

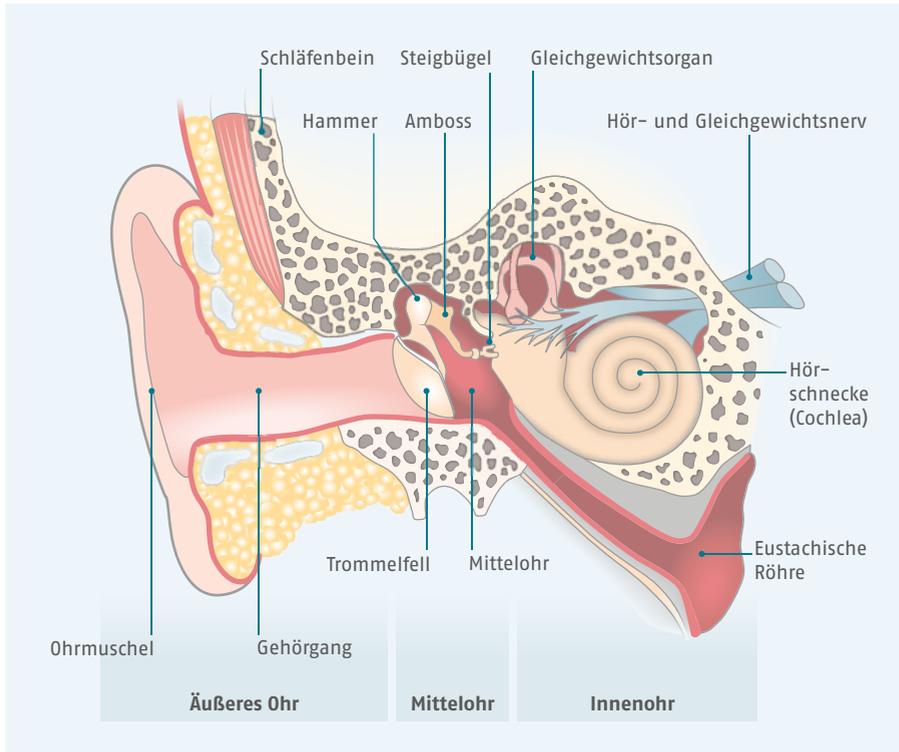


5

Arzneimittel mit Wirkung auf das Ohr

Schon 2013 titelte der Spiegel: „Hörschäden durch Kopfhörer – ‚Da kann ich mir die Ohren wegblasen!‘: Knopf im Ohr, abwesender Blick, entspanntes Lächeln: Musikhören unterwegs ist dank Smartphone und iPod völlig selbstverständlich geworden. Die Boombox im Gehörgang hat allerdings auch Gegner – Hals-Nasen-Ohren-ärzte fürchten Hörschäden bis zur Taubheit ...“

Im Ohr liegende Kopfhörer sind dabei gefährlicher als die außen aufliegende Variante, da die Schallquelle näher am Trommelfell liegt. Um dieses Phänomen zu erklären, werden in diesem Kapitel zunächst Anatomie und Physiologie des Ohrs erläutert, wobei der Hörvorgang und das Gleichgewichtsorgan besondere Erwähnung finden. Danach werden die wesentlichen Erkrankungen des Ohrs und deren Therapie besprochen und seltenere Krankheiten kurz vorgestellt.



○ Abb. 5.1 Schematische Darstellung des Ohrs

5.1 Anatomie

Das Ohr (○ Abb. 5.1) wird in drei Abschnitte eingeteilt:

- **äußeres Ohr** mit Ohrmuschel und Gehörgang,
- **Mittelohr** mit Trommelfell, Paukenhöhle mit Gehörknöchelkette und Ohrtrompete (Eustachische Röhre oder Tuba auditiva),
- **Innenohr** mit knöchernem und häutigem Labyrinth, mit dem Gleichgewichtsorgan und einem schneckenförmigen Gang (Cochlea oder Hörschnecke).

5.1.1 Äußeres Ohr

Es besteht aus Knorpel und Haut, im Inneren ist es knöchern. Der **Gehörgang** ist S-förmig gekrümmt und vor dem Trommelfell leicht erweitert. Im knorpeligen Teil befinden sich Zeruminaldrüsen, die Ohrenschmalz produzieren. Das äußere Ohr endet am Trommelfell.

5.1.2 Mittelohr

Zum Mittelohr gehören das Trommelfell und die Paukenhöhle. In der Paukenhöhle liegt die Gehörknöchelkette mit Hammer, Amboss und Steigbügel. Diese dient der Übertragung von Schallwellen vom Trommelfell auf das Innenohr. Durch die **Eustachische Röhre**

(Ohrtrumpete) ist die **Paukenhöhle** mit dem Rachenraum verbunden. Beim Schlucken öffnet sich diese und es kommt zum Druckausgleich zwischen Rachenraum und Mittelohr. Durch das ovale und das runde Fenster wird das Mittelohr vom Innenohr abgegrenzt.

