Assistive Technologies 1

Human Computer Interaction Group (HCI)

Institute of Visual Computing & Human-Centered Technology,
TU Wien

WS 2018 / 2019

peter.mayer@tuwien.ac.at
paul.panek@tuwien.ac.at

Unter Verwendung von Unterlagen von Prof. Zagler © 2012
Für den Gebrauch im Unterricht an der TU Wien © 2018

Zur Vorlesung

Im Fokus der beiden VO Assistierende Technologien (AT) 1 + 2 sind **Technische Hilfsmittel**,
die dazu beitragen, die **Lebensqualität** von
Personen mit Behinderungen, chronische Krankheiten und **alten Menschen** zu verbessern.
Rehabilitationstechnik (RT) ist die dahinterstehende sehr interdisziplinäre Wissenschaft (engl. Rehabilitation Technology, Rehabilitation Engineering)
Die beiden VO wurde von Prof **Wolfgang Zagler** entwickelt (urspr. als Rehabilitationstechnik 1 + 2 und lange Jahre auch von ihm gelesen.
Nach seiner Pensionierung 2016 wurden die VO 2017 von Peter Mayer und Paul Panek übernommen
In der VO AT1 (Wintersemester) geht es um die Grundlagen, in der VO AT2 (Sommersemester) um Anwendungen mit Schwerpunkt Kommunikationshilfen.

Überblick zur Struktur der VO AT 1

VC&HCT

Grundlagen (Teil A)

Einführung u. Definitionen, Medizinische Grundlagen (visuelle, taktile, auditive Wahrnehmung), Behinderung aus medizinischer und demographischer Sicht

Methoden (Teil B)

Einteilung der Assistierenden Hilfsmittel, angepasste MMI, Gestaltung der Umwelt

Anwendungen (Teil C)

Assistierende Hilfsmittel für Orientierung, Handhabung, Alltagsassistenz, …

Prüfung zur Vorlesung

VC&HCT

Erfolgt als Schriftliche Prüfung:

- Ca. 10 Fragen zu Themen, die in VO behandelt wurden.
- Zeit: ca. 30 Minuten
- Tipps:
  - Versuchen Sie kurze Antworten zu geben, vor allem dann, wenn keine Beschreibung gefordert ist.
  - Es zählt nicht die Menge!

Termine: ca. jedes 2. Monat. Details und Anmeldung bitte im TISS.

Bei Fragen kontaktieren Sie uns bitte (bevorzugt per email)

Unsere Lehrveranstaltungen im Überblick

VC&HCT

Wintersemester:

- Assistierende Technologien 1 (187.A59)
- Assistierende Systeme VO (187.A95)
- Assistierende Systeme UE (187.A96)

Sommersemester:

- Assistierende Technologien 2 (187.A60)
- Barrierefreies Internet VO (187.A57)
- Barrierefreies Internet UE (187.A58)

Möglichkeiten zu Bakk- und Diplomarbeiten

1. BLOCK

1	- Organisatorisches Kap A1: Einführung und Definitionen Kap A2: Medizinische Grundlagen Richtungen, Chromosomen, Nervensystem
2	Kap A2: Medizinische Grundlagen Auge (Teil 1)
3	Kap A2: Medizinische Grundlagen Auge (Teil 2) Sehleistung.
4	Kap A2: Haut und taktile Wahrnehmung

Inhalt von Block 1

VC&HCT

Teil A – Die Grundlagen

A1 Einführung und Definitionen

- 1.1 Definitionen
- 1.2 Ebenen der Behinderung
- 1.3 Differenz zw. Leistung und Anforderung
- 1.4 Sichtweise und Sprachgebrauch
- 1.5 Rehabilitationstechnik

A2 Medizinische Grundlagen

- 2.1 Richtungen
- 2.2 Chromosomen, Gene, Vererbung
- 2.3 Nervensystem
- 2.4 Auge, Sehleistung
- 2.5 Haut und taktile Wahrnehmung

VC&HCT

„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

1.2: Die Ebenen der Behinderung

WHO - ICIDH 1 (1980)

ICIDH: „International Classification of Impairments Disabilities and Handicaps“

Impairment = (gesundheitliche) Schädigung

Disability = Fähigkeitsstörung

Handicap = (soziale) Beeinträchtigung

VC&HCT

Impairment – (gesundheitliche) Schädigung

Störung der biologischen und/oder psychischen Struktur und Funktion
Verlust oder Normabweichung in der psychischen, physiologischen oder anatomischen Struktur

VC&HCT

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

VC&HCT

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

VC&HCT

ICIDH wurde abgelöst durch ICF (2001)

ICF: „International Classification of Functioning, Disability and Health“

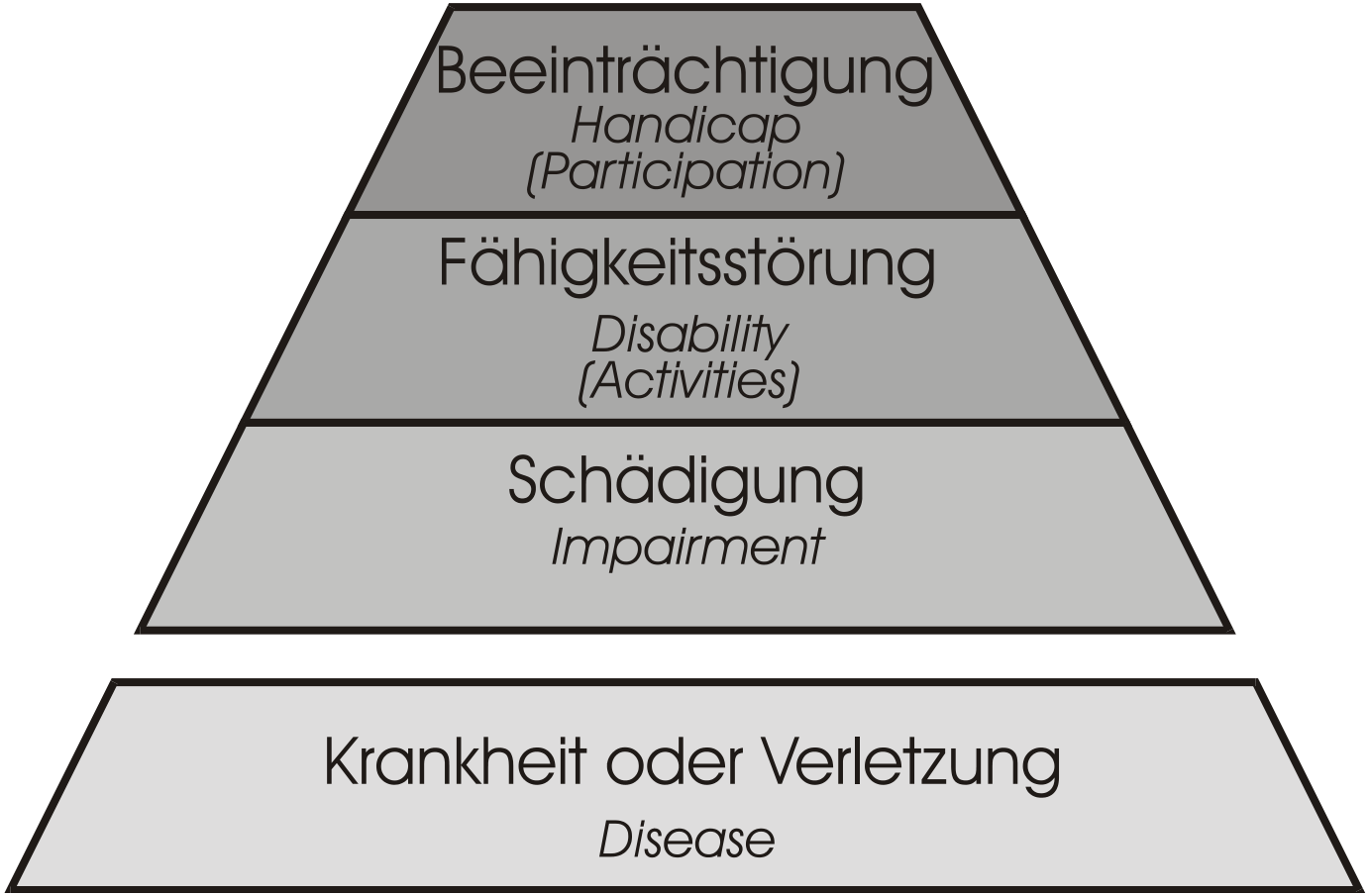
disability -> activities

handicap -> participation

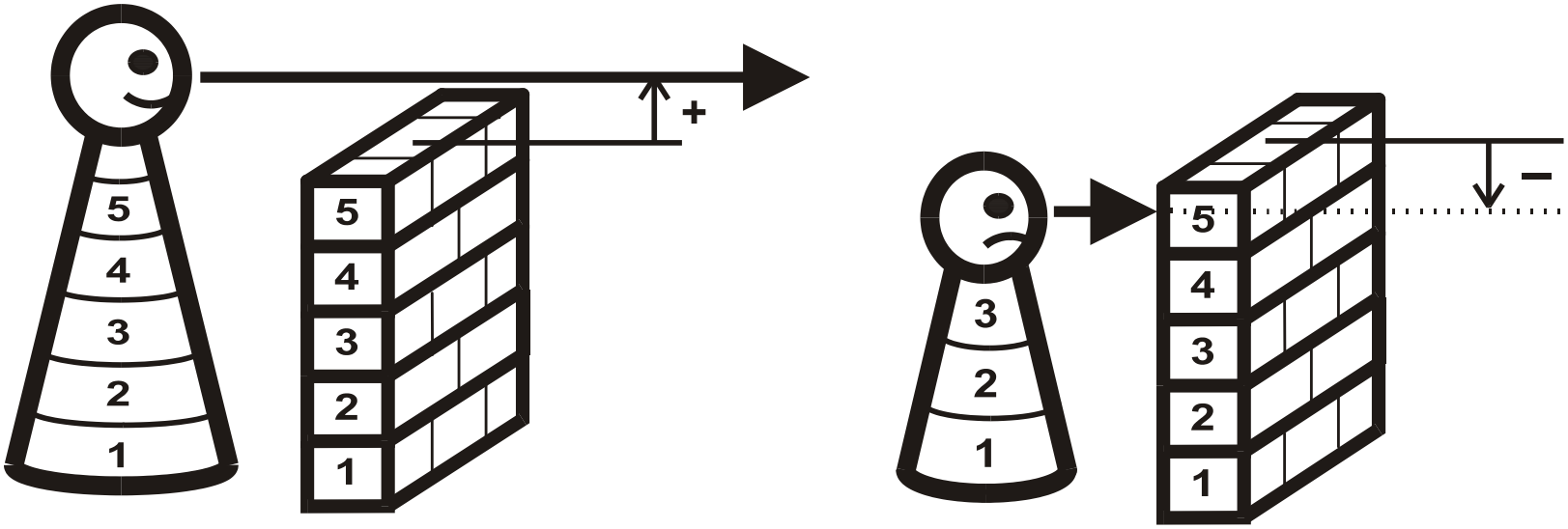
davor war ICIDH
impairment (gesundheitliche Störung),
disability (Fähigkeitsstörung) -> activities,
handicap (soziale Beeinträchtigung) -> participation

VC&HCT

ICIDH als Graphik



1.3: Differenz zw. Leistung und Anforderung



Behinderung wird dann erlebt, wenn die eigene Leistung geringer ist, als die von der Umgebung bzw. Gesellschaft gestellte Aufgabe

(Das Beispiel der Körpergröße steht stellvertretend für jede beliebige körperliche oder geistige Fähigkeit einer Person.)

1.4: Sichtweise und Sprachgebrauch

Zitat: „Wir widmeten (...) den Behinderungen unserer Patienten viel zu viel Aufmerksamkeit und beachteten viel zu wenig, was intakt oder erhalten geblieben war. Um einen anderen Ausdruck zu gebrauchen: Wir waren zu sehr auf "Defektologie" fixiert ...“ (Oliver Sacks, 1998)

Alte Sichtweise:

- Mangeldefinition
- Normabweichung
- Defektologie

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

VC&HCT

Paradigmenwechsel:

Blick auch auf die Stärken

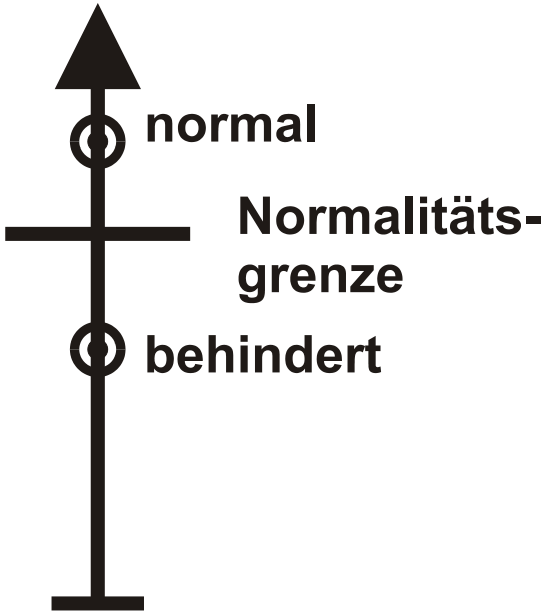
Person im Vordergrund (People first)

- Menschen mit einer Behinderung
- Personen im Rollstuhl
- Kunden, Klienten mit ...

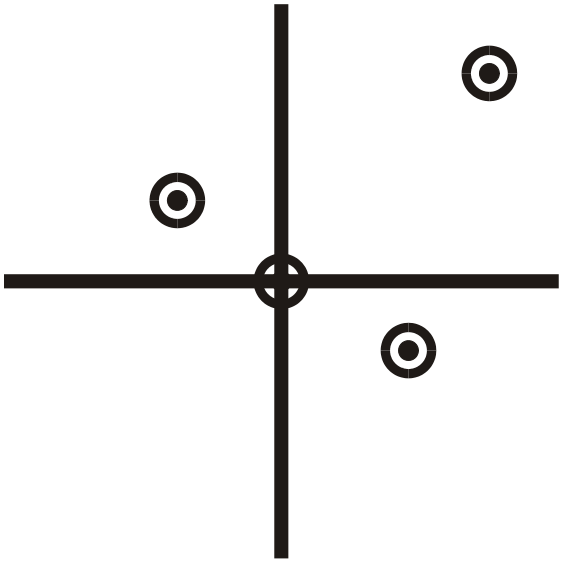
Bodil Jönsson (Univ. Lund, Schweden) empfiehlt: "**differently abled persons**" statt "disabled" oder "mentally retarded persons“ oder anderer eindimensionaler Skalen, die der Vielschichtigkeit der Menschen und ihrer individuellen Fähigkeiten bei weitem nicht entsprechen.

VC&HCT

Paradigmenwechsel: „differently abled person“



eindimensionale Sichtweise



Sichtweise der "unterschiedlichen Befähigungen"

VC&HCT

Einige Vorteile der neuen Sichtweise:

Sie wirkt Vorurteilen entgegen und hilft gesellschaftliche Barrieren abzubauen

Bei der Schaffung von technischen Hilfen zur Kompensation von Schwächen und Mängeln muss sich die RT die trotz Behinderung verbliebenen Fähigkeiten und Stärken zunutze machen.

Rehabilitationstechnik

Ansatzpunkte für kreative Lösungen finden sich eher, wenn der Blick auf die Fähigkeiten einer behinderten Person gerichtet ist.

VC&HCT

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.

die Einschränkungen entgegen zukommen und zu kompensieren.

VC&HCT

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.

VC&HCT

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.

   Beispiel: Verwendung eines Hörgerätes durch eine hörbehinderte Person

VC&HCT

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.

Beispiel: Fernsehsendung mit Untertiteln für gehörlose Menschen

VC&HCT

3. Ziel der Rehabilitationstechnik:

Beseitigung von Barrieren

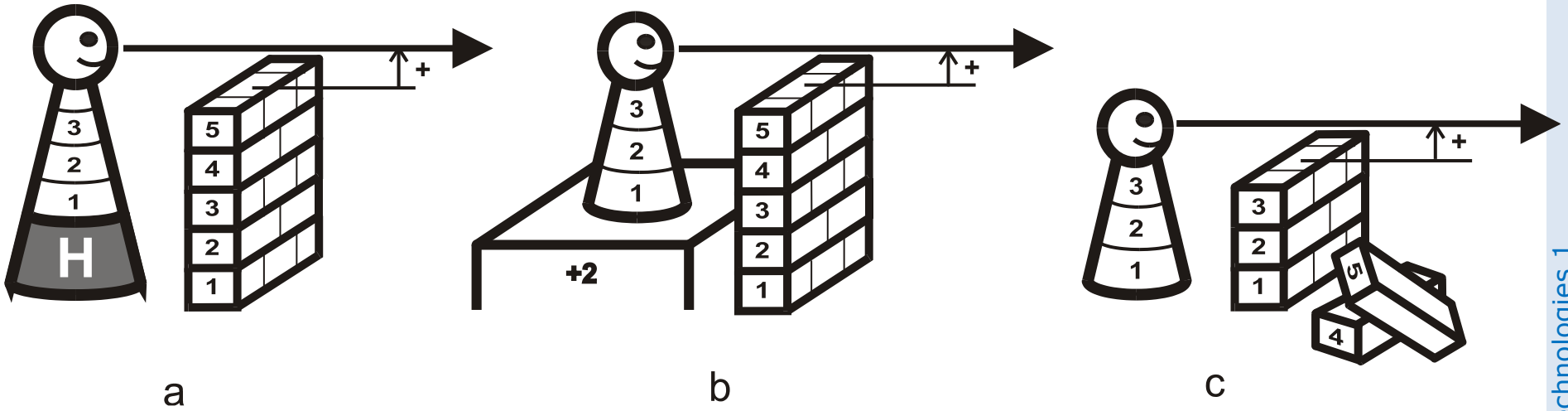
Der Ansatz erfolgt bei der Gestaltung der Umwelt.

