

Physiologie, Pharmakologie, Physik und Messtechnik  
für die Anästhesie und Intensivmedizin

Roswitha Jehle

*Hrsg.*

# **Physiologie, Pharmakologie, Physik und Messtechnik für die Anästhesie und Intensivmedizin**

Für die Facharztprüfung, die Zusatz-Weiterbildung  
und die europäischen Diplome



**Springer**

*Hrsg.*  
Roswitha Jehle  
Berlin, Deutschland

ISBN 978-3-662-61771-7

ISBN 978-3-662-61772-4 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-662-61772-4>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2023

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung: Dr. Anna Krätz

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

# Vorwort

---

Noch ein Anästhesie- und Intensivmedizinbuch ... wozu?

Bei der Vorbereitung auf die Facharztprüfungen fällt auf, dass v. a. in der europäischen Facharztprüfungen wie dem EDAIC (früher DESA und davor DEAA) großen Wert auf das Verständnis der Physiologie, Pharmakologie und der verwendeten Verfahren und Methoden gelegt wird: Weniger wichtig als die Kenntnis der neusten Studien und aktueller Diskussionen ist das grundlegende Verständnis täglich angewendeter Verfahren bis in die vorklinischen Fächer der Physik, Physiologie und Biochemie. In der englischsprachigen Literatur gibt es eine Vielzahl von entsprechenden Lehrbüchern zur Physiologie, Pharmakologie oder Physik für Anästhesisten. Umso erstaunter war ich, keine deutschsprachigen Bücher für die „Grundlagenfächer“ für Anästhesisten zu finden, v. a. keine knappe Übersicht zur Wiederholung für die Prüfungsvorbereitung.

Dieses Buch ist während der Vorbereitungen für die Facharztprüfungen Anästhesie und Intensivmedizin entstanden. Es soll angehenden Fachärzten kurz und knapp die physiologischen Grundlagen skizzieren, hilfreiche Grafiken zeigen und an die Vorklinik „erinnern“ – für ein weiteres Verständnis der Thematik verweisen wir auf die Literatur am Ende der Kapitel.

Darüber hinaus hoffe ich, dass auch klinisch tätige Anästhesisten und Intensivmediziner von unserem Buch profitieren, wenn sich im Alltag die Frage „Wie war das noch?“ für eine Methode, Messtechnik, physiologischen oder pharmakologischen Zusammenhängen stellt. Bewusst verzichtet haben wir auf eine Darstellung von Pathologien, der Nennung von Dosierungen oder Applikationsschemata sowie die Diskussion von Studien – dafür gibt es bessere und ausführlichere Literatur. Wir haben jedoch immer wieder versucht, durch Nennung kurzer Beispiele und Hinweise zu erinnern, warum und wo diese oder jene Formel oder physikalische Methode für die Klinik wichtig ist.

Ein solches Buch entsteht nur unter tatkräftiger Mithilfe vieler Köpfe: Vielen Dank an meine Mitautoren, die die anstrengende und zeitraubende Herausforderung angenommen haben und sich mit mir in dieses Projekt gewagt haben und die sich von den Rückschlägen nicht entmutigen ließen! Besonderer Dank geht an Torsten Freund und Christina Czeschick, meine alten Freunde, Informatiker und Mitautoren früherer Lehrbücher, für Eure Korrekturen und wertvollen Tipps v. a. in den „technischen“ Kapiteln.

Dank an Marek Humpich für die Chance, im Anästhesie Pocket an unserem ersten Buchprojekt zusammenzuarbeiten und den Weg zu ebnen auch für dieses Buch. Herzlichen Dank für Deine fachliche Kritik und Korrekturen der Kapitel zur Neurologie und Muskulatur und für Deine Milde bei den „anästhesiologischen Vereinfachungen“.

Vielen Dank an meinem Lehrer und Freund Prof. Christian Byhahn aus Oldenburg für die stete und motivierende Unterstützung auf meinem beruflichen Weg, die fachlichen Diskussionen, die an vielen Stellen in dieses Buch eingeflossen sind und die großartigen kulinarischen Begegnungen, die unsere Treffen begleiten!

Nicht zuletzt ein Dank an alle Assistenzärzte, Studierende, Praktikanten und Pflegekräfte, die mich durch ihre Fragen immer wieder in die Grundlagen unseres Fachgebiets und der Medizin im Allgemeinen zurückgeführt haben und die Ihr durch Eure Wissbegierde meine Leidenschaft für die Medizin aufrechterhalten habt.

