

## 2.5 Bronchien – Bronchiolen

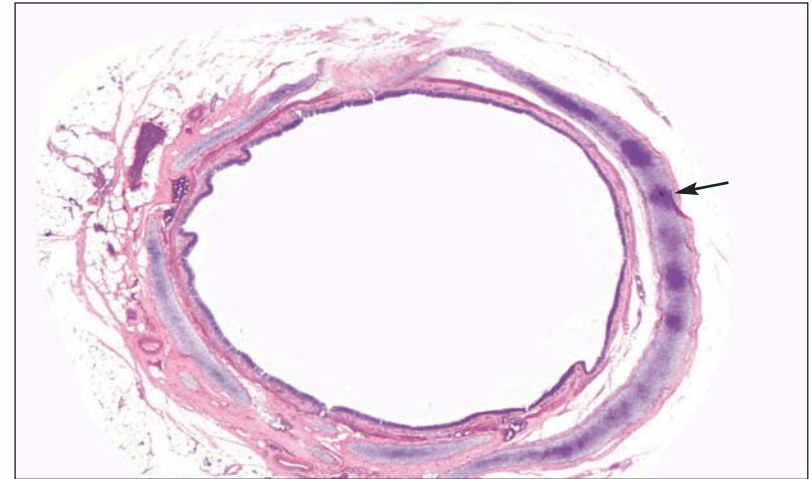
Nach der Aufteilung der Trachea in zwei **Haupt-** oder **Stammbronchien** (*Bronchi principales*), treten diese – nach einem kurzen extrapulmonalen Verlauf – in die Lungen ein. Dieser Eintritt erfolgt zusammen mit Nerven, Blut- und Lymphgefäßen im Lungenhilum.

- **Bronchien** sind knorpelhaltige, Luft leitende Atemwege mit einem äußeren Durchmesser von mehr als einem Millimeter. Die Lichtung wird von respiratorischer Schleimhaut ausgekleidet. Das Gerüst besteht aus hyalinen, spangenförmig angeordneten Knorpelplatten. In mittelgroßen und kleineren Bronchien ist die aus zirkulär angeordneten glatten Muskelfasern bestehende Schicht – zwischen Schleimhaut und Knorpelspangen – besonders deutlich zu erkennen.

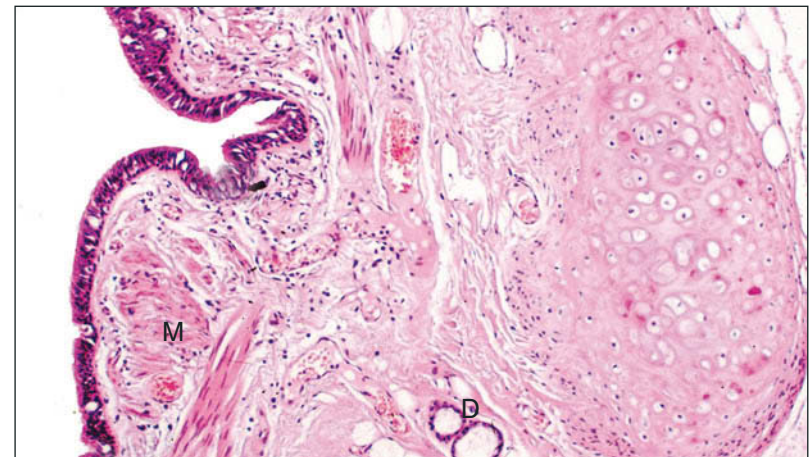
- **Bronchiolen** sind knorpelfreie Luftwege, die von Epithel ausgekleidet und von glatter Muskulatur umgeben werden. Das Epithel der Bronchioli ist ein einschichtiges hochprismatisches Flimmerepithel. Das Stroma ist reich an glatten Muskelfasern. In den tieferen Wandschichten der Bronchioli sowie in den weiter distal gelegenen Luftwegen sind keine seromukösen Drüsen mehr nachweisbar. Auch die Zahl der Becherzellen nimmt in der Peripherie ab.

- Beim **Endbronchus** (*Bronchiolus terminalis*) handelt es sich um einen bis zu 3 mm langen und 0,4 mm weiten knorpellosen Gang, der von einem zilienfreien Zylinderepithel ausgekleidet wird. Hier sind keine Becherzellen mehr nachweisbar. In der bronchiolären Schleimhaut lassen sich vereinzelte **Kultschitzky-Zellen** finden, die sich immunhistochemisch mit neuroendokrinen Markern (**Chromogranin**) gut darstellen lassen. Ferner kommen hier auch **Clara-Zellen** vor, die sich auf der Schleimhautoberfläche vorwölben (»Keulenzellen«: apokrine Sekretion von 10 kD-PCB-Bindungsprotein).