Schaffung barrierefreier Lebensräume (Vermeidung und Beseitigung von Barrieren)

z.B.: Schaffung von stufenfreien Zugängen zu öffentlichen Einrichtungen

VC&HCT

Die 3 Ziele grafisch dargestellt



a b c

Überwindung des Handicaps:
a: durch Hilfsmittel zur Wiederherstellung der Funktion;
b: durch Hilfsmittel zur Überwindung der Barriere;
c: durch Beseitigung der Barriere.

VC&HCT

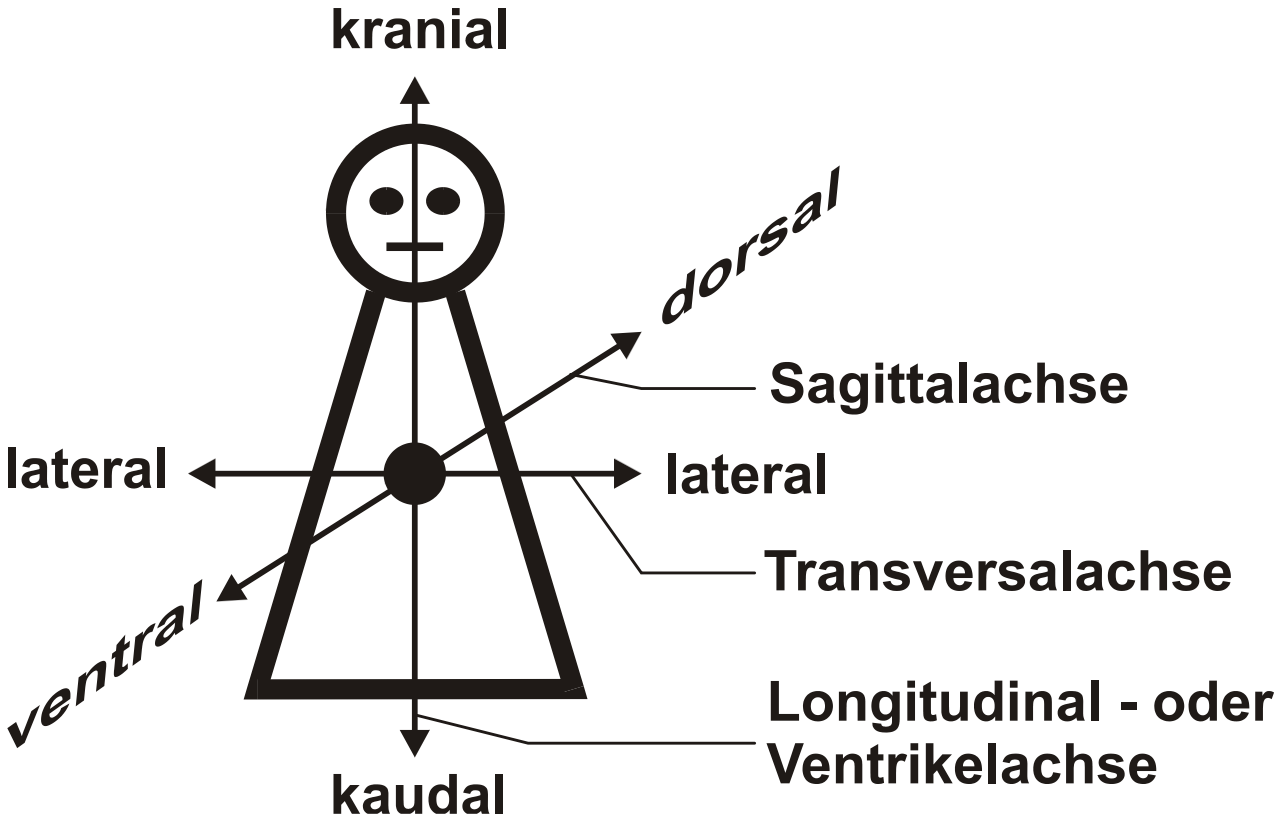
Wirkungskette

Krankheit ⇨ Schädigung ⇨ Fähigkeitsstörung ⇨ Beeinträchtigung

M e d i z i n t e c h n i k ⟷ **R e h a b i l i t a t i o n s t e c h n i k**

Unterschied zw. Medizintechnik und Rehabilitationstechnik (RT) besteht vor allem darin, dass technische Hilfsmittel nicht auf Heilung abzielen (können) und RT daher nicht bei der Erkrankung oder Schädigung sondern erst bei der *Fähigkeitsstörung und der (sozialen) Beeinträchtigung ansetzt.*

2: Medizinische Grundlagen
2.1 Richtungsangaben

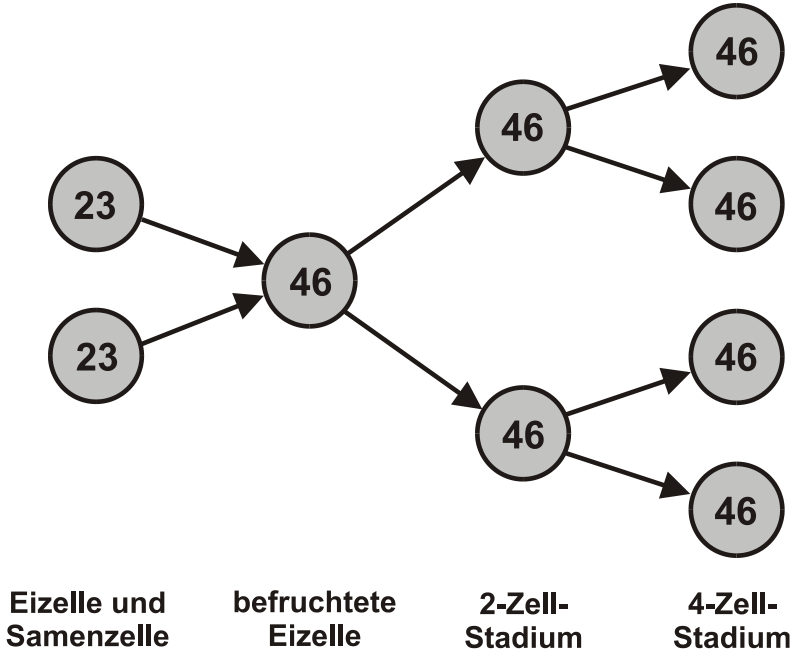


2.2 Chromosomen, Gene, Vererbung

46 Chromosomen (diploider Satz)

22 Paare Körperchromosomen (Autosomen)

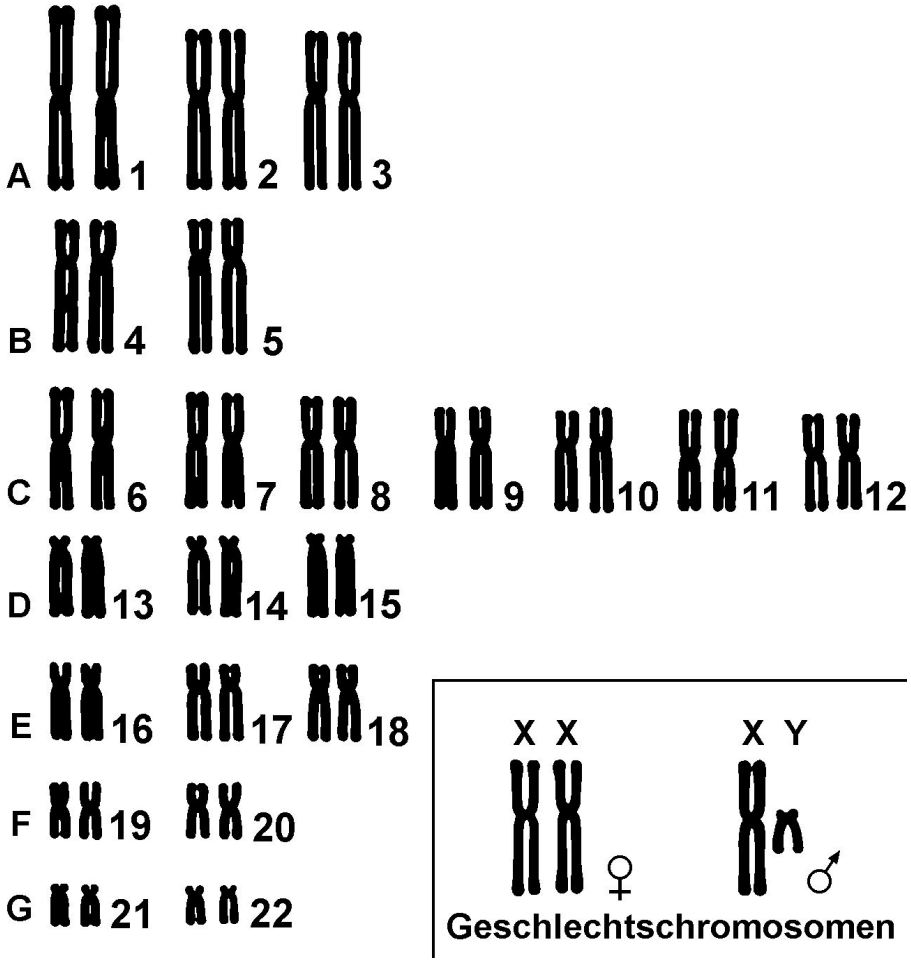
2 Geschlechtschromosomen (Heterosomen)



VC&HCT

Einteilung der Chromosomen

- Konvention v. Denver
- Karyogramm



VC&HCT

Dominanter Erbgang (ODER Verknüpfung)

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

VC&HCT

Rezessiver Erbgang (UND Verknüpfung)

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

VC&HCT

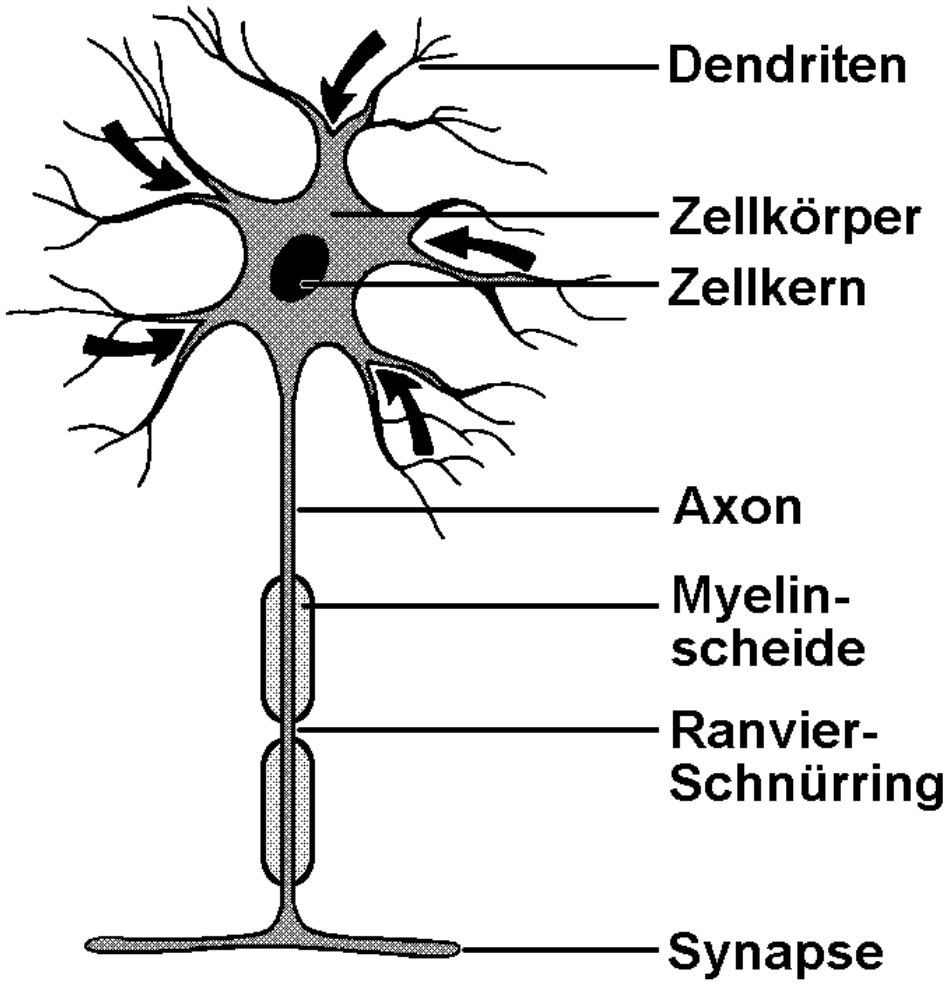
X-chromosomale Erbgänge

X-chromosomal-dominant

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

VC&HCT

Aufbau einer Nervenzelle (Neuron)



2: Medizinische Grundlagen
2.3 Nervensystem

VC&HCT

- 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

VC&HCT

Erregung einer Nervenzelle, Aktionspotential

Hohe Konzentration: außen Na, innen K
Kalium Poren offen, außen positive Ladung

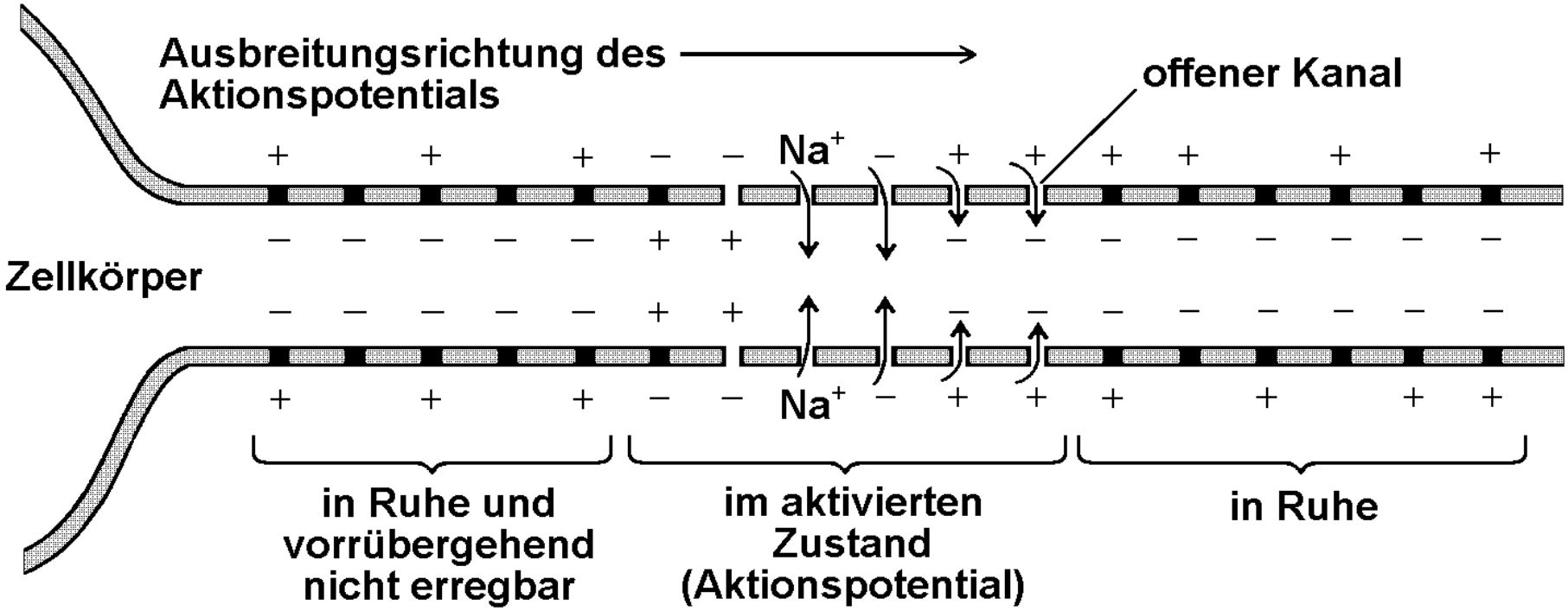
Öffnen der Natrium Poren
Natrium Ionen nach innen
Innen positiv = Depolarisation

Schließen der Natrium Poren
Öffnen der Kalium Poren
= Herstellung der Ausgangszustandes

Ausbreitungsgeschwindigkeit des Aktionspotentials: 0,1…10m/s (vom Zellkörper durch das Axon)

VC&HCT

Erregung einer Nervenzelle, Aktionspotential



VC&HCT

Synapse

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

Konvergenz (Empfang von vielen Zellen)
Divergenz (Weiterleitung an viele Zellen)

