

# Inhaltsverzeichnis

|          |  |           |            |  |           |
|----------|--|-----------|------------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Grundlagen aus Anatomie und Physiologie</b> . . . . .         | <b>1</b>  | <b>2.3</b> | <b>Respiratorische Insuffizienz: Häufige Erkrankungen von Lunge und Thorax</b> . . . . . | <b>33</b> |
|          | Sigrid Schäfer   |           |            |  |           |
| 1.1      | Obere und untere Atemwege . . . . .                              | 2         | 2.3.1      | Pneumonie . . . . .  | 33        |
| 1.1.1    | Pharynx . . . . .  | 2         | 2.3.2      | COPD . . . . .   | 35        |
| 1.1.2    | Larynx . . . . .   | 3         | 2.3.3      | Asthma bronchiale . . . . .  | 37        |
| 1.1.3    | Trachea und Bronchien . . . . .                                  | 4         | 2.3.4      | ARDS . . . . .   | 38        |
| 1.2      | Lunge und Pleura . . . . .                                       | 5         | 2.3.5      | COVID-19 (SARS-CoV-2-Infektion) . . . . .  | 41        |
| 1.2.1    | Lungenlappen und Lungensegmente . . . . .                        | 5         | 2.3.6      | Lungenembolie . . . . .  | 43        |
| 1.2.2    | Alveolen und alveolokapilläre Membran . . . . .                  | 5         | 2.3.7      | Lungenödem . . . . .   | 45        |
| 1.2.3    | Pleura . . . . .   | 6         | 2.3.8      | Respiratorische Insuffizienz bei Immundefizienz . . . . .                                | 46        |
| 1.3      | Atemmechanik . . . . .   | 7         | 2.3.9      | Postoperative respiratorische Insuffizienz . . . . .                                     | 47        |
| 1.3.1    | Atemmuskulatur . . . . .   | 7         | 2.3.10     | Sepsis . . . . .   | 48        |
| 1.3.2    | Inspiration und Expiration . . . . .                             | 8         | 2.3.11     | Pneumothorax und Hämatothorax . . . . .  | 49        |
| 1.3.3    | Lungenvolumina und -kapazitäten . . . . .                        | 9         | 2.3.12     | Thoraxtrauma . . . . .   | 51        |
| 1.3.4    | Ventilation . . . . .  | 10        | <b>2.4</b> | <b>Leitsymptome der respiratorischen Insuffizienz</b> . . . . .                          | <b>53</b> |
| 1.3.5    | Atemwiderstände . . . . .  | 12        | 2.4.1      | Symptome der Hypoxämie . . . . .   | 53        |
| 1.4      | Gasaustausch . . . . .   | 13        | 2.4.2      | Symptome der Hyperkapnie . . . . .   | 54        |
| 1.4.1    | Diffusion . . . . .  | 14        | <b>2.5</b> | <b>Diagnostik der respiratorischen Insuffizienz</b> . . . . .                            | <b>55</b> |
| 1.4.2    | Perfusion . . . . .  | 15        | 2.5.1      | Blutgasanalyse . . . . .   | 55        |
| 1.4.3    | Ventilations-Perfusionsverhältnis . . . . .                      | 18        | 2.5.2      | Veränderungen der Blutgasanalyse bei respiratorischer Insuffizienz . . . . .             | 55        |
| 1.5      | Steuerung der Atmung . . . . .                                   | 18        | 2.5.3      | Weitere Diagnostik bei respiratorischer Insuffizienz . . . . .                           | 57        |
| 1.6      | Atmung und Säure-Basen-Haushalt . . . . .                        | 19        | <b>2.6</b> | <b>Therapie der respiratorischen Insuffizienz</b> . . . . .                              | <b>57</b> |
| 1.6.1    | Regulationsmechanismen zur Konstanzhaltung des Blut-pH . . . . . | 20        | 2.6.1      | Sauerstoffgabe . . . . .   | 58        |
| 1.6.2    | Störungen des Säure-Basen-Gleichgewichts . . . . .               | 21        | 2.6.2      | Weitere Behandlung . . . . .   | 62        |
| <b>2</b> | <b>Respiratorische Insuffizienz</b> . . . . .                    | <b>27</b> | <b>3</b>   | <b>Grundlagen der Beatmungstechnik</b> . . . . .   | <b>63</b> |
|          | Gottfried Scheuermann  |           |            | Frank Kirsch   |           |
