

Vorlesung Kognition 1: 3: Wahrnehmung II

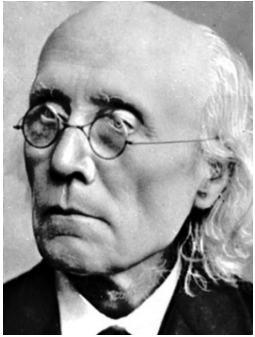
Klaus Oberauer

Aktualisierter Überblick

- 1) Heute: Repräsentation und Informationsverarbeitung
- 2) (ausgefallen)
- 3) Wahrnehmung I (Podcast)
- 4) Wahrnehmung II
- 5) Wahrnehmung III
- 6) Lernen
- 7) Gedächtnis: Einführung
- 8) Episodisches Gedächtnis I
- 9) Episodisches Gedächtnis II
- 10) [Osterferien; 1. Mai]
- 11) Implizites Gedächtnis und Expertise
- 12) Arbeitsgedächtnis I
- 13) Arbeitsgedächtnis II
- 14) Repetitorium

Lernziele

- Prinzipien und Methoden der Psychophysik kennenlernen
- Die Signal-Entdeckungstheorie verstehen
- Verstehen, wie das visuelle System räumliche Tiefe erschliesst



G. T. Fechner

Psychophysik

- Zusammenhang zwischen
 - physikalischer Messung eines Stimulus und
 - psychologischer Messung seiner Wahrnehmung
- Z.B: Schallwellen:
 - Verdoppelung der Frequenz → wahrgenommene Tonhöhe?

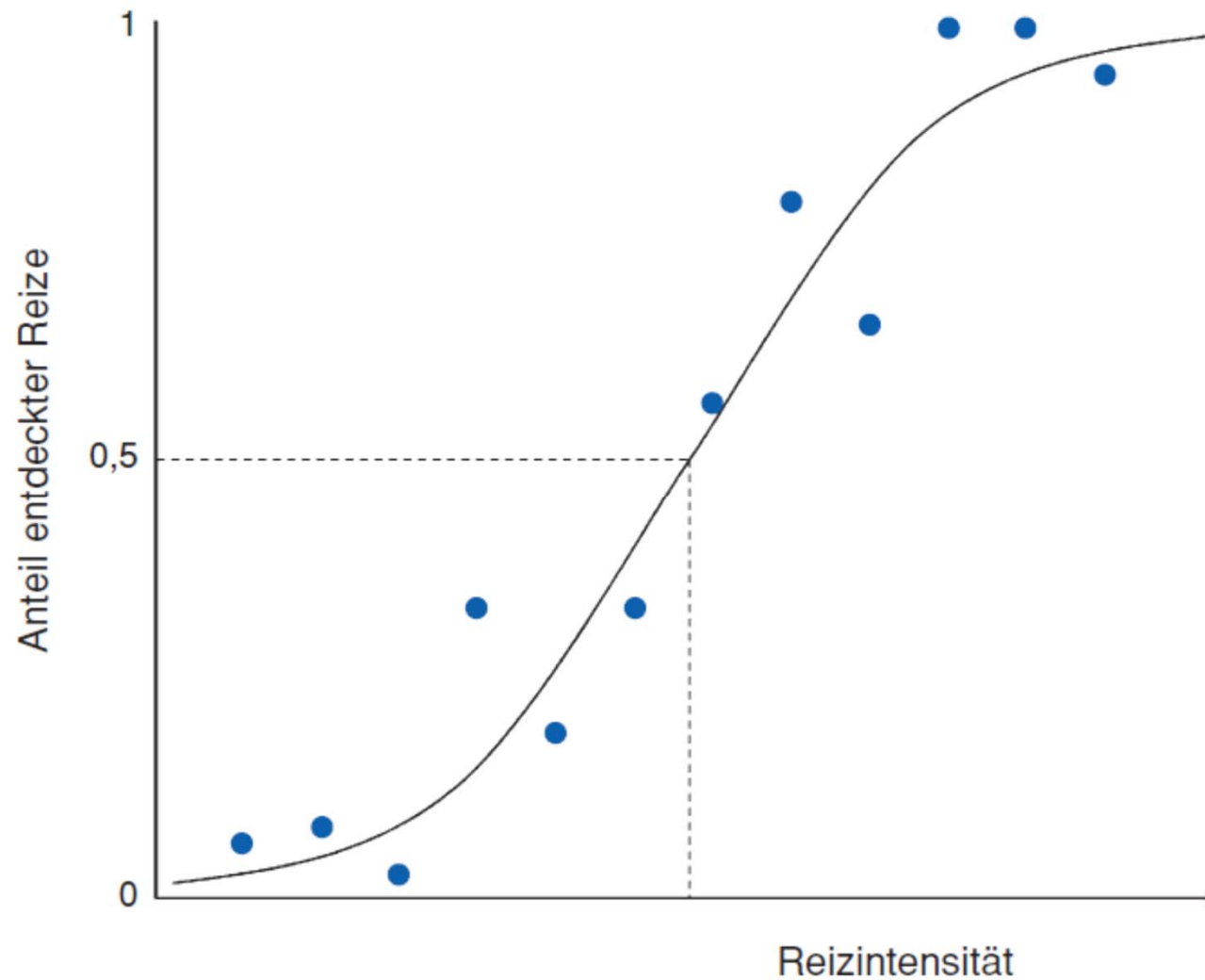
Wahrnehmungsschwellen

- Absolutschwelle:
 - Minimale physikalische Intensität eines Stimulus, die gerade noch wahrgenommen wird
- Unterschiedsschwelle
 - Minimaler Unterschied zweier Stimuli, so dass sie gerade noch unterscheidbar sind
 - "just noticeable difference" (JND)

Messung einer Schwelle

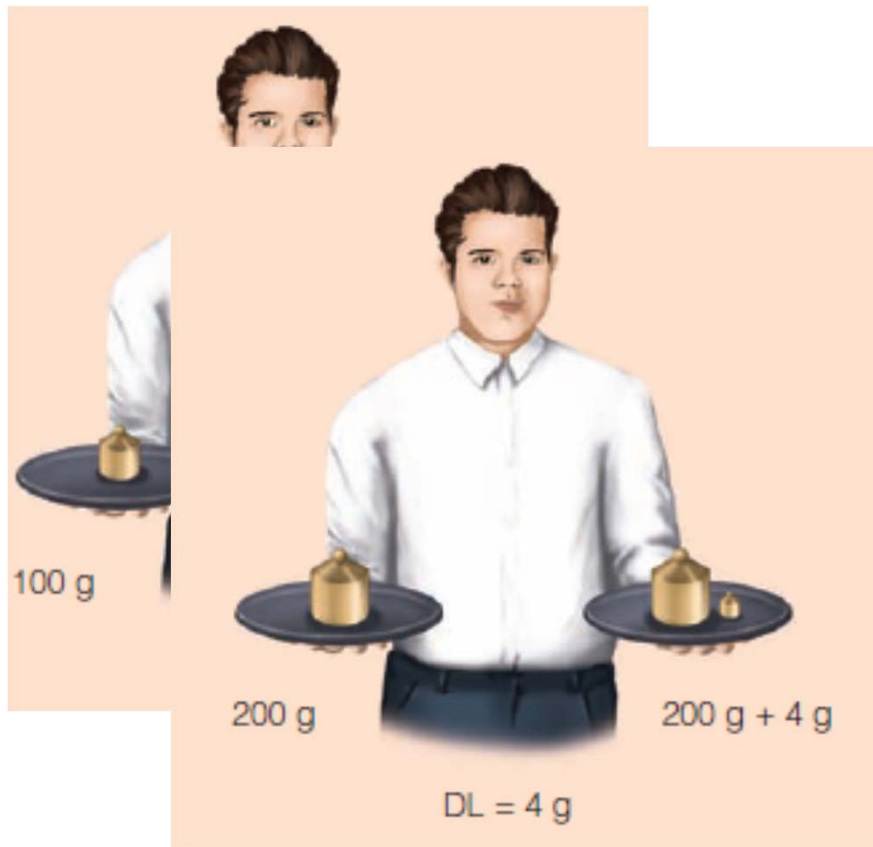
- Reize unterschiedlicher Intensität → war da was?
- Reiz-Paare unterschiedlicher Differenz → gleich oder verschieden?

