
Atmungssystem

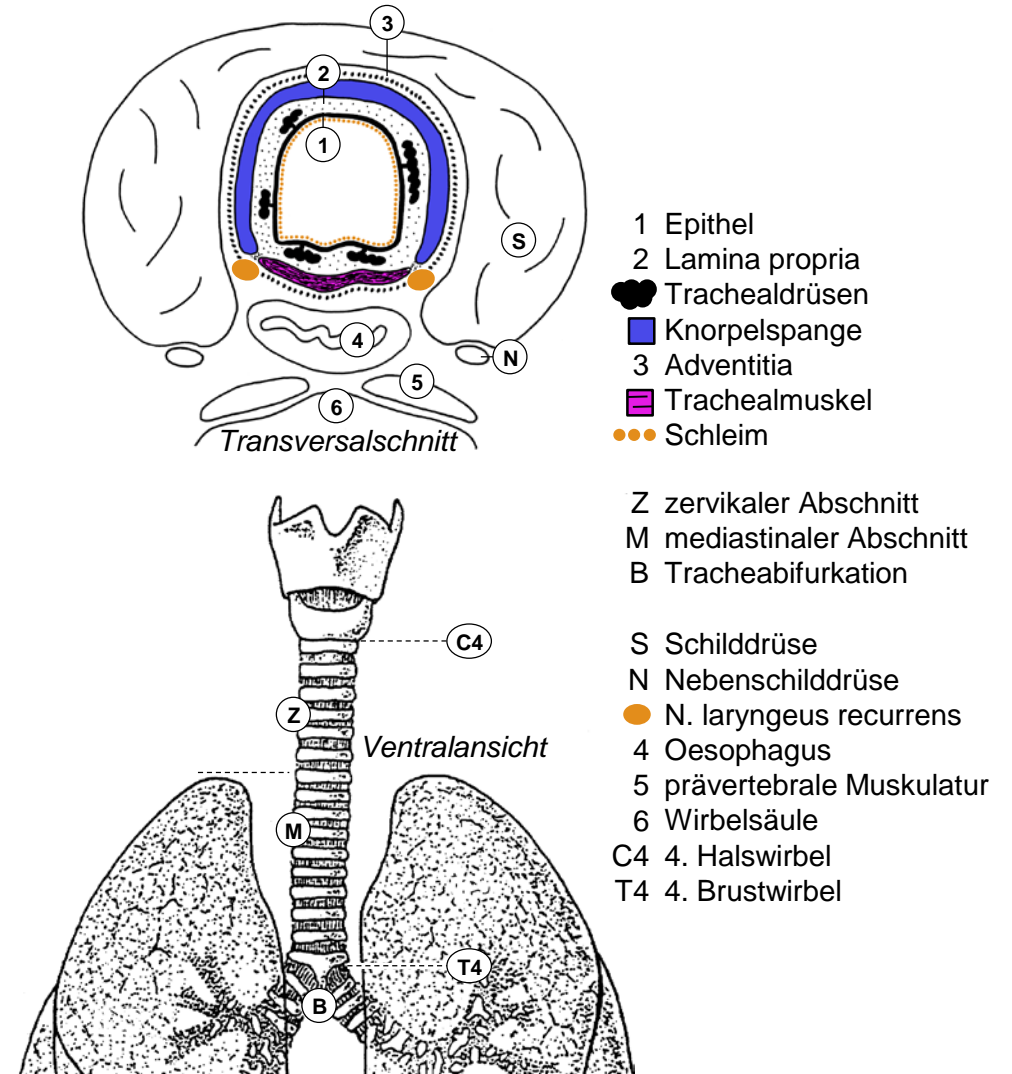
Trachea, Lungen, Thorax

David P. Wolfer
Institut für Bewegungswissenschaften und Sport, D-HEST, ETH Zürich
Anatomisches Institut, Medizinische Fakultät, Universität Zürich