5.1.3 Innenohr

Das Innenohr liegt innerhalb des Felsenbeins (der härteste Knochen des Menschen) und ist dadurch besonders geschützt. Es besteht aus dem knöchernen **Labyrinth**, welches das häutige umgibt, und der **Schnecke** (Cochlea). Das Labyrinth besteht aus drei **Bogengängen**, die als Gleichgewichtsorgan fungieren und mit Endolymphe gefüllt sind. Sie dienen der Wahrnehmung von Drehbewegungen und ermöglichen die Orientierung im Raum. Die Schnecke ist das Organ der Hörempfindung. Beim Menschen besteht sie aus zweieinhalb Windungen. Sie weist drei Gänge auf: **Vorhofgang**, **Schneckengang**, **Paukengang**. Vorhofgang und Schneckengang sind am Ende der Schnecke durch eine winzige Öffnung (Helicotrema) miteinander verbunden und mit Perilymphe gefüllt. Der Schneckengang ist mit Endolymphe gefüllt und enthält das Cortische Organ, das eigentliche Hörorgan. Es besitzt etwa 20 000 Sinneszellen, die in vier Reihen angeordnet sind. Diese Sinneszellen tragen auf ihrer Oberfläche Härchen, weshalb sie auch als Haarzellen bezeichnet werden.

5.1.4 Hörvorgang

Schallwellen treffen, schon verstärkt durch die trichterartige Ausformung des Gehörgangs, auf das Trommelfell. Sie werden nun über die Gehörknöchelkette zum ovalen Fenster übertragen. Da die Perilymphe nicht komprimierbar ist, erfolgt die Weiterleitung wellenförmig über den Vorhofgang in den Paukengang. Der Druckausgleich erfolgt über das runde Fenster. Beim wellenförmigen Weiterleiten wird gleichzeitig die elastische Membran des Schneckengangs verformt. Da das Cortische Organ auf dieser Membran aufliegt, werden die Haarzellen gereizt und der Impuls über den Hörnerv zum Hörzentrum der Großhirnrinde weitergeleitet.

Hohe Töne werden im vorderen Teil der Schnecke erfasst, tiefe weiter hinten an der Schneckenspitze. Jüngere Menschen hören noch von 20 bis 20 000 Hz, ältere Menschen nur noch bis 16 000 Hz, d. h. sie hören hohe Töne schlechter.

aha

GUT ZU WISSEN

Einige Kommunen sind dazu übergegangen, spezielle Versammlungsorte, die in erster Linie von Jugendlichen aufgesucht werden und beim Verlassen verschmutzt oder verunstaltet hinterlassen wurden, mit Hochtonfrequenzen zu beschallen. Dabei soll das kontinuierliche Fiepen den Aufenthalt möglichst unangenehm gestalten. Erste Erfolge wurden mit dieser Methode verbucht.

5.2 Erkrankungen des Ohrs und ihre Behandlung

5.2.1 Erkrankungen des äußeren Ohrs

Zeruminalpfropf

Die Zeruminaldrüsen des knorpeligen Anteils des Ohrs bilden ständig Ohrenschmalz. Härtet dieses aus und legt sich vor das Trommelfell, resultiert daraus eine Schwerhörigkeit. Ohrenschmalz ist gut wasserlöslich, aber auch ein guter Nährboden für Bakterien. Daher kann es leicht zu Entzündungen kommen.

Erhärtetes Ohrenschmalz lässt sich mit 3%iger Wasserstoffperoxid-Lösung oder mit 10%iger Lösung von Natriumcarbonat in Glycerol aufweichen. Danach wird das Ohr gut ausgespült. Fertigarzneimittel zum Lösen von Ohrenschmalz nennt **Tab. 5.1**.

▣ **Tab. 5.1** Arzneimittel zum Lösen von Ohrenschmalz

Arzneistoff	Fertigarzneimittel
Docusat-Natrium, Ethanol 96 %, Glycerol	Otowaxol [®]
Ölsäure-Polypeptid-Kondensat	Cerumenex [®]
Meerwasserlösung	Audispray [®]

▣ **Tab. 5.2** Arzneimittel zur Behandlung der Otitis externa

Arzneistoff	Fertigarzneimittel
Phenazon, Procain, Glycerin	Otalgan [®]
Glycerol	Otodolor [®]
Ciprofloxacin	*Panotile Cipro [®]
Polymyxin B, Neomycin, Dexamethason	*Dexa-Polyspectran [®] OT
Dexamethason, Cinchocain, 1,3-Butandiol	*Otobacid [®] N
Clotrimazol	Canesten [®]
Aciclovir	Zovirax [®]

Otitis externa

Ursachen für Entzündungen des äußeren Gehörgangs (Otitis externa) sind häufig mechanische Verletzungen der Gehörgangshaut, weiterhin Ekzeme oder Allergien. Alles kann bakteriell, viral oder durch Pilze überlagert sein. Dabei treten oft Begleitsymptome wie Juckreiz und Hörverschlechterung auf.

Zur Behandlung stehen folgende Arzneistoffe zur Verfügung:

- Antibiotika: Ciprofloxacin, Polymyxin B, Neomycin,
- Virustatika: Aciclovir,

- Antimykotika: Clotrimazol,
- Corticoide: Dexamethason, Fludrocortison,
- Lokalanästhetika: Cinchocain, Procain, Lidocain,
- Entzündungshemmende Mittel: Ibuprofen,
- Analgetika: Phenazon.

Die Diagnose und die Auswahl der angemessenen Arzneimittel erfolgt durch einen Arzt.



BERATUNGSTIPP

Richtige Anwendung von Ohrentropfen

- Emulsionen und Suspension vor Gebrauch schütteln.
- Vor der Anwendung in der Hand oder Hosentasche auf Körpertemperatur erwärmen, um das erkrankte Ohr nicht zusätzlich zu reizen.
- Beim Einträufeln die Ohrmuschel leicht nach hinten und nach oben ziehen, damit die Tropfen besser appliziert werden können, danach den Kopf längere Zeit seitlich neigen, damit die Tropfen leichter bis zum Trommelfell fließen.
- Kinder am besten seitlich liegend behandeln (betroffenes Ohr nach oben).
- Hinweis auf begrenzte Haltbarkeit nach Anbruch geben.

