

Illusionen beim räumlichen Sehen

Von John I. Yellott jr.

Bearbeitet von
Karoline Ahnefeld

Illusion der hohlen Maske (binokulare Tiefenumkehr)

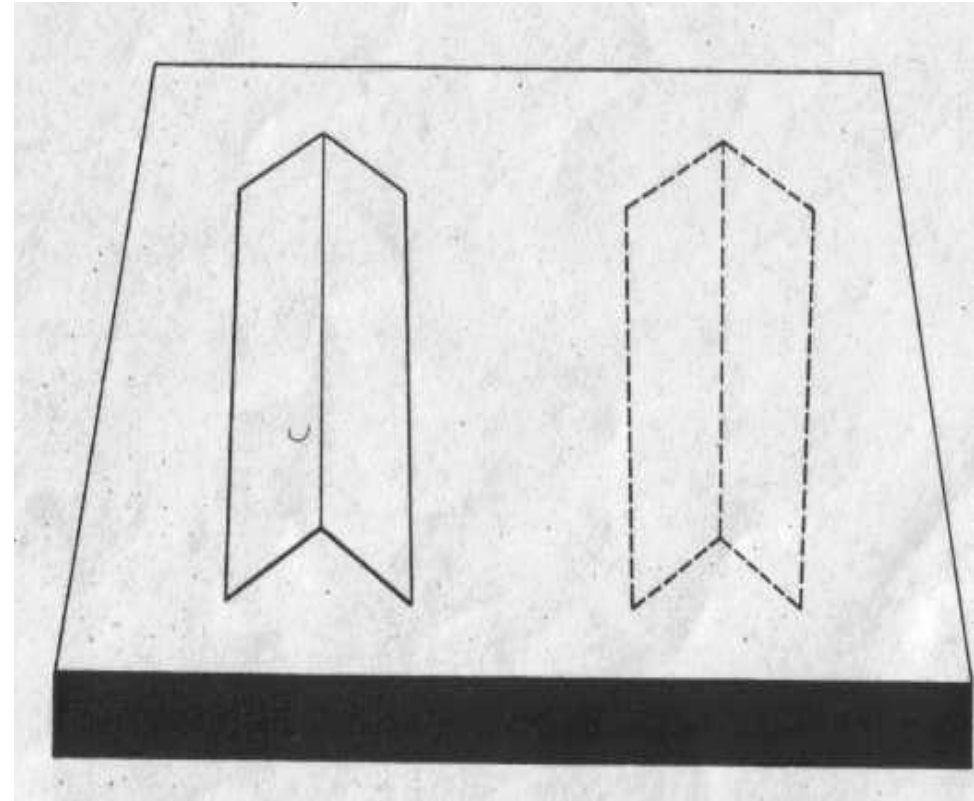
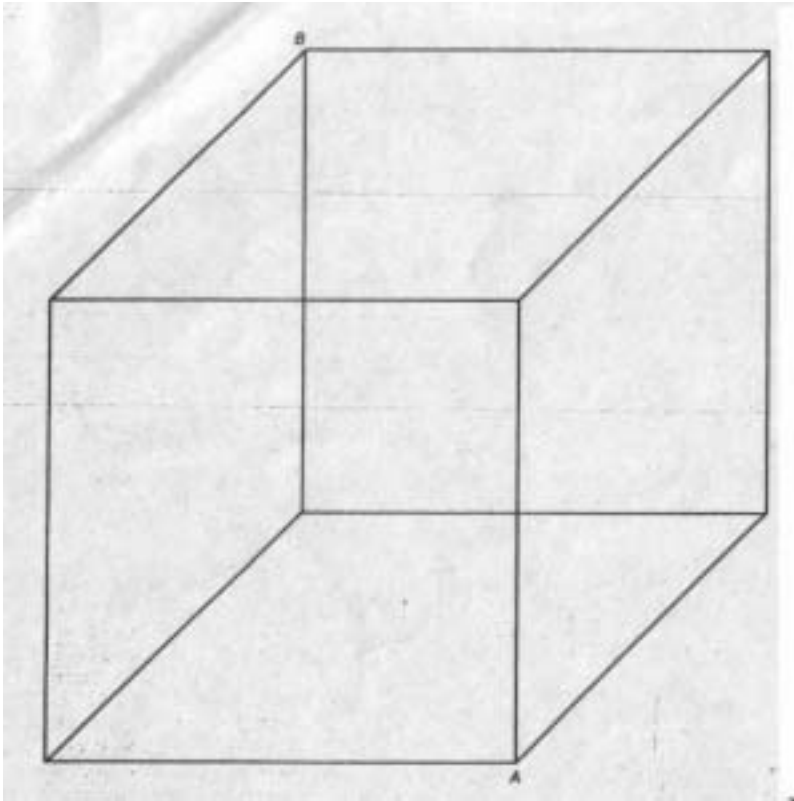


- Hohle, innen bemalte Maske wird Betrachter von Innenseite dargeboten
- verräterische Schatten sind ausgeschaltet
⇒ Betrachter stülpt Maske im Geist unwillkürlich um
- Betrachter läuft an hohler Maske vorbei ⇒ scheint ihm nachzublicken