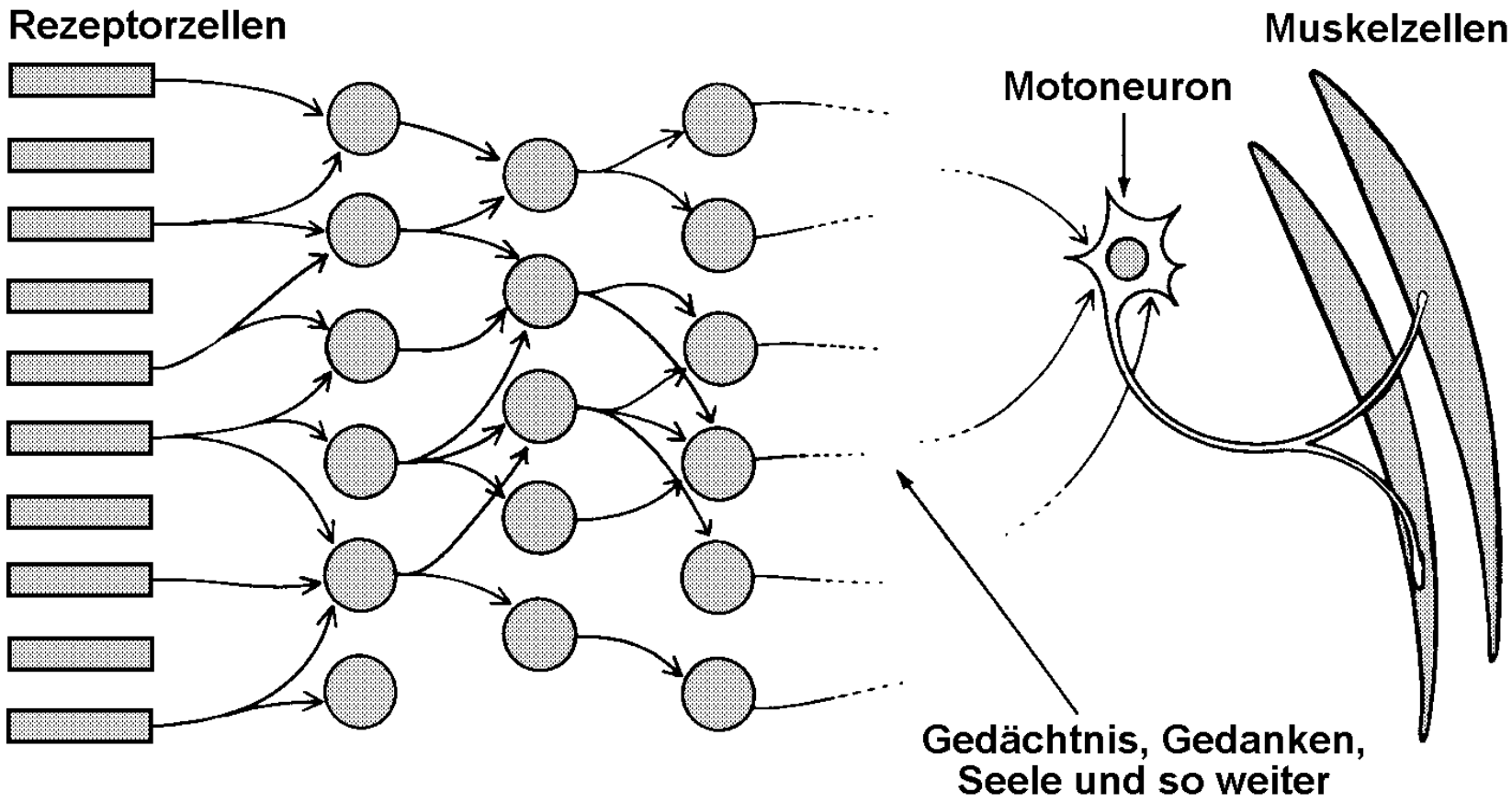
Input-Kanäle = Rezeptoren

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

Output-Kanäle = Motoneuronen

- Aktivierung von Muskeln

2: Medizinische Grundlagen
2.3 Nervensystem



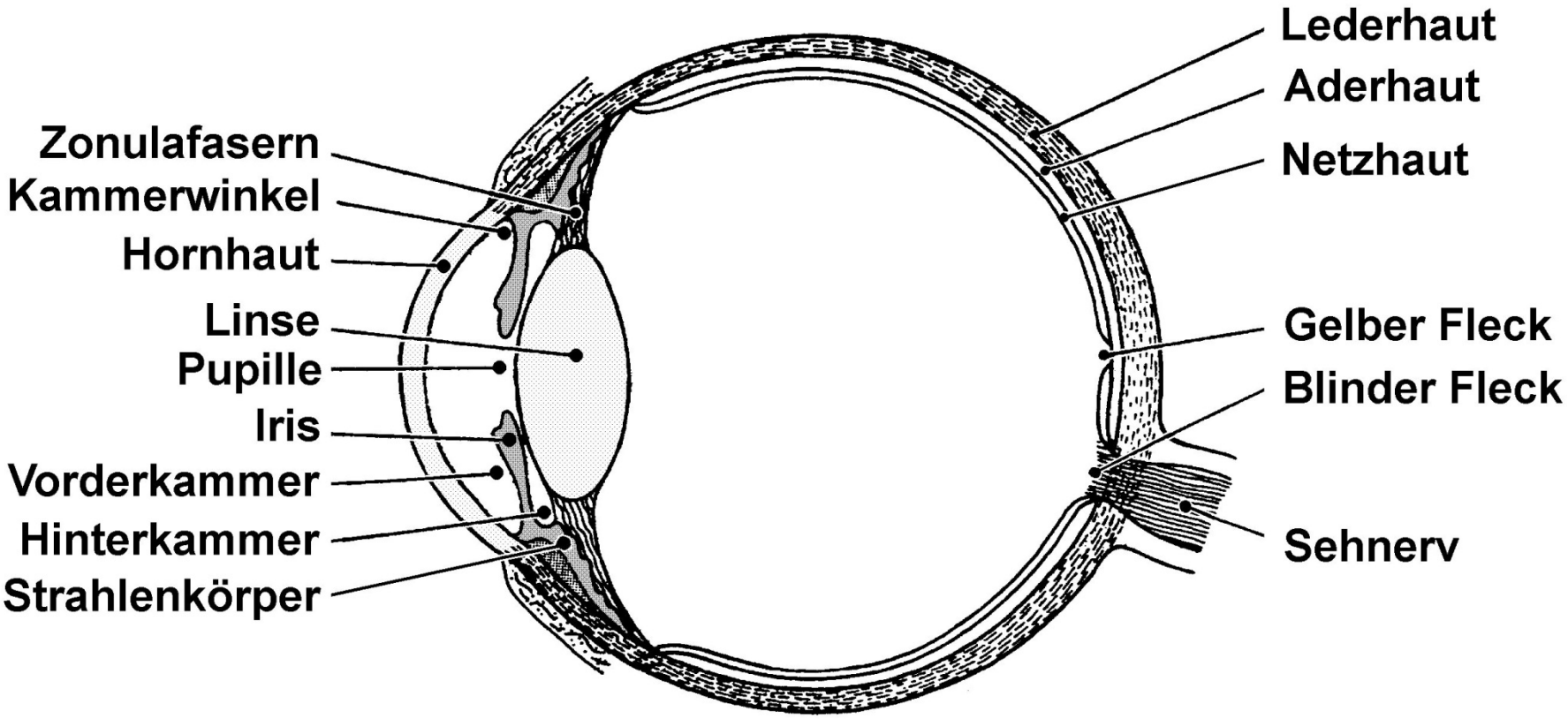
VC&HCT

Das Auge

Sinnesorgan für optische Reize
ca. 25 mm Durchmesser

innen: Glaskörper (Corpus vitreum)
außen: Hautschichten

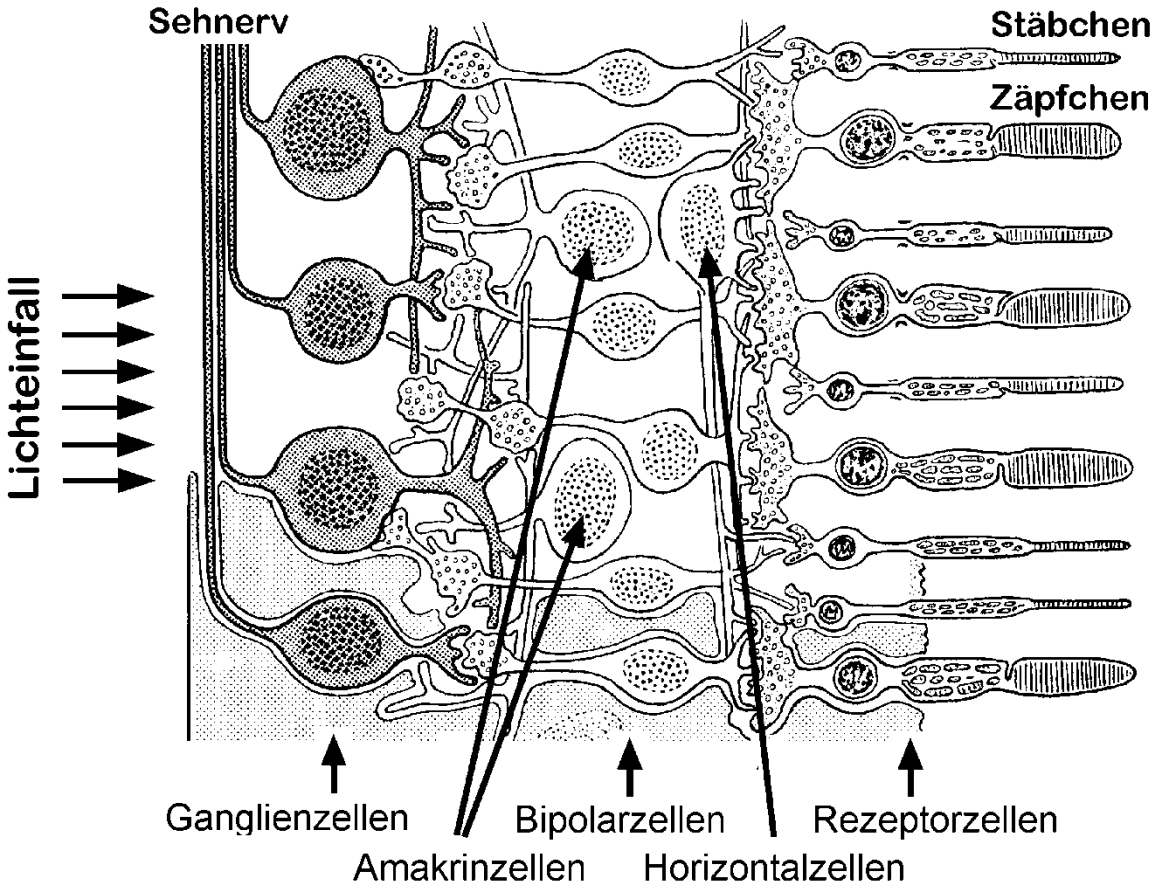
2: Medizinische Grundlagen
2.4 Auge



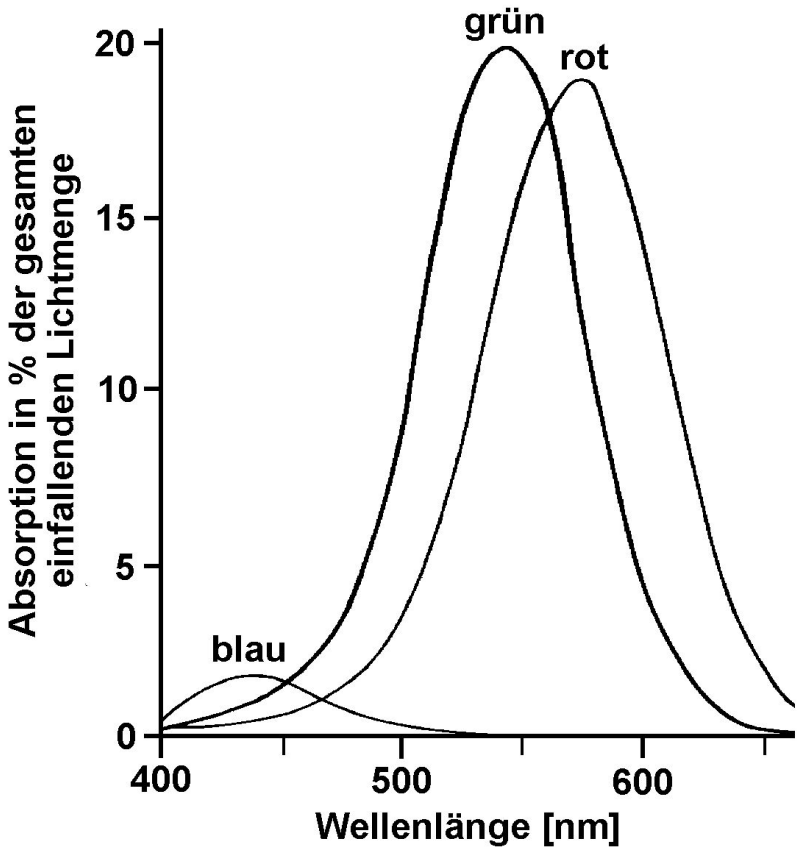
VC&HCT

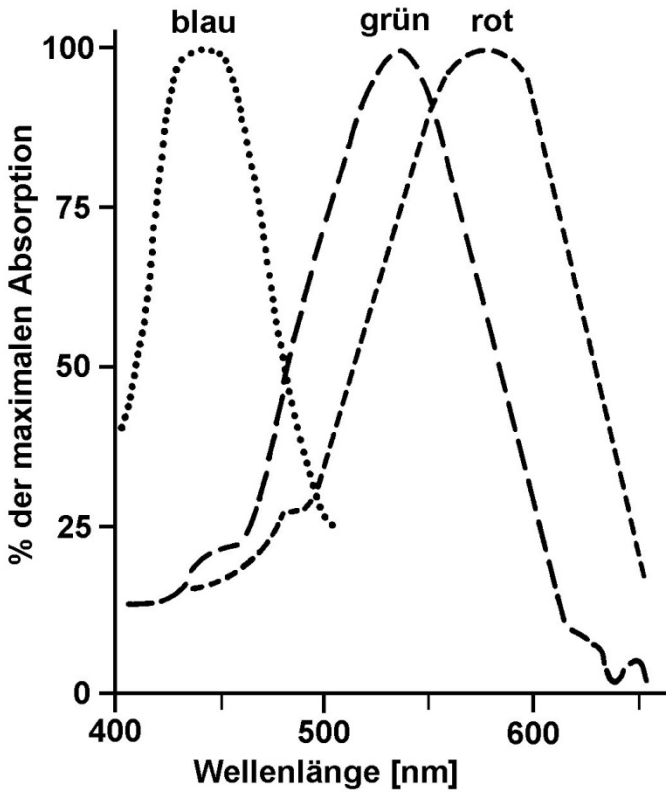
Die Netzhaut (Retina)

- enthält Photorezeptoren und
- mehrere Nervenschichten, die eine erste Verarbeitung der visuellen Reize vornehmen
- Wahrnehmung von Intensität, Wellenlänge und räumlicher Zuordnung einfallender optischer Reize
- Optische Rezeptoren:
  - ca. 120 Mio. Stäbchen (engl. rods) für schwarz/weiß (hell/dunkel) Sehen
  - Ca. 6 Mio. Zäpfchen (engl. cones) für Farbenwahrnehmung (drei unterschiedliche Wellenlängen)



Schnitt durch die **Netzhaut** – Lichteinfall von links; Reizleitungsrichtung von rechts nach links





Spektrales Verhalten der Zäpfchen: links: Absorption in % der gesamten einfallenden Lichtmenge; rechts: Absorption normiert auf 100% der jeweiligen Art

VC&HCT

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 Sehfarbstoff in den Rezeptoren (langsam)
Adaptive räumliche und zeitliche Reizintegration in der Netzhaut

Empfindlichkeit der Stäbchen ist ca. 2.000 mal höher als die der Zäpfchen. → Farbenwahrnehmung nur bei ausreichender Beleuchtung möglich („In der Nacht sind aller Katzen grau“)

VC&HCT

Räumliche Auflösung

Fovea centralis (Sehgrube): Zone des schärfsten Sehens. Liegt +/- 1 Grad um Achse des Auges, innerhalb des „Gelben Flecks“ (Makula)

fast nur Zäpfchen (daher „nachtblind“)

nur photopisches Sehen

400.000 Rezeptoren je mm²

Fovea: Auflösung

0,5 ... 1 Bogenminute

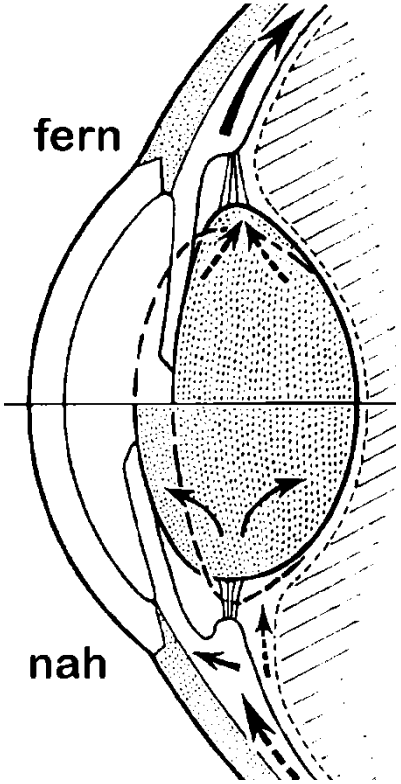
Besonderheit: „Nonius-Auflösung“ (2 Bogensekunden)

Wenn sich 2 zueinander leicht versetzte Linien berühren, dann nimmt Auge bereits Verschiebungen ab 2 Bogensekunden wahr.

