

Physiotherapie Basics



Rega Rutte · Sabine Sturm

Atemtherapie

4. Auflage



MOREMEDIA



 Springer

Physiotherapie Basics

Die Physiotherapie Basics machen praktisch anwendbares Wissen anschaulich. Die Bildlehrbücher führen Sie in Grundlagen und Praxis der wichtigsten Teilbereiche der Physiotherapie ein. Sie möchten Ihre Grundkenntnisse mit den praktischen Erfordernissen der Patientenbehandlung verknüpfen können? Wie das geht, zeigen Ihnen die Basics-Lehrbücher: + Schritt für Schritt, + zielorientiert, + mit Bild-Beispielen verdeutlicht. In der Ausbildung bieten Ihnen die Basics + praxis- und prüfungsorientierte Inhalte, + eine Gliederung nach Behandlungszielen, + alle Behandlungsbeispiele in 4farbigen Fotoserien veranschaulicht, + mehr Spaß beim Lernen mit durchgehend farbig gestalteten didaktischen Hilfen. Und für die praktisch tätigen PhysiotherapeutInnen sind die Basics genau das Richtige, um: + schon erworbene Praxiskenntnisse aufzufrischen, + mit praxisorientierter Anleitung Methoden selbst zu erarbeiten, + in Fort- und Weiterbildungskursen gelerntes Wissen vor- und nachzubereiten, + Detail-Informationen gezielt nachzuschlagen.

Rega Rutte • Sabine Sturm

Atemtherapie

4. Auflage

Rega Rutte
Ihrlerstein, Deutschland

Sabine Sturm
Ladenburg, Deutschland

Die Online-Version des Buches enthält digitales Zusatzmaterial, das durch ein Play-Symbol gekennzeichnet ist. Die Dateien können von Lesern des gedruckten Buches mittels der kostenlosen Springer Nature „More Media“ App angesehen werden. Die App ist in den relevanten App-Stores erhältlich und ermöglicht es, das entsprechend gekennzeichnete Zusatzmaterial mit einem mobilen Endgerät zu öffnen.

ISSN 2627-3179 ISSN 2627-3187 (electronic)
Physiotherapie Basics
ISBN 978-3-662-66960-0 ISBN 978-3-662-66961-7 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-66961-7>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer-Verlag GmbH, DE, ein Teil von Springer Nature 2003, 2010, 2018, 2024

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Grafiken und Zeichnungen: Dr. Günter Körtner, Marburg
Fotos: © Peter Mertin, Cologne Enterprise Production, Köln
Fotonachweis Umschlag: © Peter Mertin, Cologne Enterprise Production, Köln

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Wenn Sie dieses Produkt entsorgen, geben Sie das Papier bitte zum Recycling.

Atem

Klares Wasser.
Ich tauche in dich –

die Weite:
ein Werden,
ein Lassen

getragen vom Licht. –

Und
Innen und Außen
sind eins.

Ralf Rainer Reimann
01.05.2002

Geleitwort

Den Autorinnen Rega Rutte und Sabine Sturm gebührt große Anerkennung und Dank. Sie greifen das Problem unserer Zeit auf, denn die Überbetonung der mentalen Lebensform bringt uns nicht nur tiefes Unbehagen, sondern auch Not. Immer wieder von rationalem Denken regiert, ja beherrscht, bedürfen wir dringend der Hinwendung zu Lebensqualitäten, die Jahrhunderte nicht beachtet wurden bzw. im Unbewussten blieben. Es ist die Erfahrung – dem Thema der Autorinnen gemäß die leibliche Erfahrung, die durch das Empfindungsvermögen, durch den Tastsinn, in das Bewusstsein dringt. Es bedeutet einen großen Schritt, durch die unmittelbare Wahrnehmung das Körperliche bis in tiefe Schichten kennenzulernen und damit bewährte Methoden mit neuen Erkenntnissen zusammenzuschließen.

Die Autorinnen sind den Weg des Erfahrbaren Atems intensiv gegangen und werden nun aus eigenem Erleben die Erfahrung vieler Interessenten (oder deren Schülerschaft) wecken. Das innere Verständnis und die Präzision, mit der die Autorinnen den Erfahrbaren Atem dargebracht haben, werden ein gutes Fundament für die Übenden bilden.

Ich wünsche diesem inhaltsreichen Buch aufnahmebereite Leser, die ihren Atem durch das erweckte Empfindungsvermögen als wachsende Kraft erfahren können.

Prof. Ilse Middendorf

Berlin, den 6. Mai 2002

Vorwort zur 3. Auflage

Die vorliegende 3. Auflage nutzen wir dazu, evidenzbasierte Erkenntnisse in der physiotherapeutischen Atemtherapie zu ergänzen und neu aufzunehmen.

Der ICF-Standard strukturiert die Befunderhebung neu und führt zu einer geänderten Dokumentation. Um die praxisnahe Umsetzung zu verdeutlichen, werden die Befundaufnahme und die Behandlungsplanung an aktuellen Patientenbeispielen gezeigt.

Der neuen trainingsphysiologischen Forschung zur Leistungsverbesserung von Atemwegs- und Lungenerkrankungen wird in dieser Auflage Rechnung getragen. Zum Erreichen des Ziels „Verbesserung der Belastbarkeit“ (► Kap. 9) werden nun Maßnahmen zur Ökonomisierung von Bewegungen und zum Steigern der Ausdauer um Maßnahmen zur Kraftsteigerung ergänzt.

Wir wünschen allen Lesern viel Freude und Erfolg bei der atemtherapeutischen Arbeit und beim Sammeln eigener Erfahrungen.

