

**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



**Universität  
Zürich<sup>UZH</sup>**

---

# Atmungssystem

## Trachea, Lungen, Thorax

---

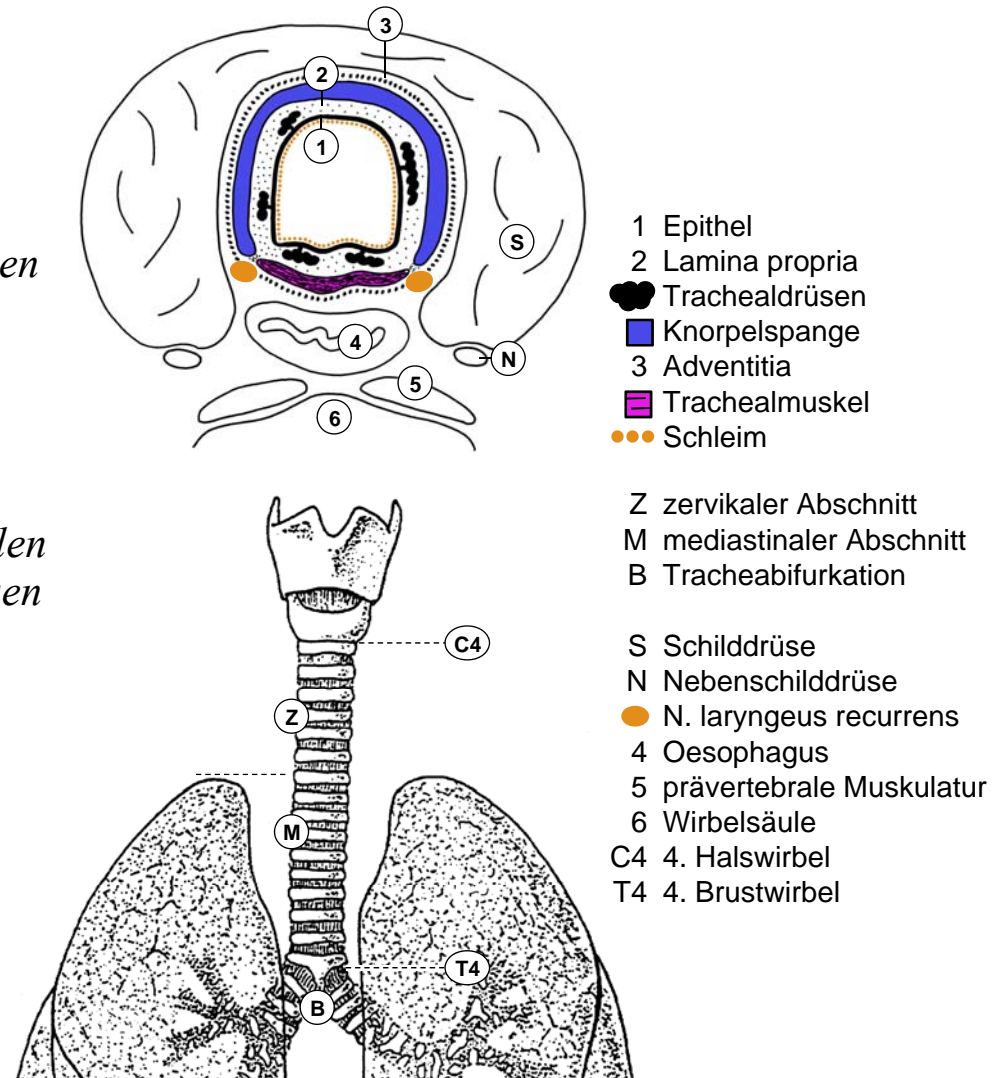
David P. Wolfer

Institut für Bewegungswissenschaften und Sport, D-HEST, ETH Zürich  
Anatomisches Institut, Medizinische Fakultät, Universität Zürich

