

Atmungssystem

Sanitäter in der Feuerwehr Modell Regionalverband Saarbrücken

„Atmungssystem“

Inhaltsübersicht

- Aufbau der Atmungsorgane
- Physiologie der Atmung
- Die Lunge



Atmungssystem

Definition:

Unter Atmung versteht man ganz allgemein die Aufnahme von Sauerstoff (O_2) und die Abgabe von Kohlendioxid (CO_2). Die Zellen des Menschlichen Körpers sind auf eine ständige O_2 und einen konstanten Abtransport des Verbrauchten O_2 in Form von CO_2 angewiesen. Diese Aufgabe wird vom **Respirationstrakt** (Atmungstrakt) in Zusammenarbeit mit dem Kreislaufsystem erfüllt. Unter der **äußeren Atmung** versteht man dabei den in der Lunge stattfindenden Gasaustausch zwischen Blut und Lungenbläschen, unter der **inneren Atmung** (Auch Zellatmung bezeichnet) den Verbrauch von Sauerstoff beim Zellstoffwechsel.

Atmungssystem

AUFBAU DER ATMUNGSORGANE

Aufbau der Atmungsorgane

Die Atemwege werden in die **oberen** und **unteren Atemwege** unterteilt.

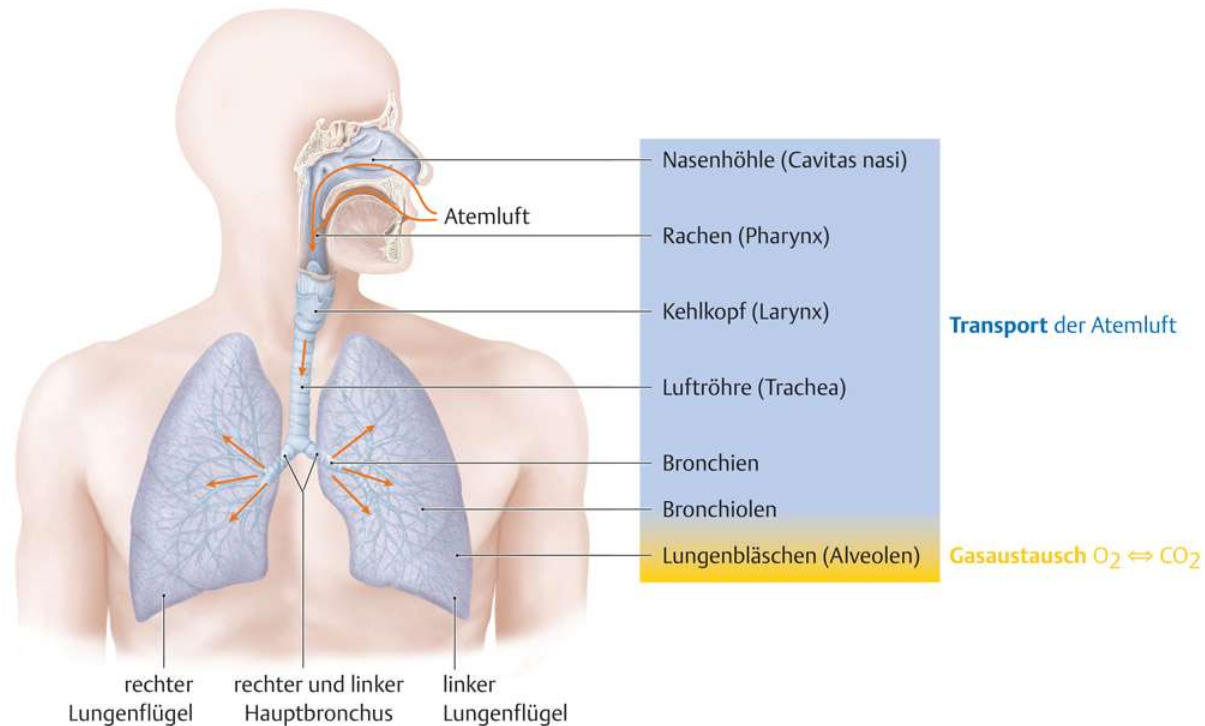
Obere Atemwege:

- Nasenhöhle
- Rachen (Pharynx)

Untere Atemwege:

- Kehlkopf (Larynx)
- Luftröhre (Trachea)
- Bronchien
- Lungenbläschen (Alveolen)

Aufbau der Atmungsorgane



Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart · New York
 retten - Rettungssanitäter · 2017

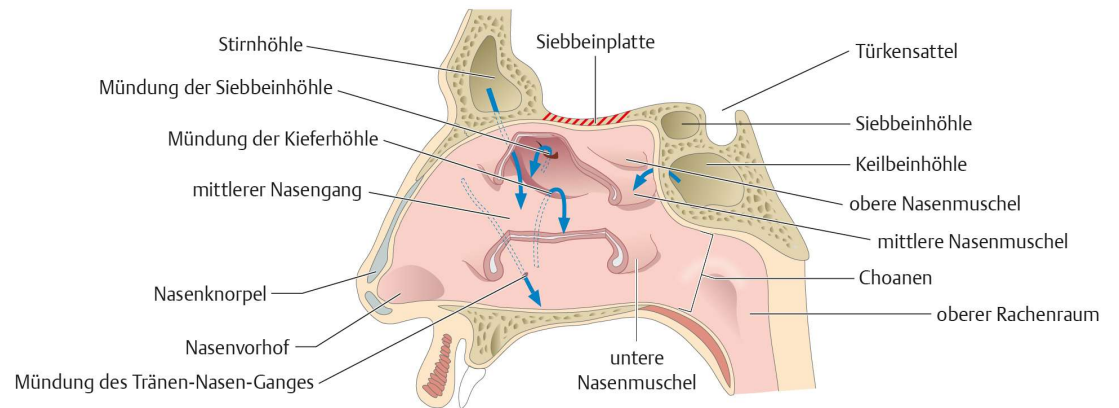
Nasenhöhle

Die Nasenhöhle wird durch die in der Mitte liegenden **Nasenscheidewand** in zwei Anteile unterteilt. Der Gaumen trennt die Nasenhöhle nach unten von der Mundhöhle, nach hinten führt das Nasenloch (Choane) in den Rachen. Die seitliche Wand der Nasenhöhle ist durch drei in der Nasenhöhle vorspringende, dachförmige **Nasenmuscheln** vergrößert, unter denen die drei **Nasengänge** liegen.

Am oberen Dach der Nasenhöhle, das von den Siebbeinplatte gebildet wird, befindet sich das **Riechorgan**. Dort ziehen von der Schleimhaut keine Ausläufer des Riechnerven (**N. olfactorius**) durch die Siebbeinplatte und leiten dort empfangene Duftimpulse an das Gehirn weiter.