Psychometrische Funktion



Differenzschwelle: Webers Gesetz

DL = Differenz-Limen = Differenzschwelle = JND



$$\begin{array}{c} = DL = JND \\ \underbrace{\hspace{1cm}} \\ \Delta S/S = K \text{ (konstant)} \end{array}$$

K für Stimulusdimensionen:

- Lichtintensität: 0.08
- Schallintensität: 0.04
- Gewicht: 0.02
- Elektrischer Schock: 0.01

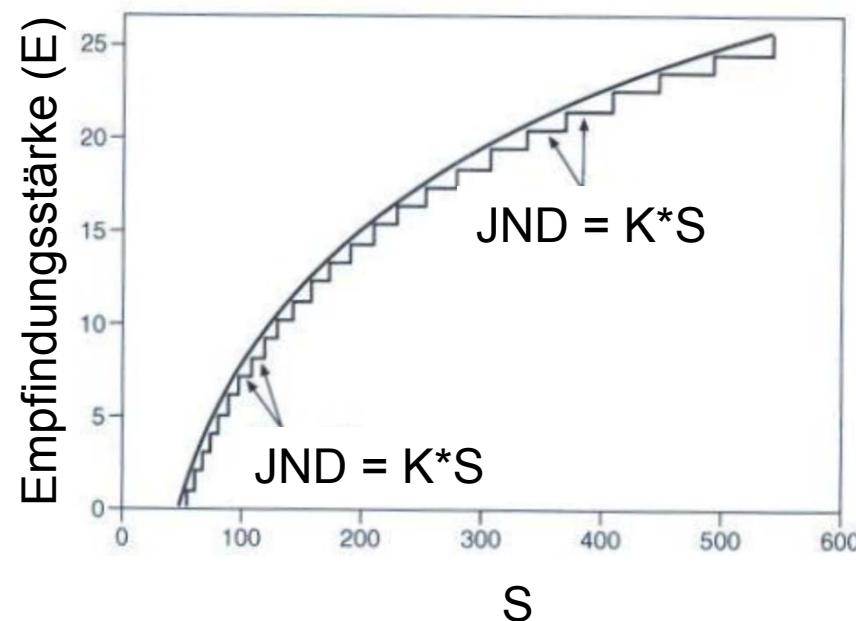
Physikalische und Psychologische Intensität

- Problem: Skala für psychologische Intensität
- Fechner:
 - Nullpunkt = Absolutschwelle
 - Einheit = Differenzschwelle (JND)

Nullpunkt = S_0
 $S_1 = S_0 + \text{JND}$
 $S_2 = S_0 + 2 \text{ JND}$
...

JND hängt ab von S !
 $\text{JND}/S = K$
 $\text{JND} = K \cdot S$

$$E = C + c \cdot \ln(S)$$



Stevens' Gesetz

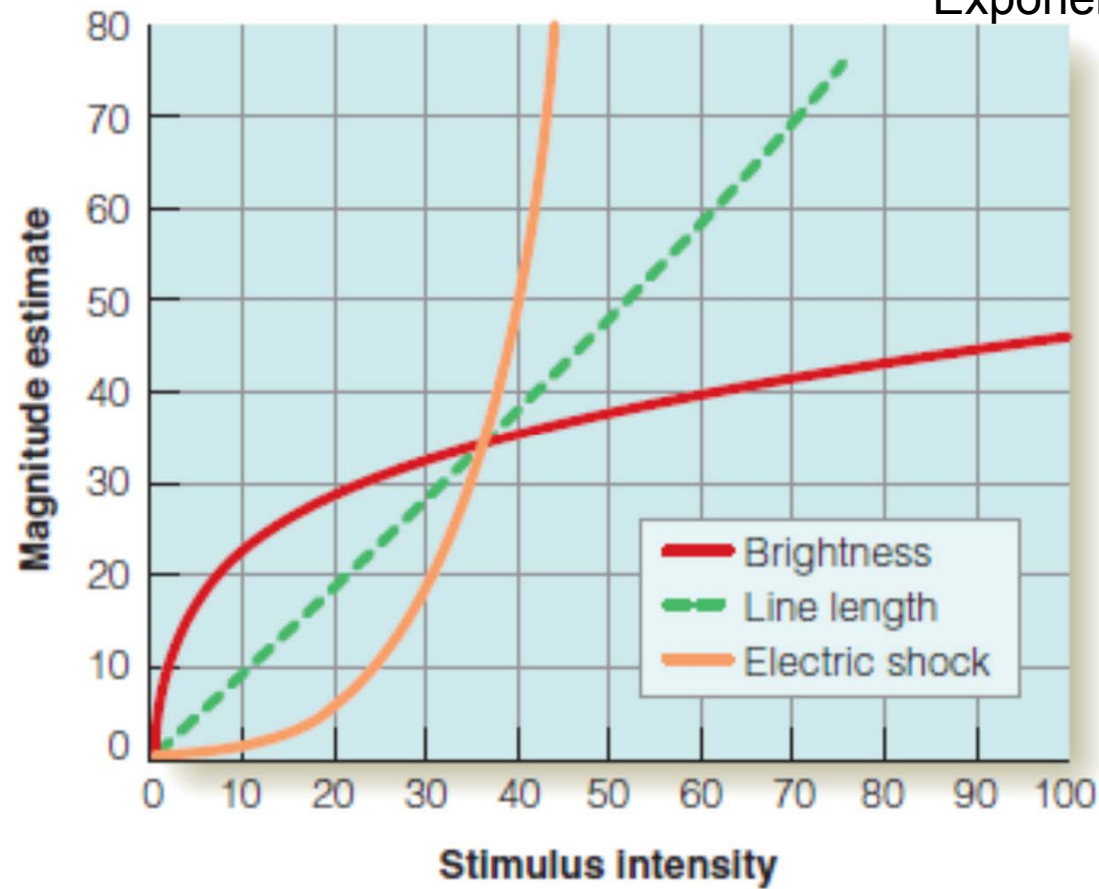
- Direktes Verfahren:
 - Standardreiz $S_1 = 100$
 - Vergleichsreiz $S_2 = ?$
 - Person gibt Empfindungsstärke auf numerischer Skala an
 - z.B. $S_2 = 50$, wenn S_2 als halb so stark wie S_1 empfunden wird
- Stevens' Potenzgesetz: $E = a \cdot S^b$

Stevens' Gesetz

(Stevens, 1957)

Exponent $b > 1$

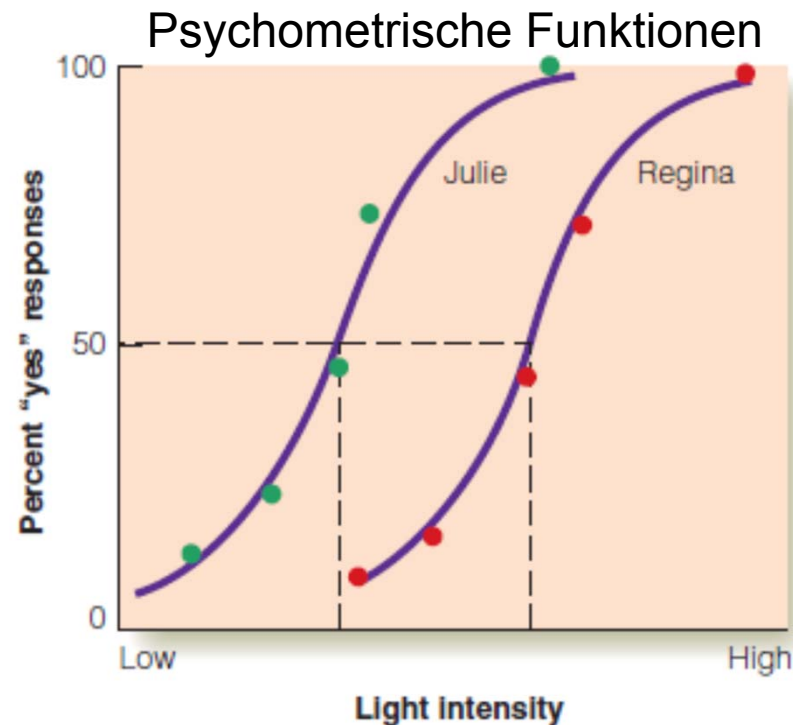
Exponent $b = 1$



Exponent $b < 1$

Absolutschwelle: Ein Problem

- Experiment:
 - Zufällige Abfolge von (schwachem) Licht und dunklem Bildschirm (kein Licht)
 - War Licht zu sehen?
- Frage:
 - Hat Julie eine grössere Lichtempfindlichkeit?
 - Gibt es eine alternative Erklärung für die Ergebnisse?



Signal-Entdeckungstheorie

(Green & Swets, 1966)

- 4 mögliche Beobachtungen

	"Ja"	"Nein"
Licht	Treffer	Verpasser
kein Licht	falsche Alarme	korrekte Ablehnungen