376-0151-00/01 Anatomie und Physiologie I, Mi 10.12.2014

# Trachea

- *Trachea = Luftröhre*
  - *Begin: kaudaler Rand Ringknorpel (Höhe 4. Halswirbel)*
  - *zervikaler, mediastinaler Abschnitt*
  - *Tracheabifurkation → Hauptbronchien (Höhe 4. Brustwirbel)*
- *Wandbau Trachea (und Hauptbronchien)*
  - *Tunica mucosa: respiratorische Schleimhaut, Lamina propria mit vielen elastischen Fasern und Trachealdrüsen*
  - *Tunica fibrocartillaginea: hyaline Knorpelspangen, Ligamente*
  - *Trachealmuskel / Tunica adventitia*
- *Nachbarschaftsbeziehungen*
  - *zervikaler Abschnitt: N laryngeus recurrens, Schilddrüse, Oesophagus*
  - *mediastinaler Abschnitt: Oesophagus, grosse Gefässe*



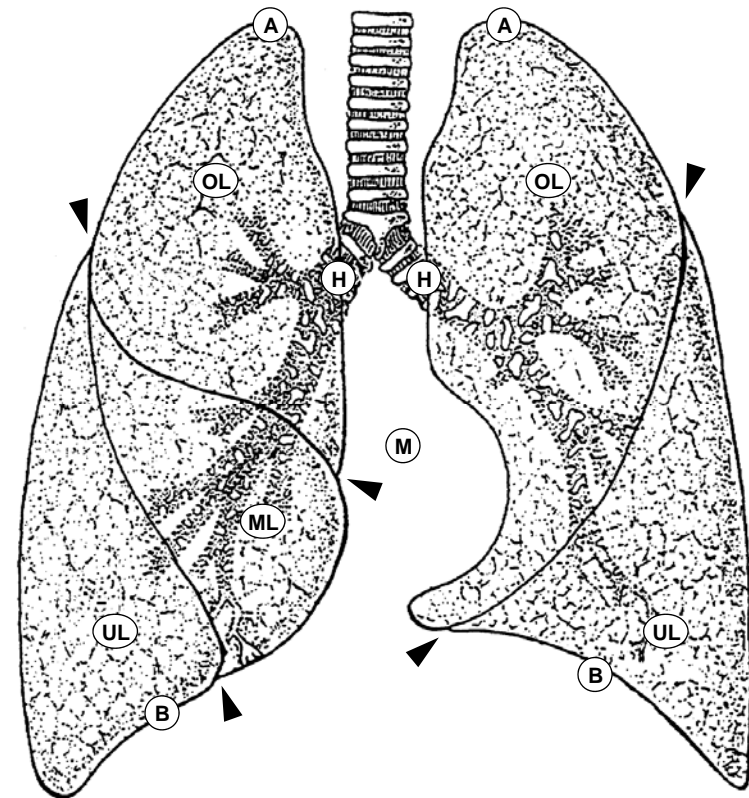
# Lunge

- *Gliederung*

- *Lappen: rechte Lunge 3, linke 2: getrennt durch Fissuren*
- *Segmente: rechts 10, links 9, getrennt durch Bindegewebesepten*
- *Lobuli (Läppchen): ca. 10,000, 0.8-2cm, unvollständige Bindegewebesepten*
- *Azini: ca. 100,000, 3-8mm, nur im LM abgrenzbar*
- *Alveolen (Lungenbläschen): ca. 350 Mio, Austauschfläche total 80-130 m<sup>2</sup>*

- *Leitungsbahnen*

- *Luftwege: Aufteilung bestimmt Gliederung*
- *Gefäße: Arbeitskreislauf, Bronchialgefäße (Privatkreislauf), Lymphgefäße (Lymphknoten!)*
- *Gemeinsamer Ein/Austritt: Hilum*
- *Segmente und Lobuli: Luftwege & Arterien zentral, Venen peripher, Lymphgefäße zentral und peripher*

