

# Inhaltsverzeichnis

<b>I</b>	<b>Biomedizinische Grundlagen</b>	
1	<b>Krankheitslehre</b> . . . . .	3
	<i>S. Teschler, A.J.R. van Gestel, H. Teschler</i>	
1.1	<b>Atemwegs- und Lungenerkrankungen</b> . . . . .	3
1.1.1	Restriktive Lungenerkrankungen . . . . .	3
1.1.2	Obstruktive Lungenerkrankungen . . . . .	5
1.1.3	Mischformen . . . . .	5
1.2	<b>Asthma bronchiale</b> . . . . .	5
1.3	<b>Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD)</b> . . . . .	5
1.3.1	Differenzialdiagnosen . . . . .	5
1.3.2	Symptome der COPD . . . . .	5
1.3.3	Schweregradeinteilung der COPD . . . . .	6
1.3.4	Ursachen der COPD . . . . .	7
1.3.5	Entwicklung der COPD . . . . .	7
1.3.6	Zur Atemwegsobstruktion beitragende Faktoren . . . . .	7
1.3.7	Physiotherapeutische Behandlung bei chronischen Lungenerkrankungen . . . . .	8
1.3.8	Akute Exazerbation . . . . .	8
1.3.9	Prävalenz der COPD . . . . .	9
1.4	<b>Pulmonale Rehabilitation</b> . . . . .	9
1.4.1	Atemphysiotherapie . . . . .	9
1.4.2	Ziele der pulmonalen Rehabilitation . . . . .	10
1.4.3	Effekte der pulmonalen Rehabilitation . . . . .	10
1.5	<b>Diagnostik in der pulmonalen Rehabilitation</b> . . . . .	11
1.5.1	Ärztliche Diagnostik . . . . .	11
1.5.2	Physiotherapeutische Diagnostik . . . . .	11
1.6	<b>Therapieplanung</b> . . . . .	12
1.7	<b>Literatur</b> . . . . .	12
2	<b>Atembewegungsapparat</b> . . . . .	14
	<i>A.J.R. van Gestel, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>	
2.1	<b>Thorax</b> . . . . .	14
2.1.1	Pneumothorax . . . . .	15
2.1.2	Bewegungen des Thorax bei Inspiration . . . . .	15
2.2	<b>Anatomie des Zwerchfells</b> . . . . .	16
2.2.1	Zwerchfellmuskulatur . . . . .	16
2.2.2	Öffnungen des Zwerchfells . . . . .	16
2.3	<b>Biomechanik des Zwerchfells</b> . . . . .	16
2.3.1	Das Zwerchfell: Appositionsdruck nach lateral . . . . .	17
2.3.2	Das Zwerchfell: Insertionsdruck nach kranial . . . . .	18
2.3.3	Zusammenfassung . . . . .	19
2.4	<b>Literatur</b> . . . . .	19
3	<b>Widerstände im respiratorischen System</b> . . . . .	20
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
3.1	<b>Physische Variablen der Atemmechanik</b> . . . . .	21
3.2	<b>Atemwiderstand (Resistance)</b> . . . . .	21
3.2.1	Laminare und turbulente Strömung . . . . .	22
3.3	<b>Compliance von Lunge, Thorax und Atembewegungsapparat</b> . . . . .	23
3.3.1	Compliance der Lunge . . . . .	23
3.3.2	Compliance des Thorax . . . . .	23
3.3.3	Gesamtcompliance . . . . .	23
3.3.4	Zusammenfassung . . . . .	24
3.4	<b>Inertance</b> . . . . .	24
3.4.1	Belüftungsgeschwindigkeit und Gleichmäßigkeit der Belüftung . . . . .	24
3.5	<b>Literatur</b> . . . . .	26
4	<b>Sauerstoff (O<sub>2</sub>)</b> . . . . .	27
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
4.1	<b>Alveolo-arterielle Sauerstoffpartialdruckdifferenz (AaDO<sub>2</sub>)</b> . . . . .	27
4.2	<b>Blut als Transportmedium von Sauerstoff</b> . . . . .	28
4.3	<b>Beurteilung der Sauerstoffversorgung der Organe</b> . . . . .	28
4.4	<b>Sauerstoffbindungskurve für Hämoglobin</b> . . . . .	29
4.4.1	Bohr- und Haldane-Effekt . . . . .	30
4.5	<b>Objektivierung des arteriellen Sauerstoffwertes</b> . . . . .	30
4.6	<b>Trainingstherapie unter kontinuierlicher Sauerstoffzufuhr</b> . . . . .	30
4.7	<b>Sauerstoff-Langzeittherapie</b> . . . . .	31
4.7.1	Indikationen für eine Sauerstoff-Langzeittherapie . . . . .	31
4.7.2	Negative Effekte der Sauerstoffgabe . . . . .	31
4.7.3	Wirkung einer Sauerstoffgabe auf kardio-pulmonale Funktionen . . . . .	31
4.7.4	Sauerstoffzuleitungen . . . . .	32
4.8	<b>Literatur</b> . . . . .	32
5	<b>Der Säure-Basen-Haushalt</b> . . . . .	34
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