5.2.2 Erkrankungen des Mittelohrs

Tubenmittelohrkatarrh

Von einem Tubenmittelohrkatarrh spricht man immer dann, wenn die Eustachische Röhre durch Schwellung verstopft ist, somit der Luftaustausch zwischen Rachenraum und der Paukenhöhle über die Ohrtrumpete nicht mehr gegeben ist, sodass das Ohr völlig abgeschlossen ist. Da die verbleibende Luft aus dem Mittelohr nach und nach über das Blut abtransportiert wird, entsteht ein Unterdruck, der das Trommelfell nach innen zieht. Schwerhörigkeit und Ohrenschmerzen sind die Folge. Beim Schlucken ist manchmal ein knackendes Geräusch zu hören. Die meisten kennen das Gefühl bei Start und Landung im Flugzeug. Der akute Tubenmittelohrkatarrh tritt oft in Verbindung mit einer Erkältung auf und klingt nach einigen Tagen wieder ab. Bleibt der Verschluss der Ohrtrumpete bestehen, sammelt sich Flüssigkeit im Mittelohr an. Dadurch verschlechtert sich die Schallübertragung ins Innenohr zusehends. Es kommt zu verstärkter Schwerhörigkeit (**Leimohr**). Zur Freilegung oder Öffnung der Eustachischen Röhre werden abschwellende Nasensprays angewandt.

Weiterhin kann eine Parazentese (Durchstechung) des Trommelfells vorgenommen werden, um Flüssigkeit abzusaugen. Bei chronischen Formen wird über längere Zeit ein kleines Röhrchen (Paukenröhrchen) ins Trommelfell eingesetzt.

Otitis media

Ursache der Mittelohrentzündung (Otitis media) ist sehr oft eine über die Eustachische Röhre aufsteigende virale oder bakterielle Infektion, die zu starken Entzündungsreaktionen der Mittelohrschleimhaut führt. Falsches Niesverhalten (Verschließen beider Nasen-

▣ **Tab. 5.3** Arzneimittel zur Behandlung der Otitis media

Arzneistoff	Fertigarzneimittel	Indikation/Bemerkung
Xylometazolin	Olynth [®] , Otriven [®]	Erleichterung des Sekretabflusses, Schleimhautabschwellung, Freilegung der Eustachischen Röhre
Oxymetazolin	Nasivin [®]	
Paracetamol	Ben-u-ron [®]	Schmerzen und Fieber
Ibuprofen	Aktren [®] , Dolormin [®]	
Antibiotika		
Amoxicillin	*Infectomox [®]	Bakterielle Infektionen, Betalactam-Antibiotika
Phenoxymethylpenicillin	*Penicillin V, *Infectocillin [®] , *Isocillin [®]	
Cefaclor	*Panoral [®] , *Infectocef [®]	
Roxithromycin	*Rulid [®]	Bakterielle Infektionen, Makrolid-Antibiotika
Erythromycin	*Infectomycin [®] , *Eryhexal [®]	

löcher beim Niesen) kann solch eine Infektion verursachen, es ist aber auch eine Infektion über den Blutweg möglich.

Es kommt zu starken, stechenden und pulsierenden Schmerzen, verbunden mit hohem Fieber, pochenden Ohrgeräuschen, Hörminderung und Druckgefühl. Das Trommelfell erscheint bei Betrachtung mit einem Otoskop gerötet.

Säuglinge und Kleinkinder sind im besonderen Maße gefährdet. Durch ihre andere anatomische Kopfform liegt die Eustachische Röhre nicht so senkrecht wie beim Erwachsenen, sodass sich Infekte im Nasen-Rachen-Raum leichter ins Mittelohr ausbreiten.

Die Therapie (▣ Tab. 5.3) erfolgt z. B. mit Xylometazolin oder Oxymetazolin in Form von Nasentropfen oder Nasensprays zum Öffnen der Ohrtrompete. Analgetika und Antipyretika (z. B. Paracetamol und Ibuprofen) beseitigen die stechenden Schmerzen. Gegen bakterielle Erreger ist in schweren Fällen eine Antibiotikatherapie angezeigt. Nach Otoskopie durch den Arzt kann auch eine Schmerzstillung durch Lokalanästhetika notwendig sein.

Bei Verdacht auf Mittelohrentzündung ist der Patient unbedingt an einen Arzt zu weisen, da eine nicht behandelte Infektion zu Komplikationen wie Meningitis oder Schwerhörigkeit führen kann.

Hinweis

Häufig sind Pneumokokken und *Haemophilus influenzae* die Erreger der bakteriellen Mittelohrentzündung. Die Impfung gegen Pneumokokken und die Impfung gegen *Haemophilus influenzae* (HIB-Impfung) werden daher bei Kindern empfohlen.

Schwerhörigkeit und Taubheit

Unter Schwerhörigkeit (Hypakusis) versteht man eine oft altersbedingte Minderung des Hörvermögens. Das Ausmaß kann von einer leichten Hörminderung bis hin zur Taubheit reichen. Als Ursache sind u. a. Fehlentwicklungen, Fremdkörper, Geschwüre im Gehörgang und zu viel Ohrenschmalz möglich. Weiterhin führen berufsbedingte chronische Einwirkung von Lärm und das Hören zu lauter Musik ursächlich zur Schwerhörigkeit. So geben Kopfhörer den Pegeldruck über die Gehörknöchelkette ungemindert weiter, wodurch die Sinneszellen im Innenohr nachhaltig geschädigt werden und sogar absterben können.