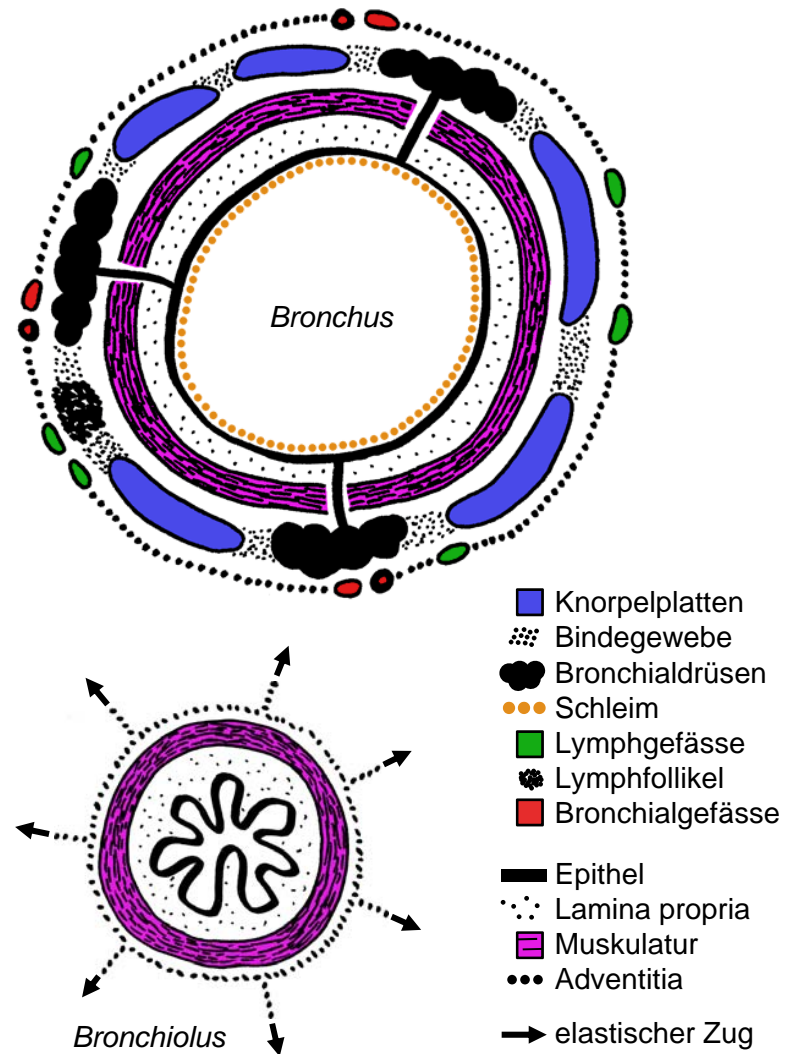


OL Oberlappen (Lobus sup.)      A Lungenspitze (Apex)  
ML Mittellappen (Lobus med.)      B Basis  
UL Unterlappen (Lobus inf.)      M Mediastinum  
H Hilum

▶ Fissuren (Fissura obliqua, horizontalis)