Arten von Tiefenumkehr/ Tiefeninversion

- 1. „**Binokulare Tiefenumkehr**“ (z.b. Maske) : bei plastischen Gegenständen
- 2. „**monokulare Tiefenumkehr**“ (z.B. Neckerwürfel) = Kippbilder : nicht plastische Darstellungen

Kippbilder



- **Necker-Würfel:**
Monokulare Inversion
beim beidäugigen
Sehen


Monokulare Inversion
beim einäugigen
Sehen (von Ernst Mach)

- Kippbilder: Gründe für das Umklappen wohl bekannt (Darstellungen seit 19. Jhr. in Psychologie und Kunst)
- Tiefenumkehr plastischer Gegenstände :_lange Geschichte in der Wissenschaft
 - 19. Jhr. : **Hermann von Helmholtz,** **Ernst Mach**
 - 1970: **Richard L. Gregory** (Psychologe):
„Das intelligente Auge“

Problem:

- *Normalerweise* richtige Erkennung der dreidimensionalen Gestalt eines plastischen Gegenstandes
- *Umkehr der Perspektive nur in ganz speziellen Fällen:* wenn dem Gehirn die normalen visuellen Anhaltspunkte zur Tiefenrekonstruktion vorenthalten werden dies ist der Fall **beim Sehen mit einem Auge**

Wie kommt es zur Tiefenumkehr beim „einäugigen Sehen“?

- **Verarbeitung der visuellen Information** = Prozess, bei dem Gehirn Modelle dreidimensionaler Gegenstände mit Bildern beider Netzhäute vergleicht
- **„Einäugige“ Inversion:**
-  Information **einer** Netzhaut fehlt
- *Akkommodation* u. *Scharfeinstellung* eines Auges reichen als *Tiefenkriterien* für korrekte Einschätzung der Entfernung eines Gegenstandes nicht aus

- Gehirn vergleicht mit Modellen und „rät“

→ *visuelle Daten* (Scharfeinstellung, Akkomodation) werden -wenn nötig- so *umgedeutet*, dass sie mit falscher Grundannahme (umgestülptes Gesicht) in Einklang stehen

Tiefenumkehr beim „beidäugigen“ Sehen:

- Wie lässt sich die Erscheinung mit den Theorien der visuellen Wahrnehmung in Einklang bringen?
- Wie sehen diese Theorie aus?

Theorien der visuellen Wahrnehmung für „beidäugiges“ Sehen -

verschiedene Tiefenkriterien:

- 1. Okulomotorisches Tiefenkriterium:
KONVERGENZ
- 2. Binokulares Tiefenkriterium:
QUERDISPARATION /
QUERVERSCHIEBUNG

