



Willkommen bei

Elektronische Hilfen für behinderte und alte Menschen

Wolfgang Zagler



1. BLOCK

- 1 - Organisatorisches**
Kap A1: Einführung und Definitionen
Kap A2: Medizinische Grundlagen
Richtungen, Chromosomen,
Nervensystem
- 2 Kap A2: Medizinische Grundlagen**
Auge
- 3 Kap A2: Medizinische Grundlagen**
Sehleistung, Haut,
taktile Wahrnehmung
- 4 Kap A2: Medizinische Grundlagen**
Ohr, auditive Wahrnehmung



1. BLOCK

- 1 - Organisatorisches**
Kap A1: Einführung und Definitionen
Kap A2: Medizinische Grundlagen
Richtungen, Chromosomen,
Nervensystem
- 2 Kap A2: Medizinische Grundlagen**
Auge
- 3 Kap A2: Medizinische Grundlagen**
Sehleistung, Haut,
taktile Wahrnehmung
- 4 Kap A2: Medizinische Grundlagen**
Ohr, auditive Wahrnehmung

Kapitel 1: Einführung und Definitionen

1.1: Definitionen

- „Behinderte“ sind Menschen in allen Altersgruppen, die durch einen angeborenen oder erworbenen gesundheitlichen Schaden in der Ausübung der im entsprechenden Lebensalter üblichen Funktionen beeinträchtigt sind.
- Vermeide die „substantivierte“ Form:
 - ❖ behinderte Menschen
 - ❖ Menschen mit einer Behinderung



Kapitel 1: Einführung und Definitionen

1.2: Die Ebenen der Behinderung

■ WHO - ICIDH 1 (1980)

❖ International Classification of

- Impairments
- Disabilities and
- Handicaps

■ Impairment = (gesundheitliche) Schädigung

■ Disability = Fähigkeitsstörung

■ Handicap = (soziale) Beeinträchtigung

Kapitel 1: Einführung und Definitionen

1.2: Die Ebenen der Behinderung

- Impairment – (gesundheitliche) Schädigung
 - ❖ Störung der biologischen und/oder psychischen Struktur und Funktion
 - ❖ Verlust oder Normabweichung in der psychischen, physiologischen oder anatomischen Struktur





Kapitel 1: Einführung und Definitionen

1.2: Die Ebenen der Behinderung

■ Disability – Fähigkeitsstörung

- ❖ Ebene der *Störung der Fähigkeiten* der betroffenen Person *zur Ausführung zweckgerichteter Handlungen*
- ❖ Einschränkung oder jeder Verlust der Fähigkeit (als Folge einer Schädigung), Aktivitäten in der Art und Weise oder in dem Umfang auszuführen, die für einen Menschen als normal angesehen wird



Kapitel 1: Einführung und Definitionen ***1.2: Die Ebenen der Behinderung***

■ Handicap – (soziale) Beeinträchtigung

- ❖ Ebene der Störung der sozialen Stellung oder Rolle der betroffenen Person und ihrer Fähigkeit zur Teilnahme am gesellschaftlichen Leben
- ❖ eine sich aus einer Schädigung oder Fähigkeitsstörung ergebende Benachteiligung des betroffenen Menschen, die die Erfüllung einer Rolle einschränkt oder verhindert

Kapitel 1: Einführung und Definitionen

1.2: Die Ebenen der Behinderung

- ICIDH -> ICF
- International Classification of Functioning
 - ❖ disability -> activities
 - ❖ handicap -> participation

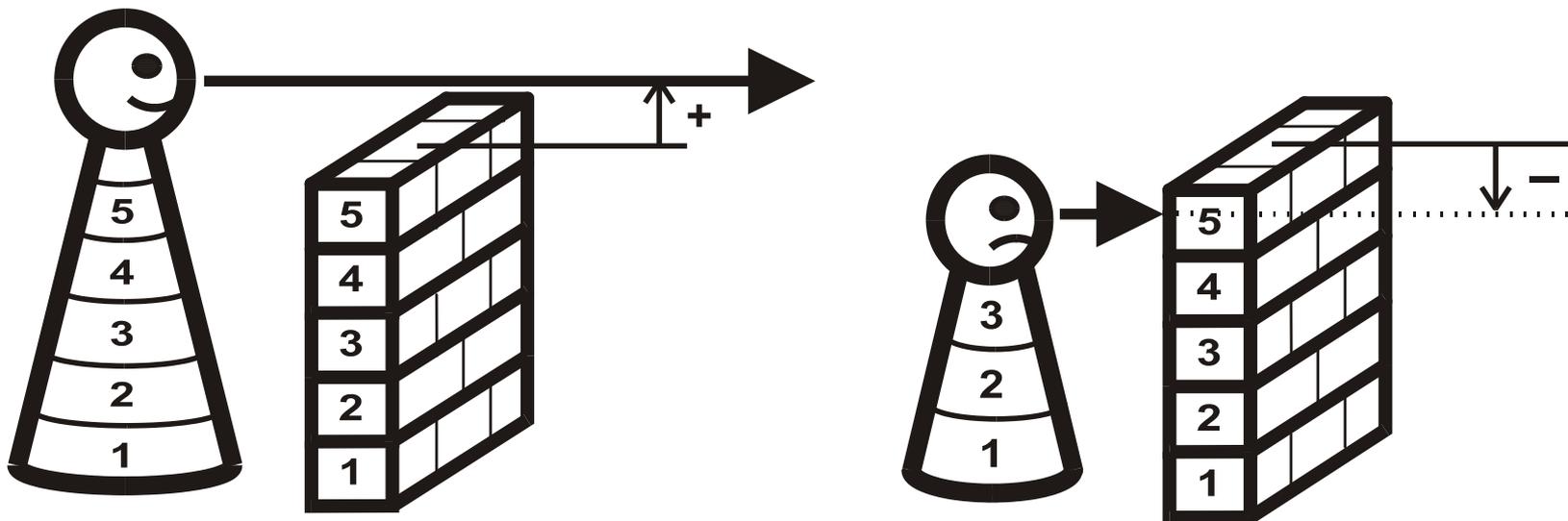
Kapitel 1: Einführung und Definitionen 1.2: Die Ebenen der Behinderung

■ ICHIDH als Graphik





Kapitel 1: Einführung und Definitionen 1.3: Differenz zw. Leistung und Anforderung



Kapitel 1: Einführung und Definitionen

1.4: Sichtweise und Sprachgebrauch

- Alte Sichtweise:
 - ❖ Mangeldefinition
 - ❖ Normabweichung
 - ❖ Defektologie

 - ❖ Kategorisierung -> Schubladen
 - ❖ Substantivieren („Die Behinderten“)

Kapitel 1: Einführung und Definitionen

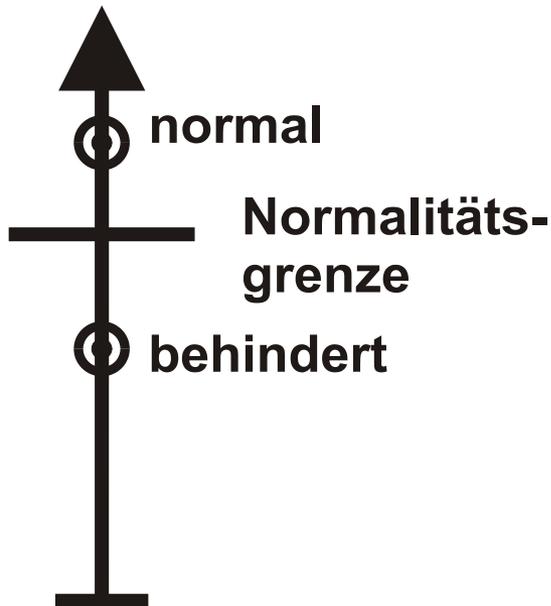
1.4: Sichtweise und Sprachgebrauch

- Paradigmenwechsel:
- Blick auch auf die Stärken
 - ❖ Person im Vordergrund (People first)
 - Menschen mit einer Behinderung
 - Personen im Rollstuhl
 - Kunden, Klienten mit ...

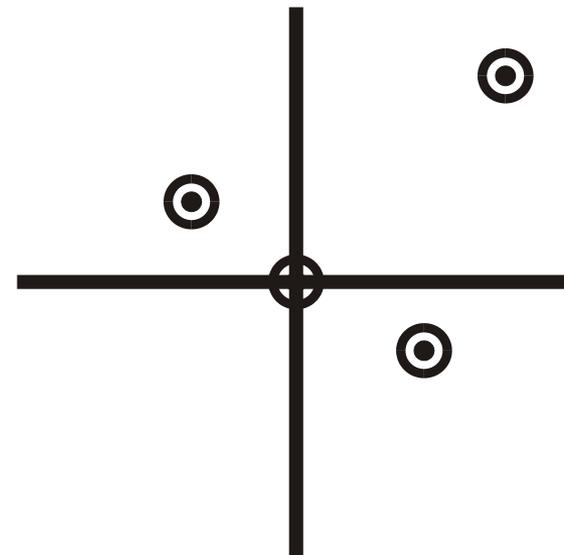


Kapitel 1: Einführung und Definitionen 1.4: Sichtweise und Sprachgebrauch

■ Paradigmenwechsel: „differently abled person“



eindimensionale
Sichtweise



Sichtweise der
"unterschiedlichen Befähigungen"

Kapitel 1: Einführung und Definitionen

1.5 Rehabilitationstechnik

■ Einteilung der Biomedizinischen Technik

- ❖ Prävention
- ❖ Diagnostik
- ❖ Therapie
- ❖ Nachbehandlung (Rehabilitation)
- ❖ Rehabilitationstechnik (Technische Lebenshilfen)
Entwicklung, Bereitstellung und Anwendung von technischen Geräten oder Systemen, die eine Kompensation funktioneller Einschränkungen bewirken können.



Kapitel 1: Einführung und Definitionen

1.5 Rehabilitationstechnik

- Zielgruppe der Rehatechnik:
 - ❖ Menschen mit Fähigkeitsstörungen (*disability*) bzw.
 - ❖ mit (sozialen) Beeinträchtigungen (*handicap*) ...
- Werkzeuge in die Hand geben, mit denen die Fähigkeitsstörung bzw. Beeinträchtigung ganz / teilweise überwunden werden kann.
- Auswirkungen von Krankheit und Behinderung überwinden, ohne an der Krankheit oder der Schädigung selbst etwas ändern zu können.

Kapitel 1: Einführung und Definitionen

1.5 Rehabilitationstechnik

- 1. Ziel der Rehabilitationstechnik:
 - ❖ Wiederherstellung oder Verbesserung einer durch Schädigung betroffenen Funktion
 - ❖ Der Ansatz erfolgt bei der Fähigkeitsstörung. Durch Verwendung des Hilfsmittels wird die Fähigkeitsstörung aufgehoben.

Kapitel 1: Einführung und Definitionen

1.5 Rehabilitationstechnik

- 2. Ziel der Rehabilitationstechnik:
 - ❖ Überwindung der Auswirkungen einer Schädigung ohne die Funktion wiederherzustellen
 - ❖ Der Ansatz erfolgt bei der (sozialen) Beeinträchtigung. Trotz Weiterbestand der Fähigkeitsstörung kann die gesellschaftliche Rolle wieder wahrgenommen werden.



Kapitel 1: Einführung und Definitionen

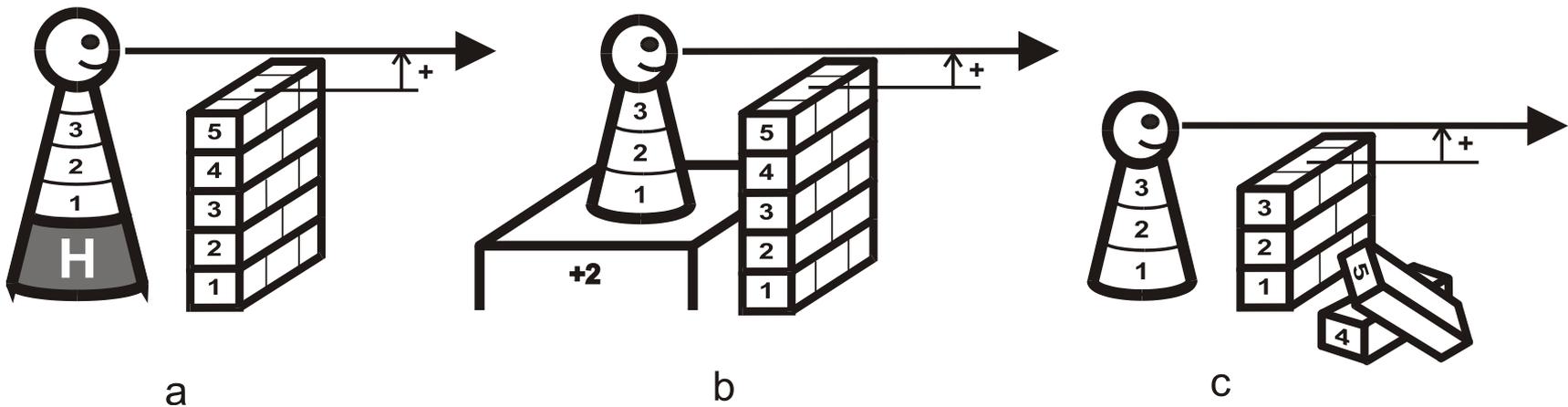
1.5 Rehabilitationstechnik

- 3. Ziel der Rehabilitationstechnik:
 - ❖ Beseitigung von Barrieren
 - ❖ Der Ansatz erfolgt bei der Gestaltung der Umwelt.
 - ❖ Schaffung barrierefreier Lebensräume
(Vermeidung und Beseitigung von Barrieren)



Kapitel 1: Einführung und Definitionen

1.5 Rehabilitationstechnik



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

■ Wirkungskette

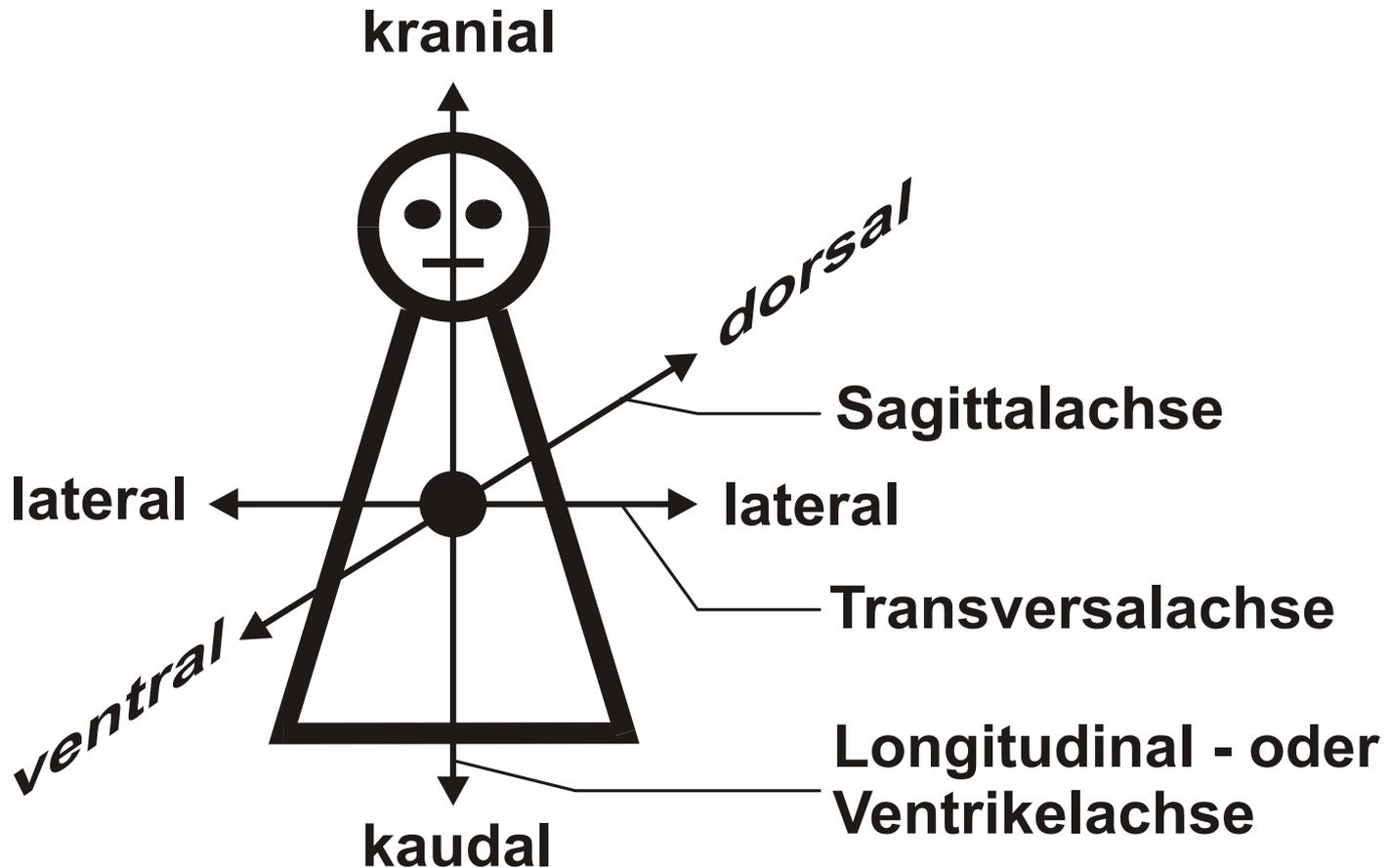
Krankheit ⇒ ***Schädigung*** ⇒ ***Fähigkeitsstörung*** ⇒ ***Beeinträchtigung***



Medizintechnik

Rehabilitationstechnik

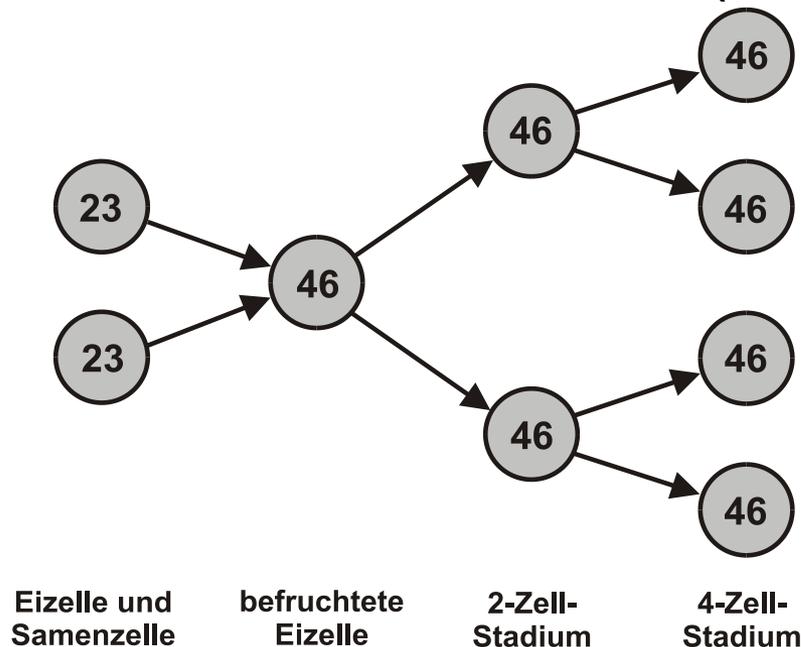
Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.1 Richtungsangaben



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.2 Chromosomen, Gene, Vererbung

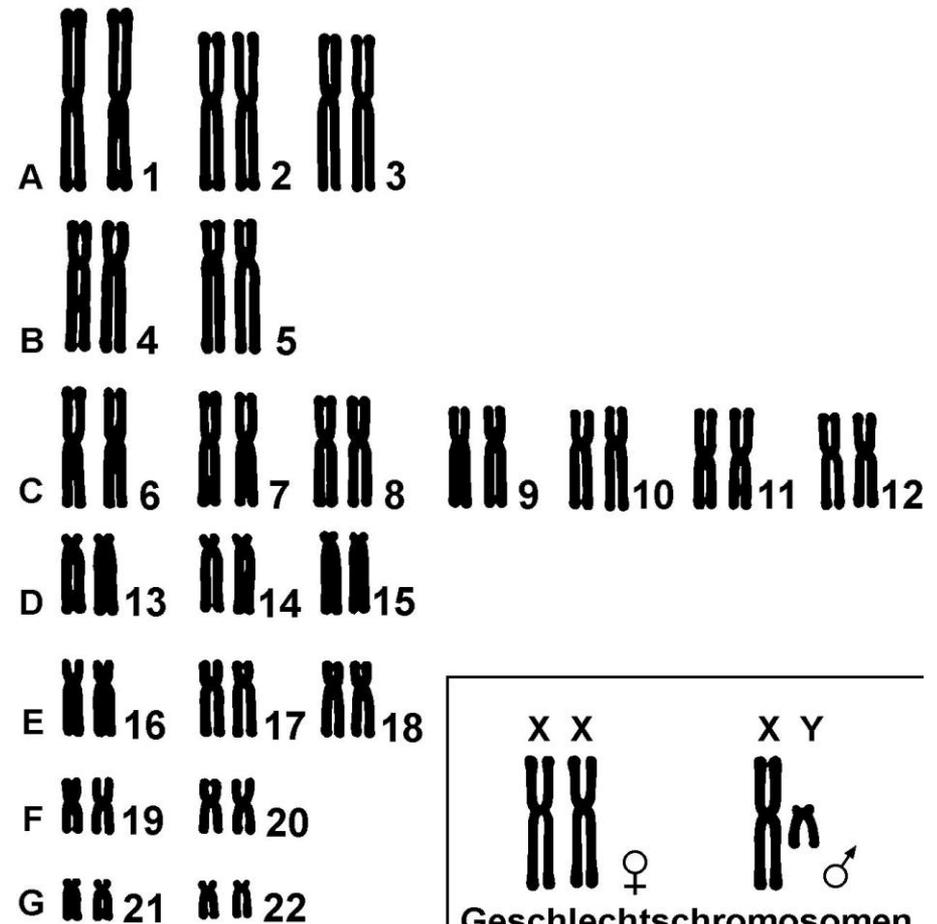
- 46 Chromosomen (diploider Satz)
- 22 Paare Körperchromosomen (Autosomen)
- 2 Geschlechtschromosomen (Heterosomen)