376-0151-00/01 Anatomie und Physiologie I, Mi 26.10.2016 08:00

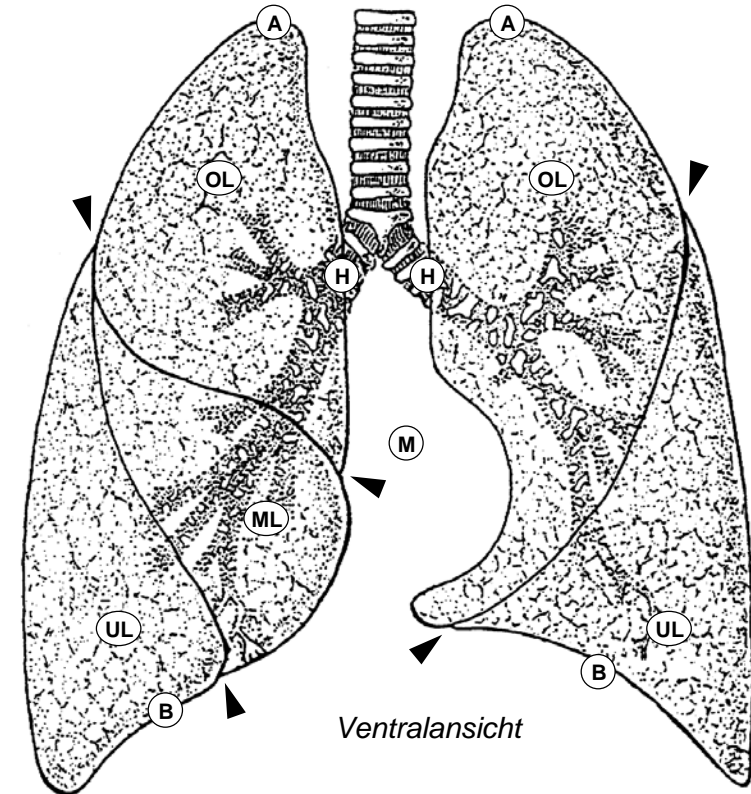
Trachea

- *Trachea = Luftröhre*
 - *Begin: kaudaler Rand Ringknorpel (Höhe 4. Halswirbel)*
 - *zervikaler, mediastinaler Abschnitt*
 - *Tracheabifurkation → Hauptbronchien (Höhe 4. Brustwirbel)*
- *Wandbau Trachea*
 - *selber Wandbau wie Hauptbronchien*
 - *Tunica mucosa (Schleimhaut): Lamina epithelialis = respiratorisches Epithel + Lamina propria = Bindegewebe mit vielen elastischen Fasern (bewirken Trachealzug) und seromukösen Trachealdrüsen*
 - *Tunica fibrocartilaginea lateral und ventral: hyaline Knorpelspangen, dazwischen Ligamente*
 - *Trachealmuskel nur dorsal*
 - *Tunica adventitia: lockeres kollagenes Bindegewebe, Verschiebeschicht gegen Umgebung*
- *Nachbarschaftsbeziehungen*
 - *zervikaler Abschnitt: N. laryngeus recurrens, Schilddrüse, Oesophagus*
 - *mediastinaler Abschnitt: Oesophagus, grosse Gefässe*



Lunge

- **Gliederung**
 - **Lappen:** rechte Lunge 3, linke 2: getrennt durch Fissuren (ermöglichen Lappenresektion)
 - **Segmente:** rechts 10, links 9, getrennt durch vollständige Bindegewebesepten (ermöglichen Segmentresektion)
 - **Lobuli (Läppchen):** ca. 10,000, \varnothing 0.8-2cm, getrennt durch unvollständige Bindegewebesepten
 - **Azini:** ca. 100,000, \varnothing 3-8mm, nur im LM abgrenzbar
 - **Alveolen (Lungenbläschen):** ca. 350 Mio, \varnothing 50-250 μ m, Austauschfläche Σ 80-130m² (halber Tennisplatz)
- **Leitungsbahnen**
 - **Luftwege:** Aufteilung bestimmt Gliederung der Lunge
 - **Gefäße:** Arbeitskreislauf (Lungenarterie & -Venen), Privatkreislauf (Bronchialgefäße), Lymphgefäße mit Lymphknoten va beim Hilum und entlang Trachea
 - **Gemeinsamer Ein/Austritt der Leitungsbahnen durch Hilum**
 - **Segmente und Lobuli:** Luftwege & Arterien verlaufen zentral, Venen peripher, Lymphgefäße zentral und peripher