# Intrapulmonale Atemwege, konduktiv

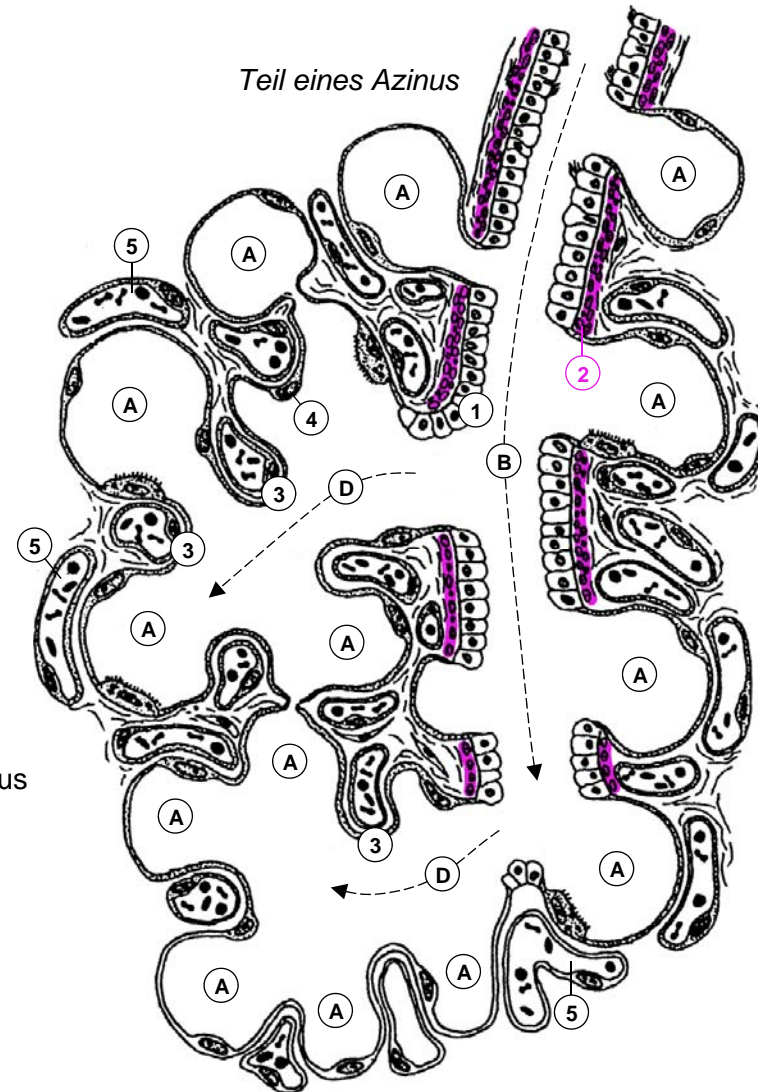
- *konduktive Abschnitte*
  - *kein Gasaustausch: Totraum*
- *Bronchus*
  - *Lappenbronchus* → *Lappen*
  - *Segmentbronchus* → *Segment*
  - *Subsegmentbronchus*: 6-12 weitere Aufteilungen innerhalb Segment
  - *Knorpelpatten*: beschränkte Kontraktion
  - *Bronchialgefäße, lymphatisches Gewebe*
- *Bronchiolus*
  - *grösste* → *Lobulus, Durchmesser <1mm, 3-4 Teilungen im Lobulus*
  - *Bronchiolus terminalis* → *Azinus*
  - *keine Bronchialdrüsen*
  - *kein Knorpel, Zug durch elastisches Lungengewebe verhindert Kollaps, stark kontrahierbar*
  - *Problemstrecke bei obstruktiven Lungenerkrankungen*



# Intrapulmonale Atemwege, respiratorisch

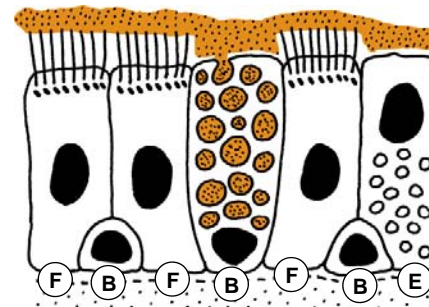
- *respiratorische Abschnitte*
  - *Beitrag zu Gasaustausch*
- *Bronchiolus respiratorius*
  - *einzelne Alveolen (Lungenbläschen) in Wand kleinster Bronchiolen*
  - *weitere Teilungen innerhalb Azinus*
- *Ductus alveolaris*
  - *Wand besteht nur aus Alveolen*
  - *total ca. 8 Mio, weitere Teilungen*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