Schwerhörigkeit kann außerdem durch ototoxische Medikamente wie Gentamicin verursacht werden, nach bestimmten Infektionskrankheiten auftreten und vererbt werden.

**MERKE**

Die Antibiotika Neomycin, Kanamycin und Gentamicin können bei Trommelfeldefekten ototoxisch wirken, wenn sie lokal in Form von Ohrentropfen angewendet werden.

5.2.3 Erkrankungen des Innenohrs**Menière-Krankheit**

Beim Morbus Menière sammelt sich vermehrt Flüssigkeit im häutigen Labyrinth des Innenohrs (Labyrinthhydrops), hervorgerufen durch ein Missverhältnis zwischen Produktion und Abtransport oder aus einer fehlerhaften Produktion von Endolymphe. Die daraus resultierende Innenohrdruckerhöhung führt zu den typischen Krankheitszeichen wie Schwindel, Gangunsicherheit, Rauschen im Ohr, Übelkeit und Erbrechen. Das Ohrgeräusch (Tinnitus) und der Hörverlust werden von Menière-Patienten als veränderlich beschrieben. Der Hörverlust kann fortschreiten und zu Schwerhörigkeit und Taubheit führen. Als Begleitsymptom beschreiben Patienten oft ein Zittern der Augen (Nystagmus). Die Menière-Krankheit wird in vier Schwerestadien eingeteilt, wobei im letzten Stadium das Gleichgewichtsorgan verloren gegangen ist.

Im Anfall kommt das Antihistaminikum **Dimenhydrinat** (▣ Tab.5.4), das als Histamin-Rezeptorenblocker antiemetisch wirkt, ebenso zum Einsatz wie **Furosemid**, das als Diuretikum zur Volumenentlastung bei Labyrinthhydrops eingesetzt wird.

Betahistin wird zur Behandlung der Schwindelanfälle eingesetzt. Es wirkt gefäßerweiternd und soll die Durchblutung des Innenohrs verbessern. Weiterhin wird kurzzeitig mit **Glucocorticoiden** therapiert, die entzündungshemmend und abschwellend wirken.

□ **Tab. 5.4** Arzneimittel zur Behandlung des Morbus Menière

Arzneistoff	Fertigarzneimittel
Dimenhydrinat	Vomex A®
Furosemid	*Lasix, *Furorese®
Betahistin	*Vasomotal®, *Aequamen®
Prednisolon (Glucocorticoid)	*Decortin® H

Bei anhaltenden Beschwerden kann chirurgisch eine Drainage gelegt oder mithilfe eines Katheters gezielt **Gentamicin** in den Bereich des runden Fensters verbracht werden, von wo es ins Innenohr gelangt und das Gleichgewichtsorgan ausschaltet. Das ist möglich, da das Gleichgewichtsorgan empfindlicher als das Hörorgan auf das ototoxische Gentamicin reagiert. Der Verlust des einen Gleichgewichtsorgans wird durch das andere relativ rasch kompensiert.

Otitis interna

Eine Innenohrentzündung gehört in ärztliche Hand und muss auf alle Fälle mit einer hohen Dosis Antibiotika behandelt werden, da durch die Entzündung das Gehör und das Gleichgewichtsorgan bedroht sein können.

5.2.4 Hörsturz

Beim Hörsturz handelt es sich um eine akute Innenohrhörverschlechterung in Sekunden oder Minuten. Sie tritt meist einseitig und ohne erkennbare Ursache (idiopathisch) auf. Der geringfügige bis völlige Hörverlust wird begleitet von Doppelhören, akustischen Phänomenen und Schwindel (Vertigo). Als Ursache werden verschiedene Faktoren diskutiert, z. B. Gefäßerkrankungen, Embolien, Allergien, Stress und Irritationen im HWS-Bereich. Patienten mit akutem Hörsturz sollten an einen Arzt verwiesen werden.

Zur Behandlung des Hörsturzes gibt es einige therapeutische Ansätze, jedoch wird nicht in jedem Fall eine Besserung erreicht. Die bessere Durchblutung des Innenohrs erreicht man mittels Infusionen über zehn bis 14 Tage, die das Blut fließfähiger machen sollen (**Hämodilution**), bei gleichzeitiger Gabe von durchblutungsfördernden Substanzen, die gefäßerweiternd wirken. Die verwendeten Wirkstoffe sind **Hydroxyethylstärke** (HAES), daneben niedermolekulare Dextrane und **Pentoxifyllin**. Als Nebenwirkungen treten Juckreiz, Schwindel und Kopfschmerz auf.

Neben der Infusionstherapie werden gleichzeitig oder alternativ systemische Corticoide wie Prednison, **Prednisolon** oder Methylprednisolon angewandt.

5.2.5 Tinnitus

Beim Tinnitus (Ohrensausen, Ohrgeräusche) handelt es sich eher um ein Symptom als um eine Erkrankung. Die Symptomatik äußert sich in Rauschen, Brummen, Sausen, hochfrequentem Pfeifen, Zischen und Klingeln ohne das Vorhandensein eines tatsächlichen Geräuschs. Ursachen für einen Tinnitus sind vielfältig. Durch Erkrankungen

bedingter Tinnitus lässt sich nach der Behandlung häufig beheben. Bei einem Tinnitus unbekannter Ursache erfolgt die Therapie ähnlich der bei einem Hörsturz. Weiterhin kann versucht werden, mit Ginkgoextrakten (Tebonin®) zu behandeln, wozu aber kaum gesicherte Studien vorliegen.