5.1	<b>Rolle des Atemsystems bei der Energiegewinnung</b> . . . . .	34
5.1.1	Energiegewinnung . . . . .	35
5.2	<b>Puffersysteme zur Aufrechterhaltung der physiologischen Homöostase</b> . . . . .	35
5.2.1	Funktionsweise der Puffer . . . . .	35
5.3	<b>Einfluss der Atmung auf die physiologische Homöostase</b> . . . . .	35
5.3.1	Respiratorische Azidose . . . . .	36
5.3.2	Ursachen einer respiratorischen Azidose . . . . .	37
5.3.3	Renale Kompensation einer respiratorischen Azidose . . . . .	37
5.3.4	Zusammenfassung . . . . .	37
5.4	<b>Ausschlussdiagnostik zur Feststellung einer respiratorischen Insuffizienz</b> . . . . .	37
5.5	<b>Chronisch-respiratorische Insuffizienz</b> . . . . .	38
5.6	<b>Literatur</b> . . . . .	39

6	<b>Chronische Überblähung bei COPD: Einfluss auf die Funktion der primären Atemmuskulatur</b> . . . . . 41	9.2.3	Lungenfibrose . . . . .	72
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	9.2.4	COPD . . . . .	72
6.1	<b>Unvollständige Expiration</b> . . . . . 42	9.3	<b>Fick-Gesetz</b> . . . . .	72
6.2	<b>Chronische Überblähung: Längenadaptation der Atemmuskeln</b> . . . . . 42	9.4	<b>CO-Diffusionskapazität</b> . . . . .	73
6.3	<b>Kontraktur des Zwerchfells</b> . . . . . 44	9.5	<b>Literatur</b> . . . . .	74
6.4	<b>Unspezifische Aktivierung der Atempumpe</b> . . . . . 46	10	<b>Akuter und chronischer Husten</b> . . . . . 75	
6.5	<b>Morphologische und vasomotorische Veränderungen des Zwerchfells: Folge der chronischen Überblähung</b> . . . . . 46		<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
6.6	<b>Atemimpedanz bei COPD-Patienten</b> . . . . . 47	10.1	<b>Bronchialsekret</b> . . . . .	75
6.7	<b>Kompensationsmechanismen bei persistierender respiratorischer Insuffizienz</b> . . . . . 47	10.2	<b>Mukoziliare Obstruktion</b> . . . . .	76
6.8	<b>Zusammenfassung</b> . . . . . 47	10.3	<b>Autonomes Nervensystem: Einfluss auf die Schleimsekretion</b> . . . . .	76
6.9	<b>Literatur</b> . . . . . 48	10.4	<b>Der Zilienschlag: Charakterisierung der mukoziliären Clearance</b> . . . . .	76
7	<b>Primäre und sekundäre Atemmuskeln</b> . . . . . 50	10.5	<b>Viskosität des Bronchialsekrets</b> . . . . .	77
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	10.6	<b>Folge der Hypersekretion</b> . . . . .	77
7.1	<b>Primäre und sekundäre Inspirationsmuskeln</b> . . . . . 50	10.7	<b>Differenzierung des Hustens</b> . . . . .	78
7.1.1	Mm. scaleni und M. sternocleidomastoideus . . . . . 51	10.7.1	Reizhusten bzw. trockener Husten . . . . .	78
7.1.2	Mm. intercostales . . . . . 53	10.7.2	Produktiver Husten . . . . .	79
7.1.3	Abdominale Muskulatur . . . . . 56	10.7.3	Bluthusten . . . . .	79
7.2	<b>Aktive Expiration</b> . . . . . 56	10.8	<b>Literatur</b> . . . . .	79
7.2.1	M. transversus abdominis . . . . . 57	11	<b>Modell der segmentalen Dysbalance</b> . . . . . 80	
7.2.2	Mm. pectoralis major und minor . . . . . 59		<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
7.2.3	M. trapezius und M. levator scapulae . . . . . 61	11.1	<b>Vegetatives und somatisches Nervensystem</b> . . . . .	81
7.3	<b>Literaturverzeichnis</b> . . . . . 61	11.2	<b>Entstehung einer segmentalen Dysbalance</b> . . . . . 81	
8	<b>Ventilations-Perfusions-Verhältnis der Lunge</b> . . . . . 63	11.2.1	Segmentale Dysbalance: Einfluss auf das Myotom . . . . .	81
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	11.2.2	Segmentale Dysbalance: Einfluss auf das Dermatom . . . . .	82
8.1	<b>Ventilations-Perfusions-Verhältnis der Lunge</b> . . . . . 63	11.2.3	Segmentale Dysbalance: Einfluss auf das Bindegewebe . . . . .	82
