

Durchschnitt des menschlichen Augapfels:

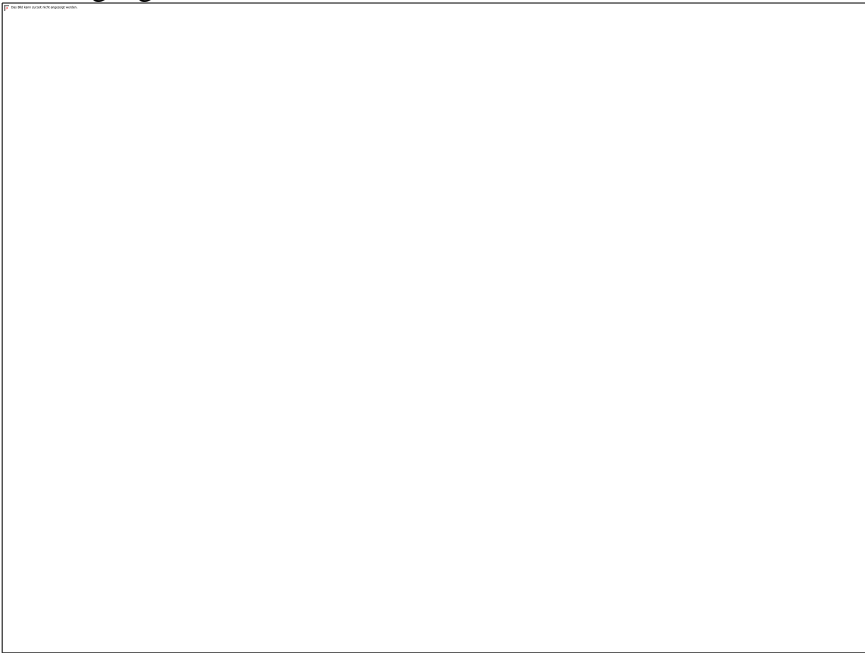
1. Lederhaut (Sclera)
2. Aderhaut (*Chorioidea*)
3. Schlemm-Kanal (*Sinus venosus sclerae/Plexus venosus sclerae*)
4. Iriswurzel (*Radix iridis*)
5. Hornhaut (*Cornea*)
6. Regenbogenhaut (*Iris*)
7. Pupille (*Pupilla*)
8. vordere Augenkammer (*Camera anterior bulbi*)
9. hintere Augenkammer (*Camera posterior bulbi*)
10. Ziliarkörper (*Corpus ciliare*)
- 11. Linse (*Lens*)**
12. Glaskörper (*Corpus vitreum*)
13. Netzhaut (*Retina*)
14. Sehnerv (*Nervus opticus*)
15. Zonulafasern (*Fibrae zonulares*)

Äußere Augenhaut (*Tunica externa bulbi*): 1. + 5.

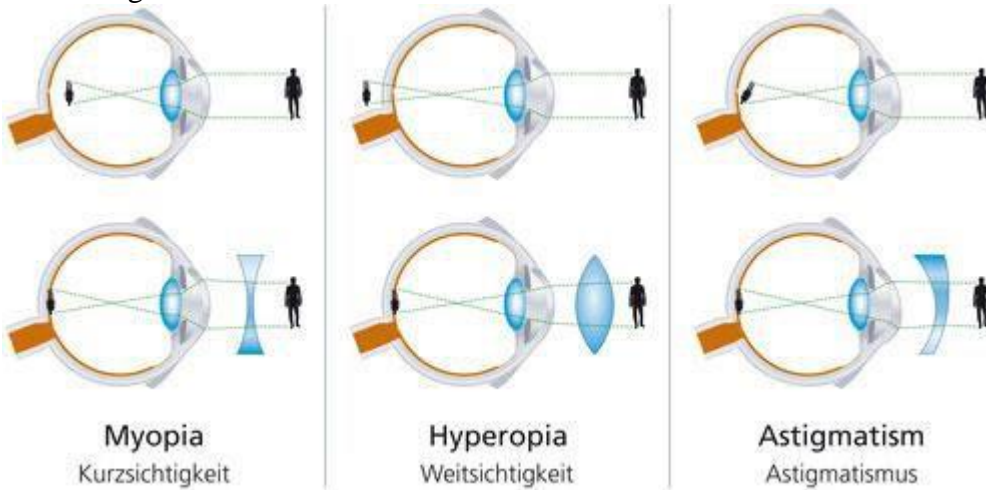
Mittlere Augenhaut (*Tunica media bulbi/Uvea*): 2. + 6. + 10.