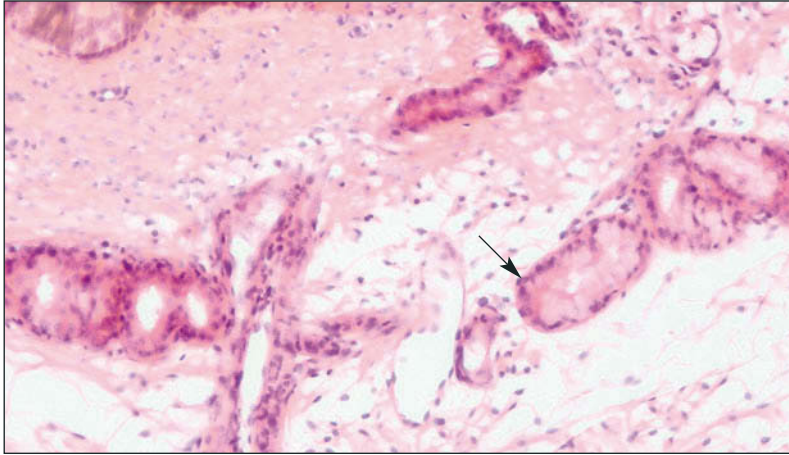
**Pathologisch-anatomische Relevanz.** Zu den wichtigsten Erkrankungen der Bronchien und Bronchiolen zählen Entzündungen und bösartige Tumoren. **Entzündungen** können selektiv die Bronchien befallen (Bronchitis) oder zusammen mit einem entzündlichen Exsudat in den Alveolen als **Bronchopneumonie** einhergehen. Typische feingewebliche Veränderungen liegen beim **Asthma bronchiale** vor. Zu den bösartigen **Neubildungen** zählen verschiedene Karzinomarten.



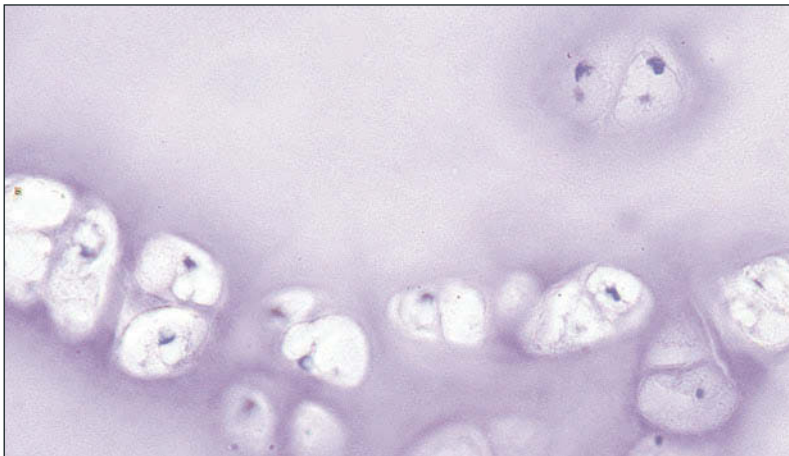
**Abb. 4.12. Untere Luftwege.** Auf einem Querschnitt zeigen Trachea und Bronchien eine rundliche Lichtung, die von Schleimhaut ausgekleidet wird. Typisch ist das aus Knorpelgewebe bestehende Gerüst, das in der Trachea C-förmig gestaltet ist und in den **Bronchien** (Pfeil) aus zirkulär angeordneten Spangen besteht. HE-Fbg.



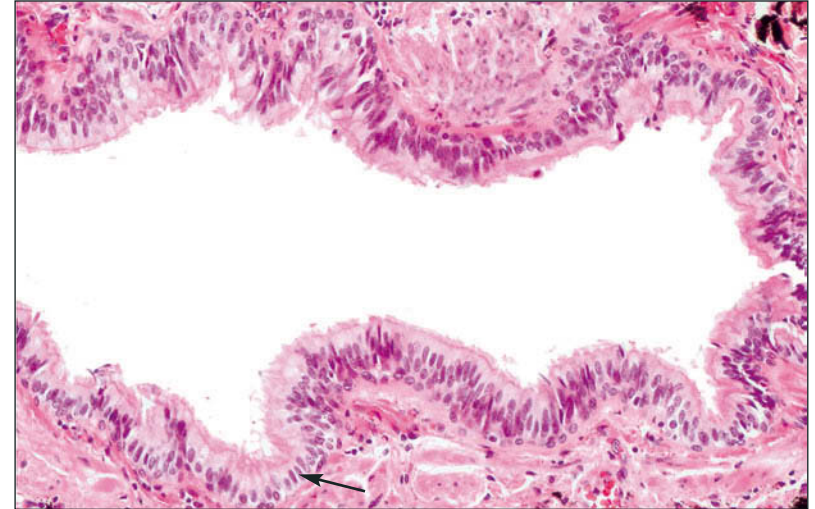
**Abb. 4.13. Bronchuswand.** Eine Ausschnittvergrößerung aus der Bronchuswand zeigt innen die Schleimhaut (**links im Bild**), in der Mitte das Stroma (Lamina propria) mit Drüsen (**D**) und zirkulär angeordneten glatten Muskelfasern (**M**). Außen (**rechts im Bild**) sieht man Anteile des hyalinen Knorpels. HE-Fbg.