Julie

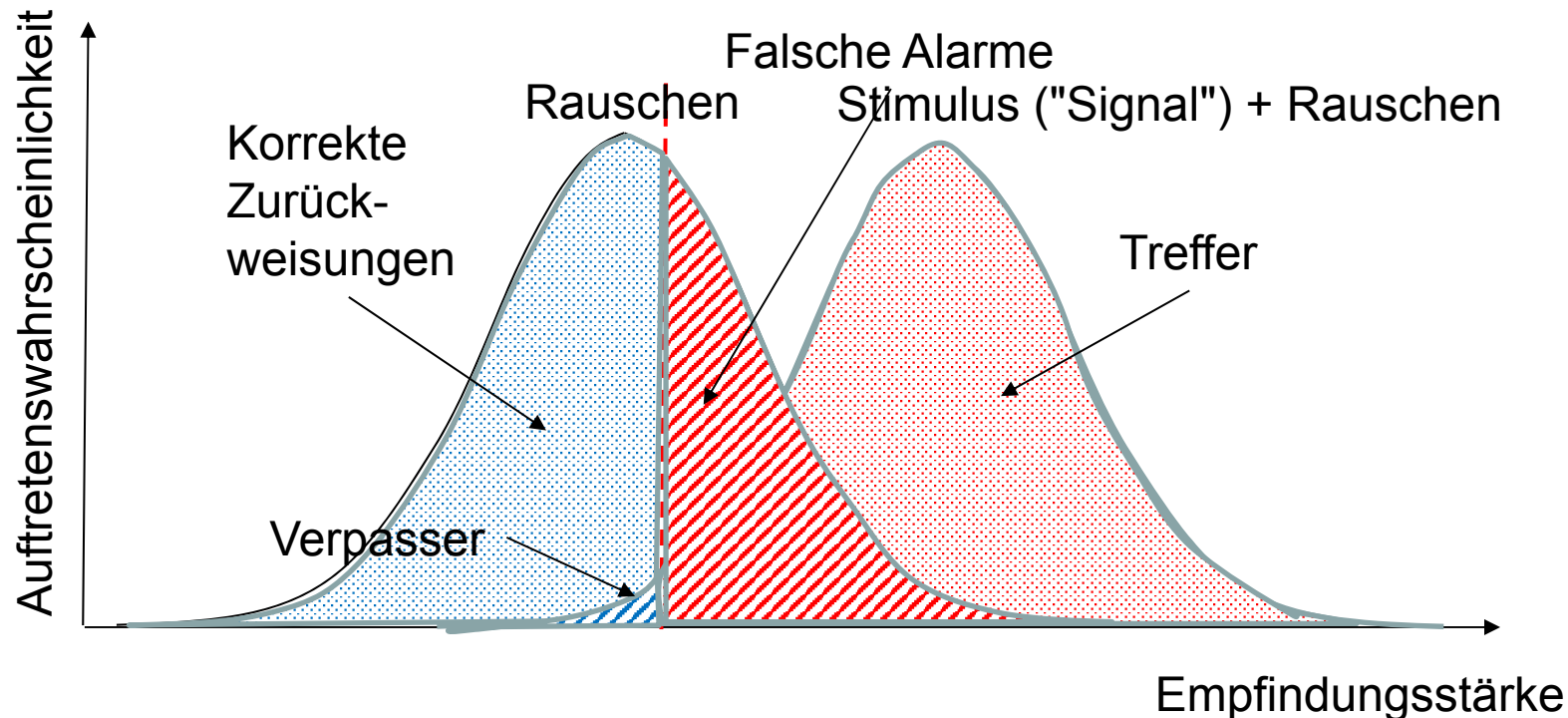
	"Ja"	"Nein"
Licht	90	10
kein Licht	50	50

Regina

	"Ja"	"Nein"
Licht	70	30
kein Licht	30	70

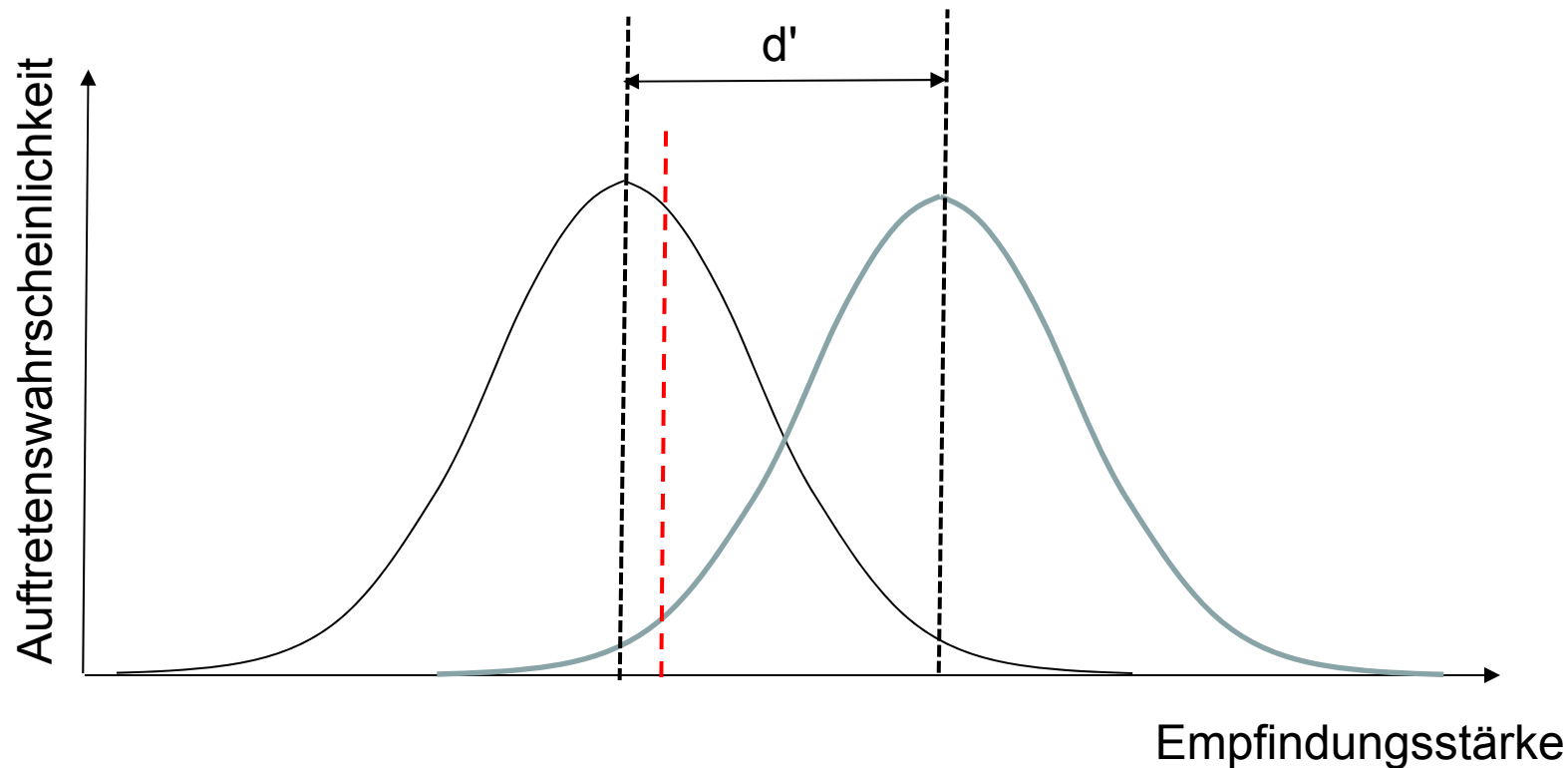
Signal-Entdeckungstheorie: Annahmen

- Empfindungsstärke =
Stimulus (oder keiner) + Rauschen



Signal-Entdeckungs-Theorie: Annahmen

- Empfindungsstärke =
Stimulus (oder keiner) + Rauschen



Signal-Entdeckungs-Theorie: Parameter

- Verhalten wird durch 2 Parameter determiniert
- 1) Sensitivität (Diskriminierbarkeit) d' :
- 2) Kriterium, bzw. *bias*
- **Signal-Entdeckungs-Theorie ermöglicht die Unterscheidung der beiden Parameter**

Zur Erinnerung: Normalverteilung und z-Werte

Z-Werte sind standardisierte normalverteilte Werte

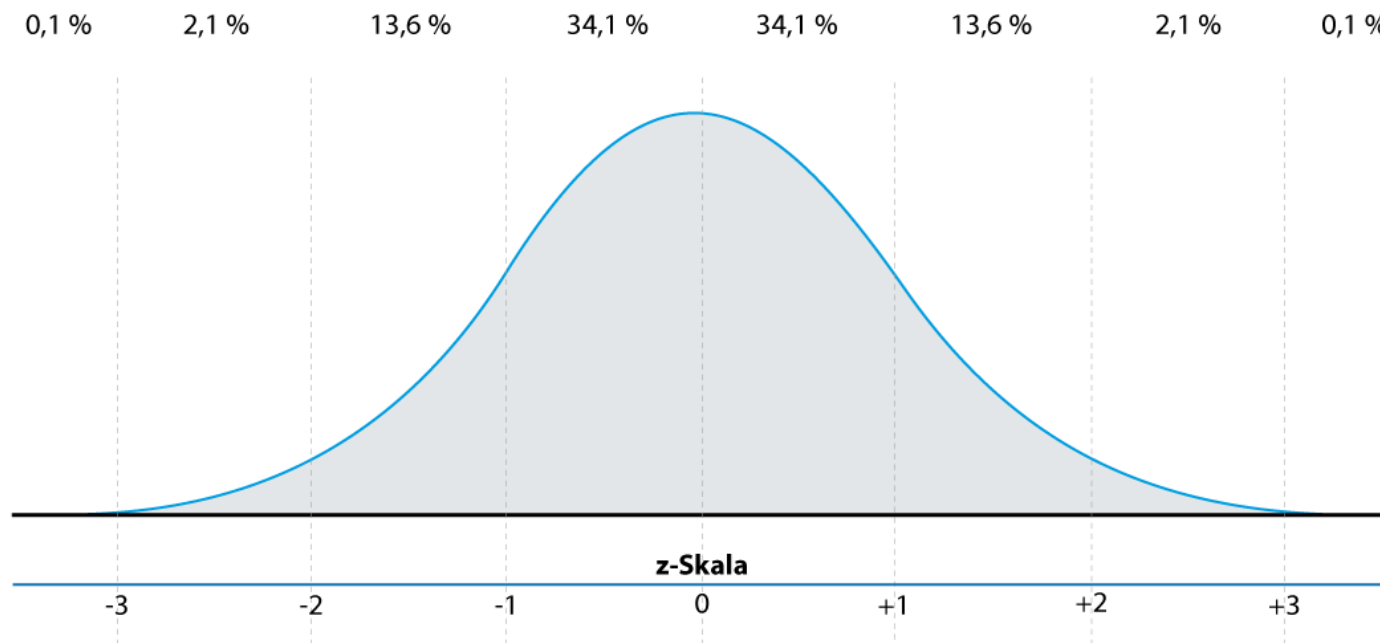
$$z = \frac{(x - \bar{x})}{\sigma}$$

Standardnormalverteilung:

$$M = 0$$

$$SD = 1$$

Zur Erinnerung: Normalverteilung und z-Werte

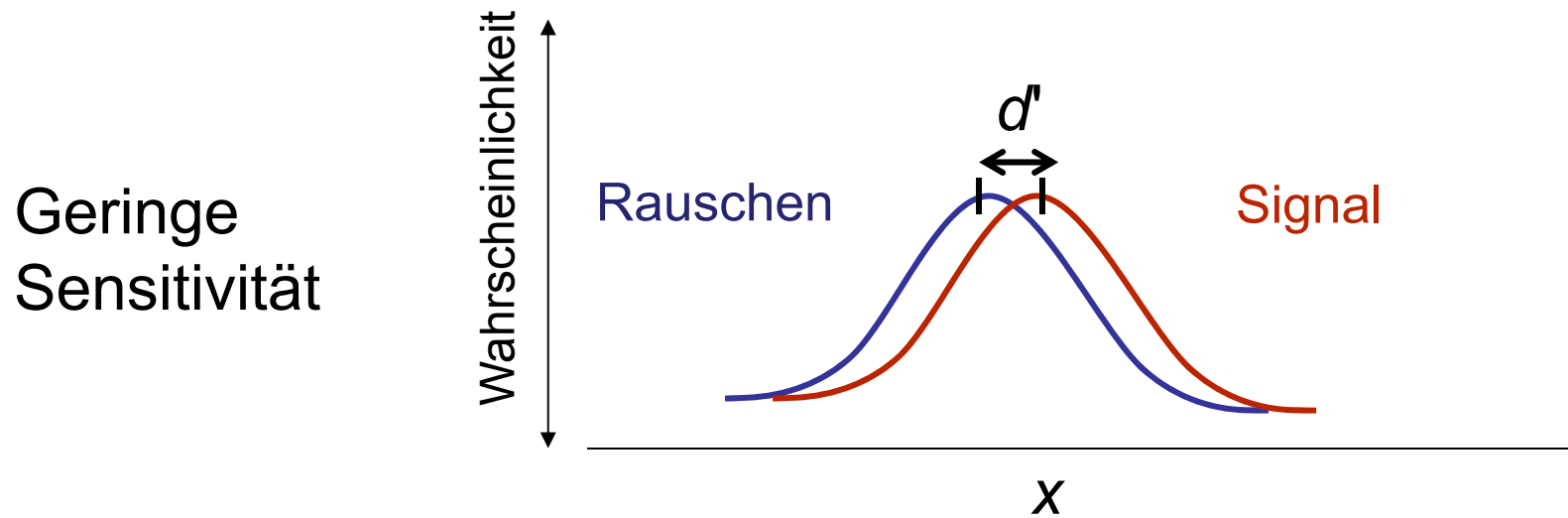
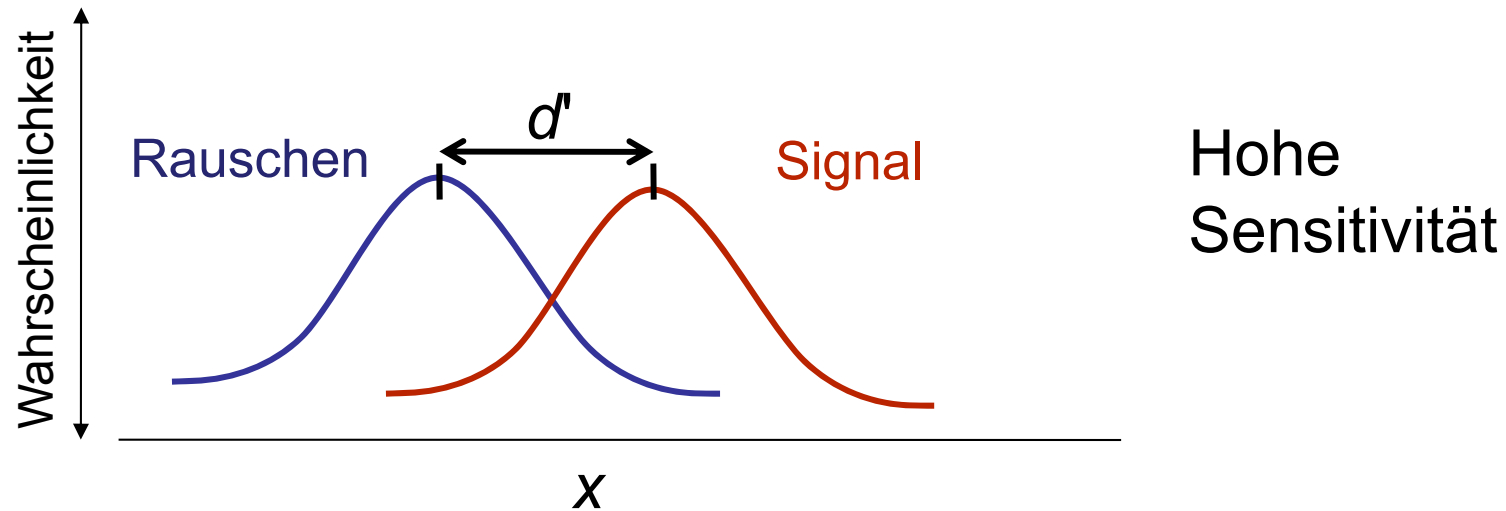


Sensitivität

- Wie gut Signal- und Rauschen-Verteilung unterschieden werden können
- Bei gleicher SD ist d' einfach ein z-Wert:

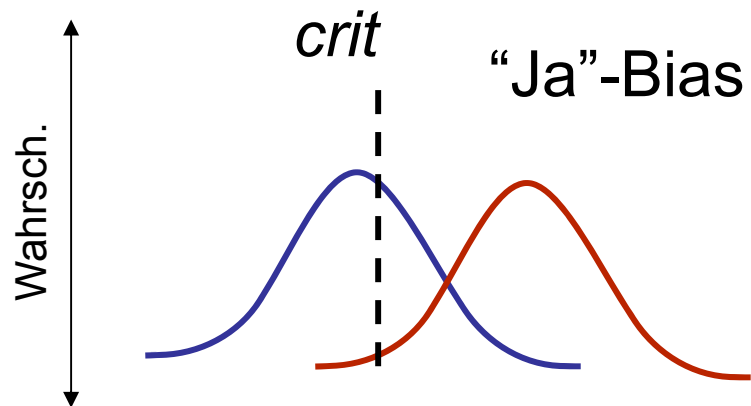
$$d' = \frac{(\bar{x}_{signal} - \bar{x}_{noise})}{\sigma}$$

