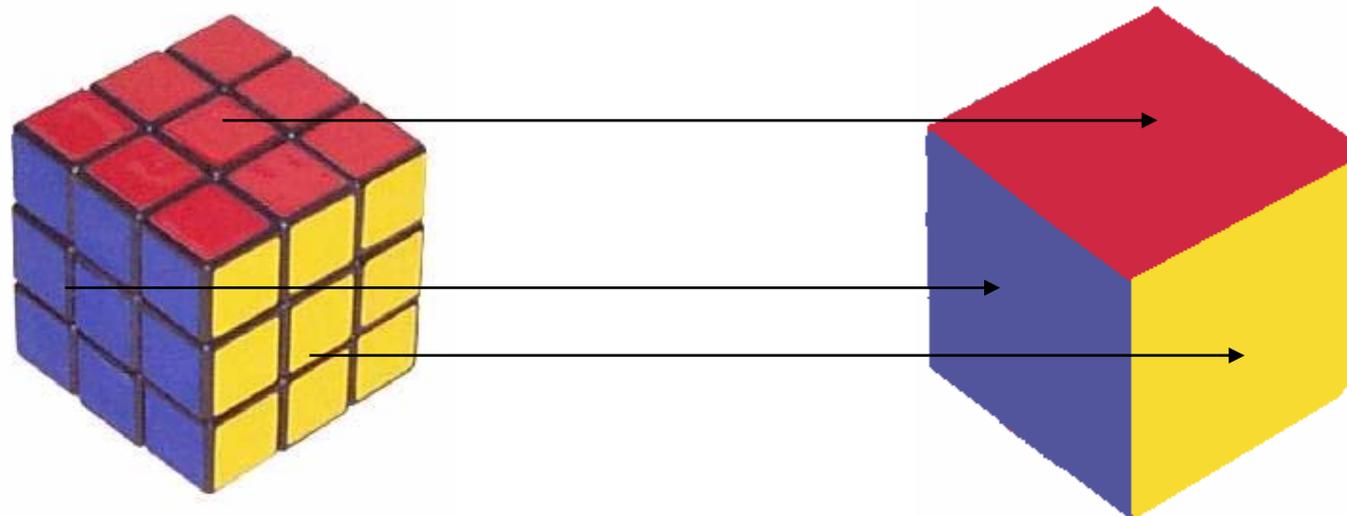


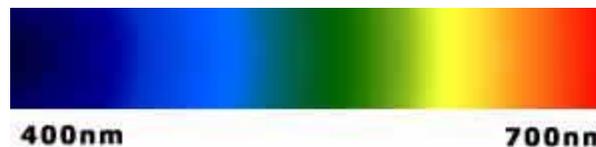
# Objekterkennung durch Vergleich von Farben



# Farbräume (I)

## Definitionen:

- **Farbe:** Sinnesempfindung (keine physikalische Eigenschaft), falls Licht einer bestimmten Wellenlänge auf die Netzhaut des Auges fällt. Die Sinneszellen im menschlichen Auge (**Zapfen** für Farben, **Stäbchen** für Helligkeitswerte) leiten Impulse an das Gehirn, das diese als Farben wahrnimmt. Mensch besitzt drei Arten von Zapfen (empfindlich für rot, grün und blau).
- **Sichtbares Licht:** zwischen 400 – 700 nm



