallmedizinische Versorgung auch ohne ärztliche Beteiligung funktionieren kann, werden und sollen sich am deutschen System in dieser Hinsicht keine Änderungen ergeben.

Kritisch dazu soll bemerkt sein, daß auch die Qualifikationsanforderungen an Notärzte in der derzeitigen Form nicht immer zu genügen scheint.

1.3 Struktur des Rettungsdienstes

K. Graf

Rettungsdienstgesetze und Folgen. Ziele und Funktion des Rettungswesens sind:

- durch Schmerz, Angst und Not verursachte menschliche Ausnahmezustände mildern
- einer Verschlechterung des Zustandes der Pat. entgegenwirken
- zusätzliche Schädigungen verhindern
- Vitalfunktionen wiederherstellen.

2. Medizinische Grundlage: Funktionelle Anatomie, Zytologie

2.1 Körper: Bau und Funktion im Überblick

E. Häusler

Der Körper ist symmetrisch gebaut. Er ist paarig und gliedert sich in einen *Stamm* und 2 Paar *Gliedmaßen* (Arme und Beine). Der Stamm besteht aus *Kopf*, *Hals* und *Rumpf*. Der Rumpf wird in Brustraum (*Thorax*), Bauch (*Abdomen*) und Becken (*Pelvis*) eingeteilt. Im symmetrischen Thorax verläuft die Mittellinie durch das Brustbein (*Sternum*). Hinter diesem befindet sich das Mittelfell (*Mediastinum*) mit dem Herzen und den großen Gefäßen. Das Abdomen wird in Ober-, Mittel- und Unterbauch eingeteilt.

Für die Beschreibung von Lagebeziehungen werden folgende Begriffe verwendet:

- *ventral* – vorn (bauch- oder brustwärts gelegen)
- *dorsal* – hinten (zum Rücken gelegen)
- *kranial* – kopfwärts, *kaudal* – fußwärts
- *lateral* – seitwärts, *medial* – zur Mitte gelegen
- *distal* – vom Rumpf weg gelegen
- *proximal* – zum Rumpf hin gelegen.

Mit Hilfe dieser groben Einteilung und wichtiger Linien (Abb. 2-1) ist eine Beschreibung der Lokalisation von Schmerzen, Verletzungen oder anderen Symptomen möglich.

2.1.1 Atmungssystem

Anatomie. Das Atmungssystem dient dem Gasaustausch. Über die Sauerstoffauf- und Kohlendioxidabgabe ist es an der Energieproduktion, am Stoffwechsel der Zelle, aber auch am Säure-Basen- sowie am Wasser-Elektrolyt-Haushalt beteiligt. Den Gasaustausch innerhalb der Zelle und die Verarbeitung des Sauerstoffs bezeichnet man als *innere Atmung*. Unter *äußerer Atmung* versteht man den Gasaustausch mit der Umwelt (Lungen – Blut) und den Transport bis zur Zelle.

Das Atmungssystem wird in einen *oberen* und einen *unteren Abschnitt* sowie das *gasaustauschende System* gegliedert. Die Grenze bildet der Kehlkopf:

- ▷ Zu den **oberen Atemwegen** gehören: *Nase* mit den Nasennebenhöhlen und *Mund* mit Rachen

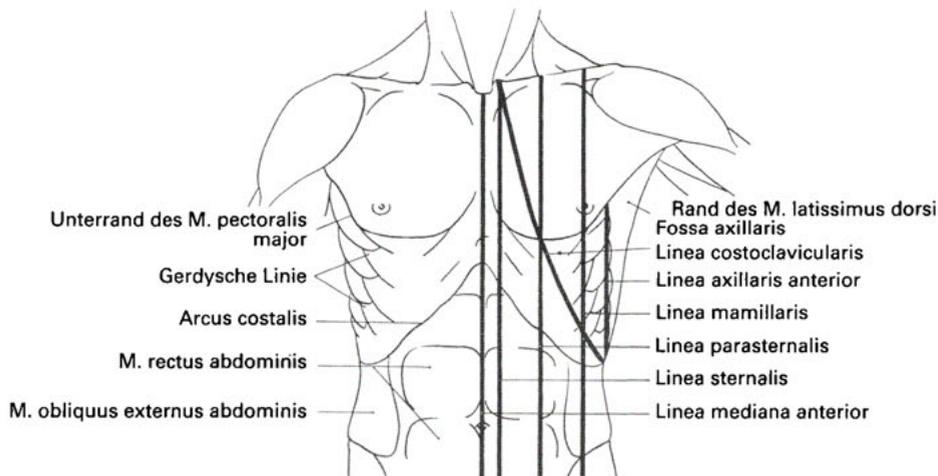


Abb. 2-1: Für die Orientierung am Körper hat man Linien definiert. Besondere praktische Bedeutung haben folgende: *Mittellinie* (L. mediana anterior), *Parasternallinie* (L. parasternalis), *vordere Axillarlinie* (L. axillaris ant.), *Senkrechte durch die Mitte des Schlüsselbeins* (L. mamillaris)

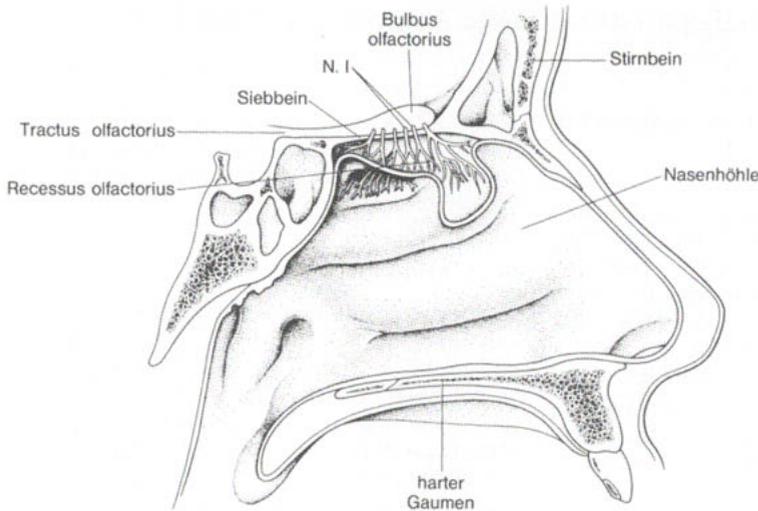


Abb. 2-2: Seitliche Wand der *Nasenhöhle* (mit Lage des *Reichnerven: N. I.*). Der *Proc. olfactorius* enthält die *Schleimhaut* mit *Flimmerhaaren* und *Riechzellen*

- ▷ Die **unteren Atemwege** sind: *Kehlkopf*, die *Trachea* und *Bronchien* mit ihren *Verzweigungen*.
- ▷ Zum **gasaustauschenden System** gehören: *Alveolen*, *Lungenbläschen*.

Nase und die Nasennebenhöhlen (Abb. 2-2). Von der *Nasenhöhle* gehen die *Eingänge* zu den *Nasennebenhöhlen* mit *Schleimhaut* ausgekleidete *Hohlräume* im *knöchernen Gerüst* des *Gesichtsschädels*, ab.