Sensitivität

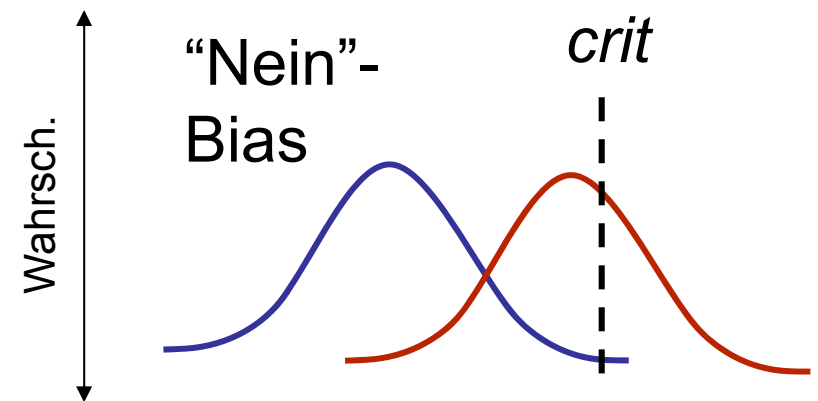


Kriterium

- Bias – Präferenz für eine der beiden Antworten



- Hohe Treffer-Rate
- Hohe FA-Rate

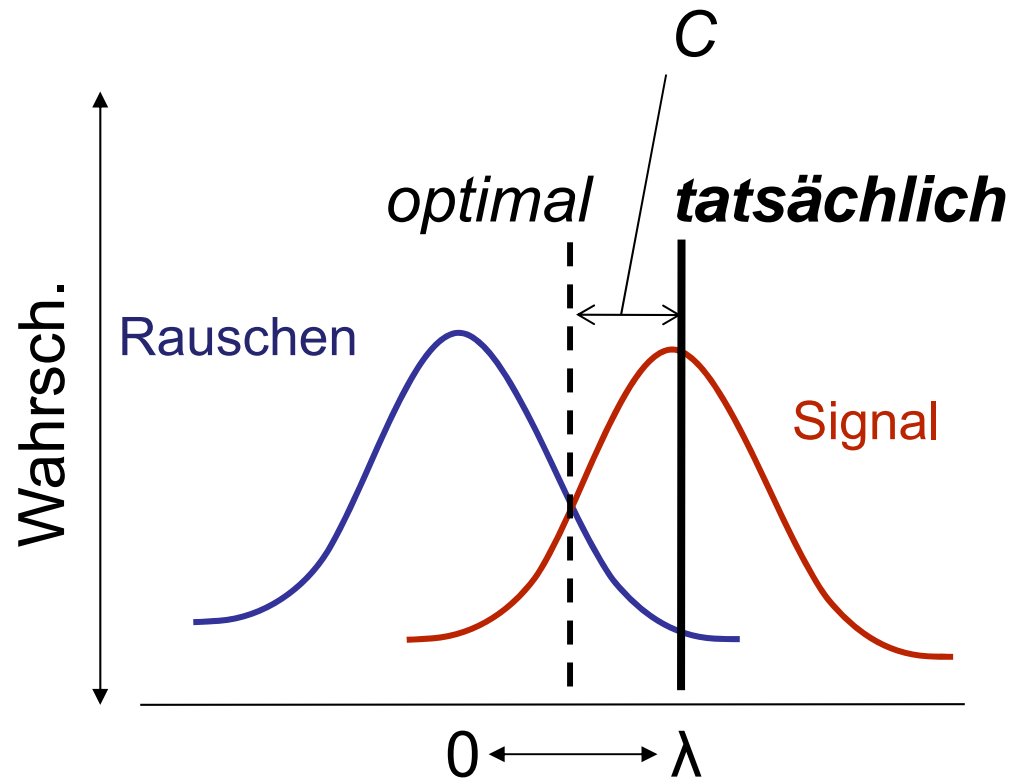


- hohe Verpasser-Rate
- hohe Korrekt-Zurückweisungs-Rate

Optimales Kriterium

- Geringster Anteil an Fehlentscheidungen (Verpasser + FA)
- Optimales Kriterium am Kreuzungspunkt der Verteilungen = $0.5 d'$

Kriterium und Bias



Schätzung von Sensitivität und Bias

$$d' = z(H) - z(FA)$$

$$C = -.5 * [z(FA) + z(H)]$$

H = "hit rate"
(Trefferrate)

FA = "false alarm rate"

Frage: Was ist mit Verpassern und Korrekten Zurückweisungen?

Rate der Verpasser = $1 - H$

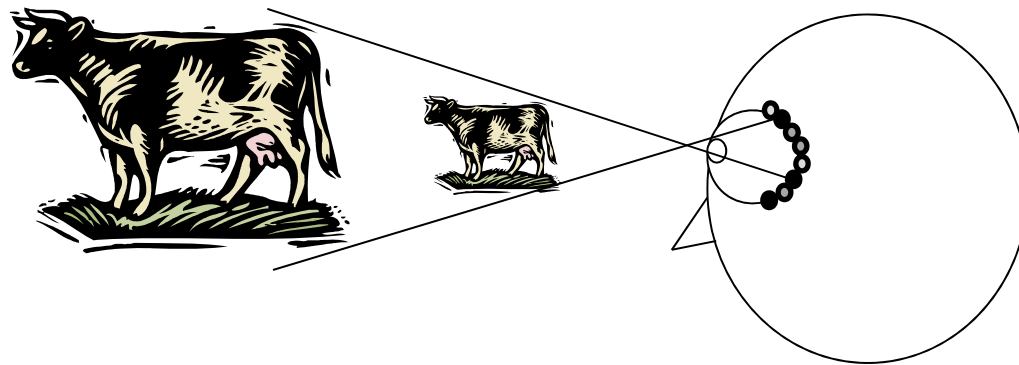
Rate der korrekten Zurückweisungen = $1 - FA$

Zusammenfassung: Signal-Entdeckungs-Theorie

- Verhalten wird durch 2 Parameter determiniert:
- 1) Sensitivität (Diskriminierbarkeit) d' :
 - Abstand zwischen den Verteilungen in SD-Einheiten
- 2) Kriterium, bzw. *bias*
 - λ = Position des Kriteriums relativ zu M("Rauschen")
 - C = Bias = Position des Kriteriums relativ zu neutralem Kriterium
- **Signal-Entdeckungs-Theorie ermöglicht die Unterscheidung der beiden Parameter**

Die Tiefe des Raums

- Problem: Das Abbild der Umwelt auf der Retina ist 2-dimensional
- Wie kann das Gehirn räumliche Tiefe (und Grösse von Objekten) ermitteln?

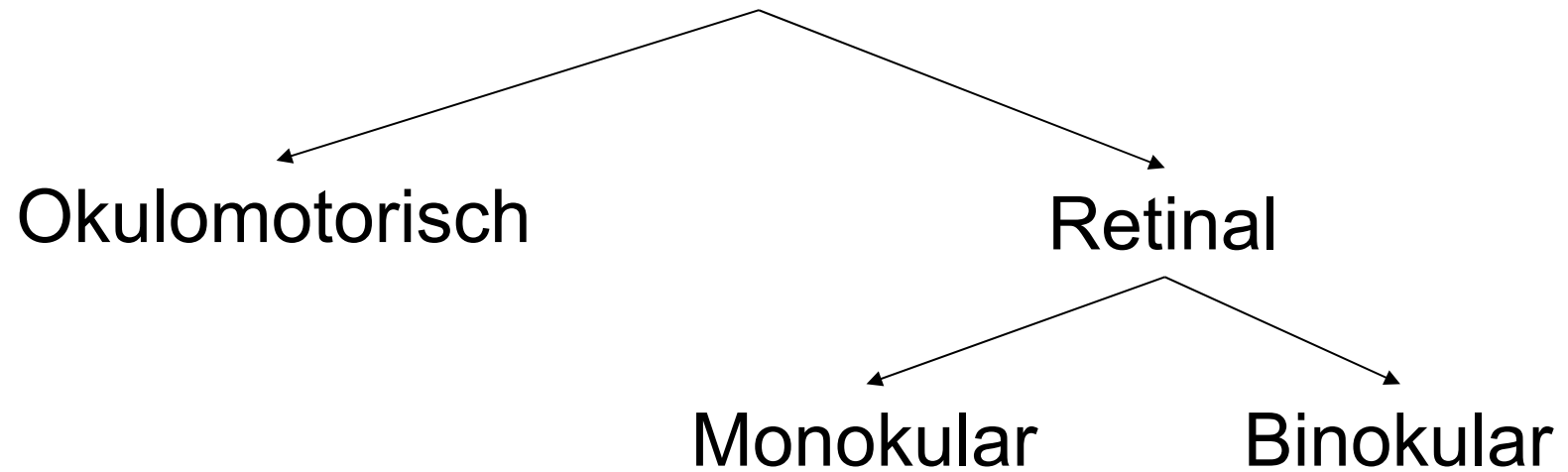


Die Tiefe des Raums

- Lösung: Das visuelle System "erschliesst" Tiefe aus Hinweisen
- Hermann von Helmholtz: Theorie unbewusster Schlüsse
 - Das kognitive System verwendet perzeptuelle Information, um Eigenschaften der Welt zu erschliessen / errechnen



