

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Anatomie des Respirationstrakts</b> .....	19
1.1	Luftleitungssystem .....	20
	Weiterführende Literatur .....	26
1.2	Gasaustauschendes System .....	23
<b>2</b>	<b>Physiologie des Respirationstrakts</b> .....	27
2.1	Äußere und innere Atmung .....	27
2.2	Zusammensetzung der Atemgase .....	27
2.3	Respiratorischer Quotient .....	27
2.4	Atemmechanik .....	28
2.4.1	Definition .....	28
2.4.2	Zwerchfell .....	29
2.5	Übertragungen der Volumenänderungen des Thoraxraums auf die Lunge .....	30
2.6	Unterschiede zwischen Spontanatmung und Beatmung .....	30
2.6.1	Druck-Zeit-Diagramm .....	30
2.7	Druckgrößen in der Atemphysiologie und Beatmungstherapie .....	31
2.7.1	Druckgrößen .....	31
2.7.2	Partialdruck .....	32
2.7.3	Transmurale Druckdifferenz .....	35
2.7.4	Alveolardruck (= intrapulmonaler Druck) .....	35
2.7.5	Intrapleuraler Druck (= intrathorakaler Druck) .....	35
2.7.6	Transpulmonaler Druck .....	36
2.7.7	Transthorakaler Druck .....	38
2.7.8	Transrespiratorischer Druck .....	38
2.7.9	Volumenmessbedingungen .....	39
2.7.10	Umrechnung zwischen den einzelnen Volumenmessbedingungen .....	40
2.8	Atemmechanische Größen .....	41
2.8.1	Physikalische Grundlagen .....	41
2.8.2	Resistance – Maß für den Strömungswiderstand .....	42
2.8.3	Atemsynchrone Resistanceänderungen .....	44
2.8.4	Compliance – Maß für die Lungendehnbarkeit .....	46
2.8.5	Atemarbeit .....	56
<b>2.9</b>	<b>Pulmonaler Gasaustausch</b> .....	60
2.9.1	Ventilation .....	61
2.9.2	Diffusion .....	62
2.9.3	Perfusion .....	65
<b>2.10</b>	<b>Nachweis von Gasaustauschstörungen</b> .....	66
<b>2.11</b>	<b>Alveoloarterielle Sauerstoffpartialdruckdifferenz</b> .....	67
<b>2.12</b>	<b>Oxygenierungsindex</b> .....	69
<b>2.13</b>	<b>Ventilations-/Perfusionsverhältnis</b> .....	69
<b>2.14</b>	<b>Lungendurchblutung</b> .....	71
2.14.1	Verteilung der Lungendurchblutung .....	73
2.14.2	Regulation der Lungendurchblutung .....	75
2.14.3	Hypoxische pulmonale Vasokonstriktion (HPV) .....	79
<b>2.15</b>	<b>Totraum – Totraumventilation</b> .....	80
2.15.1	Totraumquotient .....	80
2.15.2	Totraumventilation .....	81
2.15.3	Alveoläre Totraumventilation .....	82

<b>2.16</b>	<b>Intrapulmonaler Rechts-Links-Shunt</b> . . . . .	84	<b>2.23</b>	<b>Differenzialdiagnose zwischen obstruktiven und restriktiven Ventilationsstörungen</b> . . . . .	114
2.16.1	Hepatopulmonales Syndrom – Sonderform eines intrapulmonalen Rechts-Links-Shunts . . . . .	89	<b>2.24</b>	<b>Präoperative pulmonale Risikoeinschätzung</b> . . . . .	116
<b>2.17</b>	<b>Kompartimentmodell der Lunge</b> . . . . .	89	2.24.1	Präoperative Funktionsdiagnostik und Risikoeinschätzung vor all-gemeinchirurgischen Eingriffen . . .	117
<b>2.18</b>	<b>Sauerstofftransport im Blut</b> . . . . .	93	2.24.2	Präoperative Funktionsdiagnostik und Risikoeinschätzung vor lun-genchirurgischen Eingriffen . . . . .	118
2.18.1	Sauerstoffsättigung . . . . .	93	<b>2.25</b>	<b>Allgemeinanästhesie und Lungenfunktion</b> . . . . .	122
2.18.2	Sauerstoffbindungskurve . . . . .	94	2.25.1	Faktoren der pulmonalen Gasaustauschstörung . . . . .	122
