

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Krankheitslehre</b>	1
	<i>S. Teschler, A.J.R. van Gestel, H. Teschler</i>	
1.1	<b>Atemwegs- und Lungenerkrankungen</b>	2
1.1.1	Restriktive Lungenerkrankungen	2
1.1.2	Obstruktive Lungenerkrankungen	2
1.1.3	Mischformen	2
1.2	<b>Asthma bronchiale</b>	3
1.3	<b>Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD)</b>	3
1.3.1	Differenzialdiagnosen	4
1.3.2	Symptome der COPD	4
1.3.3	Schweregradeinteilung der COPD	5
1.3.4	COPD Assessment Test™	5
1.3.5	Ursachen der COPD	6
1.3.6	Entwicklung der COPD	6
1.3.7	Zur Atemwegsobstruktion beitragende Faktoren	7
1.3.8	Physiotherapeutische Behandlung bei chronischen Lungenerkrankungen	7
1.3.9	Akute Exazerbation	8
1.3.10	Prävalenz der COPD	8
1.4	<b>Pulmonale Rehabilitation</b>	8
1.4.1	Atemphysiotherapie	9
1.4.2	Ziele der pulmonalen Rehabilitation	9
1.4.3	Effekte der pulmonalen Rehabilitation	10
1.5	<b>Diagnostik in der pulmonalen Rehabilitation</b>	10
1.5.1	Ärztliche Diagnostik	10
1.5.2	Physiotherapeutische Diagnostik	11
1.6	<b>Therapieplanung</b>	11
	Literatur	11
<b>2</b>	<b>Atembewegungsapparat</b>	15
	<i>A.J.R. van Gestel, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>	
2.1	<b>Thorax</b>	16
2.1.1	Pneumothorax	16
2.1.2	Bewegungen des Thorax bei Inspiration	17
2.2	<b>Anatomie des Zwerchfells</b>	17
2.2.1	Zwerchfellmuskulatur	17
2.2.2	Öffnungen des Zwerchfells	18
2.3	<b>Biomechanik des Zwerchfells</b>	18
2.3.1	Das Zwerchfell: Appositionsdruck nach lateral	19
2.3.2	Das Zwerchfell: Insertionsdruck nach kranial	19
2.3.3	Zusammenfassung	20
	Literatur	21
<b>3</b>	<b>Widerstände im respiratorischen System</b>	23
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
3.1	<b>Physische Variablen der Atemmechanik</b>	24
3.2	<b>Atemwiderstand (Resistance)</b>	25
3.2.1	Laminare und turbulente Strömung	25
3.3	<b>Compliance von Lunge, Thorax und Atembewegungsapparat</b>	27
3.3.1	Compliance der Lunge	27
3.3.2	Compliance des Thorax	27
3.3.3	Gesamtcompliance	27
3.3.4	Zusammenfassung	27

<b>3.4</b>	<b>Inertance</b>	28
<b>3.4.1</b>	<b>Belüftungsgeschwindigkeit und Gleichmäßigkeit der Belüftung</b>	28
	<b>Literatur</b>	29
<b>4</b>	<b>Sauerstoff (<math>O_2</math>)</b>	31
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
<b>4.1</b>	<b>Alveolo-arterielle Sauerstoffpartialdruckdifferenz (<math>AaDO_2</math>)</b>	32
<b>4.2</b>	<b>Blut als Transportmedium von Sauerstoff</b>	32
<b>4.3</b>	<b>Beurteilung der Sauerstoffversorgung der Organe</b>	33
<b>4.4</b>	<b>Sauerstoffbindungskurve für Hämoglobin</b>	33
<b>4.4.1</b>	<b>Bohr- und Haldane-Effekt</b>	34
<b>4.5</b>	<b>Objektivierung des arteriellen Sauerstoffwertes</b>	35
<b>4.6</b>	<b>Trainingstherapie unter kontinuierlicher Sauerstoffzufuhr</b>	35
<b>4.7</b>	<b>Sauerstoff-Langzeittherapie</b>	35
<b>4.7.1</b>	<b>Indikationen für eine Sauerstoff-Langzeittherapie</b>	36
<b>4.7.2</b>	<b>Negative Effekte der Sauerstoffgabe</b>	36
<b>4.7.3</b>	<b>Wirkung einer Sauerstoffgabe auf kardiopulmonale Funktionen</b>	36
<b>4.7.4</b>	<b>Sauerstoffzuleitungen</b>	37
	<b>Literatur</b>	37
<b>5</b>	<b>Der Säure-Basen-Haushalt</b>	39
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
<b>5.1</b>	<b>Rolle des Atemsystems bei der Energiegewinnung</b>	40
<b>5.1.1</b>	<b>Energiegewinnung</b>	40
<b>5.2</b>	<b>Puffersysteme zur Aufrechterhaltung der physiologischen Homöostase</b>	40
<b>5.2.1</b>	<b>Funktionsweise der Puffer</b>	41
<b>5.2.2</b>	<b>Funktionsweise der Bikarbonat-Puffer</b>	41
<b>5.3</b>	<b>Störungen des Säure-Basen-Haushalts</b>	41
<b>5.3.1</b>	<b>Respiratorische Insuffizienz</b>	41
<b>5.3.2</b>	<b>Zusammenfassung</b>	42
<b>5.4</b>	<b>Ausschlussdiagnostik zur Feststellung einer respiratorischen Insuffizienz</b>	43
<b>5.5</b>	<b>Chronisch-respiratorische Insuffizienz</b>	43
	<b>Literatur</b>	45
<b>6</b>	<b>Chronische Überblähung bei COPD</b>	47
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