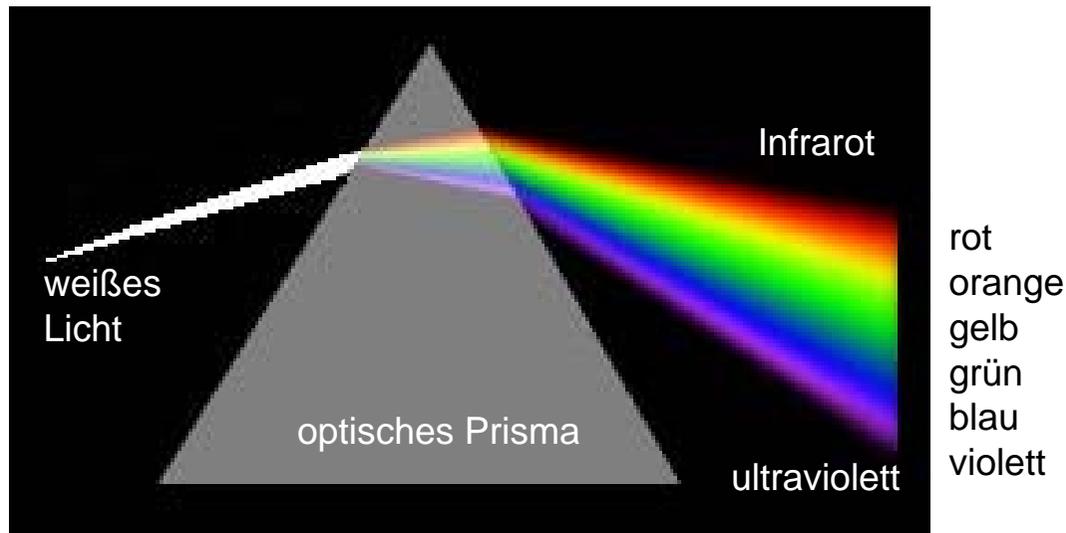
Quelle: Wikipedia.de

- **Farbraum:** Menge von Farben
- **Farbkörper:** Farbraum des menschlichen Auges
- **Farbmodell:** Beschreibt den Farbraum, den der Sehsinn oder ein Ein- oder Ausgabegerät (Display, Scanner, Drucker, Projektor, Foto, Kamera, Fernseher) darstellen kann.

# Farbräume (II)

## Grundlagen von Farben:

- Entdeckung 1666 von Newton: Sonnenlicht, das durch ein Prisma fällt, wird in ein kontinuierliches Farbspektrum aufgespalten.



# Farbräume (III)

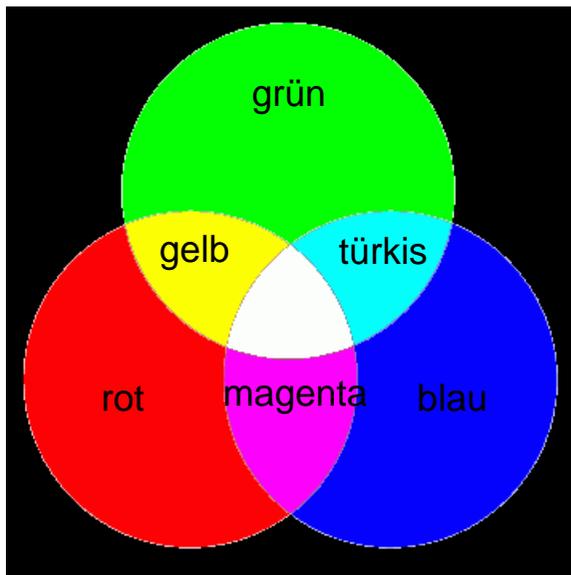
## Aufbau eines Farbraumes:

- Koordinatensystem, bei dem einzelne Farben die Achsen definieren (durch Aufbau des menschlichen Auges meistens 3 Dimensionen).
- Physikalische Farbmodelle (Mischung von Farben)
  - RGB, CMYK
  - Anordnung als Würfel
  - Bei Änderung einer Farbe ändern sich gleichzeitig Helligkeit, Sättigung, Farbton.
  - Im Jahr 1931 Definition der Primärfarben rot (=435,8 nm), grün (=546,1 nm) und blau (=700 nm) durch die CIE (International Commission on Illumination)
- Wahrnehmungsorientierte Farbmodelle (Beschreibung durch Helligkeit, Sättigung, Farbton)
  - HSV, HSI
  - Beschreibung durch Zylinderkoordinaten (Winkel definiert die Farbe)