Rachen (Pharynx). Der mit *Schleimhaut* ausgekleidete *Rachen*, ein *Schlauch*, der von der *Schädelbasis* bis zum *Ösophagusmund* reicht, *leitet die Luft* und ist *Beginn des Nahrungsschlauchs*. Als *Verbindung* zwischen *Nase* und *Kehlkopf* gliedert er sich in *3 Abschnitte*:

- ▷ *Epipharynx* (*oberer Nasenrachenraum*), *oberster, nasaler Teil* des *Rachens*, mit dem *Mittelohr* durch die *Tuba auditiva* verbunden (s. Abb. 2-50)
- ▷ *Mesopharynx* (*mittlerer Mundrachenraum*)
- ▷ *Hypopharynx* (*unterer Kehlkopfrachenraum*), hier *kreuzen sich Atem- und Speisewege*, der *Schluckreflex* wird *ausgelöst*.

Kehlkopf (Larynx). Der *Larynx* (Abb. 2-3, s. Abb. 5.5–2, S. 110) ist ein *kompliziertes Gebilde*

aus *Knorpel*, *glatter Muskulatur* und *Schleimhaut*.

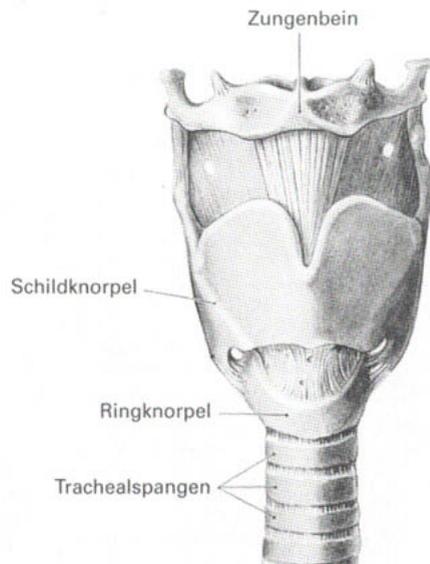


Abb. 2-3: *Kehlkopf* mit dem prominenten *Schildknorpel* von vorn. Das *Lig. cricothyroideum (Ligamentum conicum)* verbindet *Schild- und Ringknorpel (Cartilago cricoidea)* miteinander und wird bei der *Koniotomie* durchtrennt

Praxishinweis: Seine topographischen Beziehungen (Abb. 2-4) sind von klinischer Bedeutung: *Koniotomie* (s. Abb. 5.3-14, S. 98), *Lufttröhrenschchnitt*, *Intubation*.

Er befindet sich auf halber Höhe des Halses direkt unter der Haut.

Funktionen: Weiterleitung der Luft, Schlucken, Auslösung des Hustenreflexes und Stimmbildung. Das Skelett besteht aus: *Schild-, Ring-, 2 Stellknorpeln* und dem *Kehldeckel* (Epiglottis). Je nach Funktionszustand ist die Öffnung des Larynx erweitert oder sehr eng.

Zwischen *Schild-* und *Stellknorpel* befinden sich 2 Schleimhautfalten, *Stimmbänder* (Abb. 2-5). In gespanntem Zustand können sie durch die aus dem Thorax strömende Luft in Schwingungen versetzt

werden. Es entsteht ein Ton, der mit Gesichtsmuskulatur, Zunge und Zähnen zu einem Laut geformt wird. Bei einer völligen Kontraktion der Muskulatur, dem Verschluss der Stimmritze, spricht man von einem *Laryngospasmus*, ausgelöst durch Fremdkörper, der das tiefere Eindringen verhindert. Eine weitere Funktion des Kehlkopfes ist seine Beteiligung am *Schluckakt*. Beim Schlucken bewegt er sich nach oben. Der Kehldeckel verschließt die Luftwege, und die Speise gelangt in die Speiseröhre, deren Öffnung hinter dem Kehlkopf liegt.

Lufttröhre (Trachea). An den Kehlkopf schließt sich beim Erwachsenen nach kaudal etwa in Höhe des 6.-7. Halswirbels die Lufttröhre an, beim Säugling ca. 1-2 Halswirbel höher. Sie liegt im vorderen Bereich des Halses und des Mediastinums. Die Trachea besteht aus 12-16 hufeisenförmigen *Knorpelspangen*. Nach dorsal wird sie durch eine *muskuläre Membran* (Pars membranacea tracheae) geschlossen, der die Speiseröhre anliegt. Die Lufttröhre ist mit *Flimmerepithel*, einer Zelltart mit feinen Flimmerhaaren, ausgekleidet. Diese bewegen sich sehr schnell. Staubpartikel oder sehr kleine Fremdkörper werden durch den Schleim aus der Atemluft gefiltert und nach außen transportiert. Etwa in Höhe des 4. Brustwirbels teilt sich die Trachea in den *re. und li. Hauptbronchus*. Diese Stelle nennt man *Bifurcatio tracheae* (Bifurkation, s. Abb. 2-7).

Die Lungen (Pulmones, Abb. 2-6) beginnen mit den 2 *Hauptbronchien*.

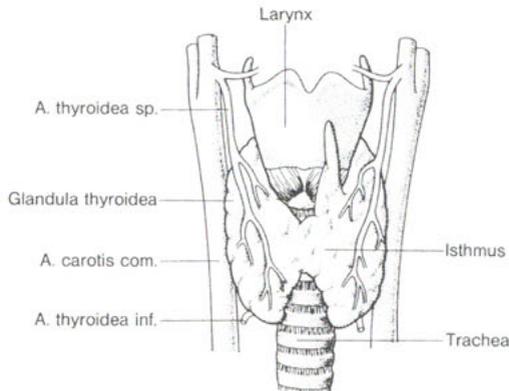


Abb. 2-4: Lage des Kehlkopfes (*Larynx*) in Bezug zu *Trachea* (Lufttröhre), *großen Gefäßen* (*A. thyroidea superior*, *A. carotis communis*) und zur *Schilddrüse* (*Glandula thyroidea*)

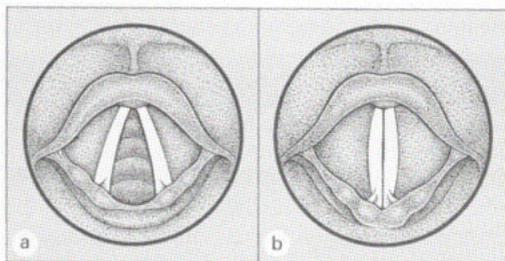


Abb. 2-5: *Kehlkopfspiegelbild* in Respiationsstellung (Intubation möglich) und bei geschlossener Stimmritze (Phonationsstellung)

- ▷ Der *re. Hauptbronchus* (Abb. 2-7) geht steil nach unten und gliedert sich in 3 Lappenbronchien (*Bronchus lobaris*). Diese bezeichnet man als *Ober-, Mittel- und Unterlappenbronchus*.
- ▷ Der *li. Hauptbronchus* geht in einem Winkel von 40-50° nach li. ab. Er teilt sich nur in 2 Lappenbronchien, *Ober- und Unterlappen*. Als Rest eines 3. Lappens existiert die Zunge, *Lingula*, ausgehend vom Oberlappen. Sie liegt ventral über dem Herzen.
- ▷ Innerhalb der Lappen verzweigen sich die Bronchien (Abb. 2-8 a) in Segmentbronchien (*Bronchi segmentales*) und diese in Endbronchioli (*Bronchioli terminalis*, Durchmesser: < 1 mm). Über die *Bronchioli respiratorii*, die dichotomisch von den Endbronchioli entspringen, erfolgt der Übergang zu den *Alveolen* (Abb. 2-8 b). Alle Gliederungen der Bronchien bestehen aus glat-