Innere Augenhaut (*Tunica interna bulbi*): 13.

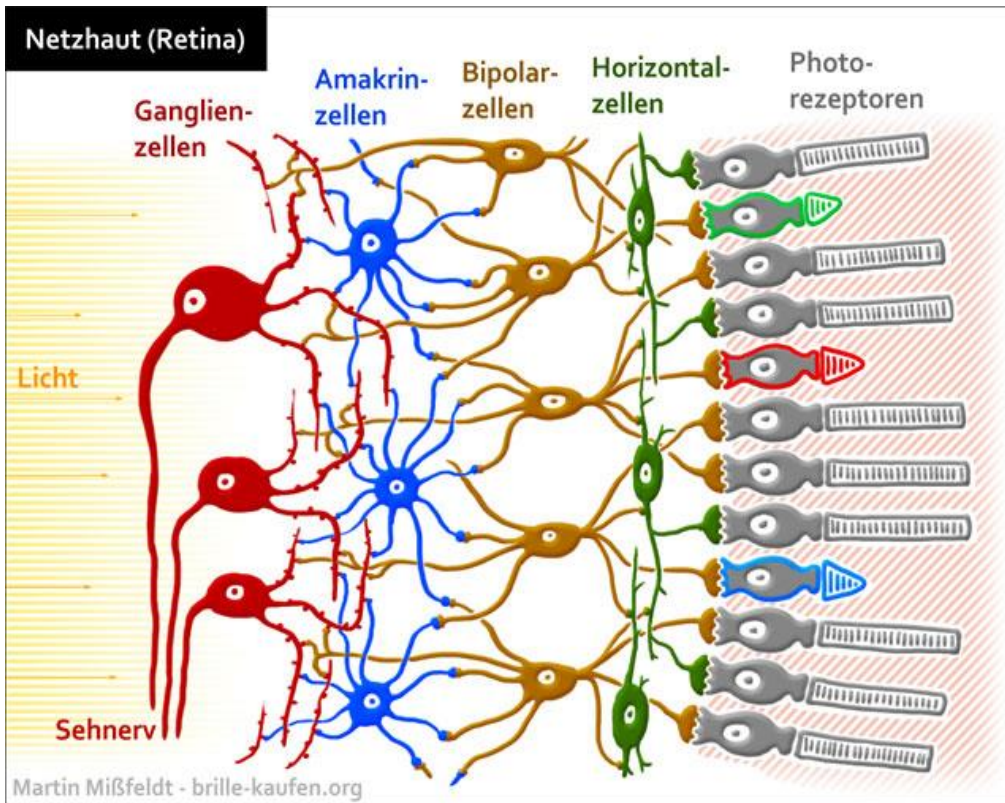
Sehvorgang



Fehlsichtigkeiten



Astigmatismus: Krümmung der Hornhaut
Altersweitsichtigkeit: Elastizität der Linse
Grauer Star: Trübung der Linse
Grüner Star: Augeninnendruck erhöht



Schutzeinrichtungen des Auges

Augenbrauen, Wimpern, Lider, Tränendrüsen, ...