Rega Rutte

Sabine Sturm

Ihrlerstein und Ladenburg, im Jahr 2017

Vorwort zur 1. Auflage

Mit diesem Buch bot sich uns die Möglichkeit, unsere langjährigen Erfahrungen in der atemtherapeutischen Behandlung und Ausbildung zu bündeln und einer breiten Leserschaft zugänglich zu machen. Unser Anliegen war es dabei, ein benutzerfreundliches und rundum praxisorientiertes Buch zu entwickeln. Es soll den Physiotherapieschüler durch Ausbildung und Prüfung begleiten und ihm den Einstieg in die therapeutische Arbeit erleichtern. Schließlich kann auch der erfahrene Therapeut hier immer wieder auf die vollständige Darstellung der Behandlungsmaßnahmen zurückgreifen.

Aus diesen Grundgedanken heraus ergaben sich Form und Inhalt des Buches. So sind die anatomischen und physiologischen Grundlagen im Theorie-Abschnitt gezielt auf die Inhalte des Themengebiets Atemtherapie ausgerichtet; damit wurde die Informationsfülle in diesem Bereich auf das für den Schüler wesentliche und überschaubare Ausmaß begrenzt. Der praktische Teil ist in die Kapitel Befunderhebung, Ziele und Maßnahmen gegliedert. Aus der eingehend erläuterten Befunderhebung lassen sich die atemtherapeutischen Behandlungsziele ableiten. Die geeigneten Behandlungsmaßnahmen werden diesen Zielen zugeordnet und systematisch vorgestellt. Weitere, die Atemtherapie unterstützende Behandlungstechniken werden ergänzend beschrieben. Die Kombination aus ausführlicher Bebilderung und genauer Beschreibung vermittelt dabei einprägsam die Bewegungsabläufe der atemtherapeutischen Übungen. Ein Überblick über die in der Atemtherapie eingesetzten Geräte und vier repräsentative Behandlungsbeispiele vervollständigen den praktischen Teil des Buches.

Nach unserer Ausbildung zur Physiotherapeutin haben wir beide unsere Körperwahrnehmung durch die Methode des Erfahrbaren Atems nach Ilse Middendorf erweitert. Wir konnten dabei selbst erleben, wie wohltuend das Bewegen mit dem Atem für Körper und Seele sein kann. Unsere dabei wachsende Empfindungsfähigkeit machte es möglich, die Gesetzmäßigkeiten unseres Atems zu entdecken. Dadurch bekamen wir Kriterien an die Hand, mit denen wir auch unsere physiotherapeutische Arbeit besser einschätzen können: Mit einer sensibilisierten Wahrnehmung kann der Therapeut im Laufe der Behandlung auch geringe Veränderungen beim Patienten erkennen und als Erfolg werten.

Da wir dies als große Bereicherung unserer Arbeit empfinden, wollen wir in diesem Buch auch die Physiotherapieschüler auf die eigene Körperwahrnehmung aufmerksam machen. Im Kapitel „Der Erfahrbare Atem nach Ilse Middendorf“ geben wir daher den Lesern die Möglichkeit, selbst zu erfahren, wie Dehnen, Bewegen und Tönen auf den Atem wirkt. Die persönlich gewonnenen Einsichten können eine Erweiterung der atemtherapeutischen Grundlagen darstellen. Damit leisten wir einen Transfer aus dem Erfahrbaren Atem in die Physiotherapie. Dies soll letztlich dazu beitragen, dass die physiotherapeutischen Behandlungen differenzierter und damit auch erfolgreicher werden.

Unser herzlicher Dank richtet sich an Prof. Ilse Middendorf († 2007), die uns an die Erfahrung des Atems heranführt und begleitet, an Juerg Roffler für seine präzise Atemdidaktik und an Katrin von der Decken, deren kontinuierlich positive Haltung die Entstehung dieses Buches maßgeblich unterstützte.

Wir wünschen allen Lesern einen lebendigen Umgang mit Atem und Bewegung.

Rega Rutte

Sabine Sturm

Marburg und Heidelberg, Dezember 2002

Die Autorinnen



Rega Rutte

Berufserfahrung

- 1983–1986 Physiotherapeutin, Studentenwerk Marburg
- 1986–1995 Lehrtätigkeit an der Physiotherapieschule IFBE Marburg
- 1995–2015 Arbeit in eigener Praxis in Marburg
- 2005–2007 Lehrbeauftragte am Institut für Sprachheilpädagogik der Justus-Liebig-Universität Gießen
- 2014–2015 Lehrbeauftragte am Institut für Sprachheilpädagogik der Justus-Liebig-Universität Gießen
- Seit 2016 Arbeit in eigener Praxis in Regensburg und Kelheim

Ausbildung

- 1983 Staatliche Anerkennung als Physiotherapeutin
- 1989–1991 Pädagogische Weiterbildung für Lehrkräfte an medizinischen Schulen, IFBE Marburg
- 1990–1995 Ausbildung zur Atempädagogin am Ilse-Middendorf-Institut für den Erfahrbaren Atem in Beerfelden
- 2004–2006 Vertiefungslehrgang Erfahrbarer Atem, Prof. Ilse Middendorf, Berlin
- 2012 Abschluss der Weiterbildung zur Focusing-Beraterin, DAF Würzburg

Veröffentlichungen

- 2010 Atem ist Bewegung, Kraft und Rhythmus. DVD-Reihe zum „Erfahrbaren Atem“ unter ► www.rega-rutte.de



Sabine Sturm

Berufserfahrung

- 1985–1986 Physiotherapeutin, Stiftung Rehabilitation, Heidelberg
- 1986–1992 Lehrtätigkeit an der Physiotherapieschule, Viernheim
- 1992–1999 Ltd. Physiotherapeutin, Stiftungs Krankenhaus Speyer GmbH
- Seit 1997 Seminare und Einzelbehandlungen im Erfahrbaren Atem
- Seit 1999 Ltd. Physiotherapeutin, PTO, Neustadt/Weinstr., Speyer
- 1999–2004 Ltd. Physiotherapeutin PTO, Neustadt/Weinstr., Grünstadt
- 2004–2007 Freie Mitarbeiterin Physiotherapiepraxis Fiedler, Mannheim
- 2007–2010 Ausbildungsleitung, Akademie für Gesundheitsfachberufe Pfalz, AG, Frankenthal
- 2008–2021 Arbeit in eigener Praxis, Heidelberg
- Seit 2015 Leiterin der Physiotherapieschule Grünstadt, Grünstadt