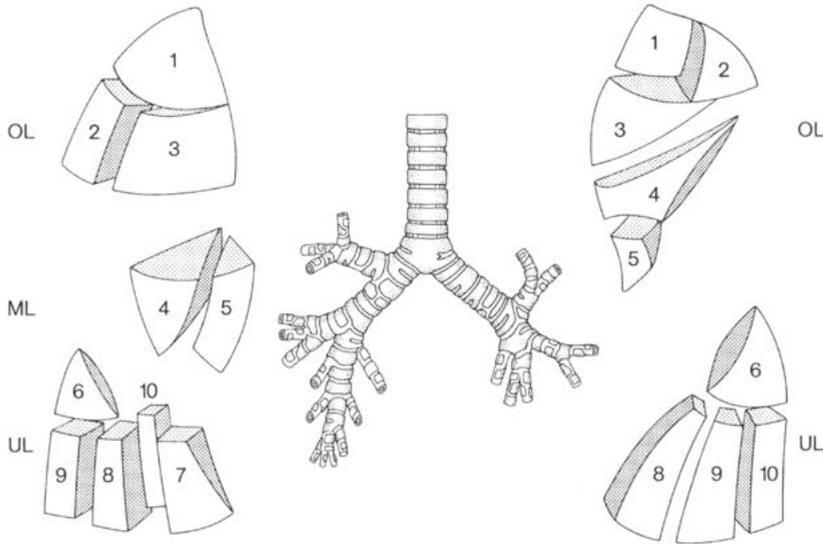


Abb. 2-6: Anatomie der Lunge. 5 Lappen (re.: Ober-, Mittel-, Unterlappen; li.: nur Ober- und Unterlappen) teilen sich in jeweils 10 Segmente auf

ter **Muskulatur, Knorpel** und **Schleimhaut**. Die Aufgabe der Bronchien ist die Luftleitung.

Die **Lungenbläschen** bestehen aus Alveolarepithel, einer dünnen Epithelschicht. Diese bildet ein Se-

kret, **Surfactant**, das die Oberflächenspannung herabsetzt und das Offenbleiben der Alveole ermöglicht. Jedes Lungenbläschen wird von einem dünnen Kapillarnetz umsponnen.

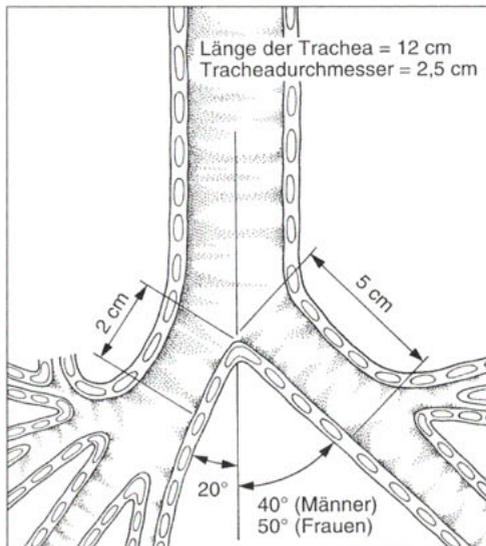


Abb. 2-7: Bifurkation der Trachea: Der li. Hauptbronchus winkelt stärker ab als der re. (Fremdkörper, s. Abb. 5.3-22), der die Trachea anatomisch verlängert

Brustfell (Pleura). Außen werden die Lungen vom Lungenfell (*Pleura visceralis*), einer serösen Haut, überzogen. An den Grenzen der Lungen, ventral etwa in Höhe der 6.–7. Rippe und dorsal in Höhe der 10.–12. Rippe, geht die *Pleura visceralis* in das Brustfell, *Pleura parietalis*, über. Sie kleidet die Innenseite des Brustkorbs aus. Zwischen diesen beiden Pleurablättern befindet sich ein schmaler Spalt mit seröser Flüssigkeit. In diesem Pleuraspalt herrscht ein Unterdruck (ca. 2–5 cm H₂O). Dadurch haften die Pleurablätter aneinander. Die Lungen folgen den Bewegungen des Thorax.

Atemmuskulatur. Die **Einatmung** ist ein aktiver Vorgang. Die Skelettmuskulatur des Thorax, die sich zwischen den Rippen befindet, hebt die Rippen und dehnt den Thorax (*Musculi intercostales interni et externi, Musculus transversus thoracis*). Die Brusthöhle wird zum Bauch durch das Zwerchfell (*Diaphragma*, Abb. 2-9) – eine bewegliche Muskelplatte, die sich zwischen der 10. und 11. Rippe quer ausspannt – getrennt. Das Zwerchfell ist der wichtigste Atemmuskel.

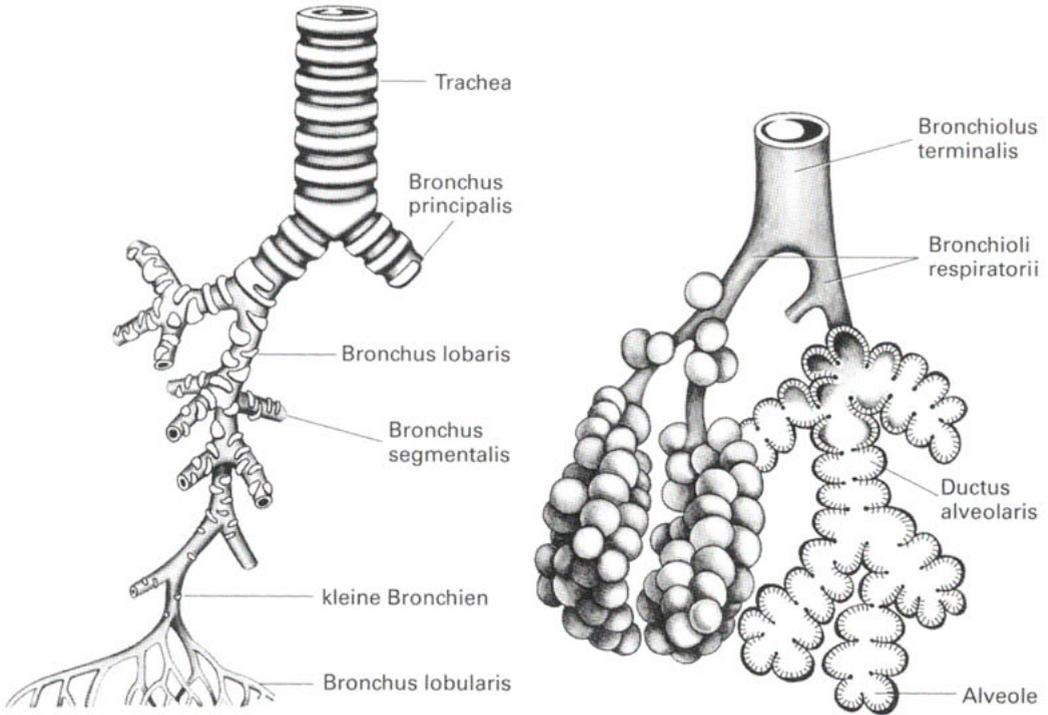


Abb. 2-8: a. Gliederung des Bronchialbaumes, b. Verzweigung eines Bronchiolus terminalis