Hauptfunktionen:

- Bereitet die Atemluft für die unteren Atemwege vor, indem sie sie erwärmt, vorreinigt und befeuchtet
- Beherbergt den Geruchssinn
- Gibt der Stimme Resonanzraum

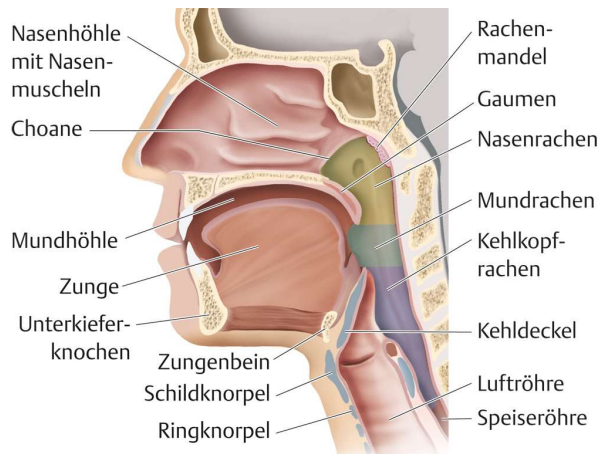


Georg Thieme Verlag, Stuttgart · New York
I care Pflege · 2020

Sanitärer in der Feuerwehr - Modell Regionalverband
Saarbrücken

Rachen (Pharynx)

Der Rachen (Pharynx) verbindet die Nasen- und die Mundhöhle mit der Luft- bzw. der Speiseröhre. Hier liegen auch die Mandeln (**Tonsillen**). Durch Berührung der hinteren Rachenwand kann der Würgereflex ausgelöst werden.




 Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart · New York
 retten · Rettungsassistenten · 2017

Rachen kann in drei Etagen unterteilen:

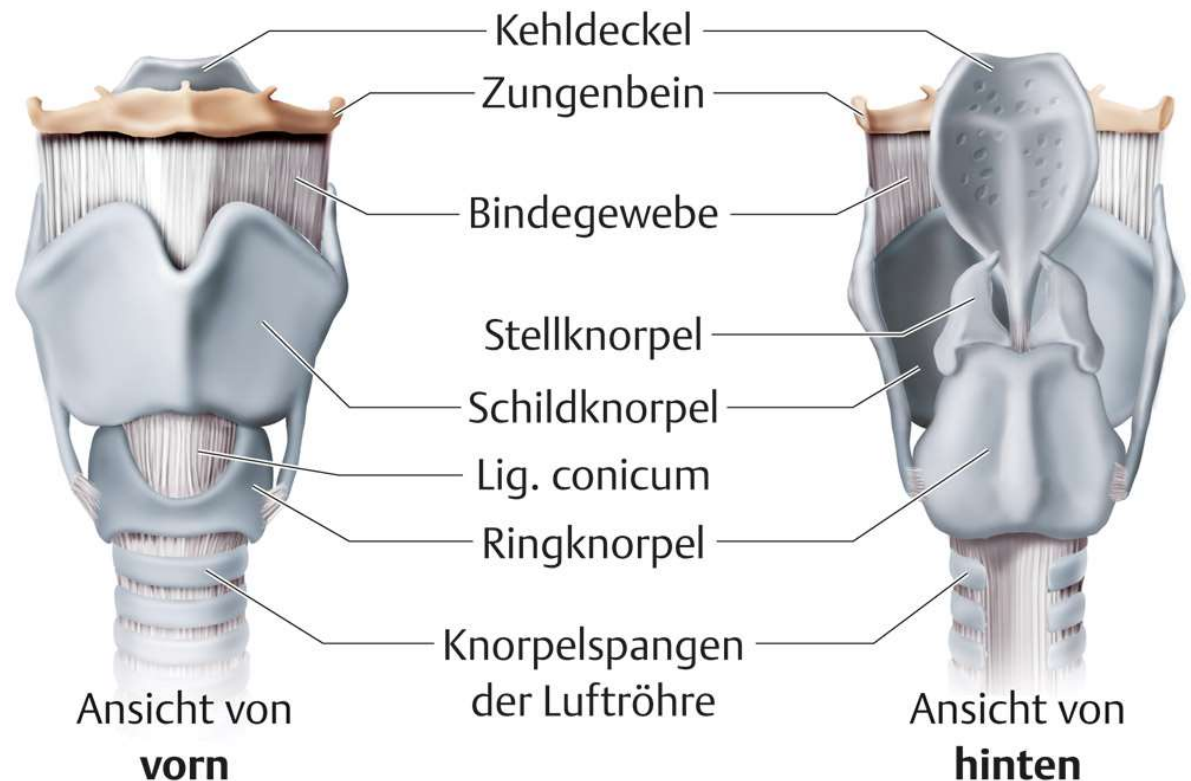
- **Nasenrachen (Nasopharynx, Epipharynx):**
oberer Teil des Rachens – Mündungsort der Ohrtrumpete, Sitz der Rachenmandel
- **Mundrachen (Oropharynx, Mesopharynx):**
mittlerer Abschnitt des Rachens – gemeinsamer Abschnitt von Luft- und Speiseweg, Sitz der Gaumenmandel
- **Kehlkopfrachen (Laryngopharynx, Hypopharynx):**
unterer Abschnitt des Rachens – reicht bis hinter den Kehlkopf

Kehlkopf (Larynx)

Der Kehlkopf (**Larynx**) verbindet den Rachen mit der Luftröhre.

Er erfüllt 2 Funktionen:

- Sein Kehldeckel (**Epiglottis**) verschließt den Kehlkopf beim Schluckvorgang und sorgt zusammen mit dem Rachen dafür, dass beim Schlucken keine Nahrung in die Luftröhre gelangt.
- Durch die an ihm befestigten beiden Stimmbänder ist er für die **Stimmbildung** verantwortlich.



Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart · New York
 retten - Rettungssanitäter · 2017
 Prometheus LernAtlas der Anatomie. Grafiker: M. Voll

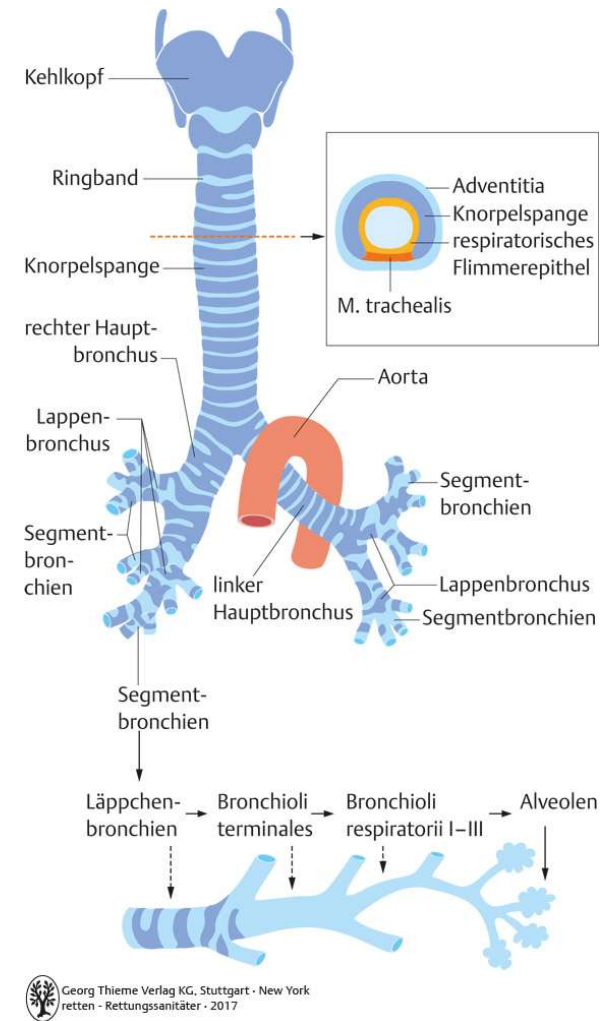
Luftröhre (Trachea)

Die Trachea ist ein röhrenförmige Organ, das den Larynx mit den beiden Hauptbronchien verbindet. Die Trachea ist Teil der unteren Atemwege.