# Farbräume (IV)

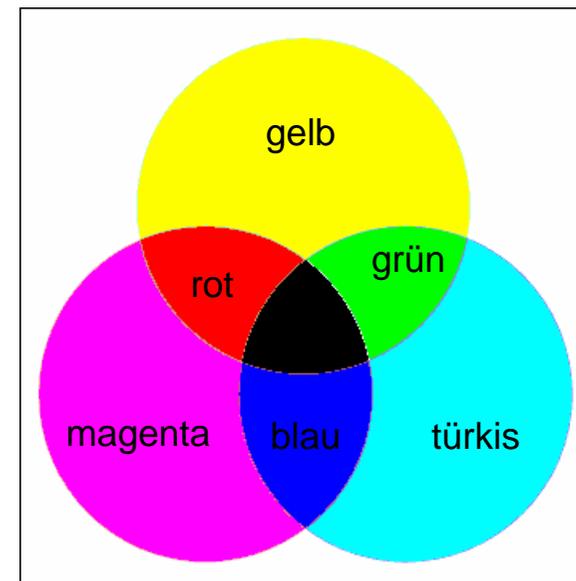
## Additiver Farbraum

- Grundfarben addieren sich zu Weiß
- Bsp: Displays oder Beamer nutzen die Grundfarben RGB



## Subtraktiver Farbraum

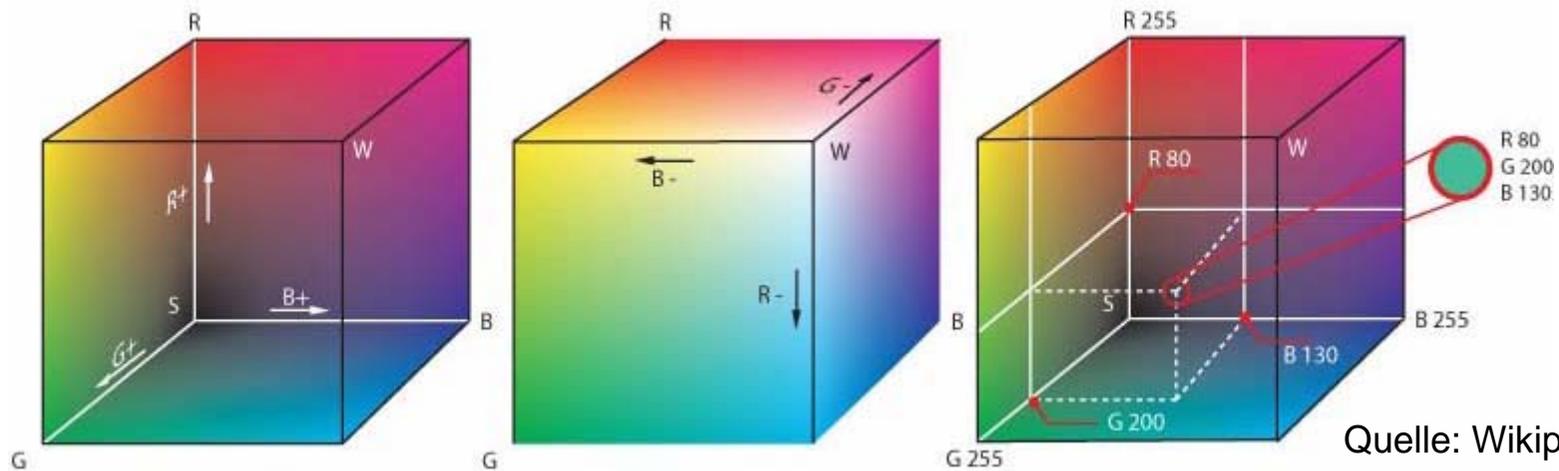
- Von Weiß werden Grundfarben subtrahiert
- Bsp: Tintenstrahldrucker (Pixel absorbieren weißes Licht), Folien vor weißer Lampe filtern einzelne Farbkomponenten