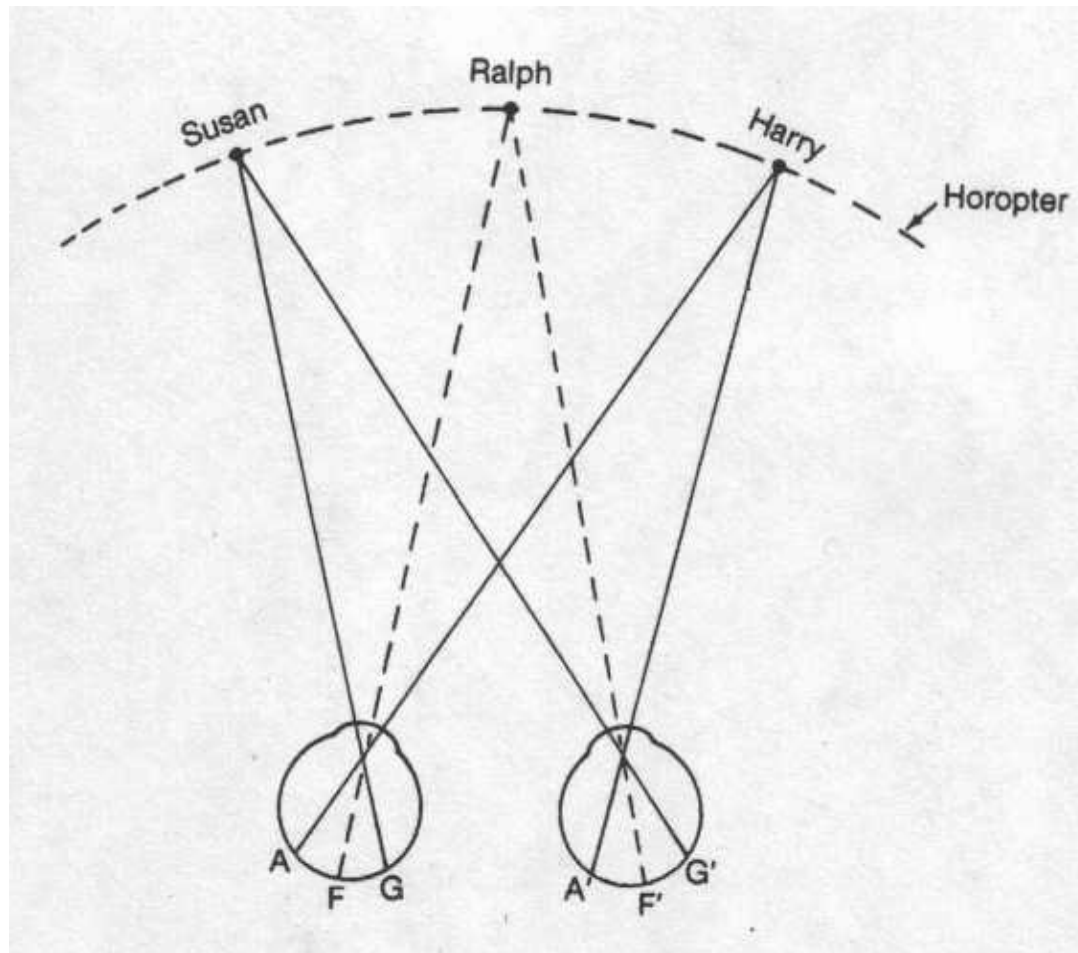
Konvergenz

- Beide Augen werden durch Muskelbewegungen auf gemeinsamen *Fixationspunkt* eingestellt = **FOVEA** (Ort des schärfsten Sehens)



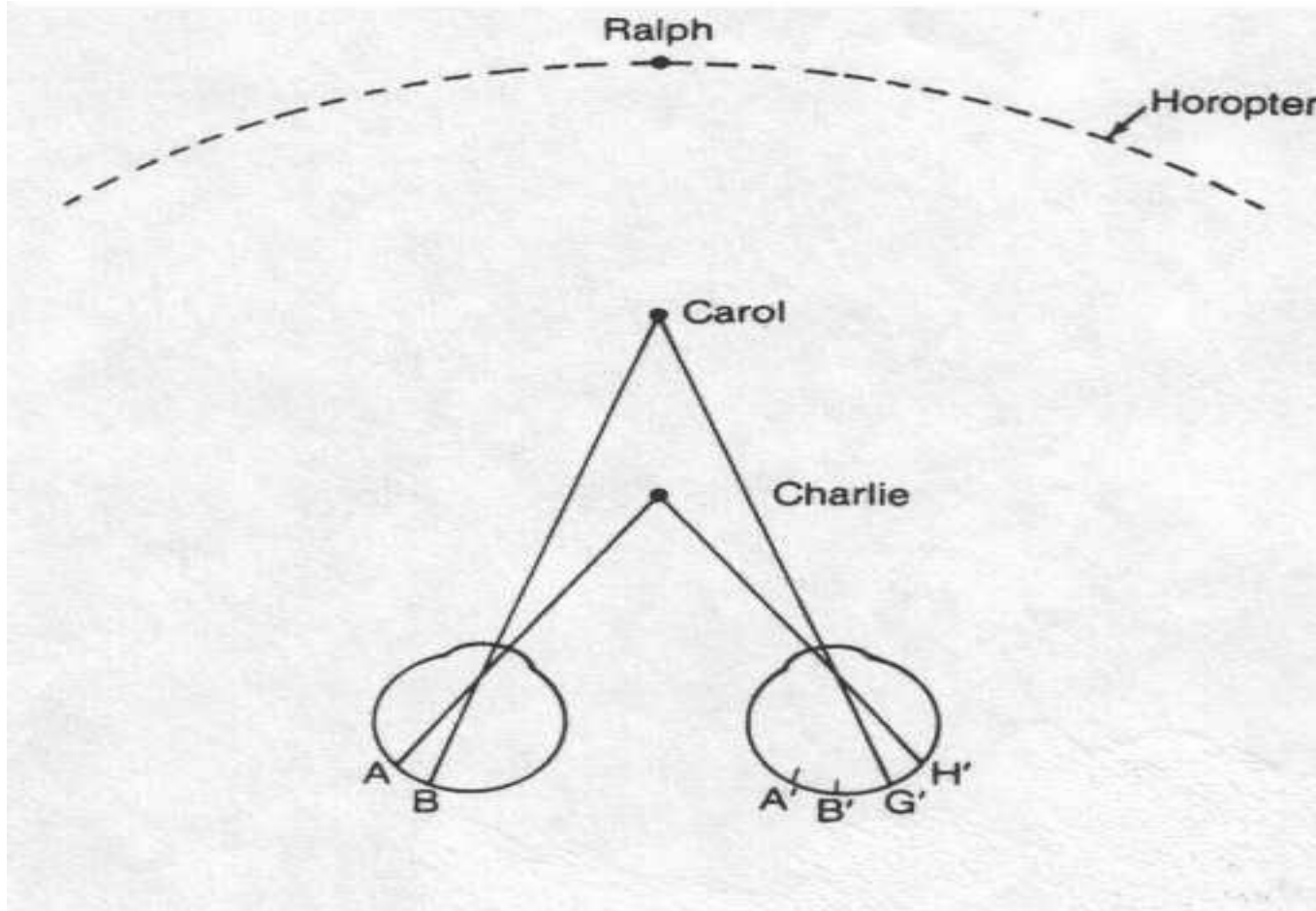
- gibt Gehirn Auskunft über **Konvergenzwinkel** zw. Geraden, die von Fovea zum fixierten Punkt führen (Auskunft über Entfernung)
- Alle fixierten/korrespondierenden Punkte liegen auf „Horopter“

Fixierte Punkte




Querverschiebung

- Liefert Information über Entfernung aller nicht fixierten Punkte (ausserhalb des „Horopters“)