ZUSAMMENFASSUNG

- Das Ohr ermöglicht uns die Wahrnehmung von Geräuschen und die Orientierung im Raum.
- Eine Schädigung des Systems führt zu erheblichen Störungen wie Schwindel und Gangunsicherheit.
- Erkrankungen können alle Teile des Ohrs betreffen, wobei die medikamentöse Behandlung des äußeren und des Mittelohrs für den Apothekenalltag interessant ist.
- Durch die Verbindung mit dem Rachenraum kann das Ohr durch virale und bakterielle Erkrankungen in Mitleidenschaft gezogen werden. Daher ist bei einer Mittelohrentzündung in schweren Fällen eine Antibiose angezeigt.
- Zur Abschwellung werden Nasensprays und -tropfen verabreicht, die beim Tubenmittelohrkatarrh auch zur Standardbehandlung gehören.
- Morbus Menière ist eine Innenohrerkrankung, die mit Schwindel und Hörstörungen einhergeht.
- Einige wenige Erkrankungen wie Tinnitus entziehen sich weitgehend einer medikamentösen Therapie.



FRAGEN

● leicht ●● mittel ●●● schwer

- 1. Entzündungen des äußeren Gehörgangs können verschiedene Ursachen haben. Nennen Sie vier.
2. Gegen leichte Ohrenscherzen werden oft schmerzstillende Ohrentropfen eingesetzt. Welche Wirkstoffe enthalten diese in der Regel?
- 3. Dimenhydrinat, Furosemid und Betahistin werden bei der Menière-Krankheit eingesetzt. Durch welche Mechanismen lindern sie die Symptome?
4. Die vierjährige Eva erhält vom Kinderarzt folgende Medikation: Nasenspray-ratiopharm® für Kinder, Nurofen Saft®, Infectomycin® Saft. Welche Ohrerkrankung liegt höchstwahrscheinlich vor? Was bewirken die einzelnen Arzneimittel?
- 5. Welche typischen Symptome zeigt eine Otitis media, wie entsteht sie und welche Komplikationen sind möglich?



Arzneimittel mit Wirkung auf die Atemwege 6

Es kratzt im Hals und kribbelt in der Nase – eine Erkältung ist im Anmarsch. Jeder kennt dieses Gefühl. Statistisch gesehen erkranken Erwachsene im Durchschnitt zwei- bis fünfmal im Jahr an einer Erkältung. Bei Kleinkindern sind auch zehn bis zwölf Erkältungen im Jahr nicht ungewöhnlich. Eintrittspforte für die Erreger einer Erkältungskrankheit sind immer die Atemwege. Atemwegserkrankungen sind damit die häufigste Ursache für einen Arztbesuch.

Primär sind die Atemwege dazu da, unseren Körper mit lebenswichtigem Sauerstoff zu versorgen. Der Überblick über den Aufbau der Atemwege und die Regulation der Atmung dienen deshalb als Einstieg in dieses Kapitel. Die Ursache und Therapie der beiden häufig vorkommenden Atemwegserkrankungen Asthma und chronische Bronchitis bilden einen weiteren zentralen Punkt. Im Rahmen eines grippalen Infektes (Erkältung) sind oft die Atemwege in Mitleidenschaft gezogen. Typische Anzeichen sind Halsschmerzen, Schnupfen, Husten und Heiserkeit. Die kompetente Beratung zu Arzneimitteln gegen Erkältungskrankheiten ist ein wesentliches Aufgabengebiet des Apothekenalltags.

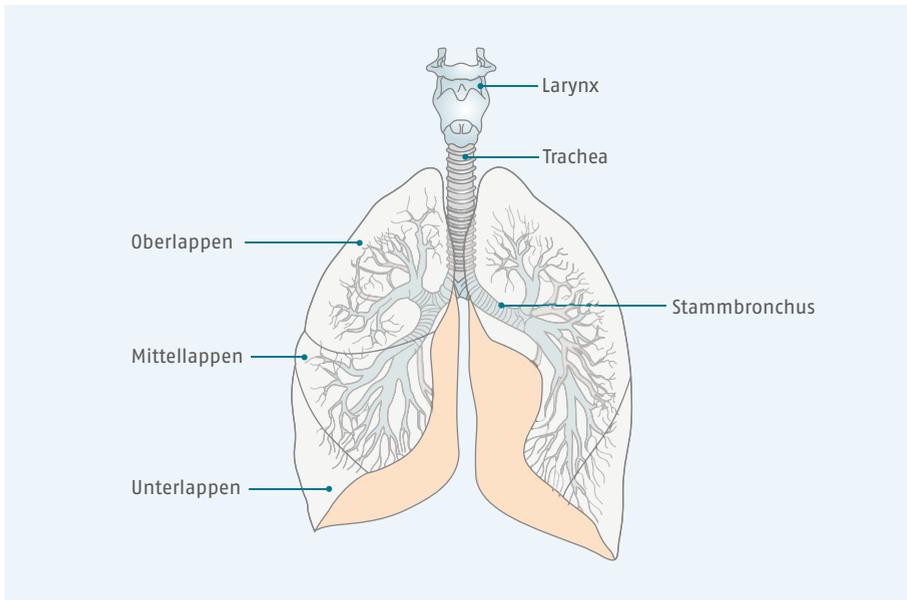
6.1 Anatomie und Physiologie des Respirationstrakts