Braille-Schrift, Blindenhund, Gehör- und Geruchssinn, menschliche Echoortung, satellitengestützte Navigation, taktile Bodenleitsysteme

Ohr

Das Ohr ist in drei Abschnitte untergliedert:

1. Außenohr = der von außen sichtbare Bereich

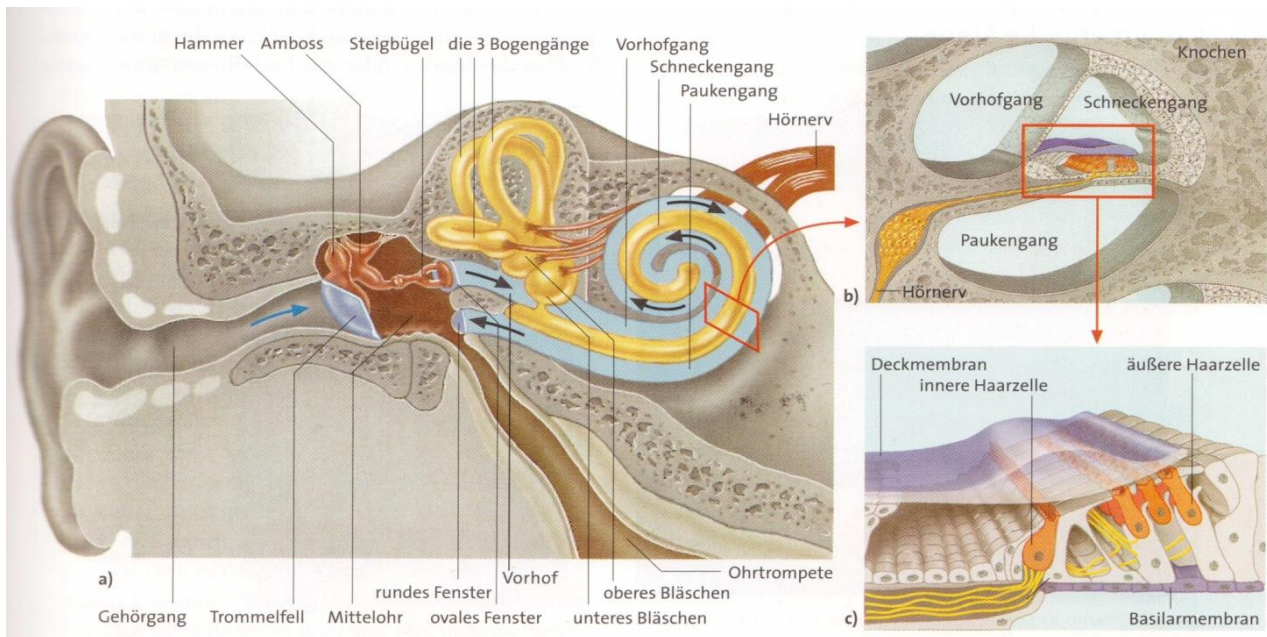
- **Ohrmuschel**
- 2,5 – 3,5 cm langer **Gehörgang**: ist mit einer drüsenreichen Haut ausgekleidet, die das Ohrenschmalz absondert
- Die **Außenseite des Trommelfells** (dünne Bindegewebsplatte): Grenze zwischen Außen- und Mittelohr

2. Mittelohr = Paukenhöhle

- Die **Innenseite des Trommelfells**
- Gehörknöchelchen: **Hammer, Amboss, Steigbügel**
- **Ohrtrumpete** (Eustachische Röhre): 3,5 cm lange Röhre, Verbindung zum Nasenrachenraum

3. Innenohr

- Liegt in einem Hohlraumsystem (**knöchernes Labyrinth**) innerhalb des Felsenbeins (Teil des Schläfenbeins)
- Innerhalb des knöchernen Labyrinth befindet sich das **häutige Labyrinth**. Dieses besteht aus **Gehörschnecke (Hörorgan)**, **Bogengängen (Gleichgewichtsorgan)** und **Vorhofsäckchen (Lagesinnesorgan)**
 - mit **Endolymphe** gefüllt und **Haarsinneszellen** ausgestattet
- Zwei fensterartige, durch Häute verschlossene Durchbrechungen des Knochens verbinden die Schnecke mit dem Mittelohr:
 - **Ovale Fenster**: daran setzt der Steigbügel an
 - **Runde Fenster**: dient zum Druckausgleich
- **Hörnerv**