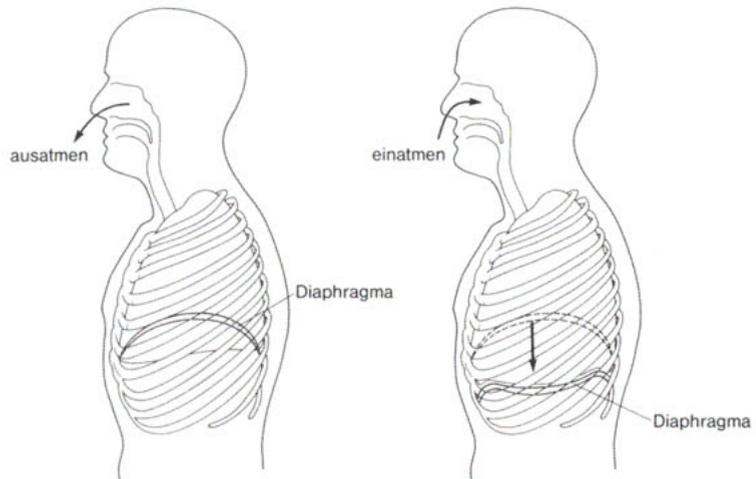


Abb. 2-9: Zwerchfellbewegungen. In Ruhe zieht der negative intrathorakale Druck das erschlaffte Diaphragma aufwärts in die Brusthöhle. Die Kontraktion zieht es abwärts in den Bauchraum, wodurch das Thoraxvolumen zunimmt, die Rippen heben sich

Atemhilfsmuskeln: Um die Ein- und Ausatmung zu verstärken, werden Atemhilfsmuskeln eingesetzt: *Mm. scalenus, sternocleidomastoideus, pectoralis, Bauchmuskeln*. Diese werden vorwiegend zum Bewegen der Arme und des Halses benötigt. Bei einer verstärkten Einatmung unterstützen sie die Erweiterung des Thorax (z. B. beim Stöhnen). Bei der forcierten *Expiration* wird ein Teil der Luft durch die äußeren Bauchmuskeln unter aktiver Druckerhöhung aus den Lungen gepreßt (beim Husten oder Niesen).

Physiologie der Atmung. Die *äußere Atmung* besteht aus 3 Teilprozessen: *Ventilation* (= Belüftung der Lungen), *Diffusion* (= Gasaustausch mit dem Blut), *Perfusion* (= Durchblutung der Lunge; Abb. 2-10). Pathologische Veränderungen sind also *Ventilations-, Diffusions- und Perfusionsstörungen*.

▷ Zur *Ventilation* gehören die Ein- und Ausatmung. Die *Einatmung* ist ein aktiver Prozeß. Die Luftmenge, die mit einem Atemzug in die Lunge strömt bezeichnet man als *Atemzugvolumen*, ca. 500 ml. Bei max. Einatmung können noch 3.000 ml als *inspiratorisches Reservevolumen* eingeatmet werden. Die *Ausatmung* dagegen ist ein passiver Vorgang. Die Muskeln erschlaffen, die Rippen sinken und das Zwerchfell bildet eine Kuppel im Thorax aus (s. Abb. 2-9). Durch eine verstärkte Ausatmung mittels der o. g. Atemhilfsmuskeln können 1 200 ml Luft abgeatmet werden (*expiratorisches Reservevolumen*). Nach dieser forcierten Ausatmung be-

findet sich das unbewegliche *Residualvolumen* (ca. 1 300 ml) in den Lungen.

Es gliedert sich auf in das *Kollapsvolumen* (700 ml), die Menge Luft, die entweicht, wenn die Pleurakopplung aufgehoben wird, z. B. beim Pneumothorax und das *Minimalvolumen* (600 ml), was nach dem Zusammenfall der Lunge noch in ihr enthalten ist.

- ▷ *Diffusion* ist der Gasaustausch zwischen den Alveolen und dem Blut. Voraussetzung hierfür ist der Konzentrationsunterschied im Blut und in den Alveolen. *Diffusionsstrecke* sind die für Gase durchgängige, semipermeable Membran der Alveolen und der Kapillaren und weitere Strukturen (Abb. 2-11).
- ▷ *Perfusion*. Die Durchblutung der Lungengefäße erfolgt mit sauerstoffarmen Blut von der re.

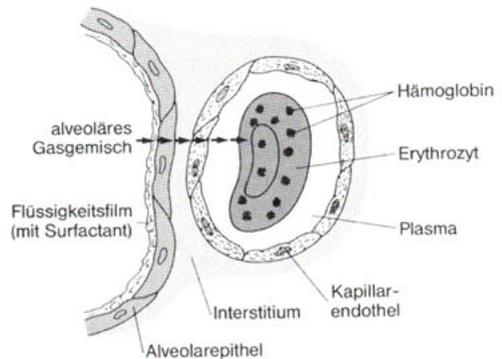


Abb. 2-11: Diffusionsstrecke zwischen Alveolarluft und Hämoglobin

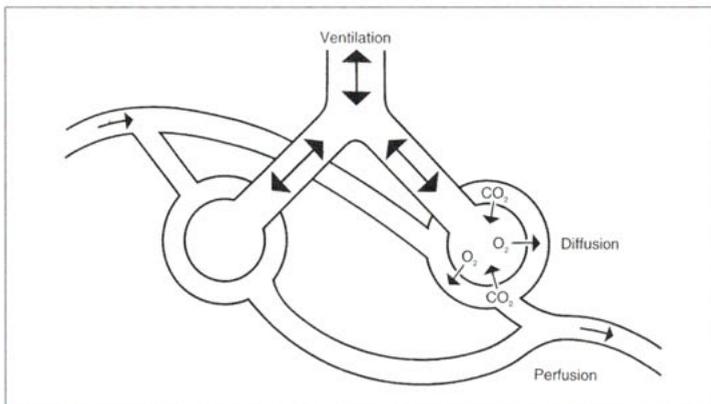


Abb. 2-10: Grundbegriffe der Atmung: *Ventilation, Diffusion, Perfusion* (s. Ab. 7.2-1)

Herzhälfte aus. Von der Perfusion ausgeschlossene Alveolen sind *Lungenreserve*, ca. 3–5%.

Regulation der Atmung. Die Atemregulation ist kompliziert (Abb. 2-12): Kohlendioxidgehalt des Blutes, pH-Wert und Sauerstoffpartialdruck müssen konstant gehalten werden. Variationsmöglichkeiten für die Regulation dieses Systems sind: *Atemzugvolumen*, *-frequenz* und *-rhythmus*. Die Regulation dieser Größen übernimmt das Atemzentrum in der Medulla oblongata, verlängertes Mark. Es gibt Impulse an die Atem- und glatte Muskulatur der Bronchien. Chemorezeptoren in ZNS, Karotissinus und Aortenbogen melden die Werte an das Atemzentrum (s. Abb. 9.3-1, S. 327).

2.1.2 Blutkreislauf

Der Kreislauf ist ein geschlossenes Röhrensystem. Er gliedert sich in einen *großen oder Körperkreislauf* zur Versorgung der Organsysteme und in einen *kleinen oder Lungenkreislauf*, in dem der Gasaustausch erfolgt. Das Herz verbindet beide (Abb. 2-13).

2.1.2.1 Blutgefäß

Das Gefäßsystem besteht aus *Arterien*, die das Blut vom Herzen wegführen, *Kapillaren* (Haargefäße) und *Venen*, die das Blut zum Herzen zurückführen.

