

# Modul M1 – Allgemeine Psychologie

## Vorlesung

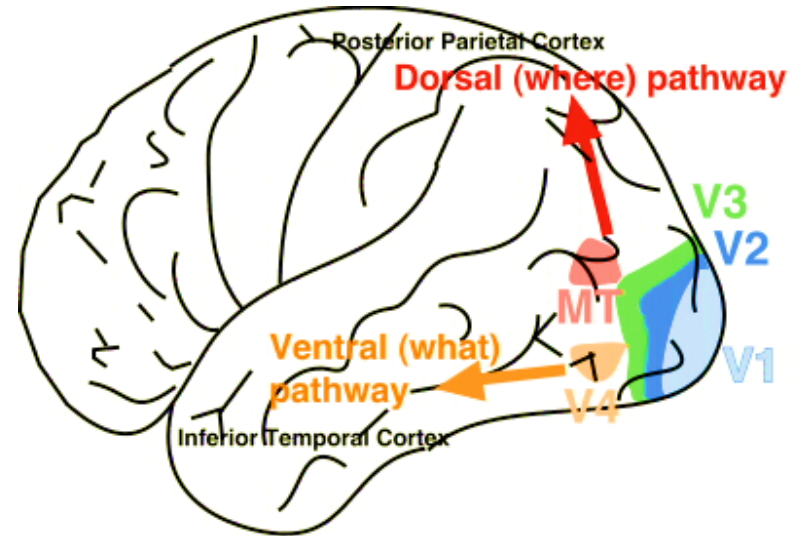
Prof. Dr. Florian Kattner

Professur für Allgemeine Psychologie


Health and Medical University

Olympischer Weg 1

14471 Potsdam

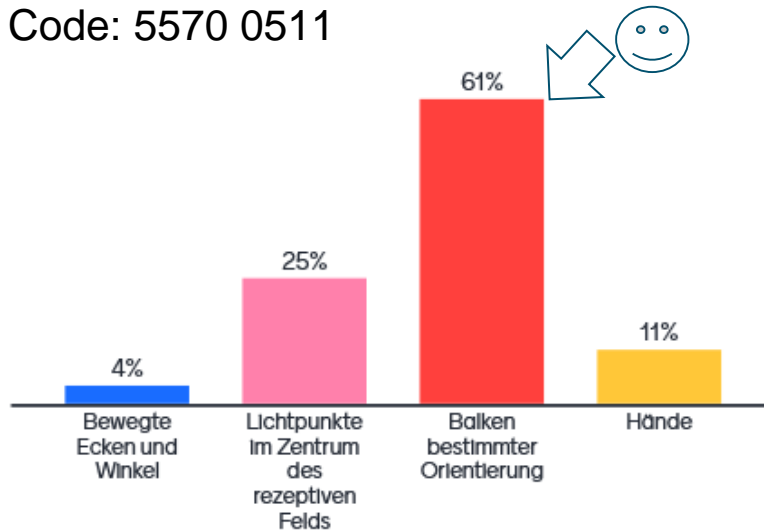


# Plan der Vorlesung

Nr.	Datum	Thema
1	12.10.2021 (Di)	Einführung: Was ist Allgemeine Psychologie?
2	19.10.2021 (Di)	Psychophysik I: Schwellenmessung
3	26.10.2021 (Di)	Psychophysik II: Skalierung, adaptive Verfahren und Signalentdeckungstheorie
4	02.11.2021 (Di)	Visuelle Wahrnehmung I: Grundlagen des Sehens
5	09.11.2021 (Di)	Visuelle Wahrnehmung II: Neuronale Verarbeitung (Retina)
6	16.11.2021 (Di)	Visuelle Wahrnehmung III: Kortikale Organisation
	7	23.11.2021 (Di) Visuelle Wahrnehmung IV: Farbwahrnehmung
8	30.11.2021 (Di)	Visuelle Wahrnehmung V: Tiefen- und Größenwahrnehmung
9	06.12.2021 (Mo)	Auditive Wahrnehmung I: Grundlagen des Hörens
10	14.12.2021 (Di)	Auditive Wahrnehmung II: Richtungshören und auditive Szenenanalyse
11	11.01.2022 (Di)	Aufmerksamkeit
12	18.01.2022 (Di)	Gedächtnis I: Gedächtnissysteme und Arbeitsgedächtnis
13	25.01.2022 (Di)	Gedächtnis II: Langzeitgedächtnis
14	01.02.2022 (Di)	Gedächtnis III und Sprache
15	08.02.2022 (Di)	Wiederholung und Fragestunde

# Mentimeter

- Worauf reagiert eine einfache Cortexzelle am stärksten?
- <https://www.menti.com/e9zwduh4hb>
- Code: 5570 0511



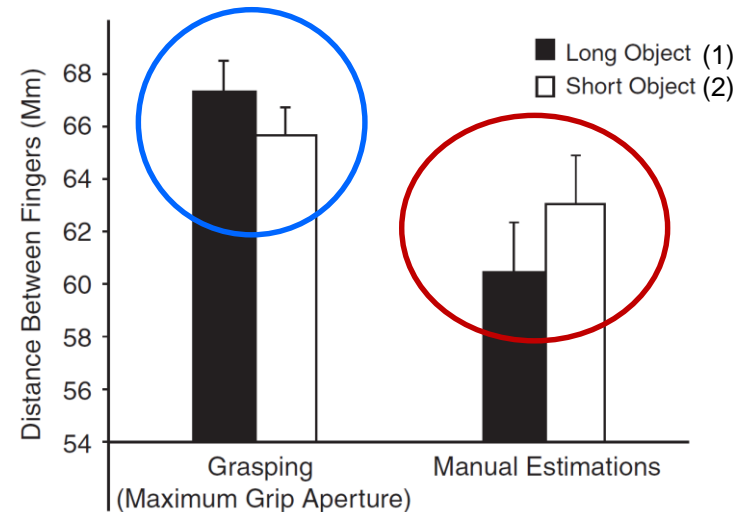
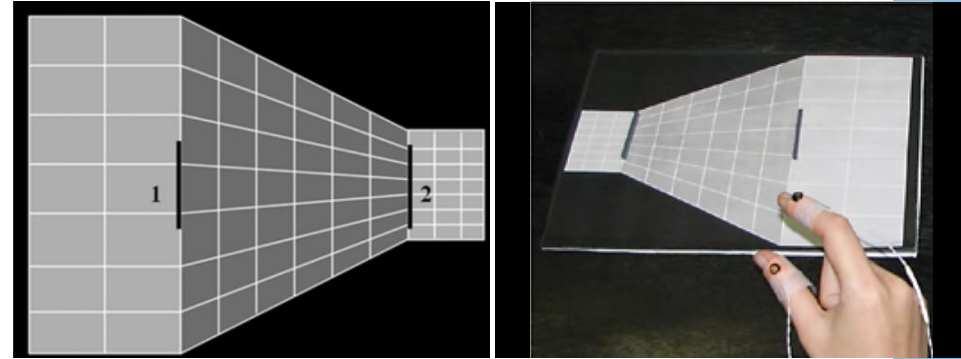
<https://www.mentimeter.com/s/00c570b253c8a1ca38a29e3397639204/dc6b948d542e>

# Doppelte Dissoziation

- **Visuelle Täuschung:** Linie 1 erscheint kürzer, obwohl sie tatsächlich länger ist.
- **Aufgabe 1 (Schätzen):** Schätzen Sie die Linienlänge (1 oder 2) mit den Fingern!
- **Aufgabe 2 (Greifen):** Nehmen Sie die Linie (1 oder 2) zwischen die Finger!

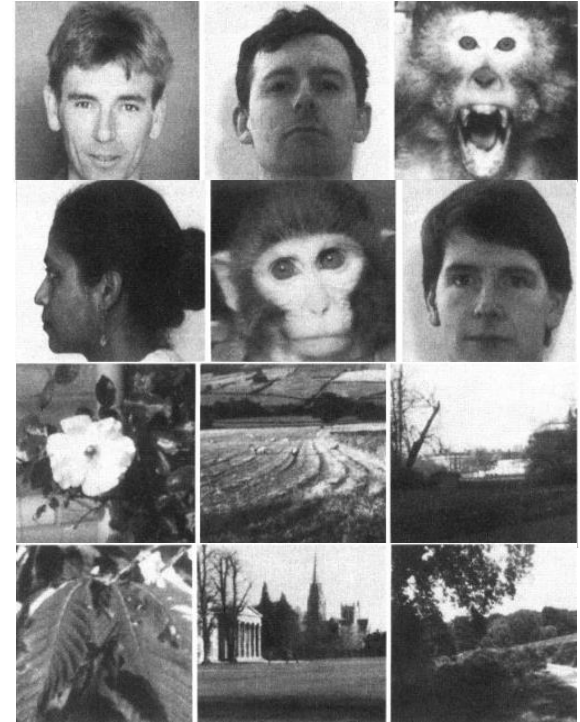
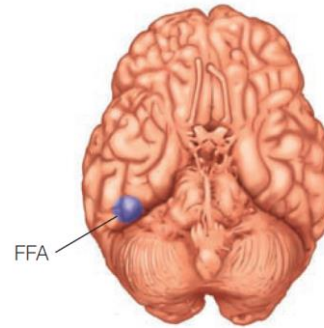
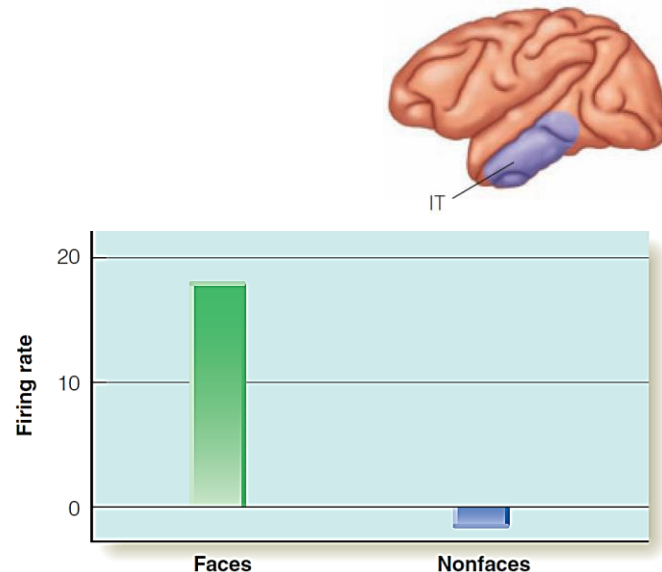
→ Gemessen wurde Fingerabstand:

- Bei der **Schätzaufgabe** war der Fingerabstand für Linie 1 kürzer als für Linie 2 (→ visuelle Täuschung im **ventralen Strom**)
- Bei der **Greifaufgabe** war der Fingerabstand für Linie 1 größer (keine Wahrnehmung der Täuschung im **dorsalen Strom** → dient der Handlungssteuerung)