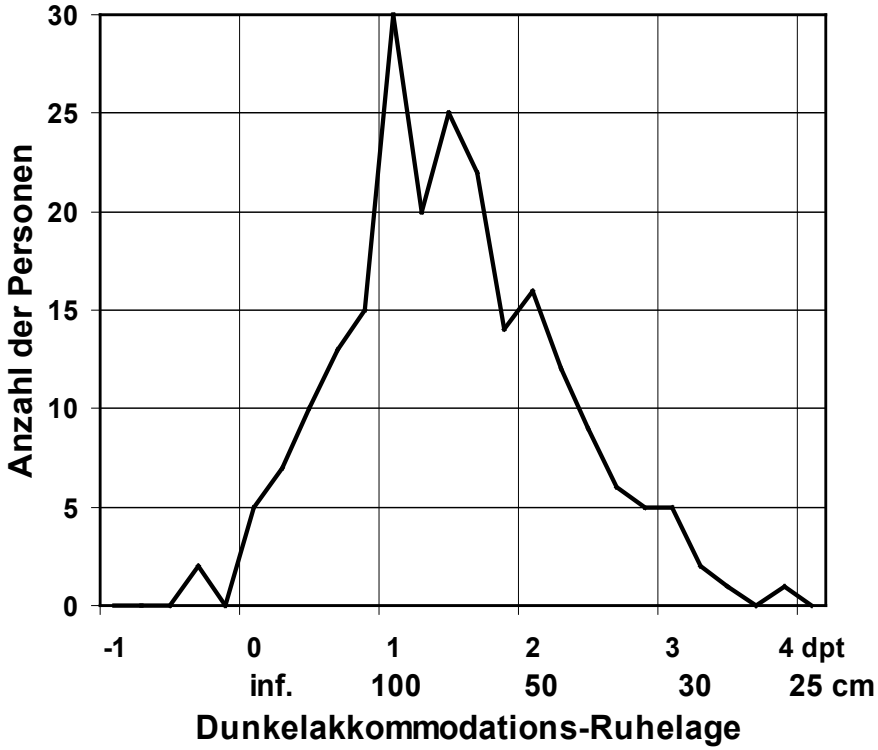
- Akkommodation (Scharfstellung)
  - Erfolgt durch Veränderung der Brechkraft der Linse
    - Durch Anspannung/Entspannung des Ziliarmuskels ändert sich Dicke der Linse (und damit die Brechkraft)
    - ca. 12 Dioptrien liegen zw. maximaler Nahakkommodation (Einstellung auf 10cm) und Fernakkommodation (Einstellung auf unendlich)
    - Bei Akkommodationsruhe (entspannter Ziliarmuskel) stellt das Auge
      - bei durchschnittlicher Beleuchtung auf ca. 2 m scharf,
      - bei Dunkelheit auf ca. 0,5… 1,0 m Entfernung

VC&HCT

Akkommodation (Scharfstellung)



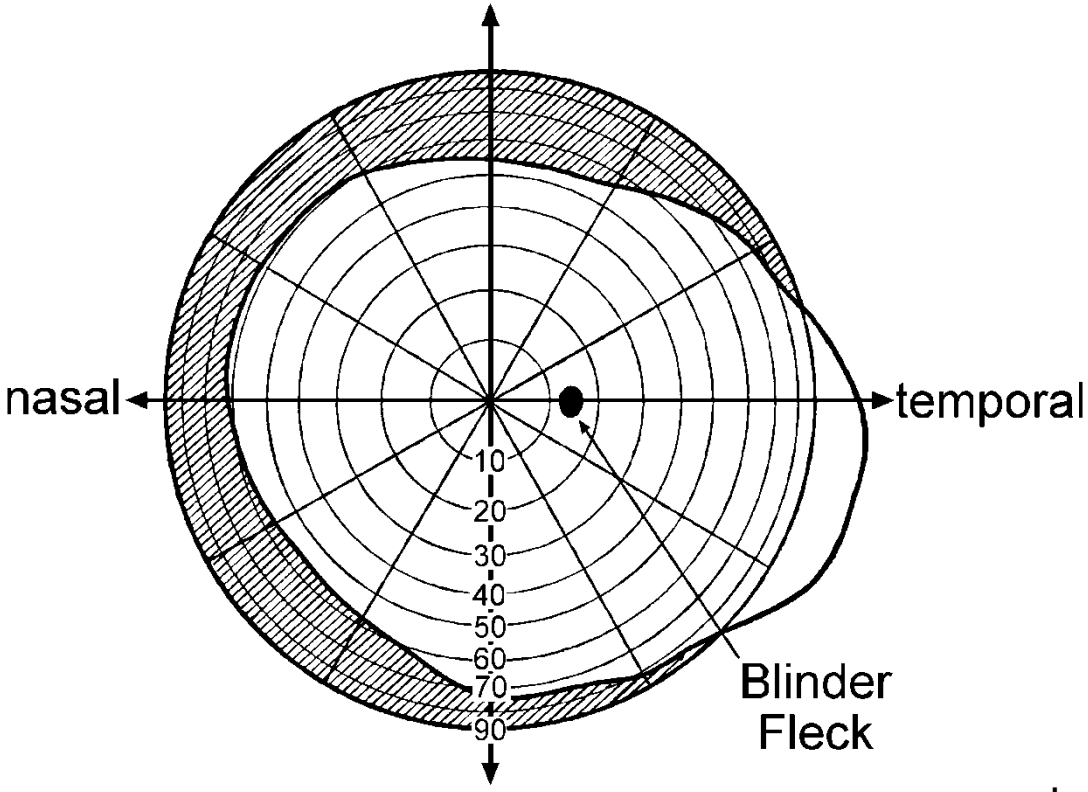
Augenlinse und Akkommodation



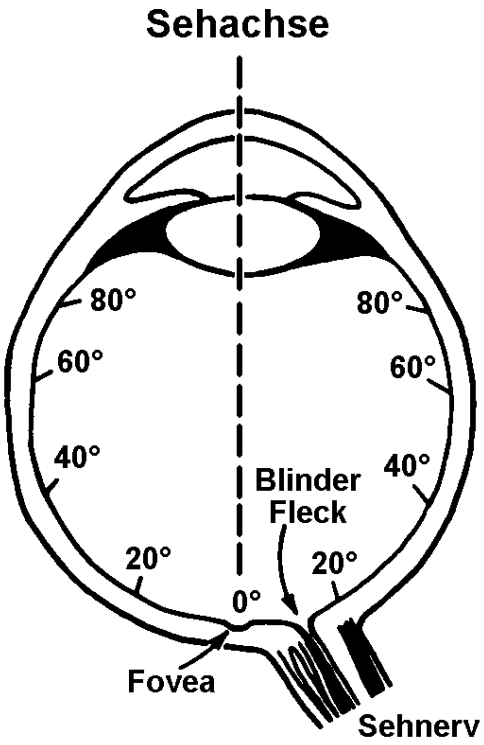
Lage der Dunkelakkommodations-Ruhelage von 200 Probanden

VC&HCT

Gesichtsfeld (= vom unbewegten Auge wahrnehmbaren Bereich)



Gesichtsfeld – rechtes Auge (mit blindem Fleck)



Lage des Gesichtsfeldes auf der Netzhaut
(linkes Auge von oben)

VC&HCT

Blickfeld (Gesichtsfeld plus Augenbewegungen)

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

Augenbewegungen

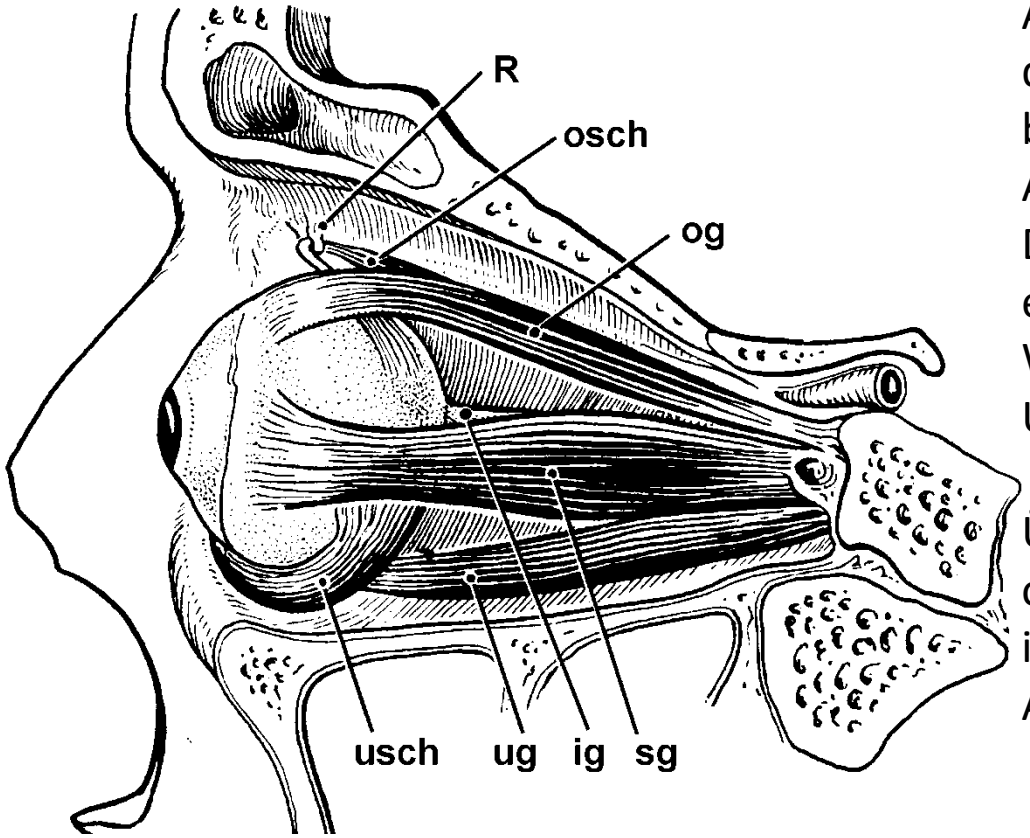
Nystagmus: **Flüssige** Bewegung, die zur Verfolgung eines bewegten Objektes dient.

Saccade: Schneller, über einen größeren Winkel ausgeführter **Sprung**, mit denen die *Fovea centralis (Bereich der größten Sehschärfe)* 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). Sind für Sehvorgang erforderlich, da bei totaler Fixierung des Auges kann keine Wahrnehmung erfolgen kann

VC&HCT

Augenbewegungen - Muskeln



Augenbewegungen dienen nicht nur der Fixation oder der Verfolgung bewegter Objekte sondern auch zum Ausgleich von Kopfbewegungen. Drehbewegungen des Kopfes erfolgen mit einer Winkelgeschwindigkeit von 1 bis 5 Umdrehungen/s.

Über den vestibulär-oculomotorischen Reflex werden sie in ca. 16 ms durch eine gegenläufige Augenbewegung ausgeglichen

Das Augenlid schützt und befeuchtet den Augapfel.

Lidschlag:

unwillkürlich – periodisch

- ca. 15 mal in der Minute
- Dauer < 100 ms

willkürlich

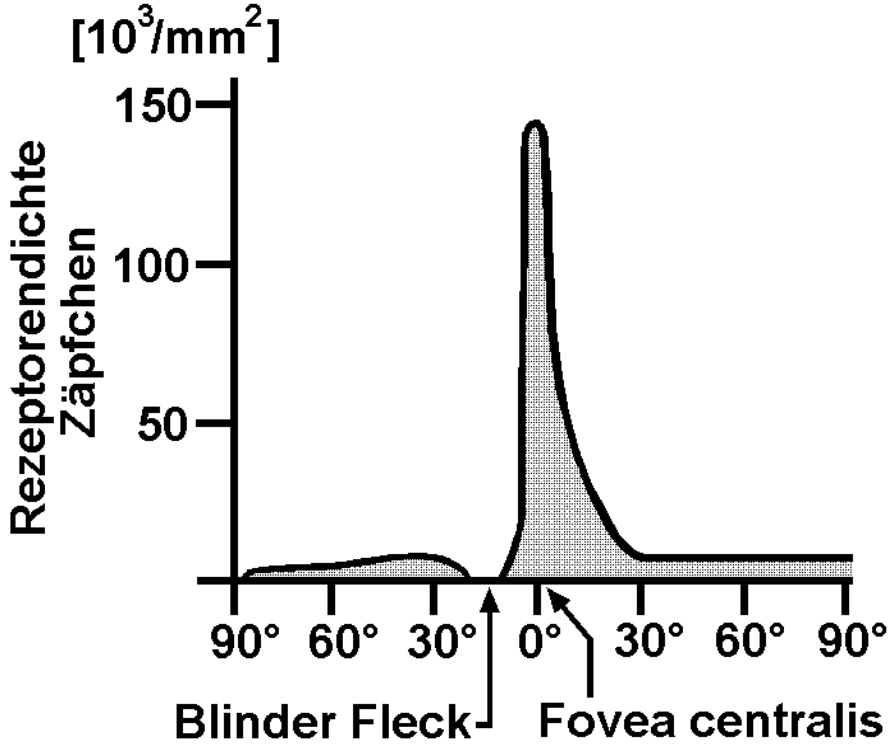
- Dauer > 250 ms

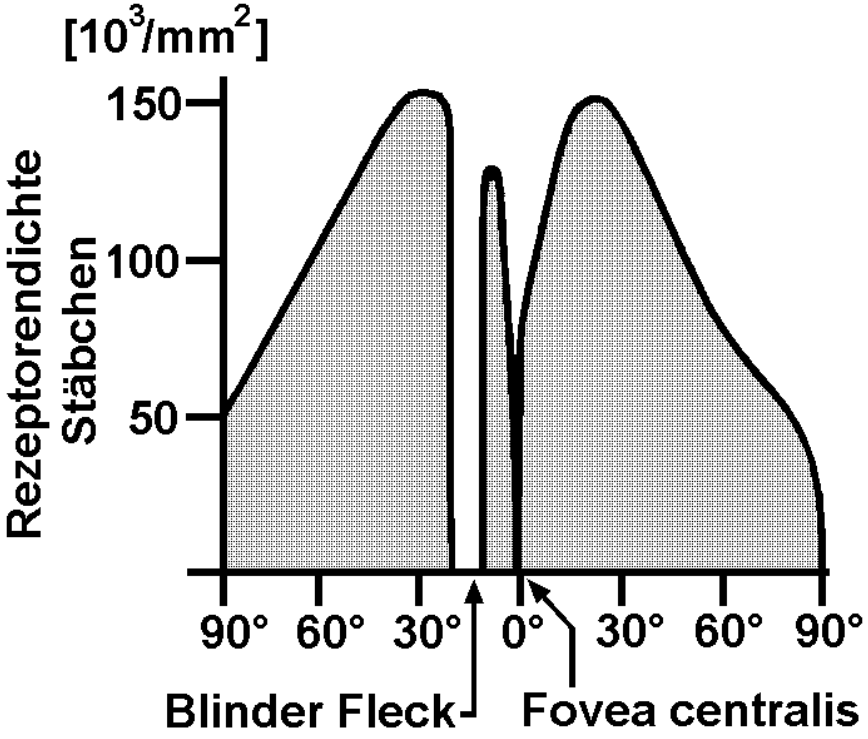
reflexartig

VC&HCT

Rezeptorendichte von Zäpfchen und Stäbchen

Zentrum: 150.000 / mm² Peripherie: 50.000 / mm²



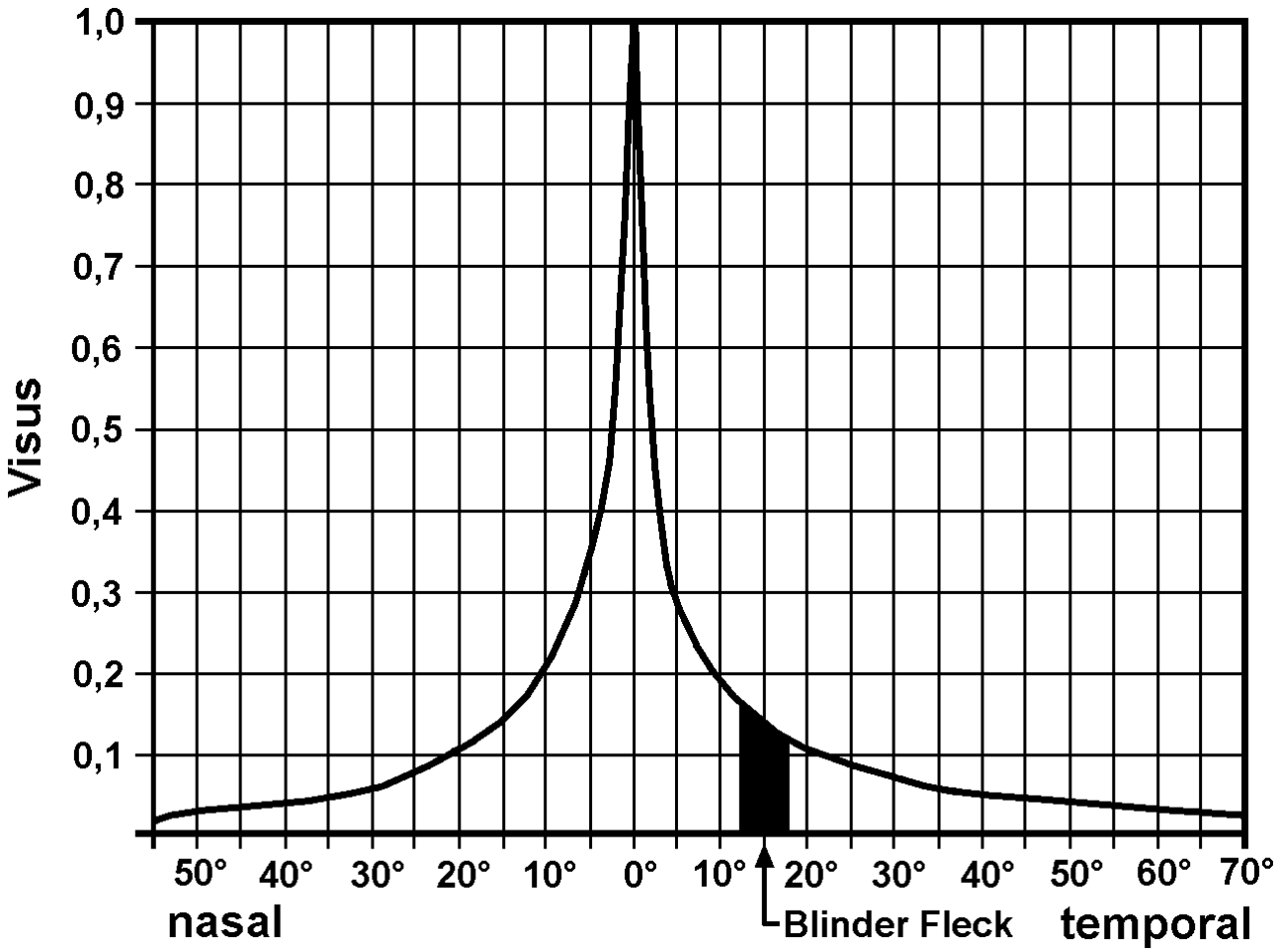


VC&HCT

Sehschärfe

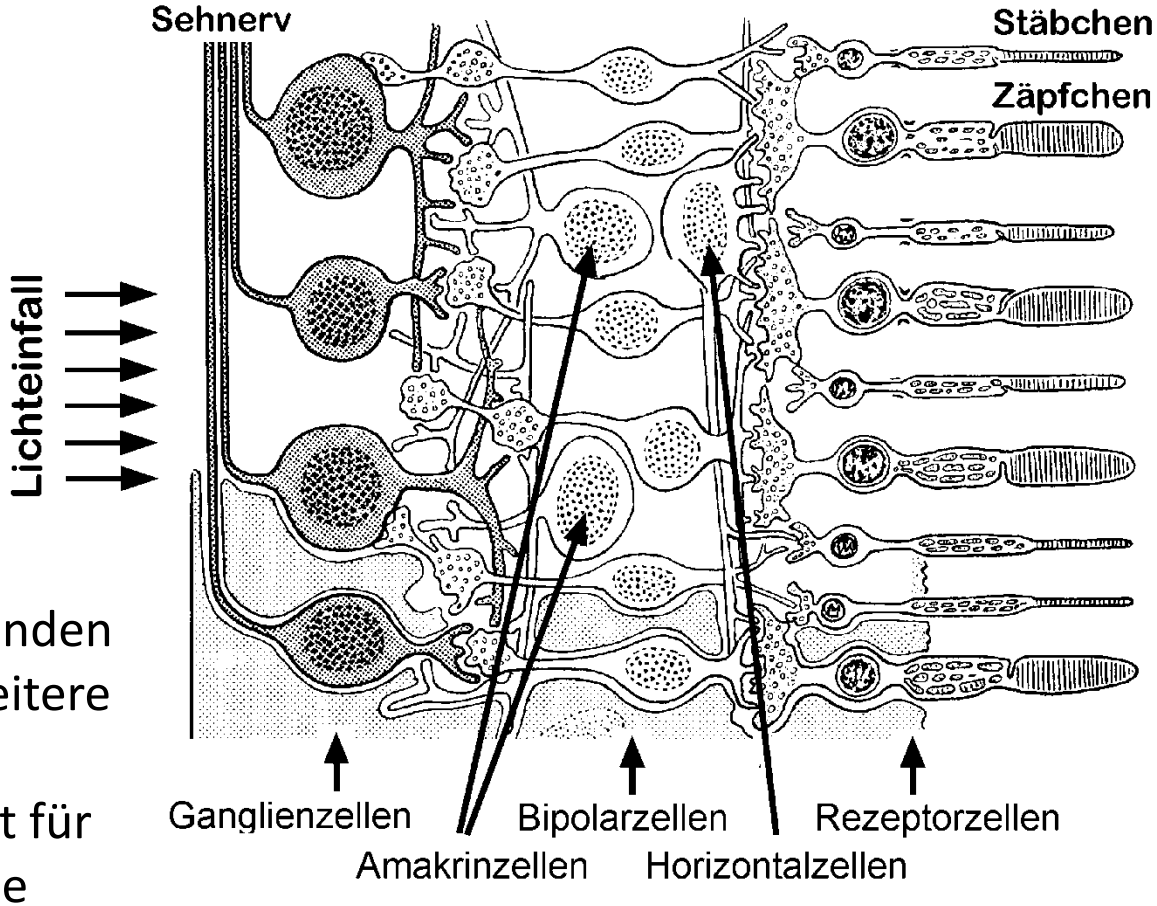
Abnahme der Sehschärfe von der Fovea (100% oder Visus = 1) zur Peripherie des Gesichtsfeldes hin.

Der schwarz markierte Bereich bei 15° (temporal auf das Gesichtsfeld bezogen – nasal auf die Netzhaut bezogen) ist der Blinde Fleck



VC&HCT

Vorverarbeitung in der Retina



Außer den Rezeptorzellen befinden sich in der Retina noch vier weitere Schichten von Neuronen, die bereits innerhalb der Netzhaut für eine „Verschaltung“ der Signale sorgen

VC&HCT

Vorverarbeitung in der Retina

Datenkompression 125 : 1

Direkte Bahn

Rezeptorzelle – Bipolarzelle – Ganglienzelle

Indirekte Bahn

Horizontalzellen (zwischen Rezeptor- und Bipolarzellen)

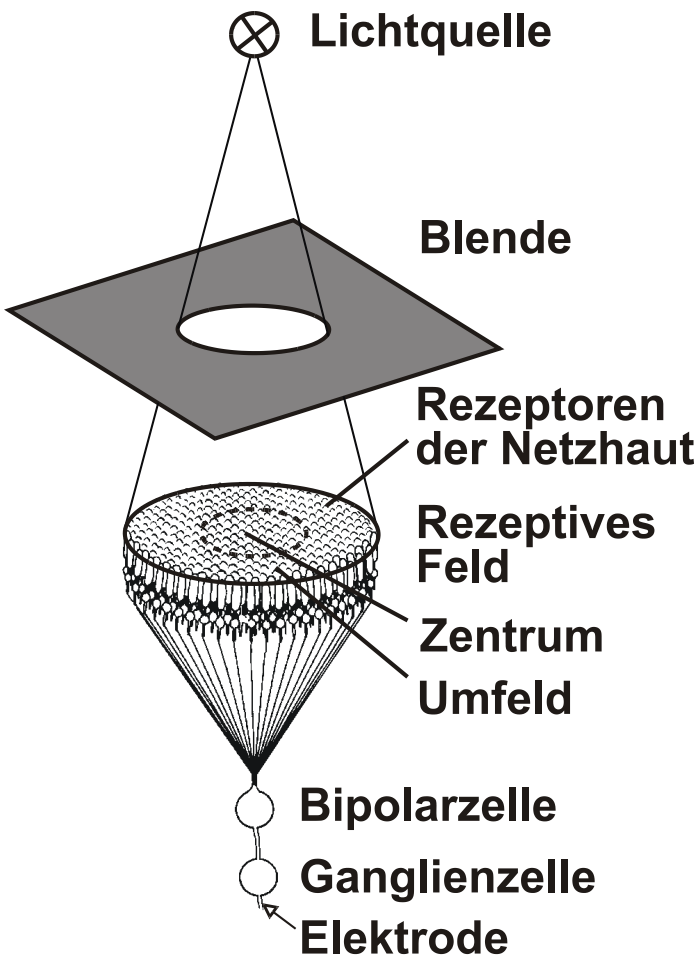
Amakrinzellen (zwischen Bipolar- und Ganglienzellen)

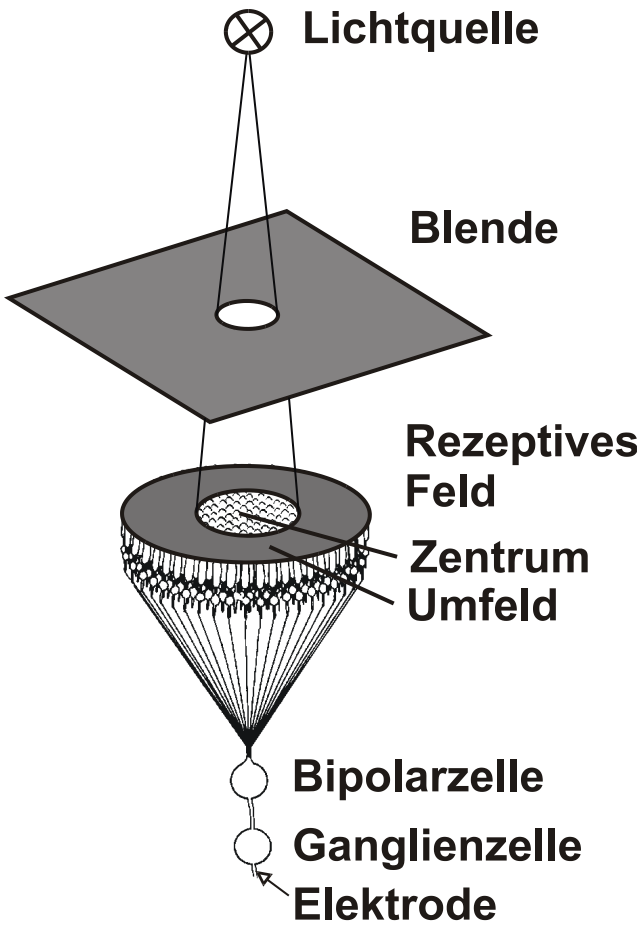
VC&HCT

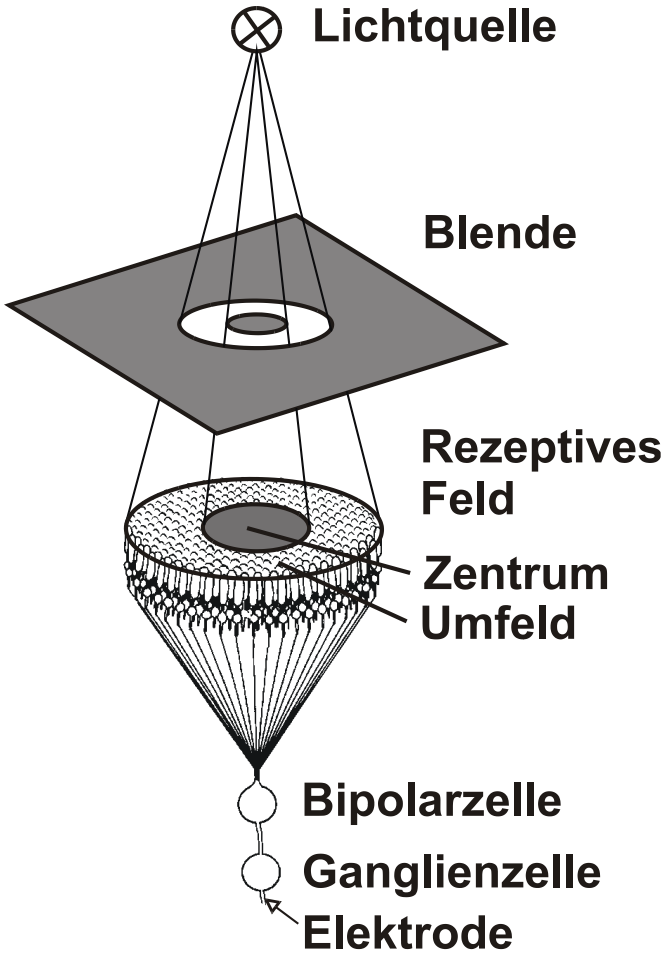
Rezeptive Felder

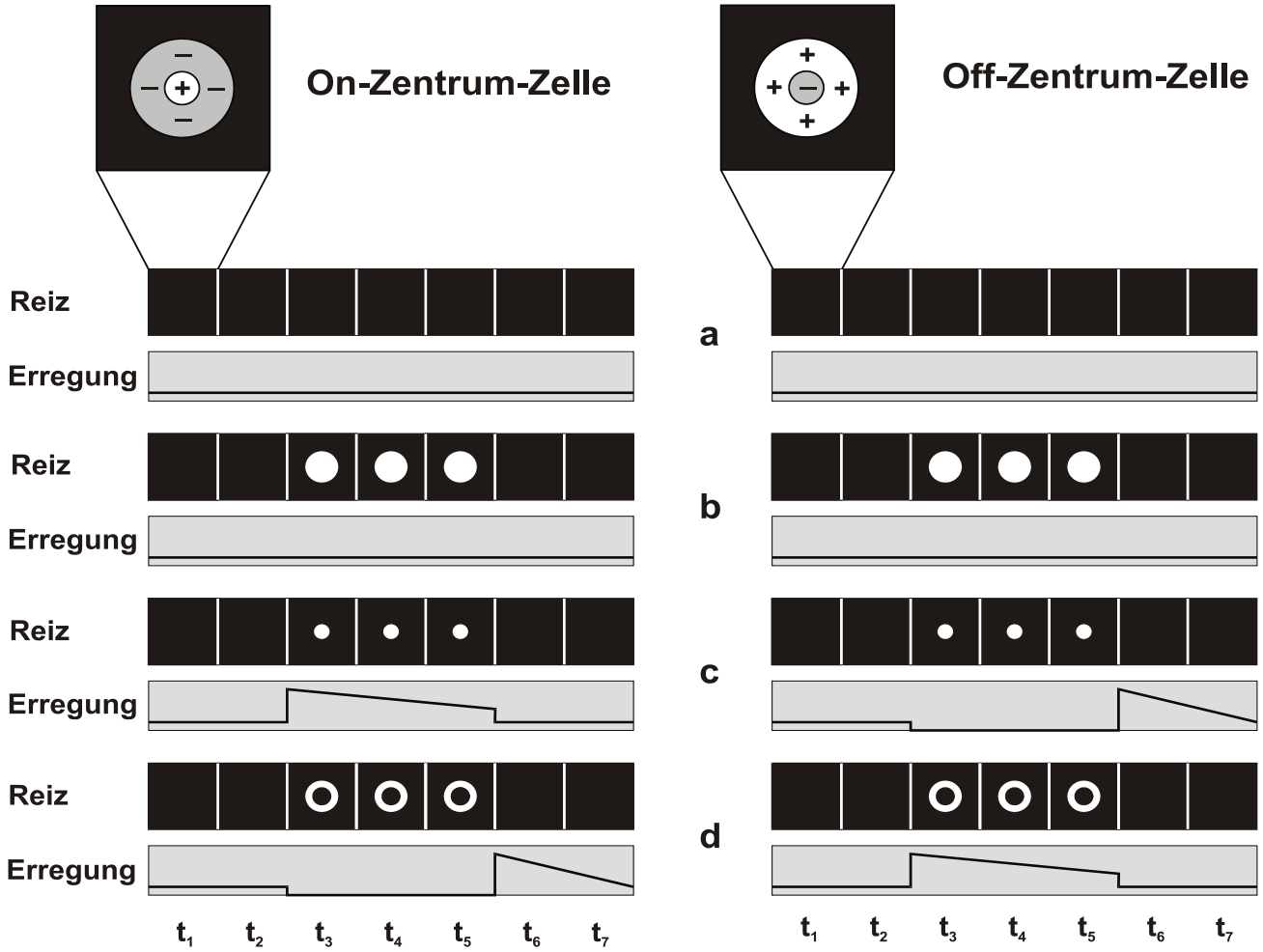
Verteilung der Information von einer Rezeptorzelle auf ein Gebiet von 0,1 bis 1 mm²

d.h. jede Ganglienzelle erhält Information von einem bestimmten Umfeld




Lichtquelle
Blende
Rezeptives Feld
Zentrum
Umfeld
Bipolarzelle
Ganglienzelle
Elektrode


Lichtquelle
Blende
Rezeptives Feld
Zentrum
Umfeld
Bipolarzelle
Ganglienzelle
Elektrode


On-Zentrum-Zelle
Off-Zentrum-Zelle
Reiz
Erregung
a
b
c
d
t_1 t_2 t_3 t_4 t_5 t_6 t_7

Das Auge reagiert nur auf örtliche Helligkeitsunterschiede.

Gleichförmige Beleuchtung (auf Zentrum und Umfeld) eines rezeptiven Feldes führt zu <u>keiner</u> Erregung.

Ähnliches für zeitlichen Verlauf von Reizen

Wird ein Bild so auf der Netzhaut stabilisiert, dass die Micro-Saccaden zu keiner Verschiebung dieses Bildes führen können, verblasst und verschwindet das Bild.

Das Auge erkennt nur Kontrastunterschiede, jedoch keine Flächen gleicher Helligkeit (bzw. Farbe)

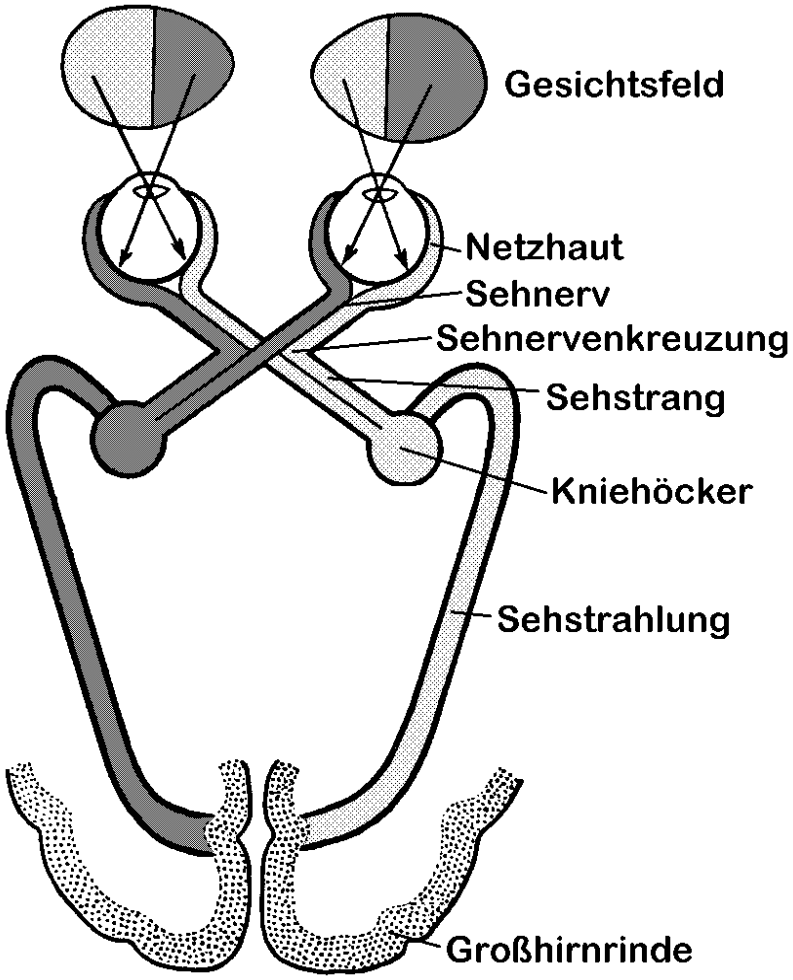
- der Eindruck einer monotonen Fläche kommt erst im Gehirn zustande
- Gesichtsfeldausfälle: Fehlen an einer Stelle der Netzhaut die Rezeptoren (zB blinder Fleck) oder sind sie defekt, dann werden dort keine Kontrastunterschiede wahrgenommen → die Bildinhalte am Rand der „defekten“ Region werden in das „blinde“ Gebiet hinein-extrapoliert.