6.1.1 Obere Atemwege

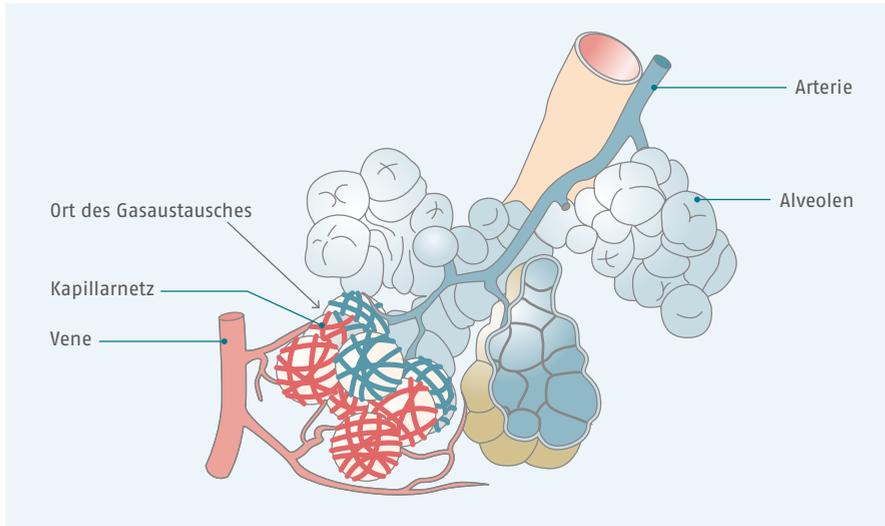
Zu den oberen Atemwegen gehören Nase, Mund, Rachen und der Kehlkopf. Die Luft gelangt beim Einatmen normalerweise zunächst in die Nase, wo sie erwärmt, befeuchtet und gereinigt wird. Die Nase besteht aus der äußeren Nase und der Nasenhöhle, die mit Schleimhaut und einem Flimmerepithel ausgekleidet ist und durch die Nasenscheidewand in zwei Hohlräume unterteilt wird. Benachbart sind die beiden Nasennebenhöhlen, weitere Nebenhöhlen sind z. B. die Kieferhöhle und die Stirnhöhle. In der Nase ist der Geruchssinn lokalisiert. Die Schleimhaut ist von einer Sekretschicht aus einer dünnflüssigen Sol- und einer zähflüssigen Gelschicht bedeckt. Flimmerhärchen (Zilien) schlagen in der Solschicht und transportieren so die Gelschicht aus den Nasennebenhöhlen über die Nasenschleimhaut in den Rachen. Dieser Reinigungsmechanismus wird als **mukoziliäre Clearance** bezeichnet (● Abb. 6.3). Die Mundhöhle geht in den Rachen (Pharynx) über und dieser in die Speiseröhre (Ösophagus). Außerdem besteht eine Verbindung zur Nasenhöhle und zum Kehlkopf (Larynx). Im Rachen kreuzen sich Luftröhre (Trachea) und Speiseröhre.

6.1.2 Lunge und Bronchien

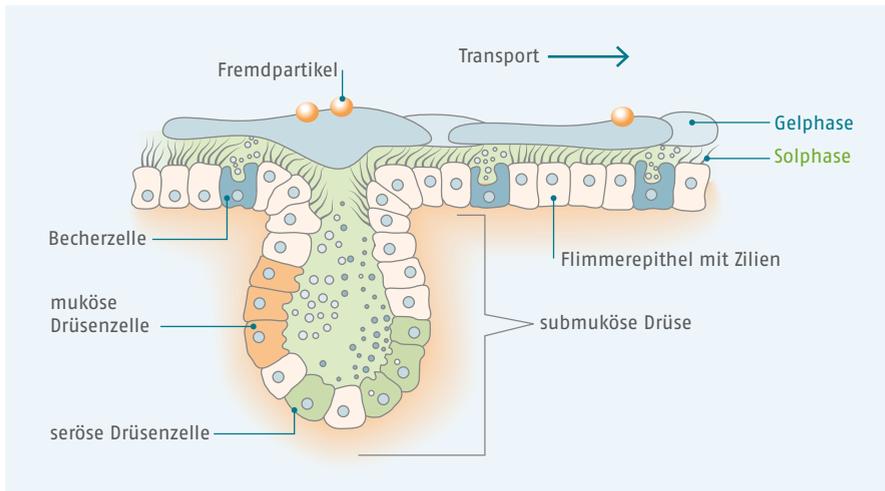
Die Lunge besteht aus zwei Lungenflügeln, von denen der rechte Flügel in drei und der linke in zwei Lungenlappen unterteilt ist (● Abb. 6.1). In der Lunge wird der Sauerstoff aus der Einatemluft ins Blut aufgenommen und das Kohlendioxid vom Blut in die Ausatemluft abgegeben. Dieser Stoffaustausch findet in den Lungenbläschen (Alveolen) statt (● Abb. 6.2). Die Luft gelangt dabei über die Luftröhre (Trachea) und die beiden



● Abb. 6.1 Lungen und zuleitende Atemwege in Vorderansicht



• **Abb. 6.2** Endverzweigungen der kleinen Atemwege mit (teilweise eröffneten) Alveolen und Gefäßen



• **Abb. 6.3** Mukoziliäre Clearance

Stammbronchien in die Lungenflügel. Die beiden großen Bronchien verzweigen sich in der Lunge zu kleineren Bronchien und noch kleineren Bronchiolen, die dann in die Alveolen münden. Um die Atemwege offen zu halten, sind die Luftröhre und die großen Bronchien durch Knorpelspannen versteift, die kleineren Bronchien durch Knorpelplättchen. Bronchiolen und Alveolen besitzen keine knorpeligen Versteifungen mehr. Zwischen und unter den Knorpeln befinden sich glatte Muskelfasern, die den Durchmesser der Bronchien verändern können. Die Innenwand der Luftröhre und der Bronchien ist mit Schleimhaut und einem Flimmerhaarepithel ausgekleidet. Die Schleimdrüsen sondern das Bronchialsekret (Schleim) ab. Partikel, die in die Bronchien gelangt sind, werden mithilfe der Flimmerhärchen Richtung Kehlkopf aus den Luftwegen heraus befördert

(mukoziliäre Clearance, ● Abb. 6.3). Die Innenwand der Alveolen ist mit Surfactant (surface active agent) ausgekleidet. Dieser Film stabilisiert die Lungenbläschen und erleichtert den Schleimtransport und Gasaustausch.