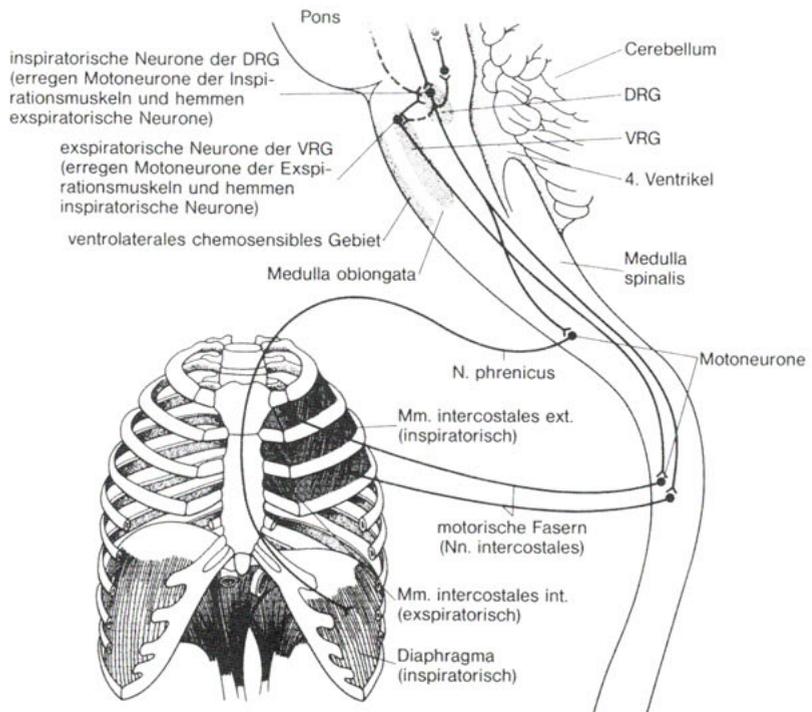


Abb. 2-12: Atemzentrum, zentrales chemosensibles Gebiet und motorische Innervation der Atemmuskeln. Das unter tonischem Antrieb (*pontomedullär*) erzeugte periodische Atemmuster wird von (*medullären*) in- und expiratorischen Neuronen auf Motoneurone zervikaler und thorakaler Rückenmarksegmente übertragen: *N. phrenicus*; *C₃₋₅*, *Nn. intercostales Th₁₋₁₁* (**DRG** = dorsale respiratorische Neuronen-Gruppe, Ansammlung inspiratorisch aktiver Neurone; **VRG** = ventrale respiratorische Neuronen-Gruppe, Ansammlung inspiratorische aktiver Neurone im kaudalen und rostralen Teil, *inspiratorischer* im dazwischen liegenden Abschnitt; *erregende* neuronale Verbindungen durchgezogen; *hemmende* neuronale Verbindungen gestrichelt, s. Abb. 6.8-2, S. 176)

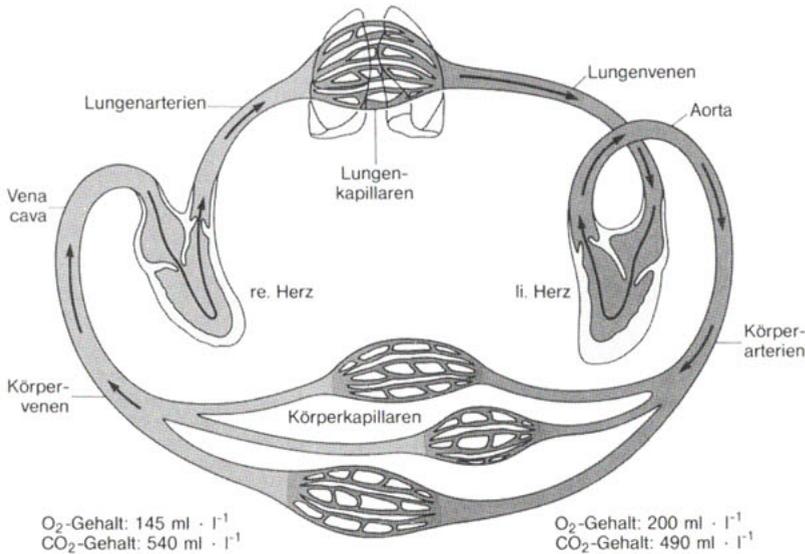


Abb. 2-13: Der *komplette Kreislauf* setzt sich aus *Lungen- und Körperkreislauf* zusammen. Das gesamte Blut wird vom li. Herzen über den Körperkreislauf gepumpt und erreicht das re. Herz als venöses Blut, reich an CO_2 und teilweise von O_2 befreit. Dieses pumpt es in den Lungenkreislauf, wo ein Teil des CO_2 in die Atmosphäre abgegeben und dafür O_2 aufgenommen wird. Das so veränderte Blut kehrt zum li. Herzen zurück, um zur nächsten Runde zu starten.

Der **Aufbau von Arterien und Venen** ist prinzipiell gleich (Abb. 2-14). Die äußere Schicht (*Adventitia*) wird aus elastischen Fasern gebildet. Sie betten das Gefäß in seine Umgebung ein und erhöhen die Festigkeit der Wandung. Die mittlere Schicht (*Media*) besteht aus glatter Muskulatur. Sie ist bei den Arterien sehr gut ausgebildet, bei den Venen sehr dünn. Aufgabe dieser Muskulatur ist die Regulation des Gefäßlumens und damit der Durchblutung des Gewebes. Der Blutdruck wird so beeinflusst. Die *Intima*, aus Endothel bestehend, kleidet das Lumen der Gefäße aus. In den Venen bildet diese innere Schicht die Venenklappen, die den passiven Rückstrom des Blutes verhindern und vorwiegend in den Beinen zu finden sind. Die **Kapillaren** bestehen aus Endothel.

Die **Aorta**, Hauptschlagader, ist die größte Arterie des menschlichen Körpers. Sie beginnt in der li. Herzkammer und verläuft in einem Bogen nach li. hinten, entlang der Wirbelsäule bis in den Bauchraum. Alle anderen wichtigen Arterien nehmen von hier ihren Ausgang.

Windkesselfunktion. Die Aorta hat eine weitere spezielle Aufgabe, „Windkesselfunktion“:

Während das Blut mit großer Kraft aus dem Herzen strömt, entsteht in der Aorta ein sehr hoher Druck.

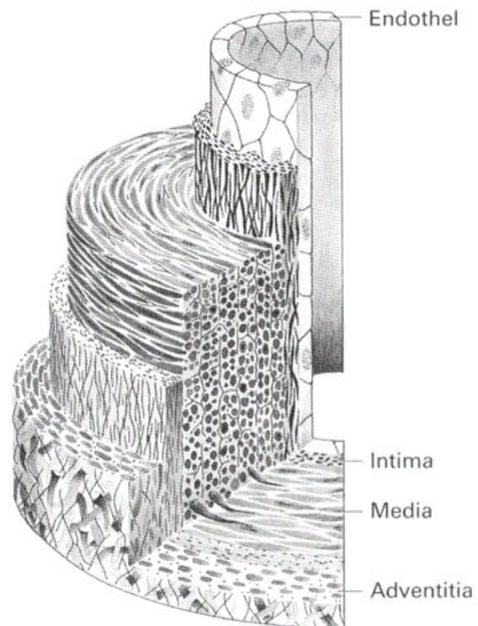


Abb. 2-14: Anschnitte einer Arterie vom muskulären Typ: Endothel, unterlagert mit lockerem Bindegewebe, Media, Adventitia

Die elastische Wand des Gefäßes wird gedehnt. In der Ruhephase des Herzens läßt die Erweiterung der Wand der Aorta langsam nach. Entsprechend wird das Blut mit einem niedrigen Druck in die anderen Gefäßen gepreßt.