Die einzelnen rezeptiven Felder überlappen stark.

- Jeder Punkt der Netzhaut ist also Mittelpunkt eines rezeptiven Feldes und trägt gleichzeitig zu vielen rezeptiven Feldern innerhalb des Überlappungsbereiches bei.

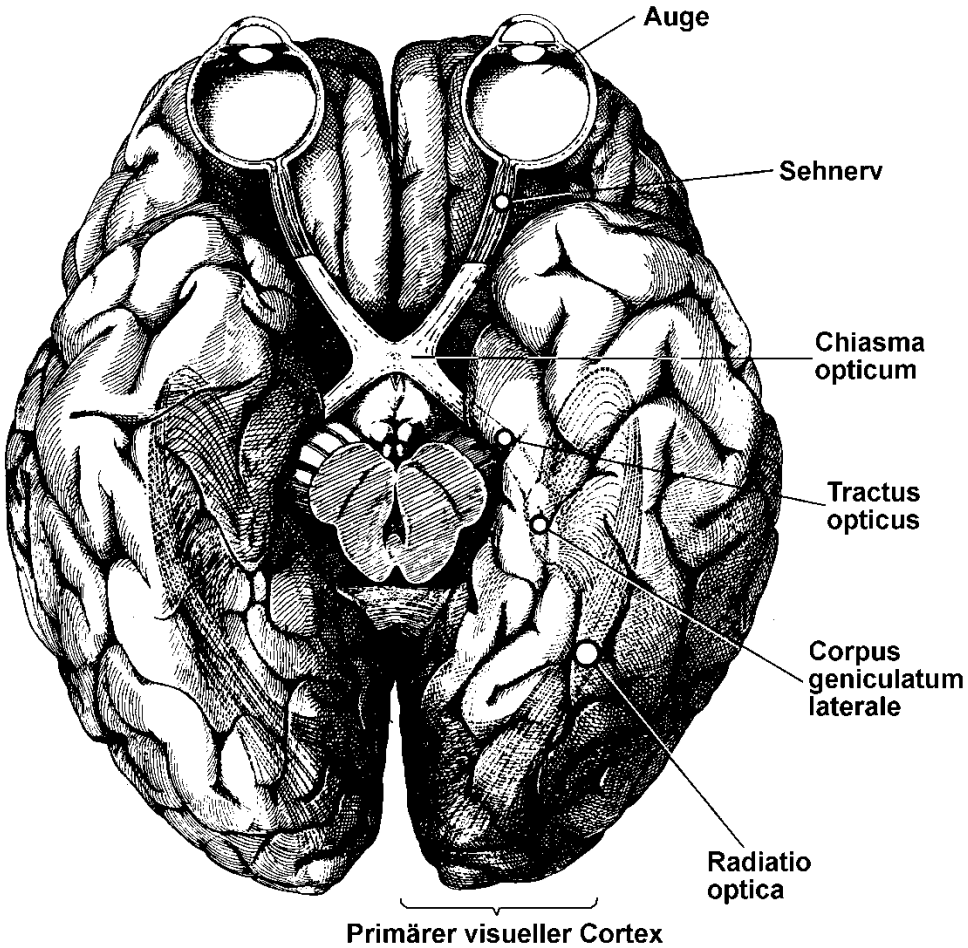
VC&HCT

Sehnerv, Sehnervenkreuzung (Chiasma opticum)



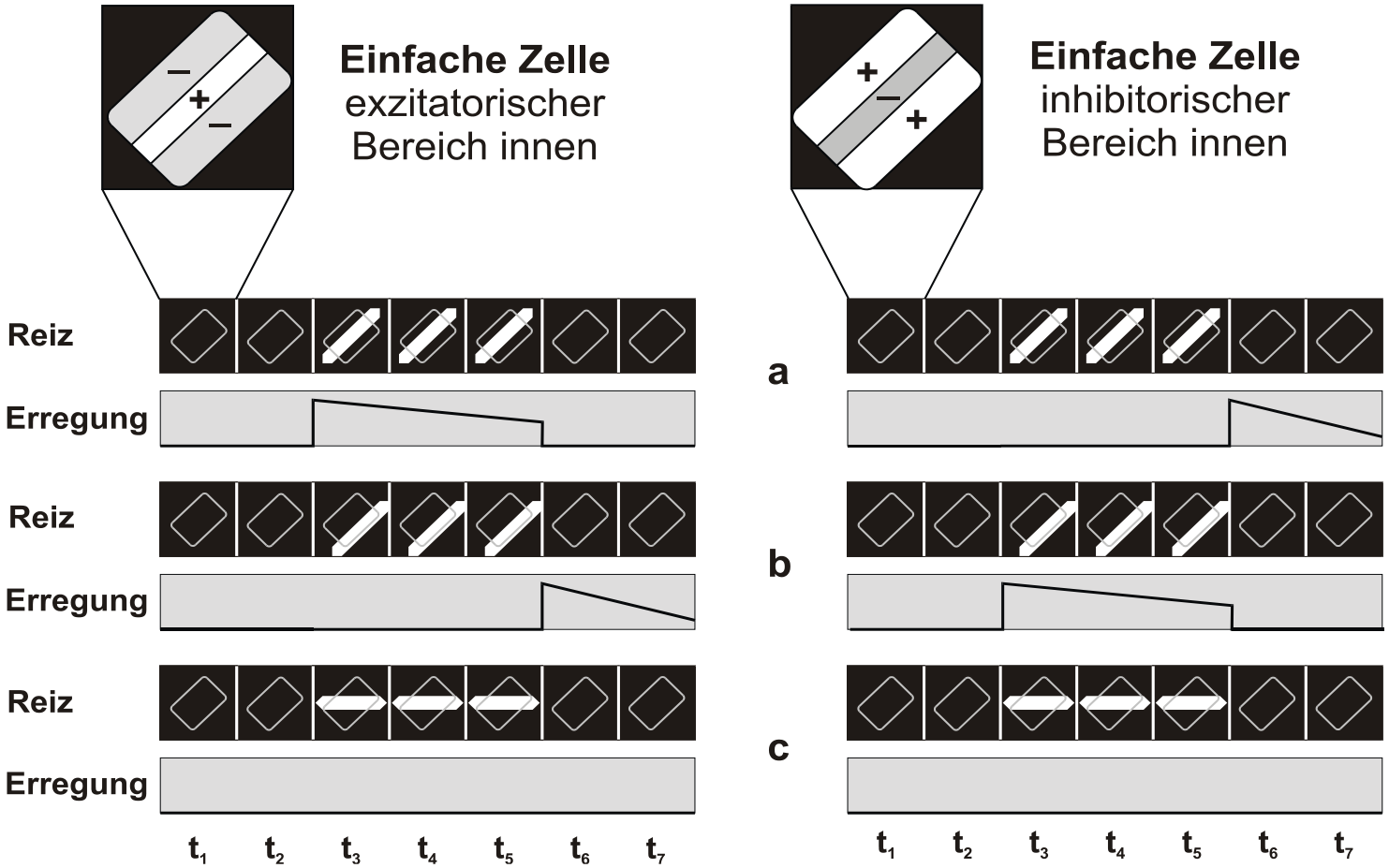
VC&HCT

Sehstrahlung (radiatio optica), visueller Cortex



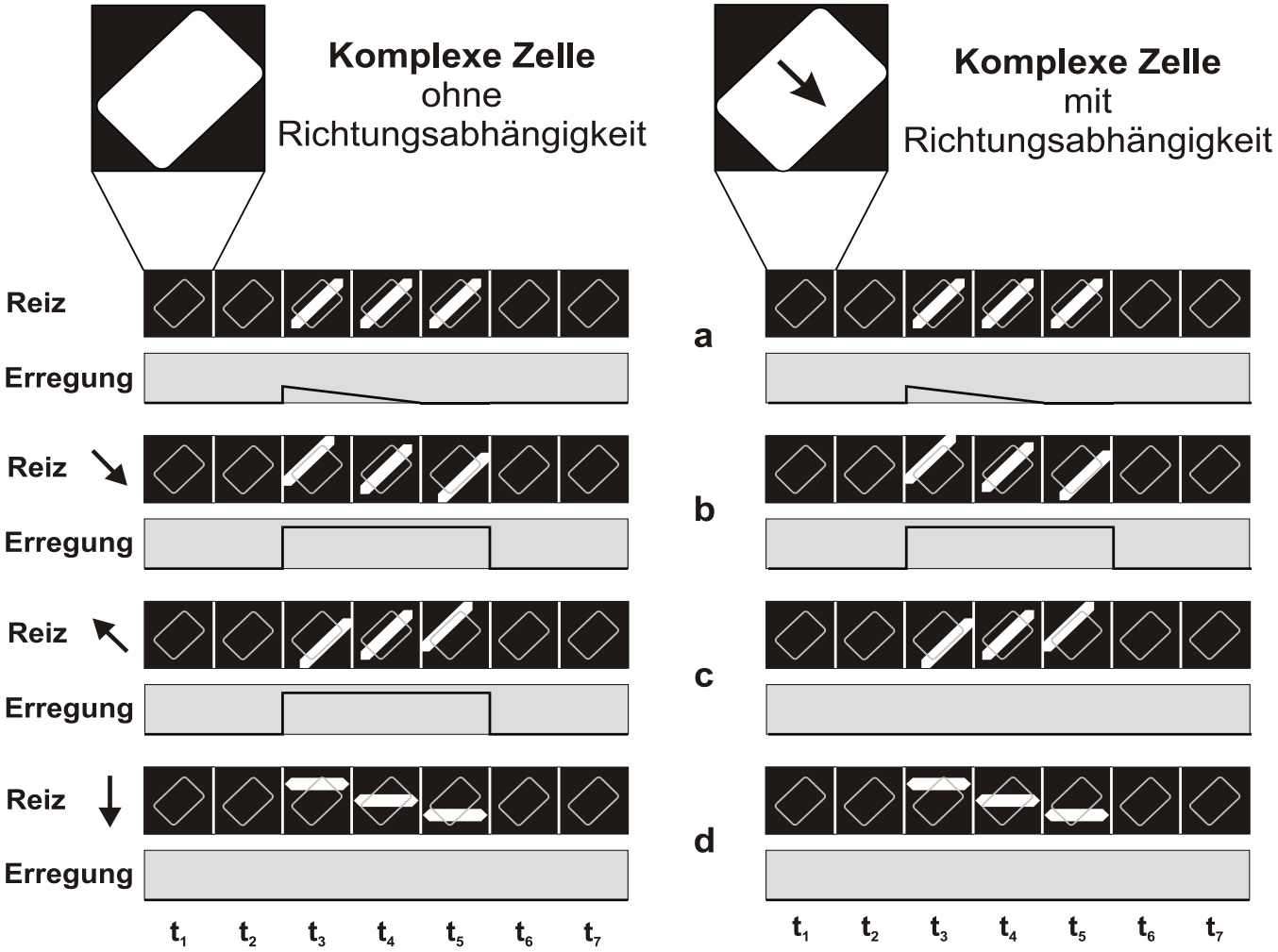
VC&HCT

Einfache Zellen



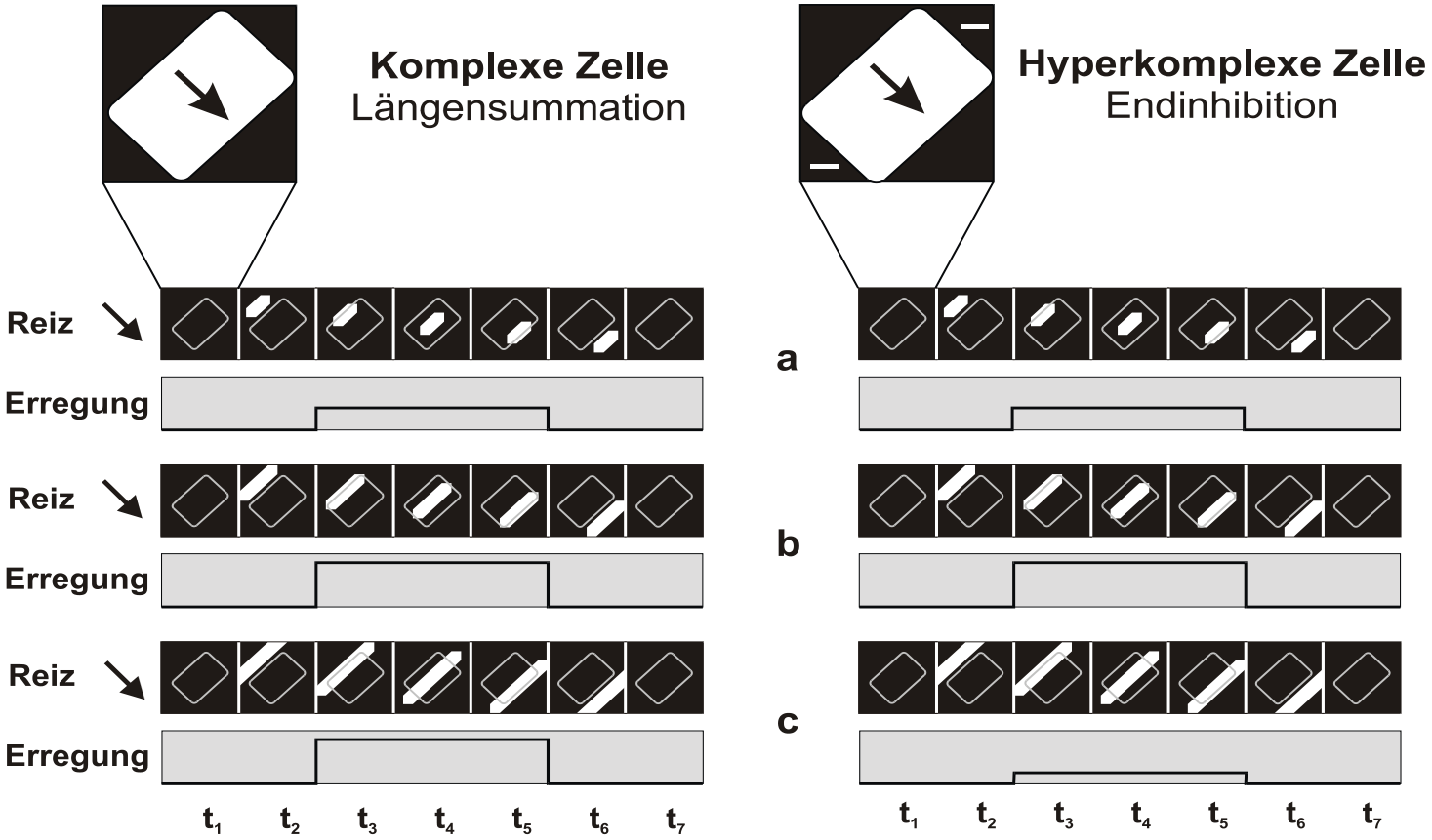
VC&HCT

Komplexe Zellen



VC&HCT

Hyperkomplexe Zellen = endinhibierte Zellen



Visus: Maß für die Sehschärfe bzw. für das Auflösungsvermögen des Auges

Visus (V) ist der Reziprokwert des kleinsten Winkels (Wmin in Bogenminuten), unter dem zwei Punkte noch getrennt wahrgenommen werden können.

$V = 1 / Wmin$

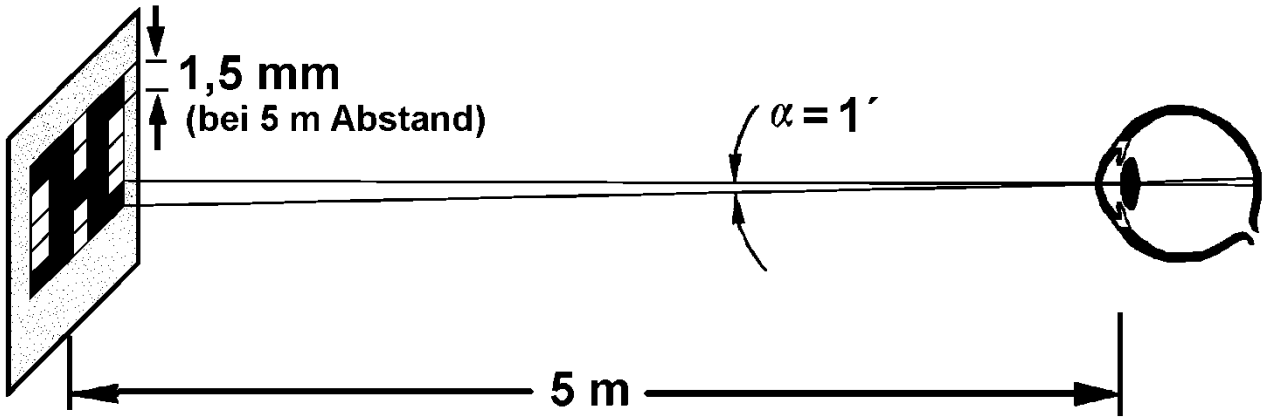
Normalsichtiges Auge kann 2 Punkte gerade noch auseinanderhalten, wenn diese unter einem Winkel von 1 Bogenminute (1') erscheinen.

Der Visus ist dann $V = 1 / Wmin = 1 / 1 = 1$

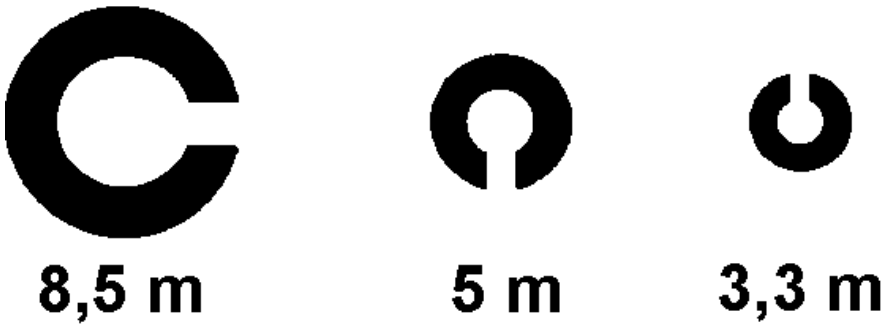
VC&HCT

Bestimmung der Sehschärfe

Snellen-Tafel



- Landolt Ringe



VC&HCT

Gesichtsfeldmessung – Perimetrie

punktweise Vermessung des Gesichtsfeldes bei unterschiedlichen Reizstärken.