# Verarbeitung in höheren visuellen Arealen

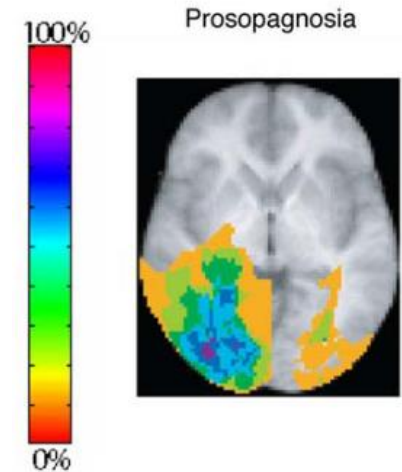
- Fusiformes Gesichtsareal (Fusiform Face Area, FFA):**  
 Neuronen, die selektiv durch Gesichter aktiviert werden,  
 aber nicht durch andere Reize (z.B. Früchte, Blätter,  
 Geräte, Landschaften, Gebäude)



Rolls, E. T., & Tovee, M. J. (1995). Sparseness of the neuronal representation of stimuli in the primate temporal visual cortex. *Journal of neurophysiology*, 73(2), 713–726. <https://doi.org/10.1152/jn.1995.73.2.713>

# Prosopagnosie (neuropsychologische Störung)

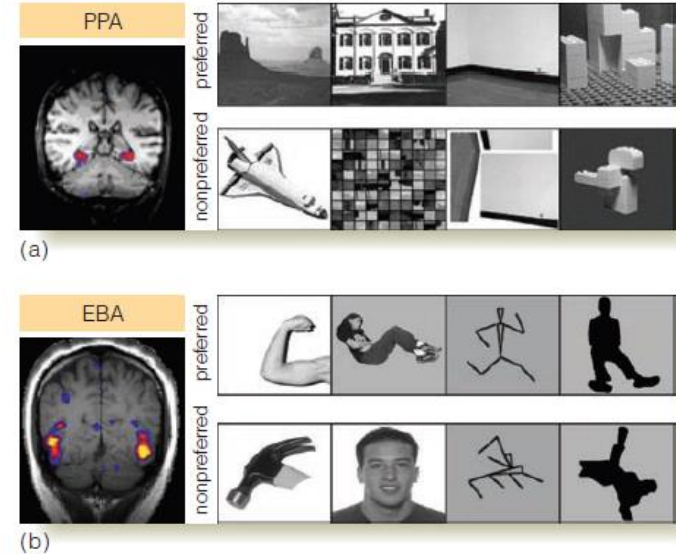
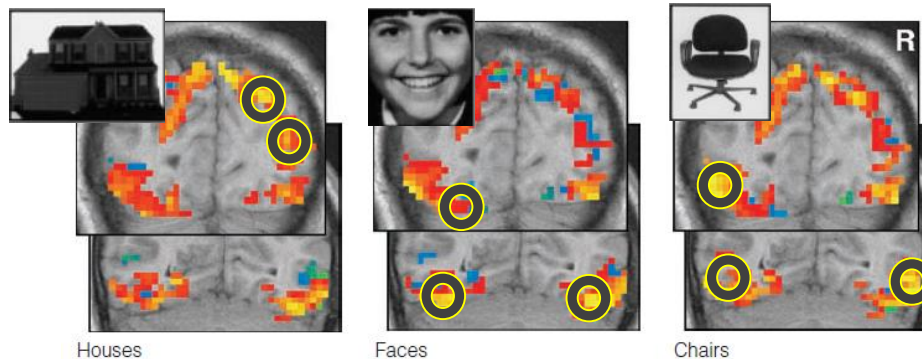
- Schwierigkeiten beim Erkennen von Gesichtern vertrauter Personen (bis hin zum eigenen Gesicht im Spiegel) nach Schädigungen des Temporallappens im Bereich des fusiformen (und okzipitalen) Gesichtsareals.



Bereich überlappender Läsionen  
bei 8 Patienten mit Prosopagnosie

# Verarbeitung in höheren visuellen Arealen

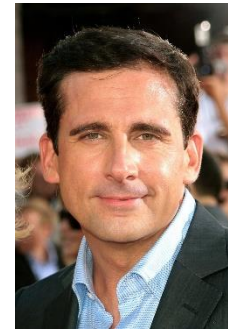
- **Parahippocampal Place Area (PPA):** Aktivierung durch Bilder von Orten, Szenen und Innenräumen
- **Extrastriate Body Area (EBA):** Aktivierung durch Bilder von Körpern und Körperteilen (nicht durch Gesichter)
- Neben Aktivierungen in spezifischen Arealen werden durch die meisten Stimuli auch andere Areale im Kortex aktiviert (z.B. Ishai et al., 2000)





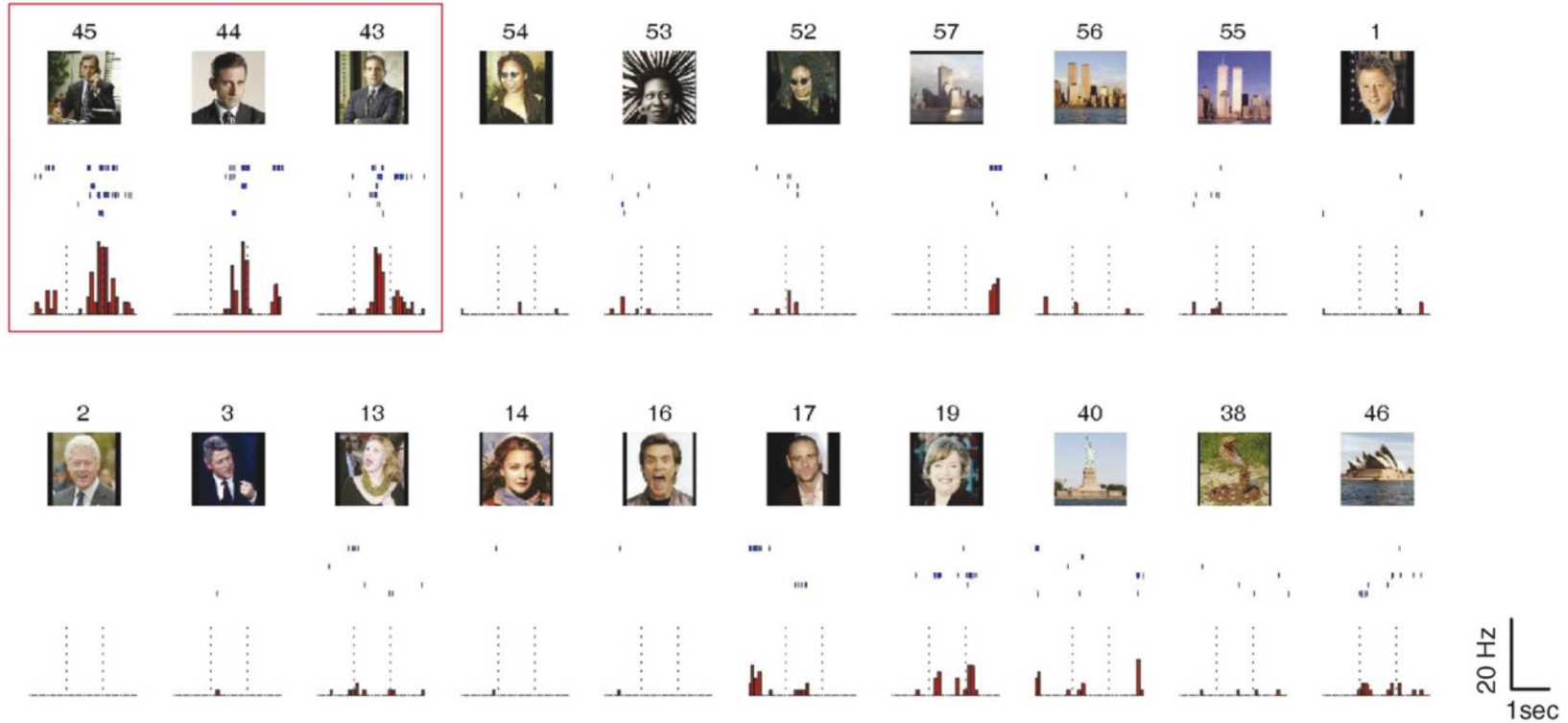
# Sensorische Kodierung

- Wie wird die Wahrnehmung von Merkmalen im Feuern von Neuronen repräsentiert?
  - a) **Einzelzellkodierung:** wahrgenommene Objekte sind durch das Feuern einzelner Neurone repräsentiert (Jerry Lettvin und Jerzy Konorski, 1967).  
→ „**Großmutterzelle**“
  - b) **Ensemblekodierung:** Aktivitätsmuster einer großen Zahl feuernder Neurone bestimmt die Wahrnehmung eines Objekts.
- **Sparsame Kodierung:** Kleine Gruppen von Neuronen im rechten anterioren Hippocampus (Temporallappen) feuern selektiv, wenn Fotos des Schauspielers *Steve Carell* präsentiert wurden (Quiroga et al., 2008).

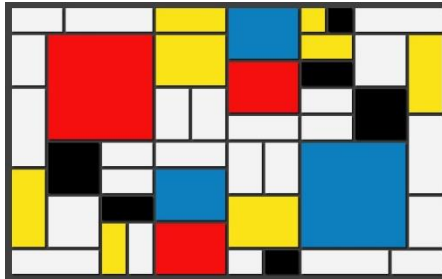




# Ensemble Codierung

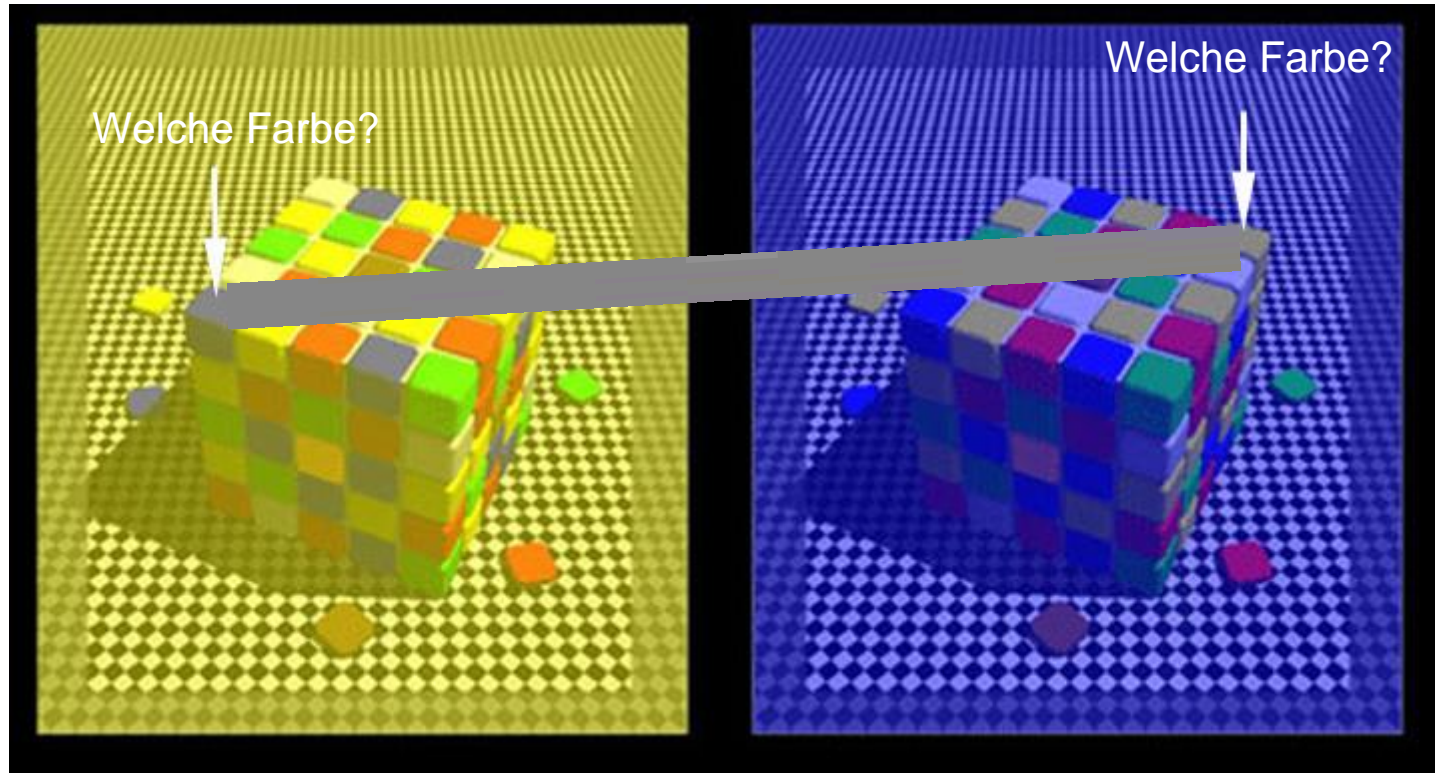


# Farbwahrnehmung



Piet Mondrian (1872-1944)  
Niederländischer Konstruktivismus

# Farbwahrnehmung



# Funktionen der Farbwahrnehmung

1. **Objektidentifikation**
2. **Signalfunktion**



Welche Tomaten können Sie schon ernten?