Die Aorta verwandelt pulsierenden Blutstrom des Herzens in einen gleichmäßigeren Strom. In dieser Phase ist der *diastolische Druck* meßbar. Der *systolische Blutdruck* wird in der Auswurfphase des Herzens registriert (s. Abb. 5.7-1).

Normalwerte (WHO): diastolisch: < 90 mmHg; systolische: < 140 mmHg.

Der Weg des Blutes führt durch das Verteilungs- (arterielles System) in das Austauschsystem, die

Kapillaren. Durch die dünne Wand kann der Stoffaustausch mit der Zelle vorwiegend via Diffusion und Osmose stattfinden. Einige Stoffe werden aber auch aktiv durch Carrier-Systeme transportiert. Nach der Passage dieses Austauschsystems fließt das Blut in das Rückleitungssystem, die Venen. Venen haben einen mittleren Blutdruck von 0–20 mmHg.

2.1.2.2 Herz

Das Herz ist ein *Hohlmuskel* (Abb. 2-15). Es liegt im unteren Drittel des Mediastinums, vor der Wirbelsäule auf dem Zwerchfell. Seine Hauptachse verläuft schräg. Es ist um seine Längsachse etwas

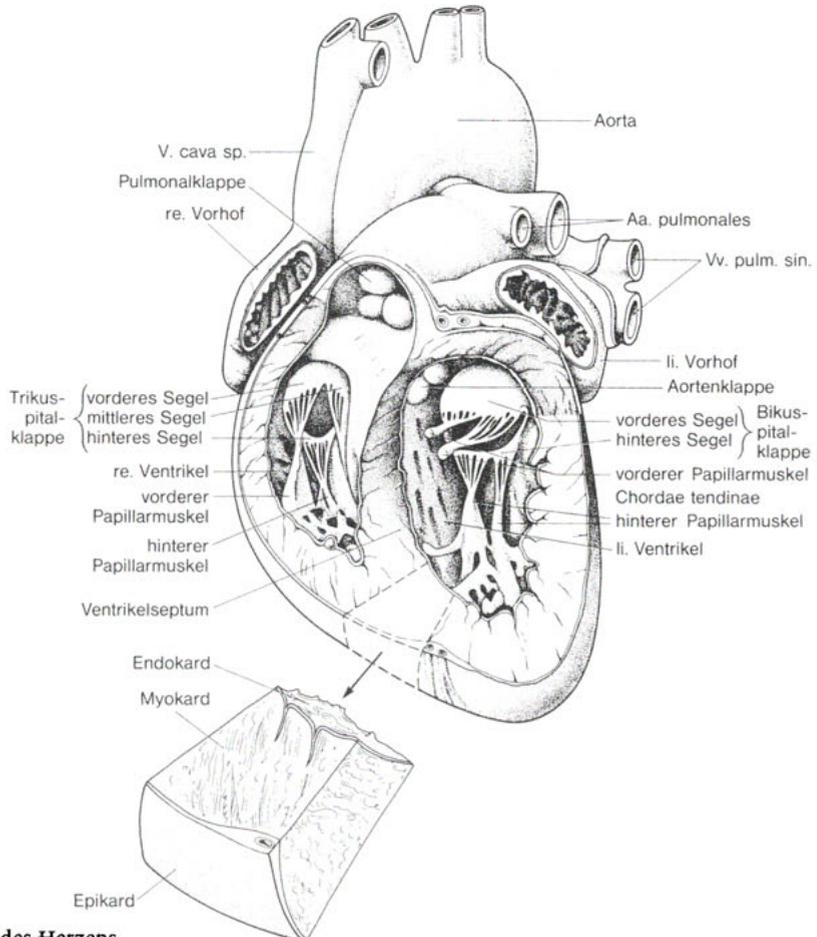


Abb. 2-15: Innenansicht des Herzens

gedreht. Die Herzspitze liegt im 5. ICR (Interkostal- oder Zwischenrippenraum) auf der MCL (Medioklavikularlinie, s. Abb. 2-1). Es hat die Größe der Faust seines Trägers. Die Scheidewand (*Septum*) teilt das Herz in eine re. und eine li. Hälfte. Jede Herzhälfte besteht aus Vorhof (*Atrium*) und Herzkammer (*Ventrikel*). Sie werden durch *Herzklappen* (s. Abb. 6.1-10) getrennt. Man unterscheidet 2 Arten: *Segel-* und *Taschenklappen*. Sie wirken als Rückschlagventile.

- ▷ **Segelklappen:** Während der Füllung der Herzkammer sind die Segelklappen geöffnet. Wenn in der Kontraktionsphase der Druck in der Kammer ansteigt, werden sie geschlossen. Papillarmuskeln und Sehnenfäden verhindern den Rückschlag in die Vorhöfe. Die Segelklappe des re. Herzens (*Tricuspidalis*) besteht aus 3 Teilen, *Valvula atrioventricularis dextra*; die li. aus 2 Segeln: *Valvula atrioventricularis sinistra (Mitralis)*.
- ▷ Die **Taschenklappen** an den Abgängen der großen Arterien sind halbmondförmig. In der Systole des Herzens, in der das Blut ausgeworfen wird, sind sie geöffnet. Wenn der Blutstrom nachläßt, werden sie geschlossen. Das Blut fällt zurück und sammelt sich in der Tasche.

Die **Venen** münden in die Vorhöfe. In den re. Vorhof gelangen die *Vv. cava superior und inferior* aus

dem Körperkreislauf sowie die Koronarvenen. In den li. Vorhof münden 4 Venen aus dem Lungenkreislauf (*Vv. pulmonales*). Sie transportieren sauerstoffreiches Blut zum Herzen. Aus dem re. Ventrikel geht die Lungenarterie (*A. pulmonalis*) ab. Sie wird durch die Pulmonalklappe (*Valva trunci pulmonalis*) verschlossen. Die Aorta tritt aus der li. Herzkammer hervor. Hier liegt die Aortenklappe (*Valva aortae*).

Koronararterien (Abb. 2-16). Direkt hinter der Aortenklappe gehen die Koronararterien zur Versorgung des Herzmuskels ab. Sie verzweigen sich so, daß die re. Arterie (*A. coronaria dexter, RCX*) die Versorgung des re. Herzens und teilweise der Hinterwand übernimmt. Die li. Koronararterie (*A. coronaria sinistra*) teilt sich gleich nach ihrem Abgang aus der Aorta in den *Ramus interventricularis anterior, RIVA*, (Versorgung der Vorderwand) und den *Ramus circumflexus, RCA*, für die laterale und Hinterwand. Bei Verschluss einer dieser Arterien kommt es zum Herzinfarkt (s. Abb. 7.1-2).