# Farbräume (V)

## RGB-Farbraum:

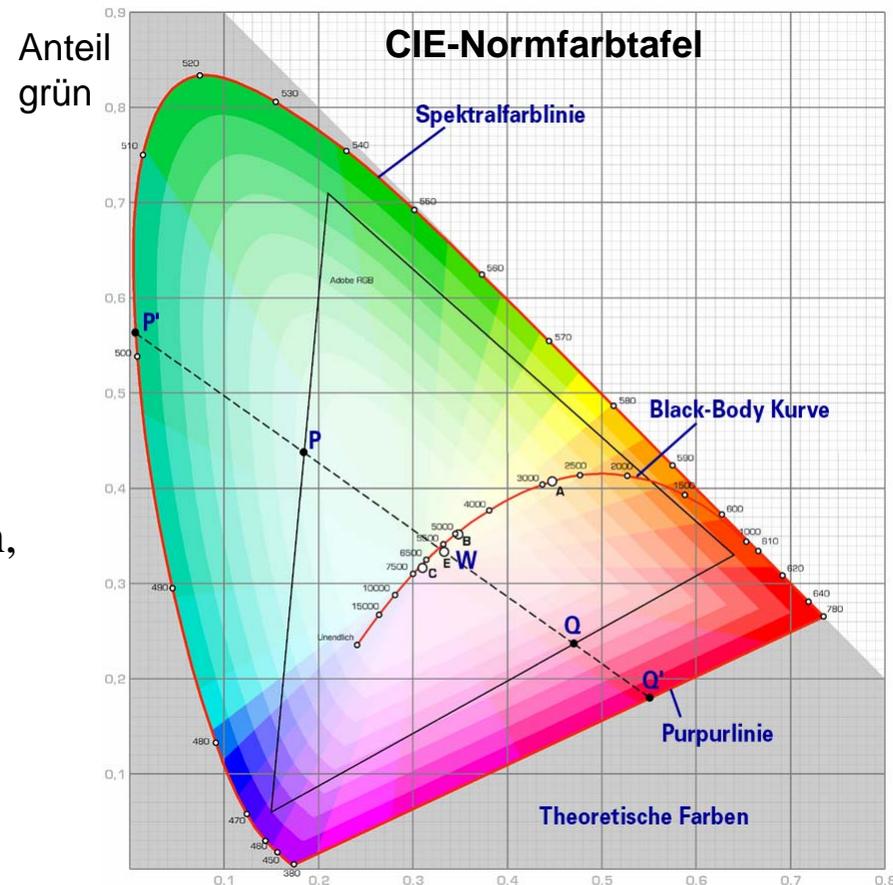
- Idee: aus farbigem Licht dreier Primärfarben kann man beliebige Farben mischen.
- Additiver Farbraum (Farben addieren sich zu weiß)
- 8 Bit / 16 Bit pro Farbkanal



# Farbräume (VI)

## RGB-Farbraum:

- Der RGB-Farbraum ist parabelförmig begrenzt (theoretische Farben).
- Reine (vollständig gesättigte) Farben liegen auf der Spektralfarblinie.
- Innerhalb des Diagramms liegen Mischfarben.
- Mittlerer Weißpunkt: W
- Alle Mischfarben, die durch Kombination zweier Farben entstehen, liegen auf einer Geraden definiert durch die beiden Farben.
- Drei Farben spannen ein Dreieck auf (RGB-Farbraum auf dem Computer wird durch schwarzes Dreieck beschrieben).
- Ecken des Farbraums werden durch Darstellungsmöglichkeiten von Monitoren definiert.