Benennen Sie die Objekte:



Dürfen Sie weiterfahren?



# Funktionen der Farbwahrnehmung

- Farbe erlaubt es, Objekte gleicher Helligkeit und Textur zu unterscheiden (z.B. Blüten vs. Blätter)
- Wo sind die Blüten?
  1. Helligkeitsbild (nur Graustufen)
  2. Isoluminantes Farbbild
  3. Bild mit Helligkeits- und Farbunterschieden





# Funktionen der Farbwahrnehmung

- **Wo ist die Sonne?**

→ Wahrnehmung von Objekten: Farbwahrnehmung erlaubt uns, isoluminante Objekte (gleiche Helligkeit) zu unterscheiden!



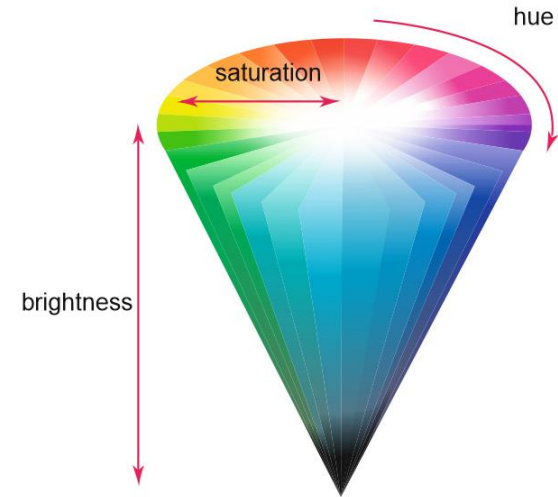
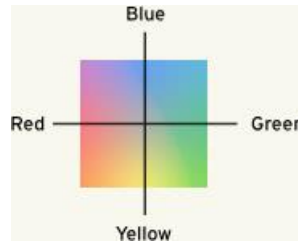
Claude Monet (1873): Impression, soleil levant  
*Musée Marmottan Monet*



# Wie viele Farben gibt es?



- Spektrum sichtbaren Lichts: 400 und 700 nm
- Farbe = Empfindung, die es uns erlaubt, strukturlose Oberflächen gleicher Helligkeit zu unterscheiden
- Kategoriale Farbwahrnehmung (abrupte Übergänge)
  - 400-450 nm: violett
  - 450-500 nm: blau
  - 500-575 nm: grün
  - 575-590 nm: gelb
  - 590-620 nm: orange
  - 620-700 nm: rot
- Grundfarben: Blau, Grün, Gelb, Rot?

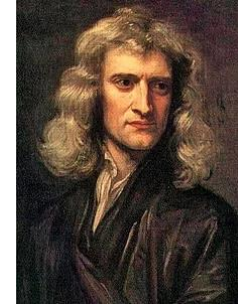


ca. 200 Farbtöne, 20 Sättigungsstufen  
 und 500 Helligkeitswerte  
 unterscheidbar → 1 Mio. Farben

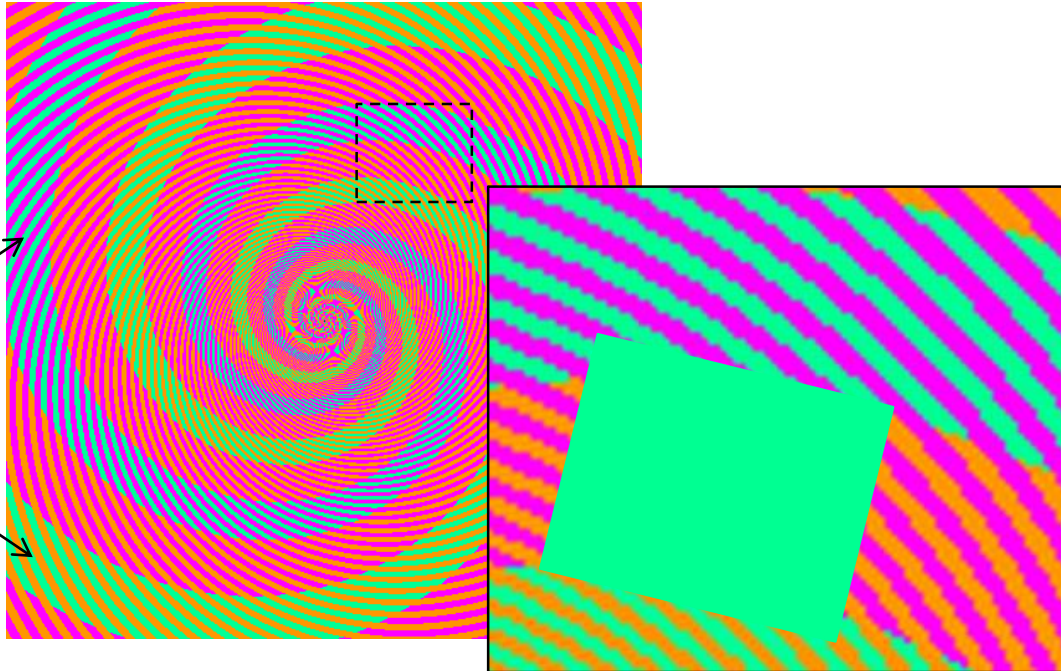


# Rays are not coloured

- The rays to speak properly are not coloured. [...] there is nothing else than a certain power and a disposition to stir up a sensation of this or that colour*



Sir Isaac Newton  
(1642-1726)

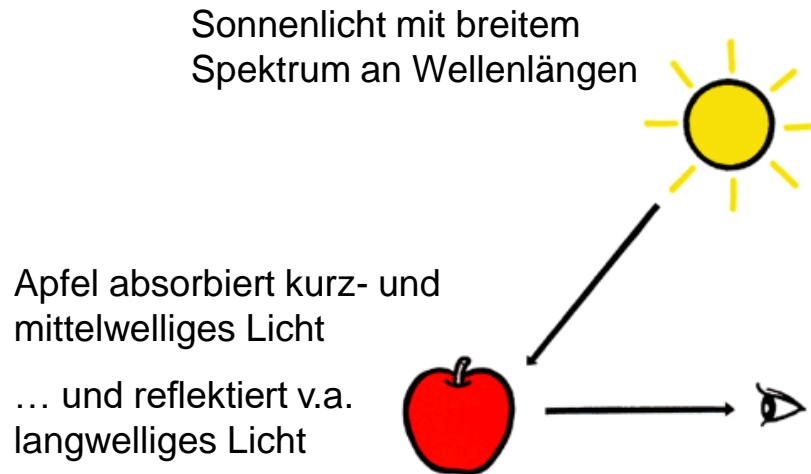


Blaue Spirale?

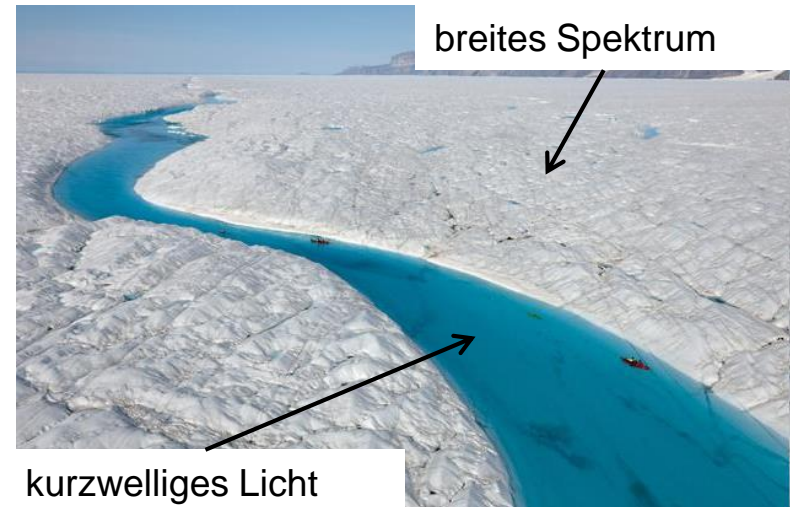
Grüne Spirale?

# Reflektanz und Absorption

- Die Farbe eines Objektes (bzw. die Wellenlängen, die im Auge ankommen) wird von der spektralen Zusammensetzung von (a) der **Lichtquelle** und (b) der **Reflektanz** des Objekts bestimmt.

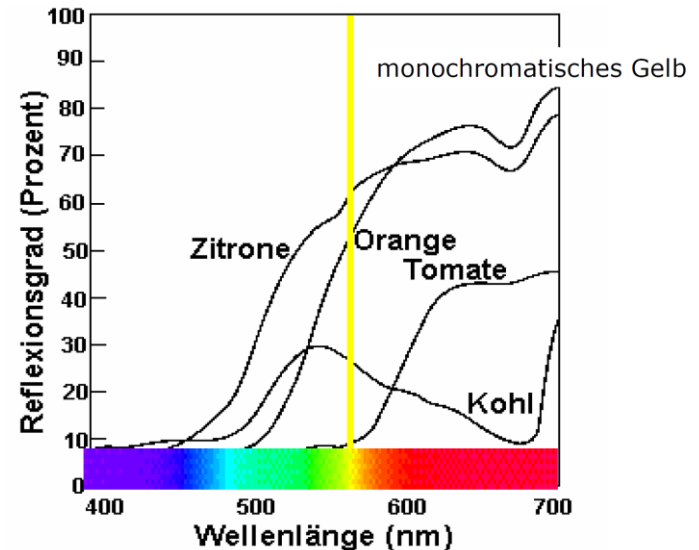


Welche Wellenlängen werden hier reflektiert?