2.18.3	Sauerstoffbindungskapazität . . . . .	96	2.25.2	Prävention intraoperativer Atelektasen . . . . .	126
2.18.4	Sauerstoffgehalt . . . . .	96	2.25.3	Messung der FRC beim beatmeten Patienten . . . . .	128
2.18.5	Arteriovenöse O <sub>2</sub> -Gehaltsdifferenz (Ca-vDO <sub>2</sub> ) . . . . .	97	<b>2.26</b>	<b>Atemphysiologische Kenngrößen beim Erwachsenen</b> . . . . .	130
2.18.6	Sauerstofftransportkapazität (Sauerstoffangebot) . . . . .	98	<b>2.27</b>	<b>Atemregulation</b> . . . . .	131
2.18.7	Sauerstoffverbrauch (Sauerstoffaufnahme) . . . . .	99	2.27.1	Physiologische Regelmechanismen . . . . .	131
2.18.8	Gemischt-venöse Sauerstoff-sättigung (SvO <sub>2</sub> ) . . . . .	100	2.27.2	Pathologische Atmungstypen . . . . .	132
2.18.9	Zentralvenöse Sauerstoffsättigung (ScVO <sub>2</sub> ) . . . . .	100	<b>2.28</b>	<b>Grundlagen des Säure-Basen-Haushalts</b> . . . . .	134
2.18.10	Sauerstoffextraktionsrate . . . . .	101	2.28.1	Mathematische Grundlagen . . . . .	134
2.18.11	Beziehung zwischen O <sub>2</sub> -Angebot und O <sub>2</sub> -Aufnahme – DO <sub>2</sub> /VO <sub>2</sub> -Verhältnis . . . . .	103	2.28.2	Definitionen und Normalbereiche . . . . .	134
2.18.12	Kohlendioxidtransport im Blut . . . . .	105	2.28.3	Beurteilungen von Störungen des Säure-Basen-Haushalts . . . . .	136
<b>2.19</b>	<b>Statische Lungenvolumina</b> . . . . .	106	2.28.4	Physiologische Gegenregulations-mechanismen . . . . .	137
<b>2.20</b>	<b>Verschlussvolumen (Closing Volume) – Verschlusskapazität (Closing Capacity)</b> . . . . .	109		Weiterführende Literatur . . . . .	139
<b>2.21</b>	<b>Dynamische Atemvolumina</b> . . . . .	110	<b>3</b>	<b>Respiratorische Insuffizienz</b> . . . . .	141
<b>2.22</b>	<b>Atemflusswerte (Fluss-Volumen-Diagramm)</b> . . . . .	111	<b>3.1</b>	<b>Respiratorisches System</b> . . . . .	141
2.22.1	Quotient der Atemgasflüsse . . . . .	112	<b>3.2</b>	<b>Atempumpe</b> . . . . .	141
2.22.2	Konfiguration des Fluss-Volumen-Diagramms . . . . .	113	3.2.1	Stille Hypoxämie . . . . .	142
			<b>3.3</b>	<b>Definition und Klinik der respiratorischen Insuffizienz</b> . . . . .	143

<b>3.4</b>	<b>Pathophysiologie der postoperativen pulmonalen Funktionseinschränkung</b> .....	145	<b>3.6</b>	<b>Kenngrößen für die Indikation zur maschinellen Atemhilfe bei akuter respiratorischer Insuffizienz</b> .....	149
3.4.1	Prophylaxe perioperativer pulmonaler Komplikationen.....	147		Weiterführende Literatur .....	150
<b>3.5</b>	<b>Pathomechanismen der postoperativen und posttraumatischen respiratorischen Insuffizienz</b> .....	148			
<b>4</b>	<b>Beatmungstechnik</b> .....	151			
<b>4.1</b>	<b>Atemzyklus</b> .....	151	<b>4.4</b>	<b>Seitengetrennte Beatmung (ILV = Independent Lung Ventilation)</b> .....	298
4.1.1	Phasenvariable .....	151	4.4.1	Definition.....	298
<b>4.2</b>	<b>Grafische Darstellung des Atemzyklus</b> .....	153	4.4.2	Indikationen .....	299
4.2.1	Druck-Zeit-Diagramm bei volumenkontrollierter Beatmung .	153	4.4.3	Wirkprinzip.....	299
4.2.2	Druck-Zeit-Diagramm bei druckkontrollierter Beatmung . . . .	156	<b>4.5</b>	<b>Nicht-invasive Beatmung (NIV = Non-invasive Ventilation)</b>	301
