

Seminar: Visuelle Wahrnehmung WS 2001/02

Datum: 20.12.2001

Referentin: Heika Stoßberg

**Thema:**

**Illusionen beim räumlichen Sehen**

Quelle: Yellott, J.I.: Illusionen beim räumlichen Sehen.

Spektrum der Wissenschaft, 9, 1981.

# Überblick

- Eine befremdende Erfahrung
- Grundlagen:
  - Die einäugige Inversion
  - Beidäugiges Sehen
- Zwei Hypothesen der Erklärung
  - Monokulare Unterdrückung
  - Disparationsumkehr

- Experiment
  - Stereogramm
- Die Eigenmächtigkeit des Gehirns

Eine befremdende  
Erfahrung



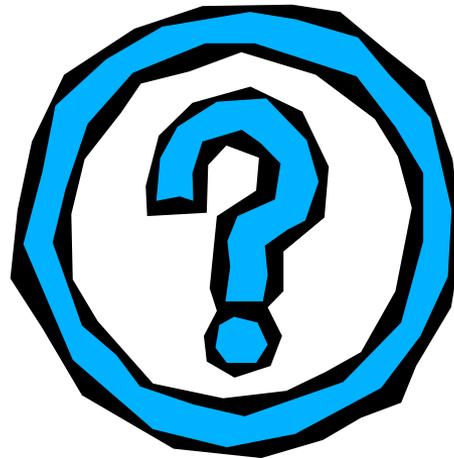
# Was haben wir gesehen?

- Umstülpen einer dreidimensionalen Maske

- Umkehr der Perspektive

(das Innere dreht sich nach außen)  
⇒ Täuschung beim räumlichen  
Sehen

Wie kann es zu einer solchen  
Täuschung kommen?

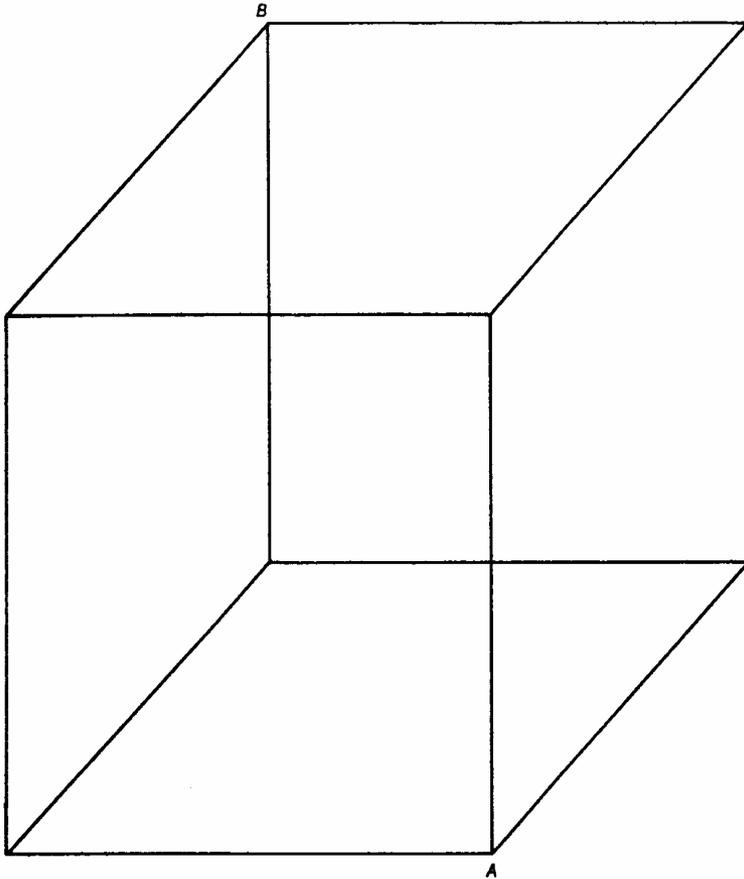


# Begriffe

Unterscheidung zwischen:

- 1. Umkehr in der Perspektive**  
bei mehrdeutigen Bildern (Kippbildern)

# Der Necker Würfel



- Kippbild
- klappt beim Betrachten um  
=> Mehrdeutige Perspektive  
=> Täuschung

# Begriffe

Unterscheidung zwischen:

- 1. Umkehr in der Perspektive**  
bei mehrdeutigen Bildern (Kippbildern)
  
- 2. Binokulare Tiefenumkehr oder  
binokulare Tiefeninversion**  
bei „echten“ dreidimensionalen Objekten



# Grundlagen:

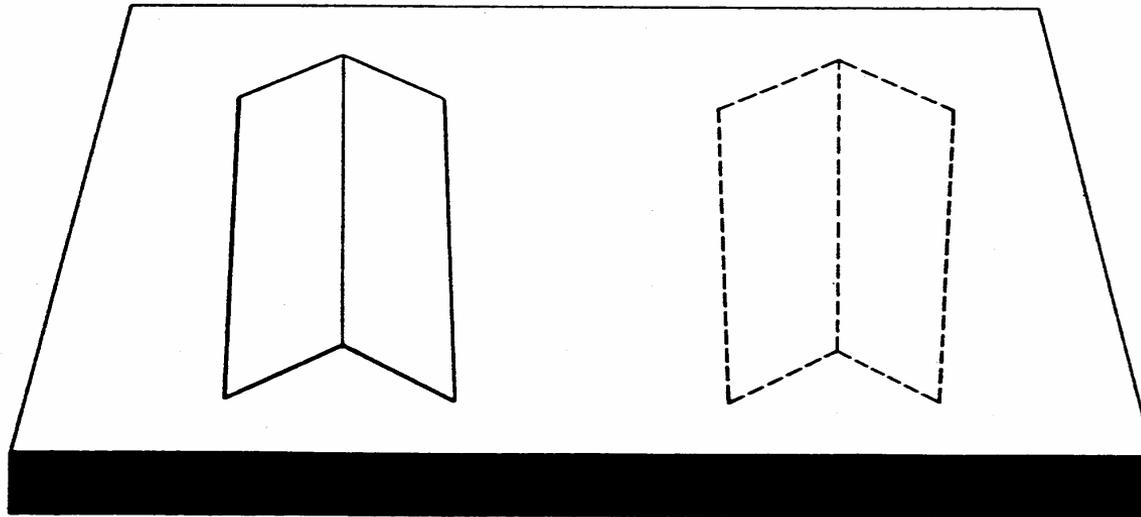
- Die einäugige Inversion (monokulare Inversion)
- Beidäugiges Sehen

# Die einäugige Inversion

- Normalerweise braucht das Gehirn nur wenige Informationen, um die Form eines Gegenstandes richtig zu erraten
- Allein die Akkomodation (Scharfeinstellung) des Auges könnte beim einäugigen Sehen einen eindeutigen Hinweis auf die Tiefe geben

- Sie ist kein Hinderungsgrund umgestülptes Bild für echt zu halten  
=> Gehirn schenkt ihr keine Beachtung, wenn es die Entfernung (Tiefe) eines Gegenstandes schätzt
- Alternative (Hohlform des Gesichts) steht im krassen Gegensatz zur Erfahrung =>
- Gehirn akzeptiert umgestülptes Modell, da es sich mit dem Bild auf der Netzhaut verträgt

Beispiel:  
das Experiment von  
Ernst Mach



- weiße Karteikarte in der Mitte knicken
- wie ein Dach auf eine ebene Fläche legen
- mit einem Auge betrachten:  
=> Karte klappt um, man sieht ein aufrecht stehendes, aufgeschlagenes Buch

# Zur Erinnerung

Der entscheidende Punkt bei der einäugigen Inversion ist:

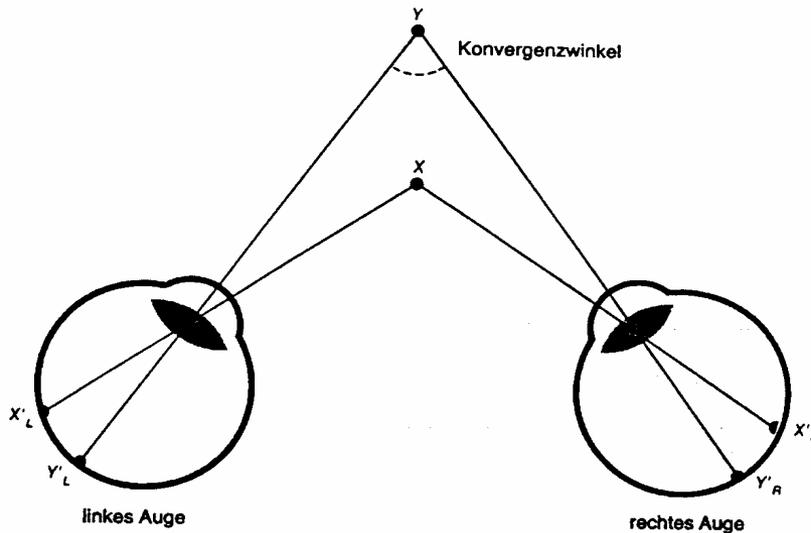
- Alle Hinweise auf räumliche Tiefe lassen sich mit der Annahme eines umgestülpten Objekts vereinbaren

Anders beim beidäugigen Sehen:

# Beidäugiges Sehen

- Zwei Anhaltspunkte für das Erfassen der räumlichen Tiefe
  1. Binokulare Querdisparation
  2. Muskelbewegung (Konvergenzwinkel)

# 1. Binokulare Querdisparation



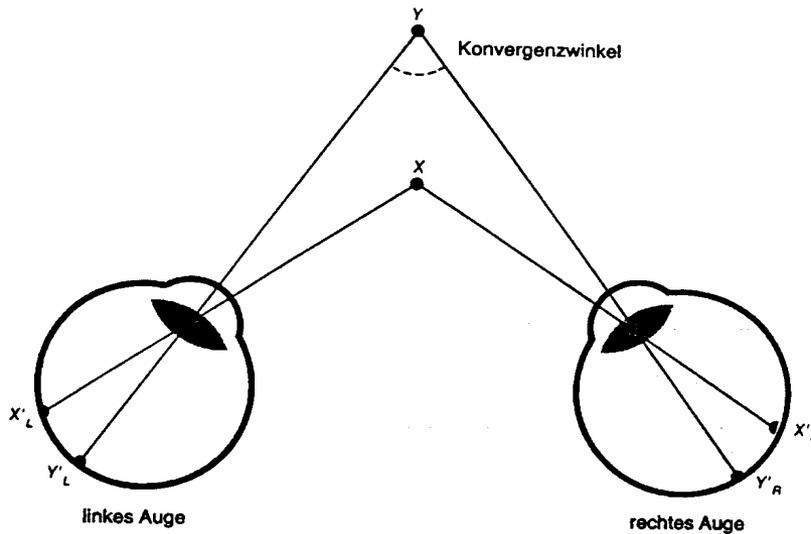
- Punkt  $Y$  wird fixiert, Bild von  $Y$  fällt in die Fovea
- Bildpunkt  $X$  liegt weiter außen auf der Netzhaut

- Sichtlinie trifft sich genau in  $X$
- Annahme  $X$  sei weiter entfernt als  $Y$  nicht mit Netzhautbild vereinbar
- relative gegenseitige Verschiebung von  $X'_L$  und  $X'_R$  = binokulare Querdisparation

# Das bedeutet:

- Tiefeninformation erhält man durch binokulare Querdisparation (Querverschiebung)
- kein Modell eines umgestülpten Gegenstandes, dass sich mit dem Netzhautbild des einen Auges verträgt, ist mit dem des anderen zu vereinbaren!