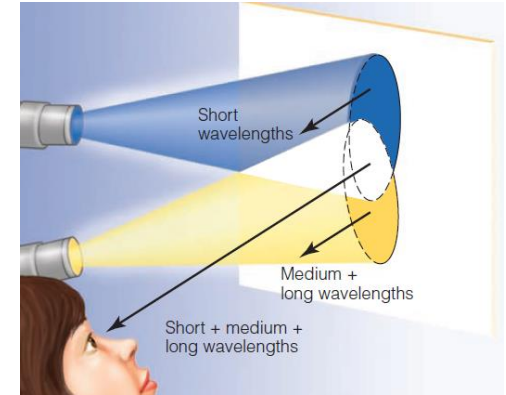
# Reflektanz und Absorption

- Sonnenlicht enthält zunächst alle Wellenlängen, ein Teil davon wird jedoch (abhängig von den Pigmenten auf der Oberfläche eines Objekts) absorbiert, der Rest wird reflektiert:

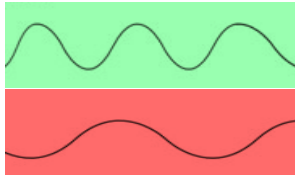


# Additive Farbmischung (Lichtquellen)

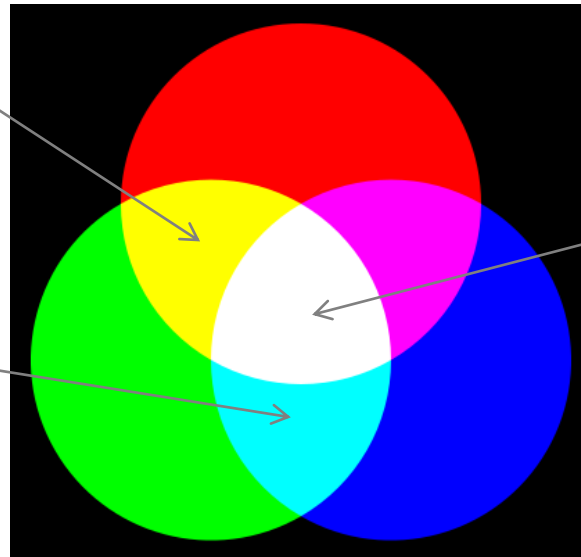
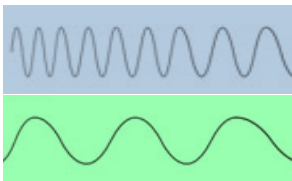
- Bei Überlagerung mehrerer **Lichtquellen** ist das Ergebnis die **Summe der Strahlungen**.
- Beispiel: Monitore → R/G/B-Lichter überlagern sich



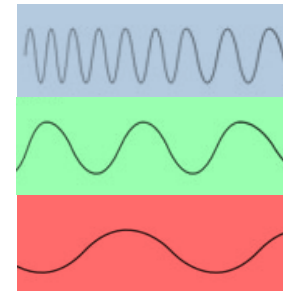
Mittlere und lange Wellenlängen



Mittlere und kurze Wellenlängen

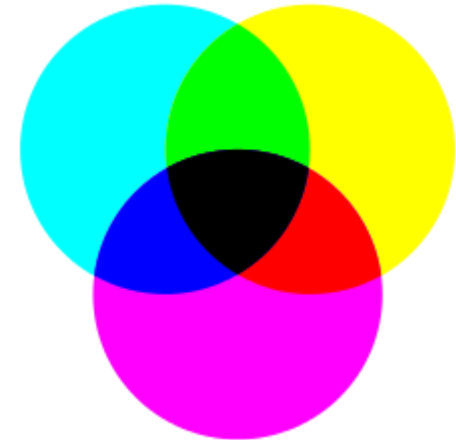
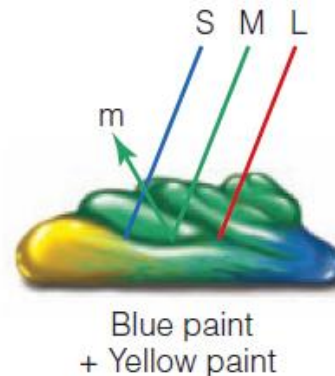
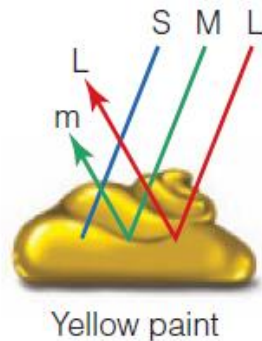
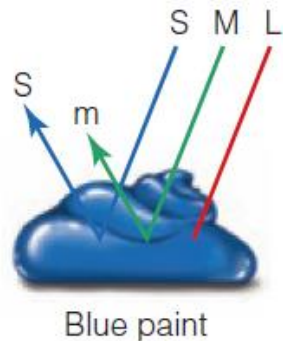


Alle Wellenlängen



# Subtraktive Farbmischung (reflektiertes Licht)

- Bei **Pigmentfarben** wird Licht von der Oberfläche **absorbiert**, dadurch erreicht weniger Licht das Auge (Subtraktion)
  - Blaue Pigmentfarben** absorbieren langwelliges Licht (rot, orange, gelb und etwas grün).
  - Gelbe Pigmentfarben** absorbieren kurzwelliges Licht (v.a. blau und etwas grün).
  - Grüne Pigmentfarben** absorbieren alle Farben außer grün (mittelwelliges Licht).





# Farbmischung in der Kunst

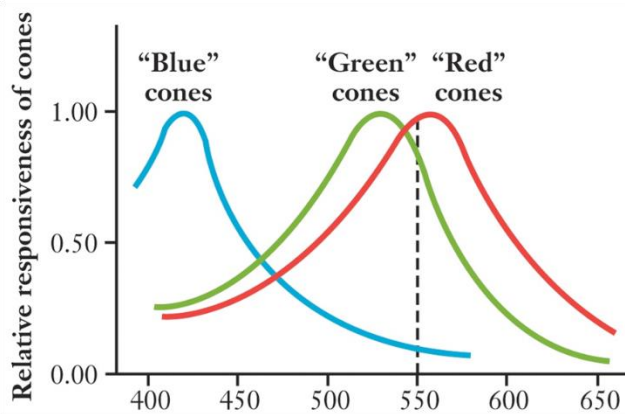
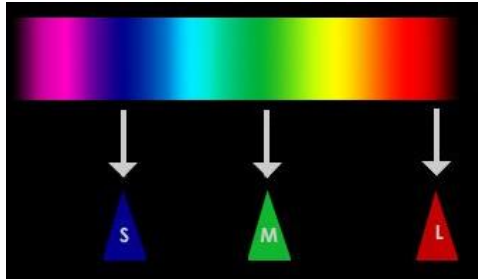
- **Pointilismus:** viele Farbtupfer weniger Grundfarben verschmelzen aus der Entfernung.
- Welche Farbmischung ist das?



Georges Seurat (1886). Un dimanche après-midi à l'Île de la Grande Jatte. *Art Institute of Chicago*

# Dreifarbentheorie (trichromatic theory)

- Young (1802) und Helmholtz (1852) postulieren **drei Rezeptorsysteme** mit unterschiedlichen spektralen Empfindlichkeiten



Thomas Young  
1773-1829



Hermann von Helmholtz  
1821-1894

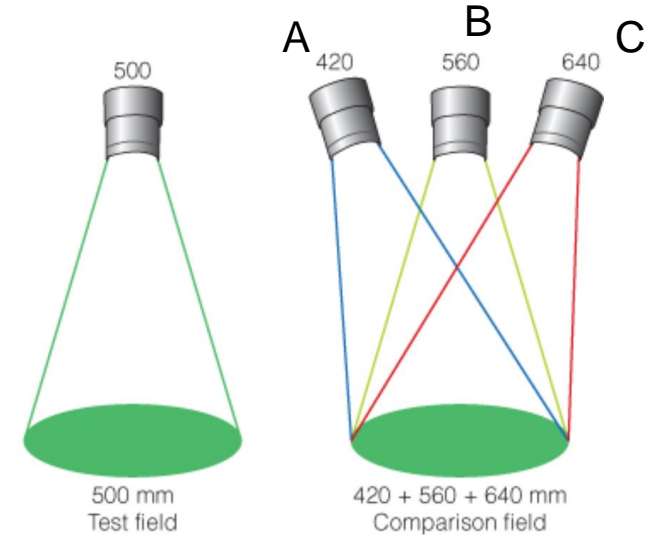
- Belege:
  - Verhalten: Farbabgleichsexperimente (Helmholtz)
  - Physiologie: Absorptionsspektren der Zapfenpigmente
  - Anomalien: Farbfehlsichtigkeiten (Dichromaten, Monochromaten)



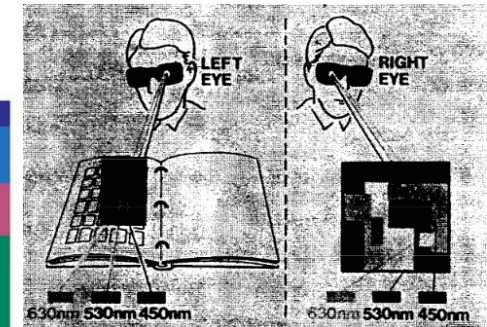
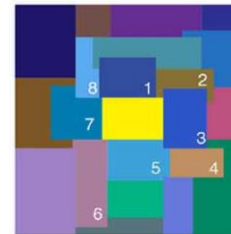
# 1. Farbabgleichsexperimente

- **Aufgabe:** Stelle die Intensitäten der Lichter **A**, **B** und **C** so ein, dass die Farbe des Vergleichsfelds mit der Farbe des Testfelds identisch ist.
- **Ergebnis:** Personen mit normalem Farbsehen benötigen drei (beliebige) Wellenlängen, um ein Vergleichslicht mit einem beliebigen Testlicht (eine Wellenlänge) abzugleichen.

→ Zwei Wellenlängen reichen nicht aus!