4.2.3	Flow-Zeit-Diagramm .....	157	4.5.1	Definition.....	301
4.2.4	Volumen-Zeit-Diagramm .....	162	4.5.2	Vorteile der NIV (im Vergleich zur invasiven Beatmung) .....	301
4.2.5	Druck-Volumen-Schleife (Pressure-Volume-Loop).....	163	4.5.3	Nachteile der NIV (im Vergleich zur invasiven Beatmung) .....	301
<b>4.3</b>	<b>Beatmungsmuster – Beatmungsformen</b> .....	168	4.5.4	Voraussetzungen für NIV.....	301
4.3.1	Definition: Beatmungsmuster . . . .	168	4.5.5	Indikationen .....	302
4.3.2	Systematik der Beatmungsformen (Atemhilfen) .....	171	4.5.6	Kontraindikationen .....	303
4.3.3	Auswahl der Atemhilfe (Beatmungsform) .....	181	4.5.7	Nebenwirkungen .....	304
4.3.4	Kontrollierte Beatmungsformen (CMV = Controlled Mechanical Ventilation = Continuous Mandatory Ventilation).....	182	4.5.8	Beatmungszugang („Interface“) . . .	304
4.3.5	Maßnahmen zur Verbesserung der Oxygenierung .....	195	4.5.9	Adaptationsphase .....	306
4.3.6	Augmentierende Beatmungsformen .....	220	4.5.10	Auswahl der Atemhilfe und praktische Durchführung .....	307
4.3.7	Kombination von augmentierenden Beatmungsformen .....	264	4.5.11	S/T-Modus .....	311
4.3.8	Zusätzliche Beatmungsoptionen ..	267	4.5.12	Erfolgskriterien der NIV.....	312
			4.5.13	Abbruch- bzw. Intubationskriterien bei NIV .....	312
			4.5.14	Prädiktoren des NIV-Versagens . . .	313
			4.5.15	Weaning und NIV .....	313
			4.5.16	Sedierung.....	313
			4.5.17	Monitoring.....	314
			4.5.18	Helium-Sauerstoff-Mischung . . . .	314
			4.5.19	Intermittierende kontrollierte nächtliche Selbstbeatmung (ISB) – Heimbeatmung.....	314
			4.5.20	Wirkprinzip.....	314
			4.5.21	Klinische Effekte.....	315

<b>4.6</b>	<b>Patient-Respirator-Asynchronie</b> . . . . .	316	4.6.4	Patient-Respirator-Asynchronie unter augmentierter Spontanatmung . . . . .	318
4.6.1	Synonyma . . . . .	316	4.6.5	Klinische Folgen . . . . .	323
4.6.2	Definition . . . . .	316	4.6.6	Diagnose . . . . .	324
4.6.3	Patient-Respirator-Asynchronie unter kontrollierter Beatmung . . . . .	316	4.6.7	Therapeutische Maßnahmen . . . . .	324
				Weiterführende Literatur . . . . .	327
<b>5</b>	<b>Entwöhnung vom Respirator (Weaning)</b> . . . . .	333			
<b>5.1</b>	<b>Definition</b> . . . . .	333	5.4.2	Hechelindex (Rapid Shallow Breathing Index [RSBI]) . . . . .	351
<b>5.2</b>	<b>Pathophysiologie der Entwöhnung vom Respirator</b> . . . . .	334	5.4.3	Atemwegsokklusionsdruck (P <sub>0,1</sub> ) . . . . .	351
5.2.1	Voraussetzung für eine erfolgreiche Entwöhnung (allgemeine Weaning-Strategien) . . . . .	334	5.4.4	Maximale inspiratorische Kraft (MIP) . . . . .	352
5.2.2	Determinanten der erforderlichen Atemarbeit . . . . .	334	5.4.5	Tension-Time-Index (TTI) . . . . .	353
			5.4.6	Ösophagusdruckamplitude . . . . .	353
			5.4.7	Zwerchfellsonografie . . . . .	353
			5.4.8	Automatische Tubuskompensation (ATC) . . . . .	355
<b>5.3</b>	<b>Methoden der Entwöhnung vom Respirator (respiratorbezogene Weaning-Strategien)</b> . . . . .	345	<b>5.5</b>	<b>Weaning-Protokolle</b> . . . . .	355
