

<b>1</b>	<b>Krankheitslehre</b>	<b>1</b>
	<i>S. Teschler, A.J.R. van Gestel, H. Teschler</i>	
<b>1.1</b>	<b>Atemwegs- und Lungenerkrankungen</b>	<b>2</b>
1.1.1	Restriktive Lungenerkrankungen	2
1.1.2	Obstruktive Lungenerkrankungen	2
1.1.3	Mischformen	2
<b>1.2</b>	<b>Asthma bronchiale</b>	<b>3</b>
<b>1.3</b>	<b>Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD)</b>	<b>3</b>
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
<b>1.4</b>	<b>Pulmonale Rehabilitation</b>	<b>8</b>
1.4.1	Atemphysiotherapie	9
1.4.2	Ziele der pulmonalen Rehabilitation	9
1.4.3	Effekte der pulmonalen Rehabilitation	10
<b>1.5</b>	<b>Diagnostik in der pulmonalen Rehabilitation</b>	<b>10</b>
1.5.1	Ärztliche Diagnostik	10
1.5.2	Physiotherapeutische Diagnostik	11
<b>1.6</b>	<b>Therapieplanung</b>	<b>11</b>
	Literatur	11
<b>2</b>	<b>Atembewegungsapparat</b>	<b>15</b>
	<i>A.J.R. van Gestel, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>	
<b>2.1</b>	<b>Thorax</b>	<b>16</b>
2.1.1	Pneumothorax	16
2.1.2	Bewegungen des Thorax bei Inspiration	17
<b>2.2</b>	<b>Anatomie des Zwerchfells</b>	<b>17</b>
2.2.1	Zwerchfellmuskulatur	17
2.2.2	Öffnungen des Zwerchfells	18
<b>2.3</b>	<b>Biomechanik des Zwerchfells</b>	<b>18</b>
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>	<b>23</b>
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
<b>3.1</b>	<b>Physische Variablen der Atemmechanik</b>	<b>24</b>
<b>3.2</b>	<b>Atemwiderstand (Resistance)</b>	<b>25</b>
3.2.1	Laminare und turbulente Strömung	25
<b>3.3</b>	<b>Compliance von Lunge, Thorax und Atembewegungsapparat</b>	<b>27</b>
3.3.1	Compliance der Lunge	27
3.3.2	Compliance des Thorax	27
3.3.3	Gesamtcompliance	27
3.3.4	Zusammenfassung	27