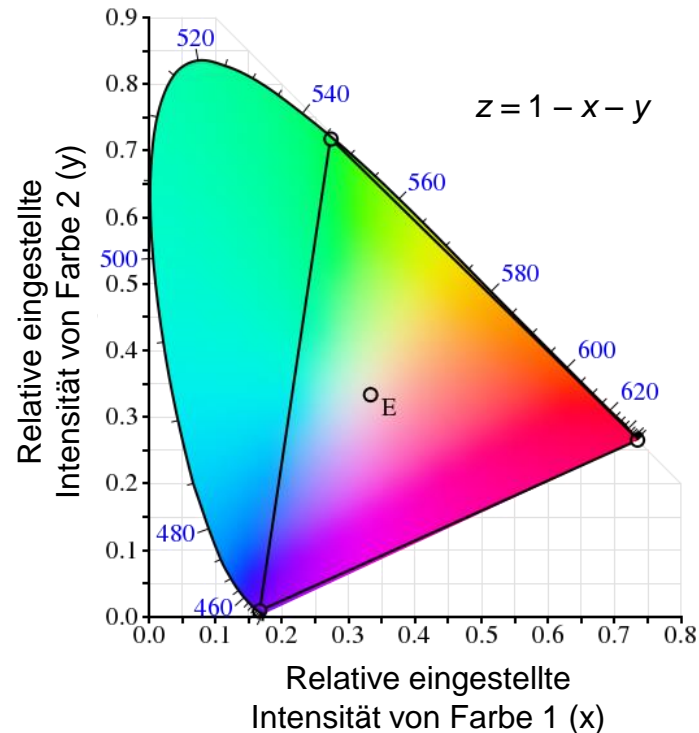


Beliebige  
„Mondrians“  
abgleichen:



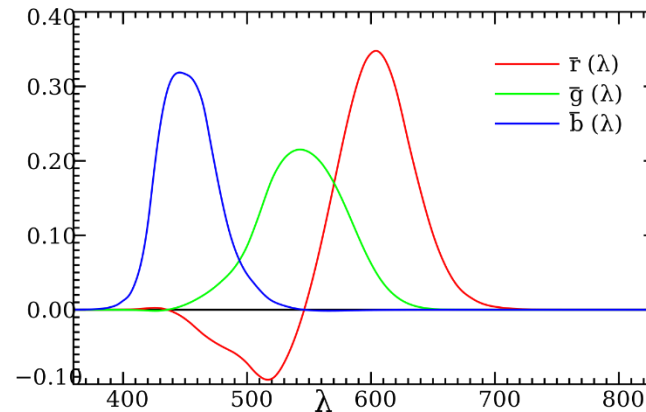
# 1. Farbabgleichsexperimente

- CIE-Normfarbtafel (Commission internationale de l'éclairage): RGB-Farbraum



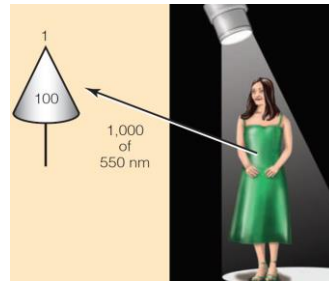
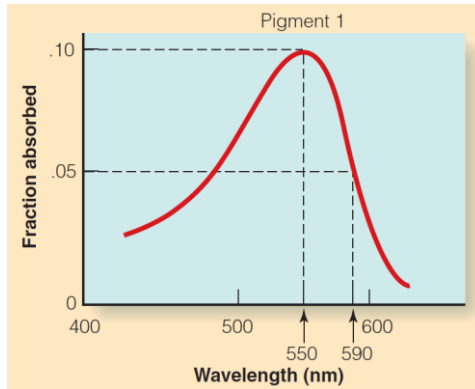
→ basiert auf Farbabgleichsexperimenten mit drei willkürlich festgesetzten Grundfarben:

- Farbe 1 (x): Rot (700 nm)
- Farbe 2 (y): Grün (546 nm)
- Farbe 3 (z): Blau (436 nm)

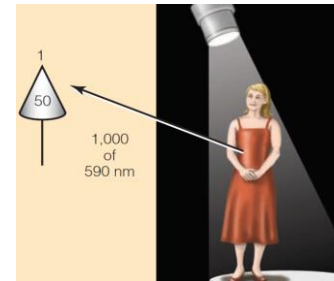


## 2. Absorptionsspektren der Photorezeptoren

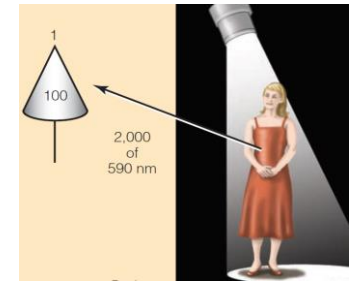
- Wie viele unterschiedliche **Rezeptoren** sind für das Farbsehen notwendig?
  - 1 Zapfenpigment, z.B. mit Absorptionsmaximum bei 550 nm



1000 Photone 550 nm  
→ 100% Aktivierung



1000 Photone 590 nm  
→ 50% Aktivierung

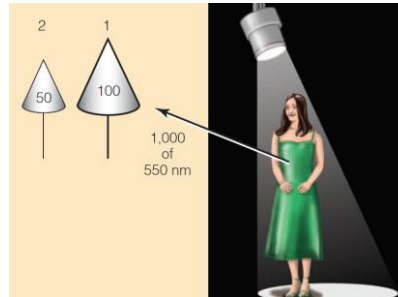
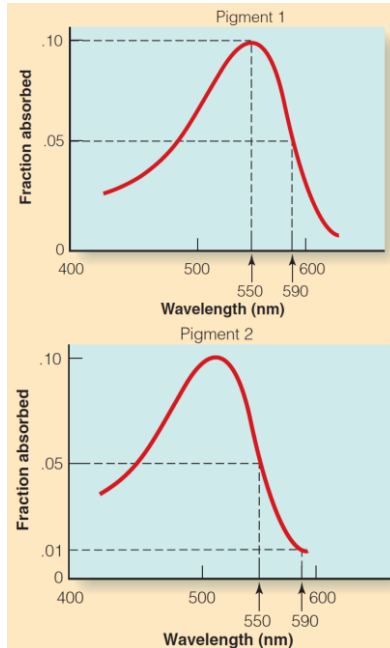


2000 Photone 590 nm  
→ 100% Aktivierung

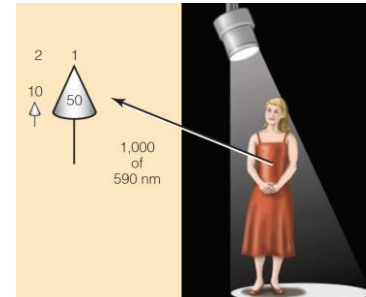
Mit einem Zapfenpigment können  
Unterschiede in der Wellenlänge nicht von  
Intensitätsunterschieden getrennt werden!

## 2. Absorptionsspektren der Photorezeptoren

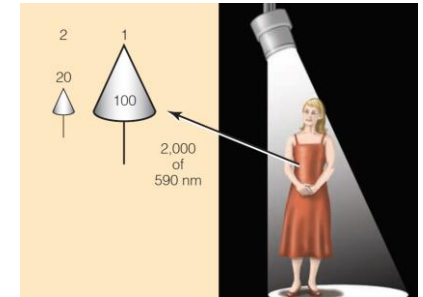
- Wie viele unterschiedliche **Rezeptoren** sind für das Farbsehen notwendig?
  - 2 Zapfepigmente, z.B. mit Absorptionsmaxima bei 500 und 550 nm



1000 Photone 550 nm  
 → 100% Aktivierung von P1  
 → 50% Aktivierung von P2



1000 Photone 590 nm  
 → 50% Aktivierung in P1  
 → 10% Aktivierung in P2

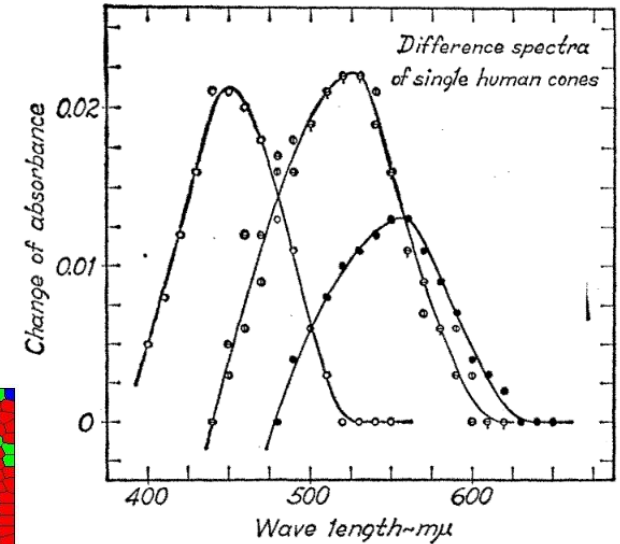
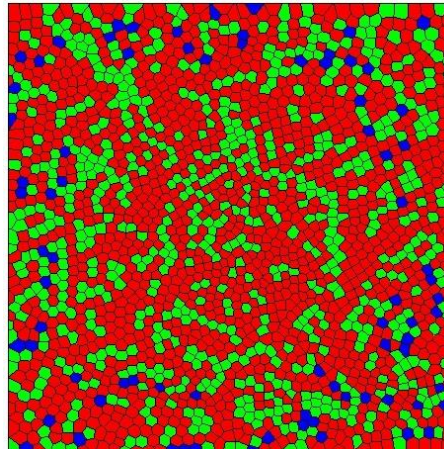


2000 Photone 590 nm  
 → 100% Aktivierung in P1  
 → 20% Aktivierung in P2

Grünes und oranges Kleid sind unabhängig von der Helligkeit unterscheidbar!

## 2. Absorptionsspektren der Photorezeptoren

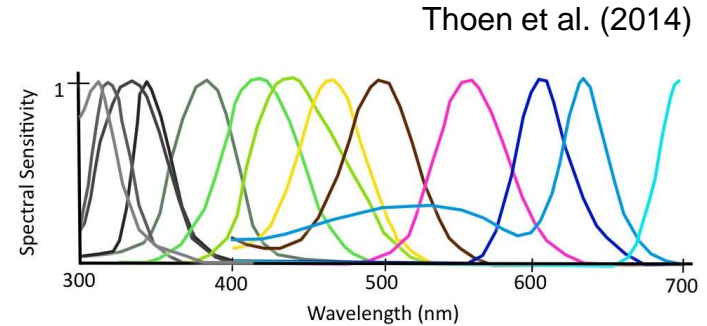
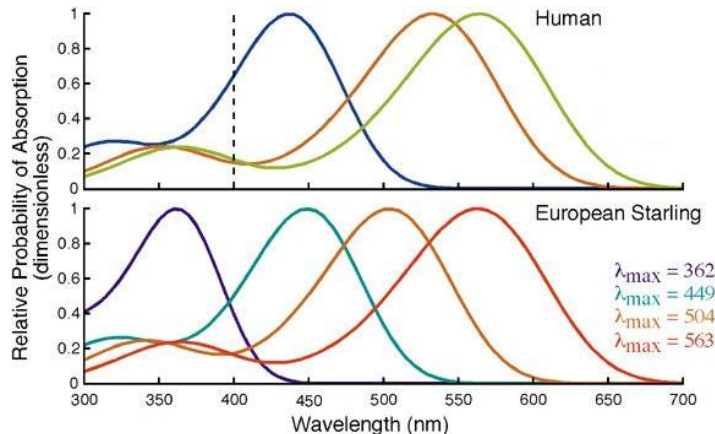
- In physiologischen Studien konnten **drei verschiedene Zapfepigmente** mit Absorptionsmaxima im kurz-, mittel- und langwelligen Bereich nachgewiesen werden:
  - S-Zapfen: 419 nm
  - M-Zapfen: 531 nm
  - L-Zapfen: 558 nm
- Verteilung auf der Retina:



Brown & Wald (1964)

## 2. Absorptionsspektren der Photorezeptoren

- Viele Säugetiere (Dichromaten) haben nur 2 Zapfentypen (M + L) → nachaktive Lebensweise
- Andere Arten haben dagegen oft sogar 4 oder 5 verschiedene Zapfentypen (Tetrachromaten und Pentachromaten): z.B. Vögel, Fische, Reptilien, Gliederfüßer, Insekten