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

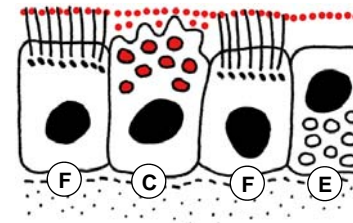


# Intrapulmonale Atemwege, Epithel

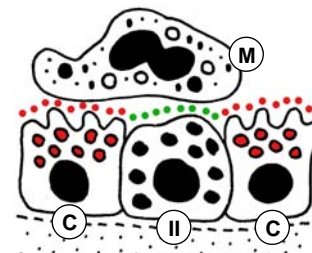
- *Bronchus, Bronchiolus*
  - *respiratorisches Epithel wie Nase, Epi- & Hypopharynx, Larynx, Trachea und Hauptbronchien*
  - *Becherzellen im Bronchus noch durch Bronchialdrüsen unterstützt, nehmen gegen Peripherie ab*
  - *Kinozilien schlagen zum Pharynx*
- *Bronchiolus terminalis*
  - *Clarazellen ersetzen Becherzellen (allmählicher Übergang), dünnflüssiges Sekret statt Schleim*
  - *Kinozilien schlagen zum Pharynx*
- *Bronchiolus respiratorius*
  - *einzelne Alveolarzellen Typ II: Surfactant gegen Kollapsgefahr*
  - *Keine Kinozilien, Reinigung durch Alveolarmakrophagen: Feinstaub, Bakterien, tote Zellen*



Bronchus, Bronchiolus



Bronchiolus terminalis



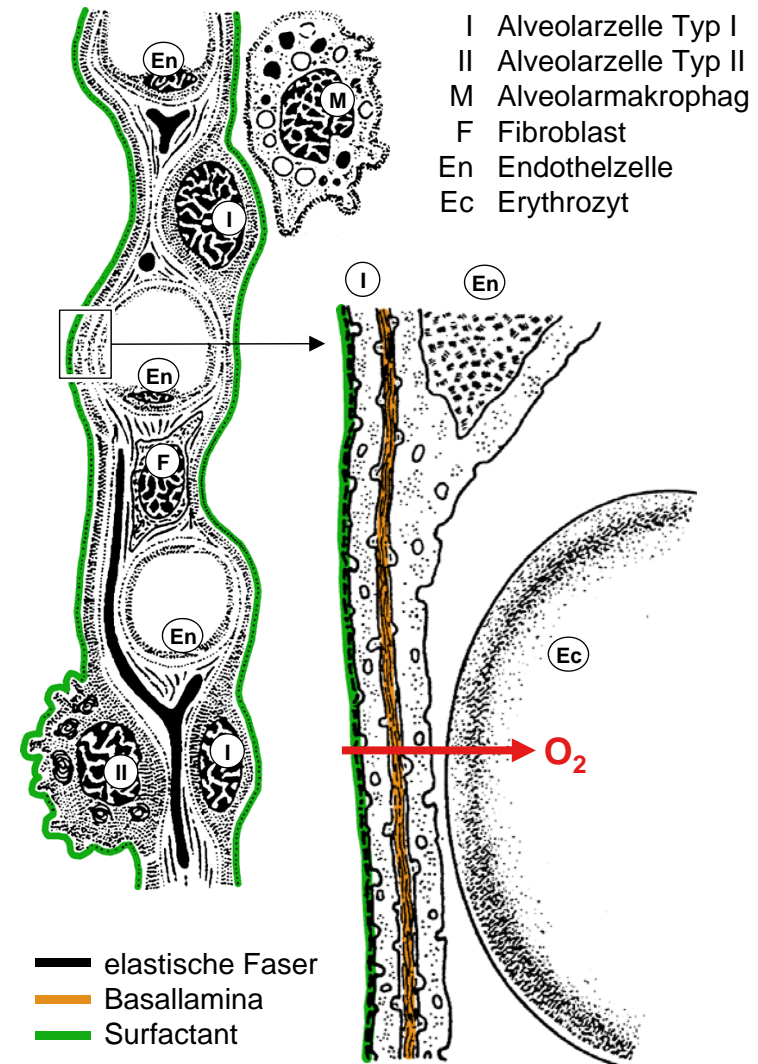
Bronchiolus respiratorius

- 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 Diffusionstrecke*
  - *Alveolarzellen Typ II: rundlich, in Nischen, bilden Surfactant*
- *Interstitium*
  - *Fibroblasten, elastisches Bindegewebe: Retraktionskraft der Lunge*
  - *Blutkapillaren, Endothelzellen*
- *Alveolarmakrophagen*
  - *wenn satt → Bronchioli (Schleimteppich) oder → Interstitium (Lymphgefäße)*
- *Emphysem*
  - *Untergang der Alveolarsepten*
  - *Verlust an Austauschfläche, Kapillaren und Retraktionskraft*
  - *oft kombiniert mit chronischer Bronchitis*