<b>6.1</b>	<b>Unvollständige Exspiration</b>	48
<b>6.2</b>	<b>Längenadaptation der Atemmuskeln</b>	49
<b>6.3</b>	<b>Kontraktur des Zwerchfells</b>	50
<b>6.4</b>	<b>Unspezifische Aktivierung der Atempumpe</b>	51
<b>6.5</b>	<b>Morphologische und vasomotorische Veränderungen des Zwerchfells</b>	52
<b>6.6</b>	<b>Atemimpedanz bei COPD-Patienten</b>	53
<b>6.7</b>	<b>Kompensationsmechanismen bei persistierender respiratorischer Insuffizienz</b>	53
<b>6.8</b>	<b>Zusammenfassung</b>	54
	<b>Literatur</b>	55
<b>7</b>	<b>Primäre und sekundäre Atemmuskeln</b>	57
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
<b>7.1</b>	<b>Primäre und sekundäre Inspirationsmuskeln</b>	58
<b>7.1.1</b>	<b>Mm. scaleni und M. sternocleidomastoideus</b>	59
<b>7.1.2</b>	<b>Mm. intercostales</b>	60
<b>7.1.3</b>	<b>Abdominale Muskulatur</b>	63
<b>7.2</b>	<b>Aktive Exspiration</b>	63
<b>7.2.1</b>	<b>M. transversus abdominis</b>	64
<b>7.2.2</b>	<b>Mm. pectoralis major und minor</b>	66
<b>7.2.3</b>	<b>M. trapezius und M. levator scapulae</b>	67
	<b>Literatur</b>	68

<b>8</b>	<b>Ventilations-Perfusions-Verhältnis der Lunge</b>	71
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
8.1	Ventilations-Perfusions-Verhältnis	72
8.1.1	Ventilations- und Perfusionsinhomogenitäten	72
8.2	Heterogenität der pulmonalen Perfusion	75
8.3	Heterogenität der alveolären Ventilation	75
8.3.1	Compliance	75
8.3.2	Der transpulmonale Druck	76
8.3.3	Die funktionelle Residualkapazität	76
8.3.4	Die funktionelle Residualkapazität: Einfluss auf den Atemwegswiderstand	77
8.3.5	Die funktionelle Residualkapazität: Einfluss auf die Zwerchfelfunktion	77
8.4	Reduktion der funktionellen Residualkapazität	78
	Literatur	78
<b>9</b>	<b>Diffusion</b>	79
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
9.1	Die Zellmembran	80
9.1.1	Dicke der alveolokapillären Membran	80
9.1.2	Austauschfläche	81
9.2	Fick-Gesetz	82
9.3	Diffusionsstörungen	82
9.3.1	Abnahme der Austauschfläche	83
9.3.2	Verdickung der alveolokapillären Membran	83
9.3.3	Zunahme des Diffusionswiderstandes	83
9.3.4	Verkürzung der Kontaktzeit von Blut und Alveolen	83
9.3.5	Zunahme des Diffusionstrajektes (Diffusionsblock)	83
9.3.6	Gefäßanomalien	84
9.4	CO-Diffusionskapazität	84
	Literatur	84
<b>10</b>	<b>Akuter und chronischer Husten</b>	85
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
10.1	Bronchialsekret	86
10.2	Mukoziliäre Obstruktion	86
10.3	Autonomes Nervensystem: Einfluss auf die Schleimsekretion	86
10.4	Der Zilienschlag: Charakterisierung der mukoziliären Clearance	86
10.5	Viskosität des Bronchialsekrets	88
10.6	Folge der Hypersekretion	88
10.7	Differenzierung des Hustens	88
10.7.1	Reizhusten bzw. trockener Husten	89
10.7.2	Produktiver Husten	89
10.7.3	Bluthusten	90
	Literatur	90
<b>11</b>	<b>Modell der segmentalen Dysbalance</b>	91
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
11.1	Vegetatives und somatisches Nervensystem	92
11.2	Entstehung einer segmentalen Dysbalance	92
11.2.1	Segmentale Dysbalance: Einfluss auf das Myotom	93
11.2.2	Segmentale Dysbalance: Einfluss auf das Dermatom	93
11.2.3	Segmentale Dysbalance: Einfluss auf das Bindegewebe	95
11.2.4	Segmentale Dysbalance: Einfluss auf die Psyche	95
11.2.5	Zusammenfassung	95
11.3	Assessment bei segmentaler Dysbalance	95
11.3.1	Schmerzanamnese	95
11.3.2	Inspektion und Palpation der Haut	95
11.4	Behandlung einer segmentalen Dysbalance	96
	Literatur	96

<b>12</b>	<b>Herzfunktion bei COPD-Patienten</b>	99
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler, A. Gajic</i>	
12.1	Lungenüberblähung: Einfluss auf die rechtsventrikuläre Vorlast	100
12.2	Hypoxie, Hyperkapnie und Lungenüberblähung: Einfluss auf die rechtsventrikuläre Nachlast	100
12.3	Low-Cardiac-Output-Syndrom: Einfluss auf die linksventrikuläre Vorlast	101
12.4	Ventrikulärer Septum-Shift: Einfluss auf die linksventrikuläre Nachlast	101