Vielen Dank an den Springer Verlag für die Unterstützung in diesem schwierigen Projekt, für das allzeit geduldige Warten auf die Korrekturen und die fruchtbaren Diskus-

sionen um das Buch. Besonderer Dank geht dabei an Anna Krätz, die immer an das Buch geglaubt und das Projekt unterstützt hat, und an Sirka Nitschmann für Ihr sorgfältiges und fachlich versiertes Lektorat!

Zum Schluss noch die Bitte um Nachsicht: Nicht-männliche Personen sind auch in diesem Buch nur mitgemeint, da eine inklusive Sprache oder auch Darstellung menschlicher Körper („Männchen“) leider nicht durchzusetzen war. Ich habe mich bemüht, wo immer möglich neutrale und lesbare Begriffe zu verwenden – so lautete der Titel ursprünglich „... für Anästhesisten und Intensivmediziner“. Ich bin weiter überzeugt, dass im Laufe der Zeit sich unsere Sprache den Realitäten (und der weiblichen Mehrheit im Gesundheitswesen!) anpassen wird – für die erste Auflage ist es mir noch nicht gelungen.

Gewidmet ist das Buch allen, von denen ich lernen durfte, allen, die daraus lernen möchten:

➤ Wird der Schüler nicht besser als der Meister, hat der Meister versagt. (Buddhistisches Sprichwort)

Ich freue mich zahlreiche Kritik und Anregungen zu dieser ersten Auflage!

**Roswitha Jehle**

Berlin

Januar 2023

# Inhaltsverzeichnis

---

## I Grundlagen

1	<b>Daten: Mathematik und Statistik</b> .....	3
	<i>Roswitha Jehle und Christian von Heymann</i>	
1.1	<b>Mathematik</b> .....	4
1.2	<b>Grundlagen der Statistik und Biometrie</b> .....	10
1.3	<b>Grundlagen der evidenzbasierten Medizin (EBM)</b> .....	20
1.4	<b>Klassifikation von Erkrankungen</b> .....	23
	<b>Weiterführende Literatur</b> .....	24
2	<b>Physik</b> .....	25
	<i>Roswitha Jehle und Christian von Heymann</i>	
2.1	<b>SI- und andere Einheiten</b> .....	27
2.2	<b>Mechanik</b> .....	28
2.3	<b>Stoffe</b> .....	31
2.4	<b>Wärme und Temperatur</b> .....	39
2.5	<b>Elektrizität</b> .....	42
2.6	<b>Fluss</b> .....	47
2.7	<b>Wellen, Schall und Licht</b> .....	51
2.8	<b>Isotopen und Strahlung</b> .....	55
	<b>Weiterführende Literatur</b> .....	56
3	<b>Medizintechnik und Beatmungsgeräte</b> .....	57
	<i>Roswitha Jehle</i>	
3.1	<b>Biosignalverarbeitung</b> .....	59
3.2	<b>Messverfahren</b> .....	62
3.3	<b>Narkose- und Beatmungsgeräte</b> .....	75
3.4	<b>Bildgebung</b> .....	84
3.5	<b>Sicherheit und Hygiene</b> .....	90
	<b>Weiterführende Literatur</b> .....	95
4	<b>Pharmakologie</b> .....	97
	<i>Christina Anja Wolkowicz und Roswitha Jehle</i>	
4.1	<b>Pharmakodynamik</b> .....	98
4.2	<b>Pharmakokinetik</b> .....	105
4.3	<b>Interaktionen und Nebenwirkungen</b> .....	113
4.4	<b>Wichtige Rezeptoren und Liganden</b> .....	114
	<b>Weiterführende Literatur</b> .....	118
5	<b>Anästhetika</b> .....	119
	<i>Roswitha Jehle</i>	
5.1	<b>Sedativa</b> .....	120
5.2	<b>Inhalationsanästhetika</b> .....	123
5.3	<b>Opiode</b> .....	132

5.4	<b>Nicht-Opioide-Analgetika</b> .....	139
5.5	<b>Lokalanästhetika</b> .....	143
	<b>Weiterführende Literatur</b> .....	147