| 2.1      | Einteilung . . . . .   | 28        | 3.1        | Maschinelle Beatmung . . . . .   | 63        |
| 2.2      | Ursachen einer respiratorischen Insuffizienz . . . . .           | 29        | 3.1.1      | Indikationen und Ziele der Beatmungstherapie . . . . .                                   | 64        |
| 2.2.1    | Ventilationsstörungen . . . . .                                  | 29        | 3.1.2      | Über- und Unterdruckbeatmung . . . . .   | 65        |
| 2.2.2    | Diffusionsstörungen . . . . .                                    | 30        |            |  |           |
| 2.2.3    | Perfusionsstörungen . . . . .                                    | 31        |            |  |           |
| 2.2.4    | Störungen des Ventilations-Perfusionsverhältnisses . . . . .     | 31        |            |  |           |

## XIV Inhaltsverzeichnis

|          |  |     |          |   |     |
|----------|--|-----|----------|---|-----|
| 3.2      | <b>Beatmungsparameter</b> . . . . .                                    | 66  | 4.4.3    | Durchführung der nichtinvasiven Beatmung auf der Intensivstation . . .  | 111 |
| 3.2.1    | Ventilationszyklus . . . . .   | 66  | 4.4.4    | Überwachen des Patienten unter NIV .                                    | 112 |
| 3.2.2    | Inspirationsflow . . . . .   | 69  | 4.4.5    | Abbrechen der nichtinvasiven Beatmung . . . . .                         | 113 |
| 3.2.3    | Inspiratorische Sauerstoffkonzentration . . . . .                      | 70  |          |   |     |
| 3.2.4    | PEEP . . . . .   | 71  |          |   |     |
| 3.2.5    | Trigger . . . . .  | 73  | <b>5</b> | <b>Invasive Beatmung</b> . . . . .                                      | 115 |
| 3.3      | <b>Beatmungsformen</b> . . . . .                                       | 75  |          | Frank Kirsch  |     |
| 3.3.1    | Einteilung der Beatmungsformen . . .                                   | 75  | 5.1      | <b>Nebenwirkungen und Komplikationen der maschinellen Beatmung.</b> . . | 116 |
| 3.3.2    | Volumenkontrollierte Beatmung . . . .                                  | 80  | 5.1.1    | Nebenwirkungen und Komplikationen an der Lunge . . . . .                | 116 |
| 3.3.3    | Druckkontrollierte Beatmung . . . . .                                  | 83  | 5.1.2    | Auswirkungen auf das Herz-Kreislauf-System . . . . .                    | 120 |
| 3.3.4    | BIPAP . . . . .  | 87  | 5.1.3    | Auswirkungen auf die Muskulatur . .                                     | 120 |
| 3.3.5    | SIMV . . . . .   | 89  | 5.1.4    | Auswirkungen auf die Nierenfunktion                                     | 121 |
| 3.3.6    | VC-MMV . . . . .   | 93  | 5.1.5    | Auswirkungen auf Leber und Gastrointestinaltrakt . . . . .              | 121 |
| 3.3.7    | Inspiratorische Druckunterstützung . .                                 | 93  | 5.1.6    | Auswirkungen auf das zentrale Nervensystem . . . . .                    | 122 |
| 3.3.8    | CPAP . . . . .   | 98  | 5.2      | <b>Atemgasklimatisierung.</b> . . . . .                                 | 122 |
| 3.3.9    | NAVA . . . . .   | 100 | 5.2.1    | Grundlagen der Atemgasklimatisierung . . . . .                          | 122 |
| 3.3.10   | ALV . . . . .  | 101 | 5.2.2    | Aktive Befeuchtungssysteme . . . . .                                    | 124 |
| 3.3.11   | Fail-Safe-Ventilation (Apnoe-Beatmung) . . . . .                       | 102 | 5.2.3    | Passive Befeuchtungssysteme . . . . .                                   | 126 |
| 3.3.12   | Hochfrequenzbeatmung . . . . .   | 103 | 5.3      | <b>Seitengetrennte Beatmung</b> . . . . .                               | 128 |
| <b>4</b> | <b>Nichtinvasive Beatmung</b> . . . . .                                | 105 | 5.3.1    | Indikationen zur seitengetrenten Beatmung . . . . .                     | 128 |