Fangschreckenkrebs (Mantis shrimp):  
12 Zapfentypen

### 3. Farbfehlsichtigkeiten

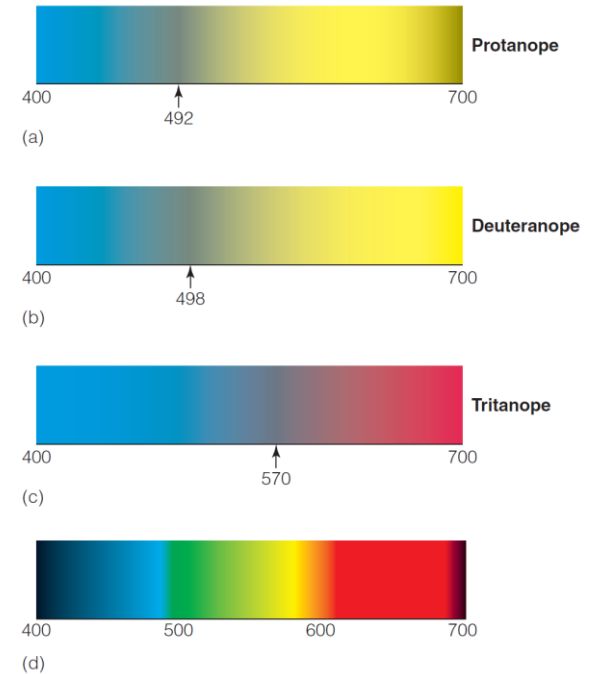
→ Ausfall eines oder mehrerer Rezeptorsysteme

#### Monochromaten (echte Farbenblinde)

- haben meist überhaupt keine Zapfen (Stäbchenmonochromaten)
- Häufigkeit: ca. 1/100.000

#### Dichromaten

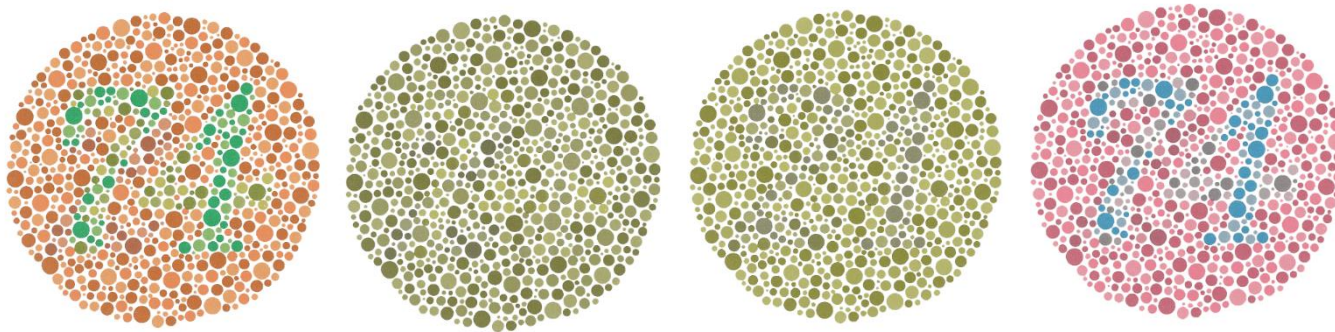
- **Protanope**(n) fehlt das L-Zapfenpigment → Rotblindheit  
Häufigkeit: ♂ ca. 1% , ♀ ca. 0.02%
- **Deutanope**(n) fehlt das M-Zapfenpigment;  
Häufigkeit: ♂ ca. 1% , ♀ ca. 0.01%
- **Tritanope**(n) fehlt das S-Zapfenpigment → Blaublindheit  
(extrem selten)





### 3. Farbfehlsichtigkeiten

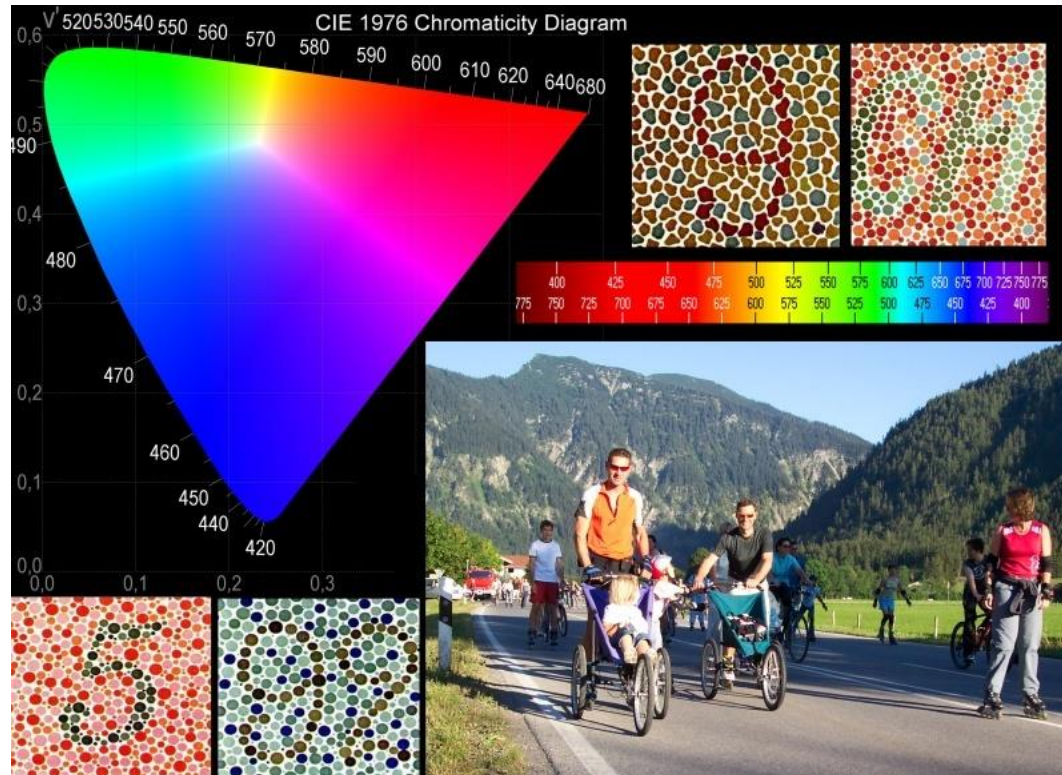
- Wie kann man Farbfehlsichtigkeiten diagnostizieren?  
 → Ishihara Farbtafeln



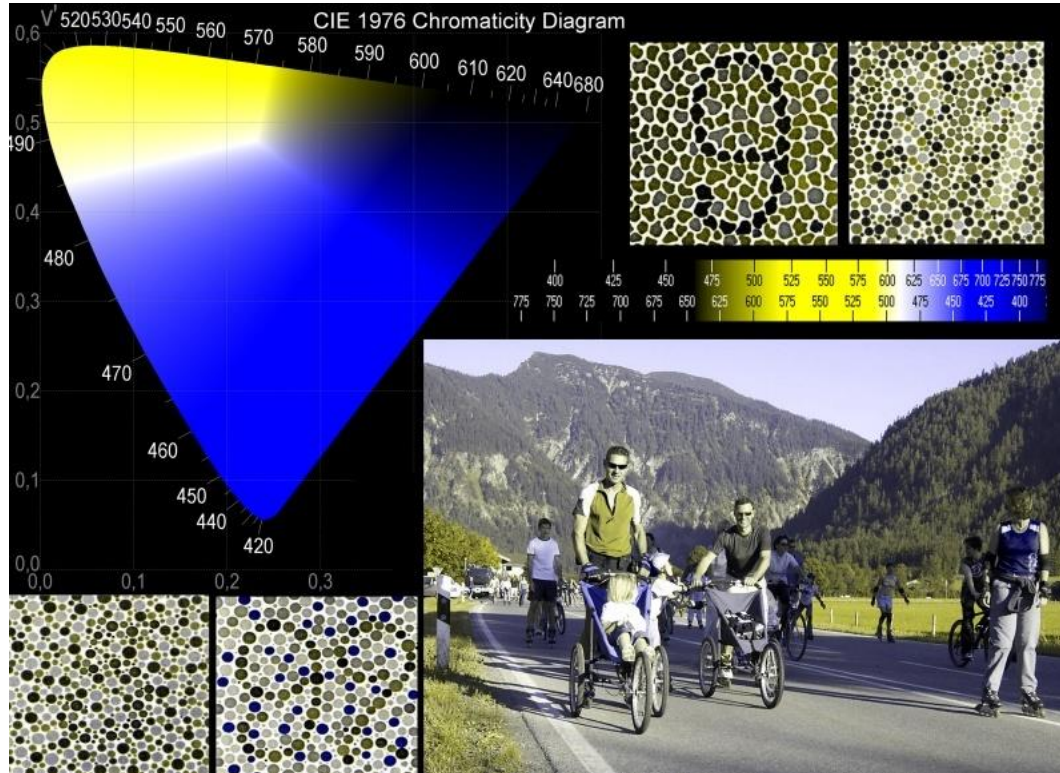
- Wie finde ich heraus, was ein Dichromat sieht?  
 → Unilaterale Dichromaten



# Normalsichtigkeit



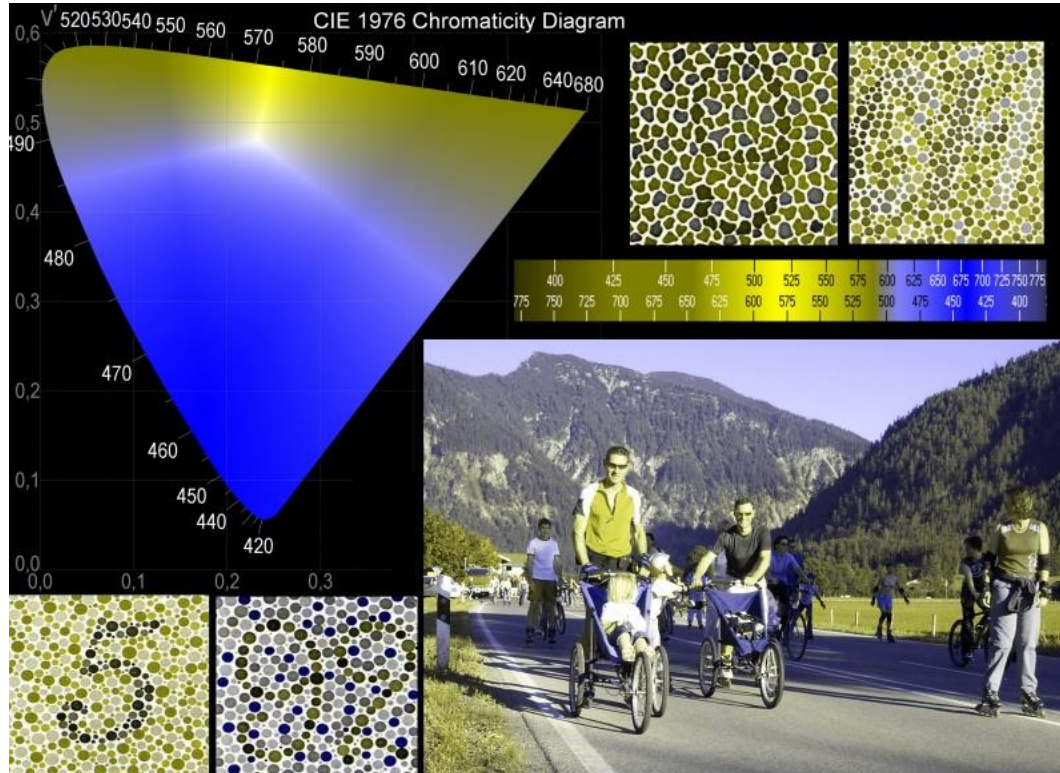
# Protanopie (Rotblindheit)