8.1.1	Ventilations- und Perfusionsinhomogenitäten . . . . . 64	11.2.4	Segmentale Dysbalance: Einfluss auf die Psyche . . . . .	83
8.2	<b>Heterogenität der pulmonalen Perfusion</b> . . . . . 66	11.2.5	<b>Zusammenfassung</b> . . . . .	84
8.3	<b>Heterogenität der pulmonalen Ventilation und Compliance der Lunge</b> . . . . . 66	11.3	<b>Praxis: Assessment bei segmentaler Dysbalance</b> . . . . .	84
8.4	<b>Der transpulmonale Druck: Einfluss auf die alveoläre Ventilation</b> . . . . . 67	11.3.1	Schmerzanamnese . . . . .	84
8.5	<b>Die funktionelle Residualkapazität: Einfluss auf die Lungenfunktion</b> . . . . . 68	11.3.2	Inspektion und Palpation der Haut . . . . .	84
8.6	<b>Die funktionelle Residualkapazität: Einfluss auf die Compliance des gesamten Atemapparates</b> . . . . . 68	11.4	<b>Praxis: Behandlung einer segmentalen Dysbalance</b> . . . . .	84
8.7	<b>Die funktionelle Residualkapazität: Einfluss auf den Atemwegwiderstand</b> . . . . . 69	11.5	<b>Literatur</b> . . . . .	85
8.8	<b>Die funktionelle Residualkapazität: Einfluss auf die Zwerchfellfunktion</b> . . . . . 69	12	<b>Herzfunktion bei COPD-Patienten</b> . . . . . 86	
8.9	<b>Literatur</b> . . . . . 69		<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
9	<b>Diffusion</b> . . . . . 70	12.1	<b>Lungenüberblähung: Einfluss auf die rechtsventrikuläre Vorlast</b> . . . . .	87
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	12.2	<b>Hypoxie, Hyperkapnie und Lungenüberblähung: Einfluss auf die rechtsventrikuläre Nachlast</b> . . . . .	87
9.1	<b>Die Zellmembran</b> . . . . . 70	12.3	<b>Low-Cardiac-Output-Syndrom: Einfluss auf die linksventrikuläre Vorlast</b> . . . . .	88
9.2	<b>Diffusionsstörungen</b> . . . . . 71	12.4	<b>Ventrikulärer Septum-Shift: Einfluss auf die linksventrikuläre Nachlast</b> . . . . .	88
9.2.1	Interstitielles Lungenödem . . . . . 72	12.5	<b>Arteriosklerose: Einfluss auf die systolische linksventrikuläre Dysfunktion</b> . . . . .	89
9.2.2	Alveoläres Lungenödem . . . . . 72	12.6	<b>Störungen des autonomen Nervensystems: Einfluss auf die Herzfunktion</b> . . . . .	89

12.7	<b>Zusammenfassung</b> . . . . .	89	16.3.2	Praxis: Palpationsbefund	119
12.8	<b>Literatur</b> . . . . .	90	16.4	<b>Literatur</b> . . . . .	121
13	<b>Pulmonalkreislauf</b> . . . . .	92	17	<b>Analyse des Atemmusters</b> . . . . .	122
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>			<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
13.1	<b>Pulmonal-arterieller Druck bei körperlicher Belastung gesunder Menschen</b> . . . . .	93	17.1	<b>Transport der Atemgase</b> . . . . .	122
13.2	<b>Euler-Liljestrand-Mechanismus</b> . . . . .	93	17.2	<b>Sauerstoff- und Kohlendioxidtransport</b> . . . . .	123
13.3	<b>Spätfolgen einer chronischen hypoxischen Vasokonstriktion</b> . . . . .	94	17.2.1	Ventilation und Konvektion . . . . .	123
13.4	<b>Pulmonale Hypertonie und Cor pulmonale</b> . . . . .	94	17.2.2	Gasgesetz . . . . .	123
13.5	<b>Pulmonaler Blutdruck bei körperlicher Belastung von COPD-Patienten</b> . . . . .	96	17.3	<b>Ventilation und Atemfrequenz</b> . . . . .	123
13.6	<b>Medikamentöse selektive pulmonale Vasodilatation</b> . . . . .	96	17.4	<b>Anatomischer Totraum</b> . . . . .	124
13.7	<b>Literatur</b> . . . . .	97	17.5	<b>Atemintensität</b> . . . . .	124
14	<b>Sympathovagale Imbalance</b> . . . . .	98	17.5.1	Störvariablen . . . . .	124
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>		17.5.2	Rapid Shallow Breathing . . . . .	125
14.1	<b>Autonomes Nervensystem</b> . . . . .	98	17.6	<b>Atemgrenzwert und Atemreserve</b> . . . . .	125