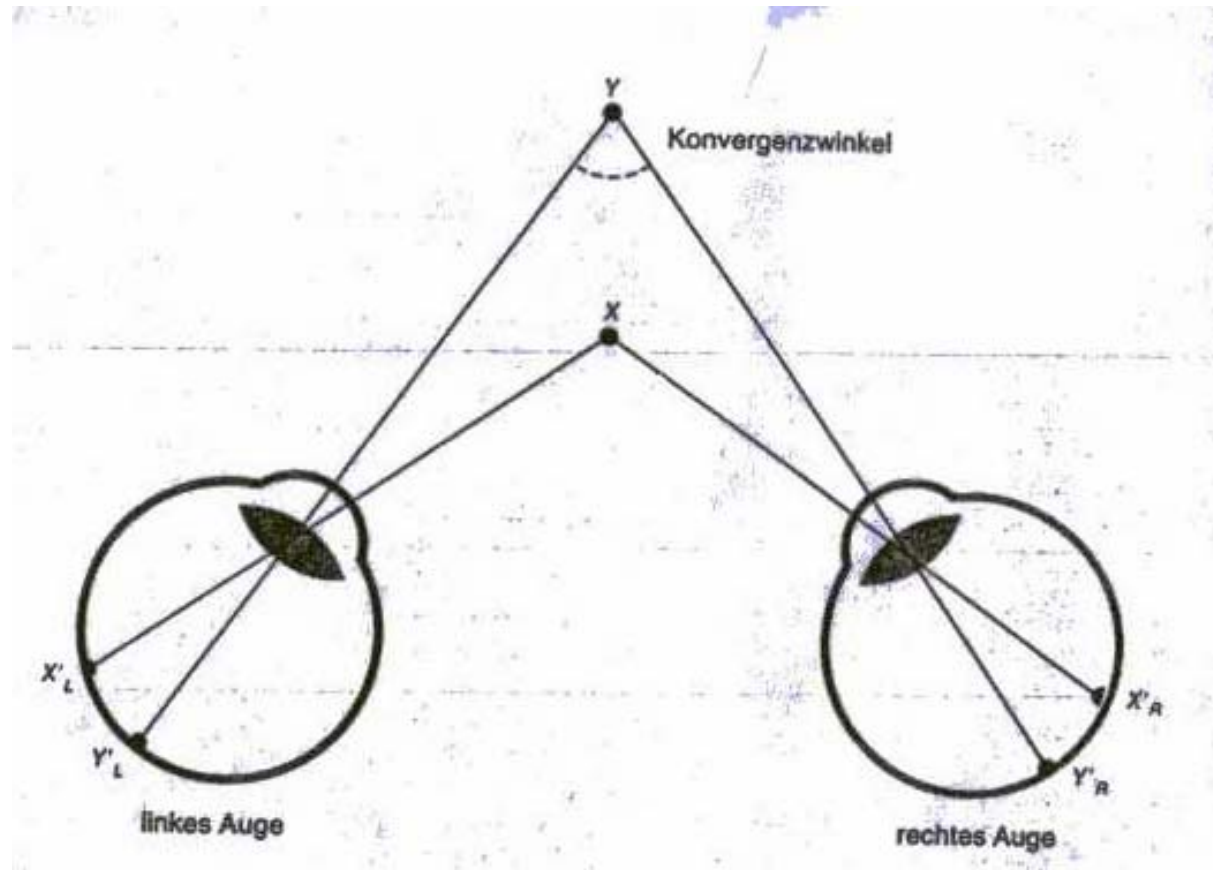


Definition:

- *Querverschiebung* = Differenz zw. den Netzhautbildern, die durch denselben Gegenstand im linken u. rechten Auge erzeugt werden

- *Querv.* (in Winkelmaß) = Konvergenzwinkel -
 Winkel zw. Sichtlinien zum nicht fixierten Punkt