# 2. Muskelbewegung



- Stellt beide Augen auf gemeinsamen Fixationspunkt ein
- Gibt dem Gehirn Auskunft über den Konvergenzwinkel

und somit über die Entfernung zwischen Beobachter und Fixationspunkt

- Keine Auskunft über nicht fixierte Punkte

# Zusammenfassung

- Die Tiefeninformation durch das Zusammenspiel beider Augen ist mit einer Tiefenumkehr geometrisch nicht vereinbar  
=> Gehirn erhält Daten und müsste alle umgestülpten Modelle zurückweisen!

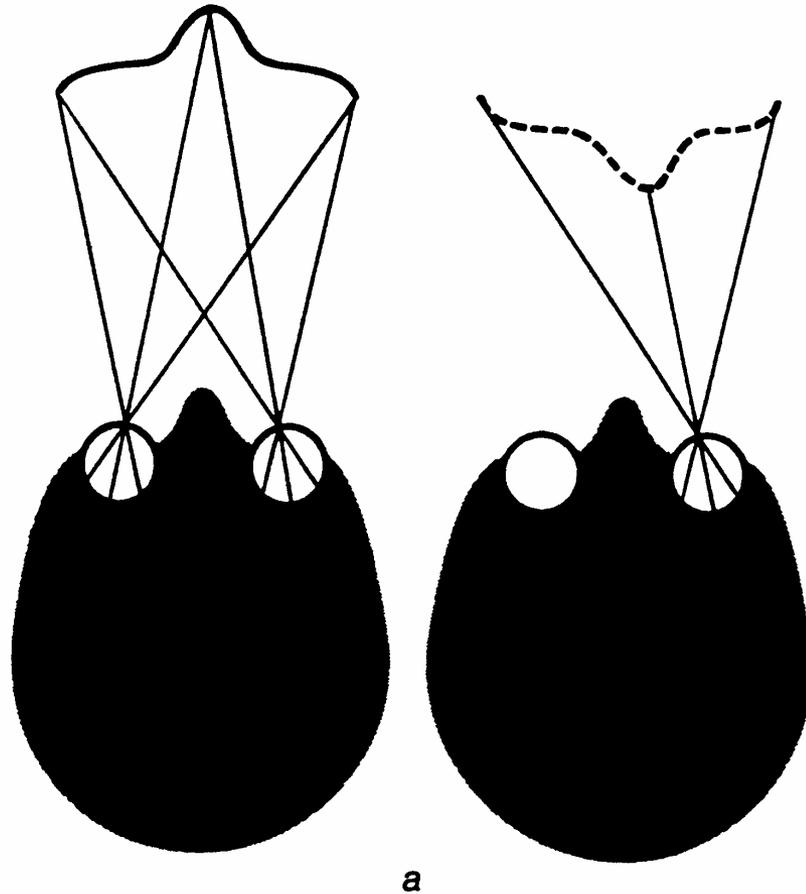
Und nun?