14.2	<b>Medulla oblongata: Übergeordnetes Kopplungszentrum des kardiorespiratorischen Netzwerks</b> . . . . .	100	17.7	<b>Borg-Skala für Dyspnoe und Ermüdung</b> . . . . .	125
14.3	<b>Zentrale Chemorezeptoren</b> . . . . .	100	17.8	<b>Normales Atemmuster und Atemtypen</b> . . . . .	126
14.4	<b>Arterielle Chemorezeptoren</b> . . . . .	100	17.8.1	Thorakale Atmung . . . . .	126
14.5	<b>Arterielle Barorezeptoren</b> . . . . .	101	17.8.2	Abdominale Atmung . . . . .	126
14.6	<b>Dehnungsrezeptoren in der A. pulmonalis und in den Atria cordis</b> . . . . .	102	17.8.3	Physiologische Mischatmung . . . . .	126
14.7	<b>Herzfrequenzvariabilität</b> . . . . .	103	17.8.4	Auxiliaratmung . . . . .	127
14.8	<b>Respiratorische Sinusarrhythmie</b> . . . . .	104	17.9	<b>Verhältnis abdominale-thorakale Atmung (AT-Verhältnis)</b> . . . . .	127
14.8.1	Das Atemmuster: Einfluss auf die respiratorische Sinusarrhythmie . . . . .	105	17.9.1	Das asynchrone AT-Verhältnis . . . . .	127
14.9	<b>Dehnungsrezeptoren der Lunge</b> . . . . .	105	17.10	<b>Pathologische Atemmuster bzw. Atemtypen</b> . . . . .	128
14.10	<b>Propriozeptoren der Atemmuskulatur</b> . . . . .	105	17.10.1	Kussmaul-Atmung . . . . .	128
14.11	<b>Ätiologie der sympathovagalen Imbalance</b> . . . . .	106	17.10.2	Cheyne-Stokes-Atmung . . . . .	128
14.12	<b>Erhöhter Sympathikotonus in Ruhe</b> . . . . .	106	17.10.3	Seufzeratmung . . . . .	128
14.13	<b>Erhöhter Parasympathikotonus bei körperlicher Belastung</b> . . . . .	106	17.10.4	Biot-Atmung . . . . .	129
14.14	<b>Literatur</b> . . . . .	107	17.10.5	Schnappatmung . . . . .	129
			17.11	<b>Pause im Atemzyklus</b> . . . . .	129
			17.12	<b>Praxis: Assessment-Analyse des Atemmusters</b> . . . . .	130
			17.12.1	Vorgehensweise . . . . .	131
			17.13	<b>Literatur</b> . . . . .	133
<b>II Assessments</b>			18	<b>Husten-Assessment</b> . . . . .	134
15	<b>Anamnese (subjektiver Befund)</b> . . . . .	111		<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
	<i>A.J.R. van Gestel, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>		18.1	<b>Forcierte Expirationstechnik (FE-I)</b> . . . . .	134
15.1	<b>Praxis: Eingangsbefund</b> . . . . .	111	18.2	<b>Praxis: Befundaufnahme</b> . . . . .	135
16	<b>Inspektion und Palpation von Haut und Thorax</b> . . . . .	114	18.2.1	Analyse des Bronchialsekrets . . . . .	135
	<i>A.J.R. van Gestel, H. Teschler</i>		18.2.2	Ausreichende Inspirationskapazität/Inspirationstechnik (>1500 ml) . . . . .	135
16.1	<b>Allgemeine Inspektion</b> . . . . .	114	18.2.3	Vollständiger Glottisverschluss . . . . .	136
16.2	<b>Inspektion des Thorax</b> . . . . .	115	18.2.4	Ausreichend kräftiger Atemstoß (>160 l/min, FEV <sub>1</sub> >60% des VK-Sollwertes, PEFR>2,7 l/sec) . . . . .	136
16.2.1	Thorax bei COPD-Patienten . . . . .	117	18.2.5	Kein Risiko für einen Tracheobronchialkollaps . . . . .	137
16.2.2	Praxis: Inspektionsbefund . . . . .	117	18.3	<b>Literatur</b> . . . . .	139
16.3	<b>Palpation des Thorax</b> . . . . .	118	19	<b>Herz- und Lungenauskultation, Perkussion und Stimmfremitus</b> . . . . .	140
16.3.1	Palpationsuntersuchung . . . . .	118		<i>A.J.R. van Gestel, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>	
			19.1	<b>Auskultation der Lungengeräusche</b> . . . . .	140
			19.1.1	Physiologische Atemgeräusche . . . . .	142
			19.1.2	Pathologische Atemgeräusche . . . . .	143
			19.2	<b>Perkussion der Lunge</b> . . . . .	144
			19.2.1	Praktische Durchführung der Perkussion . . . . .	144
			19.3	<b>Stimmfremitus</b> . . . . .	147

<b>19.4</b>	<b>Auskultation des Herzens</b> . . . . .	147	<b>23.2.1</b>	<b>Maximaler In- und Expirationsdruck</b> . . . . .	170
19.4.1	Herztöne . . . . .	147	23.2.2	Transdiaphragmaler Druck . . . . .	170