3.4	Inertance	28
3.4.1	Belüftungsgeschwindigkeit und Gleichmäßigkeit der Belüftung	28
	Literatur	29
<b>4</b>	<b>Sauerstoff (O<sub>2</sub>)</b>	<b>31</b>
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
4.1	Alveolo-arterielle Sauerstoffpartialdruckdifferenz (AaDO <sub>2</sub> )	32
4.2	Blut als Transportmedium von Sauerstoff	32
4.3	Beurteilung der Sauerstoffversorgung der Organe	33
4.4	Sauerstoffbindungskurve für Hämoglobin	33
4.4.1	Bohr- und Haldane-Effekt	34
4.5	Objektivierung des arteriellen Sauerstoffwertes	35
4.6	Trainingstherapie unter kontinuierlicher Sauerstoffzufuhr	35
4.7	Sauerstoff-Langzeittherapie	35
4.7.1	Indikationen für eine Sauerstoff-Langzeittherapie	36
4.7.2	Negative Effekte der Sauerstoffgabe	36
4.7.3	Wirkung einer Sauerstoffgabe auf kardiopulmonale Funktionen	36
4.7.4	Sauerstoffzuleitungen	37
	Literatur	37
<b>5</b>	<b>Der Säure-Basen-Haushalt</b>	<b>39</b>
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
5.1	Rolle des Atemsystems bei der Energiegewinnung	40
5.1.1	Energiegewinnung	40
5.2	Puffersysteme zur Aufrechterhaltung der physiologischen Homöostase	40
5.2.1	Funktionsweise der Puffer	41
5.2.2	Funktionsweise der Bikarbonat-Puffer	41
5.3	Störungen des Säure-Basen-Haushalts	41
5.3.1	Respiratorische Insuffizienz	41
5.3.2	Zusammenfassung	42
5.4	Ausschlussdiagnostik zur Feststellung einer respiratorischen Insuffizienz	43
5.5	Chronisch-respiratorische Insuffizienz	43
	Literatur	45
<b>6</b>	<b>Chronische Überblähung bei COPD</b>	<b>47</b>
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
6.1	Unvollständige Expiration	48
6.2	Längenadaptation der Atemmuskeln	49
6.3	Kontraktur des Zwerchfells	50
6.4	Unspezifische Aktivierung der Atempumpe	51
6.5	Morphologische und vasomotorische Veränderungen des Zwerchfells	52
6.6	Atemimpedanz bei COPD-Patienten	53
6.7	Kompensationsmechanismen bei persistierender respiratorischer Insuffizienz	53
6.8	Zusammenfassung	54
	Literatur	55
<b>7</b>	<b>Primäre und sekundäre Atemmuskeln</b>	<b>57</b>
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
7.1	Primäre und sekundäre Inspirationsmuskeln	58
7.1.1	Mm. scaleni und M. sternocleidomastoideus	59
7.1.2	Mm. intercostales	60
7.1.3	Abdominale Muskulatur	63
7.2	Aktive Expiration	63
7.2.1	M. transversus abdominis	64
7.2.2	Mm. pectoralis major und minor	66
7.2.3	M. trapezius und M. levator scapulae	67
	Literatur	68

<b>8</b>	<b>Ventilations-Perfusions-Verhältnis der Lunge</b> . . . . .	<b>71</b>
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
<b>8.1</b>	<b>Ventilations-Perfusions-Verhältnis</b> . . . . .	<b>72</b>
8.1.1	Ventilations- und Perfusionsinhomogenitäten . . . . .	72
<b>8.2</b>	<b>Heterogenität der pulmonalen Perfusion</b> . . . . .	<b>75</b>
<b>8.3</b>	<b>Heterogenität der alveolären Ventilation</b> . . . . .	<b>75</b>
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 Zwerchfellfunktion . . . . .	77
<b>8.4</b>	<b>Reduktion der funktionellen Residualkapazität</b> . . . . .	<b>78</b>
	Literatur . . . . .	78
<b>9</b>	<b>Diffusion</b> . . . . .	<b>79</b>
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
<b>9.1</b>	<b>Die Zellmembran</b> . . . . .	<b>80</b>
9.1.1	Dicke der alveolokapillaren Membran . . . . .	80
9.1.2	Austauschfläche . . . . .	81
<b>9.2</b>	<b>Fick-Gesetz</b> . . . . .	<b>82</b>
<b>9.3</b>	<b>Diffusionsstörungen</b> . . . . .	<b>82</b>
9.3.1	Abnahme der Austauschfläche . . . . .	83
9.3.2	Verdickung der alveolokapillaren 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
<b>9.4</b>	<b>CO-Diffusionskapazität</b> . . . . .	<b>84</b>
	Literatur . . . . .	84
<b>10</b>	<b>Akuter und chronischer Husten</b> . . . . .	<b>85</b>
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
<b>10.1</b>	<b>Bronchialsekret</b> . . . . .	<b>86</b>
<b>10.2</b>	<b>Mukoziliare Obstruktion</b> . . . . .	<b>86</b>
<b>10.3</b>	<b>Autonomes Nervensystem: Einfluss auf die Schleimsekretion</b> . . . . .	<b>86</b>
<b>10.4</b>	<b>Der Zilienschlag: Charakterisierung der mukoziliaren Clearance</b> . . . . .	<b>86</b>
<b>10.5</b>	<b>Viskosität des Bronchialsekrets</b> . . . . .	<b>88</b>
<b>10.6</b>	<b>Folge der Hypersekretion</b> . . . . .	<b>88</b>
<b>10.7</b>	<b>Differenzierung des Hustens</b> . . . . .	<b>88</b>
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> . . . . .	<b>91</b>
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
<b>11.1</b>	<b>Vegetatives und somatisches Nervensystem</b> . . . . .	<b>92</b>
<b>11.2</b>	<b>Entstehung einer segmentalen Dysbalance</b> . . . . .	<b>92</b>
11.2.1	Segmentale Dysbalance: Einfluss auf das Myotom . . . . .	93
11.2.2	Segmentale Dysbalance: Einfluss auf das Dermatome . . . . .	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
<b>11.3</b>	<b>Assessment bei segmentaler Dysbalance</b> . . . . .	<b>95</b>
11.3.1	Schmerzanamnese . . . . .	95
11.3.2	Inspektion und Palpation der Haut . . . . .	95
<b>11.4</b>	<b>Behandlung einer segmentalen Dysbalance</b> . . . . .	<b>96</b>
	Literatur . . . . .	96