Ausbildung

- 1982 Staatliche Anerkennung als Physiotherapeutin
- 1990 Lehrbefähigung Deutsche Zentrale für Volksgesundheitspflege e. V.
- 1992–1996 Ausbildung zur Atempädagogin am Ilse-Middendorf-Institut für den Erfahrbaren Atem, Beerfelden
- 1997 Abschluss der Ausbildung zur Atempädagogin, The Middendorf Breath Institute, San Francisco, USA
- 2004–2006 Vertiefungslehrgang Erfahrbarer Atem, Prof. Ilse Middendorf, Berlin
- 2010 Bachelor of Arts Physiotherapie, Thim, Hogeschool voor Fysiotherapie, Utrecht, Niederlande
- 2010 Dozentenlehrgang Bachelor of Arts in Physiotherapie, Nieuwegein, NL
- 2022 Qualifizierung für Praxisanleiter*innen, Kompetent begleiten, Katholische Hochschule Mainz

Inhaltsverzeichnis

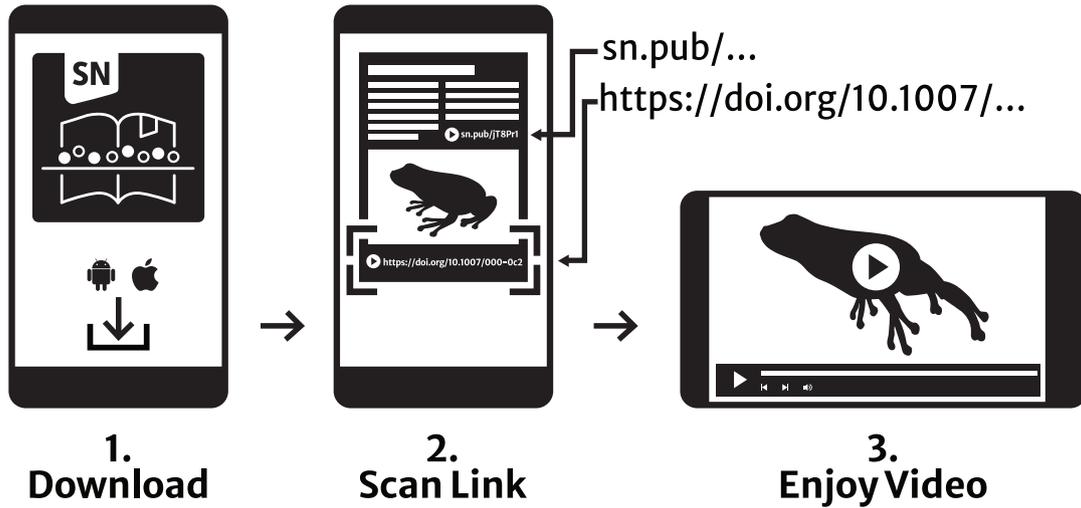
| | | |
|-----------|--|-----|
| I | Theorie | |
| 1 | Anatomische und physiologische Grundlagen | 3 |
| 1.1 | Atmungssystem | 4 |
| 1.2 | Atemmechanik | 11 |
| 1.3 | Gasaustausch | 13 |
| 1.4 | Atemregulation | 14 |
| 1.5 | Atemarbeit | 15 |
| 1.6 | Reinigungsmechanismen der Lunge | 17 |
| 1.7 | Lungenvolumina und Lungenkapazitäten | 18 |
| 2 | Wirkungsprinzipien | 23 |
| 2.1 | Schwerkraft | 24 |
| 2.2 | Strömungsgeschwindigkeit der Luft in der Lunge | 24 |
| 2.3 | Bronchialkaliberschwankungen | 24 |
| 2.4 | Vibrationen und Klopfungen | 25 |
| 2.5 | Körperliche Belastung | 25 |
| 2.6 | Ausdauertraining | 25 |
| 2.7 | Krafttraining | 26 |
| 2.8 | Entspannung | 26 |
| 3 | Indikationen | 29 |
| 3.1 | Leitsymptome | 30 |
| 3.2 | Kontraindikationen | 30 |
| 4 | Der Erfahrbare Atem nach Ilse Middendorf | 31 |
| 4.1 | Drei Formen des Atmens | 32 |
| 4.2 | Übungseinheiten | 32 |
| II | Praxis | |
| 5 | Der Befund | 51 |
| 5.1 | Das Befundformular | 52 |
| 5.2 | Erläuterungen zum Atembefund | 52 |
| 5.3 | Möglicher Ablauf der Befundaufnahme | 65 |
| 5.4 | Ergänzende Befundmöglichkeiten im Rahmen der Rehabilitation (Leistungstests) ... | 65 |
| 6 | Der Behandlungsplan | 71 |
| 7 | Maßnahmen | 75 |
| 7.1 | Behandlungsziel: Verbesserung der Beweglichkeit | 77 |
| 7.2 | Behandlungsziel: Verbesserung der Atembewegung | 87 |
| 7.3 | Behandlungsziel: Ausgleichen des Atemrhythmus | 96 |
| 7.4 | Behandlungsziel: Kräftigung der Atemmuskulatur | 102 |
| 7.5 | Behandlungsziel: Unterstützung der bronchialen Reinigung | 105 |
| 7.6 | Behandlungsziel: Weithalten der Atemwege | 116 |
| 7.7 | Behandlungsziel: Verbesserung der Belastbarkeit | 122 |
| 7.8 | Behandlungsziel: Verbesserung der Entspannungsfähigkeit | 135 |