19.4.2	Herzinsuffizienz . . . . .	150	<b>23.3</b>	<b>Insertionstendopathien</b> . . . . .	171
<b>19.5</b>	<b>Zusammenfassung</b> . . . . .	151	<b>23.4</b>	<b>Kraftverlust der respiratorischen Muskulatur</b> . . . . .	171
<b>19.6</b>	<b>Literatur</b> . . . . .	151	<b>23.5</b>	<b>Literatur</b> . . . . .	172
<b>20</b>	<b>Blutgasanalyse (BGA)</b> . . . . .	152	<b>24</b>	<b>Thoraxmobilität</b> . . . . .	173
	<i>A.J.R. van Gestel, H. Teschler</i>			<i>A.J.R. van Gestel, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>	
<b>20.1</b>	<b>Objektivierung des arteriellen Sauerstoffwertes</b> . . . . .	152	<b>24.1</b>	<b>Hypomobilität des Thorax</b> . . . . .	173
<b>20.2</b>	<b>Indikation für eine Blutgasanalyse</b> . . . . .	152	<b>24.2</b>	<b>Praxis: P/E-Untersuchung der BWS-Beweglichkeit</b> . . . . .	174
<b>21</b>	<b>Kardiopulmonale Ausdauerkapazitätstests</b> . . . . .	153	24.2.1	Allgemeine BWS- und Thoraxmobilitätsprüfung . . . . .	174
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>		24.2.2	Spezifische BWS- und Thoraxmobilitätsprüfung . . . . .	175
<b>21.1</b>	<b>Die maximale Sauerstoffaufnahme (VO<sub>2</sub>max)</b> . . . . .	153	<b>24.3</b>	<b>Literatur</b> . . . . .	183
<b>21.2</b>	<b>Die ventilatorisch bestimmte anaerobe Schwelle</b> . . . . .	154	<b>25</b>	<b>Lungenfunktionsprüfung</b> . . . . .	184
<b>21.3</b>	<b>Der respiratorische Quotient</b> . . . . .	155		<i>A.J.R. van Gestel, H. Teschler</i>	
<b>21.4</b>	<b>Oxygenierungsindex</b> . . . . .	155	<b>25.1</b>	<b>Spirometrie</b> . . . . .	185
<b>21.5</b>	<b>Alveolo-arterielle Sauerstoffpartialdruckdifferenz (AaDO<sub>2</sub>)</b> . . . . .	155	<b>25.2</b>	<b>Ganzkörperplethysmographie</b> . . . . .	185
<b>21.6</b>	<b>Atem- und Herzfrequenzreserve</b> . . . . .	155	<b>25.3</b>	<b>Praxis: Physiotherapeutische Messung der Lungenfunktionsparameter</b> . . . . .	186
<b>21.7</b>	<b>Borg-Skala für Dyspnoe und Ermüdung</b> . . . . .	156	25.3.1	RC-Test COPD . . . . .	186
<b>21.8</b>	<b>Praxis: Symptomlimitierter maximaler Ausdauerkapazitätstest</b> . . . . .	156	25.3.2	Peak-Flow-Messung . . . . .	186
21.8.1	Primäres Ziel des symptomlimitierten maximalen Ausdauerkapazitätstests . . . . .	157	<b>25.4</b>	<b>Transferfaktor für Kohlenmonoxid</b> . . . . .	187
21.8.2	Sekundäres Ziel des symptomlimitierten maximalen Ausdauerkapazitätstests . . . . .	157	<b>25.5</b>	<b>Literatur</b> . . . . .	187
21.8.3	Kardiopulmonale Funktionsstörungen . . . . .	157	<b>26</b>	<b>Hypertonus und Kontraktur der sekundären Atemmuskeln</b> . . . . .	188
<b>21.9</b>	<b>6-Minuten-Gehtest</b> . . . . .	161		<i>A.J.R. van Gestel, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>	
<b>21.10</b>	<b>Shuttle-Walk-Test</b> . . . . .	161	<b>26.1</b>	<b>Muskuläre Dysbalance</b> . . . . .	189
<b>21.11</b>	<b>Körperliche Aktivität, messbar durch Accelerometrie</b> . . . . .	161	26.1.1	Hypertonus: Zu hohe Aktivität des neuromuskulären Apparates . . . . .	189
<b>21.12</b>	<b>Literatur</b> . . . . .	162	26.1.2	Hypertonus: Aktivierung der α-Motoneurone eines Muskels . . . . .	190
<b>22</b>	<b>Kraftmessung der peripheren Muskulatur</b> . . . . .	165	26.1.3	Hypertonus durch Reizung der Muskel-Nozizeptoren . . . . .	190
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, S. Teschler, H. Teschler</i>		26.1.4	Hypertonus verursacht durch das limbische System . . . . .	191
<b>22.1</b>	<b>Anpassung der biochemischen und metabolischen Versorgung der peripheren Muskulatur</b> . . . . .	165	26.1.5	Hypertonus verursacht durch das pulmonale System . . . . .	191
