

Repetitorium Anästhesiologie

Dr. med. Michael Heck • Dr. med. Michael Fresenius
PD Dr. med. Cornelius Busch
Hrsg.

Repetitorium Anästhesiologie

Für die Facharztprüfung und das Europäische Diplom
9., komplett überarbeitete Auflage



Springer

Hrsg.

Dr. med. Michael Heck
Anästhesie-praxis
Heidelberg, Deutschland

PD Dr. med. Cornelius Busch
Klinik für Anästhesiologie
Universitätsklinikum Heidelberg
Heidelberg, Deutschland

Dr. med. Michael Fresenius
Klinik für Anästhesiologie
Intensivmedizin und Notfallmedizin
Marienhau Klinikum St. Elisabeth Neuwied
Neuwied, Deutschland

ISBN 978-3-662-64068-5 ISBN 978-3-662-64069-2 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-64069-2>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnetet 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 1998, 1999, 2001, 2004, 2007, 2010, 2014, 2017, 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.

Umschlaggestaltung: deblik berlin
Grafiken (Neuzeichnungen): Angelika Kramer, Stuttgart

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 zur 9. Auflage

Das Repetitorium Anästhesiologie geht nun in die 9. Auflage. Die beständig hohe Nachfrage nach diesem Buch hat uns auch diesmal wieder motiviert, den Anforderungen unserer Leser nach aktuellem Wissen nachzukommen.

Wie immer haben wir uns bemüht, das Fach- und Prüfungswissen aus dem Bereich der Anästhesiologie knapp und in tabellarischer Form übersichtlich darzustellen.

Wir hoffen hiermit den Erwartungen unserer Leser weiterhin zu entsprechen. Für die konstruktiven Hinweise zur Verbesserung der vorangegangenen Auflagen möchten wir uns bei den Lesern vielmals bedanken und würden uns auch weiterhin über Anregungen und konstruktive Kritik sehr freuen.

Für ihre engagierte Mitarbeit auch an der 9. Auflage möchten wir ganz besonders unserem redaktionellen Team vom Springer-Verlag Heidelberg, namentlich Frau Dr. med. Anna Krätz und Herrn Axel Treiber danken. Auch unseren Ko-Autoren Dr. med. Martin Reuber, Dr. med. Pia Reuber und Prof. Dr. med. Wolfgang Zink sei an dieser Stelle herzlichst gedankt.

Nur durch ihre stete Unterstützung haben wir eine Überarbeitung der 9. Auflage dieses Werks geschafft.

Michael Heck

Michael Fresenius

Cornelius J. Busch

Heidelberg/Neuwied am Rhein

Frühjahr 2023

Inhaltsverzeichnis

I Grundlagen

1	Physiologie der Atmung.....	3
	<i>Michael Fresenius, Michael Heck und Cornelius Busch</i>	
1.1	Anatomie.....	5
1.2	Äußere und innere Atmung.....	6
1.3	Lungenvolumina und Lungenkapazitäten.....	9
1.4	Ventilationsstörungen (VS).....	14
1.5	Berechnungen.....	15
1.6	O ₂ -Bindungskurve.....	20
1.7	Apnoische Oxygenierung (AO).....	22
	Weiterführende Literatur.....	23
2	Wasser-Elektrolyt- und Säure-Basen-Haushalt.....	25
	<i>Michael Fresenius, Michael Heck und Cornelius Busch</i>	
2.1	Wasserhaushalt.....	26
2.2	Flüssigkeitsersatzmittel.....	27
2.3	Störungen des Elektrolythaushalts.....	35
2.4	Säure-Basen-Haushalt.....	39
3	Blutgerinnung.....	43
	<i>Michael Fresenius, Michael Heck und Cornelius Busch</i>	
3.1	Hämostase (Gerinnung, Gerinnungshemmung und Fibrinolyse).....	44
3.2	Hämorrhagische Diathesen.....	71
	Weiterführende Literatur.....	88
4	Blut und Blutprodukte	89
	<i>Oliver Kunitz, Michael Fresenius, Michael Heck und Cornelius Busch</i>	
4.1	Blutgruppen.....	90
4.2	Blutprodukte.....	91
4.3	Anämie.....	99
4.4	Patient-Blood-Management (PBM).....	100
4.5	Transfusion	103
	Weiterführende Literatur.....	112
5	Monitoring	113
	<i>Michael Fresenius, Michael Heck und Cornelius Busch</i>	
5.1	Vorbetrachtungen.....	114
5.2	Basis-/Sicherheitsmonitoring	114
5.3	Erweitertes (hämodynamisches) Monitoring	126
5.4	Neuromonitoring	159
5.5	Neuromuskuläres Monitoring	165
	Weiterführende Literatur.....	168

6	Kardiovaskulär wirksame Medikamente	169
	<i>Cornelius Busch, Michael Heck und Michael Fresenius</i>	
6.1	Katecholamine	170
6.2	Phosphodiesterase-III-Hemmer bzw. Inodilatoren	178
6.3	Kalzium-Sensitizer (Inoprotektoren)	179
6.4	Kontrollierte Hypotension	180
	Weiterführende Literatur.....	189
7	Medikamenten- bzw. Arzneimittelinteraktionen (AMI).....	191
	<i>Michael Fresenius, Michael Heck und Cornelius Busch</i>	
7.1	Grundlagen	192
7.2	Vermeidungsstrategie einer Arzneimittelinteraktion.....	195
	Literatur und weiterführende Literatur.....	198
8	Physik für Anästhesisten.....	199
	<i>Martin Reuber</i>	
8.1	Ohm-Gesetz	200
8.2	Gasgesetze	201
8.3	Strömungen	202
8.4	Wärmelehre und Wärmehaushalt.....	204
	Weiterführende Literatur.....	205