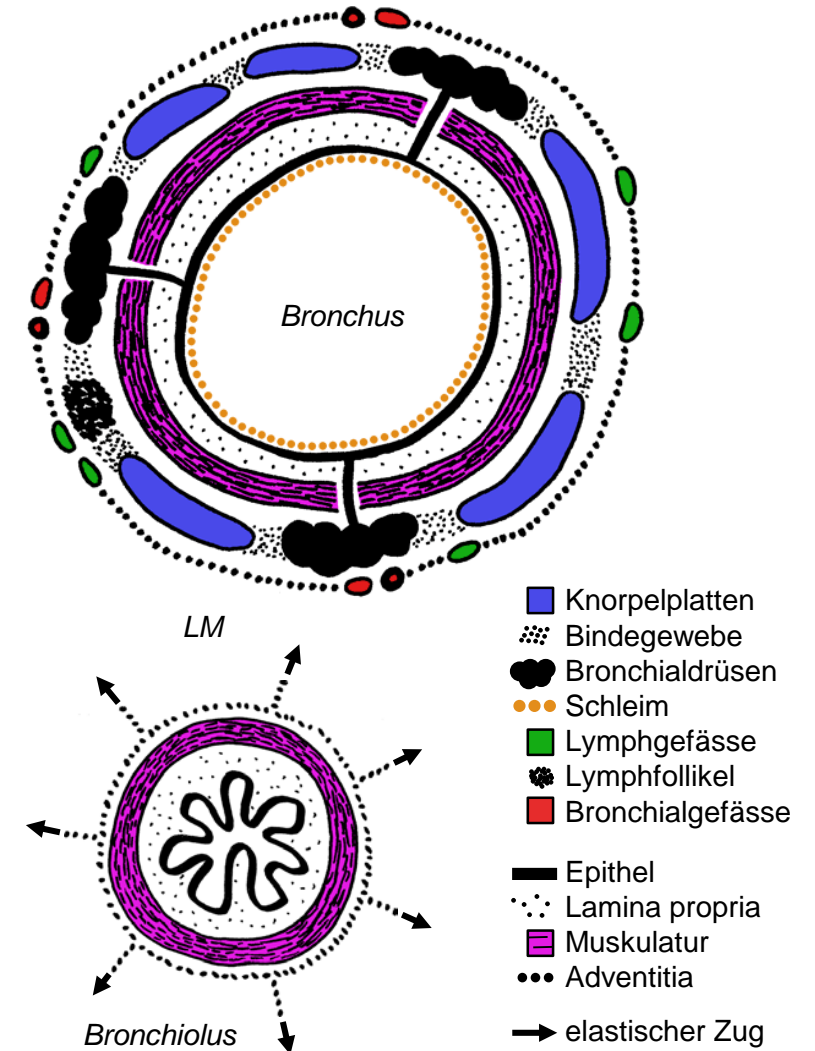


OL Oberlappen (Lobus sup.) A Lungenspitze (Apex)
ML Mittellappen (Lobus med.) B Basis
UL Unterlappen (Lobus inf.) M Mediastinum
H Hilum

► Fissuren (Fissura obliqua, horizontalis)