<b>22.2</b>	<b>Anpassung der peripheren Muskulatur durch Hypertrophietraining</b> . . . . .	166	<b>26.2</b>	<b>Kontraktur: Verkürzung der viskoelastischen Elemente eines Muskels</b> . . . . .	191
<b>22.3</b>	<b>Praxis: Kraftmessung der peripheren Muskulatur</b> . . . . .	166	<b>26.3</b>	<b>Längenadaptation: Abnahme der Anzahl seriell geschalteter Sarkomere</b> . . . . .	192
22.3.1	Oddvar-Holten-Kurve: Dynamische Kraftmessung . . . . .	166	<b>26.4</b>	<b>Praxis: Untersuchung der muskulären Dysbalance</b> . . . . .	193
22.3.2	Break-Test und Make-Test nach Andrews: Isometrische Kraftmessung . . . . .	167	26.4.1	Differenzierung . . . . .	193
<b>22.4</b>	<b>Literatur</b> . . . . .	168	<b>26.5</b>	<b>Literatur</b> . . . . .	194
<b>23</b>	<b>Respiratorische Muskelkraft</b> . . . . .	169	<b>27</b>	<b>Lebensqualität</b> . . . . .	195
	<i>A.J.R. van Gestel, H. Teschler</i>			<i>A.J.R. van Gestel, S. Teschler, H. Teschler</i>	
<b>23.1</b>	<b>Bestimmung der Stärke des in- und expiratorischen Drucks</b> . . . . .	169	<b>27.1</b>	<b>Exazerbationen: Beeinträchtigung der Lebensqualität</b> . . . . .	195
<b>23.2</b>	<b>Praxis: Untersuchung des in- und expiratorischen Drucks</b> . . . . .	170	<b>27.2</b>	<b>Praxis: Assessment der gesundheits-spezifischen Lebensqualität</b> . . . . .	196
			<b>27.3</b>	<b>Verbesserung der Lebensqualität</b> . . . . .	196
			<b>27.4</b>	<b>Literatur</b> . . . . .	196

<b>28</b>	<b>Dyspnoe bei Patienten mit chronischer Lungenerkrankung</b> . . . . .	198			
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>				
<b>28.1</b>	<b>Nachweis einer Dyspnoe</b> . . . . .	198			
<b>28.2</b>	<b>Differenzialdiagnosen einer Dyspnoe</b> . . . . .	199			
<b>28.3</b>	<b>Dyspnoe in der Praxis</b> . . . . .	200			
<b>28.4</b>	<b>Diagnostik der Dyspnoe</b> . . . . .	200			
<b>28.5</b>	<b>Praxis: Diagnostik</b> . . . . .	201			
28.5.1	Inspektion . . . . .	201			
28.5.2	Perkussion und Auskultation . . . . .	201			
28.5.3	Borg-Skala . . . . .	201			
28.5.4	6-Minuten-Gehtest . . . . .	202			
28.5.5	Lungenfunktionstests . . . . .	202			
28.5.6	Arterielle Blutgasanalyse . . . . .	202			
28.5.7	Belastungsuntersuchung mittels Spiroergometrie . . . . .	203			
28.5.8	Der BODE-Index . . . . .	203			
<b>28.6</b>	<b>Praxis: Vorgehen bei akuter Dyspnoe</b> . . . . .	203			
28.6.1	Auslöser einer akuten Dyspnoe . . . . .	203			
28.6.2	Therapeutischer Stufenplan bei akuter Dyspnoe . . . . .	204			
<b>28.7</b>	<b>Literatur</b> . . . . .	205			
<b>Interventionen</b>					
<b>29</b>	<b>Atemtherapie</b> . . . . .	209			
	<i>A.J.R. van Gestel, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>				
<b>29.1</b>	<b>Hauptziel der Atemtherapie</b> . . . . .	209			
<b>29.2</b>	<b>Praxis: Vorgehensweise in der Atemtherapie</b> . . . . .	210			
<b>29.3</b>	<b>Literatur</b> . . . . .	211			
<b>30</b>	<b>Atemtherapeutische Maßnahmen</b> . . . . .	213			
	<i>A.J.R. van Gestel, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>				
<b>30.1</b>	<b>Prinzipien atemtherapeutischer Maßnahmen</b> . . . . .	213			
30.1.1	Ausgangsstellung . . . . .	213			
30.1.2	Taktile Stimulation . . . . .	213			
<b>30.2</b>	<b>Atemtherapeutische Maßnahmen</b> . . . . .	214			
30.2.1	Betonung der Inspiration . . . . .	214			
30.2.2	Betonung der Expiration . . . . .	220			
30.2.3	Atemtherapeutische Maßnahmen bei tracheobronchialer Instabilität . . . . .	222			
<b>30.3</b>	<b>Literatur</b> . . . . .	223			
<b>31</b>	<b>Dehnung und Detonisierung des Zwerchfells</b> . . . . .	224			
	<i>A.J.R. van Gestel, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>				
<b>31.1</b>	<b>Praxis: Aktivierung und Dehnung der Atemmuskulatur</b> . . . . .	224			