12.5	Arteriosklerose: Einfluss auf die systolische linksventrikuläre Dysfunktion	102
12.6	Störungen des autonomen Nervensystems: Einfluss auf die Herzfunktion	102
12.7	Zusammenfassung	103
	Literatur	104
<b>13</b>	<b>Pulmonalkreislauf</b>	105
	<i>A.J.R. van Gestel, M. Schrimpf, J. Steier, H. Teschler</i>	
13.1	Hypoxische pulmonale Vasokonstriktion	107
13.2	Spätfolgen einer chronischen hypoxischen Vasokonstriktion	108
13.2.1	Phasen der chronischen hypoxischen Vasokonstriktion	108
13.2.2	Umbauprozesse in der pulmonalen Strombahn, Gefäßremodelling	108
13.3	Pulmonalarterielle Hypertonie	108
13.3.1	Symptome einer pulmonalen Hypertonie	109
13.4	Kardiale Effekte	110
13.4.1	Kompensiertes Stadium	110
13.4.2	Dekompensiertes Stadium	111
13.5	Medikamentöse selektive pulmonale Vasodilatation	112
	Literatur	112
<b>14</b>	<b>Sympathovagale Imbalance</b>	115
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
14.1	Autonomes Nervensystem	116
14.1.1	Medulla oblongata	116
14.1.2	Zentrale Chemorezeptoren	118
14.1.3	Arterielle Chemorezeptoren	118
14.1.4	Arterielle Barorezeptoren	118
14.1.5	Dehnungsrezeptoren in der A. pulmonalis und in den Atria cordis	120
14.1.6	Dehnungsrezeptoren der Lunge	120
14.1.7	Propriozeptoren der Atemmuskulatur	120
14.2	Herzfrequenzvariabilität	120
14.3	Respiratorische Sinusarrhythmie	122
14.4	Blutdruckvariabilität	123
14.5	Erhöhter Sympathikotonus bei Patienten mit COPD	123
14.6	Erhöhter Parasympathikotonus bei körperlicher Belastung	124
	Literatur	124
<b>15</b>	<b>Anamnese (subjektiver Befund)</b>	127
	<i>A.J.R. van Gestel, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>	
15.1	Praxis: Eingangsbefund	128
<b>16</b>	<b>Untersuchung von Abdomen und Thorax</b>	131
	<i>A.J.R. van Gestel, M. Schrimpf, H. Teschler</i>	
16.1	Zeichen einer Hypoxie	132
16.1.1	Trommelschlegelfinger und Uhrglasnägel	132
16.1.2	Zyanose	132
16.2	Zeichen einer pulmonalen Hypertonie	133
16.3	Untersuchung des Abdomens	134
16.3.1	Inspektion des Abdomens	134
16.3.2	Auskultation des Abdomens	134
16.3.3	Perkussion des Abdomens	135
16.3.4	Palpation des Abdomens	135
16.4	Organpaipation	136

<b>16.4.1</b>	<b>Palpation der Leber . . . . .</b>	<b>136</b>
<b>16.4.2</b>	<b>Palpation der Milz . . . . .</b>	<b>137</b>
<b>16.4.3</b>	<b>Palpation der Nieren . . . . .</b>	<b>137</b>
<b>16.4.4</b>	<b>Palpation der Blase . . . . .</b>	<b>137</b>
<b>16.5</b>	<b>Untersuchung des Thorax . . . . .</b>	<b>138</b>
<b>16.5.1</b>	<b>Atemexkursion . . . . .</b>	<b>138</b>
<b>16.5.2</b>	<b>Epigastrischer Winkel . . . . .</b>	<b>138</b>
<b>16.5.3</b>	<b>Thoraxdeformitäten . . . . .</b>	<b>139</b>
<b>16.5.4</b>	<b>Thorax bei COPD-Patienten . . . . .</b>	<b>139</b>
<b>16.5.5</b>	<b>Praxis: Inspektionsbefund . . . . .</b>	<b>139</b>
<b>16.6</b>	<b>Palpation des Thorax . . . . .</b>	<b>140</b>
<b>16.6.1</b>	<b>Palpationsuntersuchung . . . . .</b>	<b>140</b>
<b>16.6.2</b>	<b>Praxis: Palpationsbefund . . . . .</b>	<b>142</b>
<b>16.7</b>	<b>Untersuchung der Trachea . . . . .</b>	<b>142</b>
	<b>Literatur . . . . .</b>	<b>143</b>
<b>17</b>	<b>Analyse des Atemmusters . . . . .</b>	<b>145</b>
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
<b>17.1</b>	<b>Transport der Atemgase . . . . .</b>	<b>146</b>
<b>17.2</b>	<b>Sauerstoff- und Kohlendioxidtransport . . . . .</b>	<b>146</b>
<b>17.2.1</b>	<b>Ventilation und Konvektion . . . . .</b>	<b>146</b>
<b>17.2.2</b>	<b>Gasgesetz . . . . .</b>	<b>146</b>
<b>17.3</b>	<b>Ventilation und Atemfrequenz . . . . .</b>	<b>147</b>
<b>17.4</b>	<b>Anatomischer Totraum . . . . .</b>	<b>147</b>
<b>17.5</b>	<b>Atemintensität . . . . .</b>	<b>147</b>
<b>17.5.1</b>	<b>Störvariablen . . . . .</b>	<b>148</b>
<b>17.5.2</b>	<b>Rapid Shallow Breathing . . . . .</b>	<b>148</b>
<b>17.6</b>	<b>Atemgrenzwert und Atemreserve . . . . .</b>	<b>149</b>
<b>17.7</b>	<b>Borg-Skala für Dyspnoe und Ermüdung . . . . .</b>	<b>149</b>