Die **Herzwand** besteht aus 3 Schichten:

- ▷ Die Herzinneuhaut, das *Endokard*, ist eine zarte, glänzende Haut. Sie bildet die Herzklappen und dient der Ernährung der inneren Schichten der Muskulatur.
- ▷ Die mittlere Schicht ist das *Myokard*. Die Herzmuskulatur ist die am stärksten und am häufigsten

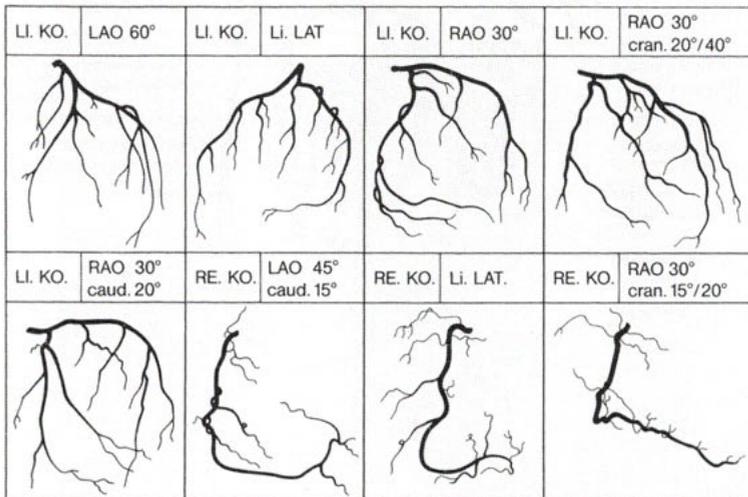


Abb. 2-16: Koronararterien, röntgenologisch dargestellt durch selektive Koronarangiographie (Kontrastmittelinjektion direkt in die li. und re. Arterie) in unterschiedlichen Ebenen. Oben li., unten re. Koronararterie (s. Abb. 6.1-11, S. 137)

figsten beanspruchte Muskulatur des Körpers. Die Erregung für die unwillkürliche Kontraktion, ausgeführt vom Arbeitsmyokard, wird durch spezialisierte Herzmuskelzellen produziert und über das Organ fortgeleitet. Diese Herzmuskelzellen bilden das *Reizleitungssystem* (s. u.).

Prinzipiell ist jede Herzmuskelzelle zur Bildung und Leitung einer Erregung fähig. Das passiert z. B. beim Kammerflimmern und anderen vorwiegend tachykarden Herzrhythmusstörungen (s. Abb. 7.1-6).

- ▷ Der Herzmuskel wird außen von der Herzaußenhaut (*Epikard*) umgeben. Es ist eine spiegelglatte Haut. Zusammen mit dem *Perikard*, Herzbeutel, ermöglicht sie eine gute und reibungsarme Beweglichkeit des Herzens. Das Perikard ist eine seröse, glatte Haut, die das Herz und den Anfangsteil der großen Gefäße sackartig einschließt und nicht Bestandteil des Herzens ist.

Reizbildungs- und Erregungsleitungssystem (Abb. 2-17, s. Abb. 7.1–4, 5). Im re. Vorhof, unter der Mündung der V. cava superior, befindet sich das primäre Zentrum der Reizbildung, *Sinus-knoten*, Schrittmacher des Herzens, Ursprung der Kontraktionsreize, von dem die Sinuserregung mit einer Frequenz von 60–80/min ausgehen. Sie wird über das Arbeitsmyokard der Vorhöfe zum nächsten Zentrum der Erregungsbildung geleitet,

Atrioventrikularknoten (AV-Knoten), zwischen re. Vorhof und Ventrikel gelegen. Der AV-Knoten verzögert die Weiterleitung. Wenn der Sinusknoten ausfällt, kann der AV-Knoten Erregungen generieren (*sekundäres Reizbildungszentrum*). Die Frequenz ist allerdings wesentlich geringer (ca. 40/min). Weiter fließt sie über das *His-Bündel*. Es überbrückt die bindegewebige Klappenebene, die Grenze zwischen Vorhof und Herzkammer. Eine regelmäßige Reizbildung mit einer Frequenz von 30/min ist auch in diesem Zentrum noch möglich (*tertiäres Reizbildungszentrum*). Das His-Bündel teilt sich in 2 *Tawara-Schenkel*, für den re. und li. Ventrikel. Der li. Tawara-Schenkel gliedert sich noch einmal in einen *vorderen* und *hinteren* Teil. Die Endstrecke des autonomen Reizbildungs- und Erregungsleitungssystem bilden feine Muskelfasern, die nach ihrem Erstbeschreiber, *Purkinje-Fasern*, benannt sind.

Die **Arbeitsphasen** (Abb. 2-18). Kontraktion des Herzens wird durch das Reizbildungs- und Erregungsleitungssystem gesteuert.

- ▷ *Systole*: Der Arbeitszyklus des Herzens beginnt mit dem Auswurf des Blutes, der Systole der Kammer. In dieser Phase kontrahieren sich die Ventrikel zunächst (*Kontraktionsphase*). Erst wenn ein ausreichend hoher Druck in den Ventrikeln erreicht ist, öffnen sich die Taschenklappen und das Blut wird ausgeworfen (*Auswurfphase*). Wenn die Herzkammer leer ist, werden

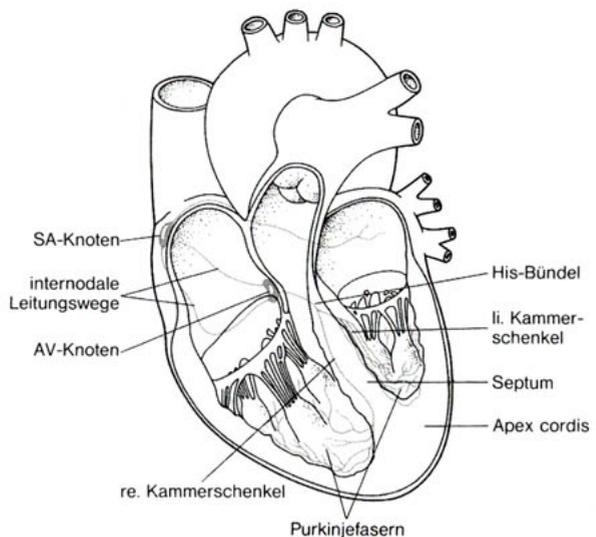


Abb. 2-17: Reizbildungs- und Erregungsleitungssystem des Herzens. Sinus- (SA-Knoten), AV-Knoten (Atrioventrikularknoten) und AV-Leitungssystem: His-Bündel, re. und li. Tawara-Schenkel (li., re. Kammer-schenkel), Purkinje-Fasern

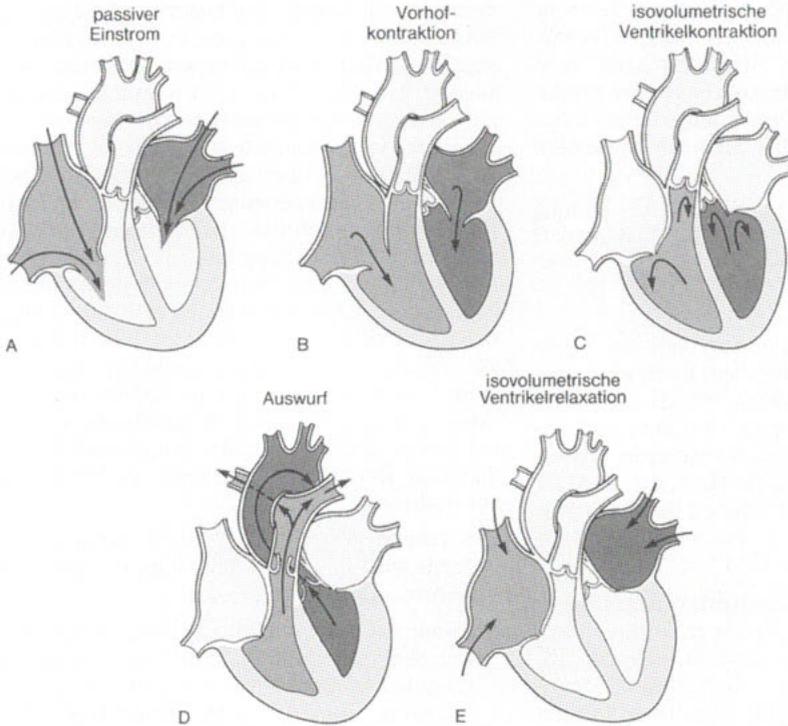


Abb. 2-18: Schnittbilder des Herzens während der 4 Phasen des Herzzyklus. Die Pfeile geben die Blutstromrichtung an

die Taschenklappen durch den Rückfall des Blutes geschlossen. Die Diastole beginnt.