Intrapulmonale Atemwege, konduktiv

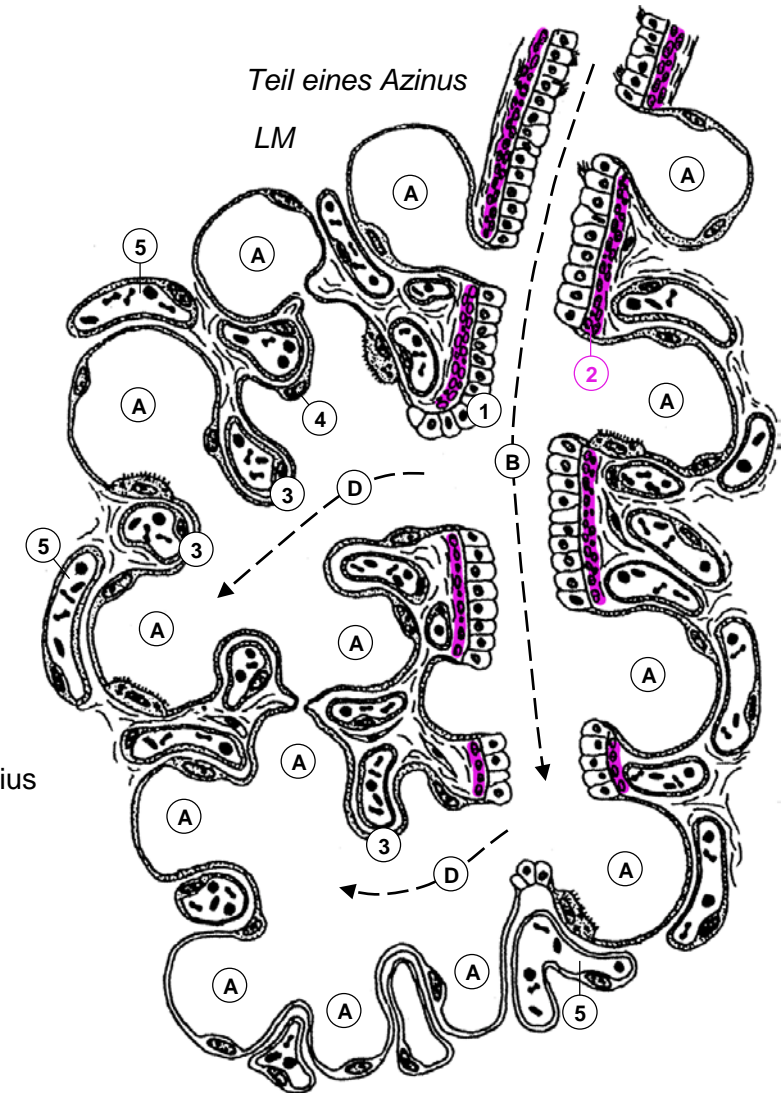
- *konduktive Abschnitte*
 - *kein Gasaustausch: für Physiologie = Totraum*
 - *fortgesetzte Erwärmung, Befeuchtung und Reinigung der Atemluft*
- *Bronchus*
 - *Lappenbronchus, Segmentbronchus*
 - *Subsegmentbronchus: 6-12 weitere Aufteilungen innerhalb Segment*
 - *Wandbau: Schleimhaut (respiratorisches Epithel + Lamina propria), Muskelschicht, hyaline Knorpelplatten und muköse Drüsen, Adventitia mit Bronchialarterien, Bronchialvenen und Lymphgefäßen*
- *Bronchiolus*
 - *grösste → Lobulus, Durchmesser < 1mm, 3-4 Teilungen im Lobulus*
 - *Bronchiolus terminalis (letzter konduktiver Abschnitt) → Azinus*
 - *Wandbau: keine Drüsen, kein Knorpel, keine Bronchialgefäße*
 - *Zug durch elastisches Lungengewebe verhindert Kollaps bei Expiration, durch Muskelschicht: stark verengbar*
 - *Problemstrecke bei obstruktiven Lungenerkrankungen: übermässige Kontraktion der Muskulatur, Verlegung durch Sekret*
 - *Emphysem: Kollapsgefahr durch Verlust elastischen Zugs*