Die Trachea ist etwa 10-12 cm lang und markiert den Beginn der unteren Atemwege. Sie beginnt am Ringknorpel (Cartilago cricoidea) und endet an der Bifurcatio tracheae.

Die Trachea enthält in ihrer Wand 15 bis 20 hufeisenförmige Knorpelspangen (Cartilago trachealis) aus hyalinem Knorpel, die durch Bänder (Ligamenta anularia) miteinander verbunden sind. Sie verstärken die Wand und verhindern das Kollabieren der Luftröhre während der In- und Expiration. Der physiologische Durchmesser der Trachea beträgt sagittal und koronal 27 bzw. 25 mm bei Männern und 23 bzw. 21 mm bei Frauen. Die unteren Normgrenzen sind 13 mm beim Mann und 10 mm bei der Frau.

- Länge: 10 – 12cm
- 15 – 20 Knorpelspangen
- Durchmesser: 27 – 25mm



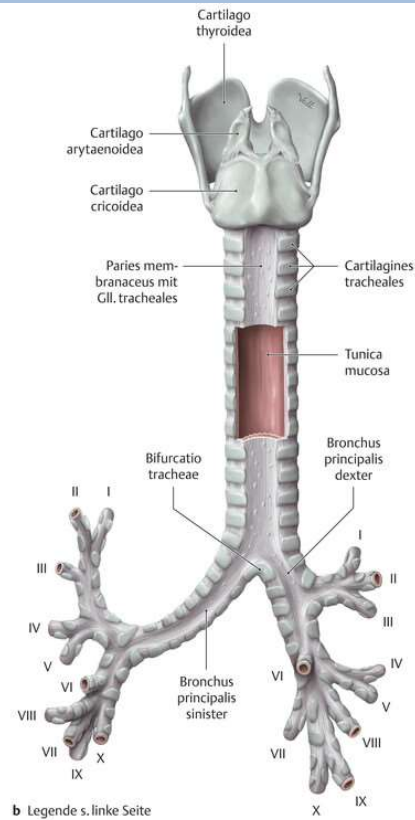
Bronchien

Die Bronchien sind Teil der Atemwege. Es handelt sich um röhrenförmige Strukturen in der Lunge, die von der Trachea ausgehen und die Luft in die Alveolen transportieren. In ihrer Gesamtheit bilden sie das Bronchialsystem.

Die Hierarchie des Bronchialbaumes gliedert sich wie folgt:

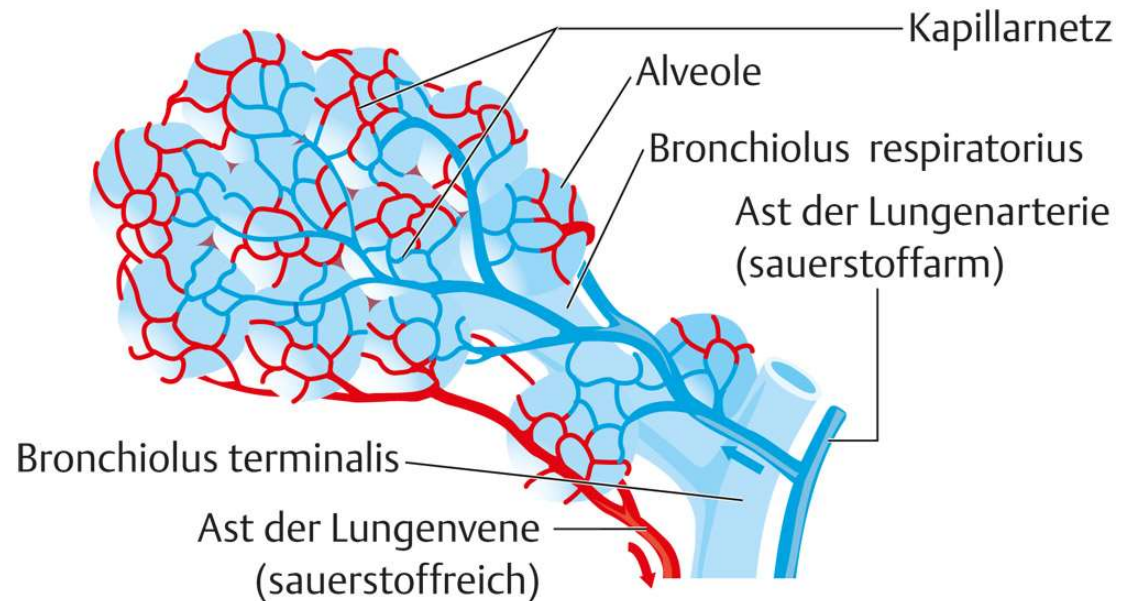
- Bronchus principalis dexter et sinister:
Rechter und linker Hauptbronchus
- Bronchi lobares superior, medius (**nur rechts**), inferior: **Oberer, mittlerer und unterer Lappenbronchus**
- Bronchi segmentales - 10 rechts, 9 links
- Bronchi subsegmentales
- Bronchiolen
 - Bronchioli lobulares
 - Bronchioli terminales
 - Bronchioli respiratorii

Bronchien



Lungenbläschen (Alveolen)

Lungenalveolen sind kleinste Strukturelemente der Lunge (Pulmo), in denen bei der Atmung der Gasaustausch zwischen Blut und Alveolarluft erfolgt. Sie sind das Ziel des Gastransports durch die Atemwege.



Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart · New York
retten - Rettungssanitäter · 2017

Atmungssystem

PHYSIOLOGIE DER ATMUNG

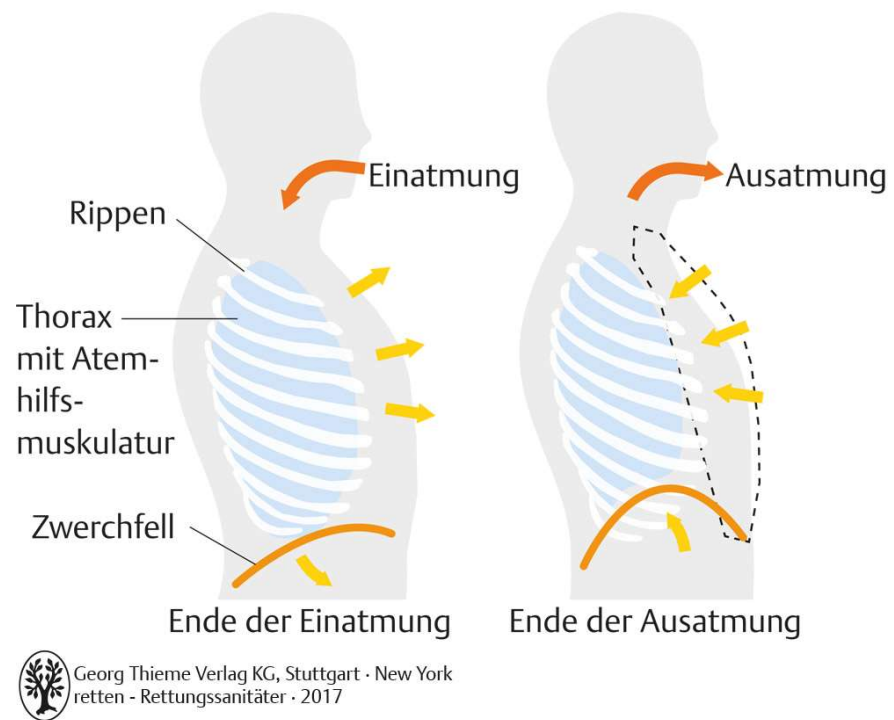
Atemmechanik

Bei der Atemmechanik der Lunge unterscheidet man in:

- Einatmung (**Inspiration**)
- Ausatmung (**Expiration**)

Einatmung:

Bei der Einatmung (**Inspiration**) zieht sich das Zwerchfell als wichtigster Atemmuskel zusammen, wodurch sich der Brustraum erweitert. Da die Lunge der Bewegung der Brustwand folgt, wird sie gedehnt. Dadurch entsteht in der Lunge ein Unterdruck, und Luft wird eingesogen. Die Dehnbarkeit der Lunge wird als Compliance bezeichnet. Neben dem Zwerchfell sind auch die äußeren Zwischenrippenmuskeln an der Einatmung beteiligt.



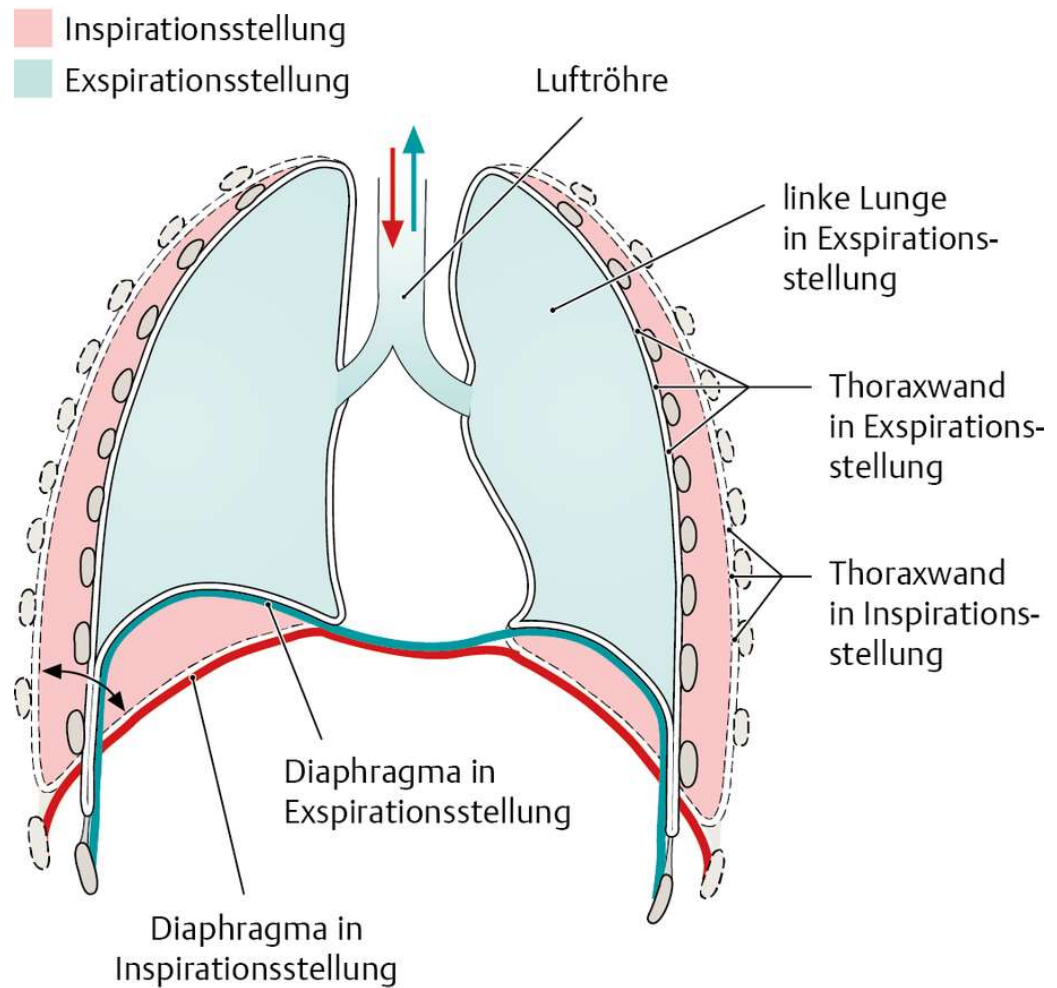
Atemmechanik

Ausatmung:

Weil sich die Lunge auf Grund ihrer elastischen Eigenschaften von selbst zusammenzieht, erfolgt die Ausatmung (**Expiration**) ohne Muskelbeteiligung. Nur bei verstärkter Ausatmung wird die Ausatmung durch Muskulatur unterstützt.

Atemhilfsmuskulatur:

Muskeln, die von Kopf über Schultern zu den Rippen ziehen, diese Vergrößern bei Bedarf die Volumenausdehnung.



aus Schünke, Schulte, Schumacher, Prometheus, Innere Organe, Thieme, 2014; Grafiker: Markus Voll

Atemsteuerung

Das Atemzentrum befindet sich im verlängerten Rückenmark (Medulla oblongata) und steuert als Taktgeber die Atemfrequenz. Es bestimmt die Rhythmik in der In- und Expiration durch wechselnde, salvenartige Entladung inspiratorischer und expiratorischer Nervenzellengruppen (Neuronen).

Unter Atemregulation versteht man die Einstellung der Atmung auf die wechselnde Bedürfnisse des Gesamtorganismus und die Anpassung an verschiedene Situationen (große Höhe, vermehrte Belastung). Hierzu stehen mehrere Mechanismen zur Verfügung.

Das Ausmaß der Atemtätigkeit wird in erster Linie durch die Partialdrücke von O_2 und CO_2 bestimmt.