**II Anwendung in den einzelnen Organsystemen**

6	<b>Nervensystem</b> .....	151
	<i>Roswitha Jehle</i>	
6.1	<b>Anatomie</b> .....	152
6.2	<b>Physiologie</b> .....	167
6.3	<b>Diagnostik und Medizintechnik</b> .....	175
6.4	<b>Pharmakologie</b> .....	182
	<b>Weiterführende Literatur</b> .....	185
7	<b>Muskulatur</b> .....	187
	<i>Roswitha Jehle</i>	
7.1	<b>Anatomie und Physiologie</b> .....	188
7.2	<b>Diagnostik und Medizintechnik</b> .....	190
7.3	<b>Pharmakologie</b> .....	193
	<b>Weiterführende Literatur</b> .....	196
8	<b>Herz-Kreislauf-System</b> .....	197
	<i>Moriz Benedikt Probst und Roswitha Jehle</i>	
8.1	<b>Anatomie</b> .....	199
8.2	<b>Physiologie</b> .....	205
8.3	<b>Diagnostik und Medizintechnik</b> .....	222
8.4	<b>Pharmakologie</b> .....	244
	<b>Weiterführende Literatur</b> .....	249
9	<b>Lunge</b> .....	251
	<i>Roswitha Jehle</i>	
9.1	<b>Anatomie</b> .....	253
9.2	<b>Physiologie</b> .....	254
9.3	<b>Diagnostik und Medizintechnik</b> .....	280
9.4	<b>Pharmakologie</b> .....	290
	<b>Weiterführende Literatur</b> .....	292
10	<b>Niere und Wasserhaushalt</b> .....	293
	<i>Roswitha Jehle</i>	
10.1	<b>Niere</b> .....	294
10.2	<b>Kapillaren</b> .....	301
10.3	<b>Wasser- und Elektrolythaushalt</b> .....	302
10.4	<b>Diagnostik und Medizintechnik</b> .....	307
10.5	<b>Pharmakologie</b> .....	316
	<b>Weiterführende Literatur</b> .....	320

11	<b>Säure-Base-Haushalt</b> .....	321
	<i>Roswitha Jehle</i>	
11.1	<b>Anatomie und Physiologie</b> .....	322
11.2	<b>Diagnostik und Medizintechnik</b> .....	327
11.3	<b>Pharmakologie</b> .....	328
	<b>Weiterführende Literatur</b> .....	329
12	<b>Gerinnung</b> .....	331
	<i>Sonja Engler, Roswitha Jehle und Christian von Heymann</i>	
12.1	<b>Anatomie und Physiologie</b> .....	332
12.2	<b>Diagnostik</b> .....	337
12.3	<b>Hemmung der Gerinnung</b> .....	345
12.4	<b>Substitution der Gerinnung</b> .....	352
	<b>Weiterführende Literatur</b> .....	354
13	<b>Blut und Immunsystem</b> .....	355
	<i>Roswitha Jehle und Christian von Heymann</i>	
13.1	<b>Blut</b> .....	356
13.2	<b>Immunsystem</b> .....	361
	<b>Weiterführende Literatur</b> .....	365
14	<b>Mikrobiologie</b> .....	367
	<i>Roswitha Jehle</i>	
14.1	<b>Bakterien</b> .....	369
14.2	<b>Pilze</b> .....	378
14.3	<b>Viren</b> .....	380
14.4	<b>Protozoen</b> .....	382
14.5	<b>Diagnostik</b> .....	383
14.6	<b>Pharmakologie: Antibiotika</b> .....	383
14.7	<b>Pharmakologie: Fungizide, Virostatika und andere</b> .....	392
	<b>Weiterführende Literatur</b> .....	395
15	<b>Endokrinologie</b> .....	397
	<i>Roswitha Jehle</i>	
15.1	<b>Hypophyse</b> .....	398
15.2	<b>Schilddrüse</b> .....	398
15.3	<b>Regulation des Kalziumstoffwechsels</b> .....	399
15.4	<b>Nebenniere</b> .....	400
	<b>Weiterführende Literatur</b> .....	403
16	<b>Gastrointestinaltrakt und Leber</b> .....	405
	<i>Roswitha Jehle</i>	
16.1	<b>Gastrointestinaltrakt</b> .....	406
16.2	<b>Leber</b> .....	415
	<b>Weiterführende Literatur</b> .....	422



17	<b>Stoffwechsel und Wärmehaushalt</b> .....	423
	<i>Roswitha Jehle</i>	
17.1	<b>Anatomie und Physiologie</b> .....	424
17.2	<b>Diagnostik und Medizintechnik</b> .....	433
17.3	<b>Pharmakologie der Ernährungstherapie</b> .....	436
	<b>Weiterführende Literatur</b> .....	437

**III Weiterführendes**

18	<b>Die Prüfung</b> .....	441
	<i>Roswitha Jehle</i>	
18.1	<b>Strukturierung des Lernstoffs</b> .....	442
18.2	<b>Taktik für die mündliche Prüfung</b> .....	442
18.3	<b>Formeln und Scores</b> .....	443
	<b>Serviceteil</b> .....	447
	<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	449