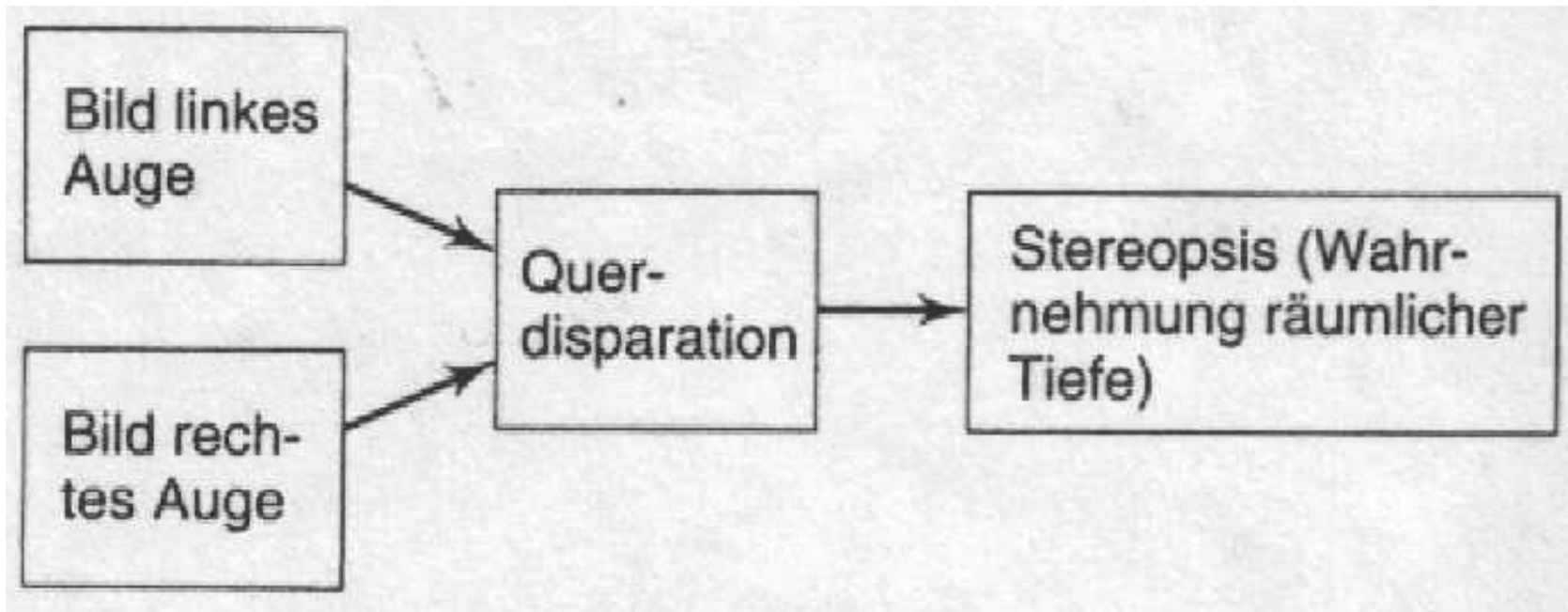
Fixierte u. nicht fixierte Punkte





Folglich:

- **Querverschiebung ist ein sehr zuverlässiges Tiefenkriterium:**

Erst wenn sich Querdisp.winkel beider Augen entsprechen wird Tiefe wahrgenommen (Stereopsis)



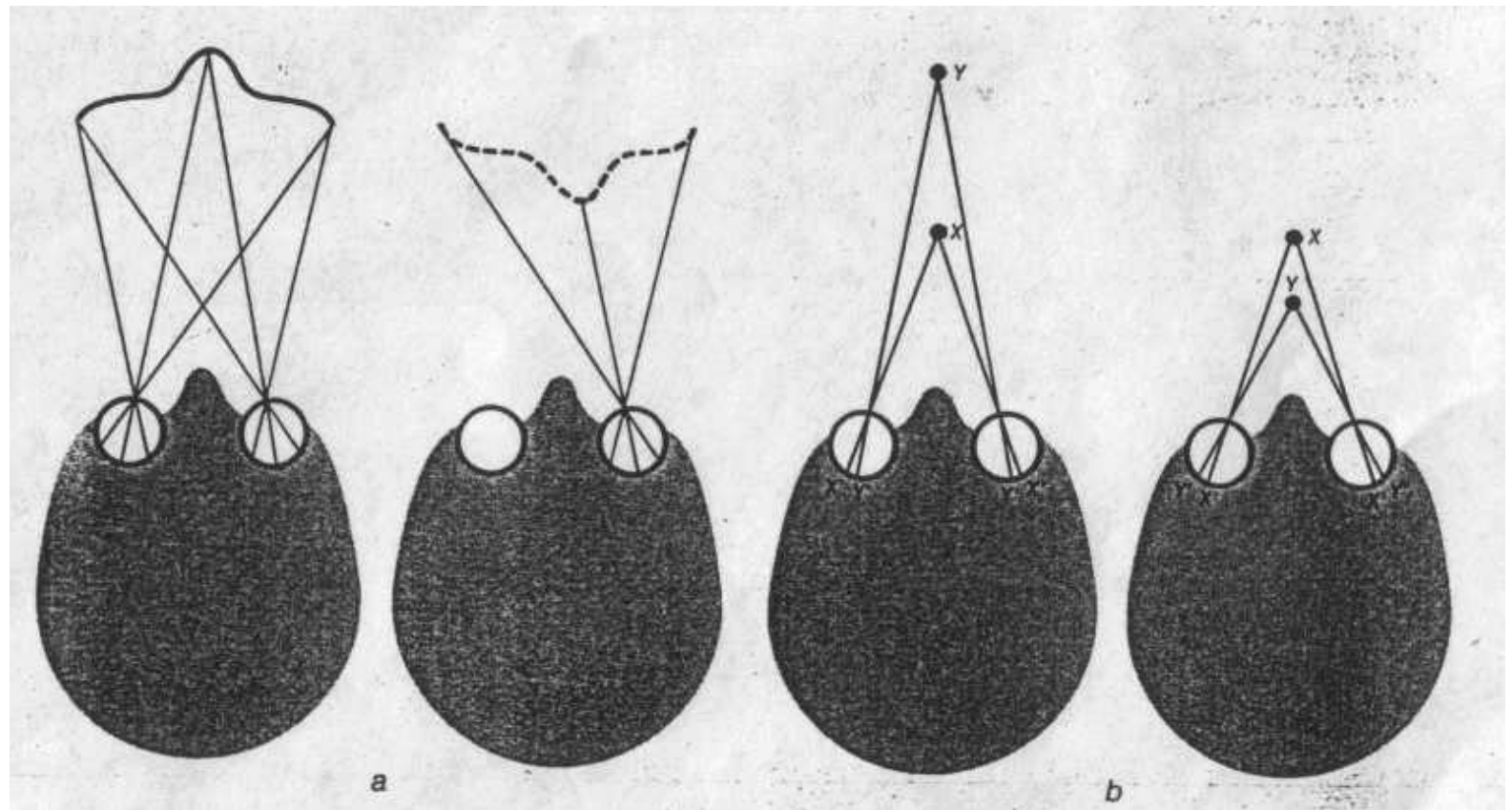
Wir sehen:

- Theorien des „beidäugigen“ Sehens lassen sich **nicht** mit Erscheinung der Tiefenumkehr vereinbaren
- Wie kann ein Tiefeneindruck entstehen,  wenn beide Netzhautbilder unvereinbar sind?
- Was geschieht mit der in der  Querverschiebung steckenden Information?