Gehörsinn

GEHÖRSCHNECKE (durch Membrane in drei parallele Gänge gegliedert)

- Das **knöcherne Labyrinth** besteht aus dem oberen **Vorhofgang** (beginnt am ovalen Fenster) und dem unteren **Paukengang** (endet am runden Fenster). Sie gehen an der Schneckenspitze ineinander über.
- Dazwischen befindet sich der **häutige Schneckengang = häutige Labyrinth** (schwingungsfähig an der knöchernen Schnecke befestigt). Dieser endet blind.

In allen drei Gängen zirkuliert Lymphe.

Im Schneckengang befindet sich das eigentliche Hörorgan = **CORTISCHE ORGAN**:

- obere Membran = Reißnersche Membran
- untere Membran = Deckmembran (hauchdünn) und Basilarmembran (relativ stark)
- Haarsinneszellen → Gehörnerv

HÖRVORGANG

Schwingungen eines Körpers verursachen

Schwingungen in der Luft (Schallwellen).

Ohrmuschel (Trichter) sammelt Schallwellen →

äußeren Gehörgang → Trommelfell → in

Schwingung versetzt → 20-fache Verstärkung

durch die Gehörknöchelchen → auf das ovale

Fensters übertragen → Perilymphe im

Vorhofgang und Paukengang wird in Bewegung

versetzt → die Endolymphe des

Schneckenganges beginnt zu schwingen.

*→ Schwingungen der Perilymphe werden über das runde Fenster abgeleitet.

*→ Die Schwingungen der Basilarmembran drücken die Haarsinneszellen gegen die Deckmembran bzw. ziehen sie von ihr weg → Verbiegung der Haarsinneszellen → Änderung der Membranpermeabilitätseigenschaften, wodurch die Erregungsleitung beginnt → Ableitung des Impulses über den Hörnerv.

Unterscheidung von LAUTSTÄRKE und TONHÖHE

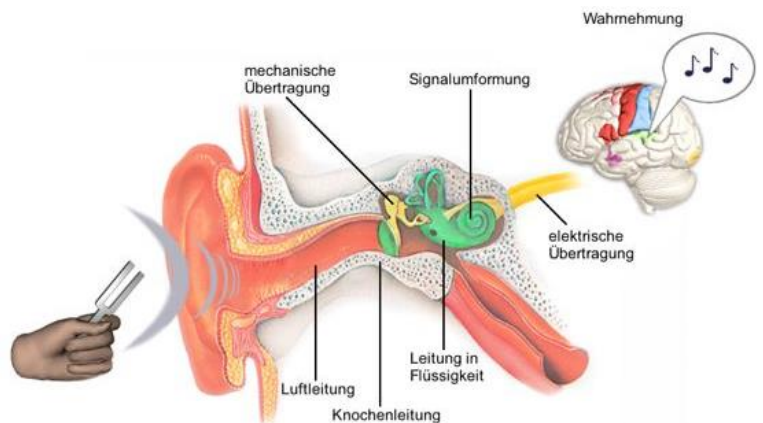
Die untere Hörgrenze liegt beim Menschen bei 20 Hz (Hertz), die obere zwischen 15 und 20 kHz (1 Kilohertz = 1000 Schwingungen pro Sekunde).

Lautstärke = von der Schwingungsbreite der Schallwelle (=Amplitude) abhängig. Je größer die Amplitude, desto stärker werden die Sinneshaare gebogen. Es werden mehr Aktionspotentiale ausgelöst.