<b>17.8</b>	<b>Normales Atemmuster und Atemtypen . . . . .</b>	<b>149</b>
<b>17.8.1</b>	<b>Thorakale Atmung . . . . .</b>	<b>149</b>
<b>17.8.2</b>	<b>Abdominale Atmung . . . . .</b>	<b>150</b>
<b>17.8.3</b>	<b>Physiologische Mischatmung . . . . .</b>	<b>150</b>
<b>17.8.4</b>	<b>Auxiliaratmung . . . . .</b>	<b>150</b>
<b>17.9</b>	<b>Verhältnis abdominale-thorakale Atmung (AT-Verhältnis) . . . . .</b>	<b>150</b>
<b>17.9.1</b>	<b>Das asynchrone AT-Verhältnis . . . . .</b>	<b>151</b>
<b>17.10</b>	<b>Pathologische Atemmuster bzw. Atemtypen . . . . .</b>	<b>151</b>
<b>17.10.1</b>	<b>Kussmaul-Atmung . . . . .</b>	<b>151</b>
<b>17.10.2</b>	<b>Cheyne-Stokes-Atmung . . . . .</b>	<b>151</b>
<b>17.10.3</b>	<b>Seufzeratmung . . . . .</b>	<b>152</b>
<b>17.10.4</b>	<b>Biot-Atmung . . . . .</b>	<b>153</b>
<b>17.10.5</b>	<b>Schnappatmung . . . . .</b>	<b>153</b>
<b>17.11</b>	<b>Pause im Atemzyklus . . . . .</b>	<b>153</b>
<b>17.12</b>	<b>Praxis: Assessment-Analyse des Atemmusters . . . . .</b>	<b>153</b>
<b>17.12.1</b>	<b>Vorgehensweise . . . . .</b>	<b>154</b>
	<b>Literatur . . . . .</b>	<b>156</b>
<b>18</b>	<b>Husten-Assessment . . . . .</b>	<b>157</b>
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
<b>18.1</b>	<b>Hustenphasen . . . . .</b>	<b>158</b>
<b>18.2</b>	<b>Husten-Assessment . . . . .</b>	<b>158</b>
<b>18.2.1</b>	<b>Analyse des Bronchialsekrets . . . . .</b>	<b>158</b>
<b>18.2.2</b>	<b>Ausreichende Inspirationskapazität/Inspirationstechnik (&gt;1500 ml) . . . . .</b>	<b>159</b>
<b>18.2.3</b>	<b>Vollständiger Glottisverschluss . . . . .</b>	<b>160</b>
<b>18.2.4</b>	<b>Ausreichend kräftiger Atemstoß (&gt;160 l/min, FEV<sub>1</sub>&gt;60% des VK-Sollwertes, PEFR&gt;2,7 l/sec) . . . . .</b>	<b>160</b>
<b>18.2.5</b>	<b>Kein Risiko für einen Tracheobronchialkollaps . . . . .</b>	<b>161</b>
	<b>Literatur . . . . .</b>	<b>163</b>

<b>19</b>	<b>Herz- und Lungenauskultation, Perkussion und Stimmfremitus</b>	165
	<i>A.J.R. van Gestel, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>	
19.1	<b>Auskultation der Lungengeräusche</b>	166
19.1.1	<b>Physiologische Atemgeräusche</b>	166
19.1.2	<b>Pathologische Atemgeräusche</b>	169
19.2	<b>Perkussion der Lunge</b>	170
19.2.1	<b>Praktische Durchführung der Perkussion</b>	170
19.3	<b>Stimmfremitus</b>	172
19.4	<b>Bronchophonie</b>	172
19.5	<b>Auskultation des Herzens</b>	174
19.5.1	<b>Herztöne</b>	174
19.6	<b>Präkordiale Palpation des Herzspitzenstoßes</b>	177
19.7	<b>Zusammenfassung</b>	177
	<b>Literatur</b>	178
<b>20</b>	<b>Untersuchung der Gefäße</b>	179
	<i>A.J.R. van Gestel, M. Schrimpf</i>	
20.1	<b>Untersuchung des peripheren Gefäßsystems</b>	180
20.1.1	<b>Inspektion der Haut</b>	180
20.1.2	<b>Pulsqualität</b>	180
20.1.3	<b>V. jugularis interna</b>	182
20.2	<b>Leitsymptom Brustschmerzen</b>	184
	<b>Literatur</b>	186
<b>21</b>	<b>Kardiopulmonale Ausdauerkapazitätstests</b>	187
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
21.1	<b>Kenngrößen des Stoffwechsels</b>	188
21.1.1	<b>Die maximale Sauerstoffaufnahme (<math>VO_2\text{max}</math>)</b>	188
21.1.2	<b>Die ventilatorisch bestimmte anaerobe Schwelle</b>	189
21.1.3	<b>Der respiratorische Quotient</b>	189
21.1.4	<b>Oxygenierungsindex</b>	189
21.1.5	<b>Alveolo-arterielle Sauerstoffpartialdruckdifferenz (<math>AaDO_2</math>)</b>	189
21.1.6	<b>Atem- und Herzfrequenzreserve</b>	190
21.1.7	<b>Atemäquivalent für Kohlendioxid (<math>VE/VCO_2</math>)</b>	190
21.1.8	<b>Sauerstoffpuls (<math>O_2\text{-Puls}</math>)</b>	190
21.1.9	<b>Aerobe Kapazität (<math>\Delta VO_2 / \Delta WR</math>)</b>	191
21.1.10	<b>Borg-Skala für Dyspnoe und Ermüdung</b>	191
21.1.11	<b>Belastungsinduzierte Sauerstoffsättigung (EID)</b>	191
21.2	<b>Symptomlimitierter maximaler Ausdauerkapazitätstest</b>	191
21.2.1	<b>Primäres Ziel des symptomlimitierten maximalen Ausdauerkapazitätstests</b>	192