5.3.1	Methoden der Entwöhnung vom Respirator . . . . .	345	5.5.1	Nicht-invasive Beatmung als Weaning-Strategie . . . . .	360
5.3.2	Diskontinuierliches Weaning . . . . .	345	<b>5.6</b>	<b>Automatische Entwöhnung vom Respirator – Closed-Loop-Beatmungsverfahren</b> . . . . .	361
5.3.3	Kontinuierliches Weaning . . . . .	346	5.6.1	Automatische Entwöhnung vom Respirator . . . . .	361
<b>5.4</b>	<b>Entwöhnungsindizes – Monitoring der inspiratorischen Atemmuskelanstrengung</b> . . . . .	350	5.6.2	Smart Care/PS . . . . .	363
5.4.1	Entwöhnungsindizes („Predictors of Weaning Outcome“) . . . . .	350	5.6.3	Adaptive Support Ventilation (ASV) . . . . .	364
				Weiterführende Literatur . . . . .	369
<b>6</b>	<b>Nebenwirkungen der maschinellen Beatmung</b> . . . . .	372			
<b>6.1</b>	<b>Kardiovaskuläre Nebenwirkungen</b> . . . . .	372	6.1.4	Pathophysiologische Auswirkungen der Beatmung auf die Nachlast des rechten Ventrikels . . . . .	375
6.1.1	Pathophysiologische Auswirkungen der Beatmung auf die Vorlast des rechten und linken Ventrikels . . . . .	372	<b>6.2</b>	<b>Renale Nebenwirkungen</b> . . . . .	377
6.1.2	Pathophysiologische Auswirkungen der Beatmung auf die Nachlast des linken Ventrikels . . . . .	374	<b>6.3</b>	<b>Hepatale Nebenwirkungen und Splanchnikusdurchblutung</b> . . . . .	377
6.1.3	Pathophysiologische Auswirkungen der Beatmung bei suffizientem und insuffizientem Myokard . . . . .	375	<b>6.4</b>	<b>Zerebrovaskuläre Nebenwirkungen</b> . . . . .	378

<b>6.5</b>	<b>Pulmonale Nebenwirkungen ...</b>	381	<b>6.6</b>	<b>Pneumothorax und Thoraxdrainage .....</b>	396
6.5.1	Beatmungsinduzierte Lungenschädigung .....	381	6.6.1	Pneumothorax .....	396
6.5.2	Beatmungsinduzierte diaphragmale Dysfunktion .....	393	6.6.2	Thoraxdrainage.....	398
6.5.3	Sauerstofftoxizität .....	395		Weiterführende Literatur .....	400
<b>7</b>	<b>Beatmungsmonitoring .....</b>				402
<b>7.1</b>	<b>Pulsoxymetrie .....</b>	402	7.6.4	Apnoeventilation .....	416
7.1.1	Funktionsprinzip .....	403	7.6.5	Inspiratorische Sauerstoffkonzentration .....	416
7.1.2	Grenzen und Fehlermöglichkeiten der Pulsoxymetrie .....	403	7.6.6	Atemgastemperatur.....	416
<b>7.2</b>	<b>Zeitbasierte Kapnometrie/ Kapnografie.....</b>	404	<b>7.7</b>	<b>Alarmmeldungen.....</b>	416
7.2.1	Funktionsprinzip .....	404	<b>7.8</b>	<b>Elektrische Impedanztomografie (EIT) .....</b>	417
7.2.2	Physiologisches Kapnogramm ....	404	7.8.1	Definition.....	417
<b>7.3</b>	<b>Volumenbasierte Kapnometrie/ Kapnografie.....</b>	407	7.8.2	Funktionsprinzip .....	418
<b>7.4</b>	<b>Erweitertes Monitoring .....</b>	413	7.8.3	Visualisierung der Lungendehnung („Lung-Stretch“) .....	422
<b>7.5</b>	<b>Monitoring der Atemmechanik .</b>	413	7.8.4	Visualisierung von tidaler Rekrutierung.....	424
<b>7.6</b>	<b>Maschinenmonitoring (Respiratormonitoring) .....</b>	413	7.8.5	Visualisierung der regionalen Compliance („Pixel-Compliance“) .	425
7.6.1	Beatmungsdruck.....	413	7.8.6	Klinische Anwendung .....	426
7.6.2	Volumenüberwachung .....	414	7.8.7	Regionale versus globale Druck-Volumen-Beziehung.....	429