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.2 Chromosomen, Gene, Vererbung

Einteilung der Chromosomen

- ❖ Konvention v. Denver
- ❖ Karyogramm



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.2 Chromosomen, Gene, Vererbung

■ Dominanter Erbgang (ODER Verknüpfung)

Gene		Auftreten der Merkmals
Mutter	Vater	
m	m	ja
m	o	ja
o	m	ja
o	o	nein



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.2 Chromosomen, Gene, Vererbung

■ Rezessiver Erbgang (UND Verknüpfung)

Gene		Auftreten der Merkmals
Mutter	Vater	
m	m	ja
m	o	nein
o	m	nein
o	o	nein





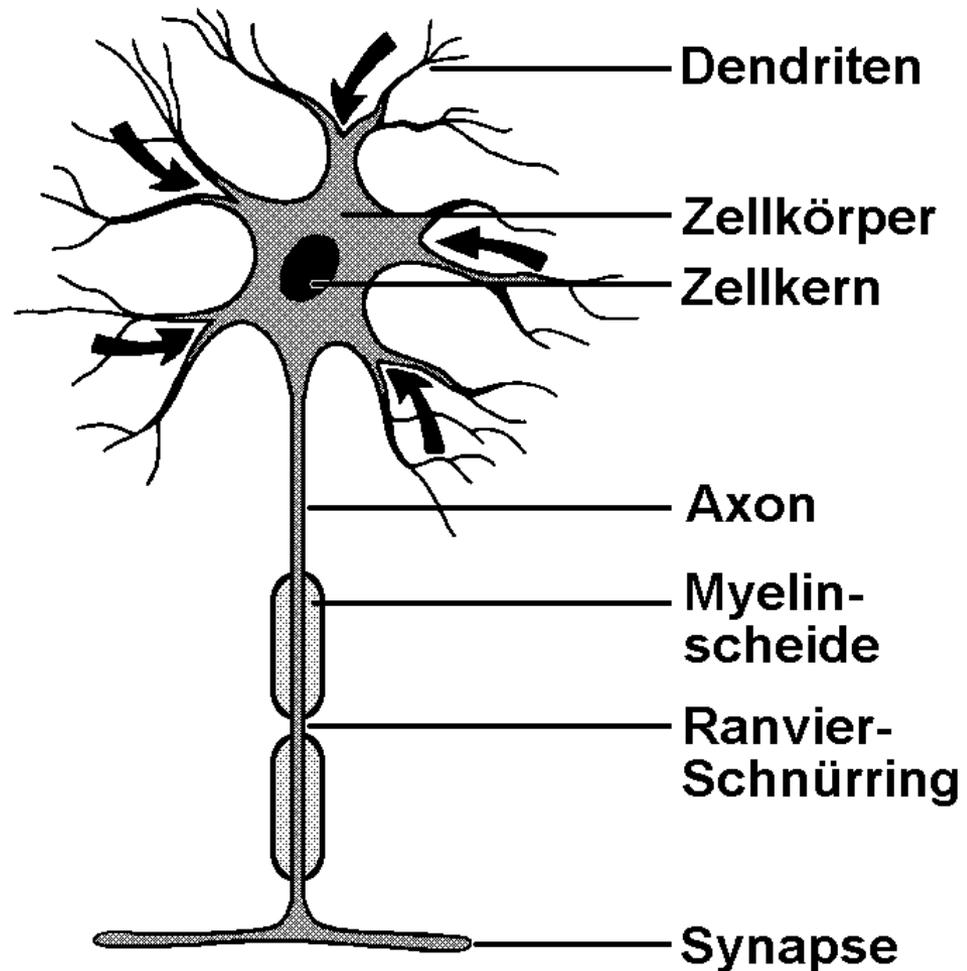
Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.2 Chromosomen, Gene, Vererbung

■ X-chromosomale Erbgänge

- ❖ X-chromosomal-dominant
- ❖ X-chromosomal-rezessiv
- ❖ Konduktor (Merkmal tritt nicht auf, wird aber weitergegeben)

Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.3 Nervensystem

■ Aufbau einer Nervenzelle



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.3 Nervensystem

- Information durch Impulse weitergegeben
 - ❖ Maximal ca. 1 kHz
- Synapse, synaptischer Spalt
 - ❖ Neurotransmitter
 - ❖ Spaltbreite 20 nm
- Ionen in wässriger Lösung
 - ❖ Chlorid, Kalium, Natrium, Kalzium
- Konzentrationsdifferenz
 - ❖ Potentialunterscheid 70 mV, außen positiv
- Porenstruktur im Axon

Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

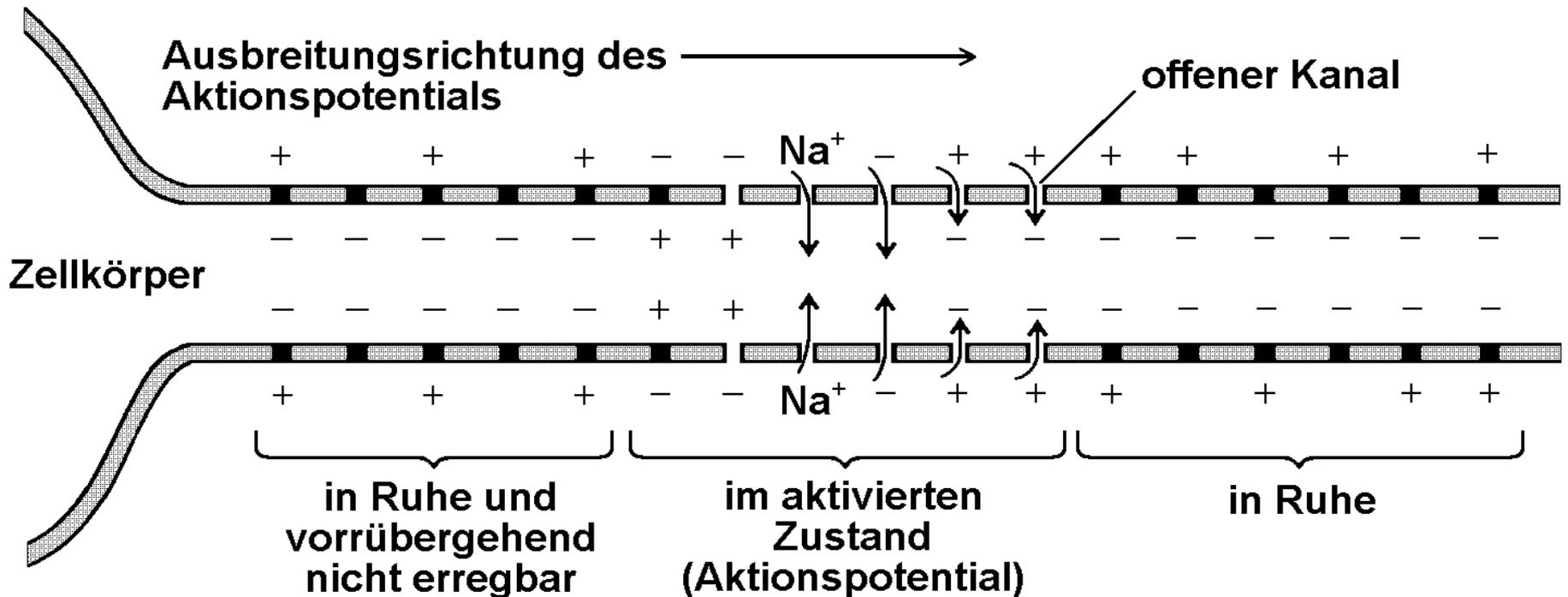
2.3 Nervensystem

- Erregung einer Nervenzelle, Aktionspotential
 - ❖ Hohe Konzentration: außen Na, innen K
 - ❖ Kalium Poren offen, außen positive Ladung
 - ❖ Öffnen der Natrium Poren
 - ❖ Natrium Ionen nach innen
 - ❖ Innen positiv = Depolarisation
 - ❖ Schließen der Natrium Poren
 - ❖ Öffnen der Kalium Poren
 - ❖ = Herstellung der Ausgangszustandes

Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.3 Nervensystem

■ Erregung einer Nervenzelle, Aktionspotential





Kapitel 2: Medizinische Grundlagen ***2.3 Nervensystem***

■ Synapse

- ❖ Bei Erregung: Kalzium-Ionen nach innen
- ❖ Freisetzen von Neurotransmittern
- ❖ Diffusion über den synaptischen Spalt
- ❖ Erregung oder Dämpfung der postsynaptischen Zelle
- ❖ exzitatorische oder inhibitorische Synapse

■ Konvergenz (Empfang von vielen Zellen)

■ Divergenz (Weiterleitung an viele Zellen)



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen ***2.3 Nervensystem***

■ Input-Kanäle = Rezeptoren

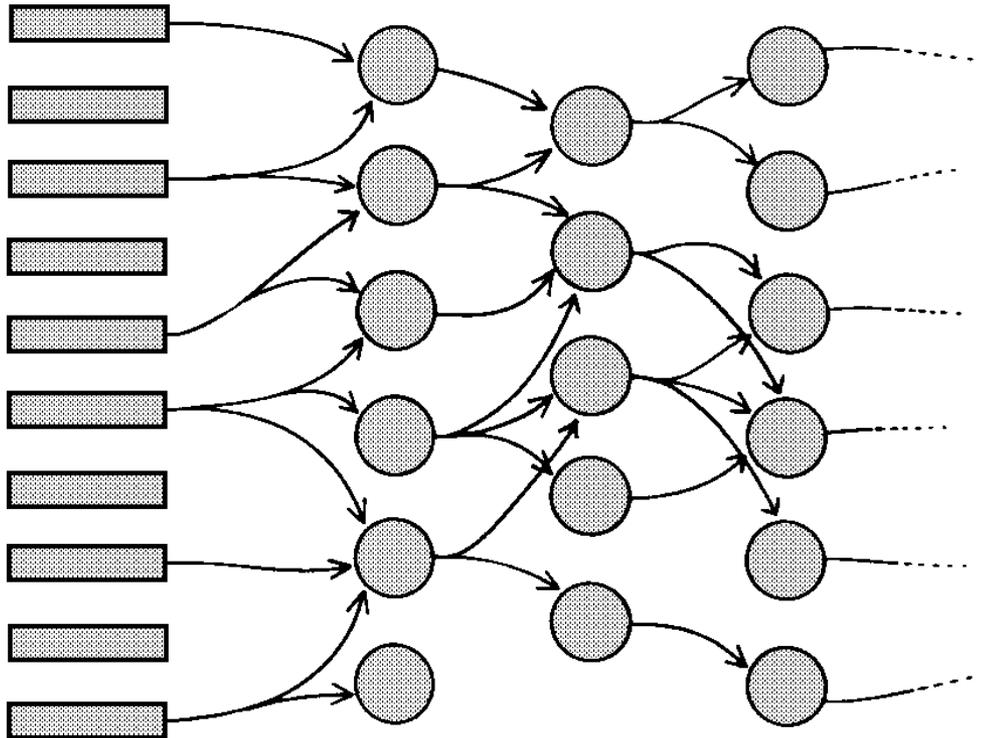
- ❖ Optisch (Sehen)
- ❖ akustisch/mechanisch (Hören)
- ❖ chemisch (Riechen und Schmecken)
- ❖ mechanisch (Tastsinn)
- ❖ thermisch, Gleichgewicht, Propriozeption, Nozizeption

■ Output-Kanäle = Motoneuronen

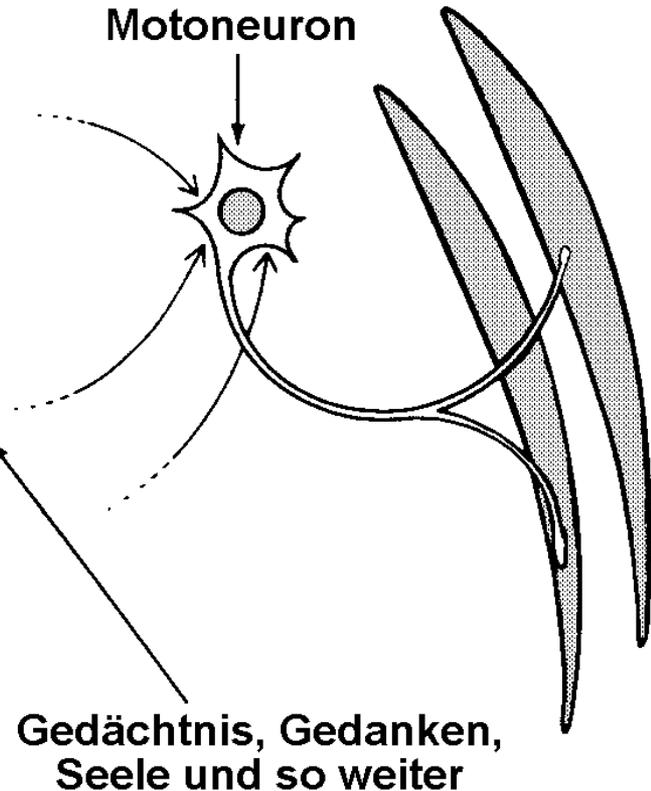
- ❖ Aktivierung von Muskeln

Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.3 Nervensystem

Rezeptorzellen



Muskelzellen





1. BLOCK

- 1 - Organisatorisches**
Kap A1: Einführung und Definitionen
Kap A2: Medizinische Grundlagen
Richtungen, Chromosomen,
Nervensystem
- 2 Kap A2: Medizinische Grundlagen**
Auge
- 3 Kap A2: Medizinische Grundlagen**
Sehleistung, Haut,
taktile Wahrnehmung
- 4 Kap A2: Medizinische Grundlagen**
Ohr, auditive Wahrnehmung



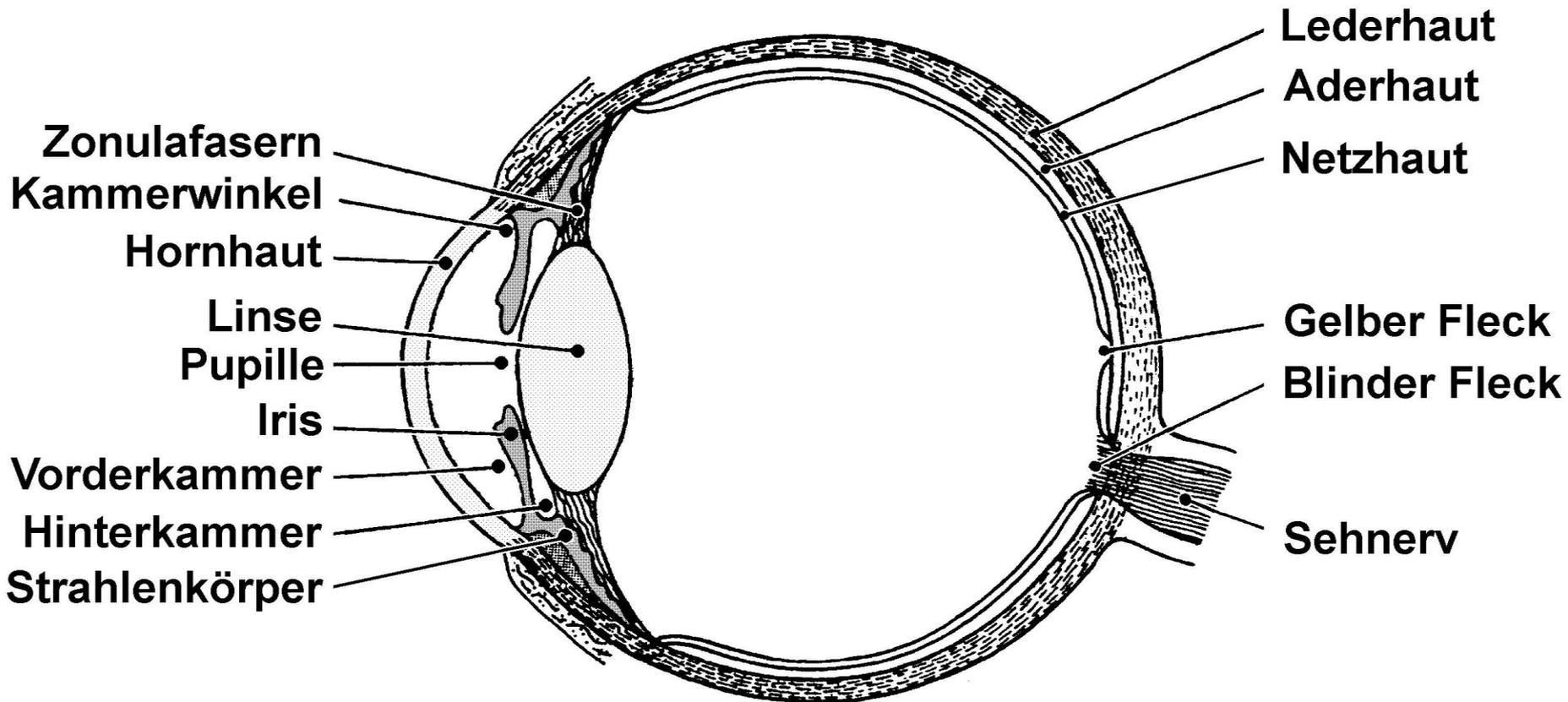
Kapitel 2: Medizinische Grundlagen ***2.4 Auge***

■ Das Auge

- ❖ Sinnesorgan für optische Reize
- ❖ ca. 25 mm Durchmesser

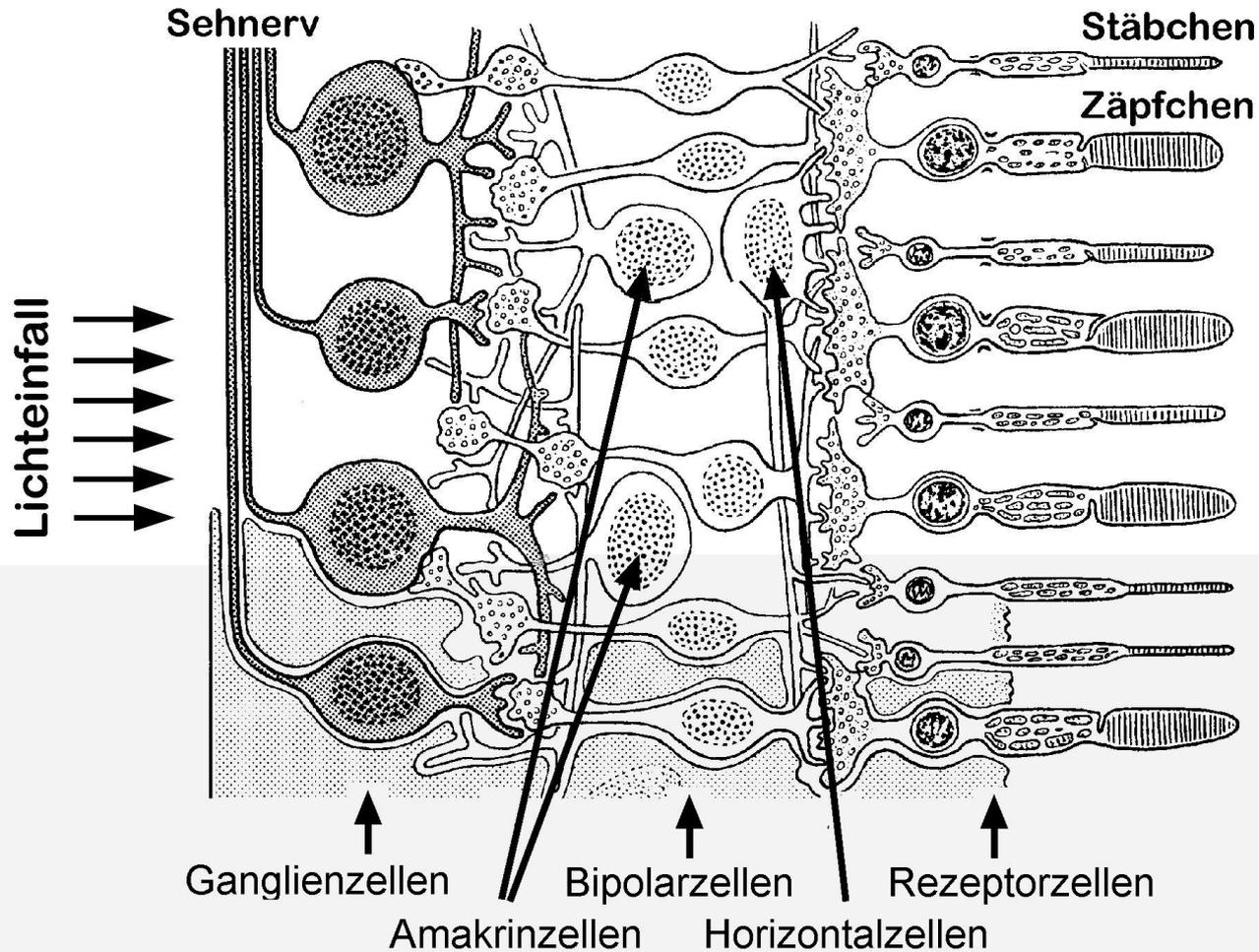
- ❖ innen: Glaskörper (Corpus vitreum)
- ❖ außen: Hautschichten

Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.4 Auge



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

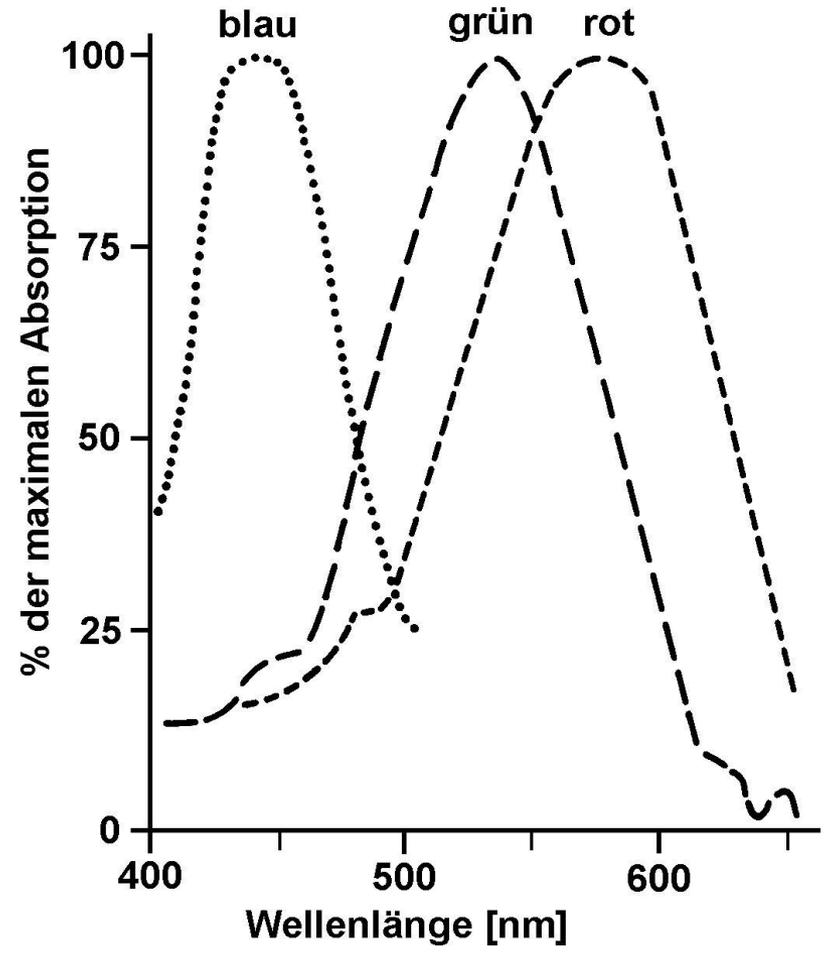
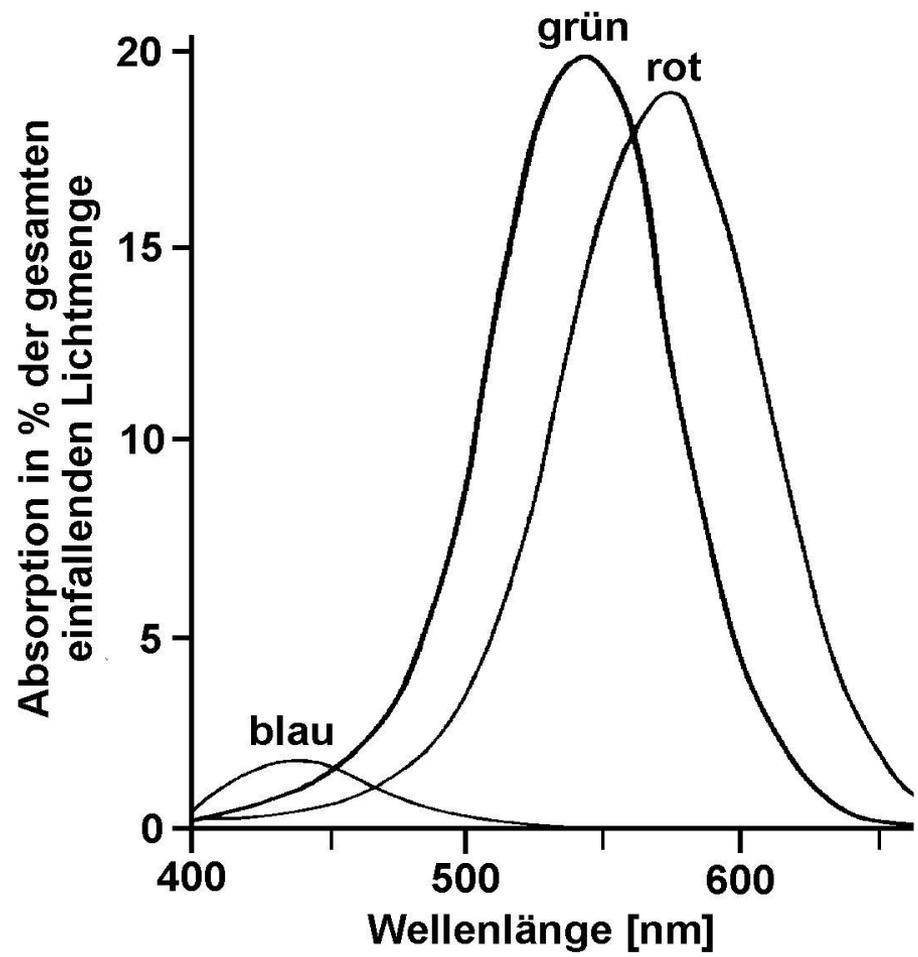
2.4 Auge





Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.4 Auge



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.4 Auge

■ Intensitätsbereich und Adaptation

- ❖ Verwendung von zwei unterschiedlich empfindlichen Rezeptor-Typen (Stäbchen und Zäpfchen)
- ❖ Veränderung der einfallenden Lichtmenge durch die Pupille (Verhältnis 1:16 – schneller Vorgang)
- ❖ Aufbau und Abbau von Sehfärbstoff in den Rezeptoren (langsam)
- ❖ Adaptive räumliche und zeitliche Reizintegration in der Netzhaut



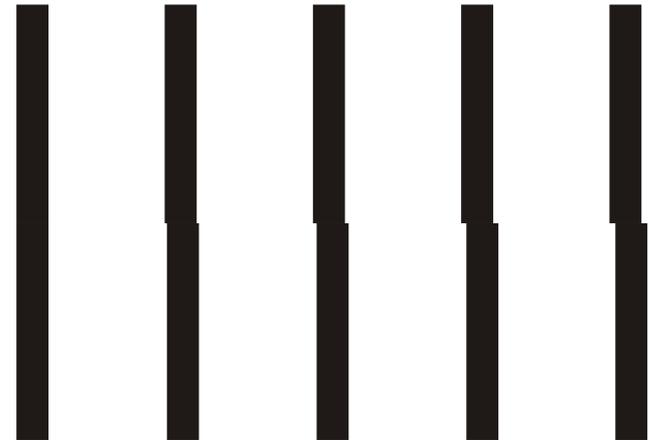


Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.4 Auge

■ Räumliche Auflösung

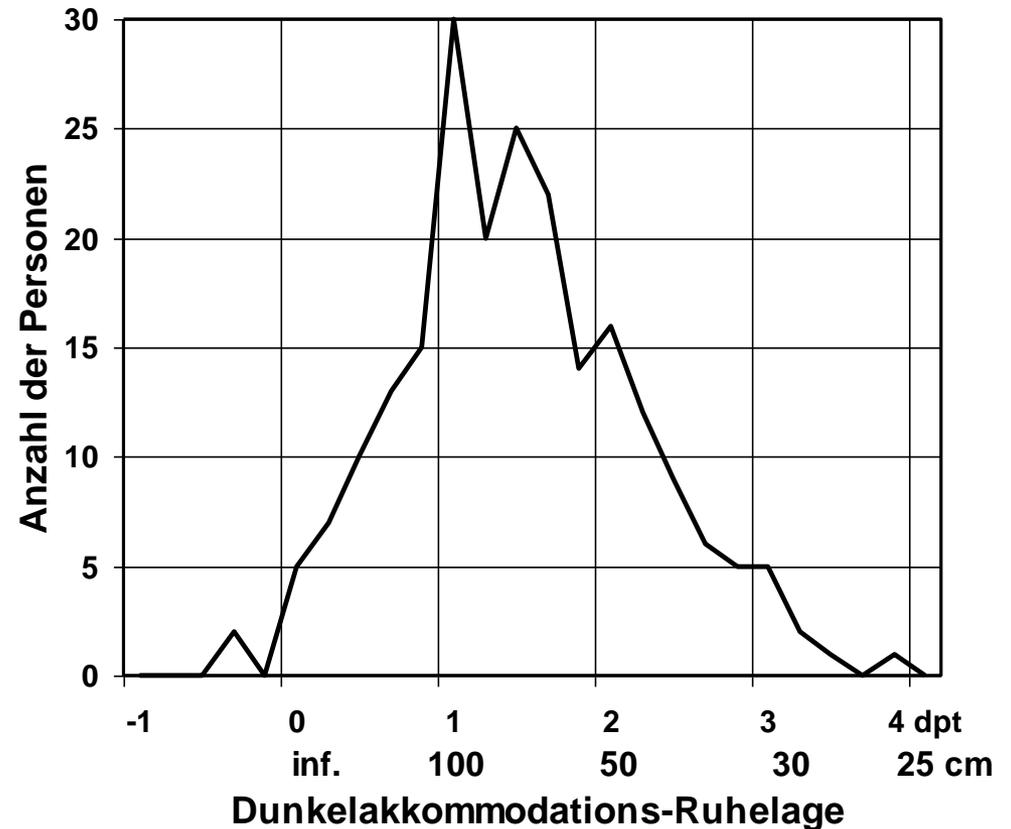
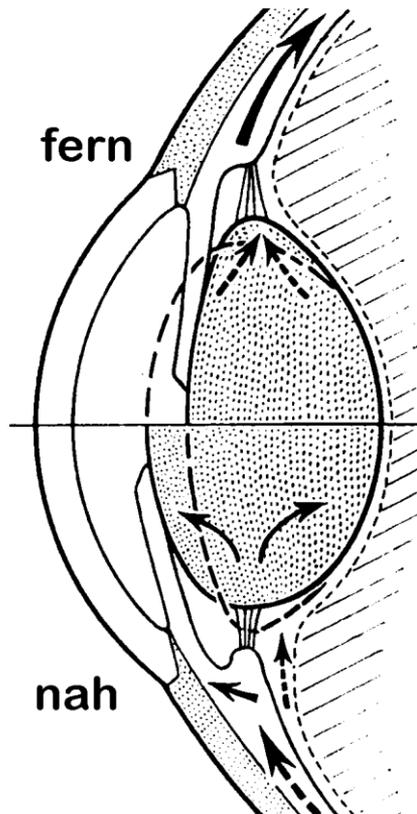
- ❖ Fovea centralis (Sehgrube) +/- 1 Grad um Achse
- ❖ fast nur Zäpfchen
- ❖ nur photopisches Sehen
- ❖ 400.000 Rezeptoren je mm²
- ❖ Fovea: Auflösung
0,5 ... 1 Bogenminute
- ❖ Nonius-Auflösung
(2 Bogensekunden)



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

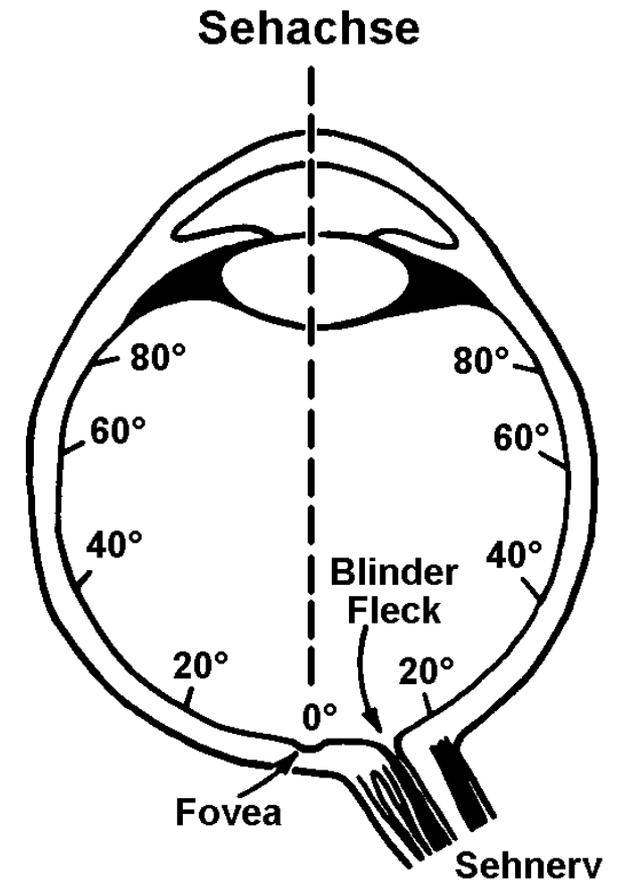
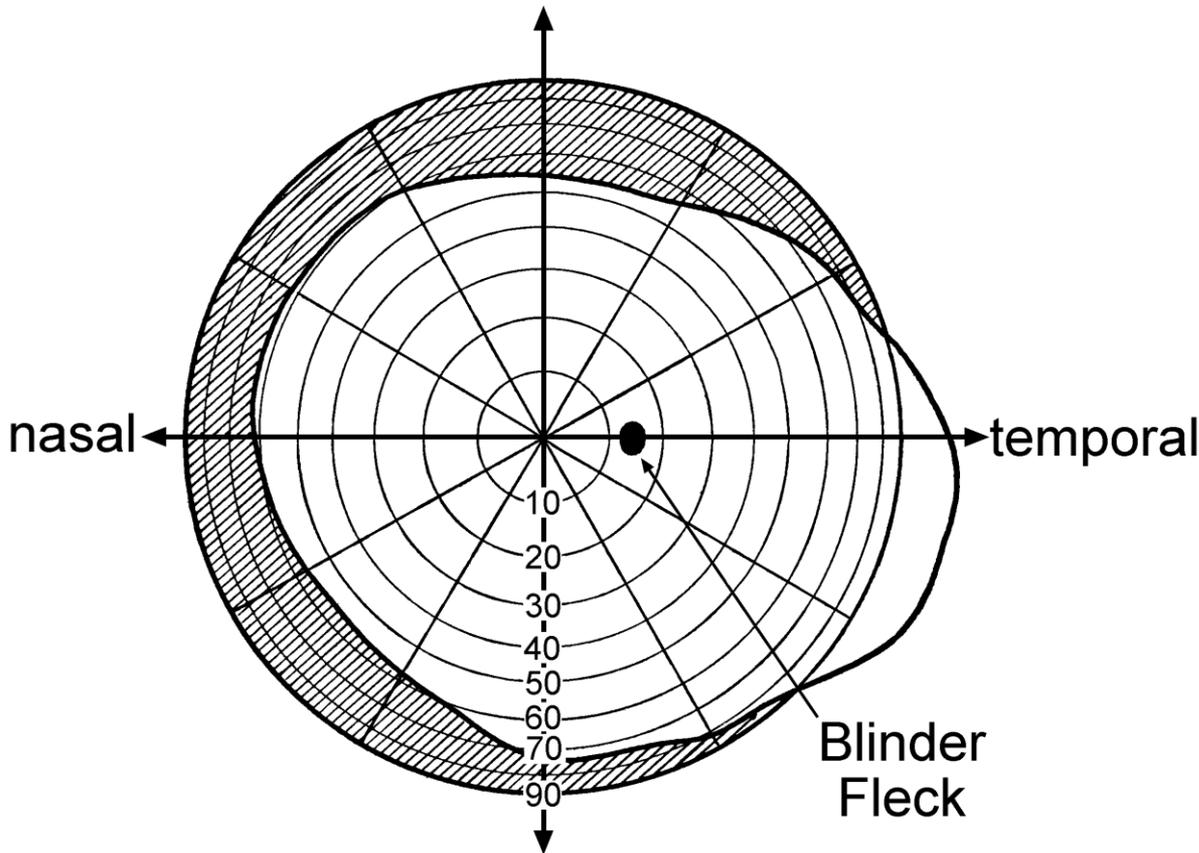
2.4 Auge

■ Akkommodation (Scharfstellung)



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.4 Auge

■ Gesichtsfeld





Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.4 Auge

■ Blickfeld (Gesichtsfeld plus Augenbewegungen)

Bewegungsrichtung	Auslenkung
Zur Schläfe (Abduction)	70°
Zur Nase (Adduction)	50°
Nach oben (Heben)	20°
Nach unten (Senken)	60°



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

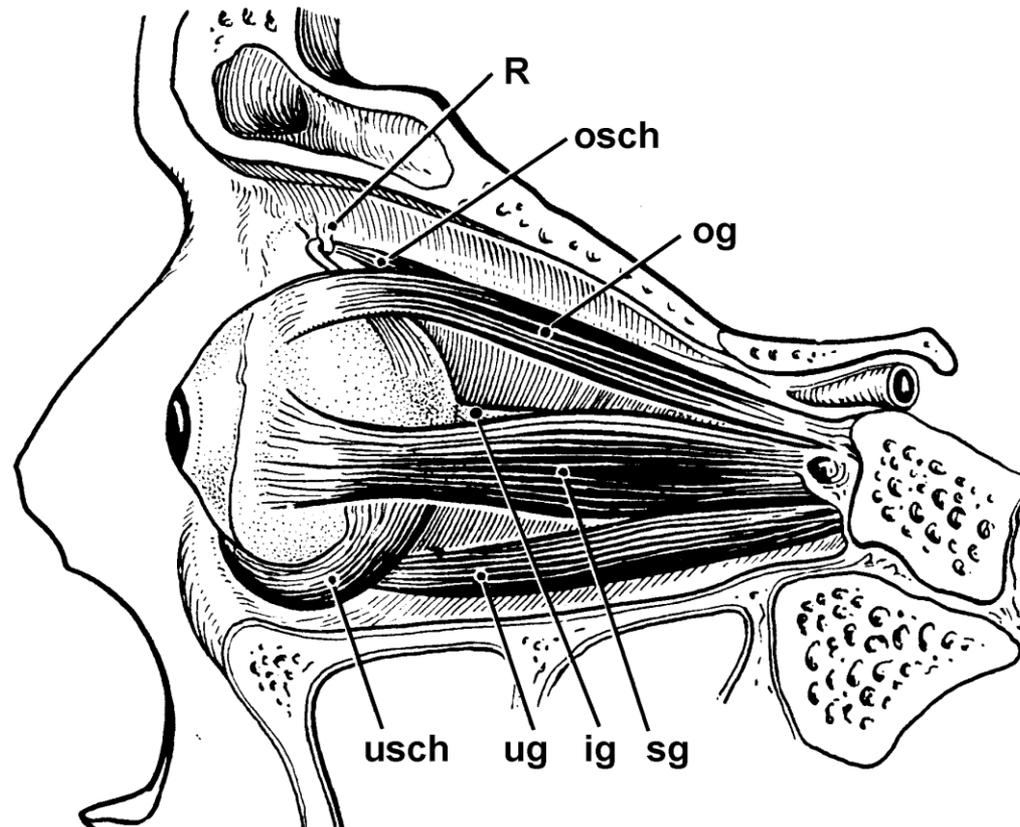
2.4 Auge

■ Augenbewegungen

- ❖ Nystagmus: Flüssige Bewegung, die zur Verfolgung eines bewegten Objektes dient.
- ❖ Saccade: Schneller, über einen größeren Winkel ausgeführter Sprung, mit denen die *Fovea centralis* auf den Punkt der näheren Betrachtung ausgerichtet wird. Zwischen den einzelnen Saccaden verharrt das Auge in Ruhe, man spricht von Fixation.
- ❖ Micro-Saccade: Scheinbar zufällige kleinste Sprünge (1...2 Bogenminuten). Bei totaler Fixierung des Auges erfolgt keine Wahrnehmung

Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.4 Auge

■ Augenbewegungen - Muskeln





Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.4 Auge

■ Lidschlag

- ❖ unwillkürlich – periodisch
 - ca. 15 mal in der Minute
 - Dauer < 100 ms
- ❖ willkürlich
 - Dauer > 250 ms
- ❖ reflexartig

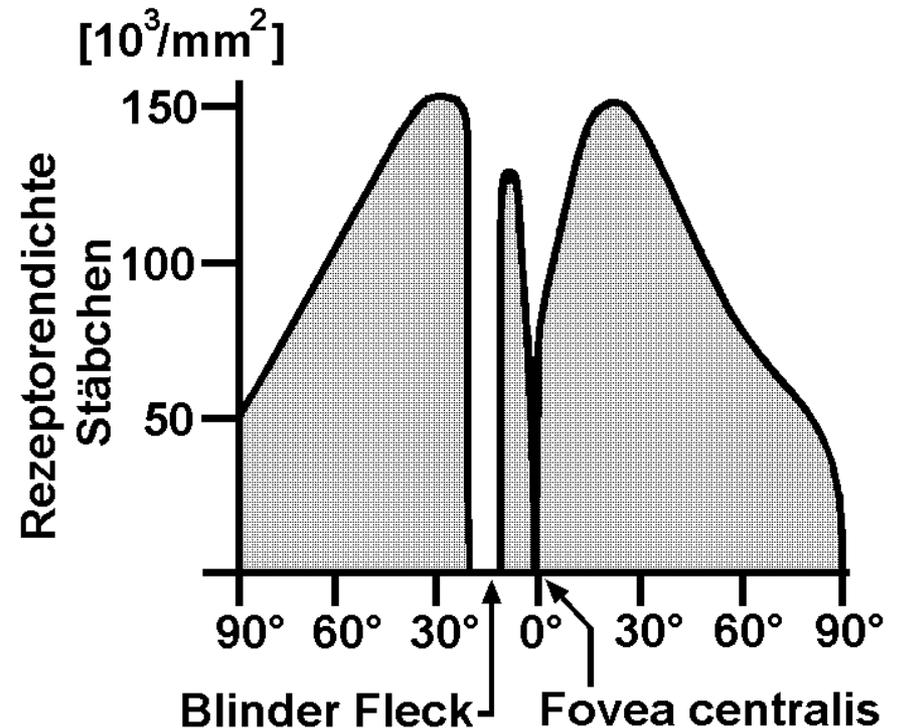
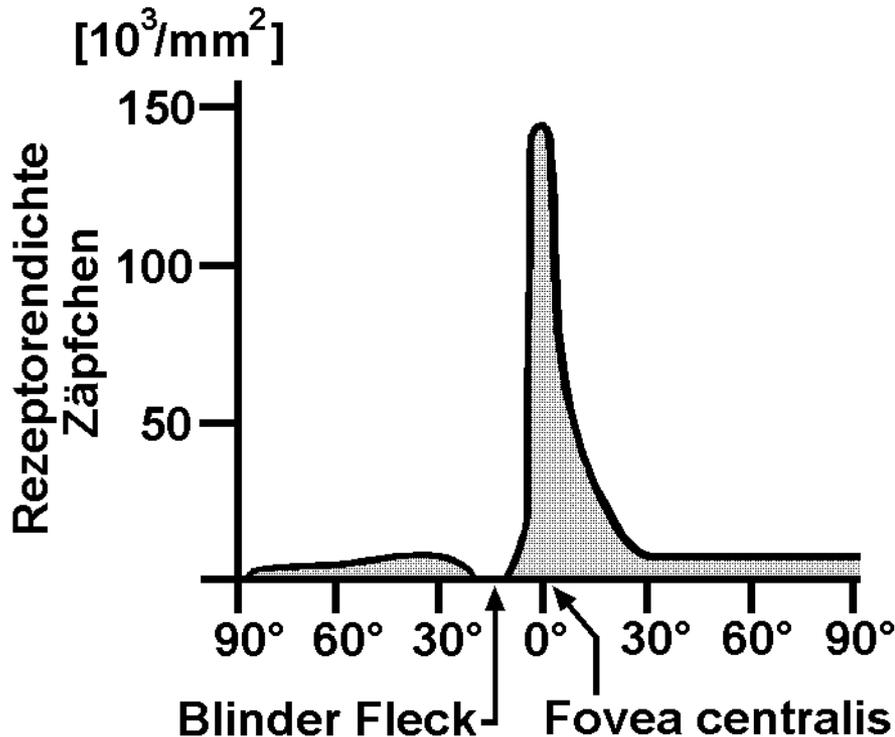
Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.4 Auge