21.2.2	<b>Sekundäres Ziel des symptomlimitierten maximalen Ausdauerkapazitätstests</b>	192
21.2.3	<b>Kardiopulmonale Funktionsstörungen</b>	192
21.3	<b>6-Minuten-Gehtest</b>	196
21.4	<b>Shuttle-Walk-Test</b>	197
21.5	<b>Körperliche Aktivität, messbar durch Accelerometrie</b>	197
	<b>Literatur</b>	198
<b>22</b>	<b>Kraftmessung der peripheren Muskulatur</b>	201
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, S. Teschler, H. Teschler</i>	
22.1	<b>Anpassung der biochemischen und metabolischen Versorgung der peripheren Muskulatur</b>	202
22.2	<b>Anpassung der peripheren Muskulatur durch Hypertrophietraining</b>	202
22.3	<b>Kraftmessung der peripheren Muskulatur</b>	202
22.3.1	<b>Oddvar-Holten-Kurve: Dynamische Kraftmessung</b>	202
22.3.2	<b>Break-Test und Make-Test nach Andrews: Isometrische Kraftmessung</b>	203
	<b>Literatur</b>	204

<b>23</b>	<b>Respiratorische Muskelkraft</b>	205
	<i>A.J.R. van Gestel, H. Teschler</i>	
<b>23.1</b>	<b>Kraft der Atemmuskeln</b>	206
<b>23.1.1</b>	<b>Bestimmung der Stärke des in- und exspiratorischen Drucks</b>	206
<b>23.1.2</b>	<b>Maximaler In- und Exspirationsdruck</b>	206
<b>23.1.3</b>	<b>Transdiaphragmaler Druck</b>	207
<b>23.1.4</b>	<b>Insertionstendopathien</b>	207
	<b>Literatur</b>	208
<b>24</b>	<b>Thoraxmobilität</b>	209
	<i>A.J.R. van Gestel, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>	
<b>24.1</b>	<b>Hypomobilität des Thorax</b>	210
<b>24.2</b>	<b>Praxis: P/E-Untersuchung der BWS-Beweglichkeit</b>	210
<b>24.2.1</b>	<b>Allgemeine BWS- und Thoraxmobilitätsprüfung</b>	211
<b>24.2.2</b>	<b>Spezifische BWS- und Thoraxmobilitätsprüfung</b>	212
	<b>Literatur</b>	218
<b>25</b>	<b>Blutgasanalyse und Lungenfunktion</b>	219
	<i>A.J.R. van Gestel, H. Teschler</i>	
<b>25.1</b>	<b>Spirometrie</b>	220
<b>25.2</b>	<b>Ganzkörperplethysmographie</b>	220
<b>25.2.1</b>	<b>Physiotherapeutische Messung der Lungenfunktion</b>	221
<b>25.3</b>	<b>Transferfaktor für Kohlenmonoxid</b>	223
<b>25.4</b>	<b>Blutgasanalyse</b>	223
<b>25.4.1</b>	<b>Objektivierung des arteriellen Sauerstoffwertes</b>	223
<b>25.4.2</b>	<b>Indikation für eine Blutgasanalyse</b>	223
<b>25.4.3</b>	<b>Blutgaswerte</b>	223
	<b>Literatur</b>	224
<b>26</b>	<b>Hypertonus und Kontraktur der sekundären Atemmuskeln</b>	225
	<i>A.J.R. van Gestel, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>	
<b>26.1</b>	<b>Hypertonus: Zu hohe Aktivität des neuromuskulären Apparates</b>	226
<b>26.1.1</b>	<b>Hypertonus: Aktivierung der <math>\alpha</math>-Motoneurone eines Muskels</b>	227
<b>26.1.2</b>	<b>Hypertonus durch Reizung der Muskel-Nozizeptoren</b>	228
<b>26.1.3</b>	<b>Hypertonus verursacht durch das limbische System</b>	228
<b>26.1.4</b>	<b>Hypertonus verursacht durch das pulmonale System</b>	228
<b>26.2</b>	<b>Kontraktur: Verkürzung der viskoelastischen Elemente eines Muskels</b>	229
<b>26.3</b>	<b>Längenadaptation: Abnahme der Anzahl seriell geschalteter Sarkomere</b>	230
<b>26.4</b>	<b>Untersuchung der muskulären Dysbalance</b>	230
<b>26.4.1</b>	<b>Differenzierung</b>	231
	<b>Literatur</b>	232
<b>27</b>	<b>Lebensqualität</b>	233
	<i>A.J.R. van Gestel, S. Teschler, H. Teschler</i>	
<b>27.1</b>	<b>Exazerbationen: Beeinträchtigung der Lebensqualität</b>	234
<b>27.2</b>	<b>Assessment der gesundheitsspezifischen Lebensqualität</b>	234
<b>27.3</b>	<b>Verbesserung der Lebensqualität</b>	234
	<b>Literatur</b>	235
<b>28</b>	<b>Dyspnoe und Ermüdung</b>	237
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
<b>28.1</b>	<b>Dyspnoe</b>	238
<b>28.1.1</b>	<b>Differenzialdiagnosen einer Dyspnoe</b>	238
<b>28.1.2</b>	<b>Dyspnoe in der Praxis</b>	239
<b>28.1.3</b>	<b>Einteilung der Dyspnoe in Stadien</b>	240
<b>28.1.4</b>	<b>Objektivierung und Schweregradbeurteilung von Dyspnoe</b>	241
<b>28.1.5</b>	<b>Dyspnoe bei körperlicher Belastung</b>	241

<b>28.1.6</b>	<b>Der BODE-Index . . . . .</b>	<b>242</b>