II Anästhetika

9	Inhalationsanästhetika.....	209
	<i>Martin Reuber</i>	
9.1	Pharmakologie der Inhalationsanästhetika.....	210
9.2	Narkosetheorien bei Inhalationsanästhetika.....	213
9.3	Anforderungen an ein ideales Inhalationsanästhetikum.....	213
9.4	Phänomene der Inhalationsanästhetika.....	214
9.5	Einzelne Inhalationsanästhetika.....	215
9.6	Atemkalk	224
9.7	Gefahren durch Inhalationsanästhetika	225
9.8	Narkosestadien nach Guedel	226
9.9	Umweltaspekte der Inhalationsanästhetika.....	227
	Literatur und weiterführende Literatur	230
10	Injektionsanästhetika.....	231
	<i>Pia Reuber</i>	
10.1	Das ideale Injektionsanästhetikum	232
10.2	Einzelne Injektionsanästhetika	232
10.3	Überblick über die Injektionsanästhetika	260
10.4	TIVA und TCI	261
	Literatur und weiterführende Literatur	266

11	Opioide	267
	<i>Pia Reuber</i>	
11.1	Allgemeines	269
11.2	Einzelsubstanzen: Agonisten	278
11.3	Partialagonisten bzw. Antagonist-Agonisten	292
11.4	Antagonisten: Opioide	295
11.5	Betäubungsmittelgesetz (BtMG) und Betäubungsmittelverschreibungsverordnung (BtMVV)	296
11.6	Opioide in der Schwangerschaft.....	297
11.7	Ausblick	297
	Literatur und weiterführende Literatur.....	298
12	Muskelrelaxanzien	299
	<i>Pia Reuber</i>	
12.1	Allgemeines	301
12.2	Depolarisierende Muskelrelaxanzien.....	305
12.3	Nichtdepolarisierende Muskelrelaxanzien (ndMR)	310
12.4	Antagonisierung von Muskelrelaxanzien	317
12.5	Versuch, die Anschlagzeit eines ndMR zu verkürzen.....	323
12.6	Typische und atypische Plasmacholinesterase und Dibucain-Test.....	323
12.7	Interaktionen zwischen Muskelrelaxanzien und	324
12.8	Parasympatholytika (Anticholinergika).....	326
	Weiterführende Literatur.....	329
13	Lokalanästhetika	331
	<i>Martin Reuber</i>	
13.1	Pharmakologie der Lokalanästhetika	332
13.2	Spezielle Pharmakologie der Lokalanästhetika	339
13.3	Besonderheiten der einzelnen Lokalanästhetika	342
13.4	Intoxikation mit Lokalanästhetika	346
	Literatur und weiterführende Literatur.....	354
III	Allgemeines zur Anästhesie	
14	Narkosetheorien	357
	<i>Michael Fresenius</i>	
	Weiterführende Literatur.....	360
15	Präoperative Evaluation und Narkoserisiko	361
	<i>Michael Heck, Michael Fresenius und Cornelius Busch</i>	
15.1	Anamnese und körperliche Untersuchung	362
15.2	Aufklärung/Einwilligung	370
15.3	Präoperative Dauermedikation.....	372
15.4	Medikamentöse Prämedikation.....	377
15.5	Spezielle Situationen oder Vorerkrankungen	381
15.6	Anästhesierisiko	383
	Literatur und weiterführende Literatur.....	384

X Inhaltsverzeichnis

16	Narkosesysteme	385
	<i>Michael Fresenius, Michael Heck und Cornelius Busch</i>	
16.1	Klassifizierung der Narkosesysteme	386
16.2	Einteilung der Rückatmungssysteme	389
16.3	Niedrigflusstechniken (Low-flow, Minimal-flow)	393
	Literatur und weiterführende Literatur.....	399
17	Atemwegsmanagement	401
	<i>Cornelius Busch, Michael Heck und Michael Fresenius</i>	
17.1	Intubation	403
17.2	Schwierige Intubation	409
17.3	Management bei Misslingen von Ventilation und Intubation (cannot intubate, cannot ventilate!)	418
17.4	Management bei erwarteter schwieriger Intubation	419
17.5	Detaillierte Erläuterung bestimmter Maßnahmen	420
17.6	Videolaryngoskopie	421
17.7	Bronchoskopie	423
17.8	Beurteilung von Behandlungsverfahren beim Atemwegsmanagement	426
	Literatur und weiterführende Literatur.....	429
18	Intraoperative Beatmung	431
	<i>Michael Fresenius, Michael Heck und Cornelius Busch</i>	
18.1	Einführung	432
18.2	Intraoperative, lungenprotektive Beatmung	432
	Literatur und weiterführende Literatur	434
19	Regionalanästhesie	435
	<i>Michael Fresenius, Michael Heck und Cornelius Busch</i>	
19.1	Einteilung der RA-Verfahren	438
19.2	Rückenmarknahe Regionalanästhesie, Spinal-, Periduralanästhesie (SPA/PDA) und Kaudalanästhesie.	438
19.3	Plexusblockaden am Hals	458
19.4	Übersicht der Plexusblockaden und periphere Nervenblockaden an der oberen Extremität	460
19.5	Übersicht der Plexusblockaden und periphere Nervenblockaden an der unteren Extremität	471
19.6	Faszienblöcke	475
19.7	Intravenöse Regionalanästhesie	478
19.8	Periphere Nervenblockaden	479
19.9	Lokalanalgesie	480
	Weiterführende Literatur.....	481
20	Lagerung	483
	<i>Cornelius Busch, Michael Heck und Michael Fresenius</i>	
20.1	Einzelne Lagerungen	484
	Literatur	486