■ Rezeptorendichte

❖ Zentrum: 150.000 / mm²

Peripherie: 50.000 / mm²

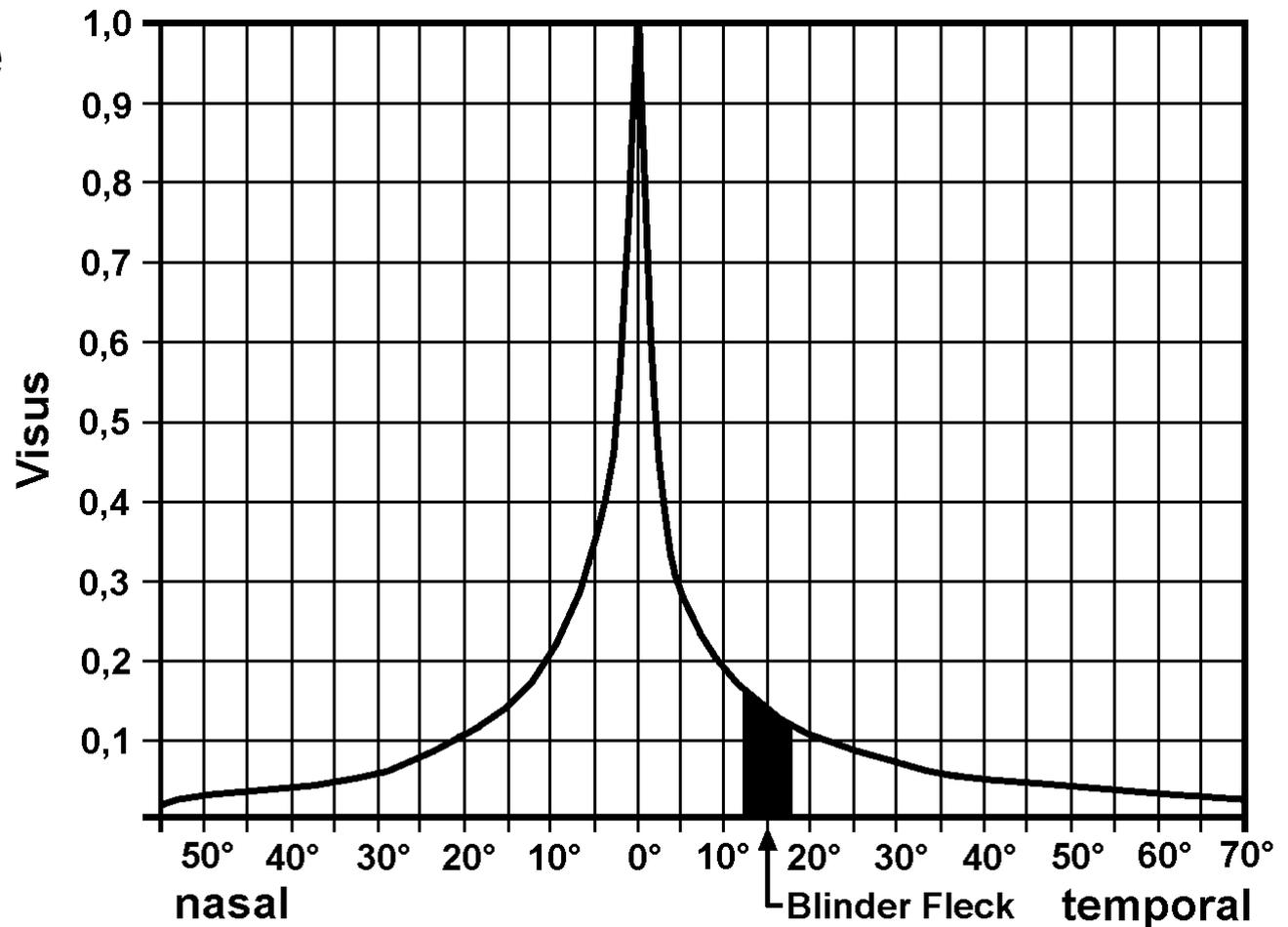




Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

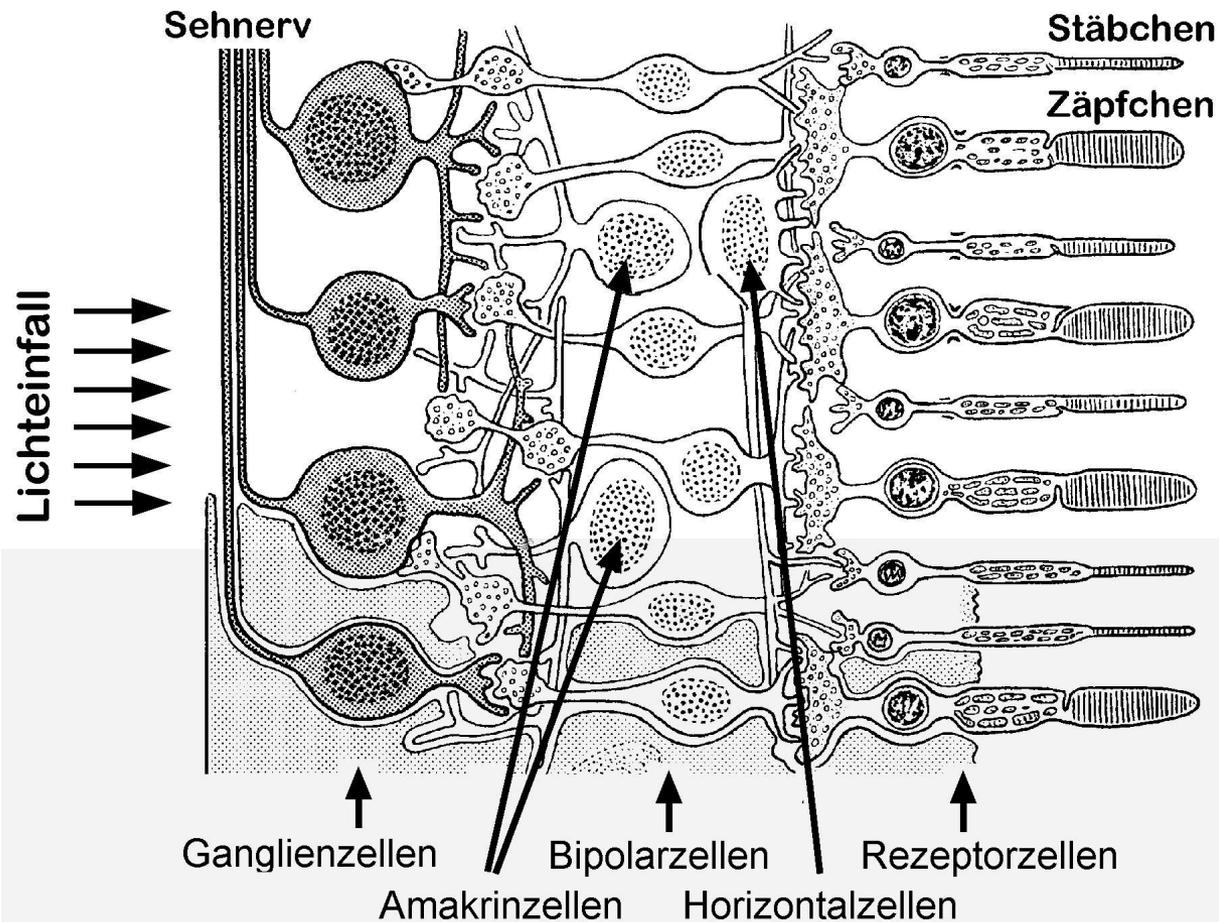
2.4 Auge

■ Sehschärfe



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.4 Auge

Vorverarbeitung in der Retina





Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.4 Auge

- Vorverarbeitung in der Retina
 - ❖ Datenkompression 125 : 1

- Direkte Bahn
 - ❖ Rezeptorzelle – Bipolarzelle – Ganglienzelle

- Indirekte Bahn
 - ❖ Horizontalzellen (zwischen Rezeptor- und Bipolarzellen)
 - ❖ Amakrinzellen (zwischen Bipolar- und Ganglienzellen)

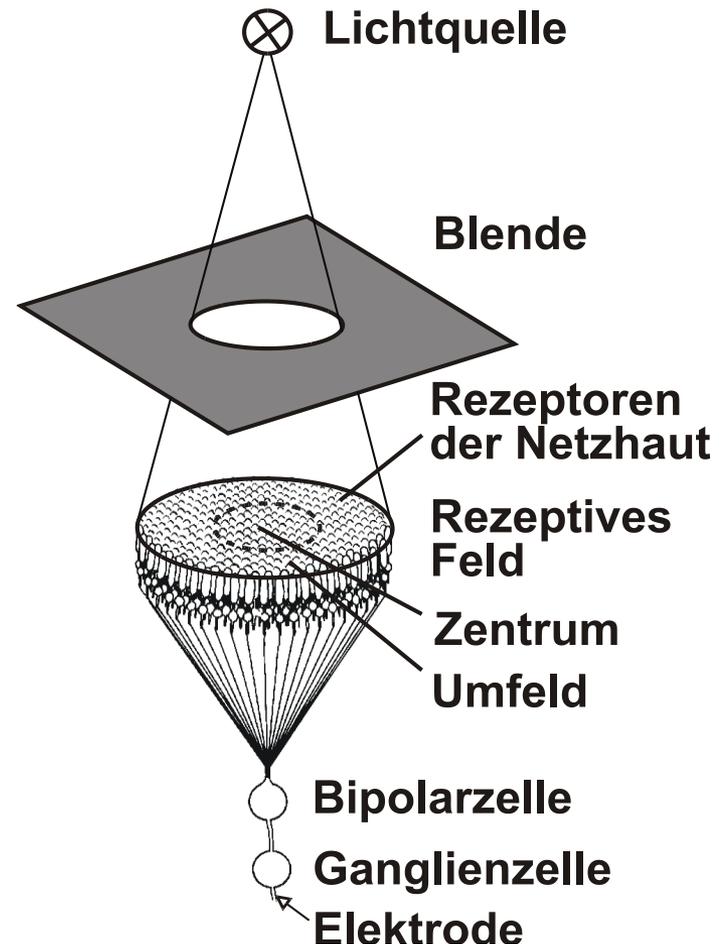


Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

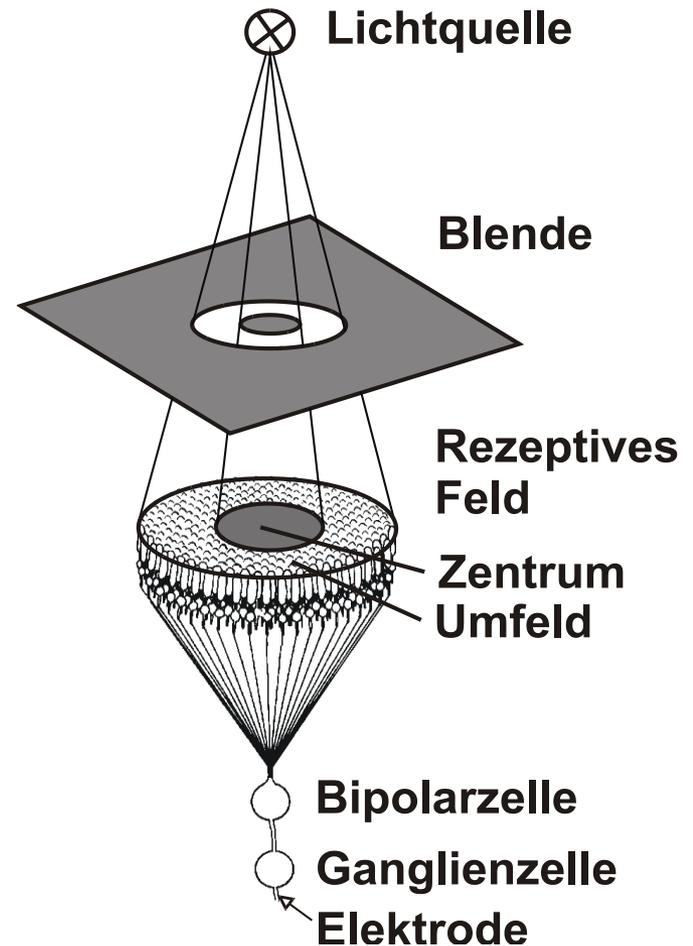
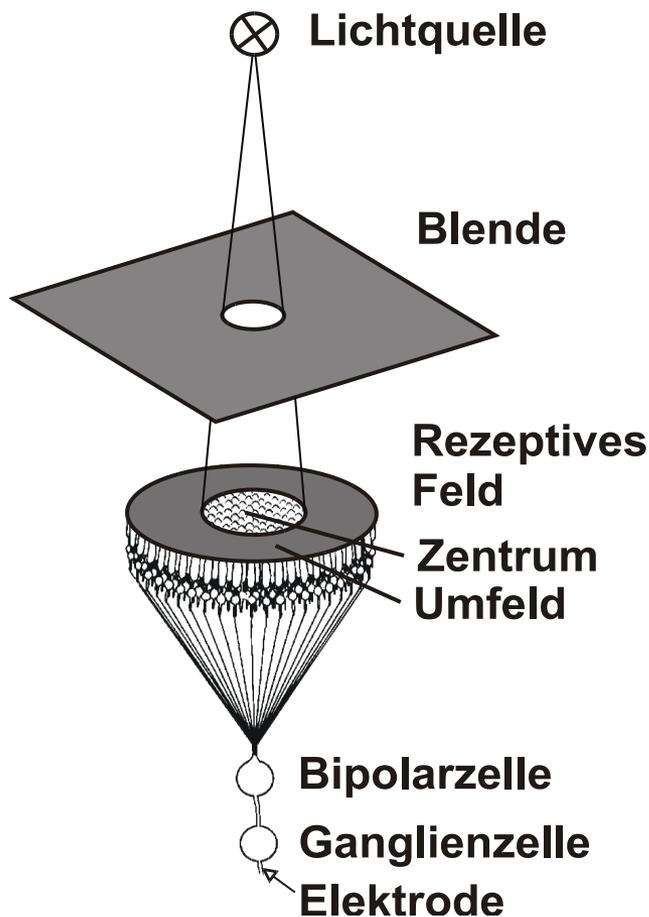
2.4 Auge

■ Rezeptive Felder

- ❖ Verteilung der Information von einer Rezeptorzelle auf ein Gebiet von 0,1 bis 1 mm²
- ❖ d.h. jede Ganglienzelle erhält Information von einem bestimmten Umfeld



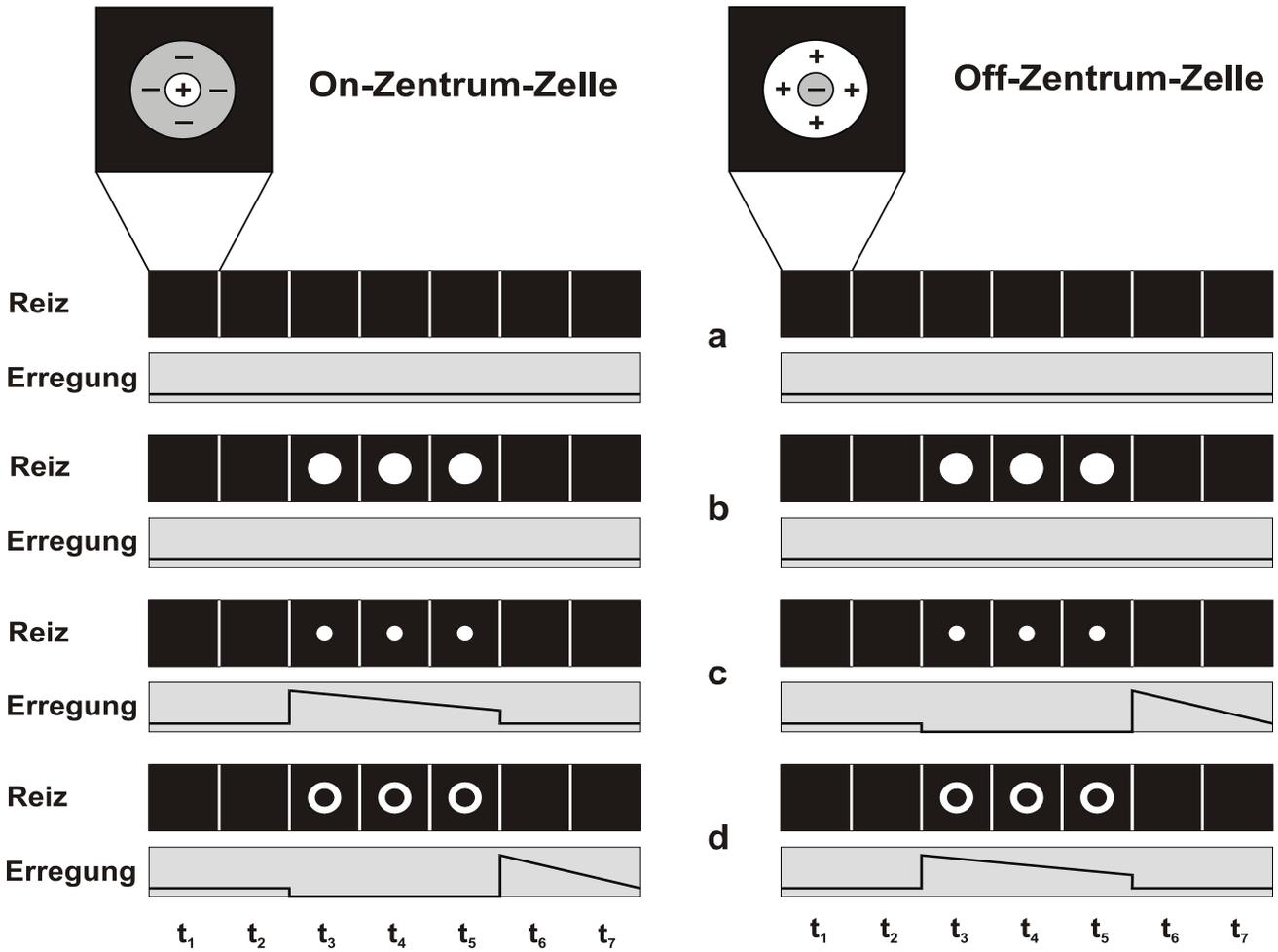
Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.4 Auge





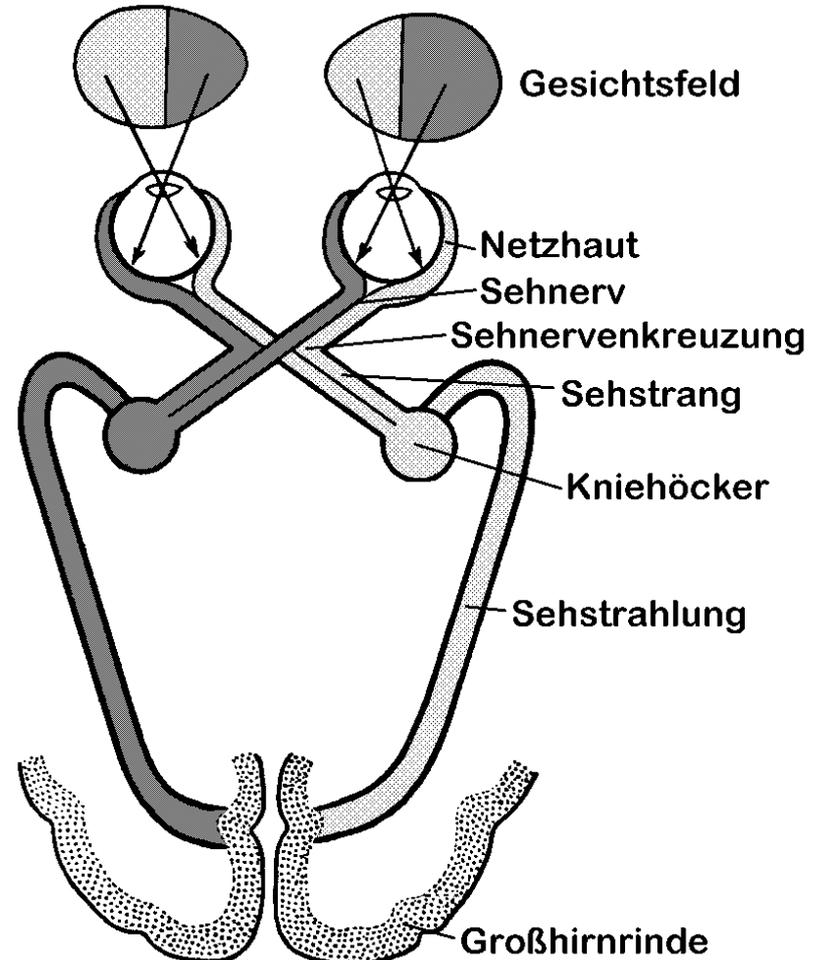
Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.4 Auge