|          | Frank Kirsch   |     | 5.3.2    | Durchführung der seitengetrenten Beatmung . . . . .                     | 128 |
| 4.1      | <b>Voraussetzungen zur nichtinvasiven Beatmung.</b> . . . . .          | 106 | 5.3.3    | Pflege bei seitengetrenter Beatmung . . . . .                           | 131 |
| 4.1.1    | Voraussetzungen für den Einsatz einer NIPPV . . . . .                  | 106 | <b>6</b> | <b>Atemwegssicherung und endotracheale Intubation.</b> . . . . .        | 133 |
| 4.1.2    | Interfaces zur nichtinvasiven Beatmung . . . . .                       | 106 |          | Rainer Wagner, Gottfried Scheuermann                                    |     |
| 4.2      | <b>Vorteile, Nachteile und Komplikationen der NIPPV.</b> . . . . .     | 108 | 6.1      | <b>Maßnahmen zum Freimachen und Freihalten der oberen Atemwege . .</b>  | 135 |
| 4.3      | <b>Möglichkeiten und Grenzen der nichtinvasiven Beatmung</b> . . . . . | 109 | 6.1.1    | Obere Atemwege frei machen . . . . .                                    | 135 |
| 4.3.1    | Indikationen zur nichtinvasiven Beatmung . . . . .                     | 109 | 6.1.2    | Pharyngealtuben . . . . .   | 136 |
| 4.3.2    | Beatmungsformen . . . . .  | 110 | 6.2      | <b>Manuelle Beatmung</b> . . . . .                                      | 138 |
| 4.3.3    | Kontraindikationen . . . . .   | 110 | 6.2.1    | Beatmungsbeutel . . . . .   | 138 |
| 4.4      | <b>Praxis der nichtinvasiven Beatmung.</b> . . . . .                   | 111 | 6.2.2    | Beatmungsmasken . . . . .   | 140 |
| 4.4.1    | Respiratoren zur nichtinvasiven Beatmung . . . . .                     | 111 | 6.2.3    | Technik der manuellen Beatmung . .                                      | 141 |
| 4.4.2    | Auswahl und Einstellung der Beatmungsform . . . . .                    | 111 |          |   |     |

|        |   |     |          |   |            |
|--------|---|-----|----------|---|------------|
| 6.3    | Indikationen zur endotrachealen Intubation . . . . .                    | 143 | 6.13.3   | Nasenpflege bei nasaler Intubation . . . . .              | 179        |
| 6.4    | Laryngoskope . . . . .  | 145 | 6.13.4   | Tubusfixierung . . . . .                                  | 180        |
| 6.4.1  | Konventionelle Laryngoskope . . . . .                                   | 145 | 6.14     | Extubation . . . . .                                      | 183        |
| 6.4.2  | Bullard-Laryngoskop® . . . . .  | 147 | 6.14.1   | Voraussetzungen zur Extubation. . . . .                   | 183        |
| 6.4.3  | Airtraq®-Laryngoskop . . . . .  | 147 | 6.14.2   | Vorbereitung der Extubation. . . . .                      | 183        |
| 6.4.4  | Videolaryngoskope. . . . .  | 148 | 6.14.3   | Durchführen der Extubation . . . . .                      | 184        |
| 6.5    | Endotrachealtuben . . . . .   | 149 | 6.14.4   | Pflege des frisch extubierten Patienten. . . . .          | 184        |
| 6.5.1  | Aufbau eines Endotrachealtubus . . . . .                                | 149 | 6.14.5   | Komplikationen bei und nach der Extubation. . . . .       | 186        |
| 6.5.2  | Blockerballon (Cuff) . . . . .  | 151 | <b>7</b> | <b>Tracheotomie und Dekanülierung . . . . .</b>           | <b>189</b> |
| 6.5.3  | Gebräuchliche Tubusarten und -formen . . . . .                          | 153 |          | Frank Kirsch  |            |
| 6.6    | Hilfsmittel zur Intubation . . . . .                                    | 155 | 7.1      | Trachealkanülen . . . . .                                 | 191        |
| 6.6.1  | Führungsstab. . . . .   | 155 | 7.1.1    | Aufbau von Trachealkanülen . . . . .                      | 191        |
| 6.6.2  | Intubationszangen . . . . .   | 156 | 7.1.2    | Sprechaufsätze und Sprechkanülen. . . . .                 | 192        |
| 6.6.3  | Medikamente zur Intubation . . . . .                                    | 157 | 7.2      | Punktionstracheotomie. . . . .                            | 194        |