Die Versuchsperson (VP) fixiert mit dem zu vermessenden Auge dauernd einen Punkt. Auf einem Schirm (füllt das gesamte Gesichtsfeld), wird an der zu messenden Stelle ein Reiz (Lichtpunkt genau definierter Größe) angeboten.

Die Reizstärke wird verändert → aufgrund der Aussagen der VP kann die Reizschwelle des Punktes auf der Netzhaut ermittelt werden.

Die ermittelten Punkte gleicher Reizschwelle werden miteinander verbunden → "Landkarte" der Netzhaut mit Linien gleicher Empfindlichkeit

Kontrastmessung

Übliche Prüfung der Sehleistung erfolgt z.B. mit Landolt-Ringen, Snellen-Buchstaben, die alle einen hohen Kontrast aufweisen

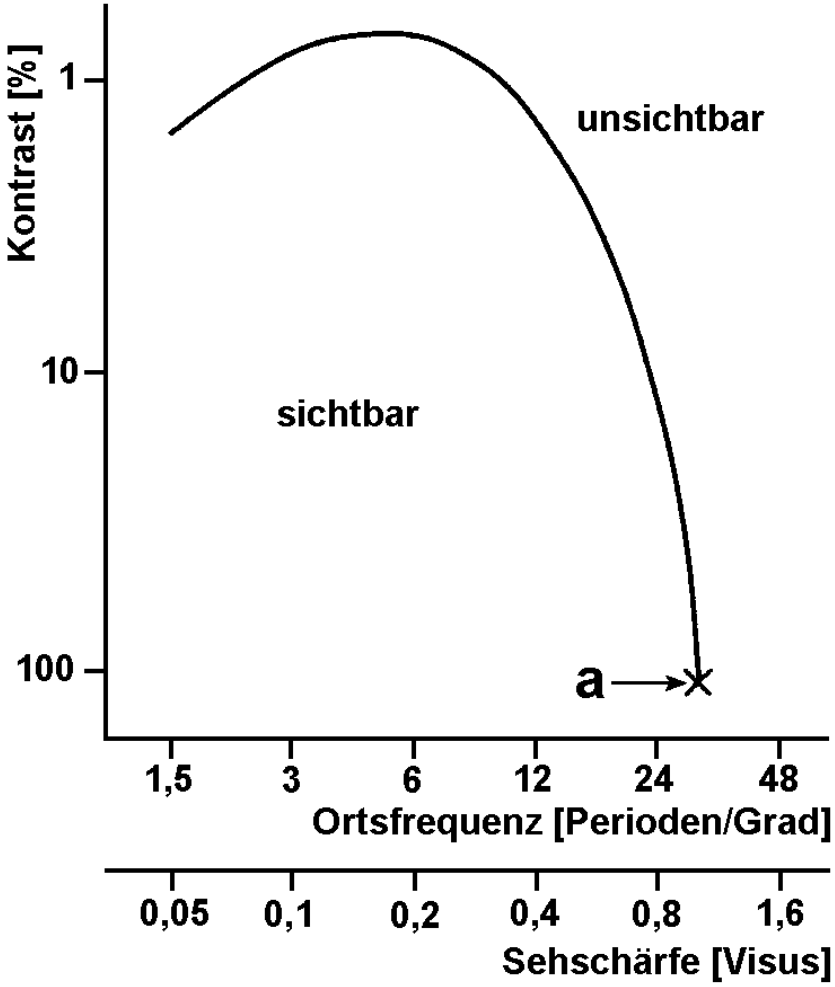
Wesentlich genauere Aussagen über die Sehleistung lassen sich jedoch machen, wenn festgestellt werden kann, wie sich der Visus einer Person bei unterschiedlichen Kontrastverhältnissen ändert.

Bei Streifenmustern: „Ortsfrequenz“ als Maß für den Abstand, unter dem zwei Linien von Betrachter gesehen werden. Sie gibt an, wie viele Perioden des vorgelegten Musters in einen Blickwinkel von 1 Grad fallen.

VC&HCT

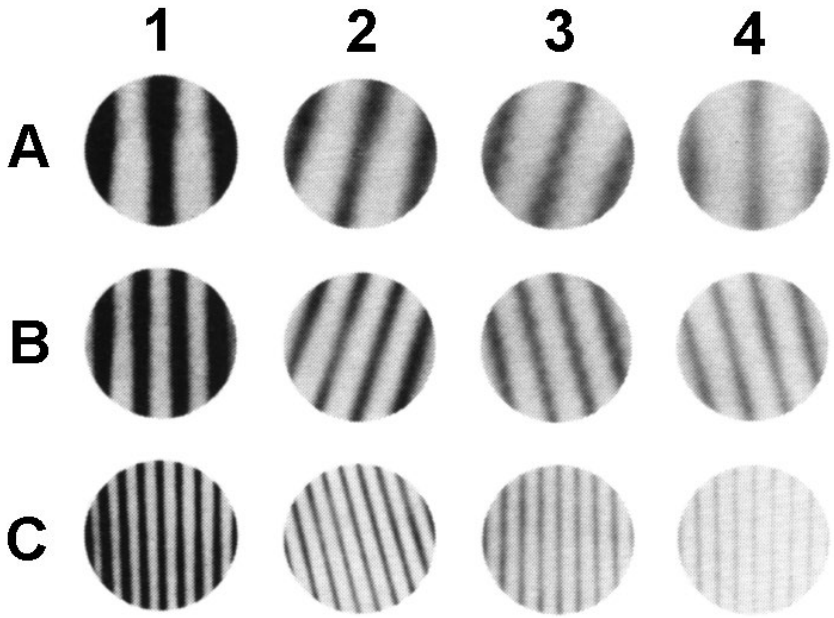
Kontrastmessung

Zusammenhang zwischen Ortsfrequenz und Kontrast (a) markiert den Punkt, an dem eine normale Sehschärfenprüfung erfolgt

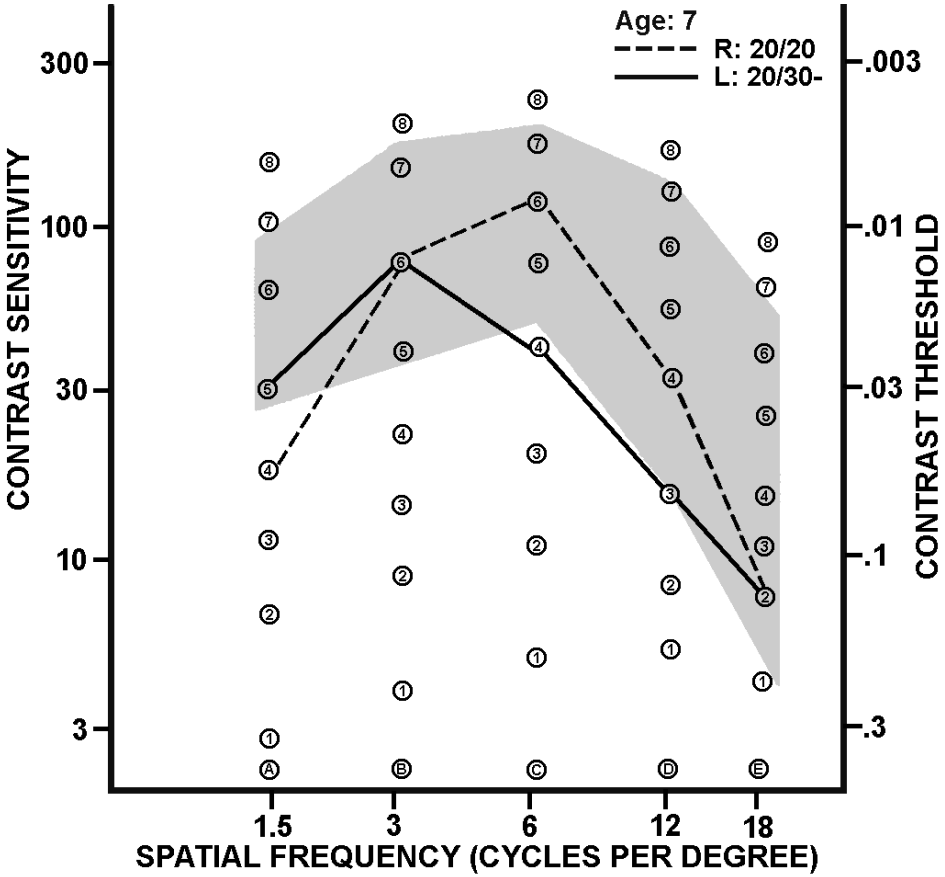


VC&HCT

Vistech Sehprobentafel



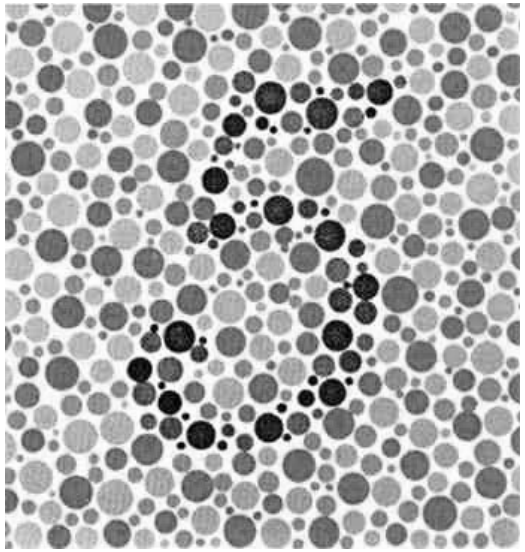
Messung der Kontrastempfindlichkeit mit Streifenmustern – Ausschnitt aus der Vistech-Sehprobentafel

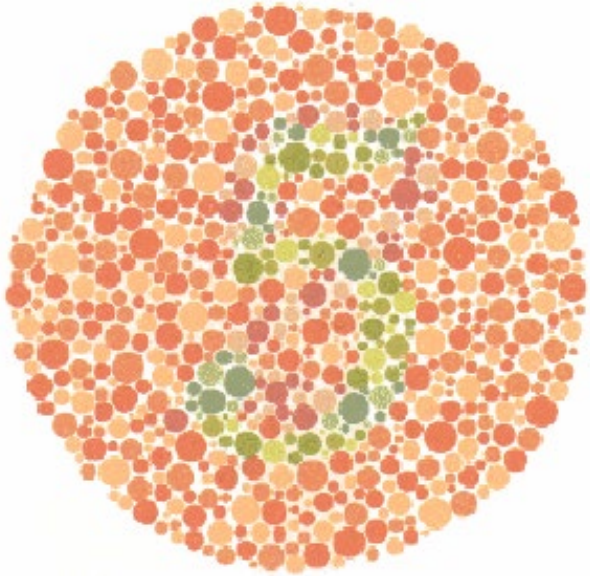


Auswertung einer Messung mit der Vistech-Sehprobentafel bei einem Kind mit Amblyopie

VC&HCT

Farbmessung
Farbtest nach Ishihara



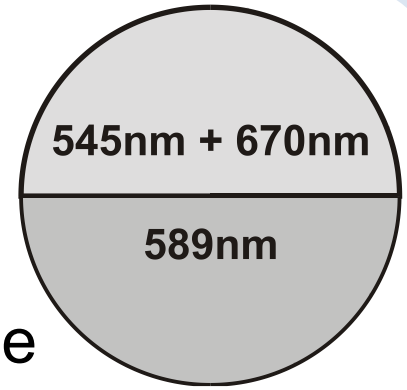


Farbtestkarte nach Ishihara – Im farbigen Original (rechts) besteht die abgebildete Ziffer "5" aus Punkten mit grünen Farbtönen während der Hintergrund in rötlichen Farbtönen ausgeführt ist
(Quelle: http://www.biologiedidaktik.at/Humanbiologie/Dateien/Auge/ishihara_farbtafeln.pdf).

VC&HCT

Farbmessung

Anomaloskop: optisches Untersuchungsinstrument



eine bestimmte Farbe wird als Mischfarbe (obere Kreishälfte) und gleichzeitig als reine Spektralfarbe dargestellt (untere Kreishälfte)

Versuchsperson: soll über 2 Regler die Mischfarbe (oben) so einstellen, dass diese subjektiv als gleich der reinen Farbe (unten) erscheint (einheitliche Farbe im ganzen Kreis)

Farbtüchtigen Personen erscheinen die von Personen mit Farbschwächen eingestellten Teilflächen als unterschiedlich gefärbt.

Reflexion:

Beim Design einer HCI sollten die grafischen Elemente ausreichend groß gewählt werden, um Verwendung auch mit kleinem Visus zu unterstützen

Ebenso sollte nicht alleine auf Farbe gesetzt werden, um die Verwendung durch Personen mit Farbschwäche zu unterstützen.

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

2: Medizinische Grundlagen
2.5 Haut und taktile Wahrnehmung

VC&HCT

Sinnesempfindungen der Haut

- Mechanische Empfindungen
  - Berührung
  - Druck
  - Vibration
- Thermische Empfindungen
  - Wärme und Kälte
- Schadensempfindung (nozizeptive Empfindung)
  - Schmerz, Jucken

VC&HCT

Sinnesempfindungen der Haut

Für AT sind nur mechanische Empfindung von Bedeutung, weil:

- Thermische Empfindung ist zu träge
- Schadensempfindung möchte man vermeiden

Anmerkung: Keine strenge Zuordnung von unterschiedlicher Reizwahrnehmungen zu bestimmten Typen von Rezeptoren i.a. möglich.

VC&HCT

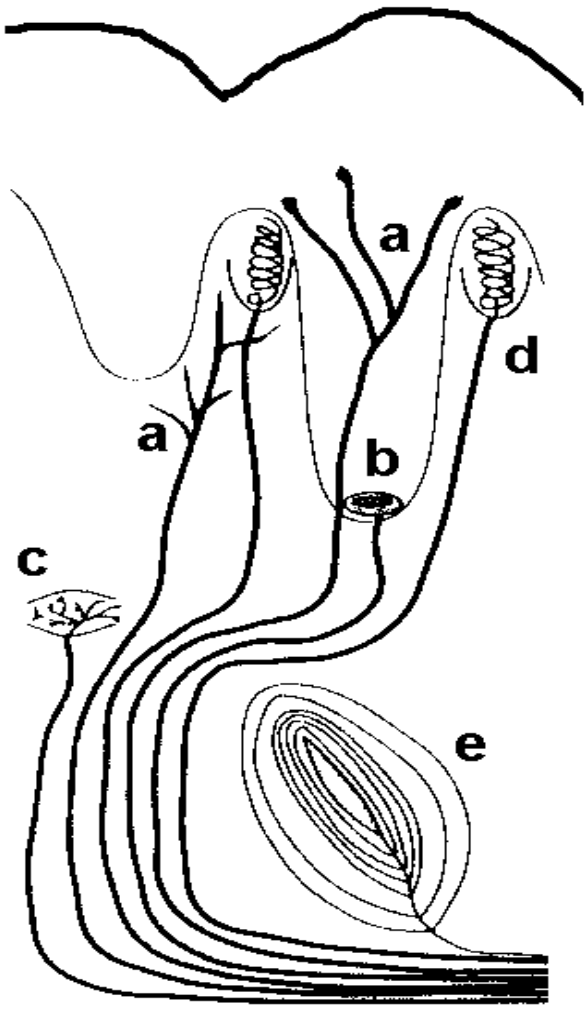
Mechanische Empfindung

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)

Mechano-Rezeptoren in der Haut

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



2: Medizinische Grundlagen
2.5 Haut und taktile Wahrnehmung

VC&HCT

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 tangentiale 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