IV Spezielle Anästhesie

21	Anästhesie in der Allgemein- und Abdominalchirurgie	489
	<i>Cornelius Busch, Michael Heck und Michael Fresenius</i>	
21.1	Vorbemerkungen/Grundsätze	490
21.2	Besonderheiten bei speziellen Eingriffen	491
	Weiterführende Literatur	492
22	Anästhesie in der Gefäßchirurgie	493
	<i>Cornelius Busch, Michael Heck und Michael Fresenius</i>	
22.1	Vorbemerkungen/Grundsätze	494
22.2	Besonderheiten bei der Prämedikationsvisite	494
22.3	Karotischirurgie (Karotis-TEA)	495
22.4	Aortenchirurgie	497
22.5	Periphere Gefäßchirurgie	504
	Weiterführende Literatur	505
23	Anästhesie in der Urologie	507
	<i>Cornelius Busch, Michael Heck und Michael Fresenius</i>	
23.1	Vorbemerkungen/Grundsätze	508
23.2	Besonderheiten bei speziellen Eingriffen	508
	Weiterführende Literatur	512
24	Anästhesie in der Gynäkologie und Geburtshilfe	513
	<i>Michael Fresenius, Michael Heck und Cornelius Busch</i>	
24.1	Physiologische Veränderungen in der Schwangerschaft	515
24.2	Anästhesie und Uterusaktivität	516
24.3	Wirkung von Pharmaka auf den Fetus	519
24.4	Maternale Sterblichkeit in den Industriestaaten	521
24.5	Aufklärung in der Geburtshilfe	523
24.6	Der normale Geburtsverlauf	524
24.7	Sectio caesarea	524
24.8	Analgesie im Kreißsaal	533
24.9	Anästhesie während der Schwangerschaft	536
24.10	Hypertensive Schwangerschaftserkrankungen und peripartale Komplikationen	538
24.11	Präeklampsie	540
24.12	Postpartale Blutung (PPH)	543
	Weiterführende Literatur	548
25	Erstversorgung und Anästhesie bei Neugeborenen	551
	<i>Michael Heck, Michael Fresenius und Cornelius Busch</i>	
25.1	Erstversorgung des Neugeborenen	552
25.2	Anästhesie bei Neugeborenen	557
	Weiterführende Literatur	558

26	Anästhesie bei Kindern	559
	<i>Michael Heck, Michael Fresenius und Cornelius Busch</i>	
26.1	Anatomische und physiologische Besonderheiten	560
26.2	Anästhesiologisches Management	568
26.3	Regionalanästhesie bei Kindern	588
	Literatur und weiterführende Literatur.....	595
27	Anästhesie in der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde	597
	<i>Cornelius Busch, Michael Heck und Michael Fresenius</i>	
27.1	Vorbemerkungen/Grundsätze	598
27.2	Besonderheiten bei speziellen Eingriffen	598
28	Anästhesie in der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie	603
	<i>Cornelius Busch, Michael Heck und Michael Fresenius</i>	
28.1	Vorbemerkungen/Grundsätze	604
28.2	Besonderheiten bei speziellen Eingriffen	604
29	Anästhesie in der Augenheilkunde	607
	<i>Cornelius Busch, Michael Heck und Michael Fresenius</i>	
29.1	Vorbemerkungen/Grundsätze	608
29.2	Besonderheiten bei speziellen Eingriffen	609
30	Anästhesie in der Traumatologie und Orthopädie	611
	<i>Cornelius Busch, Michael Heck und Michael Fresenius</i>	
30.1	Vorbemerkungen/Grundsätze	612
30.2	Besonderheiten bei speziellen Eingriffen	612
31	Anästhesie in der Neurochirurgie	615
	<i>Cornelius Busch, Michael Heck und Michael Fresenius</i>	
31.1	Hirndruck (ICP) und Hirndurchblutung (CBF)	616
31.2	Neuromonitoring	618
31.3	Therapie bei erhöhtem intrakraniellem Druck	618
31.4	Durchführung der Anästhesie bei Kraniotomie	622
31.5	Besonderheiten bei speziellen Eingriffen	624
	Weiterführende Literatur.....	630
32	Anästhesie in der Thoraxchirurgie	631
	<i>Cornelius Busch, Michael Heck und Michael Fresenius</i>	
32.1	Prämedikationsvisite	632
32.2	Intraoperatives Monitoring	636
32.3	Einlungenventilation	639
32.4	Anästhesie für spezielle Situationen	643
32.5	Postoperatives Management und Komplikationen	643

33	Anästhesie in der Kardiochirurgie	645
	<i>Cornelius Busch, Michael Heck und Michael Fresenius</i>	
33.1	Besonderheiten bei der Prämedikationsvisite.....	647
33.2	Narkoseführung.....	648
33.3	Operationsablauf mit Herz-Lungen-Maschine (HLM).....	650
33.4	Besonderheiten bei speziellen Eingriffen.....	660
	Literatur	665
34	Anästhesie zur Lebertransplantation	667
	<i>Cornelius Busch, Michael Heck und Michael Fresenius</i>	
34.1	Pathophysiologische Besonderheiten	668
34.2	Anästhesiologisches Management.....	668
34.3	Chirurgische Technik.....	669
34.4	Anästhesiologische Besonderheiten	671
35	Anästhesie bei geriatrischen und hochbetagten Patienten	675
	<i>Michael Fresenius, Michael Heck und Cornelius Busch</i>	
35.1	Physiologische Veränderungen.....	676
	Weiterführende Literatur.....	681
36	Anästhesie bei minimal-invasiver Chirurgie	683
	<i>Michael Fresenius, Michael Heck und Cornelius Busch</i>	
36.1	Auswirkungen eines Pneumoperitoneum.....	684
36.2	Komplikationen des Pneumoperitoneums	686
	Weiterführende Literatur.....	687
37	Anästhesie bei Patienten mit implantierten Herzschrittmachern und/oder Defibrillatoren	689
	<i>Michael Fresenius, Michael Heck und Cornelius Busch</i>	
37.1	Herzschrittmacher	690
37.2	Implantierbare antitachykarde Schrittmachersysteme (Defibrillator)	694
	Weiterführende Literatur.....	696
38	Anästhesie bei ambulanten Operationen	697
	<i>Michael Fresenius, Michael Heck und Cornelius Busch</i>	
38.1	Einführung.....	698
38.2	Praktisches Vorgehen	699
	Literatur und weiterführende Literatur.....	707
39	Akute perioperative Schmerztherapie	709
	<i>Michael Fresenius, Michael Heck und Cornelius Busch</i>	
39.1	Allgemeines	711
39.2	Medikamentöse postoperative Schmerztherapie	718
39.3	Koanalgetika in der akuten postoperativen Schmerztherapie	726
39.4	Therapie von Nebenwirkungen der akuten postoperativen Schmerztherapie.....	728
39.5	Lokal- und Regionalanalgesie des Erwachsenen	728
39.6	Spezielle Patienten in der postoperativen Schmerztherapie	729