| | | |
|------|---|-----|
| 8 | Ergänzende Maßnahmen | 143 |
| 8.1 | Maßnahmen der Hydrotherapie | 144 |
| 8.2 | Maßnahmen der klassischen Massage | 146 |
| 8.3 | Übungen mit dem Pezziball in Anlehnung an FBL (Klein-Vogelbach) | 152 |
| 8.4 | Übungen aus dem PNF-Konzept | 160 |
| 9 | Maßnahmentabelle | 167 |
| 10 | Behandlungsbeispiele | 171 |
| 10.1 | COPD | 172 |
| 10.2 | Asthma bronchiale | 178 |
| 10.3 | Zustand nach Lungentransplantation | 184 |
| 10.4 | Zustand nach Pneumothorax | 190 |
| 11 | Physiotherapeutische Hilfsmittel | 197 |
| 11.1 | Peak-Flow-Meter | 199 |
| 11.2 | VRP 1 [®] Flutter | 200 |
| 11.3 | RC-Cornet [®] | 201 |
| 11.4 | PEP-Maske | 203 |
| 11.5 | Triflo II [®] | 204 |
| 11.6 | Threshold [®] IMT | 205 |
| 11.7 | YPSI Atemtrainer-Set | 206 |
| | Serviceteil | |
| | Glossar | 208 |
| | Literatur | 210 |
| | Sachverzeichnis | 212 |

Abkürzungsverzeichnis

| | | | |
|------|---|----------|--|
| AA | Ausatmung | HWS | Halswirbelsäule |
| ABD | Abduktion | HZ | Handzeichen |
| ACBT | Active Cycle of Breathing Technique | ICD | International Classification of Diseases |
| ACVB | Arterio coronarer Venenbypass | ICF | International Classification of Functioning, Disability and Health |
| AD | Autogene Drainage | | |
| ADD | Adduktion | IRO | Innenrotation |
| ADL | Activity of Daily Life | LAT EXT | Lateralextension |
| ARO | Außenrotation | LAT FLEX | Lateralflexion |
| ASTE | Ausgangsstellung | LWS | Lendenwirbelsäule |
| BL | Bauchlage | M. | Musculus |
| BWK | Brustwirbelkörper | Mm. | Musculi |
| BWS | Brustwirbelsäule | PEP | Positive Expiratory Pressure |
| EA | Einatmung | p. OP | postoperativ |
| EEG | Elektroenzephalogramm | RL | Rückenlage |
| ESTE | Endstellung | ROT | Rotation |
| EXT | Extension | SL | Seitenlage |
| FBL | Funktionelle Bewegungslehre | SWT | Shuttle-Walk-Test |
| FLEX | Flexion | WS | Wirbelsäule |
| GOLD | Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease | Z. n. | Zustand nach |

Springer Nature More Media App



Support: customerservice@springernature.com

Theorie

Inhaltsverzeichnis

- Kapitel 1 Anatomische und physiologische Grundlagen – 3
- Kapitel 2 Wirkungsprinzipien – 23
- Kapitel 3 Indikationen – 29
- Kapitel 4 Der Erfahrbare Atem nach Ilse Middendorf – 31



Anatomische und physiologische Grundlagen

Inhaltsverzeichnis

- 1.1 Atmungssystem – 4**
 - 1.1.1 Der Brustkorb (knöcherner Thorax) – 4
 - 1.1.2 Die Lunge (Pulmo) und das Brustfell (Pleura) – 5
 - 1.1.3 Ausgewählte wichtige Atemmuskeln – 6
 - 1.1.4 Die Atemwege – 8
- 1.2 Atemmechanik – 11**
 - 1.2.1 Der Atemzyklus – 11
 - 1.2.2 Die Atemruhe – 11
 - 1.2.3 Die Einatmung (Inspiration) – 11
 - 1.2.4 Die Ausatmung (Expiration) – 12
- 1.3 Gasaustausch – 13**
 - 1.3.1 Diffusion – 13
 - 1.3.2 Lungenbelüftung – 13
 - 1.3.3 Lungendurchblutung – 14
 - 1.3.4 Ventilations-Perfusions-Verhältnis – 14
- 1.4 Atemregulation – 14**
- 1.5 Atemarbeit – 15**
 - 1.5.1 Elastische Widerstände (Compliance) – 16
 - 1.5.2 Atemwegswiderstand (Resistance) – 16
 - 1.5.3 Druckschwankungen in den Atemwegen – 17
- 1.6 Reinigungsmechanismen der Lunge – 17**
 - 1.6.1 Mukoziliare Clearance – 17
 - 1.6.2 Husten – 17
- 1.7 Lungenvolumina und Lungenkapazitäten – 18**
 - 1.7.1 Atemruhelage und Atemmittellage – 18
 - 1.7.2 Lungenfunktionsuntersuchung – 19

Ergänzende Information Die elektronische Version dieses Kapitels enthält Zusatzmaterial, das berechtigten Benutzern zur Verfügung steht https://doi.org/10.1007/978-3-662-66961-7_1.

1.1 Atmungssystem

Lernziele

Kenntnisse über:

- Aufbau und Funktion von Brustkorb und Lunge
- die an der Atmung beteiligten Muskeln
- den Aufbau der Atemwege und der Alveolen

Zum Atmungssystem zählen alle Organe, die an der äußeren Atmung beteiligt sind. Als **äußere Atmung** bezeichnet man den Sauerstoff- und Kohlendioxidaustausch zwischen der Atemluft und dem Blut des Lungenkreislaufs. **Innere Atmung** wird der Gasaustausch von Kohlendioxid (CO₂) und Sauerstoff (O₂) zwischen dem Kapillarblut des Körperkreislaufs und dem Gewebe genannt.