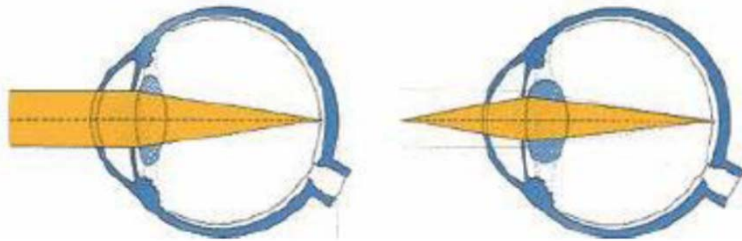
Tiefenhinweise



Okulomotorische Hinweise

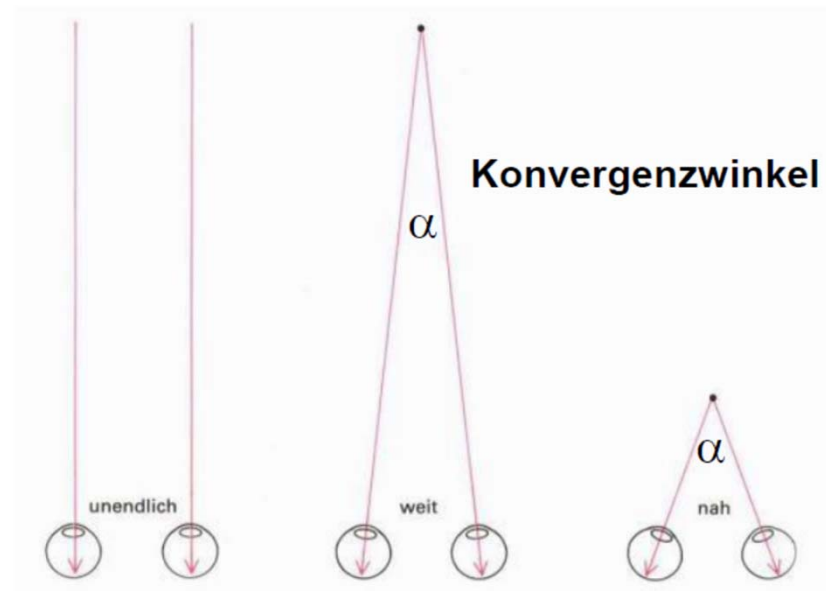
Akkommodation

- Anpassung der Linse zum scharfen Sehen eines Objekts



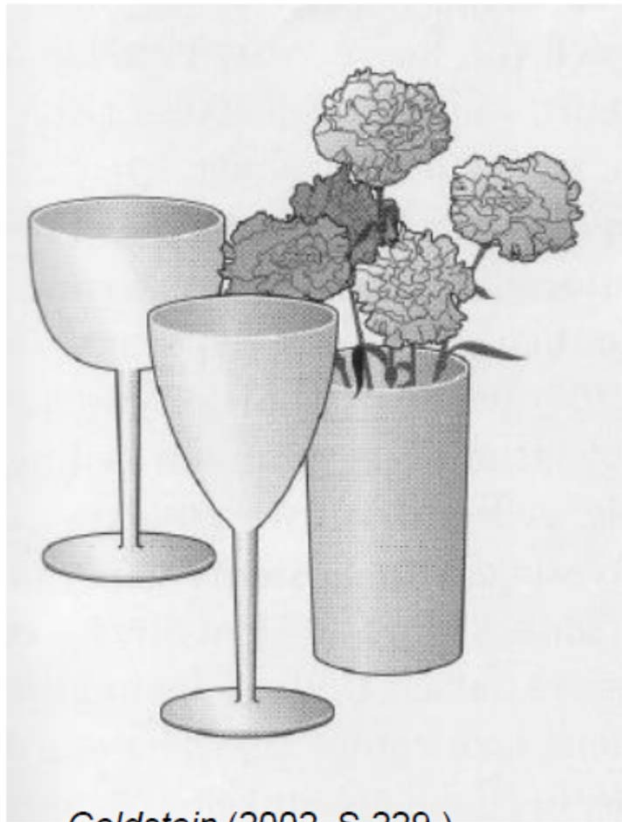
Konvergenz

- Ausrichtung der Augen zur Fixierung desselben Objekts → Winkel



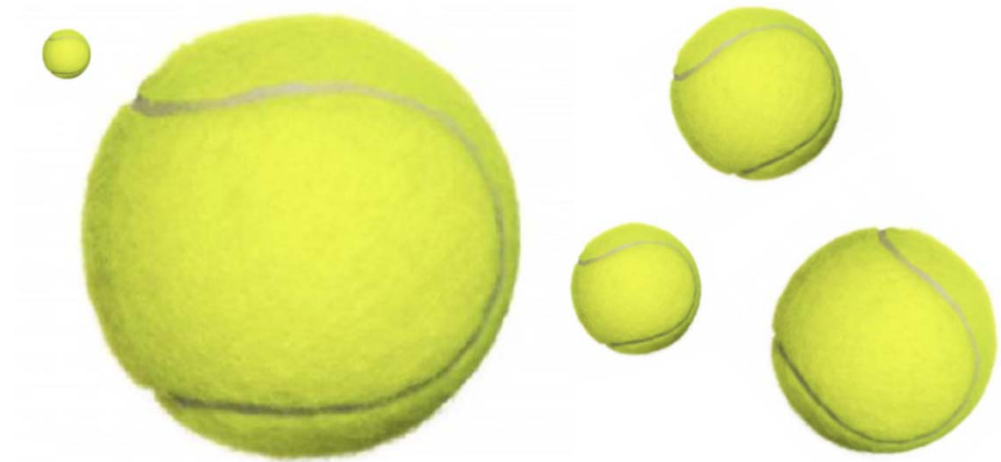
Monokulare Hinweise

Verdeckung



Goldstein (2002, S.229)

Relative Grösse



Monokulare Hinweise

Relative Höhe im Blickfeld (Nähe zum Horizont)



Luftperspektive

- Unscharfe, bläuliche Objekte erscheinen fern



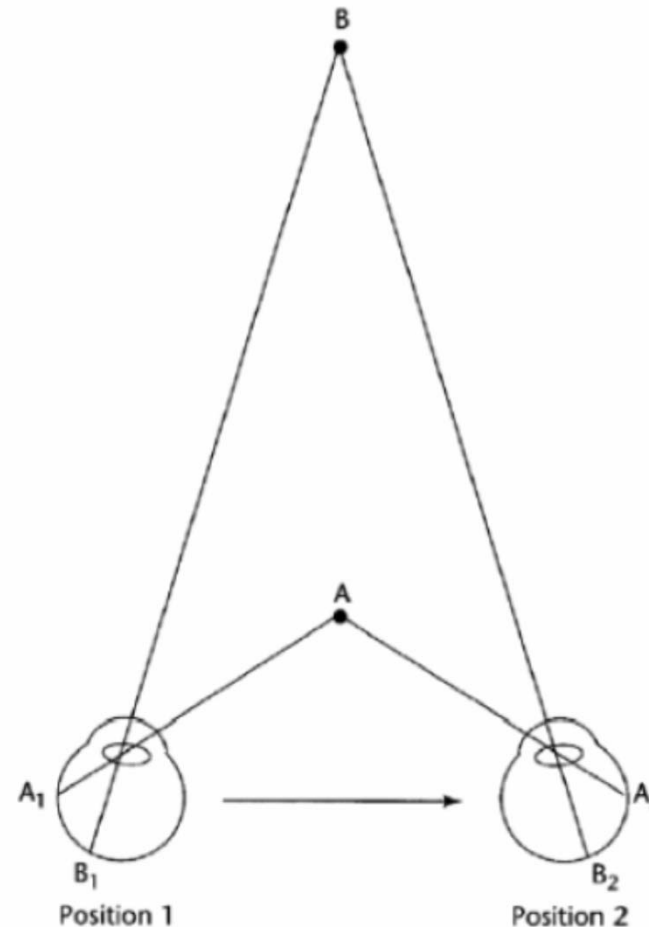
Monokulare Hinweise

- Lineare Perspektive
 - Konvergierende Linien
- Texturgradient
 - Verdichtung von Texturelementen



Monokulare Hinweise

- Bewegungs-
parallaxe
 - Weiter entfernte
Objekte
verschieben sich
weniger weit auf der
Retina
 - z.B. Zugfahrt

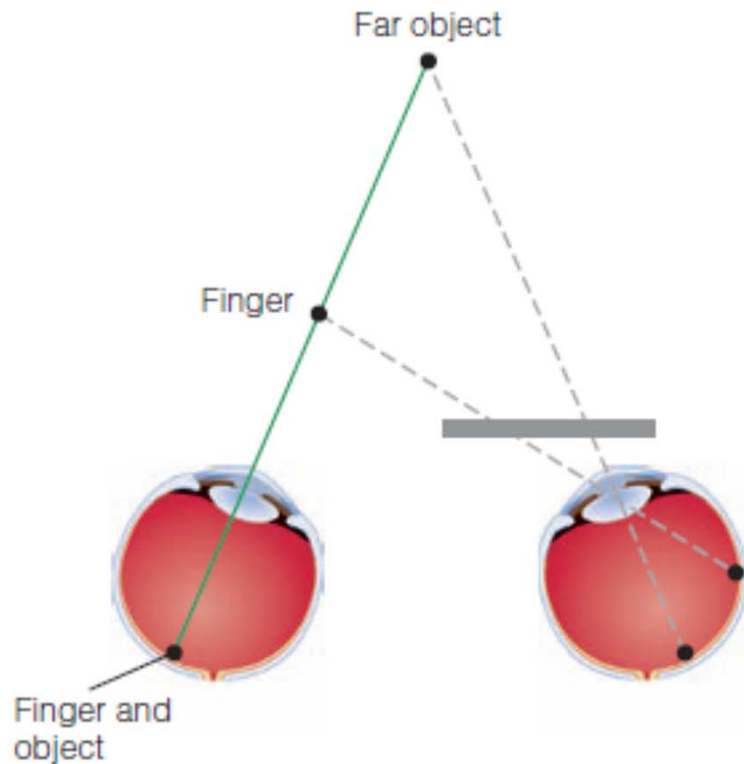


Goldstein (2002, S.235)

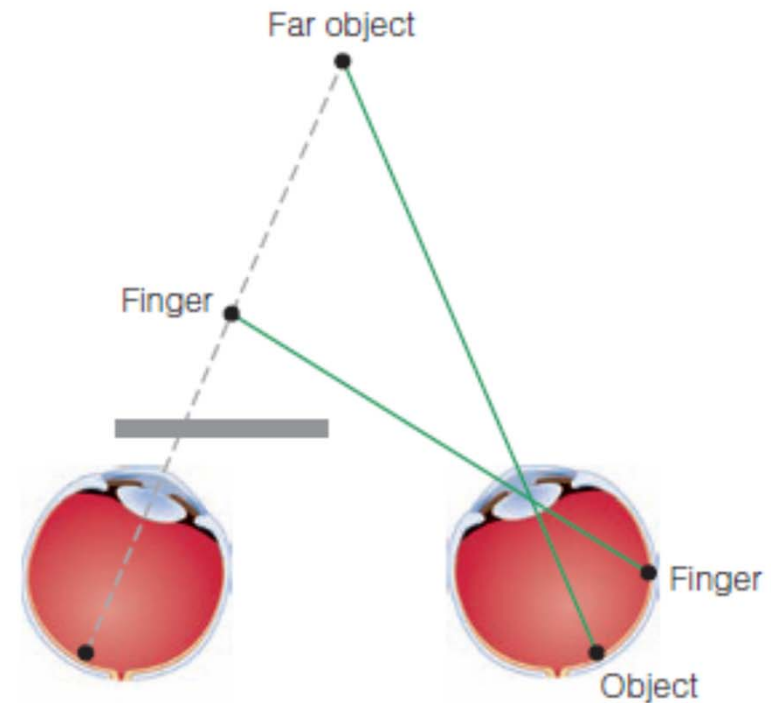
Binokulare Hinweise

- Selbstversuch:
 - Schliessen Sie das rechte Auge,
 - Halten Sie den Zeigefinger vor das linke Auge,
 - so dass er ein Objekt in der Ferne verdeckt.
 - Blicken Sie abwechselnd mit einem und dem anderen Auge auf den Zeigefinger
 - Was passiert mit dem Objekt in der Ferne?