Zwei Hypothesen:

- 1. Unterdrückung:
„monokulare Unterdrückung“
(„binokularer Wettstreit“)
- 2. Vorzeichenumkehr:
„Disparationsumkehr“
(„Erweiterung“ der monokularen Inversion)



„Monokulare Unterdrückung“/ „Disparationsumkehr“




Überprüfung der Hypothesen

- I. **„Stereogramm - Test“**:
 - 1. Was ist ein Stereogramm?
 - 2. Wie wird es erzeugt?
 - 3. Wie überprüft man mit dem Stereogramm die Hypothesen?

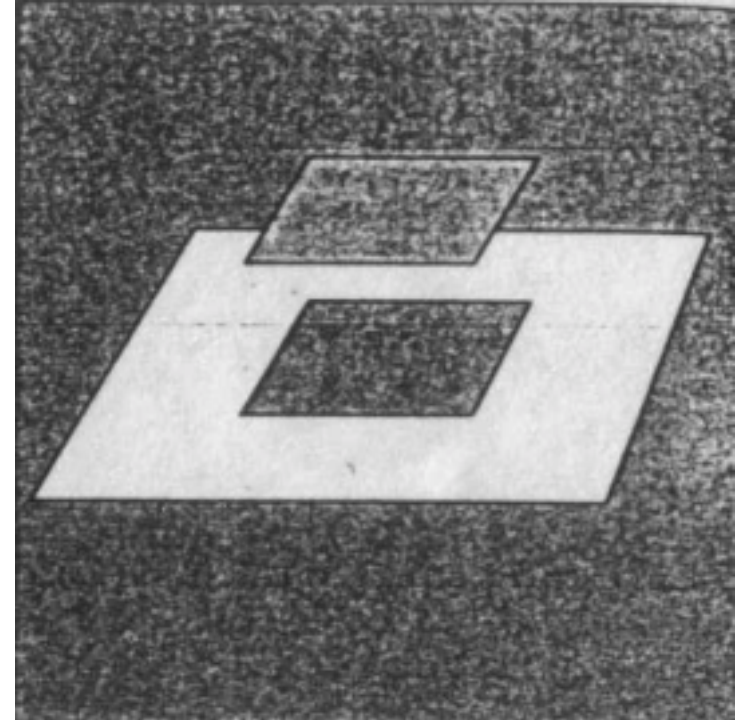
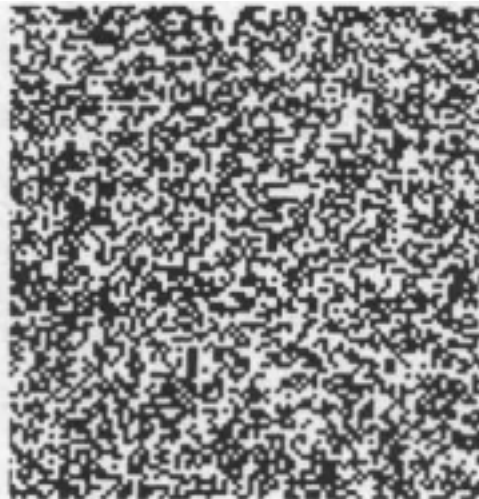
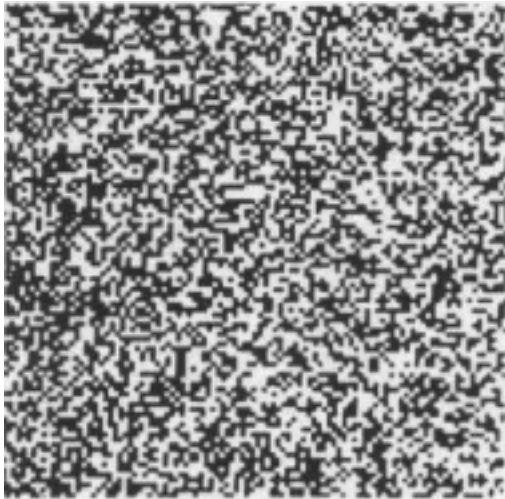
1. Stereogramm = Stereo - Zufallsmuster

- 1959 erfunden
- Bildpaar, das Tiefeneindruck hervorruft, wenn Bild (1) mit dem rechten u. Bild (2) mit dem linken Auge betrachtet wird
- *Nachahmung der Querdisparation*
-  scheinbare Tiefenwahrnehmung =
-  **stereokopisches Sehen**