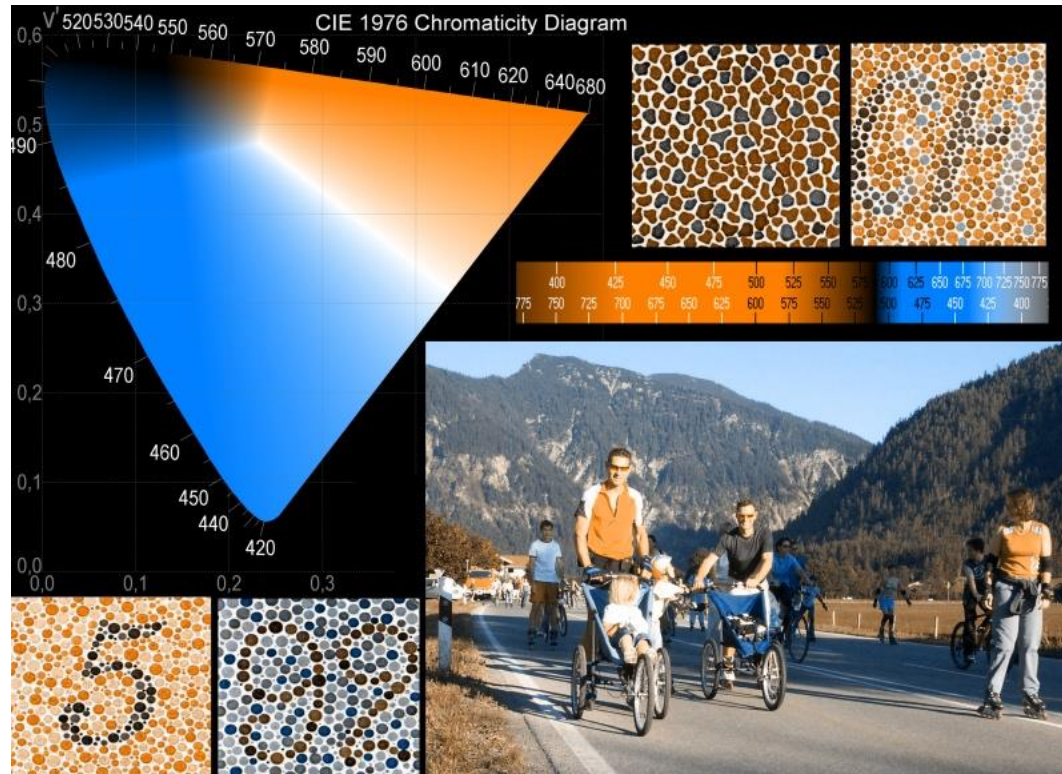


# Protanomalie (Rot-Grün-Schwäche)

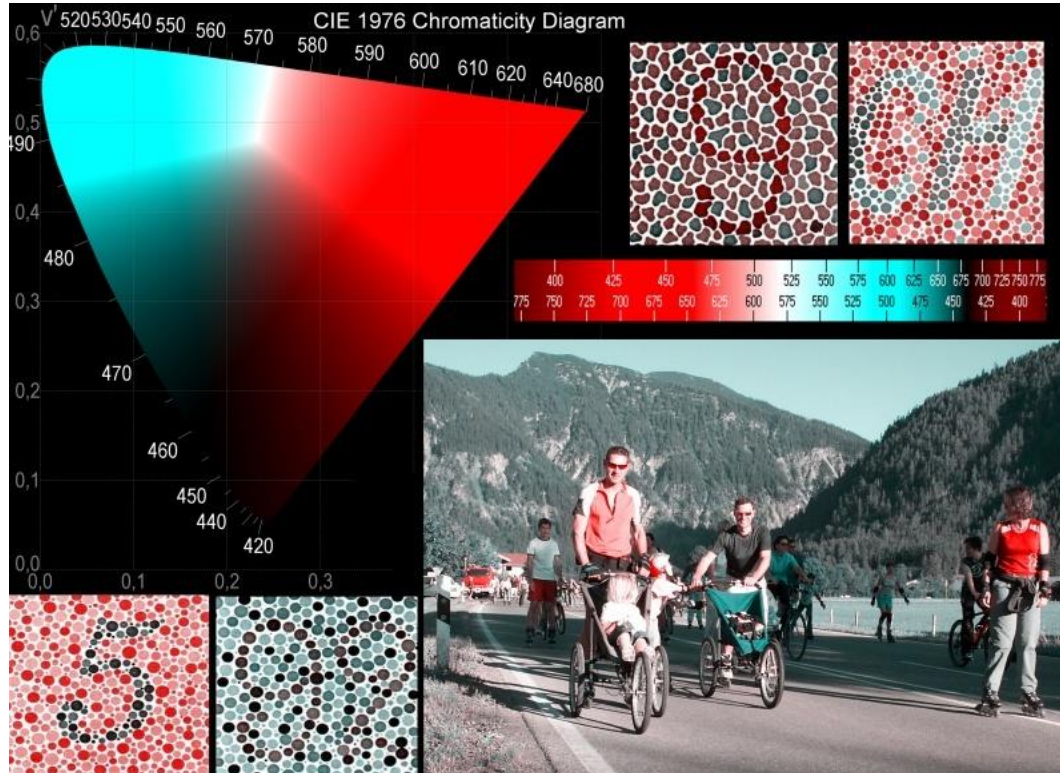
→ Sehpigment des L-Zapfens ist in Richtung M-Zapfen verschoben



# Deuteranopie

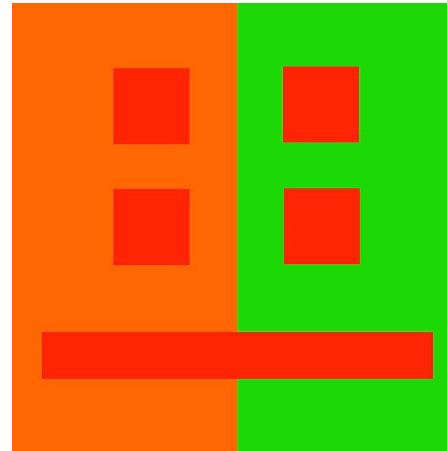
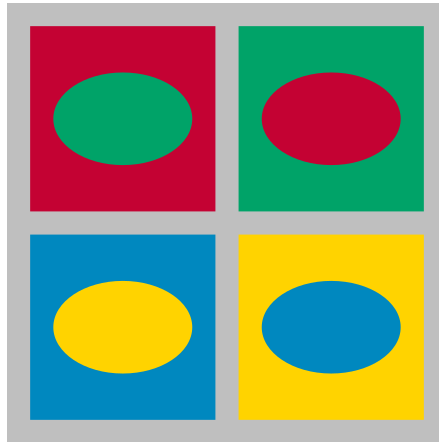