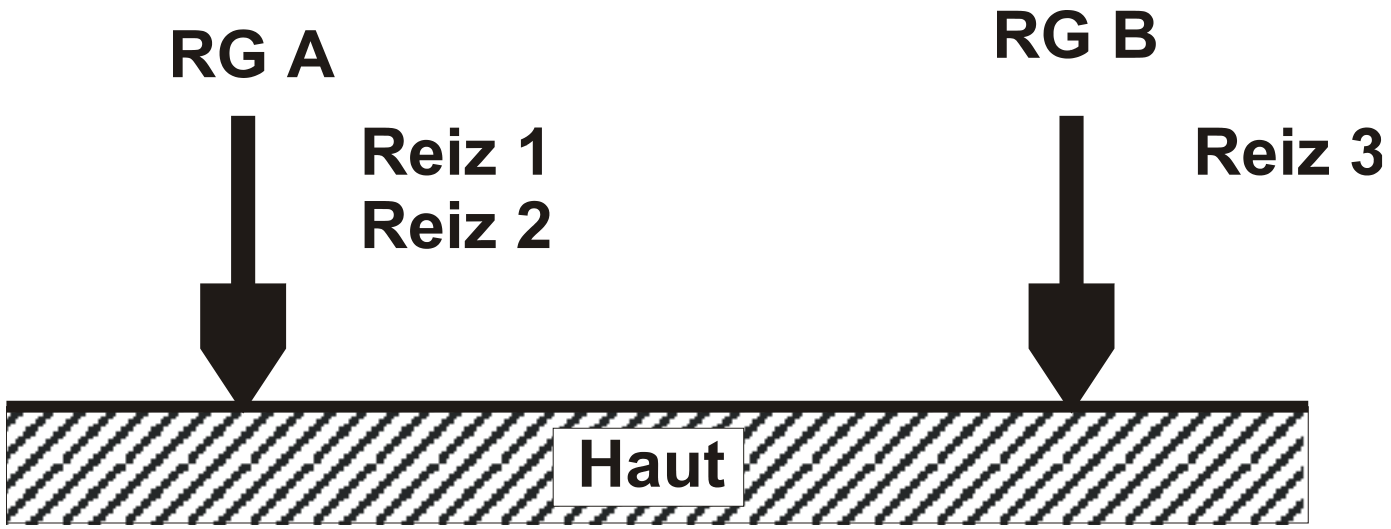
VC&HCT

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

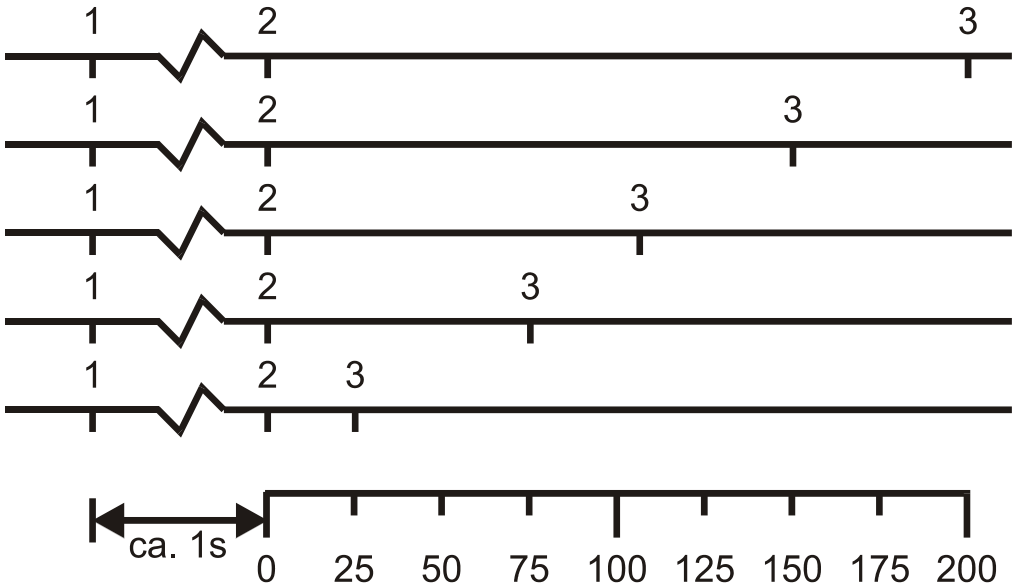
Körperregion	Mittlerer Lokalisierungsfehler [mm]
Oberschenkel	12
Rücken	12
Stirn	4
Fingerbeere	2
Lippenrot	1,5

VC&HCT

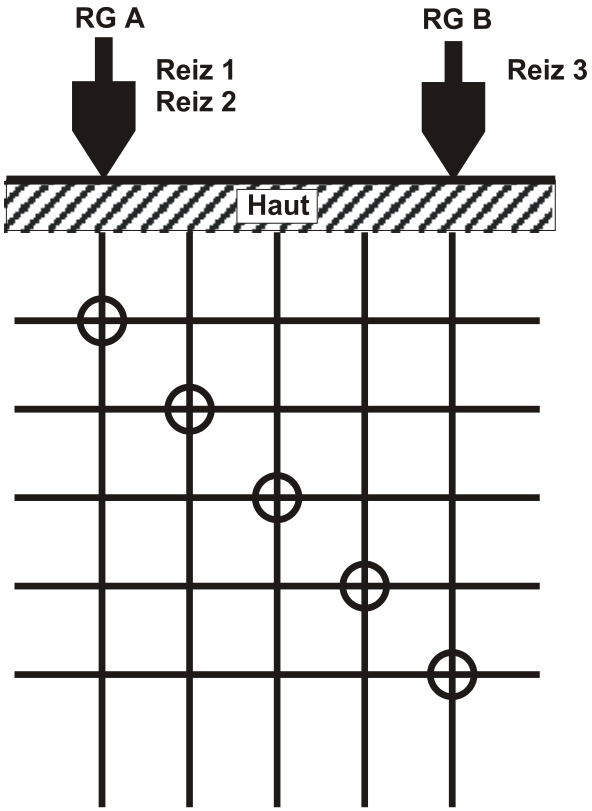
Saltation (Sprung)



2: Medizinische Grundlagen
2.5 Haut und taktile Wahrnehmung



Zeitlicher Abstand zwischen Reiz 2 und Reiz 3 [ms]



Ort der Wahrnehmung von Reiz 2

VC&HCT

Vergleiche mit der visuellen Wahrnehmung

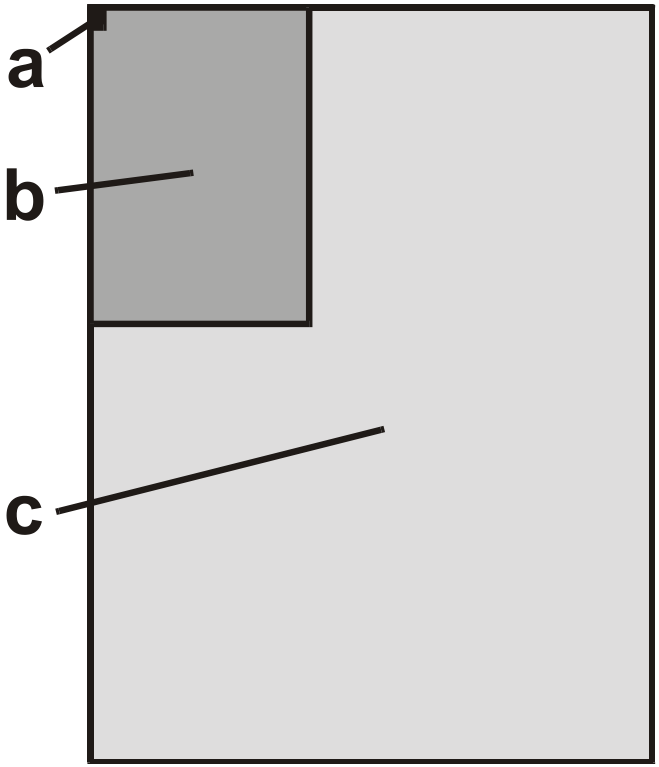
Informationsdichte

Fläche für gleiche Informationsmenge

a) visuell

b) taktil dynamisch

c) taktil statisch



VC&HCT

Besonderheiten des Tastsinns

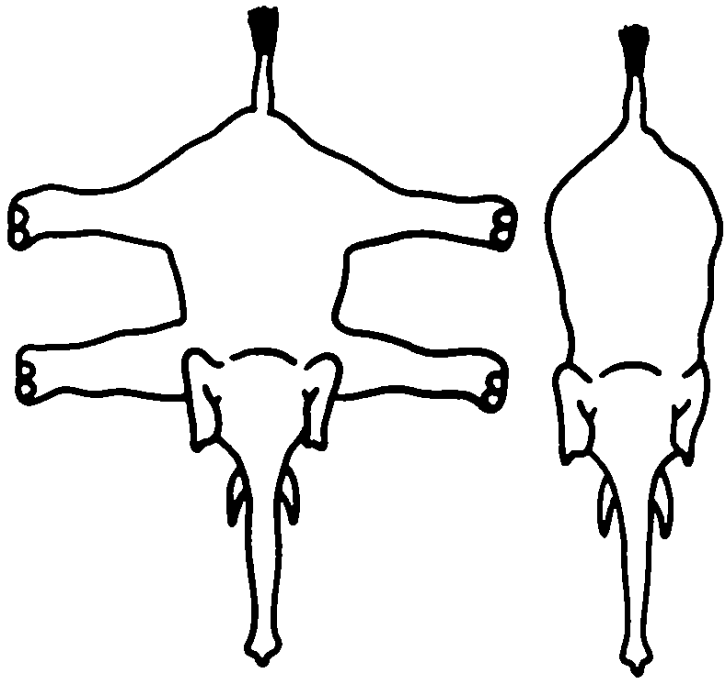
- Lageinvarianz der haptischen Wahrnehmung
  - Blinde Personen zeigen beim Wahrnehmen taktiler Vorlagen eine wesentlich höhere Lageinvarianz als Menschen, die es gewohnt sind, ihre Umgebung visuell zu erfassen.
- Verdeckung
  - … eines Objektes kann durch ein anderes Objekt erfolgen, das sich auf der Sichtlinie des Beobachters befindet. Beim Ertasten mit den Händen sind aber durchaus Flächen zugänglich, die dem Auge verborgen bleiben.

Besonderheiten des Tastsinns

- Perspektive
  - die Größe eines Objekts scheinbar von Entfernung abhängt. zunimmt. Bei haptischer Wahrnehmung ist Entfernung zum Beobachter maximal die Armlänge. Die wahrgenommene Größe wird immer nur im Kontakt mit dem Gegenstand (Abstand "Null") erfahren und ist daher eine Konstante
- Schatten
  - durch geradlinig verlaufende Lichtstrahlen hervorgerufen, für die blinde Personen beim haptischen Wahrnehmen keinerlei Entsprechung

VC&HCT

Perspektive

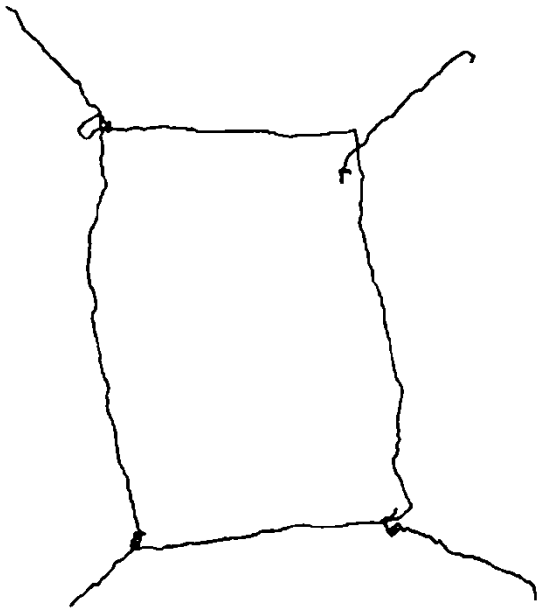


Afrikanische Kinder u Erwachsene (Sambia) gaben an, dass die linke Abbildung den Elefanten besser wiedergibt als die rechte

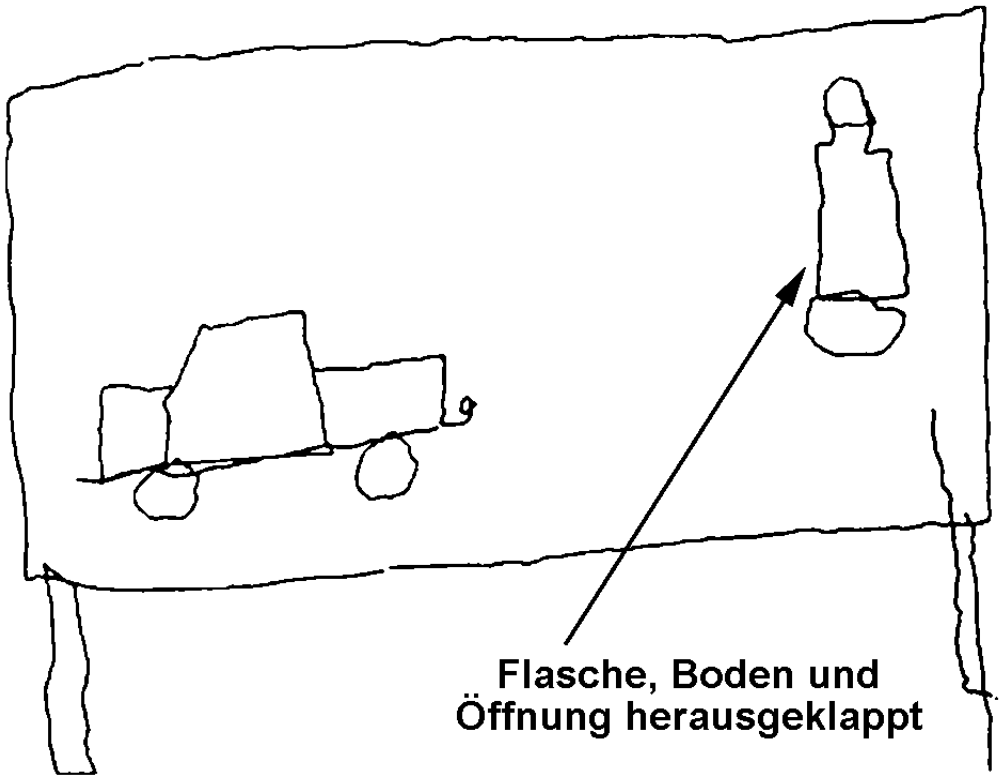
"Adventkranz", Zeichnung eines fünfjährigen Kindes

VC&HCT

Perspektive



Ein Tisch, gezeichnet von einer blinden Person



Auf einem Tisch steht ein Spielzeugauto und eine Flasche Zeichnung einer blinden Person

Besonderheiten des Tastsinns

- Aktivität im visuellen Cortex
  - Bei blinden (früherblindeten) Personen kommt es im visuellen Cortex zu gesteigerten Aktivitäten, wenn diese Personen taktile Reize verarbeiten (Lesen von Blindenschrift).

VC&HCT

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)

Thermische Wahrnehmung

Oberhalb der Körpertemperatur:

- Erhöhung der Feuerrate der Wärme-Rezeptoren
- Spontane Entladungen der Kälterezeptoren verschwinden.

Unterhalb der Körpertemperatur:

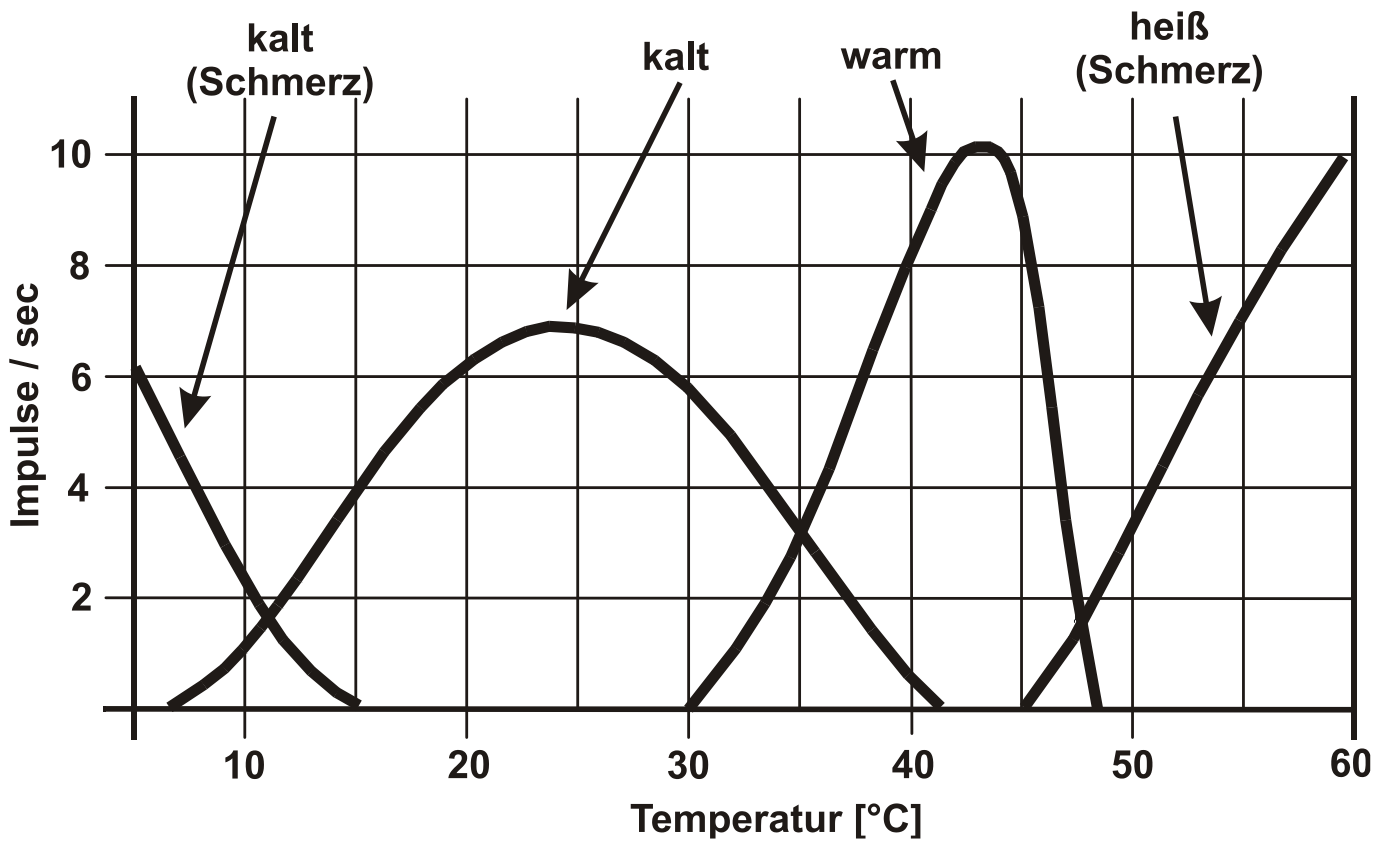
- Verhältnisse spiegelbildlich.

Über 45 °C:

- Kein Beitrag der Wärmerezeptoren
- Einige Kälterezeptoren (dynamisch) und die Schmerzrezeptoren (Nozizeptoren) werden aktiv
- Empfindung: „heiß“

VC&HCT

Thermische Wahrnehmung



Thermische Wahrnehmung

30.000 Wärmepunkte
250.000 Kältepunkte.

Dichte der Thermorezeptoren unterschiedlich:

- Gesichtsbereich ca. 11 Kältepunkte/cm^2
- Beine ca. 5 Kältepunkte/cm^2

1. BLOCK	
1	- Organisatorisches Kap A1: Einführung und Definitionen Kap A2: Medizinische Grundlagen Richtungen, Chromosomen, Nervensystem
2	Kap A2: Medizinische Grundlagen Auge (Teil 1)
3	Kap A2: Medizinische Grundlagen Auge (Teil 2) Sehleistung.
4	Kap A2: Haut und taktile Wahrnehmung