# Pleura

- *Pleura*

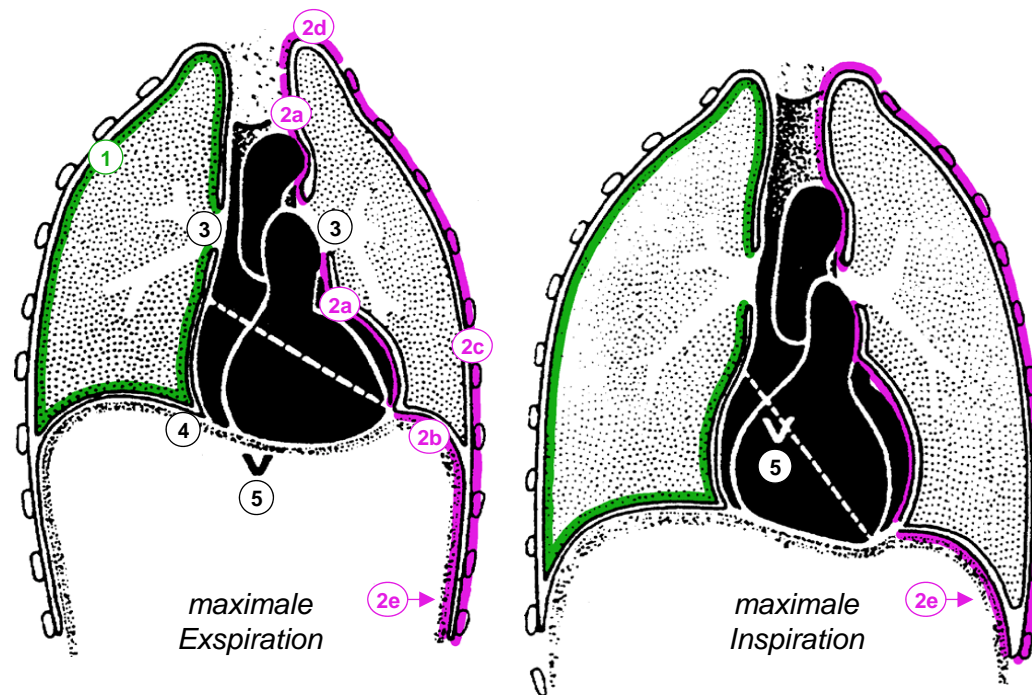
- *seröse Haut mit 2 Blättern, dazwischen Pleuraspalt, Übergang beim Hilum*
- *Pleura viszeralis (Lungenfell) bedeckt Lunge, dringt in Fissuren ein*
- *Pleura parietalis (Brustfell) bedeckt Wand der Pleurahöhle, Kuppel überragt erste Rippe*
- *Ausdehnung der Lunge in Recessus costodiaphragmaticus bei Inspiration*

- *Pneumothorax*

- *Luft im Pleuraspalt*
- *Kollaps der Lunge*

- 1 Pleura viszeralis
- 2 Pleura parietalis
- 2a mediastinalis
- 2b diaphragmatica
- 2c costalis
- 2d Pleurakuppel
- 2e Recessus costodiaphragmaticus

- 3 Hilum
- 4 Diaphragma
- 5 Xyphoid





# 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: Hebung des Diaphragma durch elastische Lungenretraktion*

- *Rippenatmung: Senken der Rippen durch innere Zwischenrippenmuskeln*

- *Bauchmuskeln helfen Rippen senken, erhöhen Druck im Abdomen*