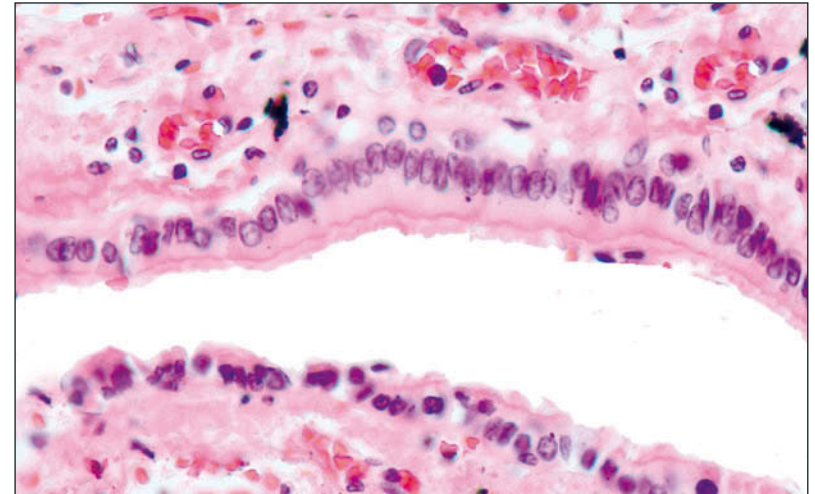
**Abb. 4.14. Exokrine Drüsen.** Im Schleimhautstroma der oberen Luftwege finden sich seromuköse Drüsen. Ihre Zahl nimmt in Richtung Bronchiolen ab. Typisch für diese Drüsen ist die azinäre Gestaltung: eine kleine, zentrale Lichtung wird von hellen, mukösen Zellen begrenzt. Außen sitzen halbmondförmig, seröse Zellen auf (**Pfeil**). HE-Fbg.



**Abb. 4.15. Knorpelgewebe der Trachea und der Bronchien.** Typisch für diesen Abschnitt der Luftwege ist der Nachweis eines Knorpelgerüsts. Es handelt sich um hyalinen Knorpel mit einer homogenen, basophilen (blauen) Grundsubstanz, die in der Umgebung der kernhaltigen, hellen Chondrone dunkler erscheint. HE-Fbg.



**Abb. 4.16. Bronchiolus.** Die Lichtung wird von einem Flimmerepithel ausgekleidet, das stellenweise schon einreihig ist (**Pfeil**). Becherzellen fehlen. Die Wand zeigt keine Knorpelspangen. HE-Fbg.



**Abb. 4.17. Endbronchiolus.** Die Schleimhaut besteht teilweise noch aus Flimmerepithel mit Zilien (**oben**), die aber bereits einreihig sind. In anderen Bereichen (**unten**) ist das Epithel zilienlos und kubisch. HE-Fbg.

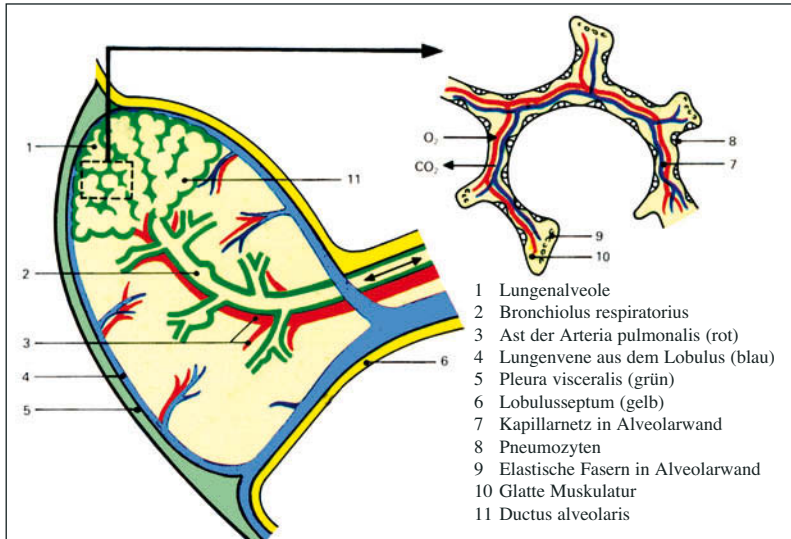


Abb. 4.18. Lungensegment und Alveole bei stärkerer Vergrößerung. Schematische Darstellung.