2. Erzeugung eines Stereo - Zufallmusters:

- 1. Zwei identische Bilder (z.B. Punktmuster) herstellen
- 2. Im Bereich der Querdisparations-
Vortäuschung Bildpunkte
gegeneinander verschieben
Bereich scheint zu  schweben
- 3. **Anaglyphen:** Bilder unterschiedl.
färben (rot/grün) u. übereinander legen

Erzeugung eines Stereo-Zufallsmusters

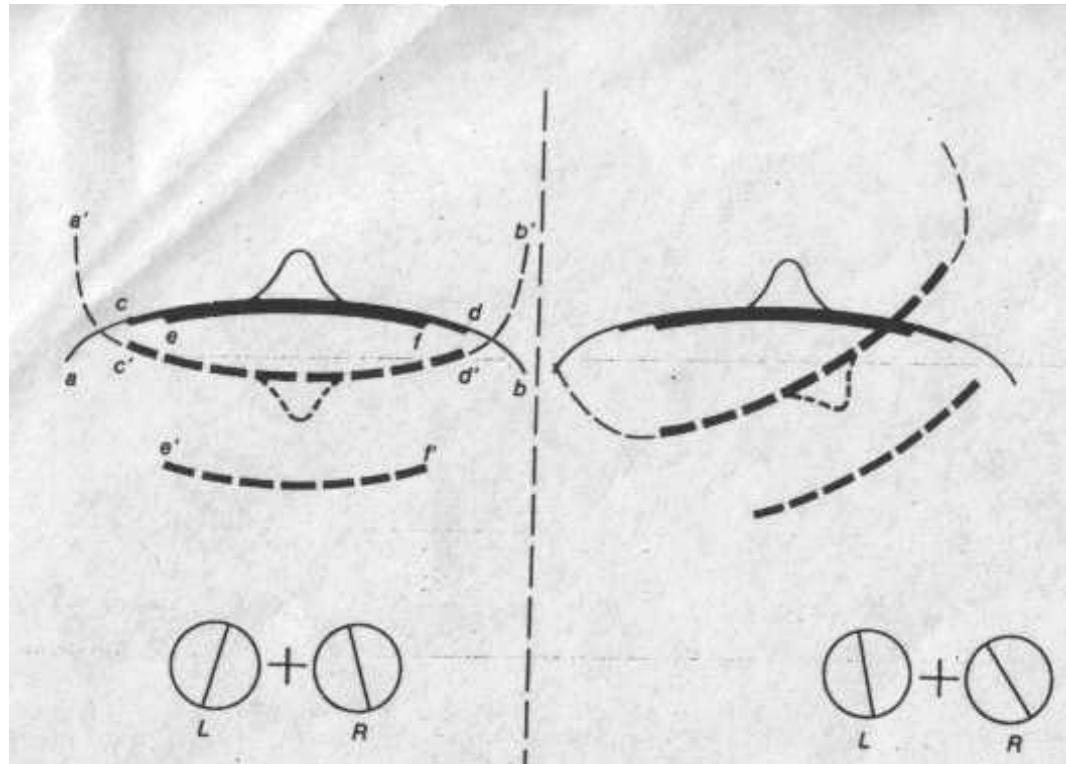


1	0	1	0	1	0	0	1	0	1
1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
0	0	1	1	0	1	1	0	1	0
0	1	0	A	A	B	B	1	0	1
1	1	1	B	A	B	A	0	0	1
0	0	1	A	A	B	A	0	1	0
1	1	1	B	B	A	B	1	0	1
1	0	0	1	1	0	1	1	0	1
1	1	0	0	1	1	0	1	1	1
0	1	0	0	0	1	1	1	1	0

1	0	1	0	1	0	0	1	0	1
1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
0	0	1	1	0	1	1	0	1	0
0	1	0	Y	A	A	B	B	0	1
1	1	1	X	B	A	B	A	0	1
0	0	1	X	A	A	B	A	1	0
1	1	1	Y	B	B	A	B	0	1
1	0	0	1	1	0	1	1	0	1
1	1	0	0	1	1	0	1	1	1
0	1	0	0	0	1	1	1	1	0

3. Versuchsaufbau

- Anaglyphen eines Stereo- Zufallmusters wird auf Innenseite einer hohlen Maske projiziert
- Versuchsperson betrachtet diesen Aufbau durch eine Rot- Grün- Brille



Annahme:

- Nach Hypothese der „**monokularen Unterdrückung**“: Räumlicher Eindruck bei Anaglyphen verschwindet
- Nach Hypothese der „**Disparationsumkehr**“: Quadrat des Anaglyphen schwebt hinter Ebene

Ergebnis:

- **Beide Hypothesen sind falsch:**
Vp sieht stereoskopisch + keine
Verlagerung des schwebenden
Quadrats

Überprüfung der Hypothesen:

- II. „Pendel- Test“:

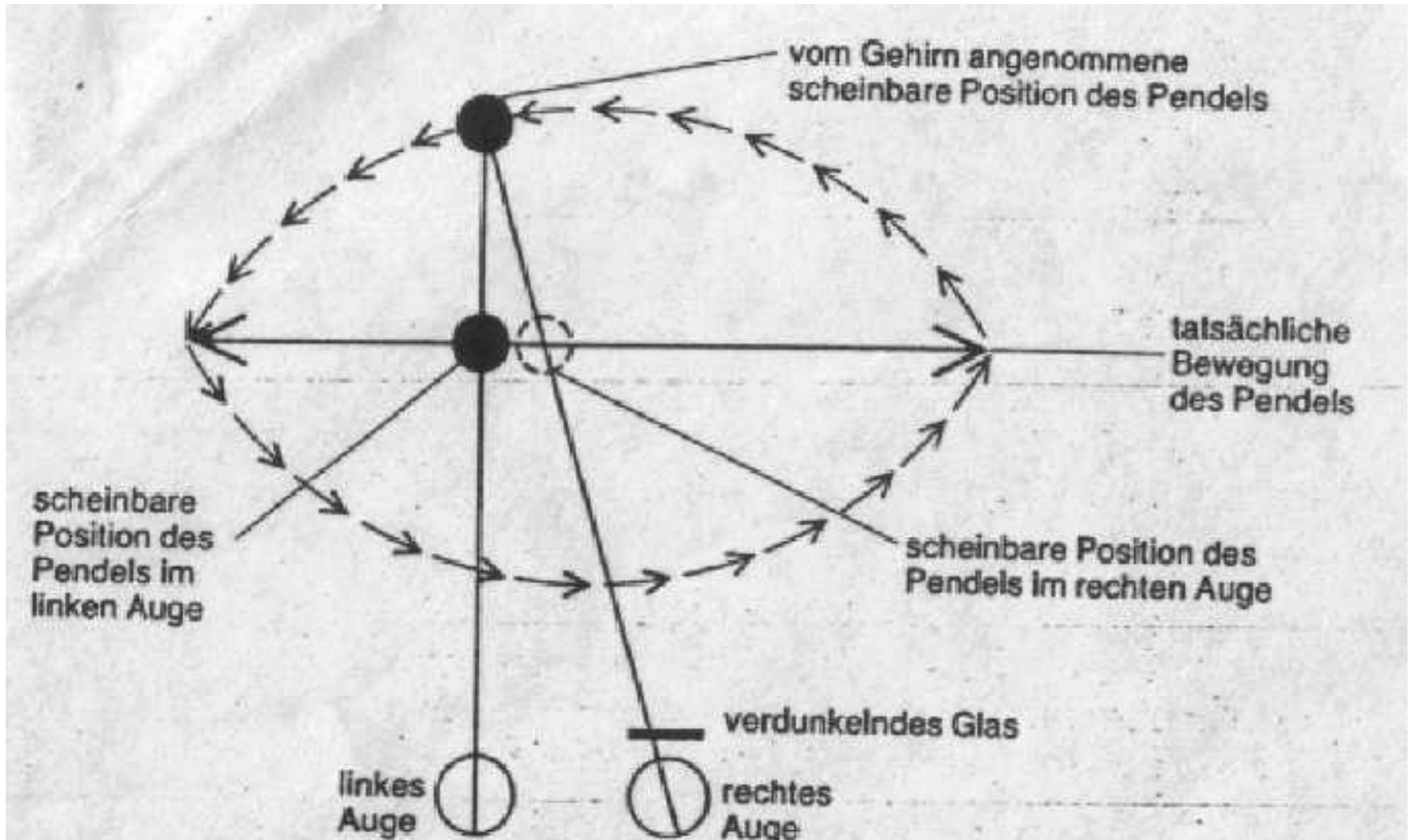
1. Besonderheit des Pendels

2. Wie überprüft man mit dem Pendel die Hypothesen?

1. „Pulfrich- Effekt“

- 1922 von dem Physiker **Carl Pulfrich** entdeckt
- Pendel schwingt gerade Strecke
- Vp betrachtet schwingendes Pendel mit verdunkelter Linse vor einem Auge
Pendel scheint in Ellipsen zu
schwingen

„Pulfrich- Effekt“



Erklärung des Pulfrich Effekts:

- Das verdunkelte Auge spricht auf Lichtreiz langsamer an, als das unverdunkelte

Nachahmung der Querdissipation:



Gehirn hat Eindruck, als ob sich die
Bildpunkte auf der Netzhaut zum
gleichen Zeitpunkt an

verschiedener

Stelle befinden

Annahme:

- Nach Hypothese der „**monokularen Unterdrückung**“: Pulfrich- Effekt verschwindet
- Nach Hypothese der „**Disparationsumkehr**“: Richtung der elliptischen Bewegung kehrt sich um, als wären Linsen vertauscht worden

Ergebnis:

- **Beide Hypothesen sind falsch:**
 - trotz tiefenverkehrter Maske
 - schwingt Pendel elliptische Bahn
 - Drehrichtung der elliptischen
 - Bahn → ändert sich nicht

Schlussfolgerung und Diskussion:

- **Zentrales Ergebnis:**

Eine Tiefenumkehr kann erfolgen auch wenn Gehirn *nachweislich* über alle Tiefeninformationen verfügt, wie es bei „beidäugigen“ Sehen der Fall ist (Querdisparation)

Das Trugbild muss nur überzeugend genug



sein!

Eine ganz entscheidende Rolle beim Sehen...

- ...spielt das *unbewusste Lernen* visueller Eindrücke

 **Die Erfahrung als kluge
Lehrmeisterin!**

- Tiefenumkehr entgegen aller visuellen Theorien nur *bei Gegenständen aus unserem Alltag*