7.6.3	Frequenzüberwachung .....	415	7.8.8	Limitationen und Kontraindikationen .....	431
				Weiterführende Literatur .....	431
<b>8</b>	<b>Anfeuchtung und Erwärmung des Atemgases (Atemgaskonditionierung).....</b>				432
<b>8.1</b>	<b>Physikalische Grundlagen .....</b>	432	<b>8.3</b>	<b>Methoden zur Atemgaskonditionierung.....</b>	436
<b>8.2</b>	<b>Physiologie – Pathophysiologie.</b>	433	8.3.1	Aktive Befeuchtungssysteme .....	436
			8.3.2	Passive Befeuchtungssysteme.....	438
				Weiterführende Literatur .....	441
<b>9</b>	<b>Physikalische Therapie – Atemtherapie .....</b>				443
<b>9.1</b>	<b>Inzentive Spirometrie (SMI = Sustained Maximal Inspiration).</b>	443	<b>9.2</b>	<b>Oszillierende PEP-Systeme .....</b>	444
9.1.1	Funktionsprinzip .....	443	9.2.1	Definition.....	444
			9.2.2	Aufbau und Funktionsprinzip.....	444

<b>9.3</b>	<b>Expiratory Positive Airway Pressure (EzPAP)</b> .....	446	9.4.4	Funktionsprinzip.....	451	
	9.3.1	Definition und Begriffserklärung ..	446	9.4.5	Indikationen.....	453
	9.3.2	Aufbau.....	447	9.4.6	Klinische Anwendung.....	453
	9.3.3	Funktionsprinzip.....	447	9.4.7	ROX-Index .....	454
	9.3.4	Indikationen.....	449	<b>9.5</b>	<b>Beatmungsinhalation (IPPB = Intermittent Positive Pressure Breathing)</b> .....	456
<b>9.4</b>	<b>Nasale High-Flow-Sauerstofftherapie (HFOT)</b> .....	449	9.5.1	Technik der Beatmungsinhalation .	456	
	9.4.1	Synonyma.....	449	9.5.2	Indikationen.....	457
	9.4.2	Definition .....	449		Weiterführende Literatur .....	457
	9.4.3	Aufbau.....	449			
<b>10</b>	<b>Beatmungsstrategien bei verschiedenen Krankheitsbildern</b> .....	459				
<b>10.1</b>	<b>ARDS (= Acute Respiratory Distress Syndrome)</b> .....	459	10.3.2	Beatmungsform – Beatmungsmuster.....	518	
	10.1.1	Pathophysiologie und klinischer Verlauf.....	459	10.3.3	Analosedierung .....	520
	10.1.2	Beatmungsstrategien beim ARDS ..	469	<b>10.4</b>	<b>Herzinsuffizienz</b> .....	521
	10.1.3	Analosedierung .....	501	10.4.1	Pathophysiologie .....	521
<b>10.2</b>	<b>COPD und Asthma bronchiale</b> ... ..	505	10.4.2	Beatmungsstrategie bei Linksherzinsuffizienz und kardiogenem Lungenödem .....	522	
	10.2.1	Definition und Pathophysiologie ..	505	<b>10.5</b>	<b>Pulmonalembolie – akute pulmonale Hypertonie</b> .....	524
	10.2.2	Klinische Symptome .....	505	10.5.1	Pathophysiologie .....	524
	10.2.3	Klassifikation des Schweregrads der COPD .....	506	10.5.2	Beatmungsstrategie bei akuter pulmonaler Hypertonie und Rechtsherzinsuffizienz .....	525
	10.2.4	Indikation zur maschinellen Atemhilfe .....	506	10.5.3	Atemhilfen .....	525
	10.2.5	Abbruch- bzw. Intubationskriterien bei NIV .....	507	10.5.4	Analosedierung .....	526
	10.2.6	Beatmungsform – Beatmungsmuster.....	509	<b>10.6</b>	<b>Volatile Sedierung</b> .....	527
	10.2.7	Analosedierung .....	514	10.6.1	Funktionsprinzip.....	527
<b>10.3</b>	<b>Schädel-Hirn-Trauma – erhöhter intrakranieller Druck</b> .....	515	10.6.2	Klinische Anwendung.....	530	
	10.3.1	Pathophysiologie.....	515	10.6.3	Dosierung.....	531
					Weiterführende Literatur .....	531
<b>11</b>	<b>Additive Therapie beim akuten Lungenversagen (ARDS)</b> .....	538				