## 2.6 Lungenlappen

Entsprechend der ersten Teilung der Hauptbronchien in Lappenbronchien lassen sich in der linken Lunge zwei und in der rechten Lunge drei **Lungenlappen** unterscheiden, die jeweils von einem Lappenbronchus ventiliert werden. Die Lungenlappen werden durch Fissuren, die von der Pleura visceralis ausgekleidet sind, teilweise gegeneinander abgegrenzt.

## 2.7 Lungensegmente

Mit der weiteren dichotomen Teilung der Bronchien lassen sich innerhalb der Lungenlappen als nächstkleinere Baueinheiten die **Lungensegmente**, die von einem Segmentbronchus versorgt werden, abgrenzen. Die einzelnen Segmente haben die Gestalt einer Pyramide, deren Basis der Pleura zugewandt ist. Im Zentrum eines Segments verläuft der versorgende Bronchus mit dem begleitenden Pulmonalarterienast (*Segmentarterie*; *Vasa publica*), an den Segmentgrenzen verlaufen die Lungenvenen (*Vv. pulmonales*).

## 2.8 Lungenläppchen

Innerhalb der Segmente werden die Lungenläppchen (*Lobuli*) durch unvollständige bindegewebige Wände (*Septa interlobularia*) begrenzt und von einem Bronchiolus versorgt. Eine regelrechte Läppchengliederung ist nur in der Lungenperipherie nachweisbar. Ein Lungenläppchen besteht aus 8 bis 12 Acini. Die distalen Abschnitte der Lunge, die einem Endbronchiolus zuzuordnen sind, werden als **Acini** bezeichnet. Nach mehrfacher dichotomer Teilung entsteht der *Bronchiolus respiratorius*, der den Übergang in die respiratorische Zone darstellt und in seiner Wand bereits Alveolen enthält.

## 3 Respiratorische Zone

### 3.1 Histologie der respiratorischen Zone

Die respiratorische Zone, in der der Atemgaswechsel stattfindet, besteht aus den respiratorischen Bronchiolen, Alveolargängen und Alveolen. In den Bronchioli respiratorii findet man eine kubische Epithelauskleidung (Clara-Zellen, Pneumocyten Typ II u. Zwischenformen), elastische Fasern und glatte Muskelzellen. Dieser Gang geht in das **Alveolarsäckchen** (*Sacculi alveolares*) über und endet in den von Pneumozyten ausgekleideten **Lungenbläschen** (*Alveolen*), die das Ende der Luftwege darstellen. Die Eingänge in die Alveolen enthalten glatte Muskelzellen und annähernd zirkulär verlaufende elastische Fasern. Beide Lungen besitzen ca. 400 Millionen Alveolen mit einer Gasaustauschfläche von 80 m<sup>2</sup>, die bei forcierter Expiration auf 40 m<sup>2</sup> zurückgehen kann.

Die Lichtung der Alveolen wird von unvollständigen **Alveolarsepten** (*Septa interlobularia*) begrenzt; sie sind bis 15 µm dick und sehr stark von Kapillaren durchzogen. Alveolarsepten stellen auch die Grenze zwischen zwei benachbarten Alveolen dar, die untereinander über die Kohn-Alveolarporen kommunizieren. Das Septenstroma (*Interstitium*) besteht aus reichlich elastischen Fasern und aus einem spärlichen Fasernetz aus Kollagen I und IV mit eingeschlossenen Fibroblasten und mobilen Stromazellen (Leukozyten, Makrophagen, Mastzellen). Die Lichtung der Alveolen wird vorwiegend von Pneumozyten Typ I ausgekleidet.

### 3.2 Zytologie der respiratorischen Zone

- **Pneumozyten Typ I.** Die abgeflachten Alveolardeckzellen kleiden etwa 95 % der alveolären Innenfläche aus und können als stark ausgezogene Zellen bis zu 50 µm lang werden. In einer normalen Lunge sind die leicht abge-