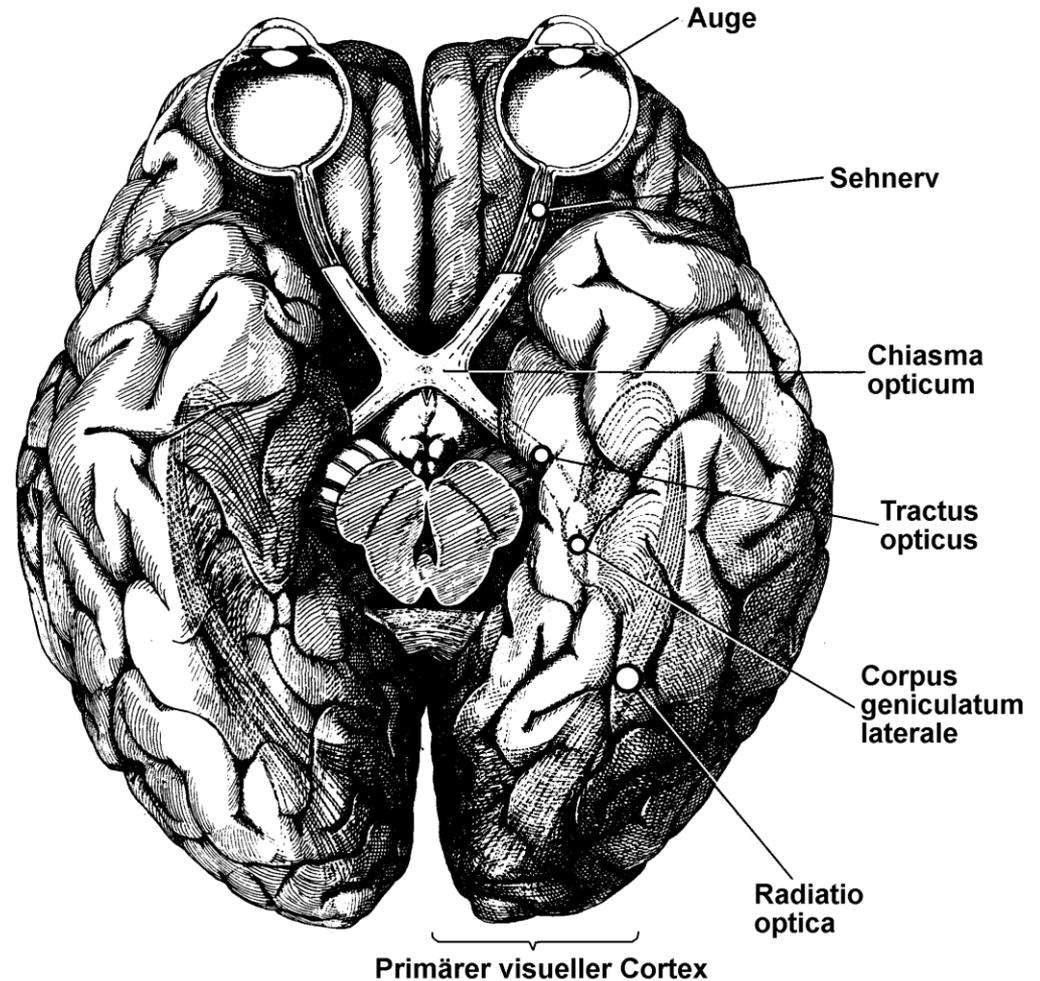
Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.4 Auge

- Sehnerv,
Sehnervenkreuzung
(Chiasma opticum)



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.4 Auge

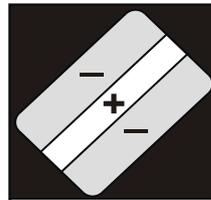
■ Sehstrahlung, visueller Cortex



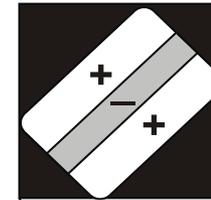
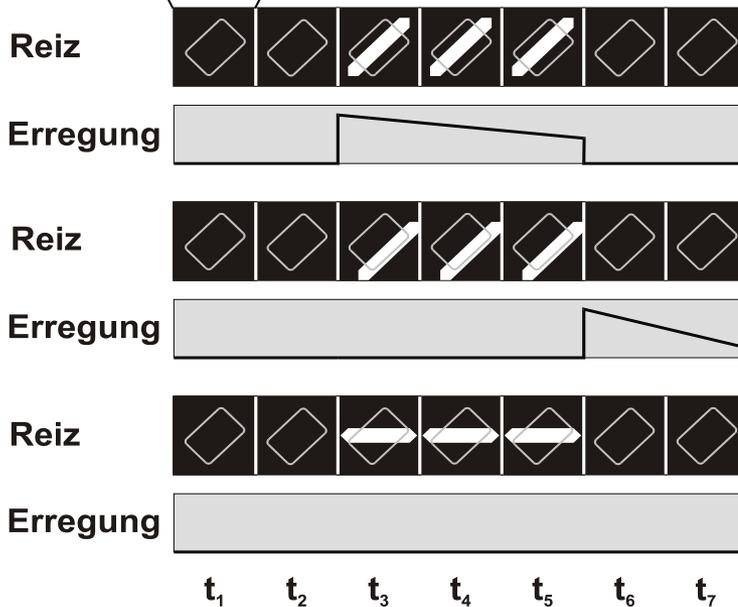
Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.4 Auge

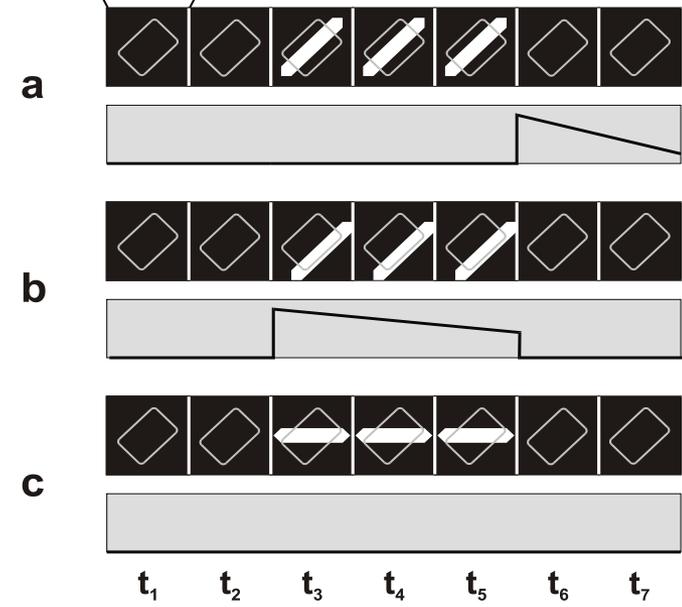
Einfache Zellen



Einfache Zelle
exzitatorischer
Bereich innen



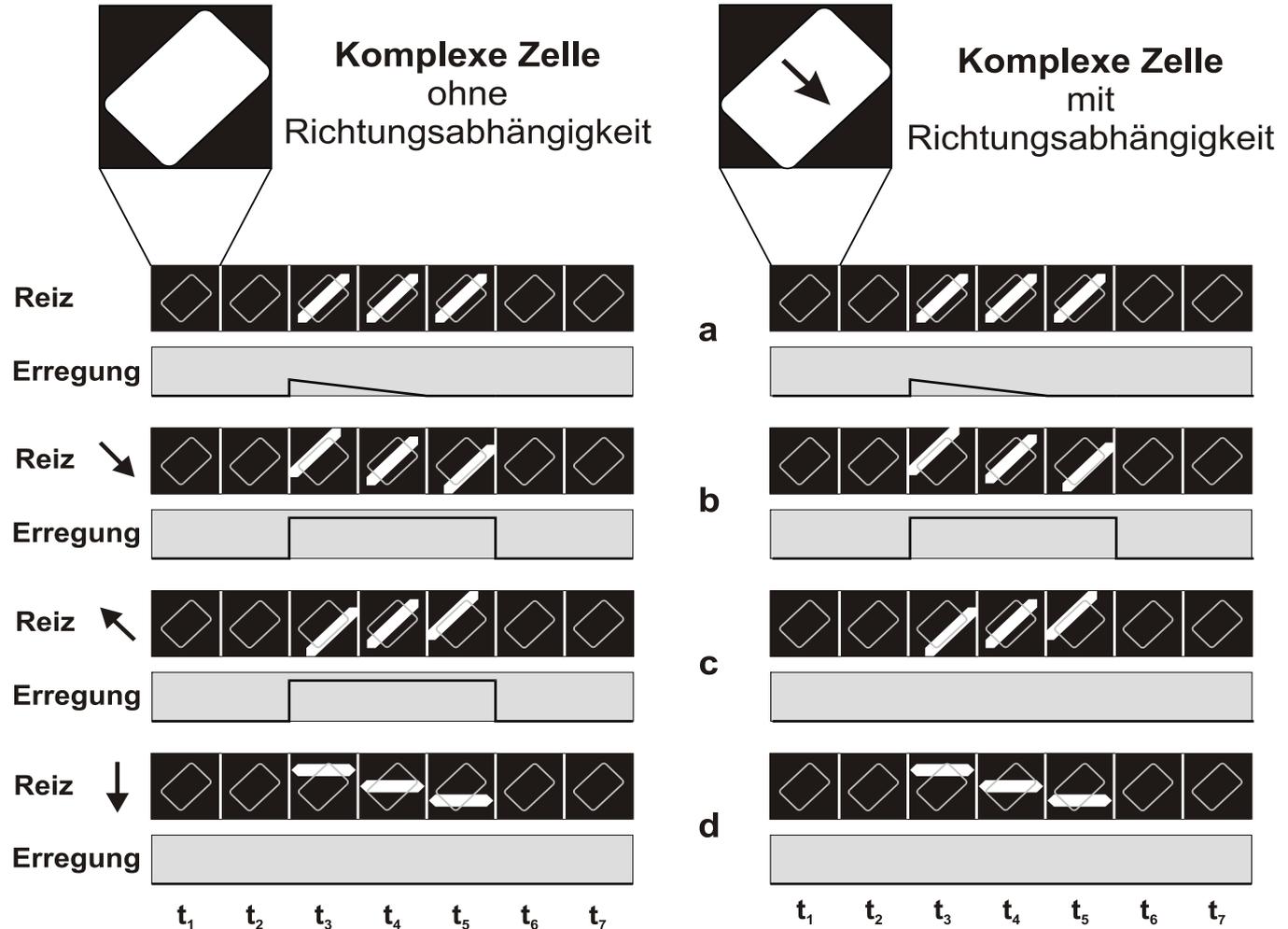
Einfache Zelle
inhibitorischer
Bereich innen



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.4 Auge

Komplexe Zellen



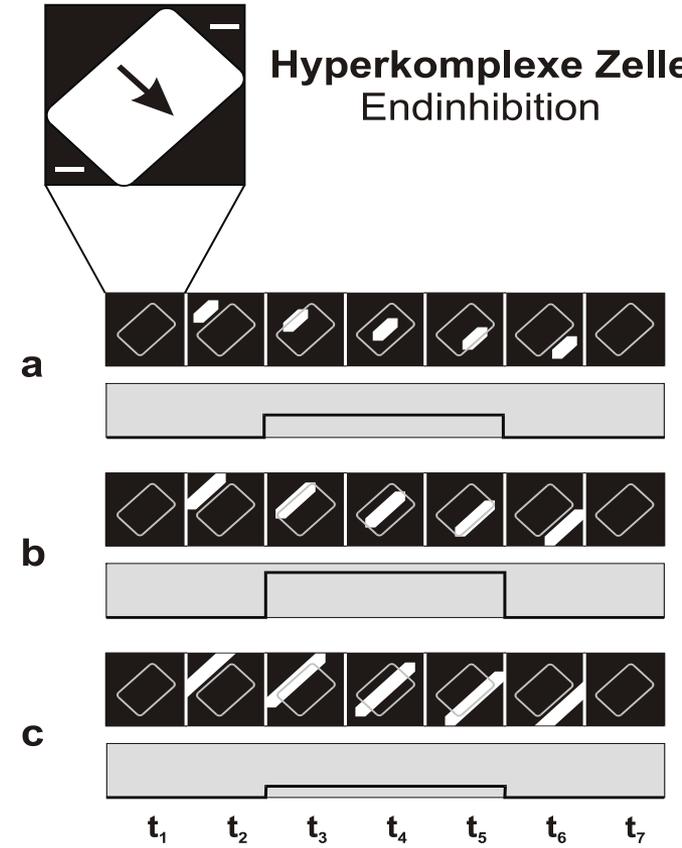
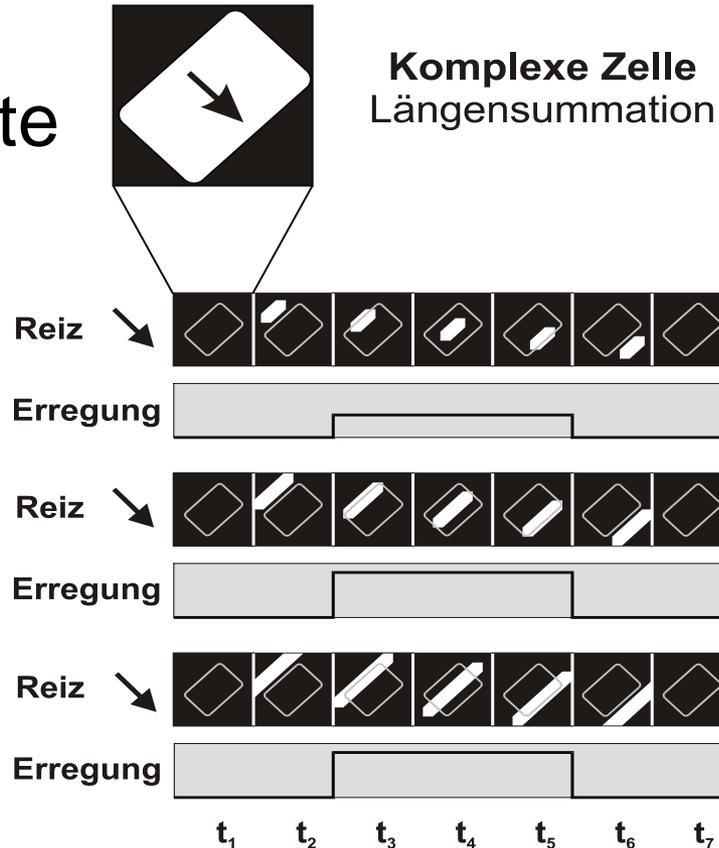


Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.4 Auge

Hyperkomplexe

Zellen =
endinhibierte
Zellen



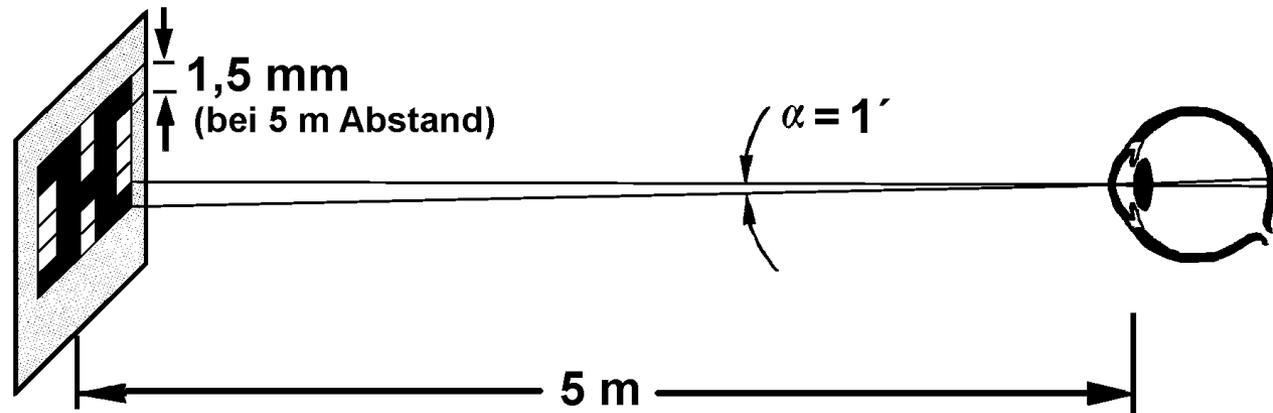


1. BLOCK

- 1 - Organisatorisches**
Kap A1: Einführung und Definitionen
Kap A2: Medizinische Grundlagen
Richtungen, Chromosomen,
Nervensystem
- 2 Kap A2: Medizinische Grundlagen**
Auge
- 3 Kap A2: Medizinische Grundlagen**
Sehleistung, Haut,
taktile Wahrnehmung
- 4 Kap A2: Medizinische Grundlagen**
Ohr, auditive Wahrnehmung

Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.4 Auge

■ Bestimmung der Sehschärfe



■ Snellen-Tafel

■ Landolt Ringe



8,5 m



5 m



3,3 m

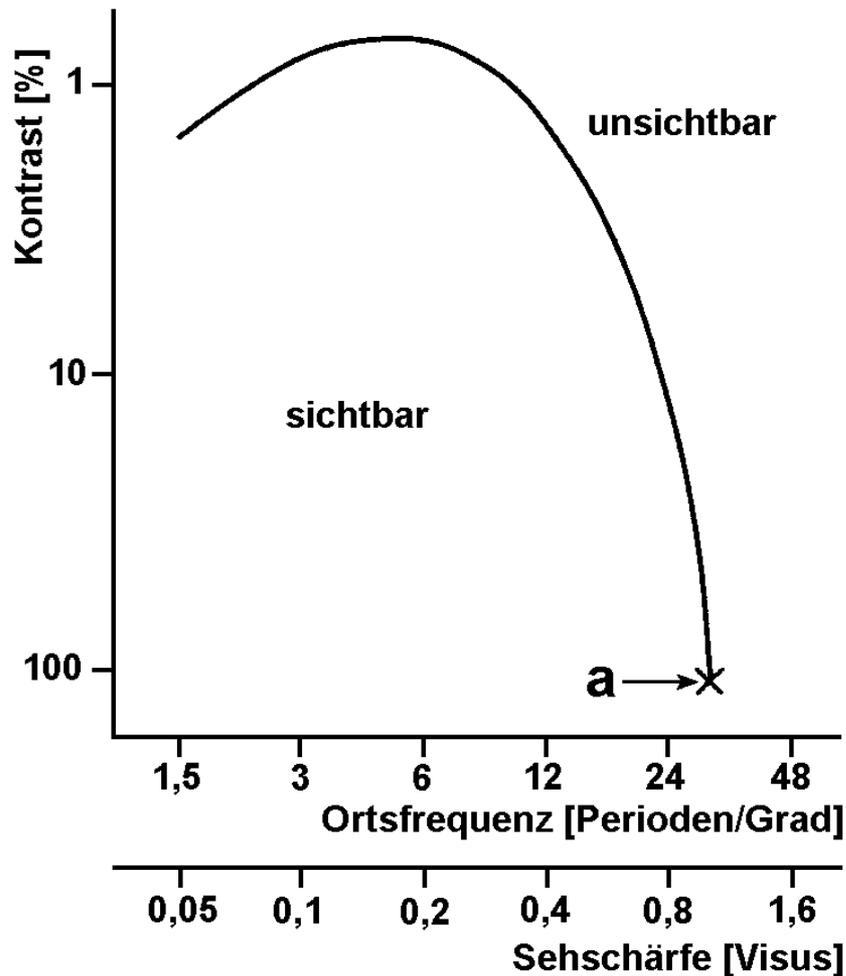


Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.4 Auge

■ Kontrastmessung

- ❖ Zusammenhang zwischen Ortsfrequenz und Kontrast

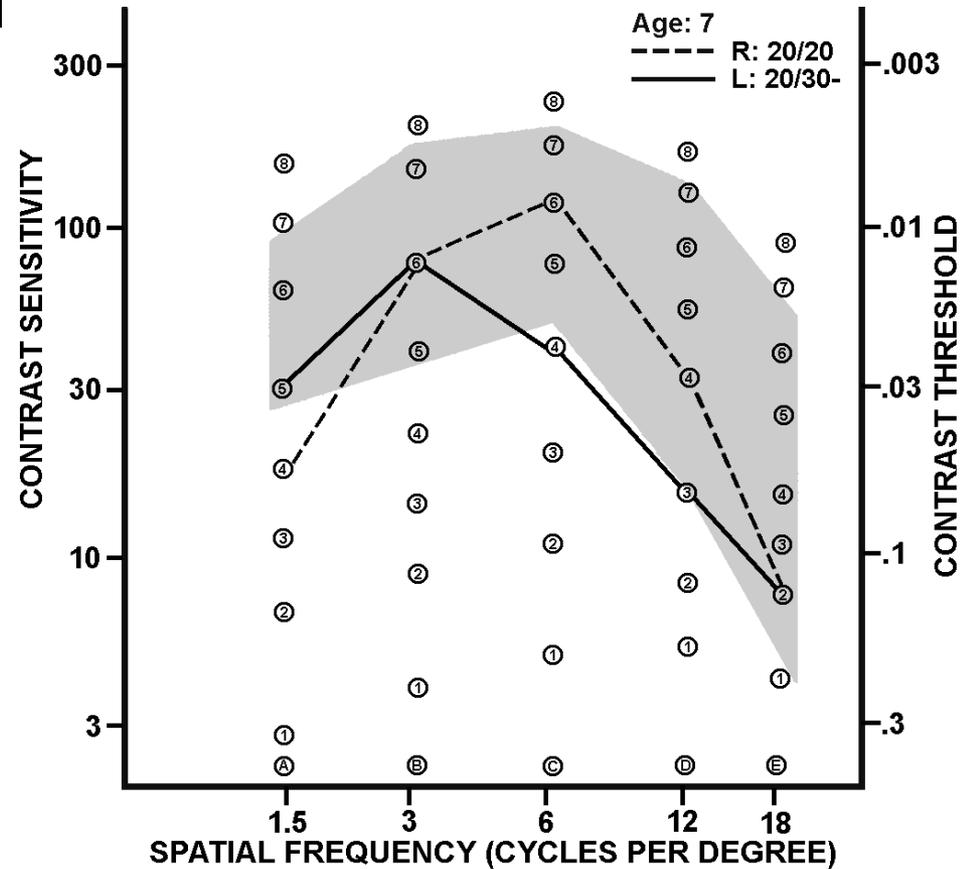
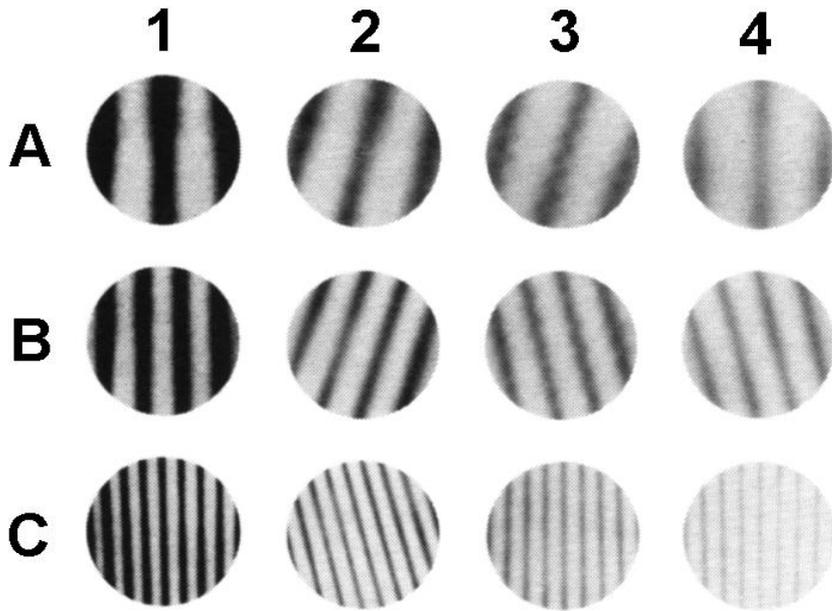




Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.4 Auge

Vistech Sehprobentafel



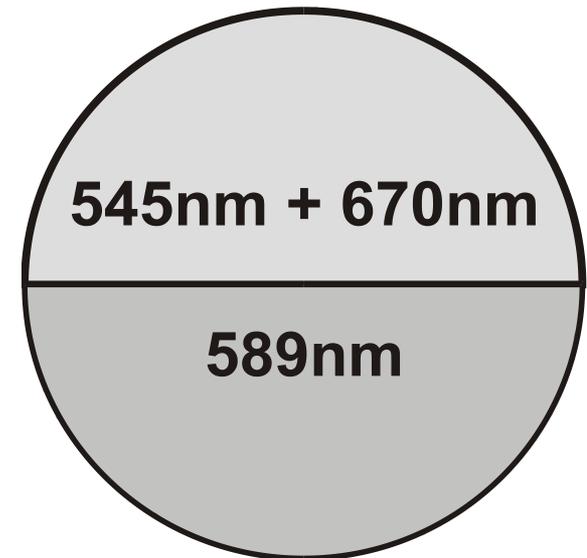
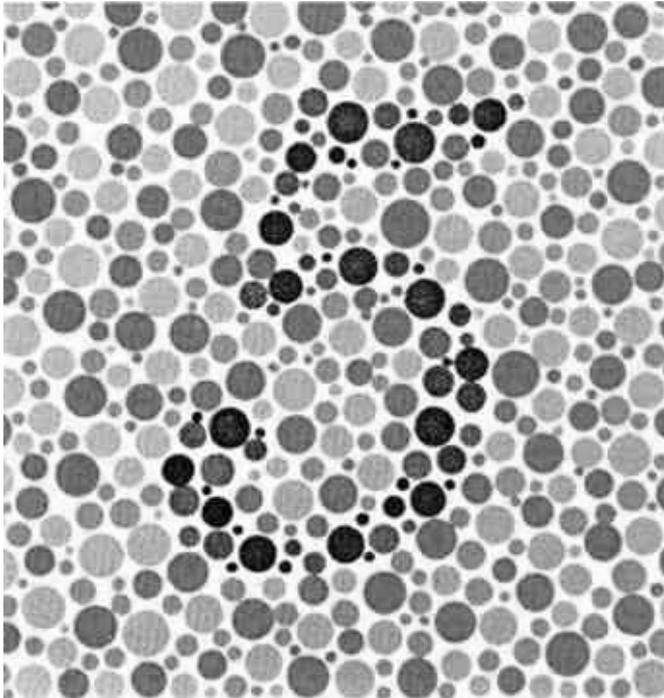
Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.4 Auge

■ Farbmessung

■ Farbtest nach Ishihara

■ Anomaloskop





Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.5 Haut und taktile Wahrnehmung

■ Wesen und Leistung des Tastsinns

❖ Auge

- gute räumliche Leistung (0,5 bis 1 Bogenminute)
- relativ geringe Frequenz (max. 80 Hz)

❖ Ohr

- geringe räumliche Auflösung (max. 1 Grad)
- hohe Frequenzen (max. ca. 16 kHz)

❖ Tastsinn: Mittlere Position



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.5 Haut und taktile Wahrnehmung

- Sinnesempfindungen der Haut
- Mechanische Empfindungen
 - ❖ Berührung
 - ❖ Druck
 - ❖ Vibration
- Thermische Empfindungen
 - ❖ Wärme und Kälte
- Schädensempfindung
 - ❖ Schmerz, Jucken



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.5 Haut und taktile Wahrnehmung

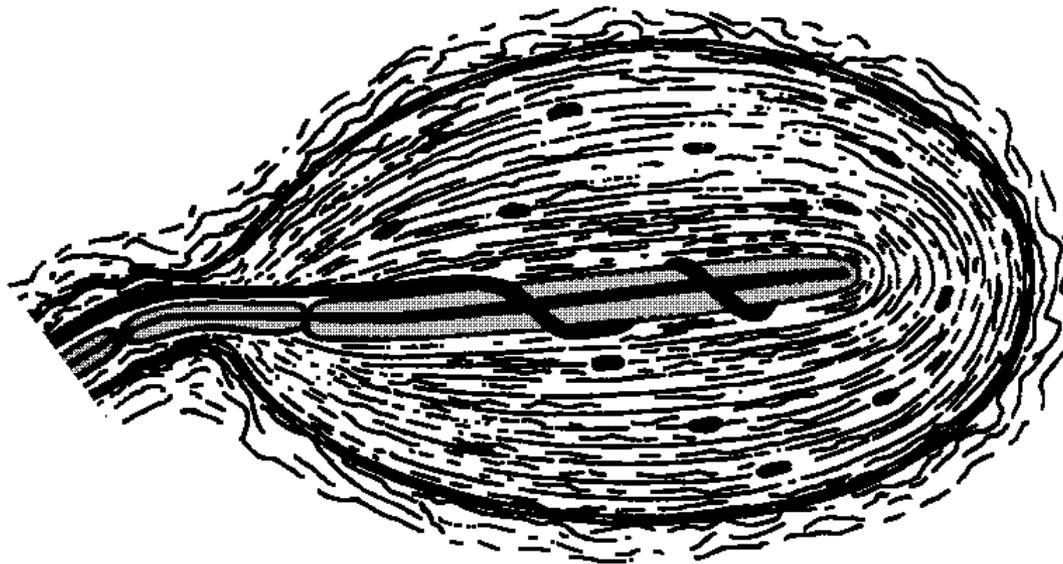
■ Mechanische Empfindung

- ❖ Mechano-Rezeptoren
- ❖ Statische Reize (slowly adapting – SA)
- ❖ Dynamische Reize (rapidly adapting – RA)

- ❖ Freie Nervenendungen (Druck, Temperatur)
- ❖ Merkel-Zellen - SA I (gute Auflösung, Druck)
- ❖ Ruffini-Körperchen - SA II (Druck, tangential)
- ❖ Meißner-Körperchen - RA (Druckänderung, gute Auflösung)
- ❖ Vater-Pacini-Körperchen (Druckänderungen)

Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.5 Haut und taktile Wahrnehmung

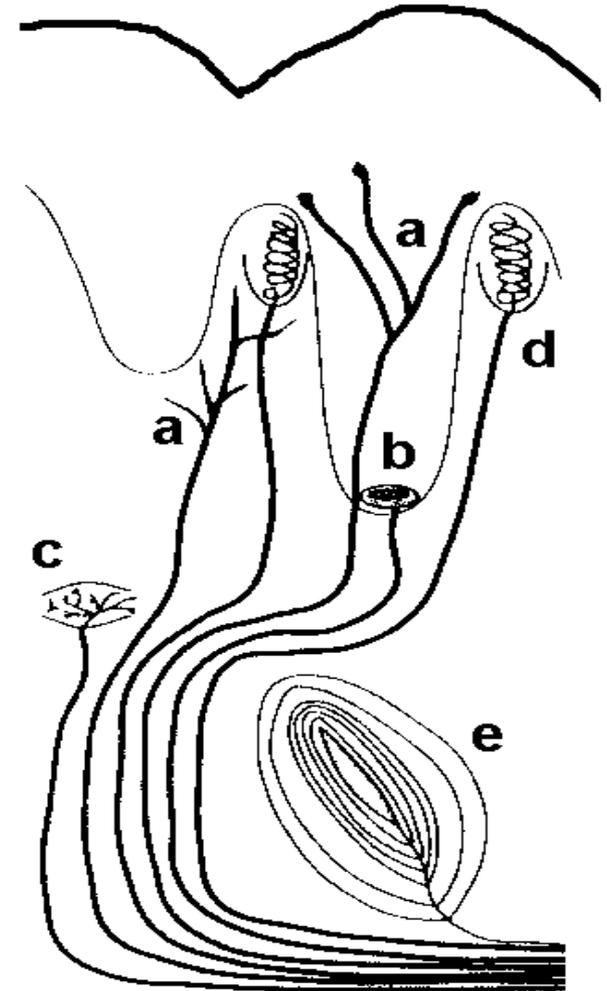
■ Vater-Pacini-Körperchen



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.5 Haut und taktile Wahrnehmung

■ Mechano-Rezeptoren in der Haut

- ❖ a: freie Nervenendigungen;
- ❖ b: Merkel-Zelle;
- ❖ c: Ruffini-Körperchen;
- ❖ d: Meissner-Körperchen;
- ❖ e: Vater-Pacini-Körperchen.





Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.5 Haut und taktile Wahrnehmung

Typ	adäquater Reiz	Besonderheit
SA I (Merkel-Zellen)	Druck, statische vertikale Verformung	Nahe der Hautoberfläche, kleine rezeptive Felder, hohe Ortsauflösung
SA II (Ruffini-Körperchen)	Druck (und Geschwindigkeit ?), statische (und dynamische ?) vertikale und tangential Verformung	In tieferen Hautschichten, Reaktion auf Reibung, große rezeptive Felder
RA (Meissner-Körperchen)	Geschwindigkeit, Vibrationen von 5 Hz bis 40 Hz	Nahe der Hautoberfläche, hohe Dichte , kleine rezeptive Felder, gute Auflösung
PC (Vater-Pacini-Körperchen)	Geschwindigkeit (Beschleunigung ?), Vibrationen von 40 Hz bis 400 Hz	In tieferen Hautschichten, sehr große rezeptive Felder, Auslenkungen von einigen μm sind ausreichend

Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.5 Haut und taktile Wahrnehmung

Körperregion	Mindestabstand [mm] für Zweipunktdiskriminierung
Oberschenkel	68
Rücken	54
Stirn	22
Fingerrücken	16
Daumen	9
Nasenspitze	7
Lippenrot	4
Fingerbeere	2
Zungenspitze	1



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

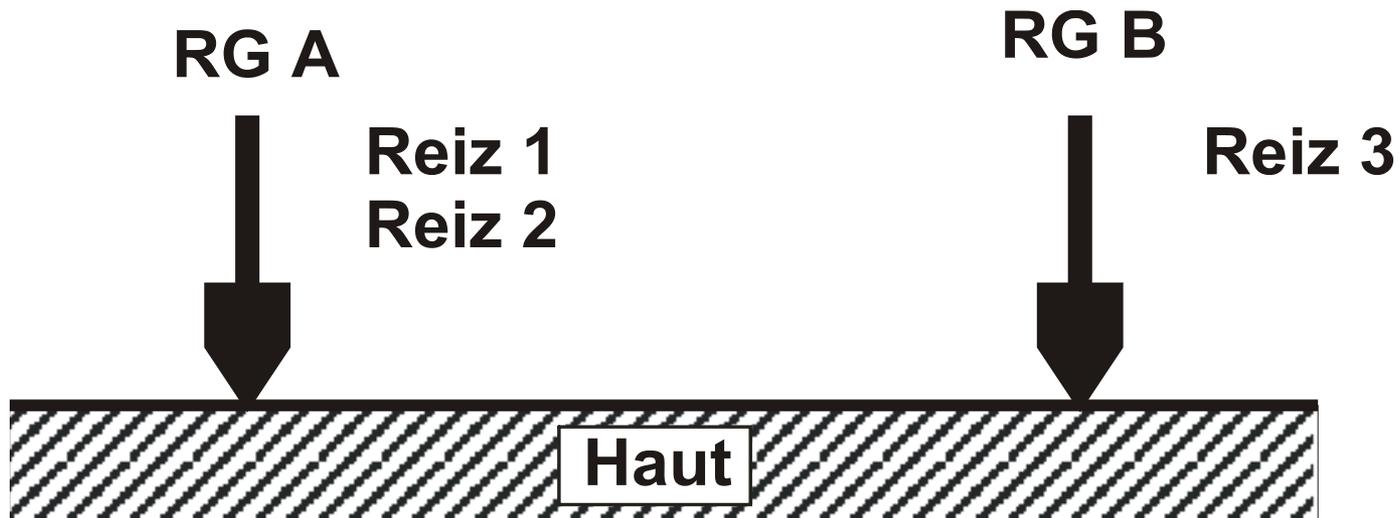
2.5 Haut und taktile Wahrnehmung

Körperregion	Mittlerer Lokalisierungsfehler [mm]
Oberschenkel	12
Rücken	12
Stirn	4
Fingerbeere	2
Lippenrot	1,5



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.5 Haut und taktile Wahrnehmung

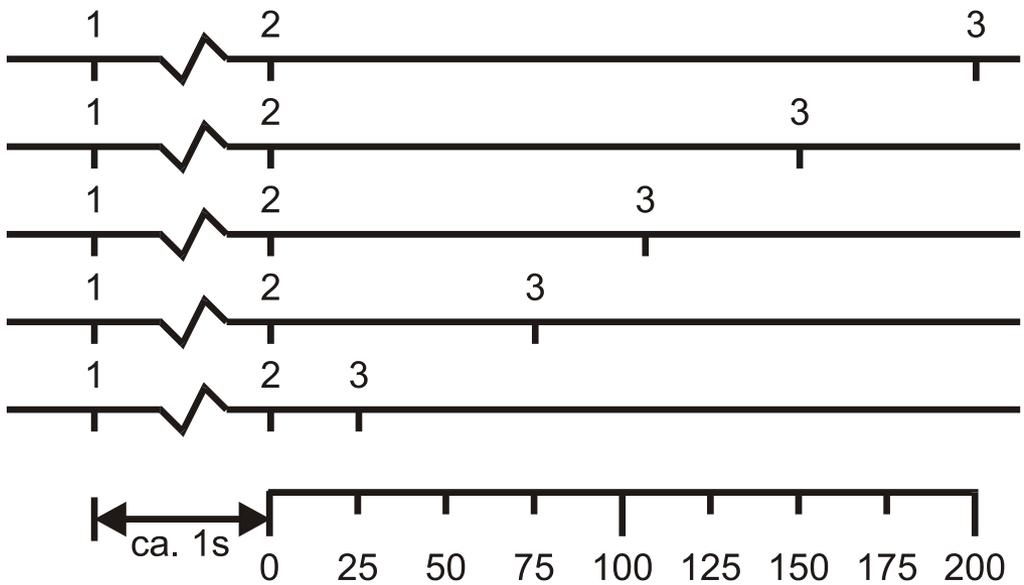
■ Saltation



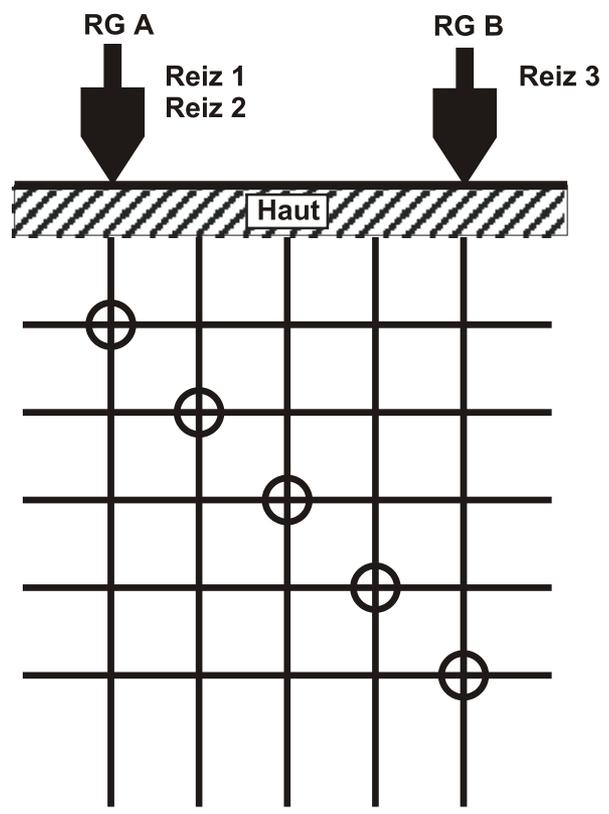


Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.5 Haut und taktile Wahrnehmung



Zeitlicher Abstand zwischen Reiz 2 und Reiz 3 [ms]



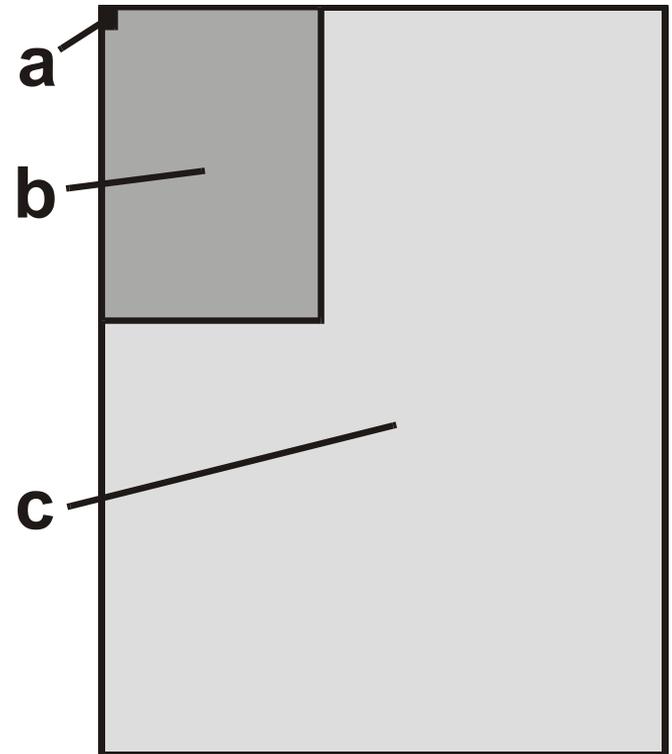
Ort der Wahrnehmung von Reiz 2



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.5 Haut und taktile Wahrnehmung

■ Vergleiche mit der visuellen Wahrnehmung

- ❖ Informationsdichte
- ❖ Fläche für gleiche Informationsmenge
- ❖ a) visuell
- ❖ b) taktil dynamisch
- ❖ c) taktil statisch





Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

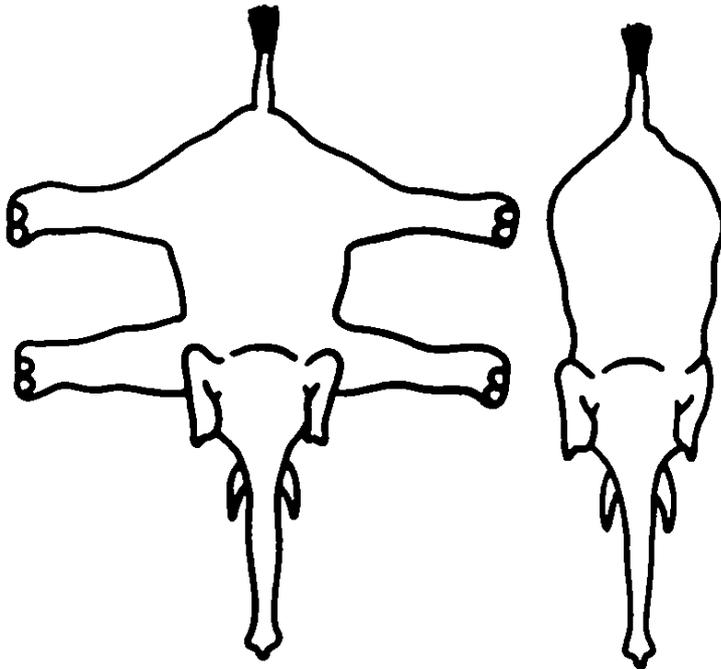
2.5 Haut und taktile Wahrnehmung

■ Besonderheiten des Tastsinns

- ❖ Lageinvarianz der haptischen Wahrnehmung
- ❖ Verdeckung
- ❖ Perspektive ... ->
- ❖ Schatten
- ❖ Aktivität im visuellen Cortex