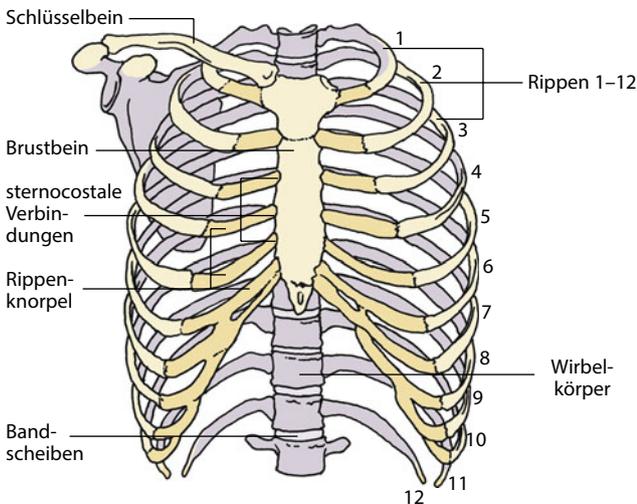
Das Atmungssystem besteht aus der Nase, den Nasennebenhöhlen, dem Rachen (Pharynx), dem Kehlkopf (Larynx), der Luftröhre (Trachea) und den Lungen mit Bronchialbaum und Alveolarregion. Beim Atmungsvorgang spielen als weitere Strukturen das Zwerchfell (Diaphragma), das Brustfell (Pleura), der knöcherne Brustkorb (Thorax), die Thoraxwand und alle Muskeln, die das Heben und Senken der Rippen bei der Ein- und Ausatmung ermöglichen, eine wichtige Rolle. Zusätzlich sind an der forcierten Ausatmung die Muskeln der anterolateralen Bauchwand beteiligt. Einige Halsmuskeln wirken bei der Einatmung als Atemhilfsmuskeln.

1.1.1 Der Brustkorb (knöcherner Thorax)

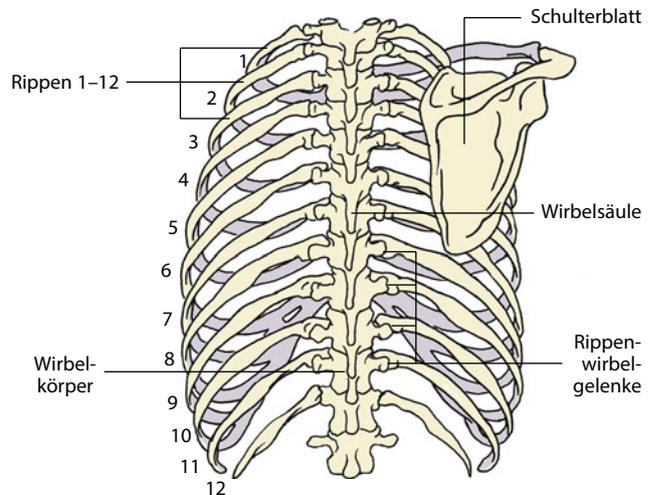
Am Aufbau des Brustkorbs sind zwölf Brustwirbel (Vertebrae thoracicae), ihre Bandscheiben (Disci intervertebrales), das Brustbein (Sternum) sowie zwölf Rippenpaare (Costae) beteiligt (■ Abb. 1.1 und 1.2).

Der Brustkorb umschließt die Thoraxhöhle (Cavum thoracis) mit seiner dorsalen und ventralen Wand sowie seinen lateralen Wänden. Die obere Thoraxöffnung (Apertura thoracis superior) ist deutlich enger als der untere Thoraxrand (Apertura thoracis inferior). Die Rippen bestehen jeweils aus einem knöchernen und einem knorpeligen Teil. Die Form des knöchernen Teils entspricht symmetrisch angeordneten, unregelmäßig gekrümmten Spangen. Die erste und die zwölfte Rippe stehen dorsal mit einem Brustwirbelkörper, die zweite bis elfte Rippe mit zwei Brustwirbelkörpern in gelenkiger Verbindung. Der knorpelige Teil der ersten sieben Rippen ist jeweils gelenkig direkt mit dem Brustbein verbunden. Die achte, neunte und zehnte Rippe sind nur indirekt mit dem Brustbein verbunden, denn ihr knorpeliger Teil legt sich jeweils dem nächsthöheren an und bildet so den Rippenbogen. Die elfte und zwölfte Rippe enden frei.

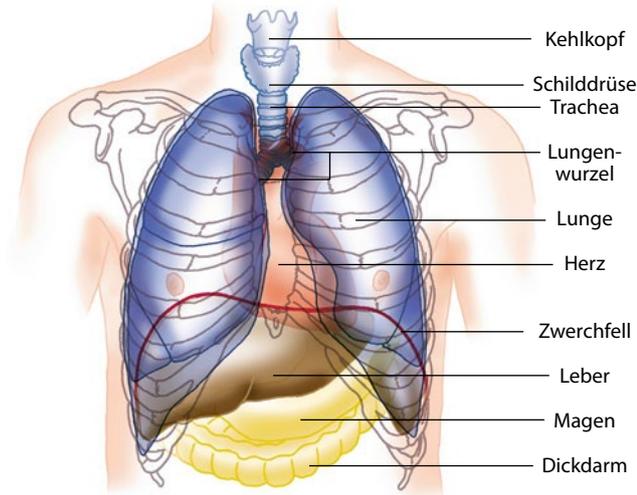
Bei der Atmung kommt es zu einer Erweiterung und Verengung des Thorax. Der Bewegungsablauf der Rippen um ihre Rotationsachse erklärt, dass sich bei der Rippenhebung der Brustkorb sowohl in transversaler als auch in sagittaler Ebene erweitert. Bei der Einatmung bewegen sich die oberen Rippen in ventral-cranialer Richtung, die unteren Rippen in lateral-cranialer Richtung, die Brustwirbelsäule extendiert leicht. Bei der Ausatmung bewegen sich die oberen Rippen in dorsal-caudaler Richtung, die unteren Rippen in medial-caudaler Richtung, die Brustwirbelsäule flektiert leicht. Diese komplexen Bewegungen werden durch ein Zusammenwirken von Bewegungen in den Rippenwirbelgelenken und in den sternocostalen Verbindungen mit der Elastizität der Rippenknorpel ermöglicht.