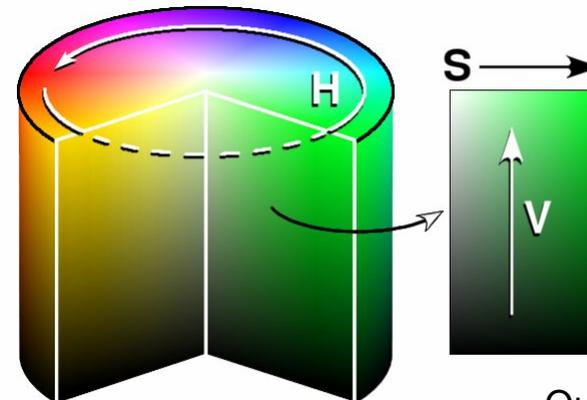
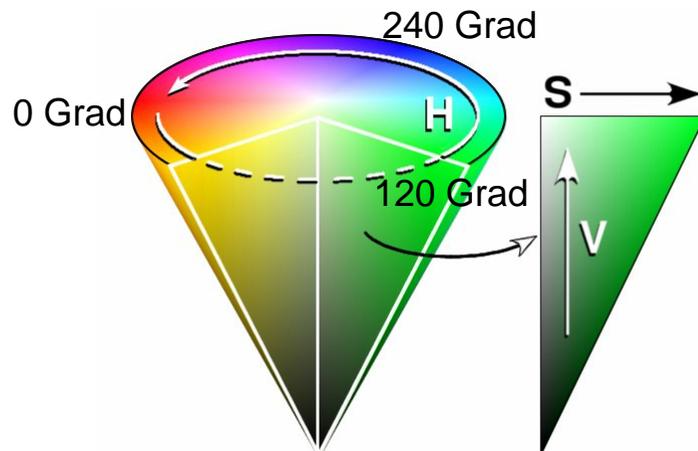
Anteil rot + Anteil grün + Anteil blau = 1    Anteil rot  
→ Anteil blau = 1 - Anteil rot - Anteil grün

Quelle: Wikipedia.de

# Farbräume (VII)

## HSV-Farbraum:

- Hue (Farbe): dominante Wellenlänge (dominante Farbe, mit der ein Mensch ein Objekt beschreibt)
- Saturation (Sättigung): Beschreibt wie kräftig eine Farbe ist, d.h. das Mischungsverhältnis einer Farbe mit Weiß (Welche Wellenlängen sind neben der dominanten Wellenlänge vorhanden?).
- Value (Intensität/Farbwert): Helligkeit einer Farbe



Quelle: Wikipedia.de

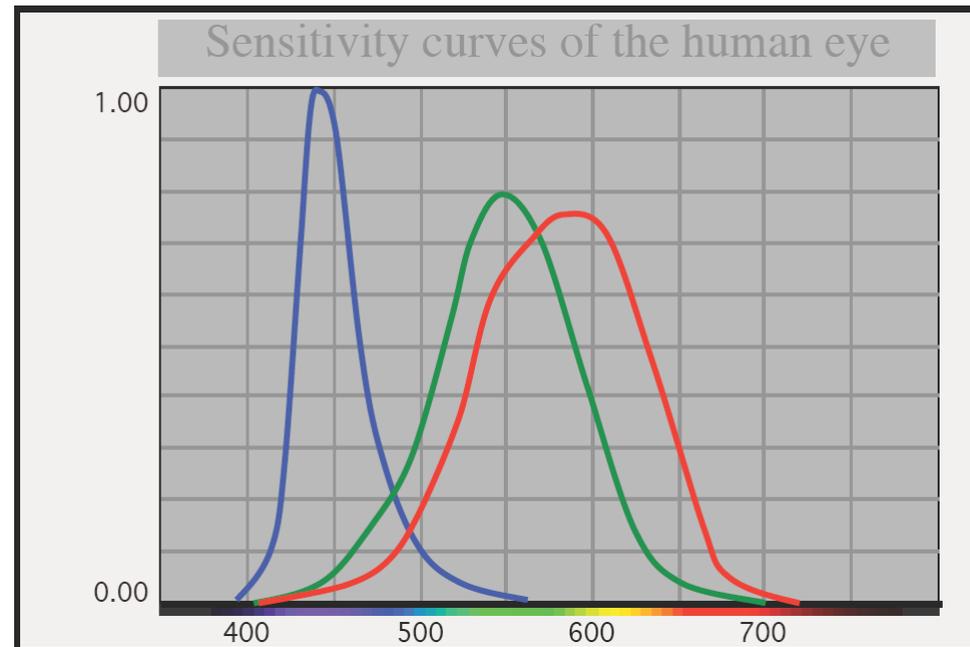
# Menschliche Wahrnehmung (I)

