

**Seminar:** Visuelle Wahrnehmung

**Datum:** 8. November 2001

**Referentin:** Iris Skorka

**Dozent:** Prof. Dr. Gegenfurtner

## **Ernst Mach: “Über die Wirkung der räumlichen Verteilung des Lichtreizes auf die Netzhaut “**

1. Überblick:
2. Experiment “rotierende Scheiben”
3. Weitere Beobachtungen Mach’s
4. Psychophysikalische Erklärung Mach’s (1866)
5. Simultankontrast
6. Laterale Hemmung
7. Zusammenfassung

## **Ernst Mach (1838 - 1916)**

- Österreichischer Physiker, Wissenschaftshistoriker und Philosoph
- Studierte in Wien
- 1864 Professor für Mathematik in Graz
- 1867 Professor für Physik in Prag
- 1895 bis 1901 Professor für Philosophie und Geschichte der induktiven Wissenschaften in Wien

## **Literatur:**

- Mach, E.: *Über die Wirkung der räumlichen Verteilung des Lichtreizes auf die Netzhaut*. Sitzungsberichte der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaft, Band 52, 1866
- Birbaumer, N., Schmidt, R. F.: *Biologische Psychologie*, Berlin 1999
- Staedtler, T., *Lexikon der Psychologie*, Stuttgart 1998
- Goldstein, E. B.: *Wahrnehmungspsychologie. Eine Einführung*. Heidelberg, 1997

## Experiment mit Scheibe "Stern"

### **Beobachtung:**

In der Mitte ist ein schwarzer Kreis zu sehen. Daran schließt sich ein dunkelgrauer Ring an, schließlich bis zum Rand ein hellgrauer.

Dort, wo die Ringe Aneinanderstoßen, zeigen sich schmale Zonen abweichender Helligkeit (dunklere Bänder). Diese Ringe werden nach ihrem Entdecker Ernst Mach "Mach-Bänder" genannt.

## Experiment mit um Zylinder geklebte Streifen:

### **Beobachtungen:**

Überall, wo die Lichtkurve einen Knick hat, erscheint diese Stelle heller oder dunkler als die Umgebung.

Nicht die Steigung einer Veränderung der Lichtkurve ist von Bedeutung, sondern nur Krümmungen und Knickungen.

Wenn die Knickung gegen die Absissenachse konkav ist, erscheint die Stelle heller, wenn sie gegen die Absissenachse konvex ist, erscheint die Stelle dunkler.

An Wendepunkten gibt es eine scharfe Grenze zwischen Licht und Schatten.

"Das Sehorgan zeigt ein gewisses unverkennbares Streben zu schematisieren, indem es bloß auffallende Ungleichförmigkeiten beachtet" (Mach)

Bei den Mach-Bändern handelt es sich um ein Kontrastphänomen.

### **Weitere Beobachtungen:**

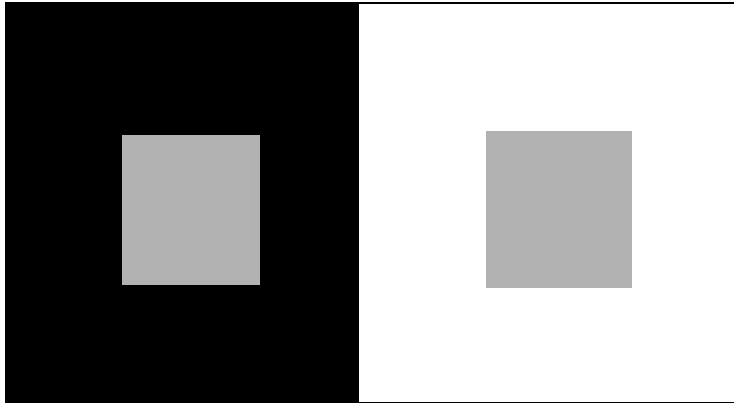
- Mach-Bänder sind überall zu beobachten, wo eine Fläche mit höherer an eine Fläche mit niedrigerer Lichtintensität stoesst.
- Die Streifen können bei allen Beleuchtungen (Kerzenlicht, Dämmerung, Sonnenschein, elektrische Beleuchtung)
- Bei einem schwarz-weißen Schachbrett bleiben die Helligkeitsverhältnisse zwischen den schwarzen und den weißen Feldern bei unterschiedlicher Beleuchtung erhalten. D.h. bei strahlendem Sonnenschein wirken die schwarzen Felder dunkler und die weißen Felder heller, als in der Dämmerung, der Kontrast bleibt aber im gleichen Verhältnis erhalten.