<b>28.2</b>	<b>Vorgehen bei akuter Dyspnoe . . . . .</b>	<b>242</b>
<b>28.2.1</b>	<b>Auslöser einer akuten Dyspnoe . . . . .</b>	<b>242</b>
<b>28.2.2</b>	<b>Therapeutischer Stufenplan bei akuter Dyspnoe . . . . .</b>	<b>242</b>
<b>28.3</b>	<b>Ermüdung . . . . .</b>	<b>243</b>
	<b>Literatur . . . . .</b>	<b>244</b>
<b>29</b>	<b>Atemphysiotherapie . . . . .</b>	<b>245</b>
	<i>A.J.R. van Gestel, A. Gajic, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>	
<b>29.1</b>	<b>Das optimale Atemmuster (engl. effortless diaphragmatic breathing) . . . . .</b>	<b>246</b>
<b>29.1.1</b>	<b>Atemfrequenz reduzieren . . . . .</b>	<b>246</b>
<b>29.1.2</b>	<b>Zwerchfellatmung . . . . .</b>	<b>246</b>
<b>29.1.3</b>	<b>Post-inspiratorische Pause (PIP) . . . . .</b>	<b>247</b>
<b>29.1.4</b>	<b>Exspiration mit dosierter Lippenbremse . . . . .</b>	<b>247</b>
<b>29.1.5</b>	<b>Exspiration mit leichtem Anspannen der abdominalen Muskulatur . . . . .</b>	<b>247</b>
<b>29.1.6</b>	<b>Pressatmung vermeiden . . . . .</b>	<b>248</b>
<b>29.2</b>	<b>Atemphysiotherapie . . . . .</b>	<b>249</b>
<b>29.3</b>	<b>Evidenz Atemphysiotherapie . . . . .</b>	<b>250</b>
	<b>Literatur . . . . .</b>	<b>250</b>
<b>30</b>	<b>Atemtherapeutische Maßnahmen . . . . .</b>	<b>253</b>
	<i>A.J.R. van Gestel, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>	
<b>30.1</b>	<b>Prinzipien atemtherapeutischer Maßnahmen . . . . .</b>	<b>254</b>
<b>30.1.1</b>	<b>Ausgangsstellung . . . . .</b>	<b>254</b>
<b>30.1.2</b>	<b>Taktile Stimulation . . . . .</b>	<b>254</b>
<b>30.2</b>	<b>Atemtherapeutische Maßnahmen . . . . .</b>	<b>254</b>
<b>30.2.1</b>	<b>Betonung der Inspiration . . . . .</b>	<b>255</b>
<b>30.2.2</b>	<b>Betonung der Exspiration . . . . .</b>	<b>259</b>
<b>30.2.3</b>	<b>Atemtherapeutische Maßnahmen bei tracheobronchialer Instabilität . . . . .</b>	<b>261</b>
	<b>Literatur . . . . .</b>	<b>262</b>
<b>31</b>	<b>Entblähung der überblähten Lunge . . . . .</b>	<b>263</b>
	<i>A.J.R. van Gestel, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>	
<b>31.1</b>	<b>Atemsynchrone Relaxation und Dehnung des Zwerchfells . . . . .</b>	<b>264</b>
<b>31.2</b>	<b>Aktivierung des M. transversus abdominis bei Exspiration . . . . .</b>	<b>264</b>
<b>31.3</b>	<b>Exspiration unter Verwendung der Lippenbremse . . . . .</b>	<b>265</b>
<b>31.4</b>	<b>Unterstützung der Exspiration . . . . .</b>	<b>265</b>
<b>31.4.1</b>	<b>Komprimierung des Abdomens bei Exspiration . . . . .</b>	<b>265</b>
<b>31.4.2</b>	<b>Manuelle Kompression des Abdomens . . . . .</b>	<b>266</b>
<b>31.4.3</b>	<b>Beckenkippung: Overflow-Prinzip . . . . .</b>	<b>266</b>
<b>31.4.4</b>	<b>Kräftigung des M. transversus abdominis bei COPD-Patienten . . . . .</b>	<b>268</b>
	<b>Literatur . . . . .</b>	<b>268</b>
<b>32</b>	<b>Dehnung und Detonisierung der Atemmuskeln . . . . .</b>	<b>269</b>
	<i>A.J.R. van Gestel, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>	
<b>32.1</b>	<b>Lokale Entspannungsübungen . . . . .</b>	<b>270</b>
<b>32.1.1</b>	<b>Passives Bewegen als Einleitung . . . . .</b>	<b>270</b>
<b>32.1.2</b>	<b>Neuromuskuläre Techniken zur Detonisierung . . . . .</b>	<b>270</b>
<b>32.2</b>	<b>Dehntechniken . . . . .</b>	<b>274</b>
	<b>Literatur . . . . .</b>	<b>276</b>
<b>33</b>	<b>Sekretfördernde Atemphysiotherapie . . . . .</b>	<b>277</b>
	<i>A.J.R. van Gestel, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>	
<b>33.1</b>	<b>Sekretfördernde Atemphysiotherapie . . . . .</b>	<b>278</b>
<b>33.1.1</b>	<b>Vorbereitung auf die Sekretolyse . . . . .</b>	<b>278</b>
<b>33.1.2</b>	<b>Auswahl der Technik . . . . .</b>	<b>278</b>
<b>33.1.3</b>	<b>Lokalisation des Sekretes . . . . .</b>	<b>278</b>

<b>33.2</b>	<b>Reinigung der extrathorakalen Atemwege</b>	279
<b>33.3</b>	<b>Reinigung der zentralen Atemwege 1–8</b>	279
<b>33.3.1</b>	<b>Wirkmechanismen für eine effektive Reinigung der zentralen Atemwege</b>	279