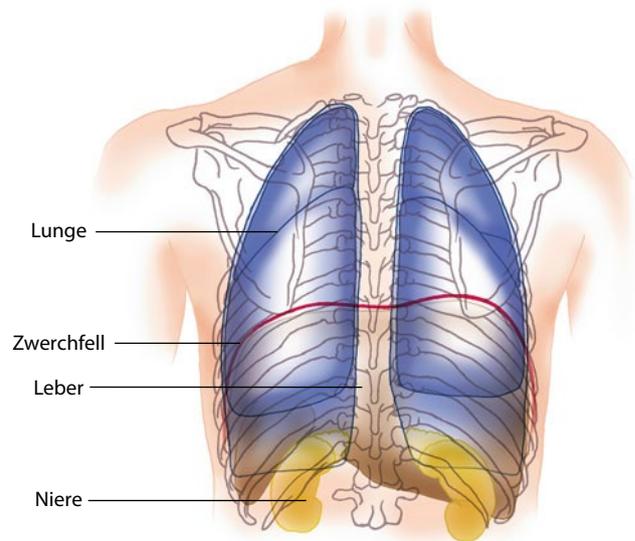
■ Abb. 1.1 Brustkorb von ventral



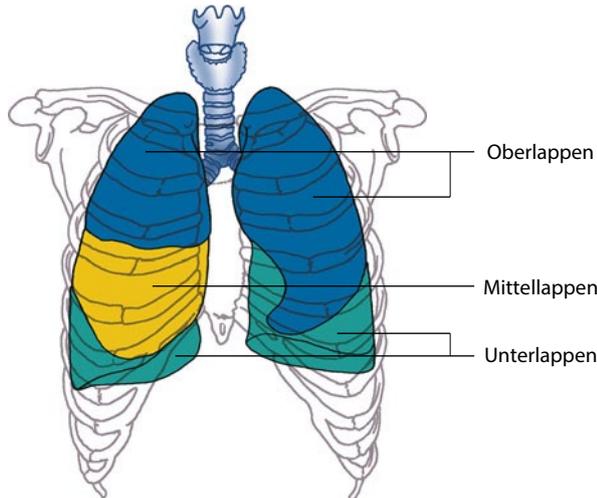
■ Abb. 1.2 Brustkorb von dorsal



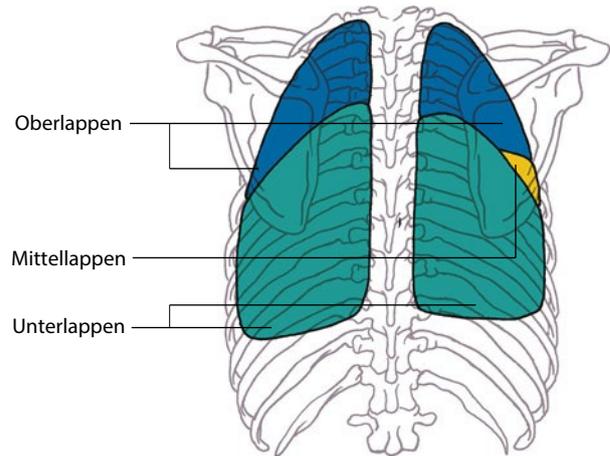
▣ **Abb. 1.3** Lage der Lunge von ventral



▣ **Abb. 1.4** Lage der Lunge von dorsal



▣ **Abb. 1.5** Lage der Lungensegmente von ventral



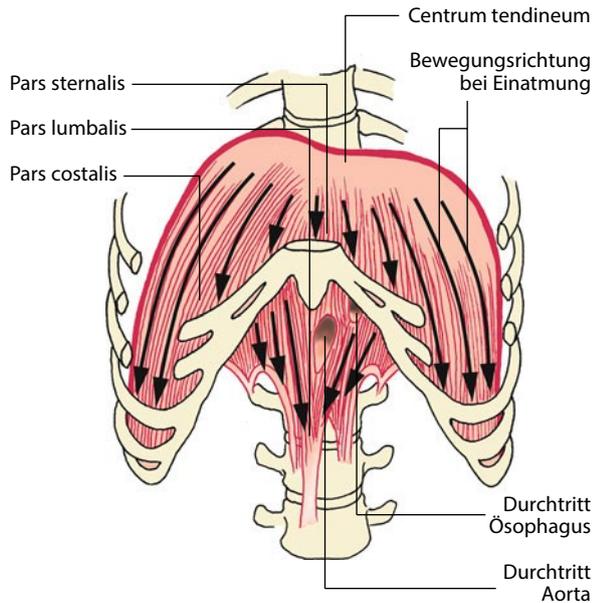
▣ **Abb. 1.6** Lage der Lungensegmente von dorsal

1.1.2 Die Lunge (Pulmo) und das Brustfell (Pleura)

In der **Lunge** findet die äußere Atmung, der Gasaustausch zwischen Atemluft und Blut, statt. Beide Lungenhälften sind vom Brustfell überzogen. Sie füllen die Pleurahöhlen, die mit dem mittleren Teil der Thoraxhöhle (Mediastinum) den Thoraxinnenraum gliedern, vollständig aus (▣ Abb. 1.3 und 1.4). Die rechte Lunge wird durch tiefe Einschnitte (Fissurae lobares) in einen Ober-, einen Mittel- und einen Unterlappen geteilt. Die linke Lunge ist etwas kleiner. Sie umfasst einen Ober- und einen Unterlappen (▣ Abb. 1.5 und 1.6). Die Spitzen des rechten und linken Lungenflügels (Apex pulmonis) reichen 2–3 cm bis oberhalb der ersten Rippe bzw. bis zur Höhe des ersten Brustwirbels. Die Lungenbasis (Facies diaphragmatica) passt sich der Form des Zwerchfells an.