# Zwei Hypothesen

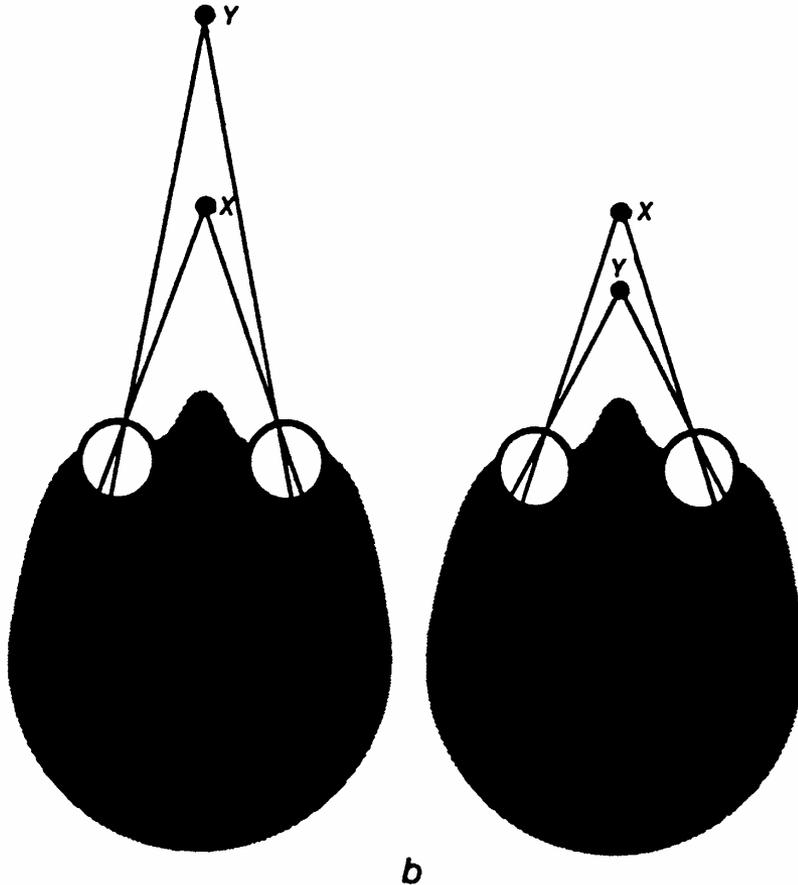
1. Monokulare Unterdrückung
2. Disparationsumkehr

# Monokulare Unterdrückung



- Das wahrgenommene Bild wird vom linken Auge unterdrückt => Tiefenumkehr: gleiche Situation, wie beim monokularen Sehen (monokulare Inversion)

# Disparationsumkehr



- Gehirn verwertet Information von beiden Netzhautbildern
- Verwechslung der Netzhautbilder (links-rechts)  
=> Punkt Y liegt in der Verkehrung nicht hinter, sondern vor dem Fixationspunkt X

# Ein Experiment

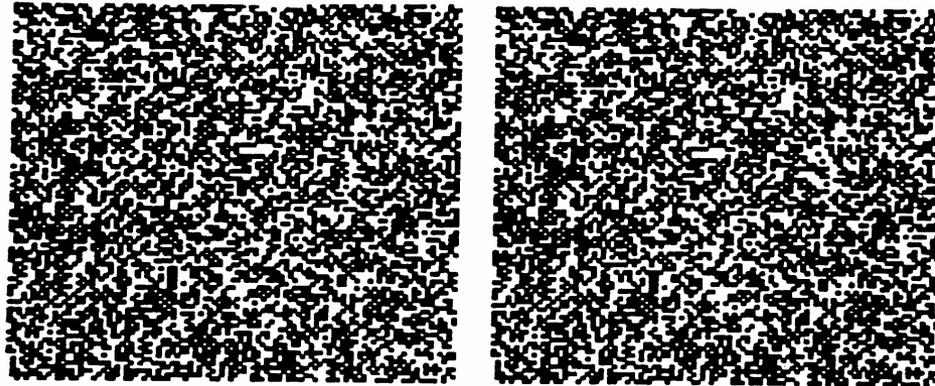
mit dem sich beide Hypothesen zugleich  
überprüfen lassen

- Das Stereogramm Experiment

# Stereogramm

- Ein Bildpaar, das einen Tiefeneindruck hervorruft
- Scheinbare Tiefenwahrnehmung = stereoskopisches Sehen