31.1.1	Aktivierung des M. transversus abdominis bei Expiration . . . . .	224			
31.1.2	Komprimierung des Abdomens bei Expiration . . . . .	225			
31.1.3	Manuelle Kompression des Abdomens . . . . .	226			
31.1.4	Beckenkipfung: Overflow-Prinzip . . . . .	226			
31.1.5	Kräftigung des M. transversus abdominis bei COPD-Patienten . . . . .	228			
<b>31.2</b>	<b>Literatur</b> . . . . .	228			
<b>32</b>	<b>Dehnung und Detonisierung der sekundären Atemmuskeln</b> . . . . .	229			
	<i>A.J.R. van Gestel, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>				
<b>32.1</b>	<b>Praxis: Dehnung und Detonisierung der sekundären Atemmuskeln</b> . . . . .	229			
32.1.1	Lokale Entspannungsübungen . . . . .	229			
32.1.2	Neuromuskuläre Techniken zur Detonisierung . . . . .	230			
32.1.3	Dehn-Techniken . . . . .	233			
<b>32.2</b>	<b>Literatur</b> . . . . .	236			
<b>33</b>	<b>Sekretfördernde Atemphysiotherapie</b> . . . . .	237			
	<i>A.J.R. van Gestel, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>				
<b>33.1</b>	<b>Sekretolyse</b> . . . . .	237			
<b>33.2</b>	<b>Praxis: Reinigung der Atemwege</b> . . . . .	238			
33.2.1	Reinigung der extrathorakalen Atemwege 0 . . . . .	238			
33.2.2	Reinigung der zentralen Atemwege 1–8 . . . . .	239			
<b>33.3</b>	<b>Forcierte Expirationstechniken (FE-I–VI)</b> . . . . .	244			
33.3.1	FE-I: Biomechanik des Hustens . . . . .	244			
<b>33.4</b>	<b>Expiratorischer Tracheobronchialkollaps</b> . . . . .	246			
<b>33.5</b>	<b>Sorgfältig dosierte Expirationstechniken (FE-II–V)</b> . . . . .	246			
33.5.1	FE-II: Huffing . . . . .	246			
33.5.2	FE-III: Huffing intermittence . . . . .	247			
33.5.3	FE-IV: Huffing fortis . . . . .	247			
33.5.4	FE-V: Huffing fortis intermittence . . . . .	248			
33.5.5	FE-VI: Kombination . . . . .	248			
<b>33.6</b>	<b>Praxis: Reinigung der mittleren Atemwege (9.–16. Atemwegsgeneration)</b> . . . . .	248			
33.6.1	Sekretolyse der mittleren Atemwege . . . . .	250			
<b>33.7</b>	<b>Praxis: Reinigung der peripheren Atemwege (16.–23. Atemwegsgeneration)</b> . . . . .	254			
33.7.1	MITF (Maximale Inspiration mit tiefem Flow) . . . . .	254			
<b>33.8</b>	<b>Praxis: Expektorationshilfen (Drainage-lagerungen)</b> . . . . .	255			
<b>33.9</b>	<b>Praxis: Oszillierende PEP-Atemphysiotherapie</b> . . . . .	257			
33.9.1	Flutter . . . . .	258			
33.9.2	RC-Cornet® . . . . .	258			
33.9.3	Das Acapella . . . . .	260			
<b>33.10</b>	<b>Tapotements</b> . . . . .	260			
<b>33.11</b>	<b>Evidenz der sekretfördernden Behandlungsmethoden</b> . . . . .	260			
<b>33.12</b>	<b>Literatur</b> . . . . .	261			
<b>34</b>	<b>Klassische Massage und Funktionsmassage</b> . . . . .	264			
	<i>A.J.R. van Gestel, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>				
<b>34.1</b>	<b>Wirkungsweise der klassischen Massagetherapie</b> . . . . .	265			
<b>34.2</b>	<b>Praxis: Klassische Massage</b> . . . . .	265			
34.2.1	Massagegriffe . . . . .	265			
34.2.2	Massagetechniken . . . . .	266			
<b>34.3</b>	<b>Praxis: Funktionsmassage</b> . . . . .	270			
<b>34.4</b>	<b>Aufbau der Massagetherapie und Ausführung der Techniken</b> . . . . .	271			
<b>34.5</b>	<b>Literatur</b> . . . . .	272			

35	Kardiopulmonales Ausdauerkapazitäts- training . . . . .	273	40	Patientenschulung . . . . .	297
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>			<i>A.J.R. van Gestel, H. Teschler</i>	
35.1	Kardiopulmonales Ausdauerkapazitäts- training . . . . .	273	40.1	Verzicht auf Nikotinkonsum . . . . .	297
35.2	Effekte des kardiopulmonalen Ausdauer- kapazitätstrainings bei Patienten mit COPD	273	40.2	Bedeutung der kardiopulmonalen Trainingstherapie . . . . .	298