Intrapulmonale Atemwege, respiratorisch

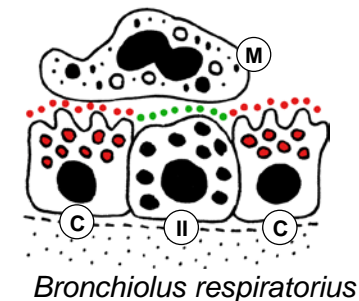
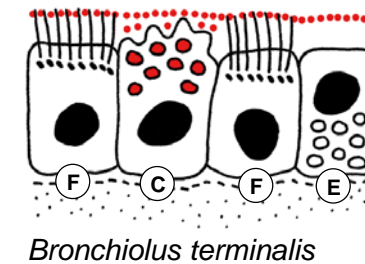
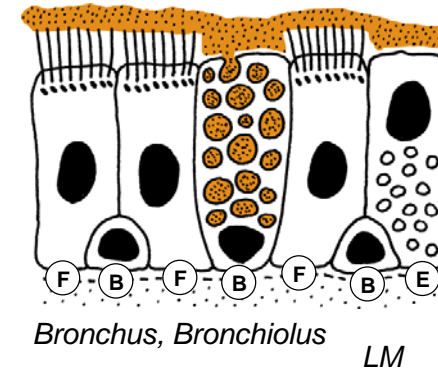
- *respiratorische Abschnitte*
 - *Beitrag zu Gasaustausch*
- *Bronchiolus respiratorius*
 - *einzelne Alveolen (Lungenbläschen) in Wand kleinster Bronchiolen*
 - *weitere Teilungen innerhalb Azinus*
- *Ductus alveolaris*
 - *Wand besteht nur aus Alveolen*
 - *total ca. 8 Mio, weitere Teilungen*
- *Alveolarseptum*
 - *gemeinsame Trennwand zwischen benachbarten Alveolen, Blutkapillaren, elastisches Bindegewebe*

- B Bronchiolus respiratorius
- D Ductus alveolaris
- A Alveole
- 1 Bronchiolarepithel
- 2 Muskulatur
- 3 Alveolarseptum
- 4 Alveolarepithel
- 5 Blutkapillare



Intrapulmonale Atemwege, Epithel

- *Bronchus, Bronchiolus*
 - *respiratorisches Epithel wie Nase, Epi- & Hypopharynx, Larynx, Trachea und Hauptbronchien*
 - *Becherzellen im Bronchus noch durch Bronchialdrüsen unterstützt, nehmen gegen Peripherie ab, fehlen im Bronchiolus*
 - *Kinozilien bewegen Schleim in Richtung Pharynx → Aushusten*
- *Bronchiolus terminalis*
 - *Clرازellen ersetzen Becherzellen (allmählicher Übergang), bilden dünnflüssiges Sekret statt Schleim*
 - *Kinozilien bewegen Sekret in Richtung Pharynx → Aushusten*
- *Bronchiolus respiratorius*
 - *Clرازellen statt Becherzellen*
 - *einzelne Alveolarzellen Typ II: bilden Surfactant*
→ *Reduktion der Oberflächenspannung, Verhindert Kollaps*
→ *determiniert Lungenreife beim Fetus*
 - *Keine Kinozilien mehr, Reinigung durch Alveolarmakrophagen: Feinstaub, Bakterien, tote Zellen*