| 6.7    | Vorbereitung der Intubation . . . . .                                   | 157 | 7.2.1    | Vorbereitung der Punktionstracheotomie. . . . .           | 194        |
| 6.7.1  | Vorbereitung des Materials . . . . .                                    | 157 | 7.2.2    | Durchführung der Punktionstracheotomie. . . . .           | 195        |
| 6.7.2  | Vorbereitung des Patienten . . . . .                                    | 158 | 7.2.3    | Vorteile und Nachteile der Punktionstracheotomie. . . . . | 197        |
| 6.8    | Durchführung der oralen und nasalen Intubation . . . . .                | 161 | 7.3      | Konventionelle Tracheotomie . . . . .                     | 198        |
| 6.8.1  | Orale Intubation. . . . .   | 162 | 7.4      | Mini-Tracheotomie . . . . .                               | 198        |
| 6.8.2  | Nasale Intubation . . . . .   | 164 | 7.5      | Komplikationen . . . . .                                  | 199        |
| 6.9    | Fiberoptische Intubation. . . . .                                       | 165 | 7.5.1    | Komplikationen der Tracheotomie . . . . .                 | 199        |
| 6.9.1  | Intubations-Bronchoskope . . . . .                                      | 165 | 7.5.2    | Komplikationen bei liegender Trachealkanüle . . . . .     | 199        |
| 6.9.2  | Vorbereitung der fiberoptischen Intubation . . . . .                    | 165 | 7.6      | Pflege bei Tracheotomie . . . . .                         | 201        |
| 6.9.3  | Durchführung der fiberoptischen Intubation . . . . .                    | 166 | 7.6.1    | Cuffdruckkontrolle bei Trachealkanülen. . . . .           | 201        |
| 6.10   | Umintubation . . . . .  | 168 | 7.6.2    | Verbandswechsel am Tracheostoma                           | 201        |
| 6.10.1 | Vorbereitung . . . . .  | 169 | 7.6.3    | Lagekontrolle und Fixierung der Trachealkanüle . . . . .  | 202        |
| 6.10.2 | Durchführung. . . . .   | 169 | 7.6.4    | Besonderheiten bei Patienten nach Laryngektomie. . . . .  | 203        |
| 6.11   | Intubation des nicht nüchternen Patienten . . . . .                     | 169 | 7.7      | Trachealkanülenwechsel. . . . .                           | 203        |
| 6.11.1 | Vorbereitung . . . . .  | 170 | 7.7.1    | Vorbereitung . . . . .                                    | 204        |
| 6.11.2 | Durchführung. . . . .   | 170 | 7.7.2    | Durchführung. . . . .                                     | 204        |
| 6.12   | Auswirkungen und Komplikationen der endotrachealen Intubation . . . . . | 171 | 7.8      | Entfernen der Trachealkanüle . . . . .                    | 206        |
| 6.12.1 | Frühkomplikationen. . . . .   | 171 |          |   |            |
| 6.12.2 | Spätkomplikationen. . . . .   | 172 |          |   |            |
| 6.13   | Pflege bei oraler und nasaler Intubation. . . . .                       | 172 |          |   |            |
| 6.13.1 | Cuffdruckkontrolle . . . . .  | 173 |          |   |            |
| 6.13.2 | Mundpflege bei oraler Intubation . . . . .                              | 175 |          |   |            |

|             |  |     |  |  |
|-------------|--|-----|--|--|
| <b>8</b>    | <b>Der schwierige Atemweg</b> . . . . .  | 209 |  |  |
|             | Rainer Wagner  |     |  |  |
| <b>8.1</b>  | <b>Vorgehen bei schwieriger Intubation</b> . . . . .                                     | 210 |  |  |
| 8.1.1       | Vorgehen bei erwartet schwieriger Intubation . . . . .                                   | 210 |  |  |
| 8.1.2       | Vorgehen bei unerwartet schwieriger Intubation . . . . .                                 | 210 |  |  |
| <b>8.2</b>  | <b>Hilfsmittel zur Sicherung der Atemwege bei schwieriger Intubation</b> . . . . .       | 212 |  |  |
| 8.2.1       | Extraglottische Atemwegshilfen . . . . .   | 212 |  |  |