6.1.3 Regulation der Atmung

Der Atemablauf wird vom Atemzentrum zentral gesteuert. In der Aortenwand befinden sich Chemorezeptoren, die kontinuierlich die Sauerstoffkonzentration im Blut messen und bei Sauerstoffmangel eine Steigerung der Atemfrequenz bewirken. Eine Zunahme der Kohlendioxid-Konzentration im Blut bewirkt ebenfalls eine Atemfrequenzsteigerung.

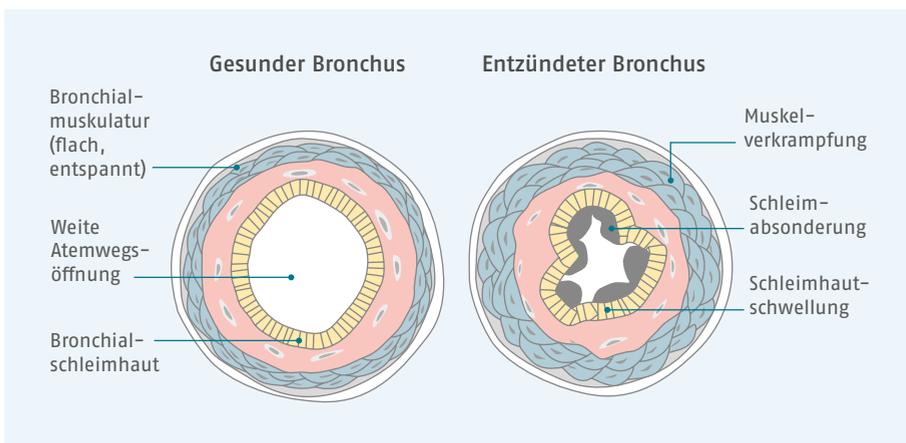
Die Weite der Bronchien wird durch das vegetative Nervensystem kontrolliert. Über den Sympathikus kommt es beim Einatmen zu einer Erschlaffung der glatten Bronchialmuskulatur und somit zu einer Erweiterung der Bronchien. Der Parasympathikus bewirkt in der späten Ausatemungsphase eine Kontraktion der glatten Muskulatur, wodurch die Bronchien verengt werden.

6.2 Antiasthmatika und Bronchospasmolytika

6.2.1 Asthma bronchiale

Asthma bronchiale ist eine chronisch-entzündliche Erkrankung der Atemwege, charakterisiert durch bronchiale Überempfindlichkeit (Hyperreagibilität) und variable Atemwegsobstruktion. In den Industrienationen leiden etwa 5 % der Erwachsenen und ca. 10 % der Kinder an Bronchialasthma.

Typische Symptome sind Atemnot, häufig anfallsartig, auch nachts und am frühen Morgen, Engegefühl in der Brust, Husten, Giemen (pfeifendes Ausatemgeräusch) und glasig-zähes Sputum (Auswurf). Die Einengung der Atemwege kommt durch Kontraktion der Bronchialmuskulatur, Schwellung der Bronchialwand und verstärkte Sekretion eines zähen Schleims, der nur unvollständig abgehustet werden kann, zustande (● Abb. 6.4).



● **Abb. 6.4** Querschnitt durch einen gesunden und einen entzündeten Bronchus

▣ **Tab. 6.1** Stufenplan der Asthmatherapie für Erwachsene (Nationale Versorgungsleitlinie Asthma 3. Auflage, 2018)
 SABA: kurzwirksames β_2 -Sympathomimetikum, LABA: langwirksames β_2 -Sympathomimetikum
 ICS: inhalatives Corticosteroid

Medikation	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5
Bedarfsmedikation	SABA		SABA oder ICS + Formoterol (falls auch Dauertherapie)		
Dauermedikation	Evtl. ICS (niedrige Dosis)	ICS (niedrige Dosis) alternativ: Montelukast	ICS (niedrige Dosis) + LABA alternativ: ICS (mittlere Dosis) oder ICS (niedrige Dosis) + Montelukast oder Tiotropium	ICS (mittlere bis hohe Dosis) + LABA (evtl. + Tiotropium) alternativ: ICS (mittlere bis hohe Dosis) + LABA + Montelukast oder ICS (mittlere bis hohe Dosis) + Tiotropium	ICS (hohe Dosis) + LABA + Tiotropium evtl. Anti-IgE oder Anti-IL-5-Antikörper alternativ oder zusätzlich: orales Glucocorticoid

Unterschieden wird ein allergisches (exogenes) von dem nichtallergischen (endogenen) Asthma. Auch Mischformen kommen vor. Das **allergische Asthma** wird ausgelöst durch Allergene, z. B. Pollen, Hausstaubmilbenkot, Tierhaare, Schimmelpilze. Auslöser des **nichtallergischen Asthmas** sind z. B. Reize wie Tabakrauch, kalte Luft, industrielle Stäube und Dämpfe, Infekte. Auch Medikamente können eine Bronchialobstruktion auslösen (z. B. Betablocker, nichtsteroidale Antirheumatika, „Aspirin-Asthma“). Von einem Anstrengungsasthma spricht man bei Atemnot nach körperlicher Betätigung bzw. Sport.