<b>33.3.2</b>	<b>Sorgfältig dosierte Expirationstechniken (FE-II–V)</b>	287
<b>33.4</b>	<b>Reinigung der mittleren Atemwege 9–16</b>	288
<b>33.4.1</b>	<b>Forced Expiratory Technique (FET) nach Thompson und Thompson</b>	290
<b>33.4.2</b>	<b>ACBT (Active Cycle of Breathing Technique)</b>	290
<b>33.4.3</b>	<b>Autogene Drainage nach Chevallier</b>	291
<b>33.4.4</b>	<b>LEGOS</b>	292
<b>33.5</b>	<b>Reinigung der peripheren Atemwege 16–23</b>	293
<b>33.5.1</b>	<b>MITF (maximale Inspiration mit tiefem Flow)</b>	294
<b>33.6</b>	<b>Drainagelagerungen</b>	295
<b>33.7</b>	<b>Oszillierende PEP-Atemphysiotherapie</b>	297
<b>33.7.1</b>	<b>Flutter</b>	298
<b>33.7.2</b>	<b>RC-Cornet®</b>	298
<b>33.7.3</b>	<b>Das Acapella</b>	299
<b>33.8</b>	<b>Tapotements</b>	300
<b>33.9</b>	<b>Evidenz der sekretfördernden Behandlungsmethoden</b>	300
	<b>Literatur</b>	301
<b>34</b>	<b>Klassische Massage und Funktionsmassage</b>	305
	<i>A.J.R. van Gestel, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>	
<b>34.1</b>	<b>Wirkungsweise der klassischen Massagetherapie</b>	306
<b>34.2</b>	<b>Praxis: Klassische Massage</b>	306
<b>34.2.1</b>	<b>Massagegriffe</b>	306
<b>34.3</b>	<b>Massagetechniken</b>	306
<b>34.4</b>	<b>Funktionsmassage</b>	311
<b>34.5</b>	<b>Aufbau der Massagetherapie und Ausführung der Techniken</b>	312
	<b>Literatur</b>	312
<b>35</b>	<b>Kardiopulmonales Ausdauerkapazitätstraining</b>	313
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, M. Rhyner, S. Saxon, H. Teschler</i>	
<b>35.1</b>	<b>Effekte des kardiopulmonalen Ausdauerkapazitätstrainings bei Patienten mit COPD</b>	314
<b>35.2</b>	<b>Bestimmung der Intensität bei kardiopulmonalem Ausdauerkapazitätstraining</b>	315
<b>35.2.1</b>	<b>American Thoracic Society/European Respiratory Society Statement on Pulmonary Rehabilitation [45]</b>	315
<b>35.3</b>	<b>Bestimmung der Belastungssteigerung beim kardiopulmonalen Ausdauerkapazitätstraining</b>	316
<b>35.4</b>	<b>Trainingsmodalitäten</b>	316
<b>35.5</b>	<b>Sauerstoffgabe unter Belastung</b>	316
<b>35.5.1</b>	<b>Zusammenfassung</b>	317
<b>35.5.2</b>	<b>Yellow Flags: Vorsichtsmaßnahmen und klinisches Monitoring</b>	317
<b>35.5.3</b>	<b>Red Flags: Kontraindikationen für körperliche Belastung</b>	318
<b>35.6</b>	<b>Kardiopulmonales Ausdauerkapazitätstraining bei pulmonaler Hypertonie</b>	318
<b>35.6.1</b>	<b>Effektivität von kardiopulmonalem Training</b>	318
<b>35.6.2</b>	<b>Sicherheit und Gestaltung eines regelmäßigen Trainings</b>	318
	<b>Literatur</b>	319
<b>36</b>	<b>Hypertrophietraining der peripheren Muskulatur</b>	323
	<i>A.J.R. van Gestel, S. Teschler, K. Kurz, H. Teschler</i>	
<b>36.1</b>	<b>Hypertrophietraining</b>	324
<b>36.1.1</b>	<b>American Thoracic Society/ European Respiratory Society Statement on Pulmonary Rehabilitation</b>	324
<b>36.1.2</b>	<b>Neuromuskuläre Elektrostimulation</b>	325
	<b>Literatur</b>	325

<b>37</b>	<b>Training der Inspirationsmuskeln . . . . .</b>	327
	<i>A.J.R. van Gestel, H. Teschler</i>	
37.1	<b>Praxis: Inspiratorisches Muskeltraining . . . . .</b>	328
37.2	<b>IMT bei COPD-Patienten mit respiratorischer Globalinsuffizienz . . . . .</b>	330
	<b>Literatur . . . . .</b>	330
<b>38</b>	<b>Verbesserung der Thoraxmobilität . . . . .</b>	333
	<i>A.J.R. van Gestel, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>	
38.1	<b>Ursachen einer Hypomobilität . . . . .</b>	334
38.2	<b>Praxis: Thoraxmobilisation . . . . .</b>	336
38.2.1	<b>Verbesserung der eingeschränkten Thoraxbeweglichkeit (Hypomobilität) . . . . .</b>	336
38.3	<b>Der Schultergürtel . . . . .</b>	337
38.3.1	<b>Schultergelenk (Art. glenohumeralis) . . . . .</b>	338
38.3.2	<b>Sternoklavikular- und Akromioklavikulargelenk . . . . .</b>	338
38.4	<b>Praxis: Behandlung des hypomobilen Schultergürtels . . . . .</b>	338
	<b>Literatur . . . . .</b>	339
<b>39</b>	<b>Entspannungstherapie . . . . .</b>	341