| 8.2.2       | Ösophageale Verschlusstuben . . . . .  | 214 |  |  |
| 8.2.3       | Transilluminationstechnik . . . . .  | 216 |  |  |
| 8.2.4       | Intubationstracheoskop . . . . .   | 216 |  |  |
| 8.2.5       | Tritube® und Ventrain® . . . . .   | 217 |  |  |
| <b>8.3</b>  | <b>Koniotomie</b> . . . . .  | 218 |  |  |
| <b>9</b>    | <b>Beatmungsstrategien bei bestimmten Erkrankungen</b> . . . . .                         | 221 |  |  |
|             | Frank Kirsch   |     |  |  |
| <b>9.1</b>  | <b>Beatmung bei ARDS</b> . . . . .   | 222 |  |  |
| 9.1.1       | Lungenprotektive Beatmung . . . . .  | 223 |  |  |
| 9.1.2       | Open Lung Concept . . . . .  | 223 |  |  |
| 9.1.3       | Andere Rekrutierungsmanöver . . . . .  | 223 |  |  |
| <b>9.2</b>  | <b>Beatmung bei erhöhtem Hirndruck</b> . . . . .   | 224 |  |  |
| 9.2.1       | Hirndruck und Hirndurchblutung . . . . .   | 224 |  |  |
| 9.2.2       | Kontrollierte Hyperventilation . . . . .   | 224 |  |  |
| 9.2.3       | Richtwerte für die Beatmung bei erhöhtem Hirndruck . . . . .                             | 225 |  |  |
| <b>9.3</b>  | <b>Beatmung bei COPD und Asthma bronchiale</b> . . . . .                                 | 226 |  |  |
| 9.3.1       | Beatmung bei COPD . . . . .  | 226 |  |  |
| 9.3.2       | Beatmung bei Status asthmaticus . . . . .  | 227 |  |  |
| <b>9.4</b>  | <b>Beatmung bei Adipositas</b> . . . . .   | 227 |  |  |
| <b>9.5</b>  | <b>Beatmung bei COVID-19</b> . . . . .   | 228 |  |  |
| <b>9.6</b>  | <b>Beatmung von Palliativpatienten</b> . . . . .   | 229 |  |  |
| <b>10</b>   | <b>Pflege des beatmeten Patienten</b> . . . . .  | 231 |  |  |
|             | Gottfried Scheuermann, Frank Kirsch  |     |  |  |
| <b>10.1</b> | <b>Auf- und Übernahme eines beatmeten Patienten</b> . . . . .                            | 232 |  |  |
| 10.1.1      | Vorbereiten eines Beatmungsbettplatzes . . . . .   | 232 |  |  |
| 10.1.2      | Aufnahme eines beatmeten Patienten . . . . .   | 234 |  |  |
| 10.1.3      | Übernahme eines beatmeten Patienten . . . . .  | 237 |  |  |
| <b>10.2</b> | <b>Überwachung des beatmeten Patienten</b> . . . . .                                     | 237 |  |  |
| 10.2.1      | Kontrollen des Respirators und des Beatmungsschlauchsystems . . . . .                    | 238 |  |  |
| 10.2.2      | Überwachen der Beatmungsparameter . . . . .  | 238 |  |  |
| 10.2.3      | BGA . . . . .  | 241 |  |  |
| 10.2.4      | Pulsoxymetrie . . . . .  | 243 |  |  |
| 10.2.5      | Kapnometrie . . . . .  | 245 |  |  |
| 10.2.6      | Elektrische Impedanztomografie (EIT) . . . . .   | 247 |  |  |
| 10.2.7      | Klinische Überwachung der Beatmung . . . . .   | 249 |  |  |
| 10.2.8      | Allgemeine Patientenüberwachung . . . . .  | 252 |  |  |
| 10.2.9      | Röntgenkontrolle des Thorax . . . . .  | 253 |  |  |
| 10.2.10     | Dokumentation der Beatmungs-therapie . . . . .   | 253 |  |  |
| <b>10.3</b> | <b>Bewegungsförderung (Positionierung)</b> . . . . .                                     | 255 |  |  |
| 10.3.1      | Positionierung des beatmeten Patienten: Grundlagen . . . . .                             | 256 |  |  |
| 10.3.2      | Allgemeine Maßnahmen vor, während und nach einem Positionswechsel . . . . .              | 256 |  |  |
| 10.3.3      | Rücken-, Seiten- und sitzende Position . . . . .   | 259 |  |  |
| 10.3.4      | Bauchlagerung . . . . .  | 261 |  |  |
| <b>10.4</b> | <b>Bronchialtoilette</b> . . . . .   | 268 |  |  |
| 10.4.1      | Indikationen zur Bronchialtoilette beim intubierten/tracheotomierten Patienten . . . . . | 268 |  |  |
| 10.4.2      | Absaugkatheter . . . . .   | 270 |  |  |
| 10.4.3      | Allgemeine Maßnahmen vor, während und nach der Absaugung . . . . .                       | 270 |  |  |
| 10.4.4      | Offene endotracheale Absaugung . . . . .   | 272 |  |  |
| 10.4.5      | Geschlossene endotracheale Absaugung . . . . .   | 274 |  |  |