39.7	Notfälle in der Schmerztherapie	738
39.8	Nichtmedikamentöse Therapiemöglichkeiten bei postoperativen Schmerz	740
	Literatur und weiterführende Literatur.....	740

V Anästhesierelevante Krankheitsbilder

40	Anästhesie bei neuromuskulären Erkrankungen.....	743
	Cornelius Busch, Michael Heck und Michael Fresenius	
40.1	Myasthenia gravis	744
40.2	Lambert-Eaton-Syndrom (paraneoplastische Myasthenie)	747
40.3	Myotonien und Muskeldystrophien	747
40.4	Multiple Sklerose.....	748
40.5	Neuromuskuläre Erkrankungen und Muskelrelaxanzien.....	749
	Literatur und weiterführende Literatur.....	750
41	Anästhesie bei endokrinologischen Erkrankungen	751
	Cornelius Busch, Michael Heck und Michael Fresenius	
41.1	Diabetes mellitus (DM).....	752
41.2	Hyper- und Hypothyreose.....	753
41.3	Phäochromozytom	755
41.4	Karzinoid	756
41.5	Patienten mit Glukokortikoiddauermedikation.....	757
	Weiterführende Literatur.....	759
42	Anästhesie bei chronisch obstruktiven Atemwegserkrankungen.....	761
	Cornelius Busch, Michael Heck und Michael Fresenius	
42.1	Grundlagen	762
42.2	Asthma bronchiale.....	763
42.3	Anästhesiologisches Management bei CAO.....	766
	Literatur und weiterführende Literatur.....	769
43	Anästhesie bei Niereninsuffizienz	771
	Cornelius Busch, Michael Heck und Michael Fresenius	
43.1	Vorbemerkungen/Grundsätze.....	772
43.2	Niereninsuffizienz und Anästhetika	772
43.3	Anästhesie zur Nierentransplantation (NTPL).....	773
	Weiterführende Literatur.....	773
44	Anästhesie bei Leberinsuffizienz	775
	Cornelius Busch, Michael Heck und Michael Fresenius	
44.1	Vorbemerkungen/Grundsätze.....	776
44.2	Leberinsuffizienz und Anästhetika	776
	Weiterführende Literatur.....	777

45	Anästhesie bei Adipositas und bariatrischer Chirurgie	779
	<i>Michael Fresenius, Michael Heck und Cornelius Busch</i>	
45.1	Klinische Relevanz der Adipositas.....	781
45.2	Veränderungen der Physiologie bei Adipositas.....	781
45.3	Anästhesiomanagement.....	782
	Weiterführende Literatur.....	785
46	Anästhesie bei Schlaf-Apnoe-Syndrom	787
	<i>Michael Fresenius, Michael Heck und Cornelius Busch</i>	
	Literatur und weiterführende Literatur.....	793
47	Anästhesie bei Rauchern	795
	<i>Martin Reuber, Michael Heck, Michael Fresenius und Cornelius Busch</i>	
	Literatur und weiterführende Literatur.....	798
48	Anästhesie bei opioidgewöhnten Patienten.....	799
	<i>Pia Reuber, Michael Heck, Michael Fresenius und Cornelius Busch</i>	
48.1	Anästhesie bei opioidgewöhnten Patienten	800
	Literatur und weiterführende Literatur.....	804
49	Anästhesie bei Patienten mit maligner Hyperthermie (MH)	805
	<i>Michael Fresenius, Michael Heck und Cornelius Busch</i>	
49.1	Grundlagen	806
49.2	Auslöser der malignen Hyperthermie.....	808
49.3	Symptome	809
49.4	Therapie.....	811
49.5	Differenzialdiagnosen	814
49.6	Screeningverfahren.....	815
49.7	Diagnose/Testung	815
49.8	Anästhesiologisches Vorgehen bei Verdacht auf maligne Hyperthermie.....	818
49.9	Adressen.....	819
	Literatur und weiterführende Literatur.....	820
50	Anästhesie bei Patienten mit Porphyrie	821
	<i>Martin Reuber, Michael Fresenius, Michael Heck und Cornelius Busch</i>	
50.1	Akuter Schub der akuten hepatischen Porphyrien	822
50.2	Anästhesiologisches Management.....	828
51	Anästhesie bei Patienten mit Demenz	831
	<i>Michael Fresenius, Michael Heck und Cornelius Busch</i>	
	Weiterführende Literatur.....	834
52	Anästhesie in Außenbereichen	835
	<i>Cornelius Busch, Michael Heck und Michael Fresenius</i>	
52.1	Anforderungen	836
52.2	Analgosedierung.....	836
52.3	Spezielle Anforderungen einzelner Prozeduren	837
	Weiterführende Literatur.....	838