<b>11.1</b>	<b>Lagerungstherapie – kinetische Therapie</b> .....	538	11.1.2	Bauchlagerung.....	538	
	11.1.1	Oberkörperhochlagerung und Seitenlagerung.....	538	11.1.3	Kontinuierliche laterale Rotationstherapie (KLRT) .....	546
				11.1.4	Bauchlagerung versus kontinuierliche laterale Rotationstherapie.....	548

<b>11.2</b>	<b>Inhalative Vasodilatoren</b> . . . . .	549	11.3.2	Restriktives Flüssigkeitsmanagement . . . . .	559
11.2.1	Stickstoffmonoxid – NO . . . . .	549	11.3.3	Monitoring des Volumenstatus . . .	560
11.2.2	Prostanoide . . . . .	554	11.3.4	Prognose – Letalität . . . . .	561
<b>11.3</b>	<b>Flüssigkeitsmanagement</b> . . . . .	558		Weiterführende Literatur . . . . .	561
11.3.1	Pathophysiologischer Hintergrund	558			
<b>12</b>	<b>Spezielle Behandlungsstrategien in der Therapie des akuten Lungenversagens</b> . . . . .				564
<b>12.1</b>	<b>Extrakorporale Gasaustauschverfahren</b> . . . . .	564	<b>12.2</b>	<b>Hochfrequenzbeatmung (High Frequency Ventilation [HFV])</b> . . .	589
12.1.1	Definitionen . . . . .	564	12.2.1	Definition . . . . .	589
12.1.2	Extrakorporale Membranoxygenierung (ECMO) . . . . .	565	12.2.2	Formen der Hochfrequenzbeatmung . . . . .	590
12.1.3	Pumpenfreie extrakorporale Lungenunterstützung zur CO <sub>2</sub> -Elimination (Interventional Lung Assist [iLA]) . . . . .	580	<b>12.3</b>	<b>Applikation von Surfactant</b> . . . . .	623
12.1.4	Extrakorporale Low-Flow-CO <sub>2</sub> -Elimination am Nierenersatzverfahren	585	12.3.1	Klinische Auswirkungen einer Surfactant-Schädigung . . . . .	623
12.1.5	Extrakorporale CO <sub>2</sub> -Elimination und Evidenz . . . . .	586	12.3.2	Klinische Wirkungen von exogen appliziertem Surfactant . . . . .	623
12.1.6	Zusammenfassung: extrakorporale Gasaustauschverfahren . . . . .	587	12.3.3	Surfactant-Präparate . . . . .	624
			12.3.4	Dosierung . . . . .	624
				Weiterführende Literatur . . . . .	625
<b>13</b>	<b>Beatmung in der Neonatologie und Pädiatrie</b> . . . . .				628
<b>13.1</b>	<b>Anatomische und physiologische Besonderheiten des kindlichen Respirationstrakts</b> . . . . .	628	13.3.1	Beatmungsparameter . . . . .	635
13.1.1	Lungenvolumina und Atemfrequenz	630	13.3.2	Beatmungsformen – Beatmungsmuster . . . . .	643
13.1.2	Blutgase . . . . .	632	13.3.3	Grundeinstellung des Respirators .	647
<b>13.2</b>	<b>Indikationen für maschinelle Atemhilfen</b> . . . . .	633	13.3.4	Entwöhnung vom Respirator (Weaning) . . . . .	650
13.2.1	Wahl der Tubusgröße für die endotracheale Intubation . . . . .	634	<b>13.4</b>	<b>Respiratoren für die maschinelle Beatmung in der Neonatologie</b> .	651
13.2.2	Indikationen zur Intubation . . . . .	635	13.4.1	Constant-Flow-Respirator . . . . .	651
<b>13.3</b>	<b>Grundprinzipien der maschinellen Beatmung in der Neonatologie und Pädiatrie</b> . . . . .	635	13.4.2	Leckagekompensation . . . . .	654
				Weiterführende Literatur . . . . .	655

<b>14</b>	<b>Technologie der Beatmungsgeräte</b> .....	656		
<b>14.1</b>	<b>Gasversorgung</b> .....	656	<b>14.6</b>	<b>Klassifizierung der Respiratoren nach dem Atemgasdosierprinzip (Funktionsprinzip)</b> .....