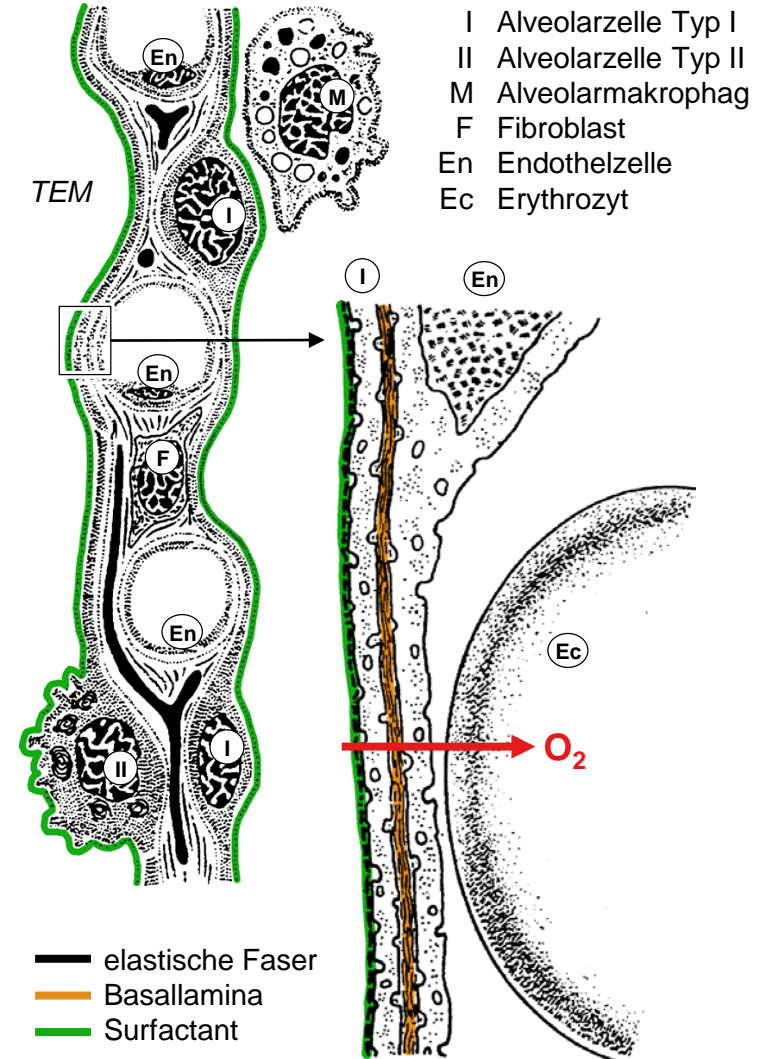


- F Flimmerzelle
- S Stammzelle
- B Becherzelle
- E endokrine Zelle
- C Clara-Zelle
- II Alveolarzelle Typ II
- M Alveolarmakrophag

- - - Basallamina
- Lamina propria
- Schleim
- wässriges Sekret
- Surfactant

Alveolarseptum

- **Alveolarepithel**
 - Alveolarzellen Typ I: sehr flach, Innenauskleidung Alveolen, minimale Diffusionsstrecke für Gasaustausch
 - Alveolarzellen Typ II: rundlich, oft in Nischen, bilden Surfactant
- **Interstitium**
 - Fibroblasten, elastisches Bindegewebe: sorgt für Retraktionskraft der Lunge, speichert während Inspiration Energie für Expiration
 - Blutkapillaren, Endothelzellen: gemeinsame Basallamina mit Alveolarzellen Typ I
- **Alveolarmakrophagen**
 - wenn satt, Wanderung in Richtung Bronchioli (→ Schleimteppich), oder Durchtritt in Interstitium (→ Lymphgefäße, Lymphknoten)
 - phagozytierter Kohlestaub färbt Interstitium und Lymphknoten schwarz
- **Emphysem**
 - Untergang der Alveolarsepten
 - Verlust an Austauschfläche, Kapillaren und Retraktionskraft
 - oft kombiniert mit chronischer Bronchitis



Atemmechanik: Pleura

- *Pleura*

- *seröse Haut (glatt, feucht, glänzend) mit 2 Blättern, dazwischen Pleuraspalt, Übergang beim Hilum*
- *Pleura viszeralis (Lungenfell) bedeckt Lunge, dringt in Fissuren ein*
- *Pleura parietalis (Brustfell) bedeckt mit 3 Abschnitten (Pleura mediastinalis, diaphragmatica, costalis) Wände der Pleurahöhle, Kuppel überragt erste Rippe*
- *bei Inspiration Ausdehnung der Lunge mit Thorax und in geöffneten Recessus costodiaphragmaticus*