Binokulare Hinweise: Querdisparation

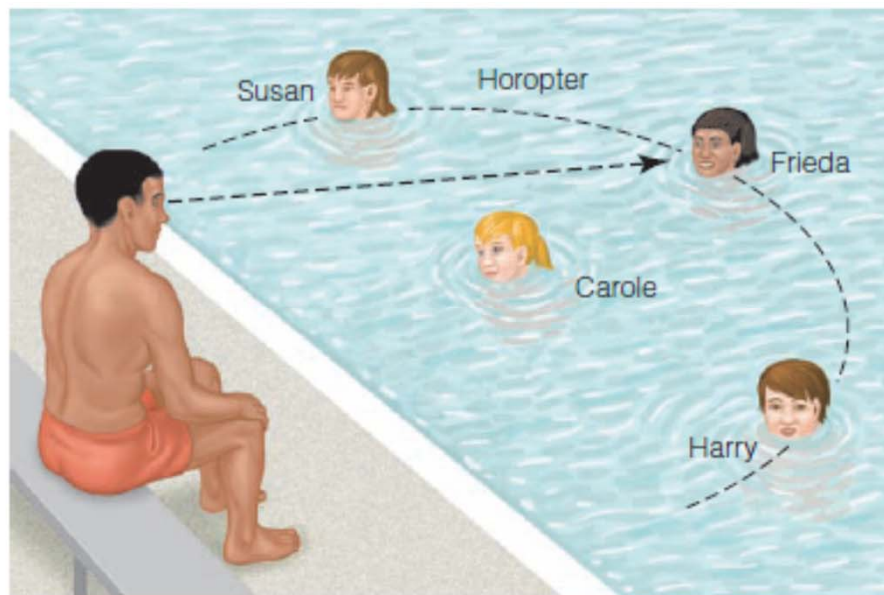
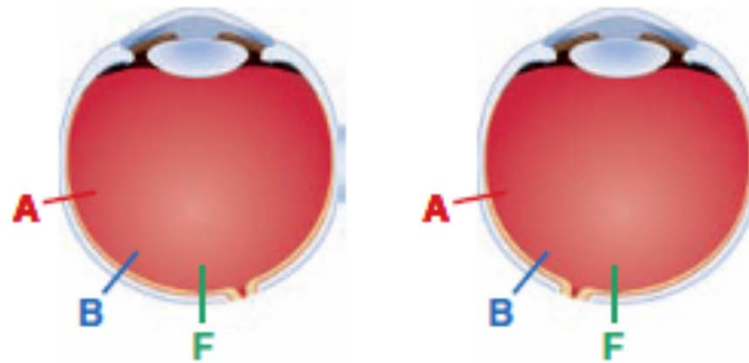


Rechtes Auge geschlossen:
Zeigefinger und Objekt fallen auf
gleichen Ort der Netzhaut

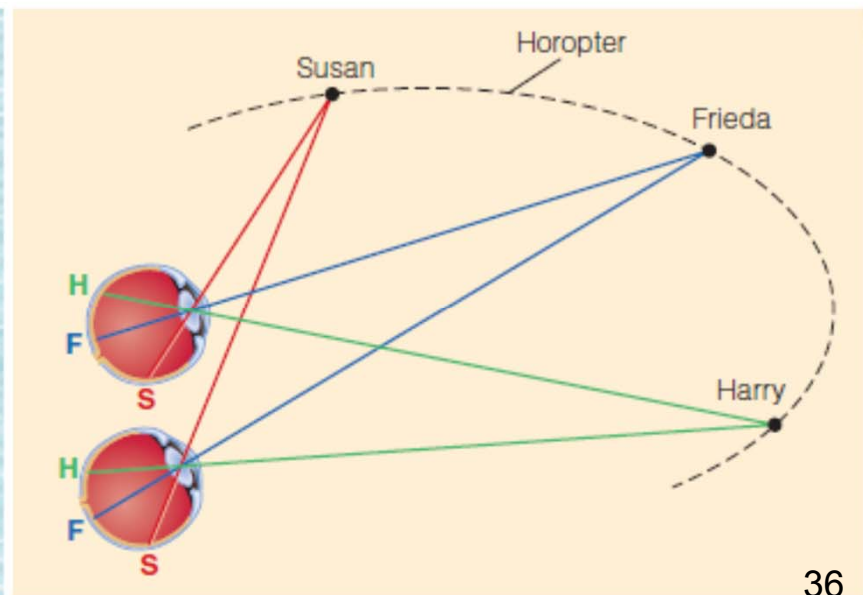


Linkes Auge geschlossen:
Objekt fällt auf anderen Ort
der Netzhaut

Korrespondierende Netzhautpunkte

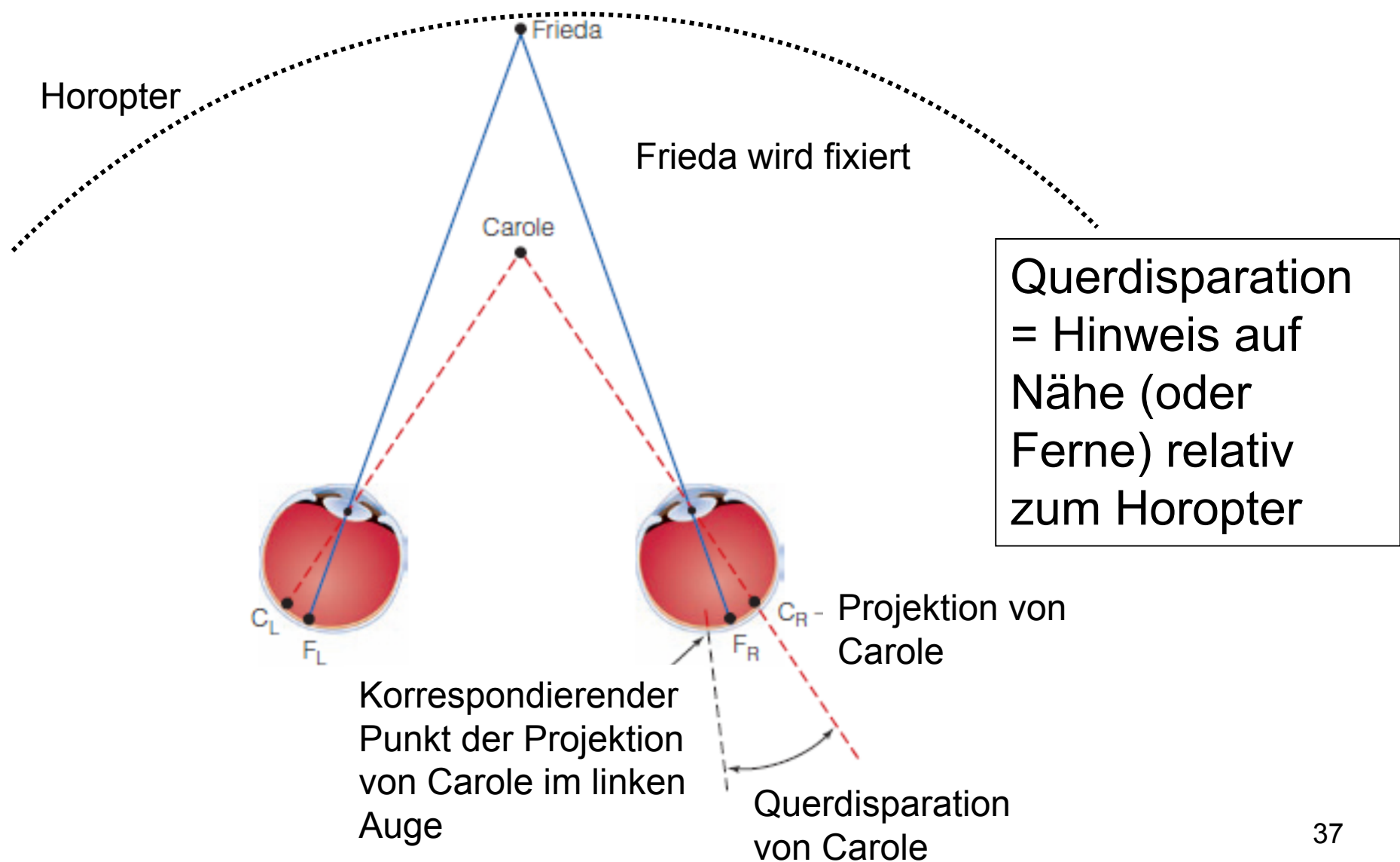


(a)



(b)