▷ **Diastole:** Das Myokard erschlafft (*Erholungsphase*). Außerdem wird die Herzkammer mit Blut gefüllt (*Füllungsphase*). Die Vorhöfe kontrahieren sich.

Dieser Vorgang findet 60–80 mal in der Minute statt. Mit jedem Herzschlag werden ungefähr 70 ml also etwa 5–7 l/min durch die Gefäße gepumpt. Eine Steigerung des *Herzminutenvolumens* (HMV oder HZV), z. B. beim Sport, ist bis zu 25 l/min möglich. Die Arbeitsanpassung erfolgt durch Steigerung der Frequenz und Schlagvolumen in gewissen Grenzen (Abb. 2–19).

Herztöne. In Zusammenhang mit den Arbeitsphasen entstehen 2 *Herztöne*: Der 1. *Herzton* ist der Anspannungston, der durch die Kontraktion der Kammermuskulatur entsteht. Der 2. *Herzton* entsteht durch das Schließen der Taschenklappen.

Funktion. Die Steuerung des Herz-Kreislauf-Systems erfolgt durch einen Regelkreis analog der

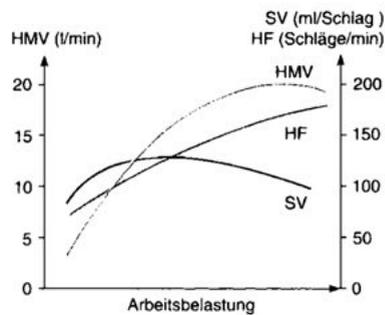


Abb. 2-19: Änderungen von *Herzfrequenz* (HF) und *Schlagvolumen* (SV, re. Ordinate) und von deren Produkt, dem *Herzminutenvolumen*, HMV (li. Ordinate) bei zunehmender körperlicher Arbeit. Beachte, daß die HF kontinuierlich ansteigt, das SV nur anfangs ansteigt, später aber abfällt, wenn die Frequenz sehr stark ansteigt. Bei den extremen Belastungen wird das HMV durch das abnehmende SV begrenzt

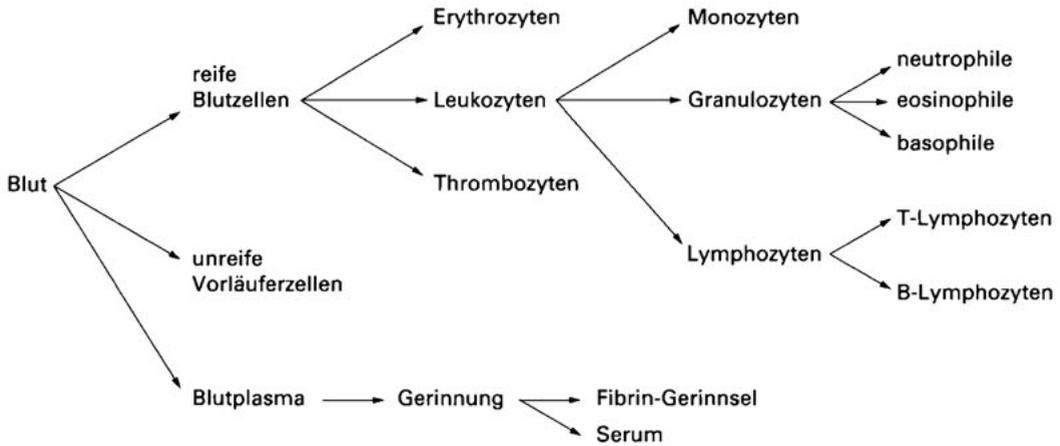


Abb. 2-20: Zusammensetzung des Blutes aus zellulären (reife Blutzellen, unreife Vorstufen) und flüssigen (Blutplasma) Bestandteilen

Atmung. *Regelgrößen* sind: Blutdruck, Füllung und Frequenz des Herzens. Der Regler des Herz-Kreislauf-Systems befindet sich, wie bei der Atmung, in der Medulla oblongata. Die enge Verschaltung dieser Zentren bewirkt eine wechselseitige Manipulation. Vorwiegend über Hormone aber auch durch den N. vagus werden die Impulse an das Herz und die glatte Muskulatur der Gefäße übertragen. Der Blutdruck und die Füllung des Herzens werden über den Gefäßwiderstand, die Kontraktionskraft und die Frequenz reguliert. Über die Rezeptoren, den Karotissinus und den Aortenbogen, wird der Druck gemessen. Rezeptoren im Vorhof melden den Füllungszustand.

2.1.3 Blut

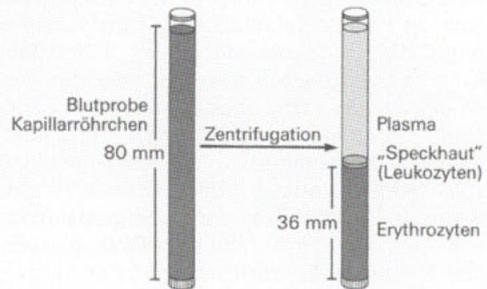
Zusammensetzung (Abb. 2-20). Blut ist eine in den Blutgefäßen zirkulierende Flüssigkeit, die nach längerem Stehen in 2 Phasen zerfällt (Abb. 2-21):

- flüssige Phase (55 Vol.%): *Blutplasma* (Serum plus Fibrinogen)
- feste Phase = *Blutzellen* (45 Vol.%): *Erythro-, Leuko-, Thrombozyten*.

Blutplasma besteht vorwiegend aus *Wasser* (90%) und *Proteinen* (7%), die Transport- und Regulationsaufgaben erfüllen. Das wichtigste Eiweiß ist *Albumin* (60%), das hauptsächlich dem Transport dient. Die übrigen Proteine sind *Globuline*. Ihre wesentlichste Funktion ist die Abwehr von kör-

perfremden Stoffen: Immunglobuline oder Antikörper. Gelöst sind auch Hormone, Nährstoffe und Stoffwechselprodukte sowie Gerinnungstoffe. Entfernt man die Gerinnungstoffe, bleibt das ungerinnbare *Serum* übrig.

Das Wasser des Blutes enthält gelöste Salze, z. B. Natrium-, Kalium- und Calciumsalze. Auch Elektrolyte wie Chlor, Magnesium, Phosphat sind nachweisbar.



$$\text{HK (dieser Probe)} = \frac{36 \text{ mm}}{80 \text{ mm}} \times 100 = 45 \%$$

Abb. 2-21: Trennung von zellulären Blutelementen und Plasma durch Zentrifugation: Eine ungerinnbar gemachte Blutprobe wird in eine Glaskapillare aufgezogen. Nach der Zentrifugation sind die *Erythrozyten* im unteren Teil zusammengedrückt, darüber befinden sich die *Leukozyten*. Das Plasma nimmt den oberen Teil des Röhrchens ein. Der *Hämatokrit* (Hk) dieser Probe wird nach der obigen Formel bestimmt