Steigerung der Atemfrequenz durch:

- Erhöhung des pCO_2
- Erniedrigung von pO_2
- pH kleiner als 7,4

Abfall der Atemfrequenz durch:

- Erniedrigung des pCO_2
- Erhöhung von pO_2
- pH größer als 7,4

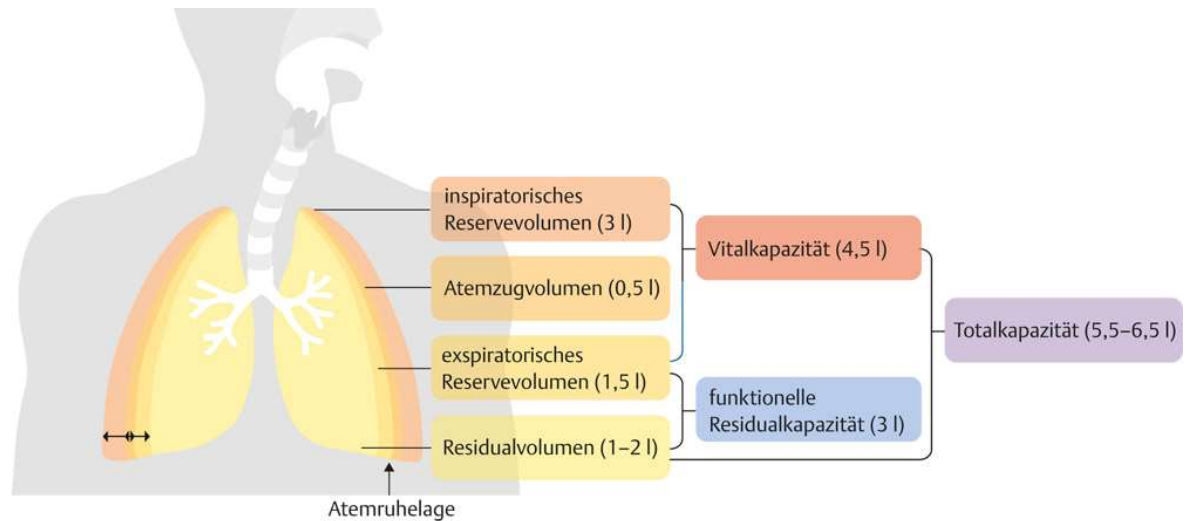
Atemvolumina

Die Luftmenge, die während der Ein- und Ausatmung bewegt wird, wird als Atemvolumina bezeichnet. Sie können durch Lungenfunktionsprüfungen (Lufu) gemessen werden.

AMV – Atemminutenvolumen

AF – Atemfrequenz

AZV – Atemzugvolumen



Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart · New York
retten - Rettungssanitäter · 2017

$$AMV = AZV \times AF$$

Rechenbeispiel:

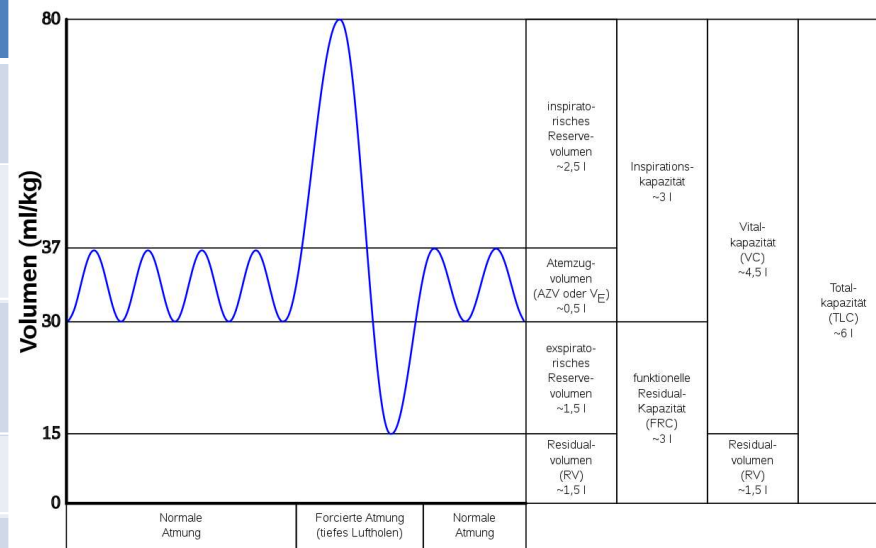
AZV: 0,5l

AF: 15/min

$$\begin{aligned}
 AMV &= 0,5l \times 15/min \\
 AMV &= 7,5 l
 \end{aligned}$$

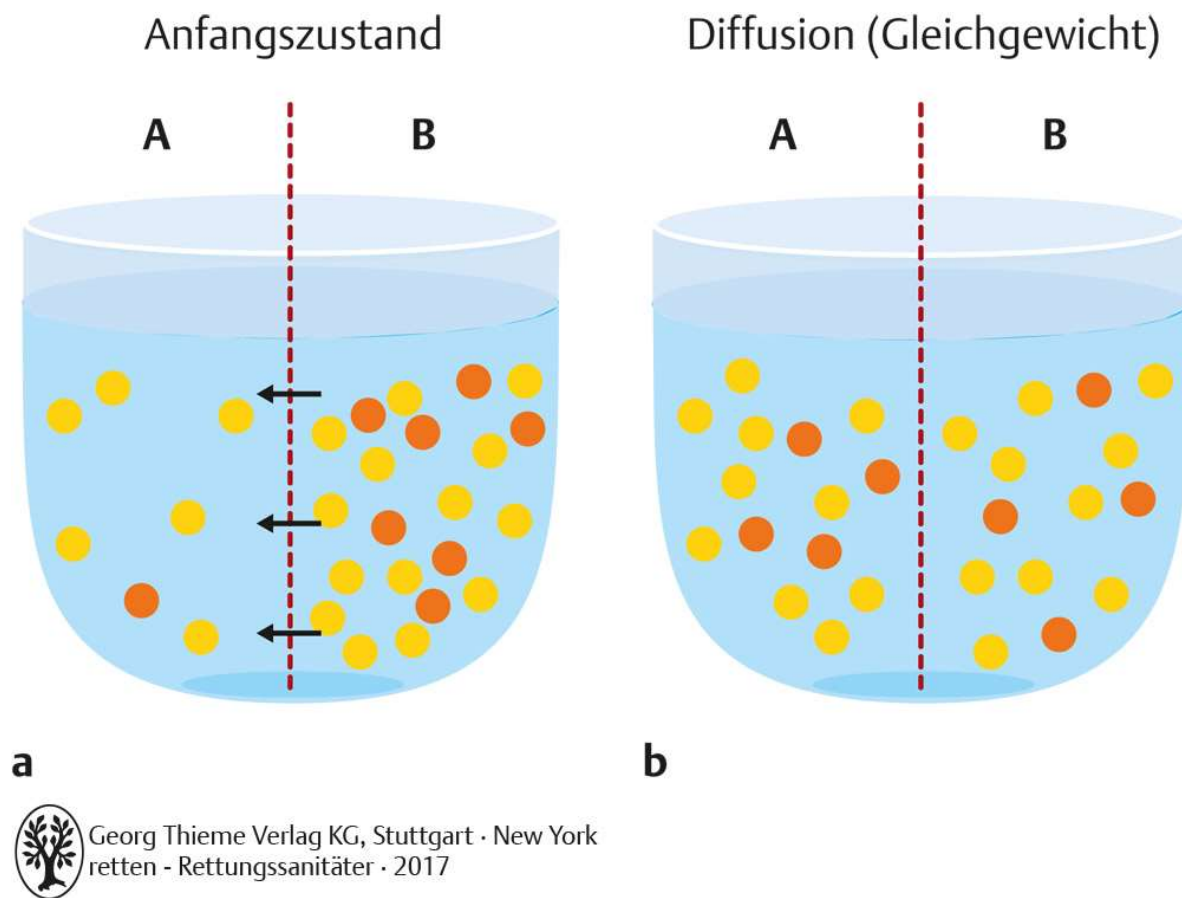
Atemvolumina

Bezeichnung	Abkürzung	Wert (l)	Beschreibung
Atemzugvolumen	AZV	0,4-0,5	Volumen, welches bei jedem Atemzug ein- und ausgeatmet wird
Inspiratorisches Reservevolumen	IRV	2,5-3,0	Volumen, welches nach einer normalen Inspiration noch zusätzlich eingeatmet werden kann
Expiratorisches Reservevolumen	ERV	1,0-1,5	Volumen, welches nach einer normalen Expiration zusätzlich noch ausgeatmet werden kann
Vitalkapazität	VK, VC	4,5-5,0	Summe aus AZV, IRV und ERV
Residualvolumen	RV	1,5-2,0	Volumen, welches nach maximaler Expiration in der Lunge verbleibt
Totalkapazität	TK, TLC	6,0-6,5	Summe aus VK und RV
Funktionelle Residualkapazität	FRK, FRC	2,5-3,0	Summe aus ERV und RV



Diffusion

Diffusion (lateinisch: diffundere „ausgießen“, „verstreuen“, „ausbreiten“) ist der ohne äußere Einwirkung eintretende **Ausgleich** von **Konzentrationsunterschieden** in Flüssigkeiten oder Gasen als natürlich ablaufender physikalischer Prozess aufgrund der **brownschen Molekularbewegung**. Er führt mit der Zeit zur vollständigen Durchmischung zweier oder mehrerer Stoffe durch die gleichmäßige Verteilung der beweglichen Teilchen. Bei den Teilchen kann es sich um Atome, Moleküle, Ladungsträger oder auch um freie Neutronen handeln. Meist ist zumindest einer der Stoffe ein Gas oder eine Flüssigkeit, doch können auch Feststoffe und Plasmen ineinander diffundieren.

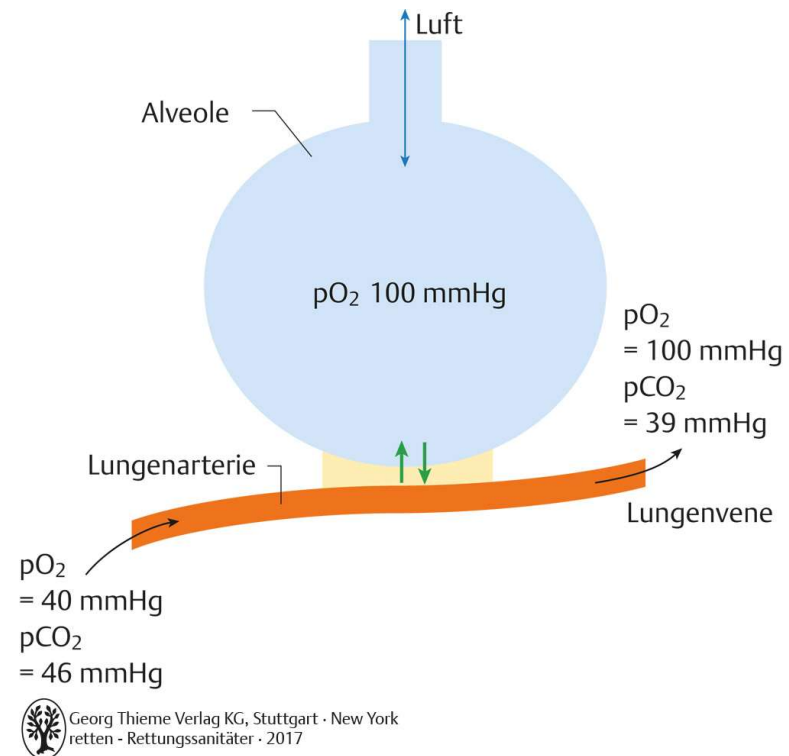


Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart · New York

 retten · Rettungssanitäter · 2017

Gasaustausch in den Alveolen

Der Austausch der Atemgase findet zwischen **Alveole** und **Lungenkapillare** statt, wobei die Kapillaren die Alveolen wie ein Netz umspannen. Es kommt hier zur Aufnahme von **Sauerstoff** (O_2) aus den Alveolen auf die Erythrozyten und zur Abgabe von **Kohlendioxid** (CO_2) von den Erythrozyten in die Alveolen. Treibende Kraft des Gasaustauschs, der durch Diffusion stattfindet, sind die Konzentrationsunterschiede in den Alveole und Kapillarblut.



Zusammensetzung der Atemluft

	Einatemluft	Ausatemluft
Stickstoff (N)	78%	79%
Sauerstoff (O ₂)	21%	16%
Kohlendioxid (CO ₂)	0,03%	4%
Andere	1%	1%