35.3	Bestimmung der Intensität bei kardio- pulmonalem Ausdauerkapazitätstraining	275	40.3	Weitere Themen der Patientenschulung . . .	298
35.4	Bestimmung der Belastungssteigerung beim kardiopulmonalen Ausdauer- kapazitätstraining . . . . .	275	40.4	Literatur . . . . .	299
35.5	Trainingsmodalitäten . . . . .	275	41	Lagerung . . . . .	300
35.6	Sauerstoffgabe unter Belastung . . . . .	276		<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
35.7	Zusammenfassung . . . . .	276	41.1	Lagerungstherapie . . . . .	300
35.7.1	Yellow Flags: Vorsichtsmaßnahmen und klinisches Monitoring . . . . .	276	41.1.1	Aufrechter Stand: Einfluss auf die Lungen- funktion . . . . .	301
35.7.2	Kontraindikationen für körperliche Belastung . .	277	41.1.2	Rückenlage: Einfluss auf die Lungenfunktion . .	301
35.8	Kardiopulmonales Ausdauerkapazitäts- training bei pulmonaler Hypertonie . . . . .	277	41.1.3	Seitenlage: Einfluss auf die Lungenfunktion . . .	301
35.9	Literatur . . . . .	278	41.1.4	Bauchlage: Einfluss auf die Lungenfunktion . . .	303
36	Hypertrophietraining der peripheren Muskulatur . . . . .	280	41.1.5	Oberkörperhochlagerung: Einfluss auf die Lungenfunktion . . . . .	304
	<i>A.J.R. van Gestel, S. Teschler, H. Teschler</i>		41.1.6	Zusammenfassung . . . . .	304
36.1	Praxis: Hypertrophietraining . . . . .	280	41.2	Umlagerung: Kinetische Therapie im engeren Sinn . . . . .	305
36.2	Literatur . . . . .	281	41.3	Bewegung: Dreh-Dehn-Lagen . . . . .	305
37	Training der Inspirationsmuskeln . . . . .	282	41.4	Klinisches Monitoring . . . . .	307
	<i>A.J.R. van Gestel, H. Teschler</i>		41.5	Literatur . . . . .	308
37.1	Praxis: Inspiratorisches Muskeltraining . . . . .	282	42	Nicht-invasive Beatmung, positiver end- expiratorischer Druck und Inhalation . . . . .	309
37.2	IMT bei COPD-Patienten mit respiratorischer Globalinsuffizienz . . . . .	284		<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
37.3	Literatur . . . . .	285	42.1	Der transpulmonale Druck: Einfluss auf die Lungenfunktion . . . . .	309
38	Verbesserung der Thoraxmobilität . . . . .	286	42.2	Nicht-invasive Beatmung . . . . .	310
	<i>A.J.R. van Gestel, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>		42.3	Formen der nicht-invasiven Beatmung . . . . .	310
38.1	Ursachen einer Hypomobilität . . . . .	286	42.3.1	Volumenkontrollierte Beatmung . . . . .	311
38.2	Praxis: Thoraxmobilisation . . . . .	288	42.3.2	CPAP-Überdruckbeatmung: Assistierte Spontanatmung . . . . .	311
38.2.1	Verbesserung der eingeschränkten Thorax- beweglichkeit (Hypomobilität) . . . . .	288	42.3.3	BIPAP-Überdruckbeatmung . . . . .	313
38.3	Der Schultergürtel . . . . .	290	42.4	Apparatives und klinisches Monitoring . . . . .	314
38.3.1	Schultergelenk (Art. glenohumeralis) . . . . .	290	42.5	PEP-Maskenatmung . . . . .	315
38.3.2	Sternoklavikular- und Akromioklavikulargelenk .	291	42.5.1	Die PEP-Maske . . . . .	316
38.4	Praxis: Behandlung des hypomobilen Schultergürtels . . . . .	291	42.6	Inhalation . . . . .	316
38.5	Literatur . . . . .	291	42.7	Literatur . . . . .	317
39	Entspannungstherapie . . . . .	292	43	Pulmonale Rehabilitation im Überblick . . . . .	319
	<i>A.J.R. van Gestel, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>		43.1	Methodisches Handeln (Assessments und Interventionen) . . . . .	320
39.1	Entspannung . . . . .	292	43.2	Funktionsstörungen (biomedizinische Grundlagen) . . . . .	321
39.2	Praxis: Entspannungsverfahren . . . . .	292	Sachverzeichnis . . . . .	323	
39.2.1	Progressive Relaxation (PMR) . . . . .	292			
39.2.2	Autogenes Training nach Schultz . . . . .	294			
39.3	Literatur . . . . .	296			