Querdissparation

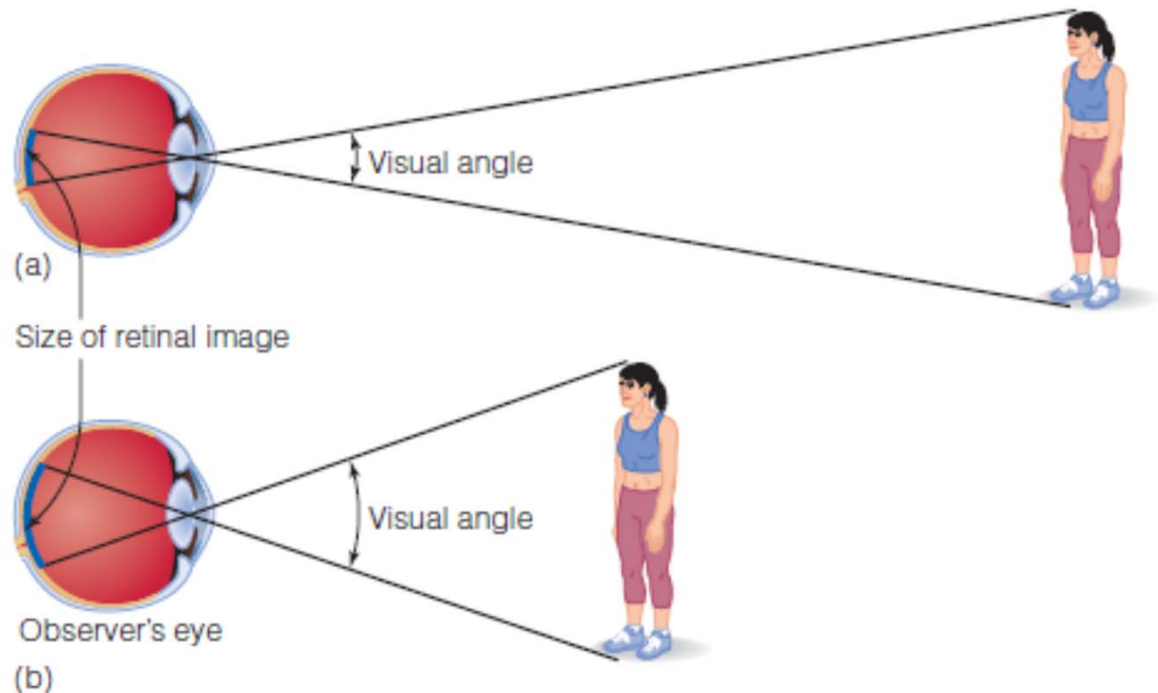


Tiefenhinweise sind unterschiedlich nützlich für verschiedene Distanzen

Hinweis	0 – 2 m	2 – 30 m	über 30 m
Akkommodation und Konvergenz	x		
Verdeckung	x	x	x
Relative Grösse	x	x	x
relative Höhe im Gesichtsfeld		x	x
Atmosphärische Perspektive			x
Bewegungsprallaxe	x	x	
Querdisparation	x	x	

Tiefensehen und die Grösse von Objekten

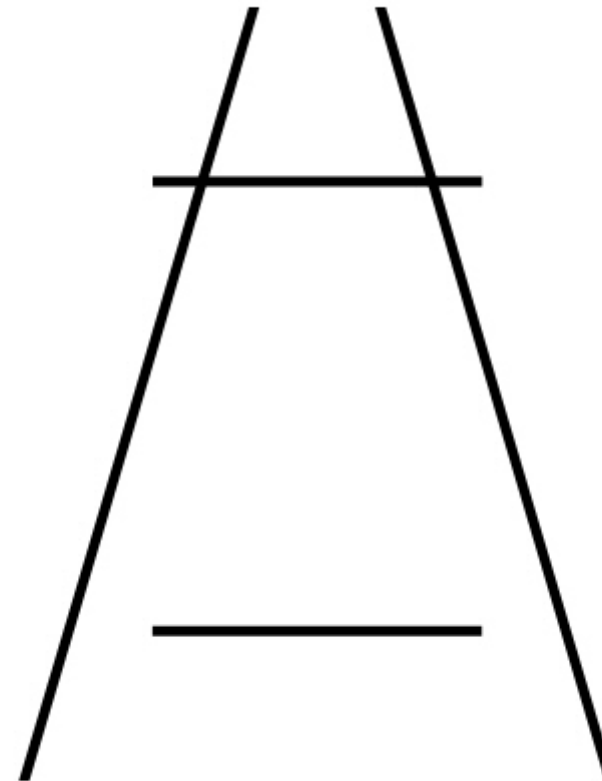
- Grösse des Objekts (G) kann aus Grösse des retinalen Abbilds (R) und Distanz (D) berechnet werden
- $G = K(R \times D)$



Denksport

Welche der horizontalen
Linien ist länger?

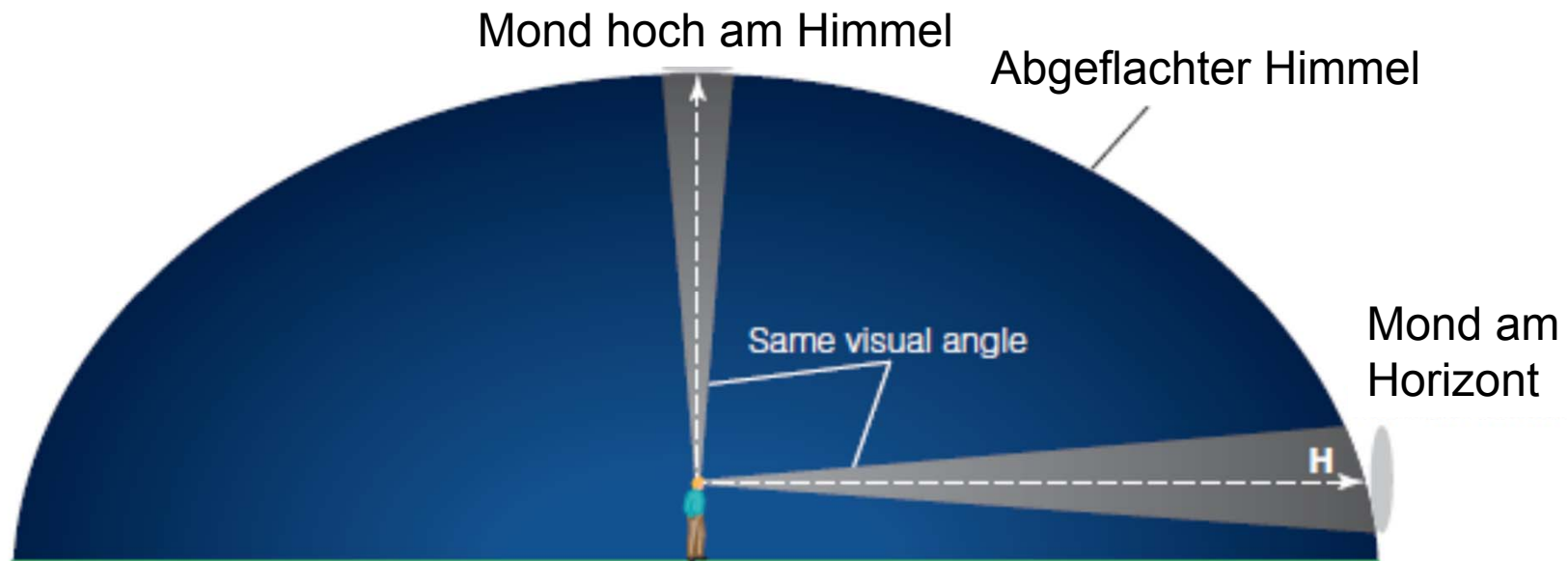
Warum sieht das
so aus?



Ponzo-Illusion

Mond-Illusion

- Der Mond sieht über dem Horizont grösser aus als hoch am Himmel
- Mehrere Faktoren spielen eine Rolle – einer davon ist die wahrgenommene Distanz



Fazit: Tiefenwahrnehmung

- Wahrnehmung der Entfernung beruht auf einer Vielzahl von Tiefenhinweisen
- Einschätzung der Tiefe ist wichtig für Wahrnehmung der Grösse von Objekten

Literatur

- Empfohlen zur Vertiefung:
 - Wendt, M. (2014). Allgemeine Psychologie: Wahrnehmung, Kapitel 2 + 6
 - Goldstein, B. E. (2015). Wahrnehmung. Berlin: Springer (Kapitel 2, 3, 4).

Bonus: Ableitung von Fechners Gesetz aus Webers Gesetz

- Fechner:
 - Nullpunkt = Absolutschwelle
 - Einheit = Differenzschwelle (JND)

$$\begin{aligned}\text{Nullpunkt} &= S_0 \\ S_1 &= S_0 + \text{JND} \\ S_2 &= S_0 + 2 \text{ JND} \\ \dots\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\text{JND hängt ab von } S! \\ \text{JND}/S &= K \\ \text{JND} &= K \cdot S\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Nullpunkt} &= S_0 \\ S_1 &= S_0 + K \cdot S_0 = S_0(1+K) \\ S_2 &= S_1 + K \cdot S_1 = S_1(1+K) \\ &= S_0(1+K)(1+K) \\ &= S_0(1+K)^2 \\ S_3 &= S_2 + K \cdot S_2 = S_0(1+K)^3 \\ \dots \\ S_E &= S_0(1+K)^E\end{aligned}$$

Fechners psychophysische Funktion

Ableitung von Fechners logarithmischer Funktion (s. Wendt, 2014)

$$S_E = S_0(1+K)^E$$

$$\log(S_E) = \log(S_0) + E \cdot \log(1+K)$$

$$E = [\log(S_E) - \log(S_0)] \cdot 1/\log(1+K)$$

setzen wir $1/\log(1+K) = c$

$$E = \log(S_E) \cdot c + \log(S_0) \cdot c$$

setzen wir $\log(S_0) \cdot c = C$

$$E = \log(S_E) \cdot c + C$$

S = physikalische Grösse (in physikalischen Einheiten, z.B. Gramm)

E = Empfindungsstärke (in JND Einheiten)