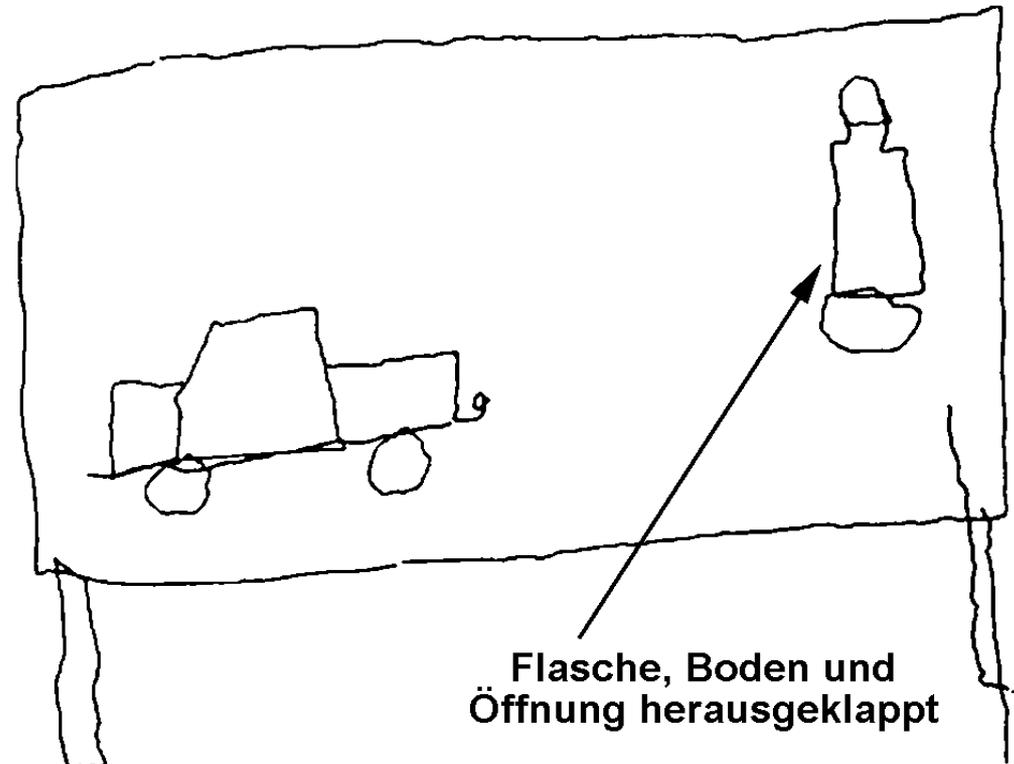
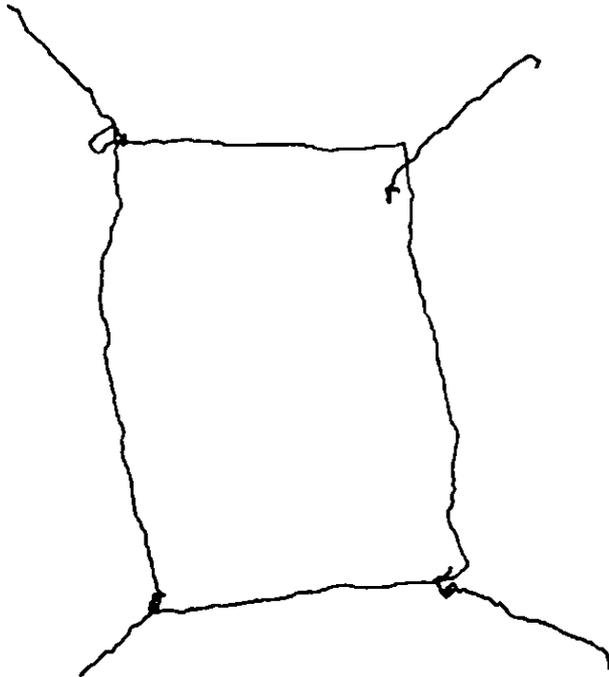
Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.5 Haut und taktile Wahrnehmung

■ Perspektive



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.5 Haut und taktile Wahrnehmung

■ Perspektive





Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.5 Haut und taktile Wahrnehmung

■ Thermische Wahrnehmung

- ❖ Rezeptoren in den äußeren Hautschichten
- ❖ Empfindung von Kälte und Wärme
 - Kältepunkte
 - Wärmepunkte
- ❖ Kältewahrnehmung: Krause-Körperchen (Endkolben von Krause)
- ❖ Wärmewahrnehmung: Ruffini-Körperchen
- ❖ Bei Körpertemperatur ein neurales Grundsignal (spontane Entladungen)



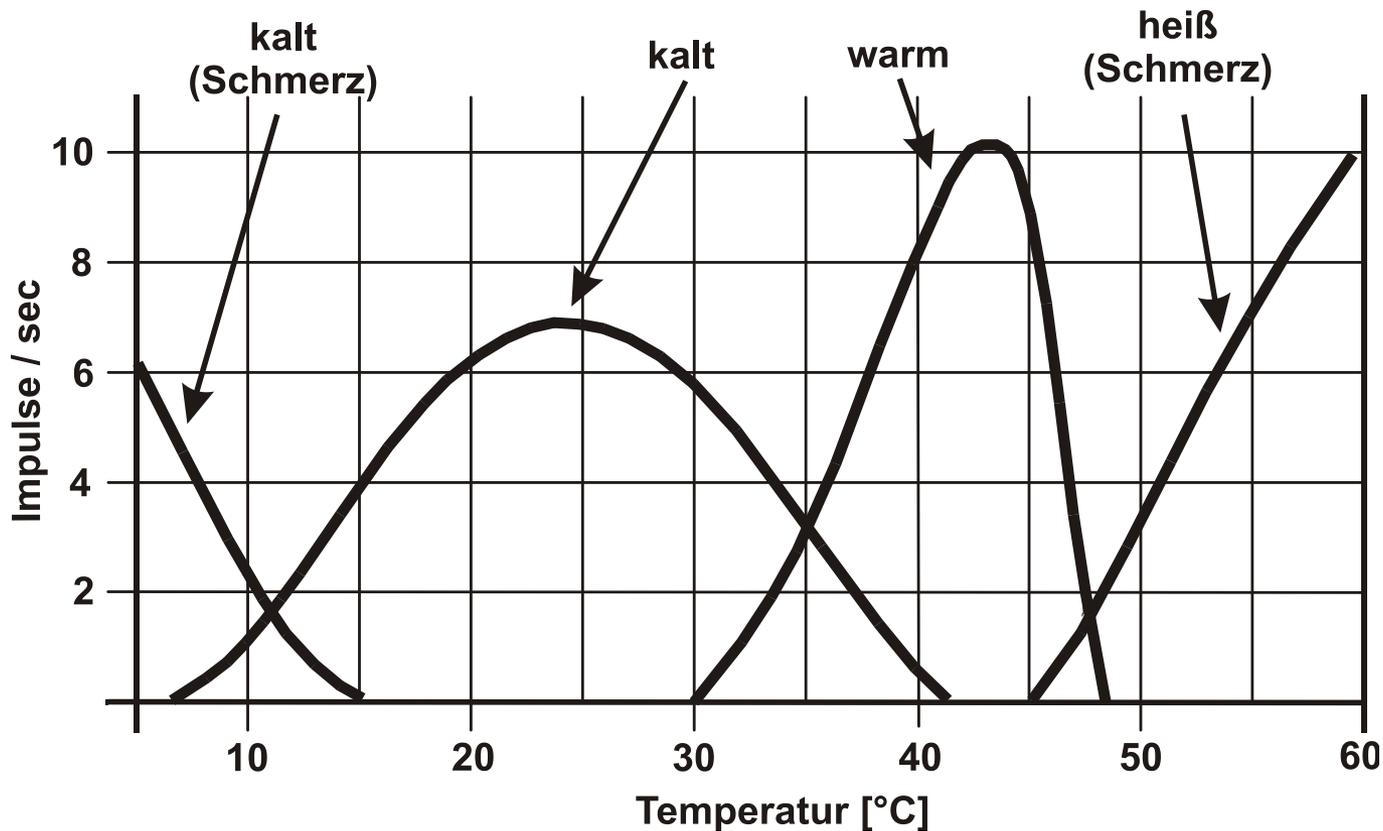
Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.5 Haut und taktile Wahrnehmung

- Thermische Wahrnehmung
- Oberhalb der Körpertemperatur:
 - ❖ Erhöhung der Feuerrate der Wärme-Rezeptoren
 - ❖ Spontane Entladungen der Kälterezeptoren verschwinden.
- Unterhalb der Körpertemperatur:
 - ❖ Verhältnisse spiegelbildlich.
- Über 45 °C:
 - ❖ Kein Beitrag der Wärmerezeptoren
 - ❖ Kälterezeptoren und Schmerzrezeptoren (Nozizeptoren) werden aktiv
 - ❖ Empfindung: „heiß“

Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.5 Haut und taktile Wahrnehmung

■ Thermische Wahrnehmung





Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.5 Haut und taktile Wahrnehmung

- Thermische Wahrnehmung
 - 30.000 Wärmepunkte
 - 250.000 Kältepunkte.

- Dichte der Thermorezeptoren unterschiedlich:
 - ❖ Gesichtsbereich ca. 11 Kältepunkte/cm²
 - ❖ Beine ca. 5 Kältepunkte/cm²



1. BLOCK

- 1 - Organisatorisches**
Kap A1: Einführung und Definitionen
Kap A2: Medizinische Grundlagen
Richtungen, Chromosomen,
Nervensystem
- 2 Kap A2: Medizinische Grundlagen**
Auge
- 3 Kap A2: Medizinische Grundlagen**
Sehleistung, Haut,
taktile Wahrnehmung
- 4 Kap A2: Medizinische Grundlagen**
Ohr, auditive Wahrnehmung



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.6 Ohr und auditive Wahrnehmung

- Das Ohr dient der Wahrnehmung von Schallwellen
 - ❖ Druckschwingungen der Luft
 - ❖ akustisch (physikalisch)
 - ❖ auditiv (physiologisch)
- Ton = Sinusschwingung mit einer Frequenz
- Klang = Überlagerung mehrerer Töne
- Geräusch = Überlagerung unendlich vieler Töne

Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.6 Ohr und auditive Wahrnehmung

■ Meßgrößen

❖ Schalldruck

$$L = 20 \log \frac{P_x}{P_0} \quad \text{[dB]}$$

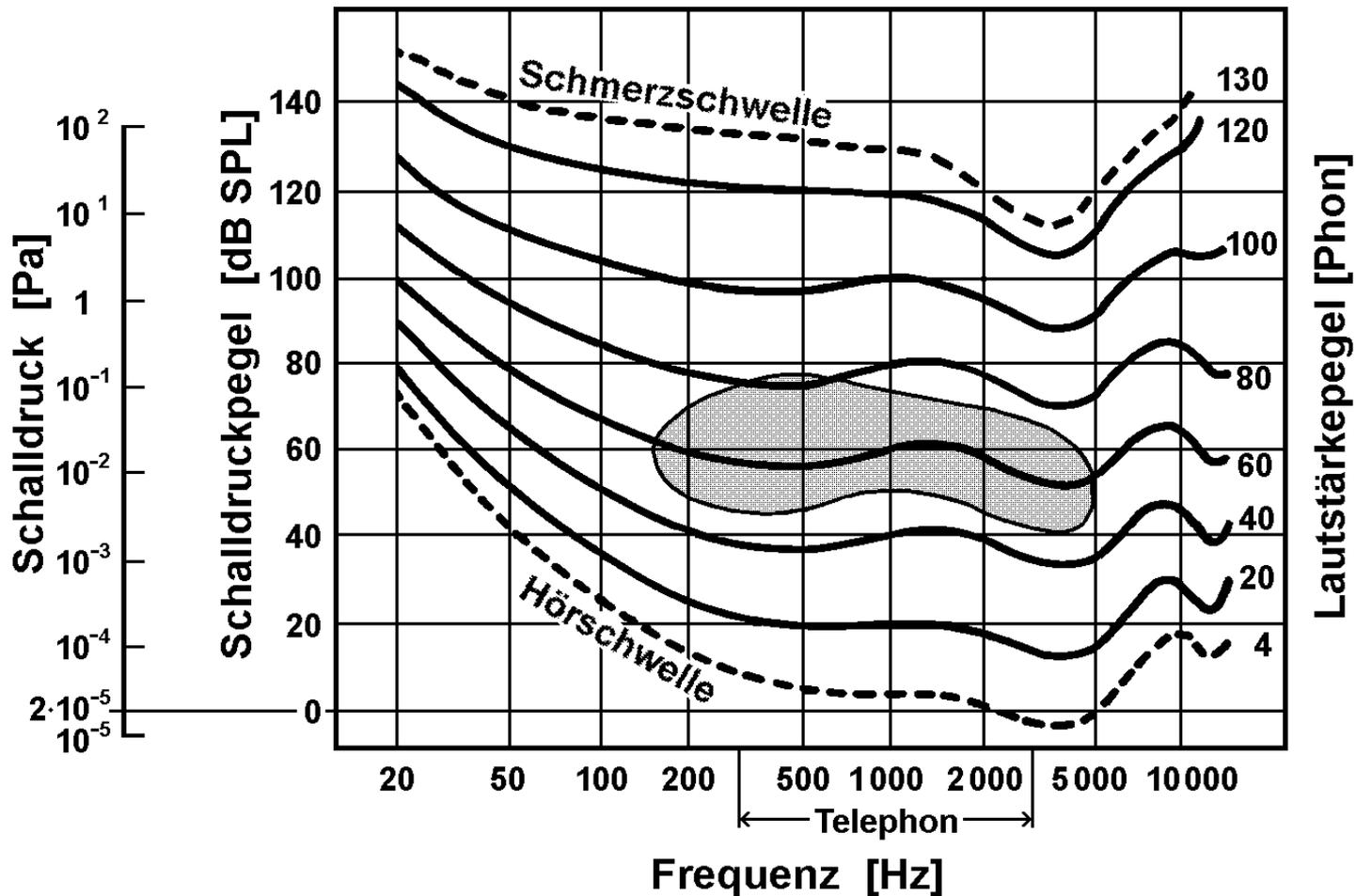
■ Bezugsschalldruck $P_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$

■ 20 dB Verzehnfachung

■ 6 dB Verdopplung

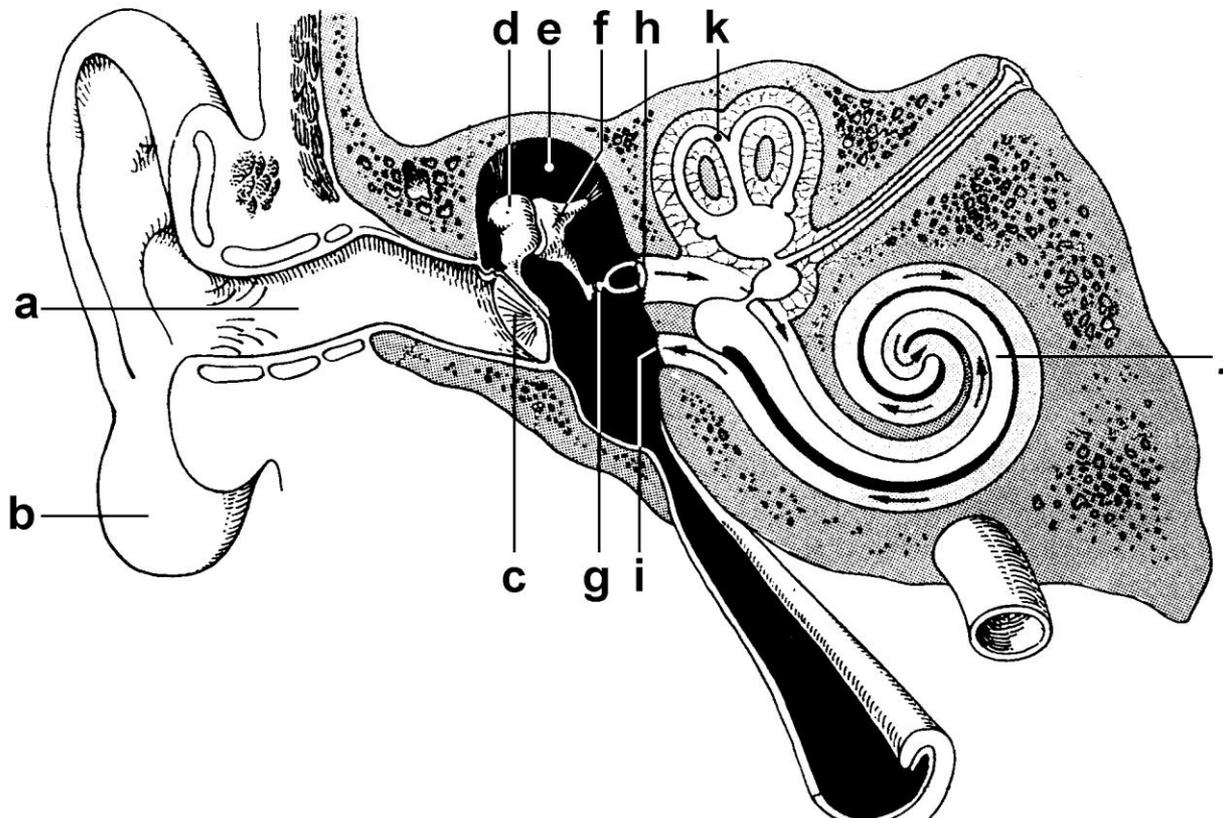
■ 80 dB Hörverlust (HV) Faktor 10.000

Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.6 Ohr und auditive Wahrnehmung



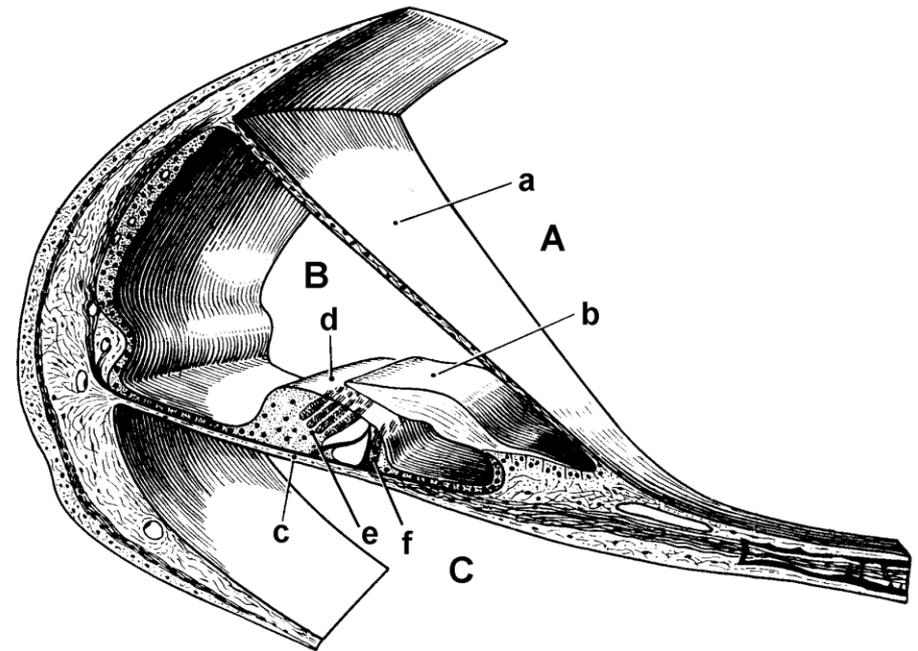
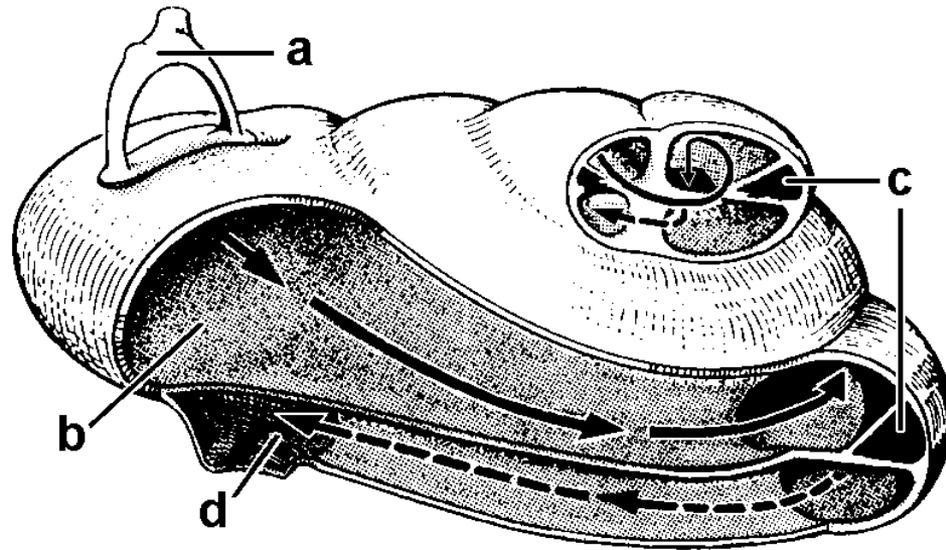
Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.6 Ohr und auditive Wahrnehmung

■ Anatomie des Ohres



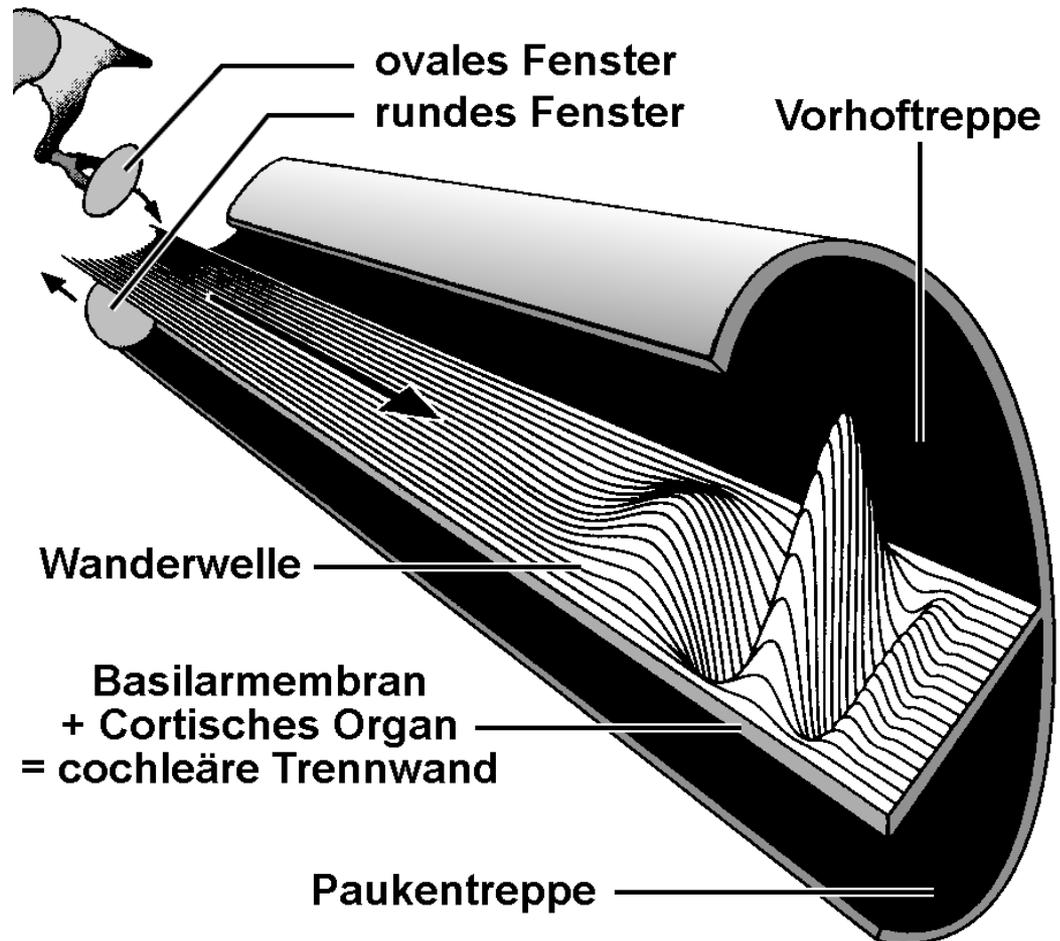
Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.6 Ohr und auditive Wahrnehmung