Atemfrequenzen

Tachypnoe

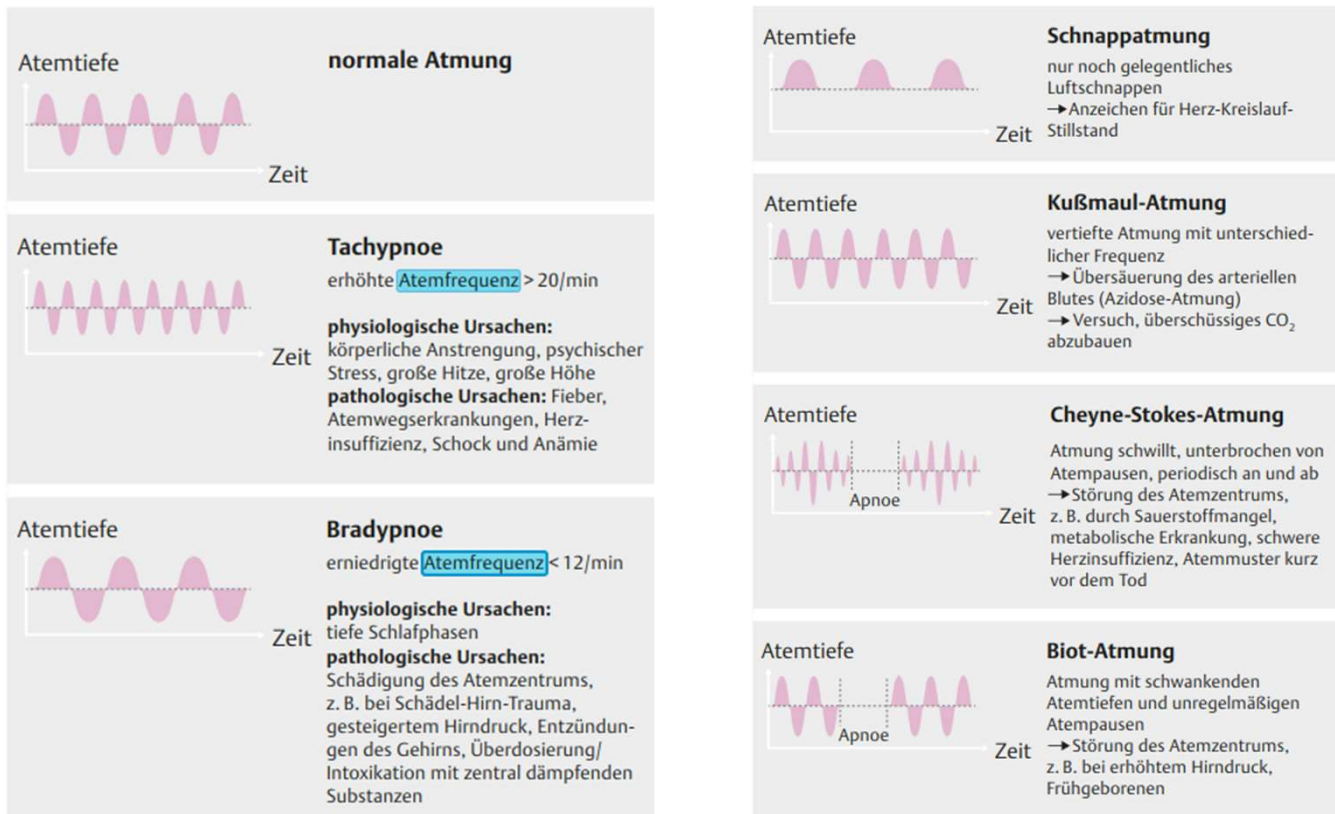
Eine Tachypnoe ist eine beschleunigte Atmung (beim Erwachsenen > 20 Atemzüge/min). Physiologisch steigt die Atemfrequenz unter körperlicher Anstrengung, psychischer Aufregung und bei einem Aufenthalt in großer Hitze oder großer Höhe. Krankhafte Ursachen einer Tachypnoe sind z.B. Fieber, Atemwegserkrankungen, Herzinsuffizienz, Schock und Anämie.

Bradypnoe

Eine Bradypnoe ist eine verlangsamte Atmung (beim Erwachsenen < 12 Atemzüge/min). Physiologisch kann die Atemfrequenz in tiefen Schlafphasen vermindert sein. Pathologisch kann eine Bradypnoe auftreten, wenn das Atemzentrum geschädigt ist, z.B. bei Schädel-Hirn-Trauma, gesteigertem Hirndruck, Entzündungen des Gehirns, oder unter einer Überdosierung/Intoxikation mit zentraldämpfenden Substanzen, z.B. Opiaten.

Alter in Jahren	Atemzüge pro Minute
Neugeborenes (0 – 4 Wochen)	30 – 50
Säugling (<1)	20 – 40
Kleinkind (1 – 6)	20 – 30
Schulkind (7 – 12)	18 – 25
Jugendlicher (13 – 18)	16 – 22
Erwachsener (19 – 64)	12 – 18
älterer Mensch (>64)	12 – 18

Atemmuster



Atmungssystem

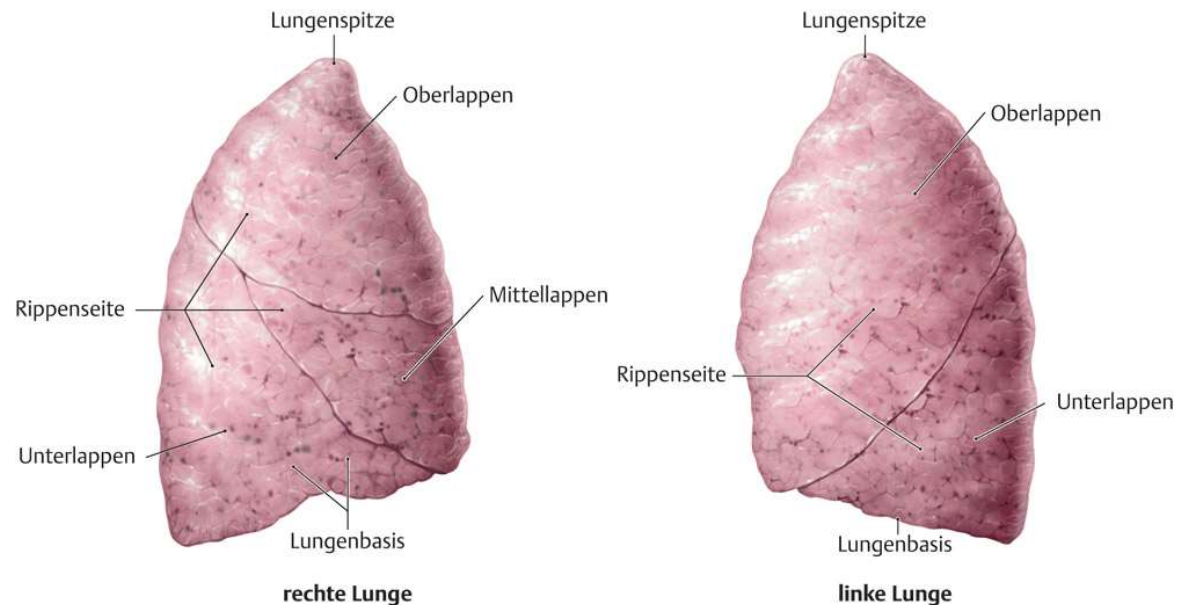
DIE LUNGE

Die Lunge (Pulmo)

Die **Lunge** (Pulmo) ist ein paarig angelegtes Organ, das in der Brusthöhle liegt. Ihre Aufgabe ist die Aufnahme von Sauerstoff und die Abgabe von Kohlendioxid (**Gasaustausch**).