VI Komplikationen

53	Anaphylaktische Reaktion	841
	<i>Martin Reuber, Michael Heck, Michael Fresenius und Cornelius Busch</i>	
53.1	Pathophysiologie	842
53.2	Diagnostik	844
53.3	Symptome und Einteilung des Schweregrads	844
53.4	Therapie	844
53.5	Spezielle Krankheitsbilder (mit Anaphylaxieassoziation)	850
	Literatur und weiterführende Literatur	852
54	Aspiration	853
	<i>Martin Reuber, Michael Heck, Michael Fresenius und Cornelius Busch</i>	
54.1	Grundlagen	854
54.2	Therapie	855
54.3	Prophylaktische Maßnahmen	856
	Literatur und weiterführende Literatur	859
55	Herzrhythmusstörungen	861
	<i>Michael Heck, Michael Fresenius und Cornelius Busch</i>	
55.1	Arten von Herzrhythmusstörungen	862
55.2	Ursachen von Herzrhythmusstörungen	862
55.3	Differenzialdiagnose und Therapie	862
55.4	Arrhythmien	866
	Weiterführende Literatur	868
56	Unbeabsichtigte perioperative Hypothermie	869
	<i>Michael Fresenius, Michael Heck und Cornelius Busch</i>	
56.1	Hypothermie	870
56.2	Maßnahmen zur Vermeidung von perioperativer Hypothermie	872
56.3	Kältezittern (Shivering)	873
	Weiterführende Literatur	874
57	TUR-Syndrom	875
	<i>Michael Fresenius, Michael Heck und Cornelius Busch</i>	
58	Übelkeit und Erbrechen	879
	<i>Michael Heck, Michael Fresenius und Cornelius Busch</i>	
58.1	Grundlagen	880
58.2	Beeinflussende Faktoren für Inzidenz und Ausmaß von PONV	880
58.3	Komplikationen von schwerer PONV	881
58.4	Risikoscores und prognostizierte PONV-Inzidenz	881
58.5	Prophylaxestrategie	882
58.6	Therapie bei PONV	883
	Weiterführende Literatur	887

59	Postoperatives Delir und postoperatives kognitives Defizit (POCD)	889
	<i>Michael Fresenius</i>	
59.1	Delir und Delirmanagement.....	890
59.2	Postoperative kognitive Dysfunktion (POCD).....	898
	Literatur und weiterführende Literatur.....	901
60	Intraoperative Wachzustände (Awareness).....	903
	<i>Cornelius Busch, Michael Heck und Michael Fresenius</i>	
	Literatur und weiterführende Literatur.....	906
61	Lungenembolie	907
	<i>Cornelius Busch, Michael Heck und Michael Fresenius</i>	
61.1	Thrombembolie	908
61.2	Luftembolie	913
61.3	Fettembolie	914
	Literatur und weiterführende Literatur.....	914
62	Negative pressure pulmonary edema (NPPE).....	915
	<i>Martin Reuber</i>	
	Weiterführende Literatur.....	917
63	Nadelstichverletzung	919
	<i>Cornelius Busch, Michael Heck und Michael Fresenius</i>	
63.1	Therapie.....	920
63.2	Vermeidung von Nadelstichverletzungen.....	921
	Literatur	921

VII Notfallmedizin

64	Kardiopulmonale Reanimation (CPR).....	925
	<i>Michael Fresenius, Michael Heck und Cornelius Busch</i>	
64.1	Reanimationsempfehlungen für Erwachsene.....	927
64.2	Reanimationsempfehlungen für Neugeborene und Kinder	936
	Literatur und weiterführende Literatur.....	939
65	Schock	941
	<i>Cornelius Busch, Michael Heck und Michael Fresenius</i>	
	Weiterführende Literatur.....	943
66	Polytrauma	945
	<i>Cornelius Busch, Michael Heck und Michael Fresenius</i>	
66.1	Grundlagen	946
66.2	Allgemeine Therapierichtlinien der Primärversorgung	946
66.3	Therapie bei speziellen Verletzungen	948
	Weiterführende Literatur.....	949

67	Anästhesie bei Verbrennungen	951
	<i>Cornelius Busch, Michael Heck und Michael Fresenius</i>	
67.1	Schätzung des Verbrennungsausmaßes	952
67.2	Phasen der Verbrennungskrankheit.....	953
67.3	Elektrounfall.....	955
67.4	Inhalationstrauma	955
	<i>Weiterführende Literatur.....</i>	955
68	Endokarditisprophylaxe.....	957
	<i>Martin Reuber, Michael Heck, Michael Fresenius und Cornelius Busch</i>	
68.1	Empfehlungen zur Endokarditisprophylaxe.....	958
	<i>Literatur</i>	961
69	Historie auf einen Blick	963
	<i>Michael Heck, Michael Fresenius und Cornelius Busch</i>	
70	Praktische Hinweise	967
	<i>Michael Heck, Michael Fresenius und Cornelius Busch</i>	
70.1	Organspende	968
70.2	Sauerstoffkonzentration bei verschiedenen Applikationsformen	969
70.3	Umrechnungstabellen für Laborwerte → Normalwerte (SI-Einheiten)	969
70.4	„Umrechnung“ INR und Quick.....	969
70.5	Umrechnungstabellen für sonstige Einheiten	969
	Serviceteil	
	Stichwortverzeichnis	979

Herausgeber- und Autorenverzeichnis

Über die Herausgeber



Dr. med. Michael Heck

- Studium der Humanmedizin an der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
- 1988 Promotion an der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
- 1989–1999 Assistenzarzt an der Universität Heidelberg
- Seit 1994 Facharzt für Anästhesiologie
- Seit 1999 niedergelassener Anästhesist in Heidelberg
- Zusatzqualifikationen: „Intensivmedizin“, „Notfallmedizin“