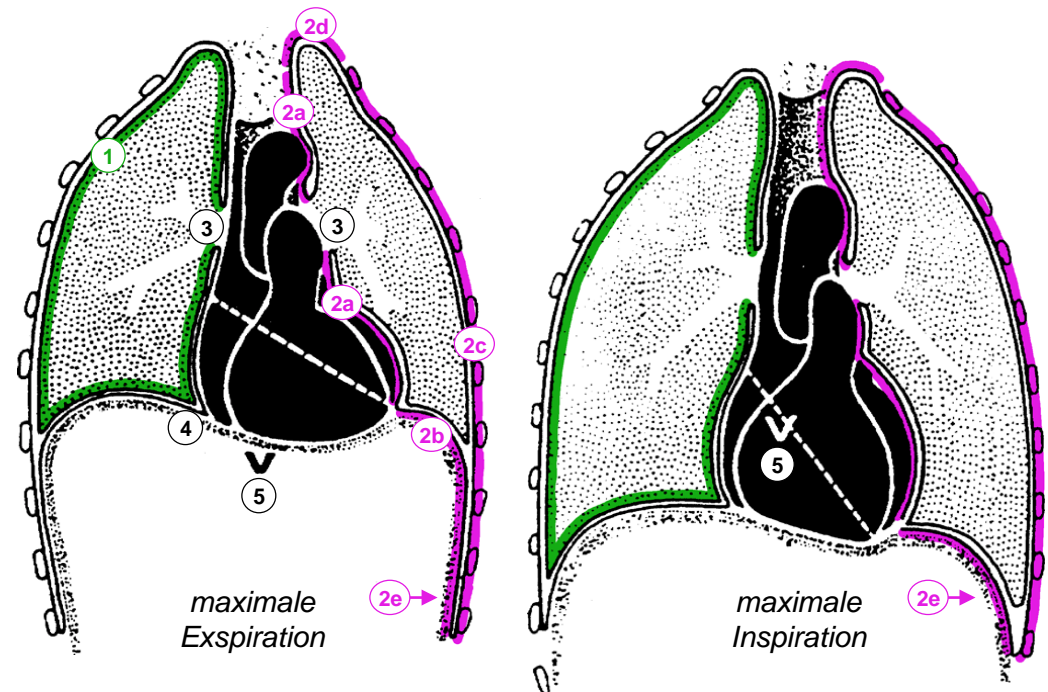
- *Pneumothorax*

- *Luft im Pleuraspalt → Kollaps der Lunge (bei Defekt in Lunge oder Thoraxwand)*

- *Pleuraerguss*

- *Flüssigkeit im Pleuraspalt (Kreislaufstörung, Entzündung, Tumor)*

- 1 Pleura viszeralis
- 2 Pleura parietalis
 - 2a mediastinalis
 - 2b diaphragmatica
 - 2c costalis
 - 2d Pleurakuppel
 - 2e Recessus costodiaphragmaticus
- 3 Hilum
- 4 Diaphragma
- 5 Xyphoid (Brustbein)



Atemmechanik: Atemmuskeln

- *Inspiration*
 - *Zwerchfellatmung: Senkung des Diaphragma durch Kontraktion, Zunahme des axialen Thorax-Durchmessers & Öffnung Recessus costodiaphragmaticus, Zwischenrippenmuskeln stabilisieren Thorax*
 - *Rippenatmung: Anheben der Rippen durch äussere Zwischenrippenmuskeln, Zunahme des transversalen Thorax-Durchmessers*
 - *inspiratorische Hilfsmuskeln helfen Rippen heben*
- *Expiration*
 - *Zwerchfellatmung: Anheben des Diaphragma durch elastische Lungenretraktion*
 - *Rippenatmung: Senken der Rippen durch innere Zwischenrippenmuskeln*
 - *Bauchmuskeln helfen Rippen senken, erhöhen Druck im Abdomen*