# Stereo-Zufallsmuster

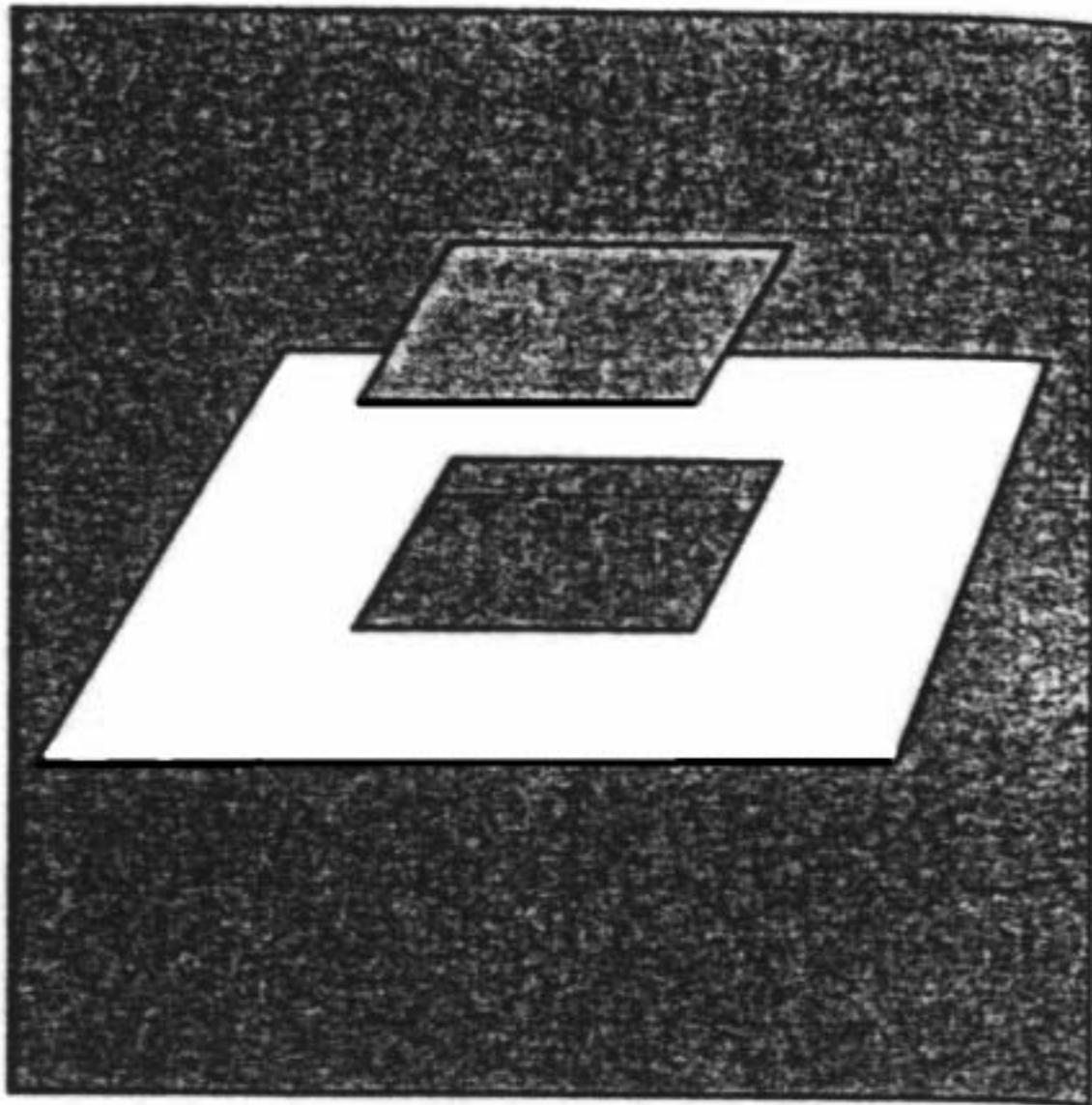


- Beide Bilder sind identisch bis auf den quadratischen Ausschnitt in der Mitte
- Quadrat im linken Bild leicht nach rechts, im rechten leicht nach links verschoben