**Die Netzhaut des menschlichen Auges besteht aus:**

- Zapfen (cone cells): Erkennung von Farben
- Stäbchen (rod cells): Erkennung von Helligkeitswerten

**Zapfen enthalten drei Arten von Farbpigmenten, die sensitiv gegenüber bestimmten Farben sind:**

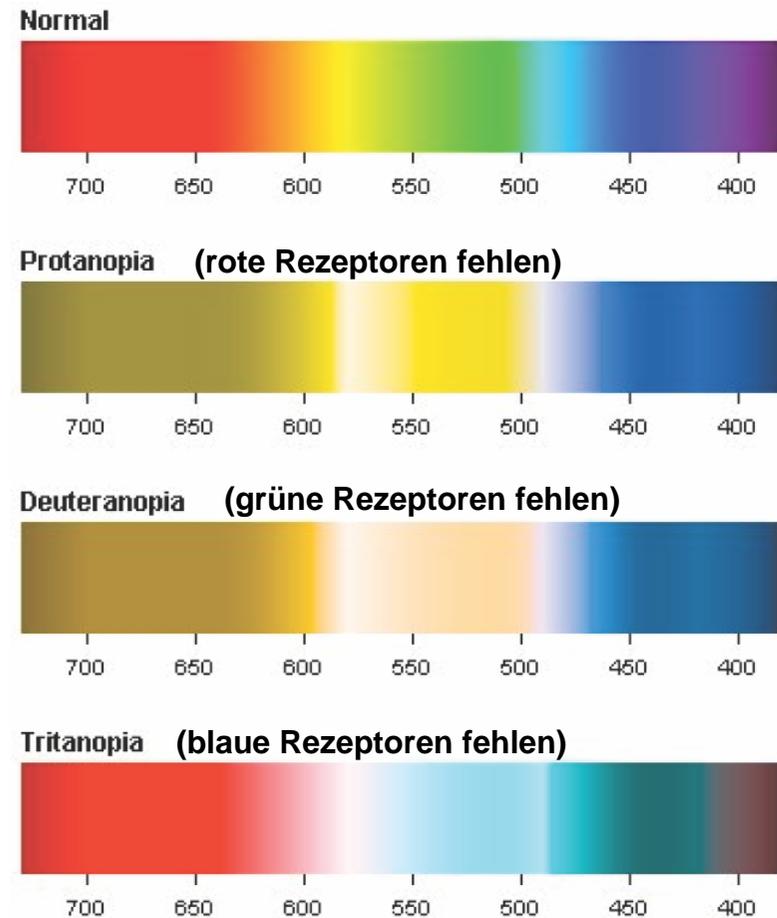
- niedrige Frequenzen: blaue Farbtöne
- mittlere Frequenzen: grüne/gelbe Farbtöne
- hohe Frequenzen: rote Farbtöne