	<i>A.J.R. van Gestel, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>	
39.1	<b>Entspannung . . . . .</b>	342
39.2	<b>Praxis: Entspannungsverfahren . . . . .</b>	342
39.2.1	<b>Progressive Relaxation (PMR) . . . . .</b>	342
39.2.2	<b>Autogenes Training nach Schultz . . . . .</b>	344
	<b>Literatur . . . . .</b>	345
<b>40</b>	<b>Patientenschulung . . . . .</b>	347
	<i>A.J.R. van Gestel, H. Teschler</i>	
40.1	<b>Verzicht auf Nikotinkonsum . . . . .</b>	348
40.2	<b>Bedeutung der kardiopulmonalen Trainingstherapie . . . . .</b>	348
40.3	<b>Weitere Themen der Patientenschulung . . . . .</b>	348
	<b>Literatur . . . . .</b>	350
<b>41</b>	<b>Lagerung . . . . .</b>	351
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
41.1	<b>Lagerungstherapie . . . . .</b>	352
41.1.1	<b>Aufrechter Stand: Einfluss auf die Lungenfunktion . . . . .</b>	352
41.1.2	<b>Rückenlage: Einfluss auf die Lungenfunktion . . . . .</b>	352
41.1.3	<b>Seitenlage: Einfluss auf die Lungenfunktion . . . . .</b>	353
41.1.4	<b>Bauchlage: Einfluss auf die Lungenfunktion . . . . .</b>	354
41.1.5	<b>Oberkörperhochlagerung: Einfluss auf die Lungenfunktion . . . . .</b>	356
41.1.6	<b>Zusammenfassung . . . . .</b>	356
41.2	<b>Umlagerung: Kinetische Therapie im engeren Sinn . . . . .</b>	356
41.3	<b>Bewegung: Dreh-Dehn-Lagen . . . . .</b>	357
41.4	<b>Klinisches Monitoring . . . . .</b>	358
	<b>Literatur . . . . .</b>	359
<b>42</b>	<b>Nicht-invasive Beatmung, positiver end-exspiratorischer Druck und Inhalation . . . . .</b>	361
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
42.1	<b>Der transpulmonale Druck: Einfluss auf die Lungenfunktion . . . . .</b>	362
42.2	<b>Nicht-invasive Beatmung . . . . .</b>	362
42.3	<b>Formen der nicht-invasiven Beatmung . . . . .</b>	363
42.3.1	<b>CPAP-Überdruckbeatmung: assistierte Spontanatmung . . . . .</b>	363
42.3.2	<b>BIPAP-Überdruckbeatmung . . . . .</b>	365
42.3.3	<b>Volumenkontrollierte Beatmung . . . . .</b>	366
42.4	<b>Apparatives und klinisches Monitoring . . . . .</b>	367
42.4.1	<b>Dosierung von NIV bei COPD . . . . .</b>	368
42.4.2	<b>Dosierung NIV bei hyperkapnischer ARI (nicht COPD) . . . . .</b>	368

<b>42.5 PEP-Maskenatmung</b> . . . . .	369
<b>42.5.1 Die PEP-Maske</b> . . . . .	369
<b>42.6 Inhalation</b> . . . . .	370
Literatur . . . . .	371
<b>43 Harninkontinenz bei COPD</b> . . . . .	373
<i>B. Köhler, A.J.R. van Gestel, H. Teschlert</i>	
<b>43.1 Hintergrund und biomedizinische Grundlagen</b> . . . . .	374
<b>43.1.1 Prävalenz der Harninkontinenz</b> . . . . .	376
<b>43.1.2 Formen der Harninkontinenz</b> . . . . .	377
<b>43.1.3 Belastungskontinenz bei COPD</b> . . . . .	377
<b>43.2 Assessment der Belastungskontinenz bei COPD</b> . . . . .	377
<b>43.2.1 Checkliste zur Problemidentifikation der Harninkontinenz</b> . . . . .	378
<b>43.2.2 Anamnese</b> . . . . .	378
<b>43.2.3 Fragebögen zur Erfassung der Harninkontinenz</b> . . . . .	379
<b>43.2.4 Schweregradeinteilung der Belastungskontinenz</b> . . . . .	379
<b>43.2.5 Miktionsstagebuch</b> . . . . .	379
<b>43.2.6 Einlagenwiegetest (Pad-Test)</b> . . . . .	379
<b>43.2.7 Analyse der Beckenbodenmuskulatur</b> . . . . .	381
<b>43.2.8 Funktionsfähigkeit und Trainierbarkeit der Beckenbodenmuskulatur</b> . . . . .	382
<b>43.3 Interventionen – Kontinenztraining bei COPD</b> . . . . .	382
<b>43.3.1 Patientenedukation</b> . . . . .	382
<b>43.3.2 Sensormotorisches Training – Rehabilitationsphase I</b> . . . . .	383
<b>43.3.3 Hypertrophie- und Ausdauertraining - Rehabilitationsphase II</b> . . . . .	384
<b>43.3.4 Integration in den Alltag – Integrationsphase</b> . . . . .	384
<b>43.3.5 Gruppentraining - Erhaltungsphase</b> . . . . .	385
Literatur . . . . .	385
<b>44 Pulmonale Rehabilitation im Überblick</b> . . . . .	387
<i>A.J.R. van Gestel</i>	
<b>Serviceteil</b> . . . . .	391
<b>Glossar</b> . . . . .	392
<b>Stichwortverzeichnis</b> . . . . .	395