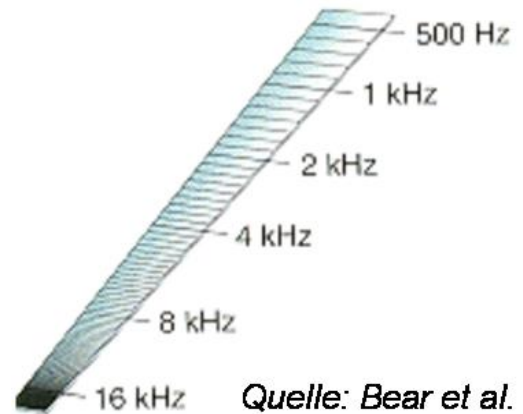
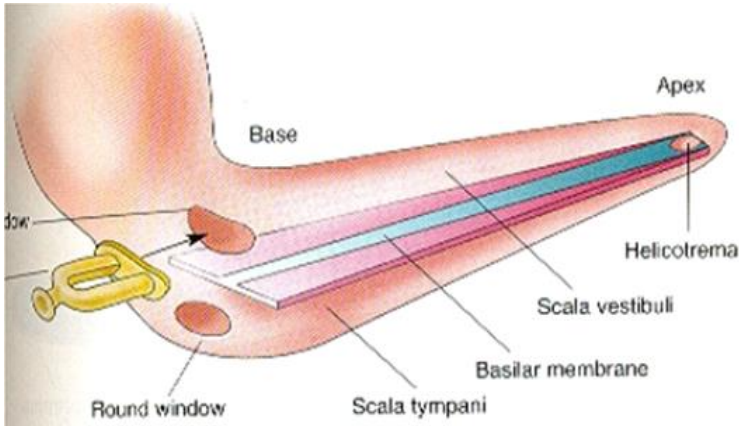
Dezibel: Maß zur Beschreibung der Stärke eines Schallereignisses, z.B. 10 dB: Blätterrauschen, 50 dB: normale Unterhaltung, 90 dB: Autohupen, 110 dB: Rockkonzert, 130 dB: Schmerzschwelle

Tonhöhe = Verschieden hohe Töne bringen unterschiedliche Bereiche der Basilarmembran zum Schwingen:

- Hohe Töne erregen Sinneszellen nahe des ovalen Fensters (am schmalen Teil der Basilarmembran).



→ Tiefe Töne erregen Sinneszellen nahe der Schneckenspitze (am breiten Teil der Basilarmembran)



Töne vs. Geräusche

Töne: periodische Schallwellen

Geräusche: nicht periodische Schallwellen, psychologische Störwirkung

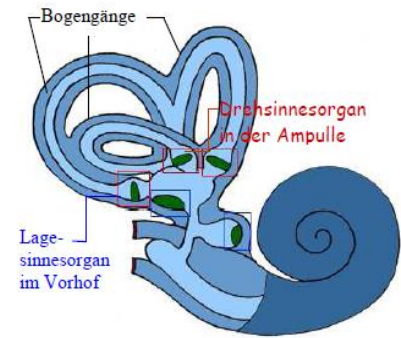
RICHTUNGSHÖREN

Außer zum Hören dient das Ohr auch zur Orientierung im Schallraum. Ein von links kommender Schall erreicht zuerst das linke und dann das rechte Ohr. Dieser geringe Zeitunterschied genügt, um die Richtung der Schallquelle festzustellen. Dabei spielen auch die Unterschiede der Schallintensität in beiden Ohren eine Rolle. Zum Richtungshören sind daher beide Ohren notwendig.

Gleichgewichtssinn

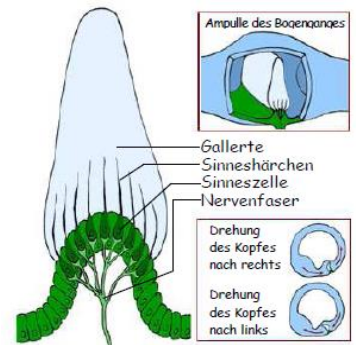
BOGENGÄNGE:

- Drei senkrecht zueinander stehende, flüssigkeitsgefüllte **Bogengänge**
- Weisen an einem Ende jeweils eine bauchige Ausweitung, eine **Ampulle** auf
- In jeder **Ampulle** befindet sich eine **Gallertkappe**, in die Sinneshärchen der darunter befindlichen Sinneszellen ragen.