- Das eine Bild wird mit dem linken Auge, das andere mit dem rechten betrachtet
- Tiefeneindruck wird hervorgerufen
- Die Unterschiede (Quadrate) simulieren genau die Querdissipation, die ein räumlicher Gegenstand erzeugen würde

# Was hätten wir jetzt sehen sollen?

- Binokulare Querdissparation wird als Tiefe interpretiert  
=> es entsteht der Eindruck, als schwebte das Quadrat in der Mitte vor dem Hintergrund
- Übrigens 2% der Bevölkerung sind „stereo-blind“



# Das Stereogramm-Experiment

- Bilder übereinander drucken
- Ein Bild in rot, eines in grün darbieten
- Vp`s ein Brille aufsetzen (ein Glas: rot Filter, das andere: grün Filter)
- Ein solches Stereogramm => Anaglyphen
- Anaglyphen auf die Innenseite einer Maske projizieren

# Frage:

- Stereogramm: Quadrat müsste vor dem Hintergrund schweben
- Maske: Gesicht müsste sich umstülpen
- Doch was passiert, wenn man Maske und Stereogramm gleichzeitig gezeigt bekommt?

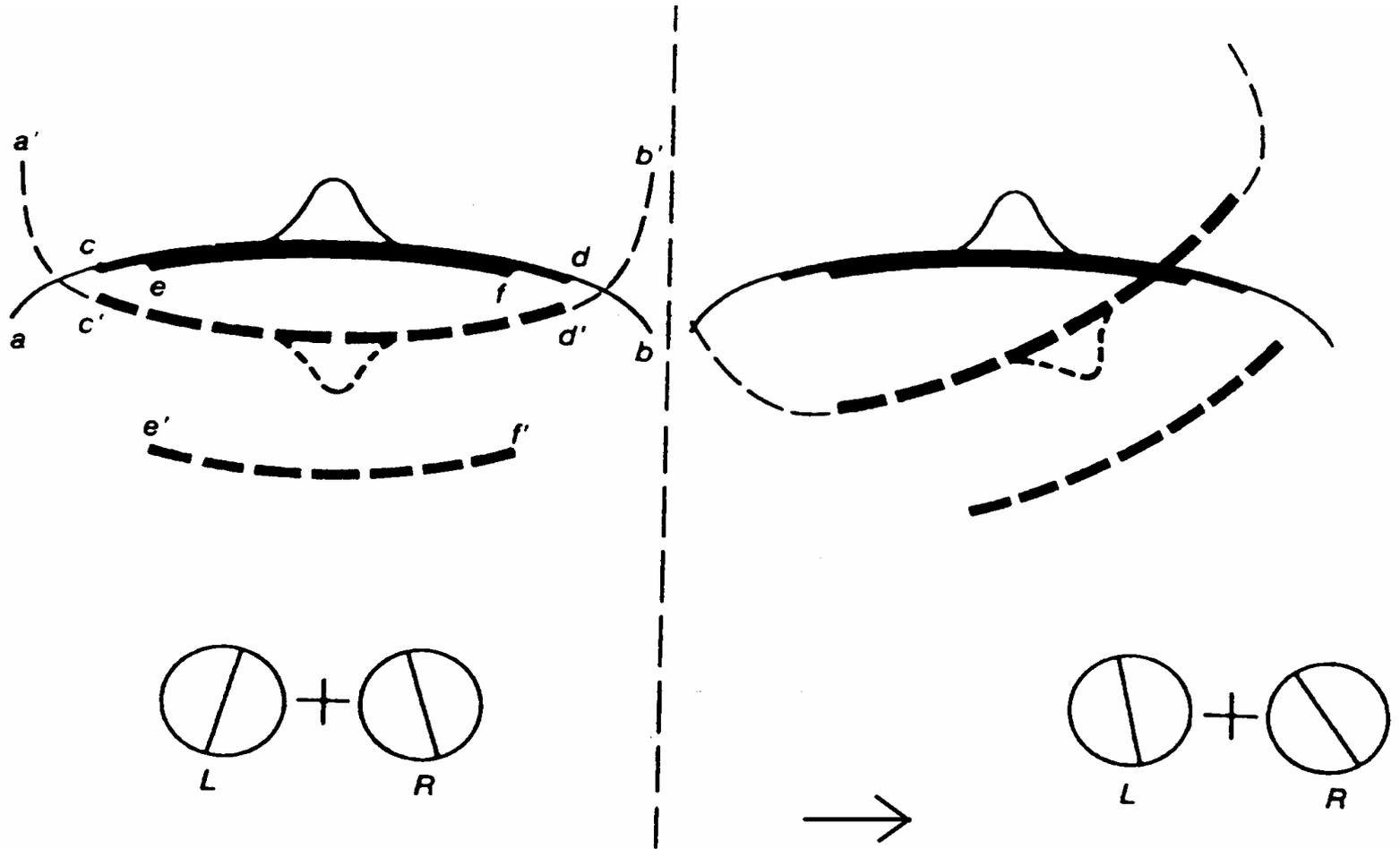
# Monokulare Unterdrückung

- räumlicher Eindruck müsste ganz verschwinden