■ Innenohr



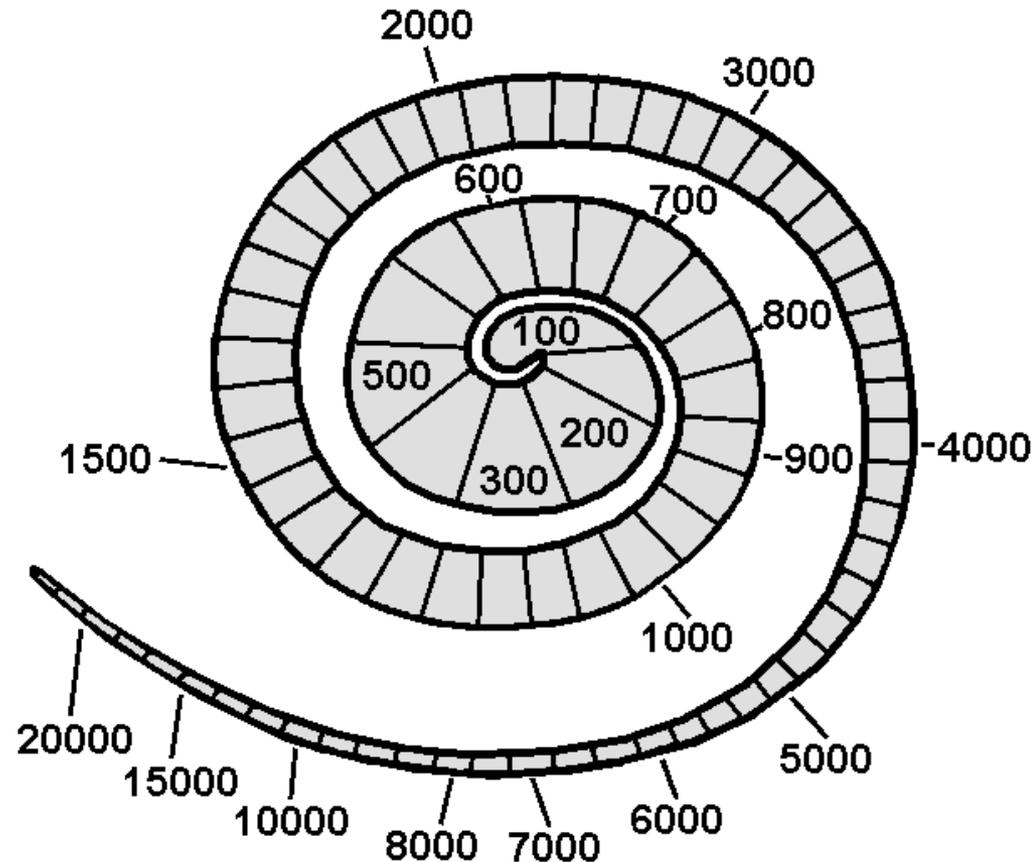
Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.6 Ohr und auditive Wahrnehmung

■ Wanderwelle



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.6 Ohr und auditive Wahrnehmung

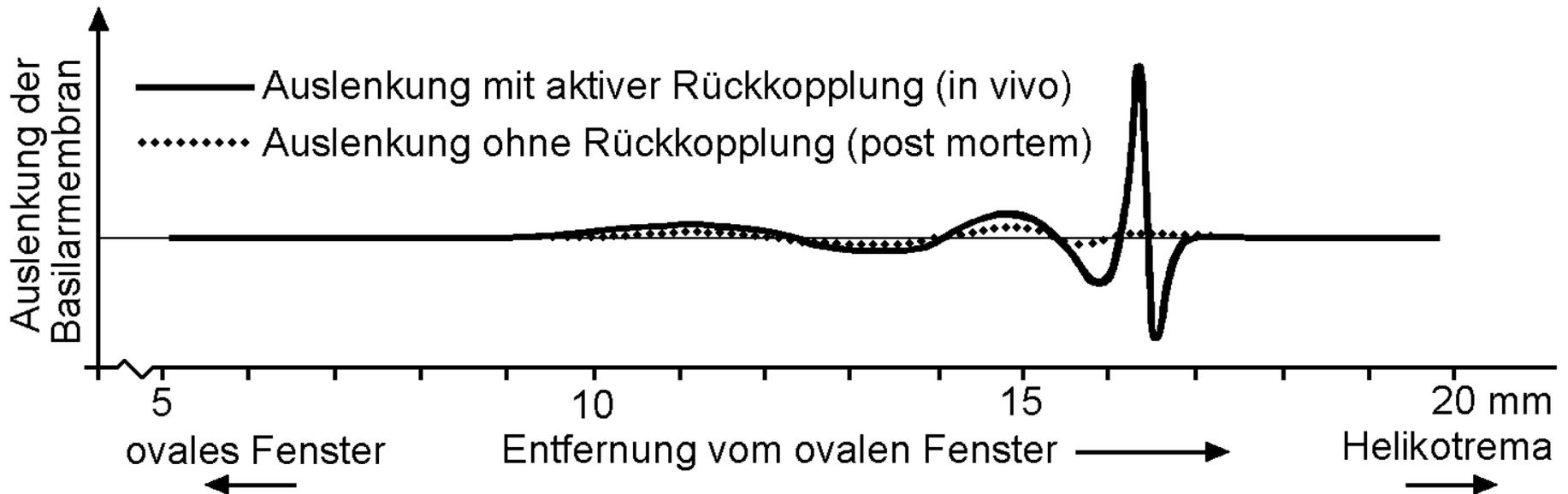
■ Frequenzdispersion



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

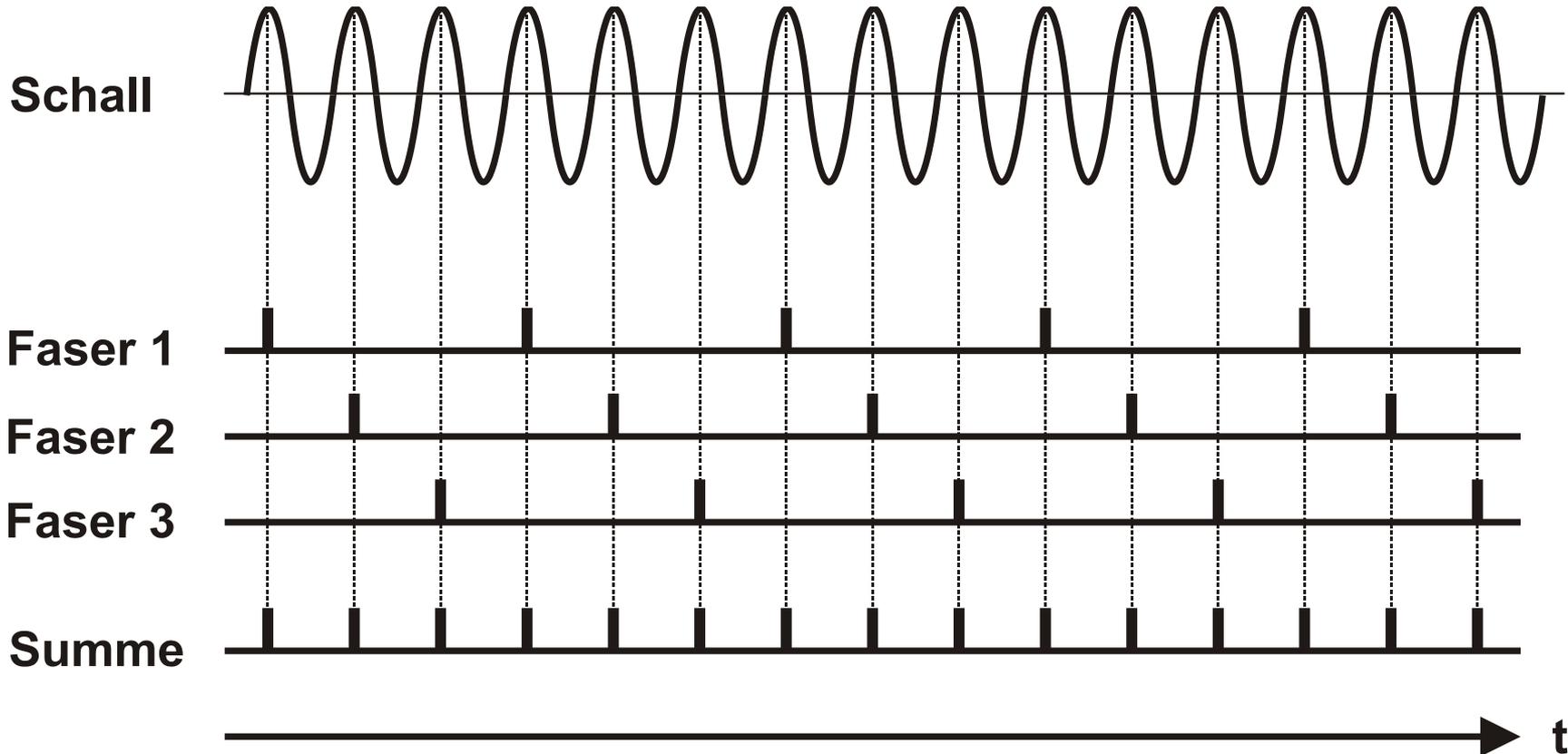
2.6 Ohr und auditive Wahrnehmung

■ Passive und aktive Wanderwelle



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.6 Ohr und auditive Wahrnehmung

■ Salvenprinzip





Kapitel 2: Medizinische Grundlagen

2.6 Ohr und auditive Wahrnehmung

■ Maskierung

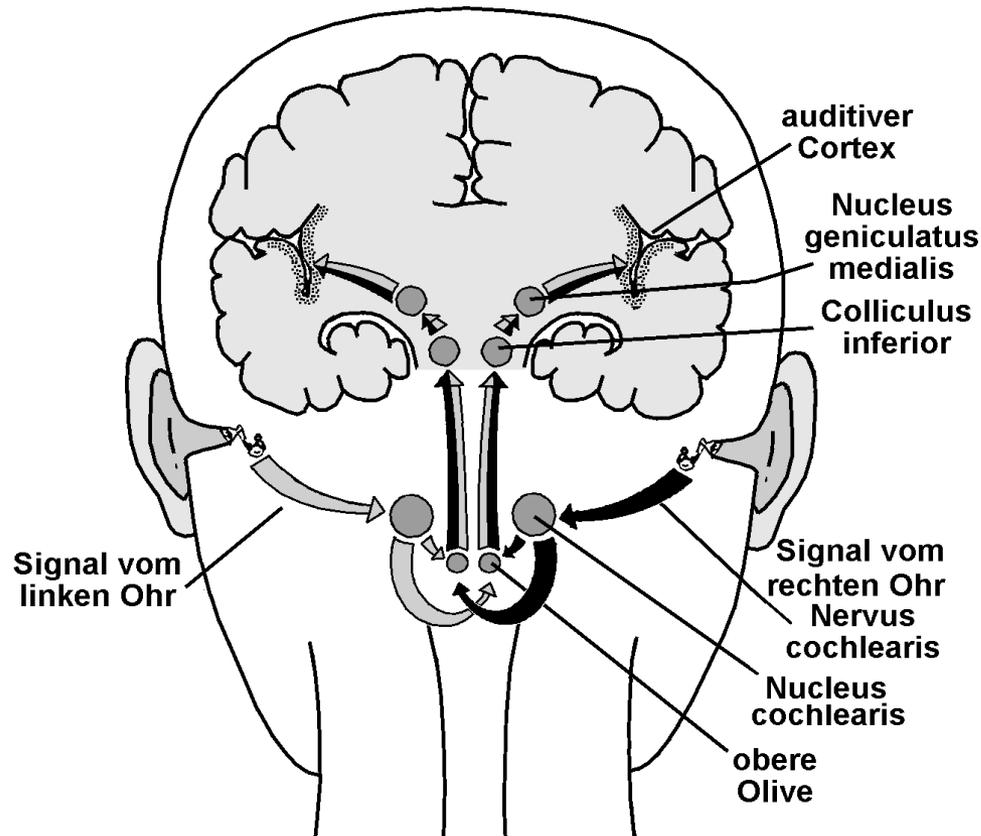
- ❖ Verdeckung von höheren Tönen durch tiefere

■ Richtungshören

- ❖ Richtungsselektive Verzerrung durch die Ohrmuschel
- ❖ Laufzeitdifferenz zwischen den Ohren
- ❖ Amplitudendifferenz durch Kopfschatten
(> 2...3 kHz Wellenlänge geringer als Kopfdurchmesser)
- ❖ Ungünstigster Fall: 3 kHz

Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.6 Ohr und auditive Wahrnehmung

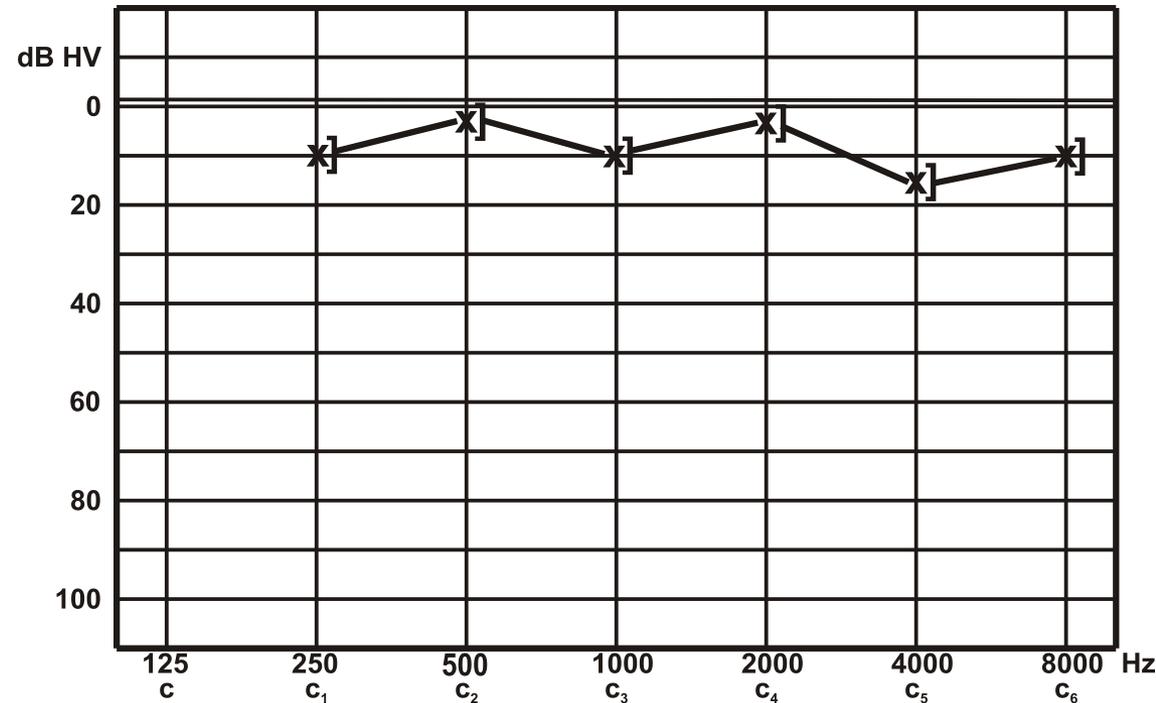
■ Reizleitung zum Gehirn



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.6 Ohr und auditive Wahrnehmung

Audiometrie

- ❖ Tonschwellenaudiometrie
- ❖ Luftleitung (x)
- ❖ Knochenleitung (])

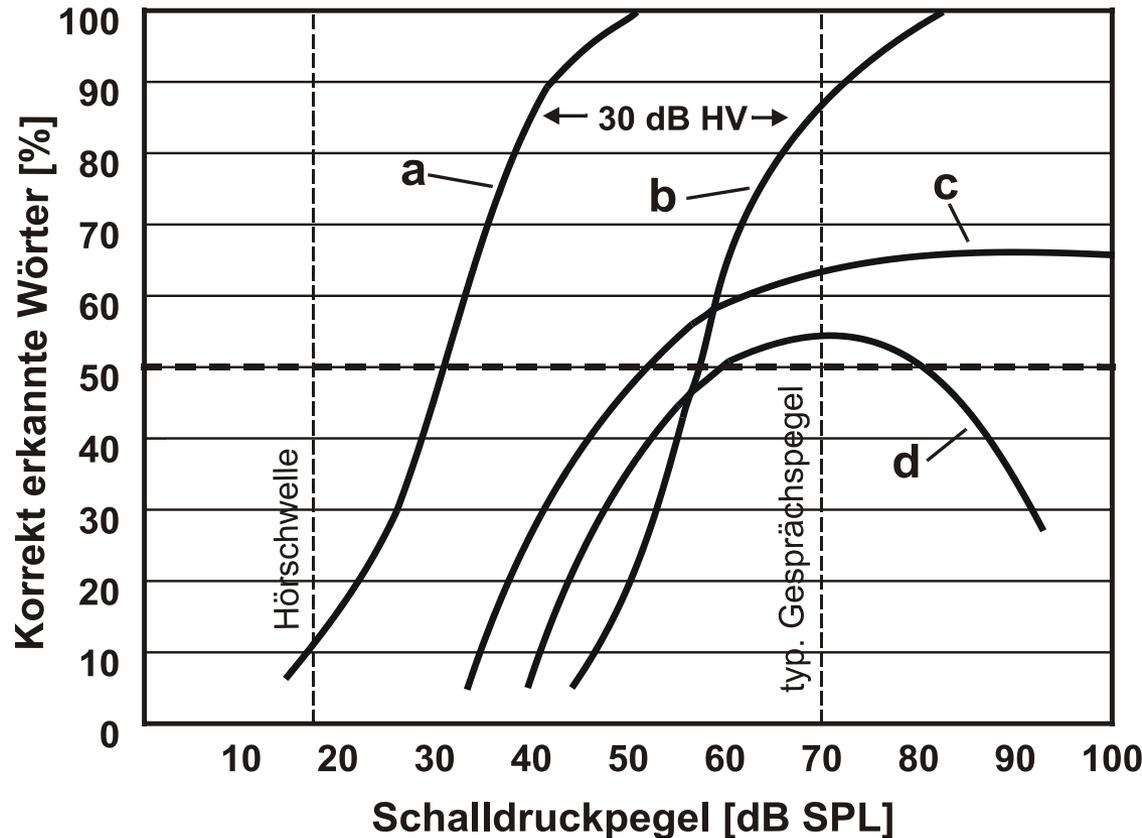


Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.6 Ohr und auditive Wahrnehmung

■ Békésy-Audiometrie

■ Sprachaudiometrie

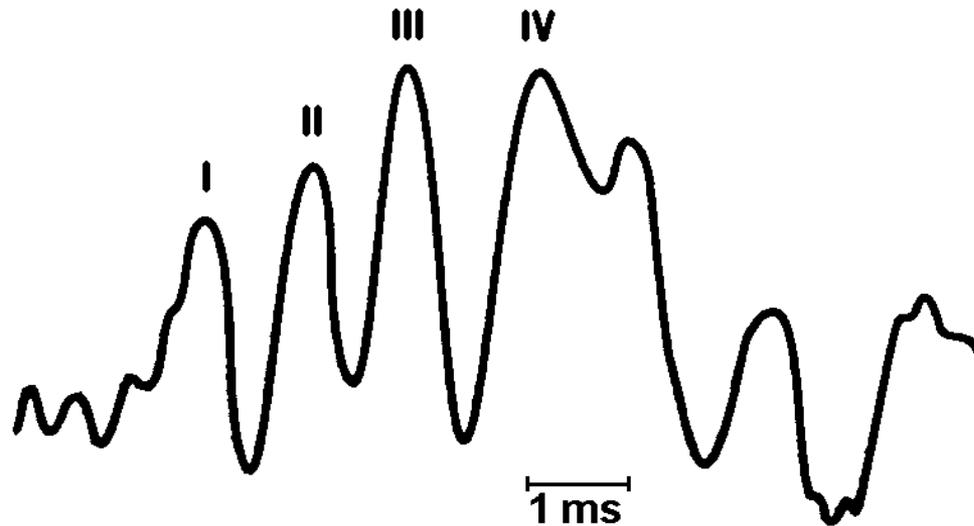
- ❖ a = normalhörend
- ❖ b = Schalleitungsschwerhörigkeit
- ❖ c = cochleäre Schallempfindungsschwerhörigkeit
- ❖ d = retrocochleäre Schallempfindungsschwerhörigkeit



Kapitel 2: Medizinische Grundlagen 2.6 Ohr und auditive Wahrnehmung

■ Objektive Verfahren

❖ Akustisch evozierte Potentiale



❖ Impedanzmessung

1. BLOCK

- 1 - Organisatorisches**
Kap A1: Einführung und Definitionen
Kap A2: Medizinische Grundlagen
Richtungen, Chromosomen,
Nervensystem
- 2 Kap A2: Medizinische Grundlagen**
Auge
- 3 Kap A2: Medizinische Grundlagen**
Sehleistung, Haut,
taktile Wahrnehmung
- 4 Kap A2: Medizinische Grundlagen**
Ohr, auditive Wahrnehmung