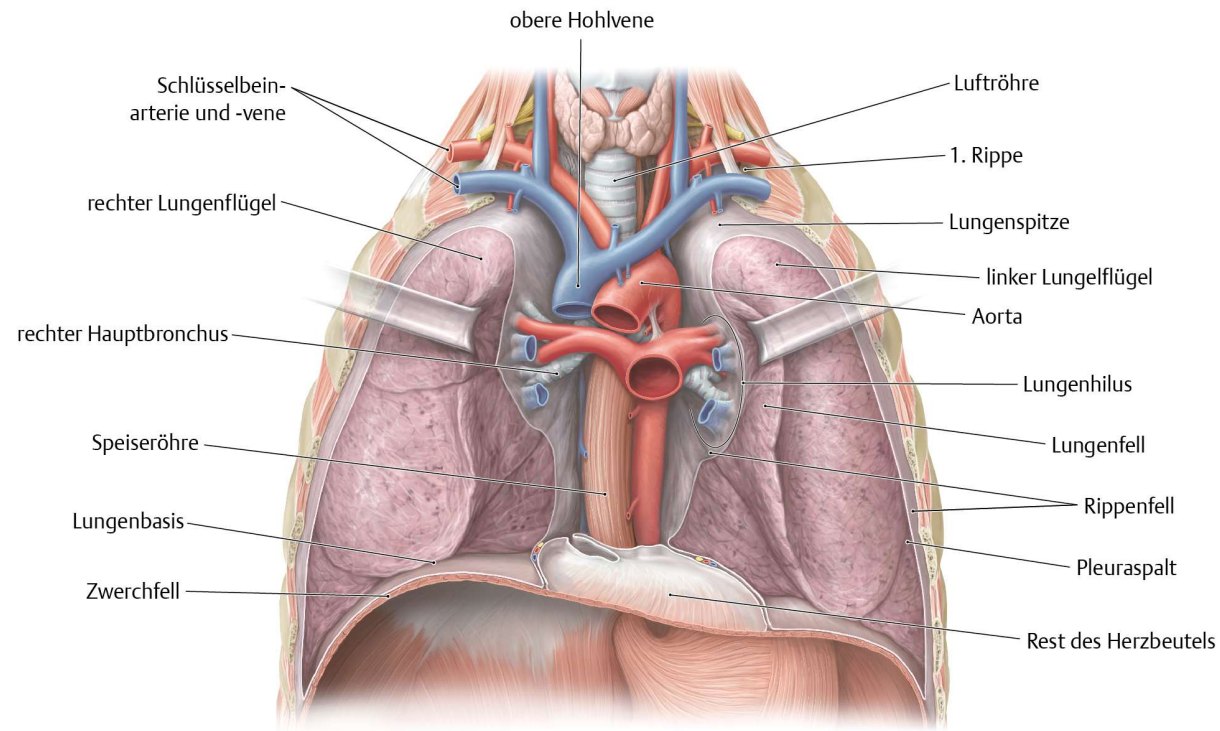
Die rechte und linke **Lunge** (Pulmo dexter und sinister) gliedern sich in:

- **Lungenlappen** (Lobus pulmonalis): rechts 3 und links 2 Lappen, die durch Fissuren getrennt sind.
- **Lungensegmente** (Segmentum bronchopulmonale): pro Lunge i.d.R. 10 Segmente
- **Lungenläppchen** (Lobulus pulmonalis) mit den Azini.



Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart · New York
 retten - Rettungssanitäter · 2017
 Prometheus LernAtlas der Anatomie. Grafiker: M. Voll

Die Lunge (Pulmo)



Aus: Schünke M, Schulte E, Schumacher U. PROMETHEUS
 LernAtlas der Anatomie. Illustrationen von Voll M und Wesker K. 5. Auflage.
 Stuttgart: Thieme; 2018

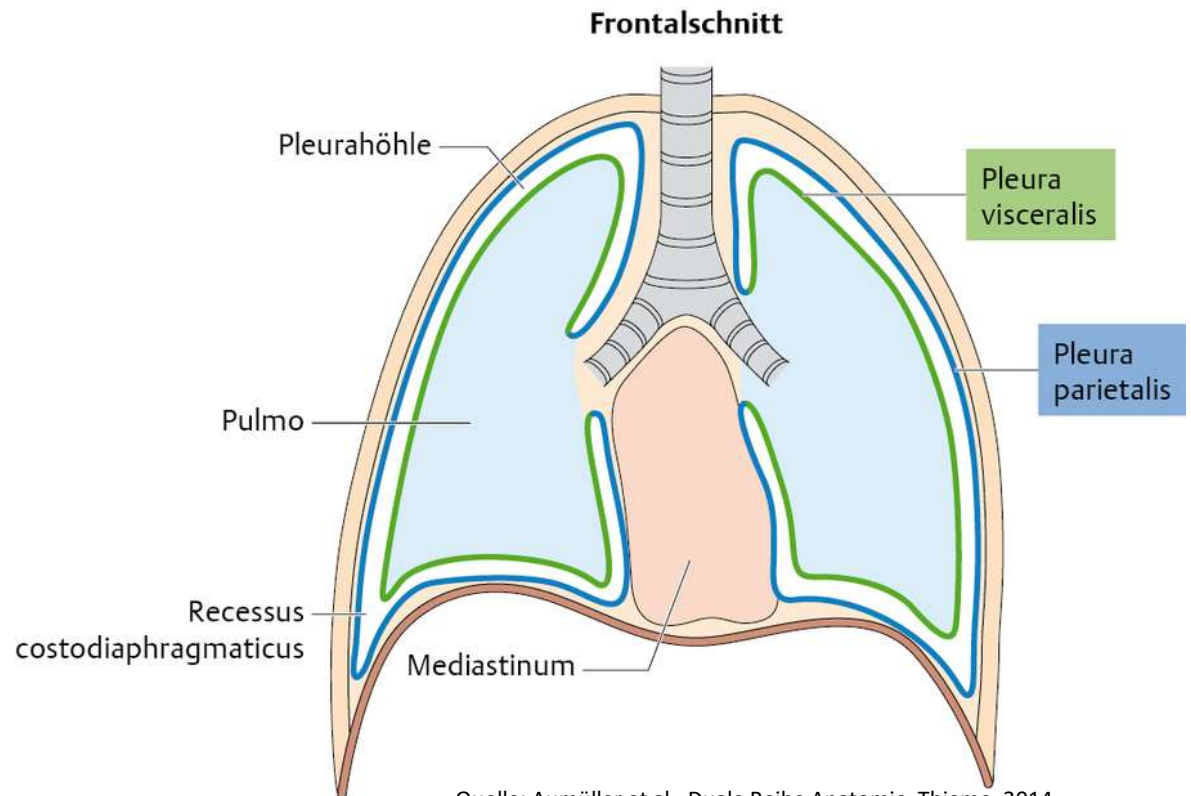
Lungen- und Brustfell (Pleura)

Die **Pleura** ist eine seröse Haut in der Brusthöhle. Sie besteht aus **2 Blättern**:

- **Pleura visceralis**, die das innere Blatt bildet und die linke und rechte Lunge umhüllt
- **Pleura parietalis**, die das äußere Blatt bildet und die Innenwand des Thorax auskleidet.

Beide Pleurablätter gehen am Lungenhilum ineinander über. Dadurch entsteht um jede Lunge ein spaltförmiger Raum (**Pleuraspalt**), der mit wenigen Millilitern Flüssigkeit gefüllt ist.

Die Pleura parietalis bildet Umschlagfalten, die eine Ausdehnung der Lunge während der Einatmung ermöglichen.



Zeit für Fragen..!