Quelle: Gabriel Marcu, Apple

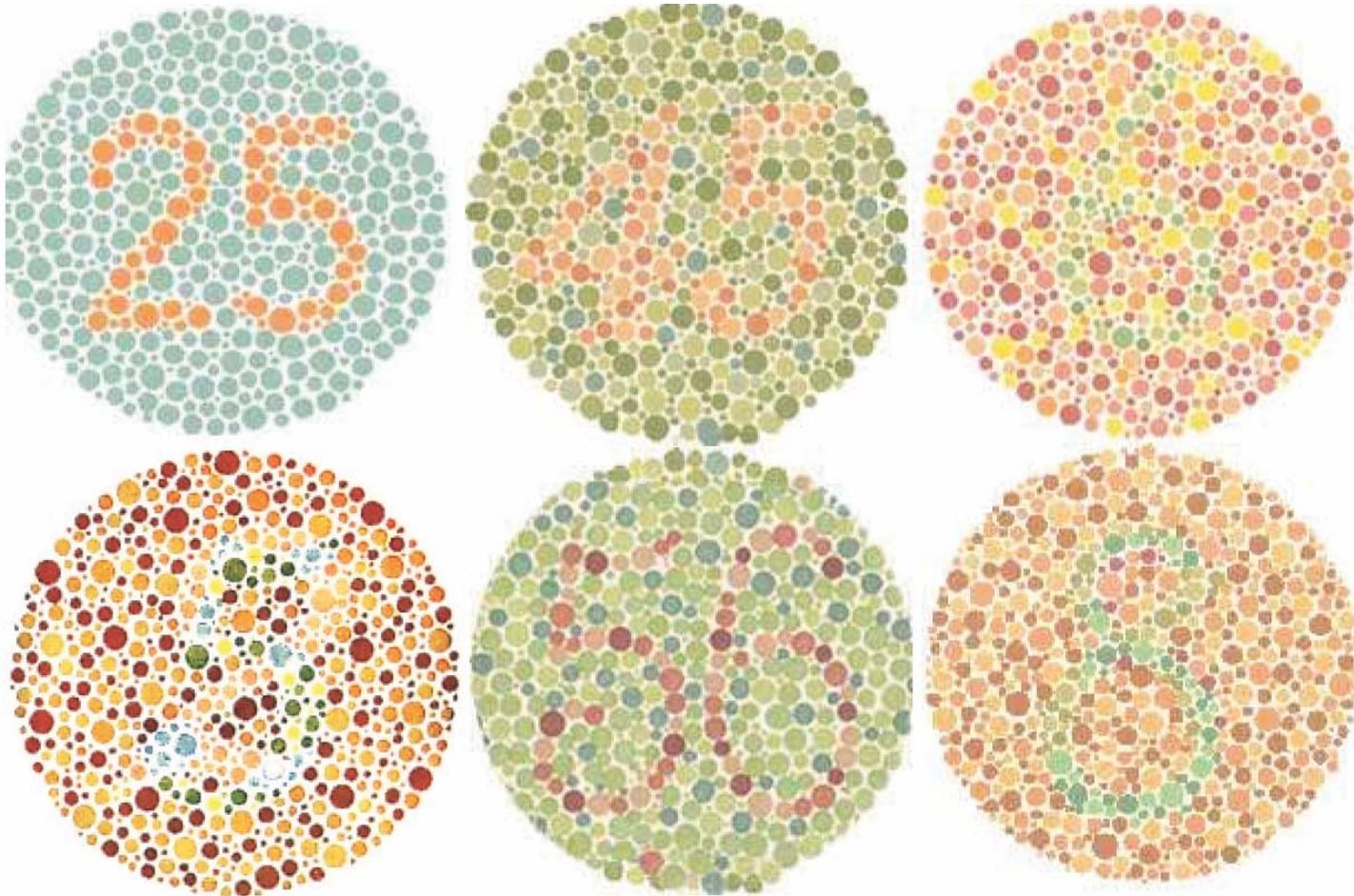
# Menschliche Wahrnehmung (II)

- Falls eins der Farbpigmente keine vollständigen Signale übermittelt, spricht man von Farbenblindheit
- 10 % der Bevölkerung können Farben nur eingeschränkt wahrnehmen