Dr. med. Michael Fresenius

- Studium der Humanmedizin an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg
- 1991–2000 Assistenzarzt an der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
- 1994 Promotion an der Philipps-Universität Marburg
- Seit 1997 Facharzt für Anästhesiologie
- 2000/01 Oberarzt am Kreiskrankenhaus Sinsheim
- 2001–2009 Oberarzt am Evangelischen Krankenhaus Düsseldorf
- Seit 2009 Chefarzt der Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Notfallmedizin, Marienhaus Klinikum Bendorf-Neuwied-Waldbreitbach
- Zusatzqualifikationen: „Intensivmedizin“, „Notfallmedizin“, „Spezielle Schmerztherapie“, „Palliativmedizin“



PD Dr. med. Cornelius Busch

- Studium der Humanmedizin an der Universität des Saarlandes, Universität Pierre et Marie Curie, Paris, und an der Universität Zürich
- 2002 Promotion an der Universität des Saarlandes
- 2002–2004 Research Fellow am Department of Anesthesia and Critical Care Medicine und am Cardiovascular Research Center des Massachusetts General Hospital, Harvard University in Boston
- 1999–2008 Assistenzarzt an der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
- Seit 2006 Facharzt für Anästhesiologie, Habilitation 2010
- Seit 2008 Oberarzt in der Klinik für Anästhesiologie, Universitätsklinikum Heidelberg
- Zusatzqualifikationen: „Intensivmedizin“, „Notfallmedizin“

Autorenverzeichnis

PD Dr. Cornelius Busch Klinik für Anästhesiologie, Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

Dr. Michael Fresenius Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Notfallmedizin, Marienhau Klinikum St. Elisabeth Neuwied, Neuwied, Deutschland

Dr. Michael Heck Anästhesie-praxis, Heidelberg, Deutschland

Dr. Martin Reuber Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Notfallmedizin, Marienhau Klinikum St. Elisabeth Neuwied, Neuwied, Deutschland

Dr. Pia Reuber Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Notfallmedizin, Marienhau-Klinikum St. Elisabeth, Neuwied, Deutschland

Prof. Dr. Wolfgang Zink Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Klinikum Ludwigshafen, Ludwigshafen, Deutschland

Abkürzungen

AAA	abdominelles Aortenaneurysma	ATC	„automatic tube compensation“ (automatische Tubuskompensation)
AaDO₂	alveoloarterielle Sauerstoffpartialdruckdifferenz	avDO₂	arteriovenöse Sauerstoffdifferenz
Ach	Acetylcholin	BE	„base excess“ (Basenüberschuss)
ACT	„activated clotting time“ (aktivierte Gerinnungszeit)	BEL	Beckenendlage
ADH	antidiuretisches Hormon	BGA	Blutgasanalyse oder Bundesgesundheitsamt (aus Kontext ersichtlich)
AEP	akustisch evozierte Potenziale	BIPAP	„biphasic positive airway pressure“ (biphasisch positiver Atemwegsdruck)
AGW	Atemgrenzwert	BtMVV	Betäubungsmittelverschreibungsverordnung
AHA	American Heart Association	BLS	Basic Life Support
AK	Antikörper	BZ	Blutzucker
ALAT	Alanin-Aminotransferase	C	Compliance
ALI	„acute lung injury“ (akutes Lungenversagen)	CAO	„chronic airflow obstruction“ (chronische Atemwegsobstruktion)
ALS	Advanced Life Support	c_aO₂	arterieller Sauerstoffgehalt
ALT	Alanin-Transaminase	CARS	„compensatory antiinflammatory response syndrome“ (kompensatorisches antiinflammatorisches Reaktionssyndrom)
AMV	Atemminutenvolumen	CAVHD	kontinuierliche arteriovenöse Hämodialyse
Anm	Anmerkung	CAVHF	kontinuierliche arteriovenöse Hämofiltration bzw. Spontanfiltration
ANV	akutes Nierenversagen	CBF	zerebraler Blutfluss (Hirndurchblutung)
AP	arterieller Systemdruck	CBV	zerebrales Blutvolumen
ARDS	„acute respiratory distress syndrome“ (früher: „adult respiratory distress syndrome“)	CC	„closing capacity“ (Verschlusskapazität)
AS	Aminosäuren		
ASA	American Society of Anesthesiologists		
ASAT	Aspartat-Aminotransferase		
ASB	„assisted spontaneous breathing“ (assistierte Spontanatmung)		
ASS	Acetylsalicylsäure		
AST	Alanin-Aminotransferase		
AT	Antithrombin		