- Quadrat würde unsichtbar, da das stereoskopische Sehen die Überlagerung der von beiden Augen wahrgenommenen Bilder benötigt

# Disparationsumkehr

- Der räumliche Eindruck müsste erhalten bleiben
- Perspektive sollte sich umkehren: Quadrat müsste hinter der Bildebene schweben

# Versuch



# Ergebnis:

- Man kann das Stereogramm auch dann räumlich sehen, wenn das Gesicht umgestülpt erscheint => monokulare Unterdrückung scheidet aus
- Quadrat schwebt weiterhin vor der Bildebene => Disparationsumkehr scheidet ebenfalls aus
- Beide sind falsch!!

Und nun?

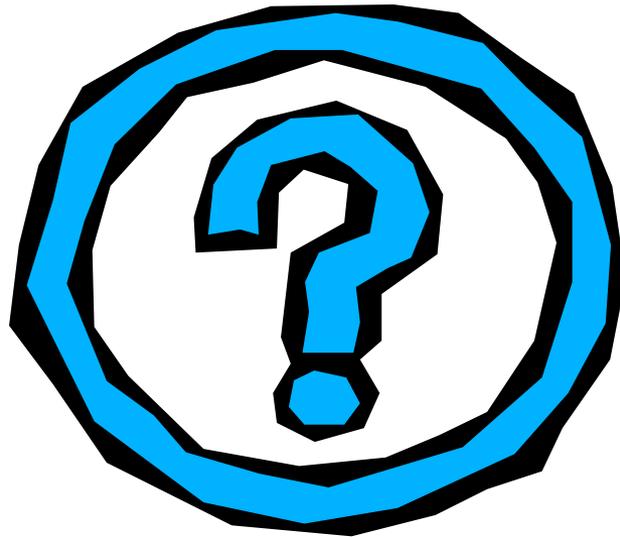


# Die Eigenmächtigkeit des Gehirns

- Zentrales Ergebnis: Tiefenumkehr kann auftreten, obwohl das Gehirn nachweislich alle verfügbaren Tiefeninformationen zur Kenntnis genommen hat
- Eine ganz entscheidende Rolle spielt das unbewusste Lernen visueller Eindrücke und die lebenslange Erfahrung

„Der Schlüssel zum  
Verständnis dieser  
binokularen Welt muss erst  
noch gefunden werden“

# Noch Fragen



Vielen Dank  
für die  
Aufmerksamkeit!