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

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

<b>19</b>	<b>Herz- und Lungenauskultation, Perkussion und Stimmfremitus</b> . . . . .	<b>165</b>
	<i>A.J.R. van Gestel, A.K. Osthoff, H. Teschler</i>	
<b>19.1</b>	<b>Auskultation der Lungengeräusche</b> . . . . .	<b>166</b>
19.1.1	Physiologische Atemgeräusche . . . . .	166
19.1.2	Pathologische Atemgeräusche . . . . .	169
<b>19.2</b>	<b>Perkussion der Lunge</b> . . . . .	<b>170</b>
19.2.1	Praktische Durchführung der Perkussion . . . . .	170
<b>19.3</b>	<b>Stimmfremitus</b> . . . . .	<b>172</b>
<b>19.4</b>	<b>Bronchophonie</b> . . . . .	<b>172</b>
<b>19.5</b>	<b>Auskultation des Herzens</b> . . . . .	<b>174</b>
19.5.1	Herztöne . . . . .	174
<b>19.6</b>	<b>Präkordiale Palpation des Herzspitzenstoßes</b> . . . . .	<b>177</b>
<b>19.7</b>	<b>Zusammenfassung</b> . . . . .	<b>177</b>
	<b>Literatur</b> . . . . .	<b>178</b>
<b>20</b>	<b>Untersuchung der Gefäße</b> . . . . .	<b>179</b>
	<i>A.J.R. van Gestel, M. Schrimpf</i>	
<b>20.1</b>	<b>Untersuchung des peripheren Gefäßsystems</b> . . . . .	<b>180</b>
20.1.1	Inspektion der Haut . . . . .	180
20.1.2	Pulsqualität . . . . .	180
20.1.3	V. jugularis interna . . . . .	182
<b>20.2</b>	<b>Leitsymptom Brustschmerzen</b> . . . . .	<b>184</b>
	<b>Literatur</b> . . . . .	<b>186</b>
<b>21</b>	<b>Kardiopulmonale Ausdauerkapazitätstests</b> . . . . .	<b>187</b>
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, H. Teschler</i>	
<b>21.1</b>	<b>Kenngroßen des Stoffwechsels</b> . . . . .	<b>188</b>
21.1.1	Die maximale Sauerstoffaufnahme ( $\text{VO}_{2\text{max}}$ ) . . . . .	188
21.1.2	Die ventilatorisch bestimmte anaerobe Schwelle . . . . .	189
21.1.3	Der respiratorische Quotient . . . . .	189
21.1.4	Oxygenierungsindex . . . . .	189
21.1.5	Alveolo-arterielle Sauerstoffpartialdruckdifferenz ( $\text{AaDO}_2$ ) . . . . .	189
21.1.6	Atem- und Herzfrequenzreserve . . . . .	190
21.1.7	Atemäquivalent für Kohlendioxid ( $\text{VE}/\text{VCO}_2$ ) . . . . .	190
21.1.8	Sauerstoffpuls ( $\text{O}_2$ -Puls) . . . . .	190
21.1.9	Aerobe Kapazität ( $\Delta\text{VO}_2 / \Delta\text{WR}$ ) . . . . .	191
21.1.10	Borg-Skala für Dyspnoe und Ermüdung . . . . .	191
21.1.11	Belastungsinduzierte Sauerstoffsättigung (EID) . . . . .	191
<b>21.2</b>	<b>Symptomlimitierter maximaler Ausdauerkapazitätstest</b> . . . . .	<b>191</b>
21.2.1	Primäres Ziel des symptomlimitierten maximalen Ausdauerkapazitätstests . . . . .	192
21.2.2	Sekundäres Ziel des symptomlimitierten maximalen Ausdauerkapazitätstests . . . . .	192
21.2.3	Kardiopulmonale Funktionsstörungen . . . . .	192
<b>21.3</b>	<b>6-Minuten-Gehtest</b> . . . . .	<b>196</b>
<b>21.4</b>	<b>Shuttle-Walk-Test</b> . . . . .	<b>197</b>
<b>21.5</b>	<b>Körperliche Aktivität, messbar durch Accelerometrie</b> . . . . .	<b>197</b>
	<b>Literatur</b> . . . . .	<b>198</b>
<b>22</b>	<b>Kraftmessung der peripheren Muskulatur</b> . . . . .	<b>201</b>
	<i>A.J.R. van Gestel, J. Steier, S. Teschler, H. Teschler</i>	
<b>22.1</b>	<b>Anpassung der biochemischen und metabolischen Versorgung der peripheren Muskulatur</b> . . . . .	<b>202</b>
<b>22.2</b>	<b>Anpassung der peripheren Muskulatur durch Hypertrophietraining</b> . . . . .	<b>202</b>
<b>22.3</b>	<b>Kraftmessung der peripheren Muskulatur</b> . . . . .	<b>202</b>
22.3.1	Oddvar-Holten-Kurve: Dynamische Kraftmessung . . . . .	202
22.3.2	Break-Test und Make-Test nach Andrews: Isometrische Kraftmessung . . . . .	203
	<b>Literatur</b> . . . . .	<b>204</b>