CHE	Cholinesterase	CVVHF	kontinuierliche venovenöse Hämofiltration
CI	„cardiac index“ (Herzindex)	DBS	Double-burst-Stimulation
CIED	cardiac implantable electronic device	DD	Differenzialdiagnose
CIP	„critical illness polyneuropathy“	DIC	disseminierte intravasale Koagulopathie (Verbrauchskoagulopathie)
C_{LA}	Konzentration des Lokalanästhetikums	DK	Blasendauerkatheter
C_m	minimale Konzentration	DLCO	Diffusionskapazität der Lunge für CO
CMRO₂	„cerebral metabolic rate for oxygen“ (zerebraler Metabolismus)	DLV	„different lung ventilation“ (seitendifferente Beatmung)
CO	„cardiac output“ (Herzzeitvolumen)	DO₂	Sauerstoffangebot
CO₂	Kohlendioxid	ECCO₂R	extrakorporale CO ₂ -Elimination
COLD	„chronic obstructive lung disease“ (chronisch obstruktive Lungenerkrankung)	ECMO	extrakorporale Membranoxygenierung
COPD	„chronic obstructive pulmonary disease“ (chronisch obstruktive Lungenerkrankung)	eCPR	„extracorporeal cardio-pulmonary resuscitation“
COT	„clot observation time“	ECT	„ecarin clotting time“
CPAP	„continuous positive airway pressure“	ED	Einздosis
CPP	cerebral perfusion pressure (zerebraler Perfusionsdruck)	EDCF	„endothelium-derived contracting factor“
CPPV	„continuous positive pressure ventilation“	EDRF	„endothelium-derived relaxing factor“
CPR	„cardio-pulmonary resuscitation“	EDV	enddiastolisches Volumen
CSE	kombinierte Spinal- und Epiduralanästhesie	EF	Ejektionsfraktion (Auswurffraktion)
CSF	Liquor cerebrospinalis	EK	Erythrozytenkonzentrat
CV	„closing volume“ (Verschlussvolumen)	EKK	extrakorporaler Kreislauf
c_vO₂	venöser Sauerstoffgehalt	EKZ	extrakorporale Zirkulation
CVVHD	kontinuierliche venovenöse Hämodialyse	EMLA	eutektische Mixtur von Lokalanästhetika
CVVHDF	kontinuierliche venovenöse Hämodiafiltration	ERV	exspiratorisches Reservevolumen
		ESV	endsystolisches Volumen
		ESWL	extrakorporale Stoßwellenlithotripsie
		etCO₂	endexspiratorische CO ₂ -Konzentration (in Vol.-%)

Abkürzungen

EVD	externe Ventrikeldrainage	HLM	Herz-Lungen-Maschine
F_AO₂	alveoläre Sauerstoffkonzentration	HMV	Herzminutenvolumen
FCKW	fluorierte Chlorkohlenwasserstoffverbindungen	HPV	hypoxische pulmonale Vasokonstriktion
FDA	Food and Drug Administration	HTPL	Herztransplantation
FEV₁	Ein-Sekunden-Kapazität	HWZ	Halbwertszeit
FEV₁/FVC	relative Ein-Sekunden-Kapazität in %	HZV	Herzzeitvolumen (Herzminutenvolumen)
F_{ex} CO₂	exspiratorische CO ₂ -Konzentration	IAP	intraabdomineller Druck
FFP	Fresh-frozen-Plasma	ICP	intrazerebraler Druck
FFS	freie Fettsäuren	ICR	Interkostalraum
FG	Frühgeborene	ID	Innendurchmesser
FO₂	inspiratorische Sauerstoffkonzentration	IHCA	in-hospital cardiac arrest“
FKW	fluorierte Kohlenwasserstoffe	IHSS	idiopathische hypertrophe Subaortenstenose
FRC	funktionelle Residualkapazität	iKG	ideales Körpergewicht
FS	Fettsäuren	Ind	Indikation
FSP	Fibrin(ogen)spaltprodukte	IPPV	„intermittent positive pressure ventilation“
FVC	forcierte Vitalkapazität	IRDS	„infant respiratory distress syndrome“
GABA	γ-Aminobuttersäure	ITN	inspiratorisches Reservevolumen
γ-GT	γ-Glutamyltransferase	KG	Intubationsnarkose
GCS	Glasgow Coma Scale	KH	Körpergewicht
GFR	glomeruläre Filtrationsrate	KI	Kohlenhydrate
GHB	γ-Hydroxybuttersäure	KOD	Kontraindikation bzw. Kurzinfusion (je nach Zusammenhang)
GI	gastrointestinal	KOF	kolloidosmotischer Druck
GISA	Glykopeptid-intermediär empfindlicher Staphylococcus	LA	Körperoberfläche
GOT	Glutamat-Oxalacetat-Transaminase	LAP	Lokalanästhetikum (Lokalanästhetika)
GPT	Glutamat-Pyruvat-Transaminase	LCT	linker Vorhofdruck
HDL	„high density lipoprotein“	LDH	„long chain triglycerides“ (langketige Triglyzeride)
HDM	Herzdruckmassage	LDL	Laktatdehydrogenase
HF	Herzfrequenz	LE	„low density lipoprotein“
HFV	„high frequency ventilation“ (Hochfrequenzbeatmung)	LJ	Lungenembolie
		LTPL	Lebensjahr
			Lebertransplantation

LVEDP	linksventrikulärer enddiastolischer Druck	N₂O	Stickoxydul (Lachgas)
LVEDV	linksventrikuläres enddiastolisches Volumen	ndMR	nichtdepolarisierende Muskelrelaxanzien
LVEF	linksventrikuläre Ejektionsfraktion (Auswurffraktion)	NLA	Neuroleptanästhesie
LVF	linksventrikuläre Pumpfunktion	NMB	neuromuskuläre Blockade
LVP	linker Ventrikeldruck	NMDA	N-Methyl-D-Aspartat
LWSWI	linksventrikulärer Schlagarbeitsindex	NMH	niedermolekulares Heparin
MAC	minimale alveoläre Konzentration	NMM	neuromuskuläres Monitoring
MAK	maximale Arbeitsplatzkonzentration	NO	Stickstoffmonoxid
MAP	mittlerer arterieller Druck	NRS	numerische Rating-Skala
MCT	„middle chain triglycerides“ (mittelkettige Triglyceride)	NSAID	„nonsteroidal anti-inflammatory drugs“ (nichtsteroidale Antiphlogistika)
MEP	motorisch evozierte Potenziale	NTPL	Nierentransplantation
MER	Muskeleigenreflex	NW	Nebenwirkung
MG	Molekulargewicht	NYHA	New York Heart Association
MH	maligne Hyperthermie	O₂	Sauerstoff
MIV	maximal inspiratory flow	OHCA	„out-of-hospital cardiac arrest“
MM	Muttermund	P	Druck
MMEF	maximaler mittlerer exspiratorischer Flow	PAK	Partialdruck
MODS	„multiple organ dysfunction syndrome“	pAK	Pulmonalarterienkatheter
MOV	Multiorganversagen	pAO₂	alveolärer O ₂ -Partialdruck
MPAP	mittlerer Pulmonalarteriendruck	pAO₂	arterieller O ₂ -Partialdruck
MR	Muskelrelaxanzien	PAP	Pulmonalarteriendruck <i>oder</i> perioperative Prophylaxe (<i>je nach Zusammenhang</i>)
MRSA	Methicillin-resistenter Staphylococcus aureus	pAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
MRSE	Methicillin-resistenter Staphylococcus epidermidis	PAW	„pressure airway“ (Atemwegsdruck)
MS	Magensonde	PCA	patientenkontrollierte Analgesie
MSSA	Methicillin-empfindlicher Staphylococcus aureus	PCEA	patientenkontrollierte Epiduralanalgesie
N₂	Stickstoff	PCI	perkutane Koronarintervention
		PCIA	patientenkontrollierte intravenöse Analgesie
		pCO₂	CO ₂ -Partialdruck