Das **Brustfell** besteht aus dem **Lungenfell** (Pleura visceralis), das den Fissuren folgend die Lunge umschließt, und dem **Rippenfell** (Pleura parietalis), das die Thoraxinnenwand auskleidet. An der **Lungenwurzel** (Hilum pulmonis), dem Eintrittsort der Bronchien sowie der Blut- und Lymphgefäße in die Lunge, gehen Rippenfell und Lungenfell ineinander über. Zwischen ihnen liegt der **Pleuraspalt**, der mit seröser Flüssigkeit gefüllt ist, sodass Brust- und Rippenfell nicht aneinander reiben. Im Pleuraspalt herrscht ein Unterdruck, durch den Lungen- und Rippenfell einander anliegen, dabei aber gegeneinander verschieblich bleiben. Der Negativdruck gewährleistet, dass die Lunge jeder Formveränderung des Brustkorbs folgt.

Die Lungen reichen meist nicht so weit nach caudal wie die Pleura parietalis. Der Anteil des Rippenfells, der dem Zwerchfell aufliegt (Pleura parietalis, Pars dia-



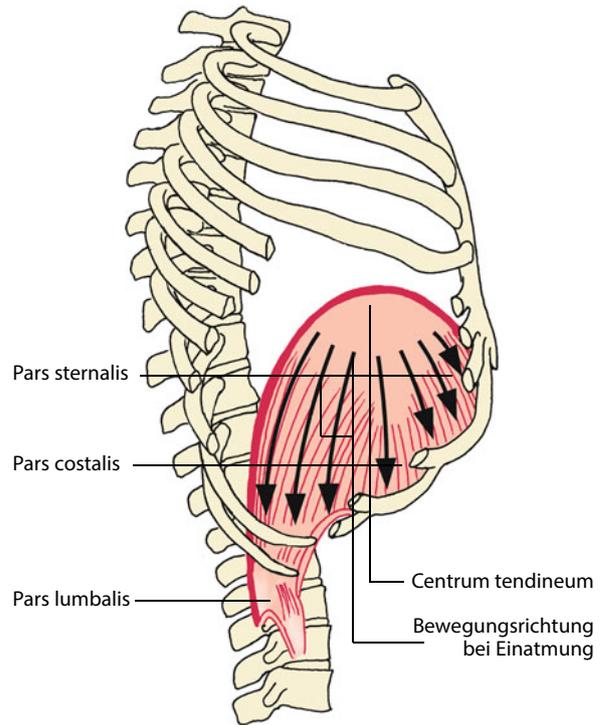
■ Abb. 1.7 Zwerchfell von ventral

phragmatica) und der an den Rippen angrenzende Teil (Pleura parietalis, Pars costalis) verlaufen im unteren Bereich parallel. Bewegt sich das Zwerchfell bei der Inspiration nach caudal, gleitet die Lunge in einen so genannten „Reserveraum“ (Recessus) der Pleurahöhle und kann ihr Volumen somit ausdehnen.

1.1.3 Ausgewählte wichtige Atemmuskeln

Inspiratorische Atemmuskeln

Die Einatmung erfolgt unter Ruhebedingungen aktiv über die inspiratorischen Atemmuskeln. Das **Zwerchfell** ist der wichtigste Inspirationsmuskel. Es trennt die Brusthöhle von der Bauchhöhle. Ursprung seiner drei muskulären Teile (Pars sternalis, Pars costalis, Pars lumbalis) ist die untere Thoraxwand und die LWS (■ Abb. 1.7 und 1.8). Von diesem breiten Ursprung ziehen die Fasern zu einer zentralen Sehnenstruktur (Centrum tendineum). Im Zwerchfell befinden sich Öffnungen, die den Durchtritt der Aorta, der Vena cava inferior, der Speiseröhre (Oesophagus) und einiger Nerven bzw. Nervenfasern erlauben. Innerviert wird das Zwerchfell von den Nervi phrenici. Während der Inspiration sinkt das Zwerchfell durch die Kontraktion seiner muskulären Anteile ab. Dabei wirkt die Pars sternalis mit ihrem Ursprung am Brustbein als Punctum fixum. Der Thoraxinnenraum wird vergrößert und durch den nachfolgenden Druckausgleich strömt Außenluft in die Lunge ein. Sobald das Zwerchfell in seiner Absenkung durch den Zug der Organe im Mediastinum und den Widerstand der Baueingeweide gestoppt wird, fungiert das Centrum tendineum als Punctum fixum. Durch das Zusammen-



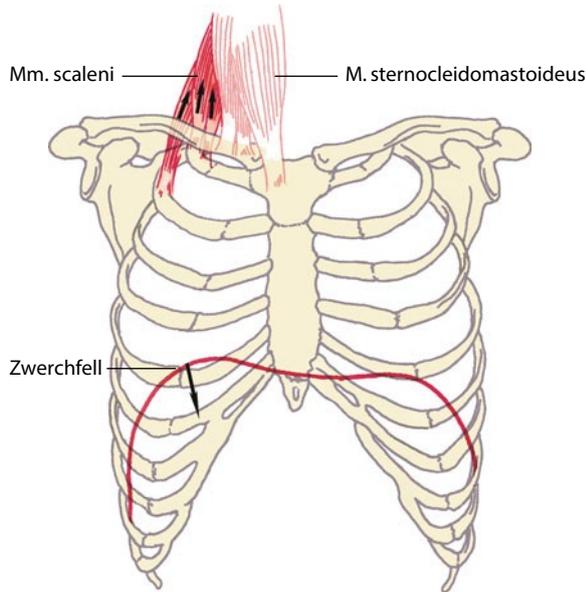
■ Abb. 1.8 Zwerchfell von lateral

spiel der Intercostalmuskulatur und des Diaphragmas erfolgt das Anheben der Rippen. Dies wird als **Eimerhenkel-Bewegung** bezeichnet. Voraussetzung für diesen Effekt ist eine gute Funktion der Bauchmuskulatur. Ein geringer Bauchmuskeltonus vergrößert die Bewegung der Bauchwand zu Lasten der Eimerhenkel-Bewegung der unteren Rippen.

An der Ruheinspiration sind außerdem die Mm. scaleni beteiligt, die das erste und zweite Rippenpaar und damit den oberen Teil des knöchernen Brustkorbs anheben. Diese Bewegung nach ventral und cranial wird als **Pumpschwengel-Bewegung** bezeichnet. Die Inspirationsfunktion der Mm. scaleni kann durch leichtes Zurückbeugen des Halses verstärkt werden (■ Abb. 1.9).