Funktionsweise:

Wird der Kopf und damit auch das Bogengangssystem gedreht, bewegt sich zunächst die enthaltene **Lymphflüssigkeit** aufgrund ihrer Trägheit *nicht* mit. Die Gallertkappe wird gegen die ruhende Lymphe gedrückt und durchgebogen. Die Sinneszellen werden durch die Verbiegung der Sinneshärchen erregt. Bei *anhaltender* Drehung wird nach kurzer Zeit die Lymphe auch in Bewegung gesetzt. Beim Abstoppen des Kopfes strömt die Lymphe weiter und biegt die Gallertkappe nach der anderen Seite. Dabei kann ein Schwindelgefühl entstehen, und man hat den Eindruck, man drehe sich entgegen der vorherigen Drehrichtung.



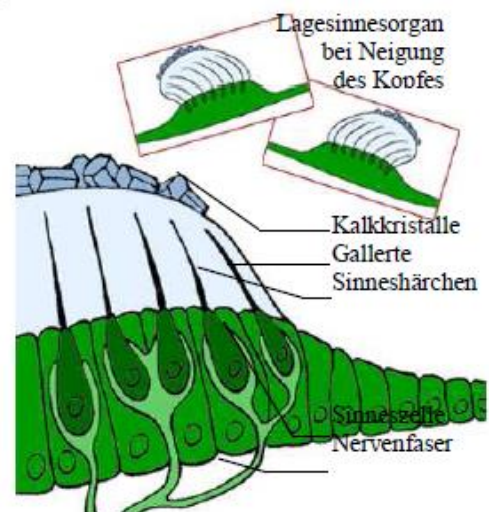
LAGESINN

VORHOFSÄCKCHEN:

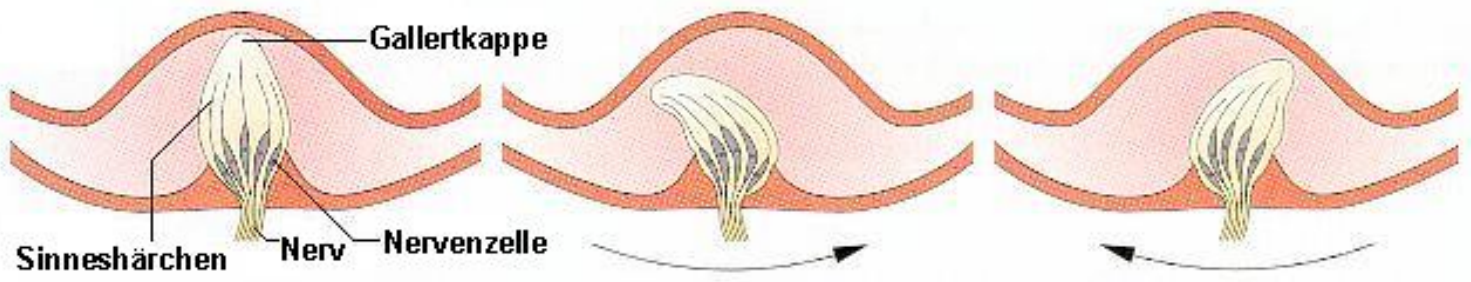
- Am vorderen Ende der Gehörschnecke liegen zwei bläschenförmige Erweiterungen, die **Vorhofsäckchen**
- **Sinneszellen mit Sinneshärchen**, die in eine **Gallertplatte** ragen
- Gewicht ist durch eingelagerte **Kalkkristalle** erhöht

Funktionsweise:

Bei normaler Kopfhaltung liegt eines der beiden Lagesinnesorgane waagrecht, das andere senkrecht dazu. Bei Neigung des Kopfes werden die Sinneshärchen durch die Gallerplatten verbogen und damit die Sinneszellen erregt. Jede Lageänderung führt zu Erregungen der Sinneszellen. Aus dem Erregungsmuster der Lagesinnesorgane im rechten und linken Innenohr bestimmt das Gehirn die Stellung des Kopfes.



Gleichgewichtssinn



Lagesinn