# Tritanopie (Blaublindheit)

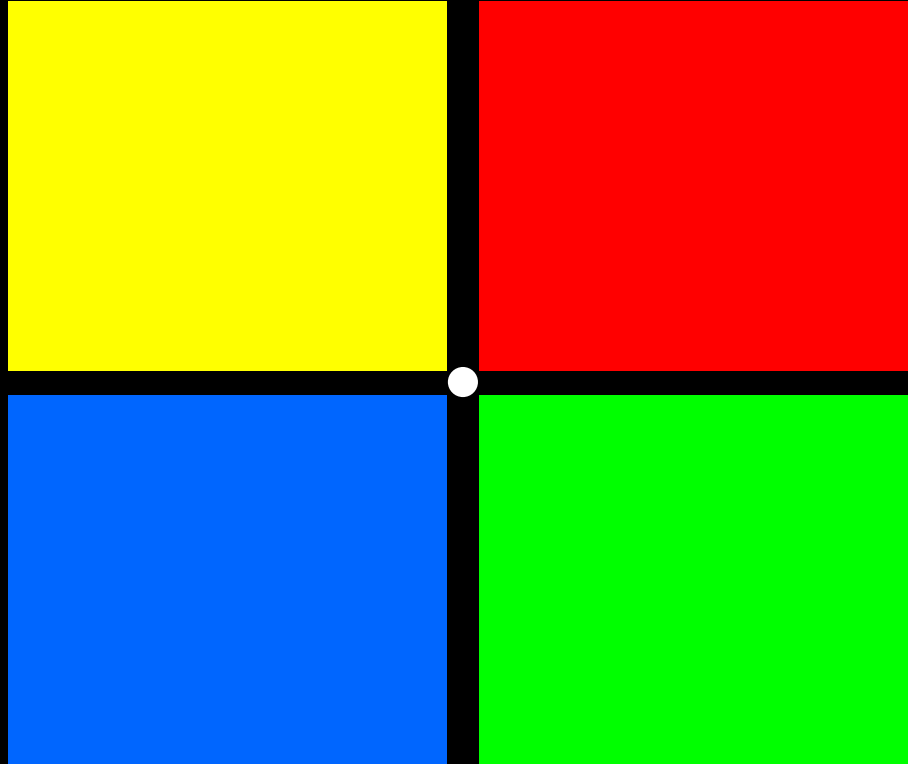


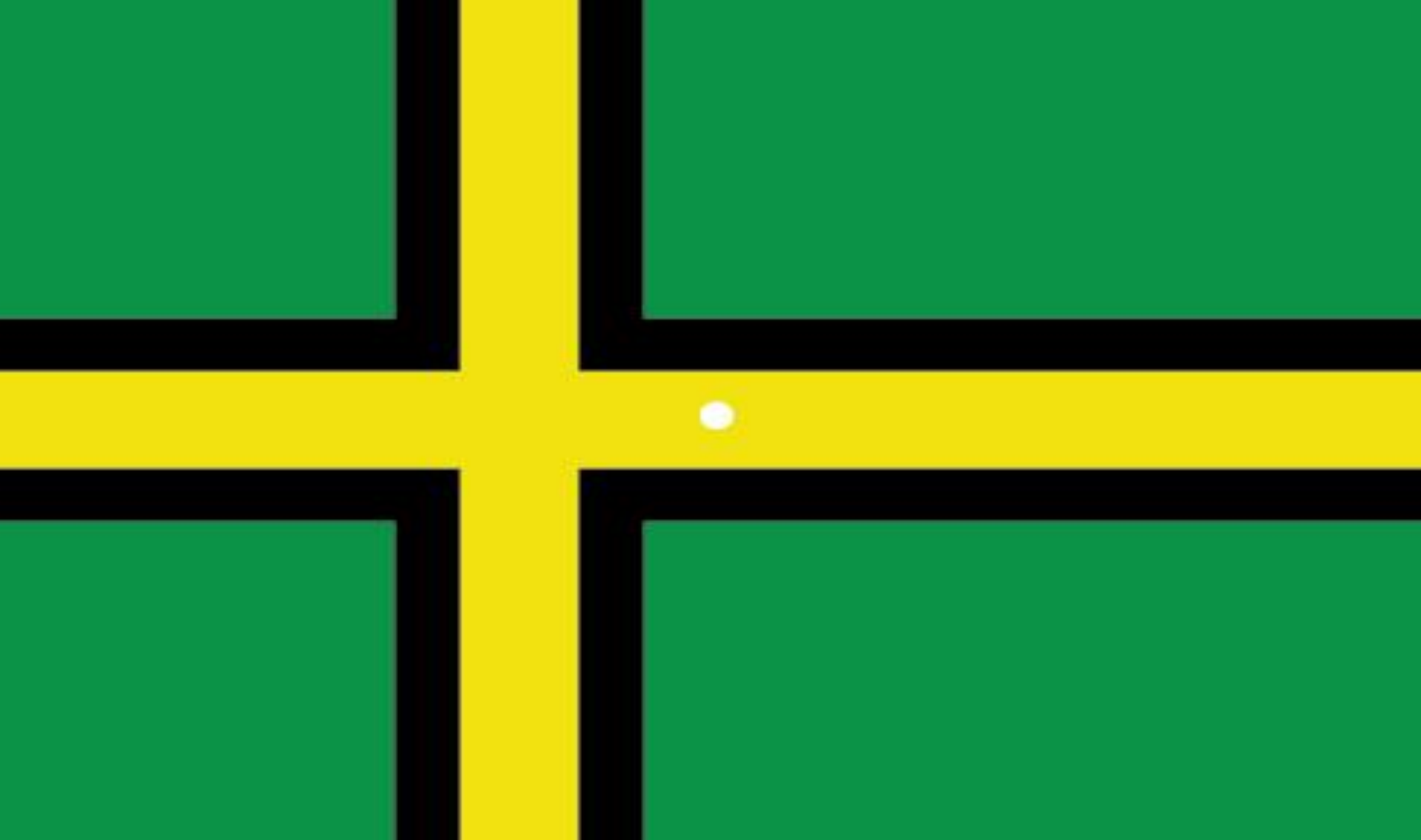
# Grenzen der Dreifarbentheorie

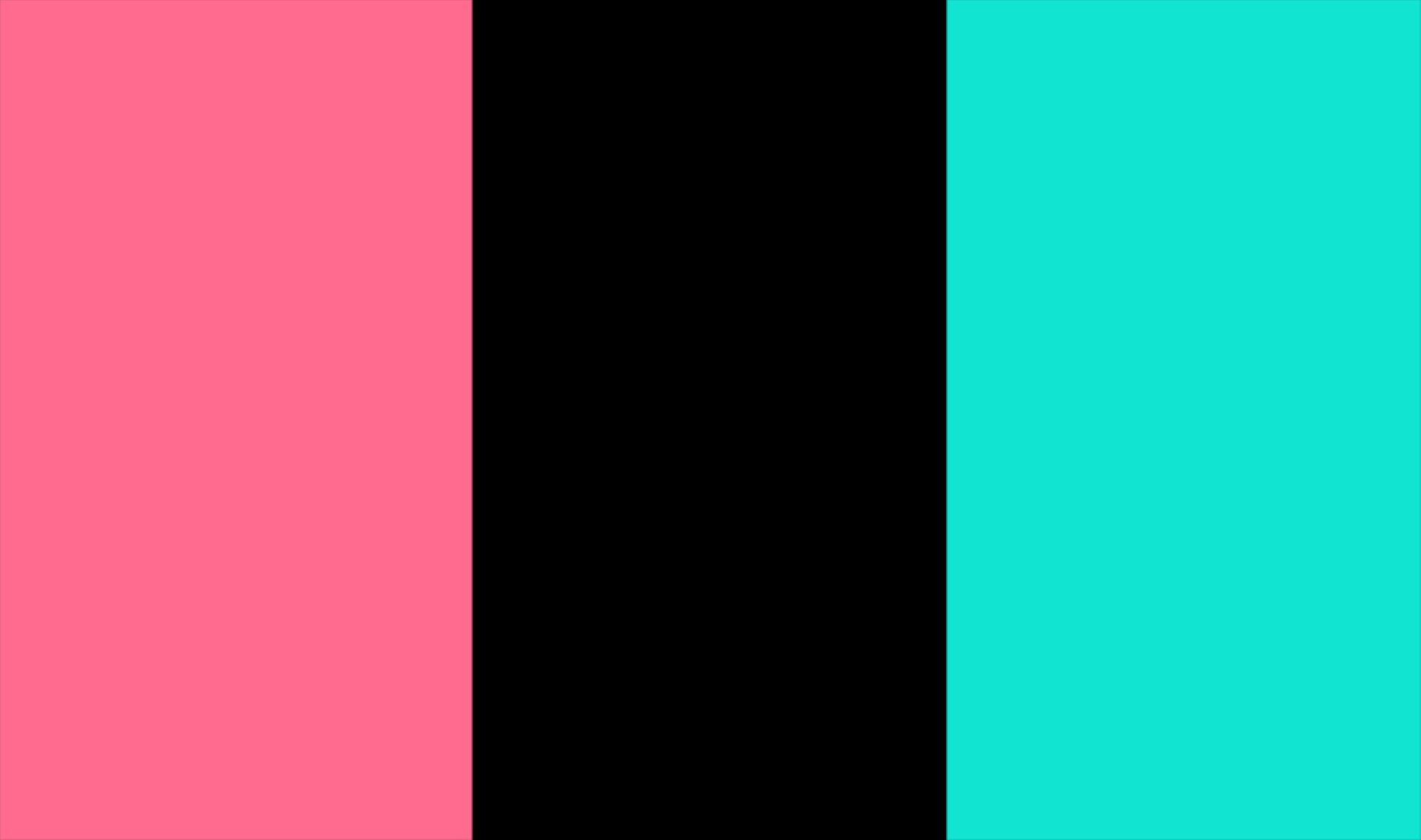
- Einige Phänomene sind mit der Dreifarbentheorie nicht erklärbar:
  - **Polarisierende Farbwahrnehmung:** Es gibt kein “grünliches Rot” oder “bläuliches Gelb”.
  - **Farbfehlsichtigkeiten:** Wer “rotblind” ist, ist auch “grünblind” → Warum?
  - Nachbilder erscheinen in **Gegenfarben**.
  - **Simultaner Farbkontrast:** Farbwahrnehmung hängt vom Kontext ab.



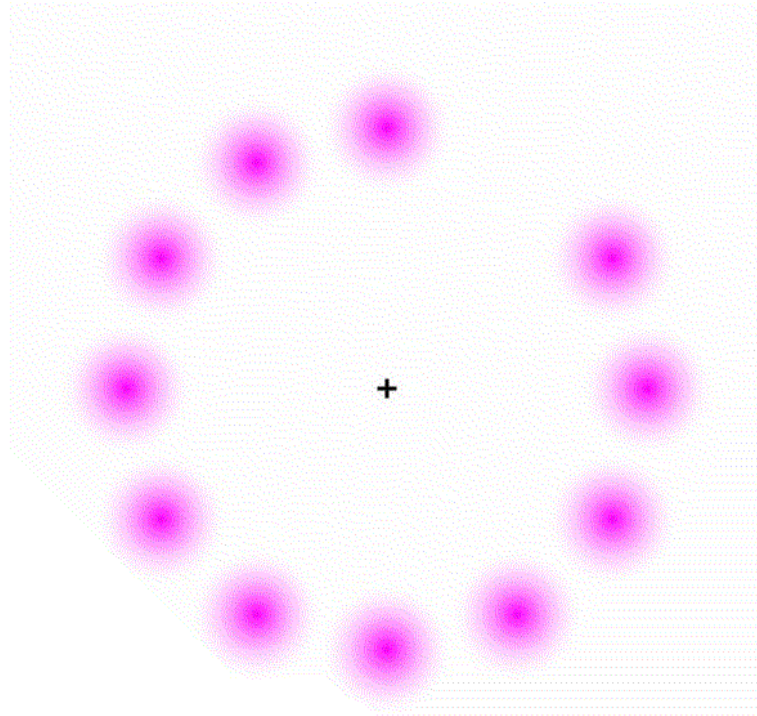






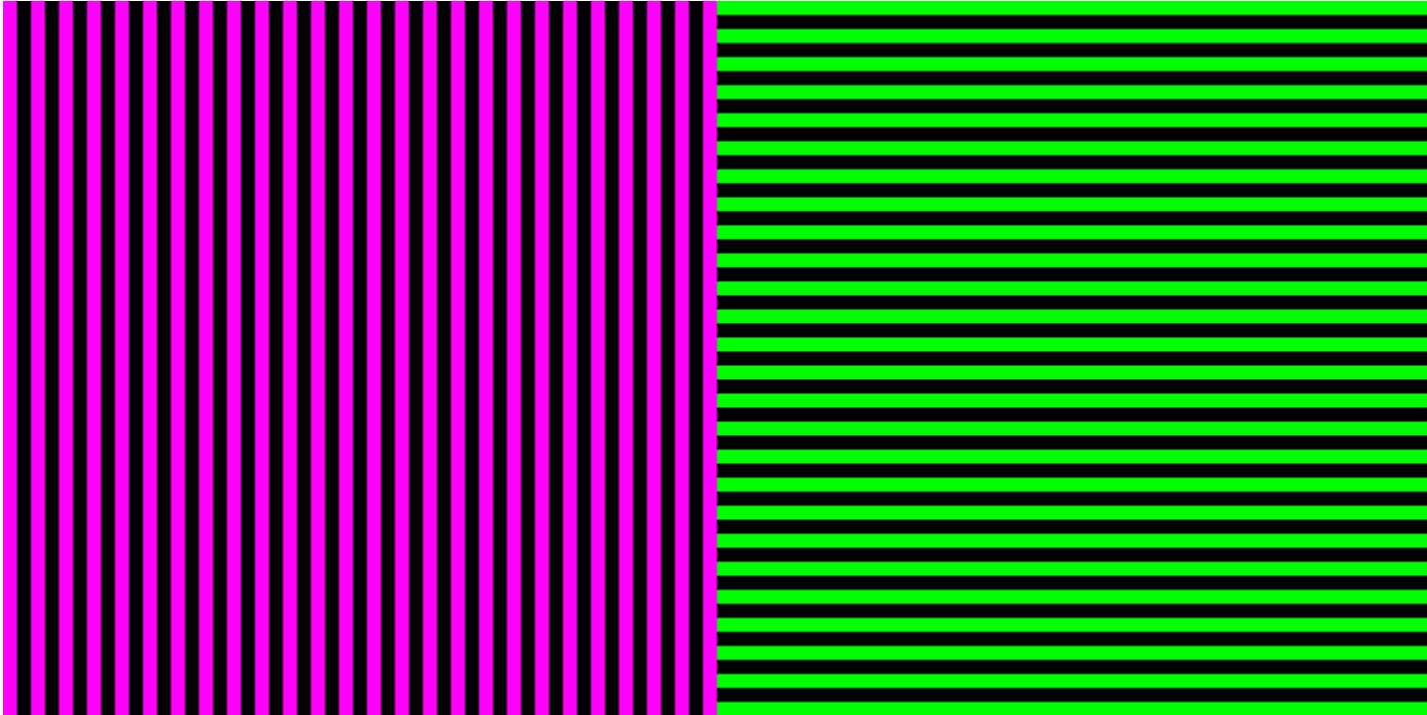


# Lilac Chaser Illusion (Hinton, 2005)



# McCollough Effekt (1965)

Betrachten Sie diese beiden Muster für einige Minuten:



## McCollough Effekt (1965)