| 10.4.6      | Bronchoskopische Absaugung . . . . .   | 277 |  |  |
| <b>10.5</b> | <b>Überwachung beatmeter Patienten mit Thoraxdrainage</b> . . . . .                      | 278 |  |  |

|             |  |            |               |  |            |
|-------------|--|------------|---------------|--|------------|
| <b>10.6</b> | <b>Kommunikation mit dem beatmeten Patienten</b> . . . . .                                     | <b>280</b> | <b>11.5.2</b> | Maßnahmen zur Vermeidung und Behandlung eines Delirs . . . . .                                 | <b>304</b> |
| 10.6.1      | Situation des beatmeten Patienten auf der Intensivstation . . . . .                            | 280        | <b>11.6</b>   | <b>E: (Früh-)Mobilisation des beatmeten Patienten</b> . . . . .                                | <b>307</b> |
| 10.6.2      | Basale Stimulation® als Möglichkeit der Kommunikation mit dem bewusstlosen Patienten . . . . . | 281        | 11.6.1        | Vorbereitung der Mobilisation . . . . .  | 308        |
| 10.6.3      | Kommunikationshindernisse erkennen und einschätzen. . . . .                                    | 282        | 11.6.2        | Durchführung der Mobilisation . . . . .  | 309        |
| 10.6.4      | Grundregeln für die Kommunikation mit dem beatmeten Patienten . . . . .                        | 283        | 11.6.3        | Gehen mit dem beatmeten Patienten. . . . .   | 312        |
| 10.6.5      | Hilfsmittel, die es dem beatmeten Patienten ermöglichen zu kommunizieren . . . . .             | 285        | <b>11.7</b>   | <b>F: Engagement und Empowerment der Familie (Family engagement and empowerment)</b> . . . . . | <b>315</b> |
| <b>10.7</b> | <b>Transport beatmeter Patienten</b> . . . . .   | <b>286</b> | 11.7.1        | Bedeutung der Angehörigen für den Patienten. . . . .   | 315        |
| 10.7.1      | Vorbereitung des Transports. . . . .   | 287        | 11.7.2        | Situation der Angehörigen . . . . .  | 315        |
| 10.7.2      | Durchführung des Transports . . . . .  | 291        | 11.7.3        | Bedürfnisse der Angehörigen . . . . .  | 315        |
| <b>10.8</b> | <b>Maßnahmen zur Infektionsprophylaxe</b> . . . . .  | <b>292</b> | 11.7.4        | Hilfen im Umgang mit den Angehörigen . . . . .   | 317        |
| 10.8.1      | Infektiologisches Monitoring . . . . .   | 292        | <b>11.8</b>   | <b>Maßnahmen zur Verbesserung des Schleimtransports</b> . . . . .                              | <b>318</b> |
| 10.8.2      | Hygieneaspekte bei der Beatmungstherapie . . . . .   | 293        | 11.8.1        | Inhalationstherapie . . . . .  | 318        |
| <b>11</b>   | <b>Adjuvante Präventions- und Therapiemaßnahmen</b> . . . . .                                  | <b>295</b> | 11.8.2        | Abklopfen und Vibrationsmassage . . . . .  | 321        |
|             | Frank Kirsch, Gottfried Scheuermann  |            | 11.8.3        | Hustentechniken bei beatmeten Patienten. . . . .   | 323        |
| 11.1        | ABCDEF-Bundle: Übersicht . . . . .   | 296        | 11.8.4        | Lagerungsdrainagen. . . . .  | 323        |
| 11.2        | <b>A: Schmerzen erfassen, verhindern und managen</b> . . . . .                                 | <b>296</b> | 11.8.5        | Kinetische Therapie . . . . .  | 324        |
| 11.2.1      | Scores zur Überwachung der Analgesie . . . . .   | 296        | <b>12</b>     | <b>Spezielle Behandlungsstrategien bei akutem Lungenversagen</b> . . . . .                     | <b>327</b> |
| 11.2.2      | Medikamente zur Schmerztherapie. . . . .   | 297        |               | Frank Kirsch   |            |
| 11.3        | <b>B: Täglicher Aufwach- und Spontanatemversuch</b> . . . . .                                  | <b>299</b> | 12.1          | <b>Lungenersatzverfahren</b> . . . . .   | <b>327</b> |