Die Einteilung des Asthmas in drei Schweregrade (leicht, mittel, schwer) richtet sich danach, welche Therapiestufe nötig ist, um das Asthma unter Kontrolle zu halten. Von einem kontrollierten Asthma spricht man, wenn der Patient tagsüber maximal zweimal in der Woche sein Bedarfsmedikament benötigt, nachts keine asthmatypischen Symptome hat und Alltagsaktivitäten uneingeschränkt möglich sind.

Asthmatherapie

Das allergisch bedingte Asthma kann kausal durch Meiden der Allergene oder mit einer Hyposensibilisierungstherapie (► Kap. 7.8.2) behandelt werden. Hierbei muss zunächst ermittelt werden, gegen welches Antigen die Allergie gerichtet ist.

In der medikamentösen Therapie von Asthma bronchiale wird zwischen Dauermedikation (Controller; regelmäßige Anwendung) und Bedarfsmedikation (Reliever) unterschieden (siehe Stufenplan der Asthmatherapie, ▣ Tab. 6.1).



● **Abb. 6.5** Peak-flow-Meter

Die Ziele der Asthmatherapie sind:

- Wiederherstellung und Erhaltung einer normalen oder bestmöglichen Lungenfunktion,
- Verbesserung der Lebensqualität,
- Verhinderung einer krankheitsbedingten Beeinträchtigung der körperlichen Aktivitäten und der physischen und geistigen Entwicklung,
- Vermeidung von Asthmaanfällen.



MERKE

Bedarfsmedikamente (Reliever): β_2 -Sympathomimetika, Parasympatholytika.
Dauermedikamente (Controller): Glucocorticoide, langwirksame β_2 -Sympathomimetika, Leukotrien-Antagonisten, monoklonale Antikörper.

Um die Nebenwirkungsrate gering zu halten, sollte die Wirkstoffdosis so viel wie nötig, aber so wenig wie möglich betragen und die inhalative Therapie der oralen vorgezogen werden. Zur inhalativen Therapie stehen Dosieraerosole (klassische und atemzuggesteuerte) und Pulverinhalatoren (z.B. Diskus[®], Turbohaler[®], Novolizer[®], Easyhaler[®]) zur Verfügung. In regelmäßigen Abständen sollte der Arzt die Therapie überprüfen und ggf. anpassen.

Empfehlenswert für den Patienten sind das Führen eines Asthmatagebuchs und regelmäßige **Peak-flow-Messungen** mit einem Peak-flow-Meter (● Abb. 6.5). Unter dem Peak flow versteht man die maximale Ausatemstromstärke (in l/Min). Peak-flow-Messungen sind einfach durchzuführen und erlauben eine bessere Beurteilung des Krankheitsverlaufs und der medikamentösen Therapie. Niedrige Werte zeigen eine Verschlechterung der Lungenfunktion an, ein drohender Asthmaanfall wird frühzeitig erkannt und die Therapieanpassung ist umgehend möglich.

Durchführung der Peak-flow-Messung

- Zeiger des Geräts vor jeder Messung auf Null schieben.
- Mit aufrechtem Oberkörper so kräftig wie möglich in das Peak-flow-Meter pusten.
- Messung dreimal wiederholen, höchsten Wert notieren (Asthmatagebuch).
- Ermittlung des persönlichen Bestwertes mit dem Arzt.
- Bei Verschlechterung der Werte Anpassung der Therapie (wie mit dem Arzt besprochen).

 β_2 -Sympathomimetika

Die β_2 -Sympathomimetika reduzieren die Symptome und wirken hauptsächlich erschlaffend auf die glatte Muskulatur der Atemwege. Außerdem hemmen sie die Mediatorfreisetzung und steigern die mukoziliäre Clearance. Auf die chronische Entzündung der Bronchien haben die β_2 -Sympathomimetika keinen Einfluss. Die Verträglichkeit ist meist gut, Nebenwirkungen wie erhöhte Herzfrequenz (Tachykardie), Unruhe, Tremor, Kopfschmerzen treten erst bei Inhalation hoher Dosen auf. Wegen der gegensätzlichen Wirkung kann es bei gleichzeitiger Einnahme von Betablockern zu Wechselwirkungen kommen. Die bronchienerweiternde Wirkung wird abgeschwächt.

In der Gruppe der Bedarfsmedikamente sind die **kurzwirksamen β_2 -Sympathomimetika** (▣ Tab. 6.2) zur Inhalation bei weitem die wichtigsten. Sie werden bei akuten Atembeschwerden und als Notfallspray im akuten Asthmaanfall eingesetzt. Nach relativ kurzer Zeit bemerkt der Patient die Wirkung und bekommt besser Luft.

▣ **Tab. 6.2** Bronchienerweiternde Asthmatherapeutika

Arzneistoff	Fertigarzneimittel
Kurzwirksame β_2-Sympathomimetika	
Salbutamol	*Sultanol [®] , *Ventilastin [®]
Fenoterol	*Berotec [®]
Terbutalin	*Aerodur [®]
Langwirksame β_2-Sympathomimetika	
Formoterol	*Foradil [®] P, *Oxis [®] , *Formatris [®] , *Formotop [®] , *Forair [®]
Salmeterol	*Serevent [®]
Vilanterol	*Relvar [®] Ellipta [®] (+ Fluticason)
Parasympatholytika	
Ipratropiumbromid	*Atrovent [®]
Tiotropiumbromid	*Spiriva [®] , *Braltus [®]