<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
23.1.1	Bestimmung der Stärke des in- und expiratorischen Drucks . . . . .	206
23.1.2	Maximaler In- und Expirationsdruck . . . . .	206
23.1.3	Transdiaphragmaler Druck . . . . .	207
23.1.4	Insertionstendopathien . . . . .	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
24.2.1	Allgemeine BWS- und Thoraxmobilitätsprüfung . . . . .	211
24.2.2	Spezifische BWS- und Thoraxmobilitätsprüfung . . . . .	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
25.2.1	Physiotherapeutische Messung der Lungenfunktion . . . . .	221
<b>25.3</b>	<b>Transferfaktor für Kohlenmonoxid</b> . . . . .	223
<b>25.4</b>	<b>Blutgasanalyse</b> . . . . .	223
25.4.1	Objektivierung des arteriellen Sauerstoffwertes . . . . .	223
25.4.2	Indikation für eine Blutgasanalyse . . . . .	223
25.4.3	Blutgaswerte . . . . .	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
26.1.1	Hypertonus: Aktivierung der $\alpha$ -Motoneurone eines Muskels . . . . .	227
26.1.2	Hypertonus durch Reizung der Muskel-Nozizeptoren . . . . .	228
26.1.3	Hypertonus verursacht durch das limbische System . . . . .	228
26.1.4	Hypertonus verursacht durch das pulmonale System . . . . .	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
26.4.1	Differenzierung . . . . .	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
28.1.1	Differenzialdiagnosen einer Dyspnoe . . . . .	238
28.1.2	Dyspnoe in der Praxis . . . . .	239
28.1.3	Einteilung der Dyspnoe in Stadien . . . . .	240
28.1.4	Objektivierung und Schweregradbeurteilung von Dyspnoe . . . . .	241
28.1.5	Dyspnoe bei körperlicher Belastung . . . . .	241

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



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

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

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