| 11.4        | <b>C: Auswahl geeigneter Schmerzmittel und Sedativa</b> . . . . .                              | <b>299</b> | 12.1.1        | Indikationen und Kontraindikationen für extrakorporale Lungenersatzverfahren. . . . .          | 328        |
| 11.4.1      | Scores zur Überwachung der Sedierungstiefe . . . . .   | 300        | 12.1.2        | Kompletter Lungenersatz: ECMO und ECCO <sub>2</sub> -R. . . . .                                | 328        |
| 11.4.2      | Verwendete Medikamente . . . . .   | 302        | 12.1.3        | Teilweiser Lungenersatz (Lungenunterstützung). . . . .   | 331        |
| 11.4.3      | Inhalative Sedierung . . . . .   | 302        | 12.2          | <b>Surfactant-Applikation</b> . . . . .  | <b>335</b> |
| 11.4.4      | Nebenwirkungen der Medikamente . . . . .   | 303        | 12.3          | <b>Inhalation von Vasodilatoren</b> . . . . .  | <b>335</b> |
| 11.5        | <b>D: Delir erfassen, verhindern und managen</b> . . . . .                                     | <b>303</b> | 12.4          | <b>Inhalation von Heliox</b> . . . . .   | <b>336</b> |
| 11.5.1      | Scores zum Delir-Screening . . . . .   | 304        | 12.5          | <b>Liquidventilation</b> . . . . .   | <b>337</b> |
|             |  |            | 12.6          | <b>Permissive Hyperkapnie</b> . . . . .  | <b>338</b> |

|           |   |            |           |   |            |
|-----------|---|------------|-----------|---|------------|
| <b>13</b> | <b>Weaning</b> . . . . .  | <b>339</b> | <b>15</b> | <b>Respiratoren</b> . . . . .   | <b>363</b> |
|           | Frank Kirsch  |            |           | Frank Kirsch  |            |
| 13.1      | Weaning-Protokoll . . . . .                                     | 340        | 15.1      | Aufbau und Einteilung von<br>Respiratoren . . . . .                                 | 364        |
| 13.2      | Kriterien für die Entwöhnungsbereit-<br>schaft . . . . .        | 341        | 15.1.1    | Aufbau eines Respirators . . . . .  | 364        |
| 13.3      | Aufwach- und Spontanatemver-<br>such . . . . .                  | 342        | 15.1.2    | Einteilung von Respiratoren . . . . .   | 366        |
| 13.4      | Beurteilung der Entwöhnbarkeit . . .                            | 343        | 15.2      | Kriterien für Anschaffung und<br>Auswahl eines Respirators . . . . .                | 367        |
| 13.5      | Weaning-Verfahren . . . . .                                     | 343        | 15.3      | Beatmungskurven, Loops und<br>Trenddarstellungen . . . . .                          | 369        |
| 13.5.1    | Kontinuierliche Respiratorentwöh-<br>nung . . . . .             | 344        | 15.3.1    | Beatmungskurven . . . . .   | 369        |
| 13.5.2    | Diskontinuierliche Respiratorentwöh-<br>nung . . . . .          | 345        | 15.3.2    | Loops . . . . .   | 371        |
| 13.6      | Schwerpunkte der Pflege bei<br>Weaning . . . . .                | 346        | 15.3.3    | Trenddarstellungen . . . . .  | 372        |
| 13.6.1    | Pflege bei kontinuierlicher<br>Entwöhnung . . . . .             | 346        | 15.4      | Sonderfunktionen an Respiratoren  | 373        |
| 13.6.2    | Pflege bei diskontinuierlicher<br>Entwöhnung . . . . .          | 348        | 15.4.1    | Absaugroutine . . . . .   | 373        |
| 13.7      | Mögliche Ursachen für ein<br>schwieriges Weaning . . . . .      | 349        | 15.4.2    | Automatische Tubuskompensation . .  | 373        |
| <b>14</b> | <b>Außerklinische Beatmung</b> . . . . .                        | <b>351</b> | 15.4.3    | Automode . . . . .  | 374        |
|           | Frank Kirsch  |            | 15.4.4    | Okklusionsdruck (P 0,1) . . . . .   | 375        |
| 14.1      | Organisation der außerklinischen<br>Beatmung . . . . .          | 352        | 15.4.5    | Intrinsic-PEEP-Messung und Messung<br>des Airtrapping-Volumens ( $V_{trap}$ ) . . . | 375        |