Abkürzungen

PCWP	Pulmonalkapillardruck = Wedgemitteldruck	RKI	Robert Koch-Institut
PDA	Periduralanästhesie	ROSC	„return of spontaneous circulation“
PDK	Periduralkatheter	RQ	respiratorischer Quotient
PE	Probeexzision	RR	systemarterieller Blutdruck (nach Riva-Rocci)
PEA	pulslose elektrische Aktivität	RT	„resuscitative thoracotomy“
PEEP	„positive endexpiratory pressure“ (positiver endexpiratorischer Druck)	RV	Residualvolumen
PEG	perkutane endoskopische Gastrostomie	RVEF	rechtsventrikuläre Ejektionsfraktion (Auswurffraktion)
p_{et} CO₂	endexpiratorischer CO ₂ - Partialdruck	RVP	rechter Ventrikeldruck
Pha	Pharmakologie	RWSWI	rechtsventrikulärer Schlagarbeitsindex
pH_i	intramukosaler pH-Wert	RWBS	regionale Wandbewegungsstörungen
POCD	postoperatives kognitives Defizit	RZ	Reptilasezeit
POCUS	„point of care ultrasound“	S_aO₂	fraktionelle arterielle Sauerstoffsättigung
POD	postoperative Dysfunktion	SHT	Schädel-Hirn-Trauma
PONV	„postoperative nausea and vomiting“ (postoperative Übelkeit und Erbrechen)	SI	Schlagvolumenindex <i>oder</i> Système International d'Unités/Internationales Einheitensystem (<i>je nach Zusammenhang</i>)
Ppm	parts per million = ml/m ³	SIRS	„systemic inflammatory response syndrome“
p_sO₂	partielle oder funktionelle Sauerstoffsättigung	SO₂	fraktionelle Sauerstoffsättigung
PTC	„post tetanic count“ (posttetanische Zahl)	SPA	Spinalanästhesie
PTT	partielle Thromboplastinzeit	SSEP	somatosensorisch evozierte Potenziale
PTZ	Thrombinzeit	SSW	Schwangerschaftswoche
p_vO₂	gemischtvenöser Sauerstoffpartialdruck	SV	Schlagvolumen
PVR	pulmonaler Gefäßwiderstand	SVES	supraventrikuläre Extrasystole(n)
pVT	pulslose ventrikuläre Tachykardie	S_{vj}O₂	jugularvenöse Sauerstoffsättigung
Q_L	Lungenperfusion	SVR	systemischer Gefäßwiderstand
Q_s/Q_t	intrapulmonaler Shunt	SVT	supraventrikuläre Tachykardie
R	Resistance (Atemwegswiderstand)	TAA	thorakales Aortenaneurysma
RAP	rechter Vorhofdruck		
RBF	renaler Blutfluss		

TAAA	thorakoabdominelles Aortenaneurysma	V_A V_A/Q	alveoläre Ventilation Ventilations-Perfusions-Verhältnis
TAT	Thrombin-Antithromin-III-Komplex	VAS	visuelle Analogskala
TEE	transösophageale Echo(kardio)grafie	VC	Vitalkapazität
TEG	Thrombelastogramm	VCO_2	CO_2 -Produktion
TFA	Trifluoressigsäure	V_D	Totraumvolumen
TG	Triglyzeride	VES	ventrikuläre Extrasystole(n)
THAM	Tris-Hydroxy-Aminomethan	VK	Verteilungskoeffizient
TIVA	totale intravenöse Anästhesie	VO_2	Sauerstoffaufnahme (Sauerstoffverbrauch)
TK	Thrombozytenkonzentrat	V_T	Tidalvolumen (Atemzugvolumen)
TLC	totale Lungenkapazität	VRS	verbale Rating-Skala
TOF	„train-of-four“	VVBP	venovenöse Biopumpe (Bypass)
TRALI	„transfusion-related acute lung injury“	vWF	von-Willebrand-Faktor
Trp	Tropfen		
TTM	„targeted temperature management“	vWJS	von-Willebrand-Jürgens-Syndrom
TUR-Blase	transurethrale Elektroresektion der Blase	WM	Wirkmechanismus
TUR-Prostata	transurethrale Elektroresektion der Prostata	WW ZAS	Wechselwirkung zentrales anticholinerges Syndrom
UBF	uteriner Blutfluss	ZVD	zentraler Venendruck
UFH	normales (unfraktionierte) Heparin	ZVK	zentraler Venenkateter
URS	Ureterorenoskopie		