### **Erklärung:**

Die dem Reiz korrespondierte Sinnesempfindung wächst nicht proportional zur Reizintensität, sondern nur logarithmisch., d.h. eine Verdopplung der Reizstärke führt nicht zu einer Verdopplung der Empfindung, sondern zu deutlich weniger. (*Fechnersches Gesetz*)

### **Erklärung des Phänomens durch Mach (1866):**

- Das Phänomen ist einzig und allein durch eine Wechselwirkung benachbarter Netzhautstellen erklärbar.
- Das bedeutet wiederum, dass es zwischen den einzelnen Netzhautstellen einen anatomischen Zusammenhang geben muss.
- Die Stäbchen machen es zum Teil unter sich aus, was sie an den Sehnerv weiterleiten.



### **Simultankontrast:**

Wenn die beiden Quadrate trotz gleicher Farbe auf unterschiedlichem Hintergrund verschieden wahrgenommen werden, spricht man von einem *Simultankontrast*.

### **Simultaner Grenzkontrast:**

Die vier Flächen sind gleichmässig gefärbt. Die Flächen erscheinen aber jeweils am linken Rand heller und am rechten Rand dunkler. Würde man die Lichtintensität der beiden mittleren Flächen messen, ergibt sich Bild b. Bild c beschreibt die tatsächliche Helligkeitswahrnehmung.

## **Retikulaere Laterale Hemmung**

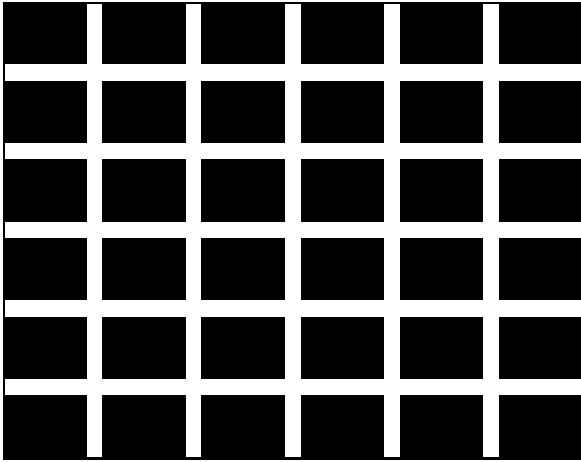
Ein visueller Reiz ändert sich sprunghaft, zum Beispiel durch einen starken Kontrast.

Die entsprechenden Rezeptoren werden proportional zur Reizintensität erregt. Sie senden bahnende Impulse zu den darunter liegenden Nervenzellen und gleichzeitig über so genannte Kollateralen zu "Interneuronen", die die jeweils nebenliegenden Nervenzellen in entsprechendem Ausmass hemmen.

Am Reizsprung wird die Nervenzelle hinter dem letzten schwach gereiztem Rezeptor von dem danebenliegendem stark gereiztem Rezeptor stärker gehemmt.

Umgekehrt wird die Nervenzelle hinter diesem von nebenliegenden schwach gereiztem Rezeptor schwächer gehemmt.

Daraus resultiert die Kantenueberhoehung bei der Empfindung.



### **Hermannsches Gitter:**

Die Kreuzungspunkte der weissen Linien erscheinen dunkler. Die Verdunklung ist aber nur eine optische Täuschung, die durch laterale Hemmung entsteht. An den Kreuzungspunkten erhalten die Rezeptoren von vier Seiten her laterale Hemmung während die von anderen Teilen der weissen Linien stimulierten Rezeptoren nur von zwei Seiten her gehemmt werden. Der Effekt entsteht nicht, wenn man einen bestimmten Kreuzungspunkt fixiert, oder zwei Reihen der schwarzen Quadrate abdeckt

### **Zusammenfassung:**

- Unser Wahrnehmungssystem nimmt vor allem Veränderungen und Unterschiede wahr. Flächen von Gleichförmig ansteigender Helligkeit werden oft für gleichförmig gehalten. Deshalb können wir Konturen besonders gut erkennen.
- Ein physikalisch gleicher Reiz wird in Abhängigkeit seiner Umgebung unterschiedlich wahrgenommen, und zwar so, dass der Unterschied zur Umgebung ausdrücklich betont wird. (Simultankontrast). Der Simultankontrast verbessert die Sehschärfe und das Formensehen.
- Erreicht wird diese Kontrastverstärkung durch laterale Hemmung
- Das Phänomen der lateralen Hemmung tritt nicht nur bei der visuellen Wahrnehmung auf, sondern auch bei anderen Sinneswahrnehmungen.