| 14.1.1    | Voraussetzungen für eine außerklini-<br>sche Beatmung . . . . . | 352        | 15.4.6    | Rapid Shallow Breathing Index<br>(RSBI) . . . . .                                   | 376        |
| 14.1.2    | Einleitung der außerklinischen<br>Beatmung . . . . .            | 354        | 15.4.7    | Negative Inspiratory Force Index (NIF)  | 376        |
| 14.1.3    | Entlassmanagement . . . . .                                     | 355        | 15.4.8    | Open Lung Tool . . . . .  | 377        |
| 14.2      | Durchführung der außerklinischen<br>Beatmung . . . . .          | 356        | 15.5      | Notfall- und Transportbeatmungs-<br>geräte . . . . .                                | 378        |
| 14.2.1    | Maskenbeatmung . . . . .  | 357        | 15.6      | Geräte zur High-Flow-Sauerstoff-<br>therapie . . . . .                              | 378        |
| 14.2.2    | Beatmung über ein Tracheostoma . .                              | 357        | <b>16</b> | <b>Rechtliche Grundlagen und<br/>Leitlinien</b> . . . . .                           | <b>379</b> |
| 14.2.3    | Überwachung der außerklinischen<br>Beatmung . . . . .           | 357        |           | Rainer Wagner   |            |
| 14.2.4    | Weitere Betreuung . . . . .                                     | 359        | 16.1      | Medizinproduktegesetz und<br>Medizinprodukte-<br>Betreiberverordnung . . . . .      | 380        |
| 14.3      | Geräte zur außerklinischen<br>Beatmung . . . . .                | 359        | 16.1.1    | Medizinprodukte im Sinne des MPG  | 380        |
| 14.3.1    | Anforderungen an ein<br>Heimbeatmungsgerät . . . . .            | 360        | 16.1.2    | Begriffsdefinitionen zum MPG . . . . .  | 381        |
| 14.3.2    | Technische Besonderheiten von<br>Heimbeatmungsgeräten . . . . . | 360        | 16.1.3    | Sachgerechte Handhabung von<br>Medizinprodukten . . . . .                           | 382        |
|           |   |            | 16.1.4    | Medizinproduktebuch . . . . .   | 383        |
|           |   |            | 16.1.5    | Ordnungswidrigkeiten<br>und Straftaten . . . . .                                    | 384        |
|           |   |            | 16.1.6    | Empfehlung zur Vorgehensweise bei<br>schwerwiegenden Vorkommnissen . .              | 384        |

|             |   |            |               |  |            |
|-------------|---|------------|---------------|--|------------|
| <b>16.2</b> | <b>Berufsgenossenschaftliche Vorschriften</b> . . . . .   | <b>384</b> | <b>16.4.3</b> | Leitlinie nichtinvasive und invasive Beatmung als Therapie der chronischen respiratorischen Insuffizienz . . . . . | <b>392</b> |
| 16.2.1      | UVV für den Gesundheitsdienst . . . . .   | 385        | 16.4.4        | Leitlinie Analgesie, Sedierung und Delirmanagement in der Intensivmedizin (DAS-Leitlinie) . . . . .                | 393        |
| 16.2.2      | Umgang mit Sauerstoff . . . . .   | 385        | 16.4.5        | Leitlinie Prolongiertes Weaning . . . . .  | 393        |
| <b>16.3</b> | <b>Hygienerichtlinien zur Beatmung</b> . .  | <b>386</b> |               | <b>Literaturverzeichnis</b> . . . . .  | <b>395</b> |
| 16.3.1      | Prävention der nosokomialen beatmungsassoziierten Pneumonie nach der RKI-Empfehlung. . . . .                              | 386        |               | <b>Register</b> . . . . .  | <b>399</b> |
| 16.3.2      | Hygieneplan. . . . .  | 390        |               |  |            |
| <b>16.4</b> | <b>Leitlinien zur Intubation und Beatmung</b> . . . . .   | <b>390</b> |               |  |            |
| 16.4.1      | Leitlinie nichtinvasive Beatmung als Therapie der akuten respiratorischen Insuffizienz . . . . .                          | 391        |               |  |            |
| 16.4.2      | Leitlinie Lagerungstherapie und Frühmobilisation zur Prophylaxe oder Therapie von pulmonalen Funktionsstörungen . . . . . | 391        |               |  |            |