14.1.1	Zentrale Gasversorgung.....	656		665
14.1.2	Transportrespiratoren.....	657	14.6.1	Constant-Flow-System .....
<b>14.2</b>	<b>Gasmischer</b> .....	658	14.6.2	Demand-Flow-System .....
14.2.1	Druckgasmischer.....	658	14.6.3	Intermittierendes Constant-Flow-System (Flow-Zerhacker-Prinzip) ..
14.2.2	Strömungsmischer (Frischgasmischer) .....	658	14.6.4	Atemgasdosierung über ansteuerbare Hochdruckdosierventile („High-Pressure-Servoventile“). . . .
14.2.3	Injektormischer.....	661	14.6.5	Atemgasdosierung über Proportionalventile.....
<b>14.3</b>	<b>Klassifizierung der Respiratoren nach dem Steuerprinzip</b> .....	661	14.6.6	Narkosesysteme.....
14.3.1	Inspiratorische Steuerungen .....	662	<b>14.7</b>	<b>Atemsysteme für die intraoperative Beatmung</b> .....
14.3.2	Expiratorische Steuerungen.....	662		679
<b>14.4</b>	<b>Triggerung</b> .....	663	14.7.1	Komponenten eines Narkose-respirators .....
14.4.1	Pneumatikabhängige Triggerung ..	663	14.7.2	Klassifizierung der Atemsysteme ..
14.4.2	Pneumatikunabhängige Triggerung	664	<b>14.8</b>	<b>Niedrigflusnarkosen</b> .....
<b>14.5</b>	<b>Klassifizierung der Respiratoren nach dem Antriebsprinzip</b> .....	665		705
14.5.1	Antriebsarten (Energiequellen)....	665	14.8.1	Verfahrensspezifische Besonderheiten .....
			14.8.2	Praktische Durchführung von Niedrigflusnarkosen .....
				Weiterführende Literatur .....
				711 714
<b>15</b>	<b>Hyperbare Oxygenierung</b> .....	715	<b>15.4</b>	<b>Nebenwirkungen und Komplikationen der HBO-Therapie</b> .....
<b>15.1</b>	<b>Physikalische Grundlagen</b> .....	715		720
15.1.1	Gesetz von Dalton .....	715	15.4.1	Kompressionsphase .....
15.1.2	Gesetz von Henry .....	715	15.4.2	Isopressionsphase .....
15.1.3	Gesetz von Boyle-Mariotte.....	717	15.4.3	Dekompressionsphase .....
<b>15.2</b>	<b>Pathophysiologische und biochemische Grundlagen</b> .....	717	<b>15.5</b>	<b>Kontraindikationen für eine HBO-Therapie</b> .....
15.2.1	Dekompressionskrankheit (Caisson-Krankheit) .....	719		721
<b>15.3</b>	<b>Indikationen für eine HBO-Therapie</b> .....	720	<b>15.6</b>	<b>Behandlungsschemata</b> .....
				721
			<b>15.7</b>	<b>Technische Anlagen</b> .....
				722
				Weiterführende Literatur .....
				722
	<b>Sachverzeichnis</b> .....	724		