Inspiratorische und expiratorische Atemhilfsmuskeln

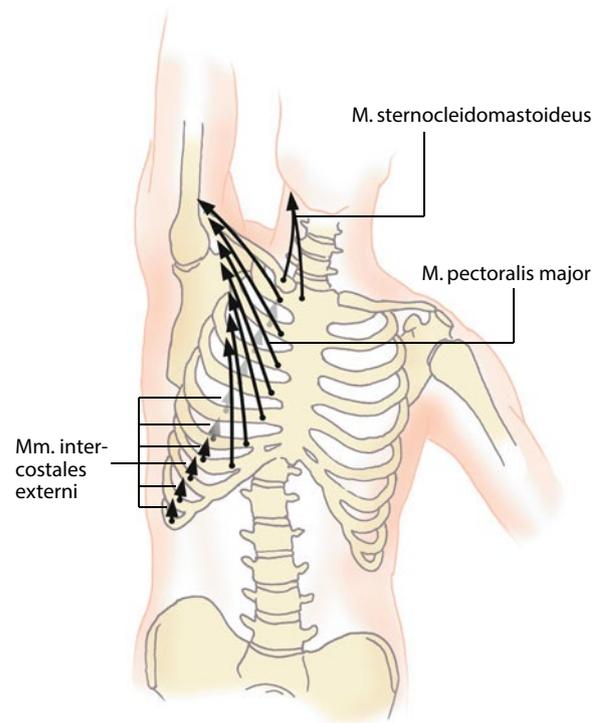
Die Zwischenrippenmuskeln **Mm. intercostales interni**, die im Rippenknorpelbereich **Mm. intercartilaginei** genannt werden, und die **Mm. intercostales externi** sind je nach Rippenstellung an der inspiratorischen (Mm. intercostales externi und Mm. intercostales interni, Pars intercartilaginei) bzw. expiratorischen Bewegung (Mm. intercostales interni) beteiligt. Das absolute Ausmaß ihrer Anteile an der tatsächlichen Bewegung wird in der Literatur noch diskutiert (De Troyer et al. 1985; Wilson et al. 2001). Bei Ruheatmung stabilisieren die Mm. intercostales interni et externi den Brustkorb als Haltemuskeln und tragen zu den Rumpfbewegungen bei. Weiterhin können bei forcierter Inspiration verschiedene



▣ Abb. 1.9 Inspiratorische Atemmuskeln von ventral

Rumpfmuskeln die Vergrößerung des Thoraxinnenraums verstärken. Ist der Schultergürtel fixiert, z. B. durch aufgestützte Arme, wirkt der **M. pectoralis major** durch Vertauschung von Punctum fixum und Punctum mobile inspiratorisch.

Der **M. sternocleidomastoideus** kann bei vollständiger Ruhehaltung des Kopfes die Inspiration durch Heben des Brustbeins unterstützen. Er wird nur atemwirksam, wenn die Intercostalmuskulatur gelähmt oder ausgeschaltet ist (▣ Abb. 1.10).



▣ Abb. 1.10 Funktion inspiratorischer Atemhilfsmuskeln von ventral

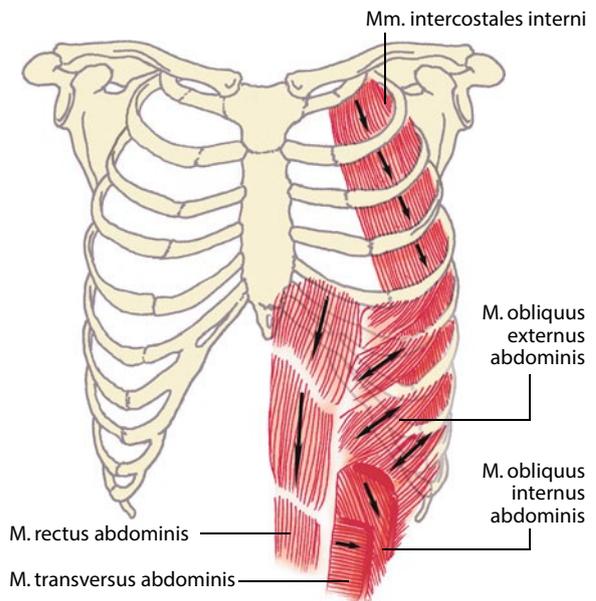
Memo

Inspiratorische Atemmuskeln:

- Diaphragma
- Mm. scaleni

Inspiratorische Atemhilfsmuskeln:

- Mm. intercostales externi
- Mm. intercostales interni, Pars intercartilaginei
- M. pectoralis major
- M. sternocleidomastoideus



▣ Abb. 1.11 Expiratorische Atemmuskeln von ventral

Die Ausatmung erfolgt in Ruhe passiv durch die Retraktionskraft der Lunge und das Nachlassen der Spannung von Diaphragma und der Mm. scaleni. In der Aufrichtung wirkt zusätzlich die Schwerkraft, die Rippen sinken durch ihr eigenes Gewicht. Bei verstärkter Ausatmung durch Belastung, bei Behinderung der Expiration, beim Sprechen, Singen, Husten, Niesen oder Lachen wird die Ausatmung aktiv durch die expiratorischen Atemhilfsmuskeln unterstützt.

Die **Muskeln der Bauchwand** (M. rectus abdominis, Mm. obliqui externus et internus abdominis und

M. transversus abdominis) sind sehr kräftige Muskeln, mit deren Hilfe der intraabdominale Druck erhöht wird und forciert ausgeatmet werden kann (▣ Abb. 1.11).

Die sich kontrahierenden Bauchmuskeln senken den unteren Thoraxrand. Der transversale und der sagittale Durchmesser des Bauchraums werden verkleinert. Der hohe intraabdominale Druck verlagert die Bauchein-