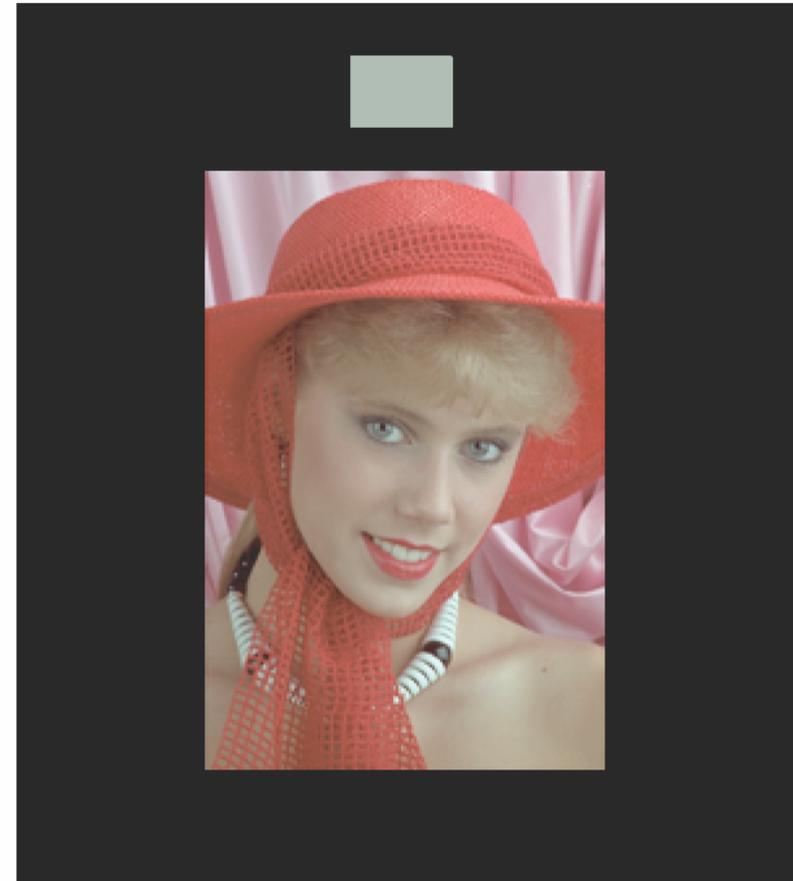
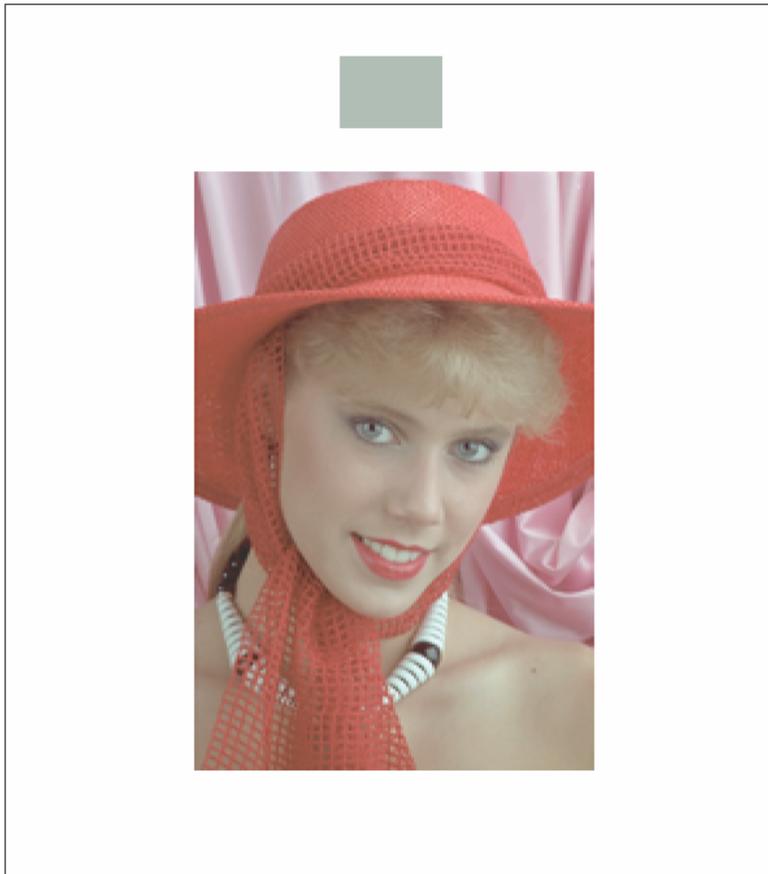
Quelle: Gabriel Marcu, Apple

# Menschliche Wahrnehmung (III)



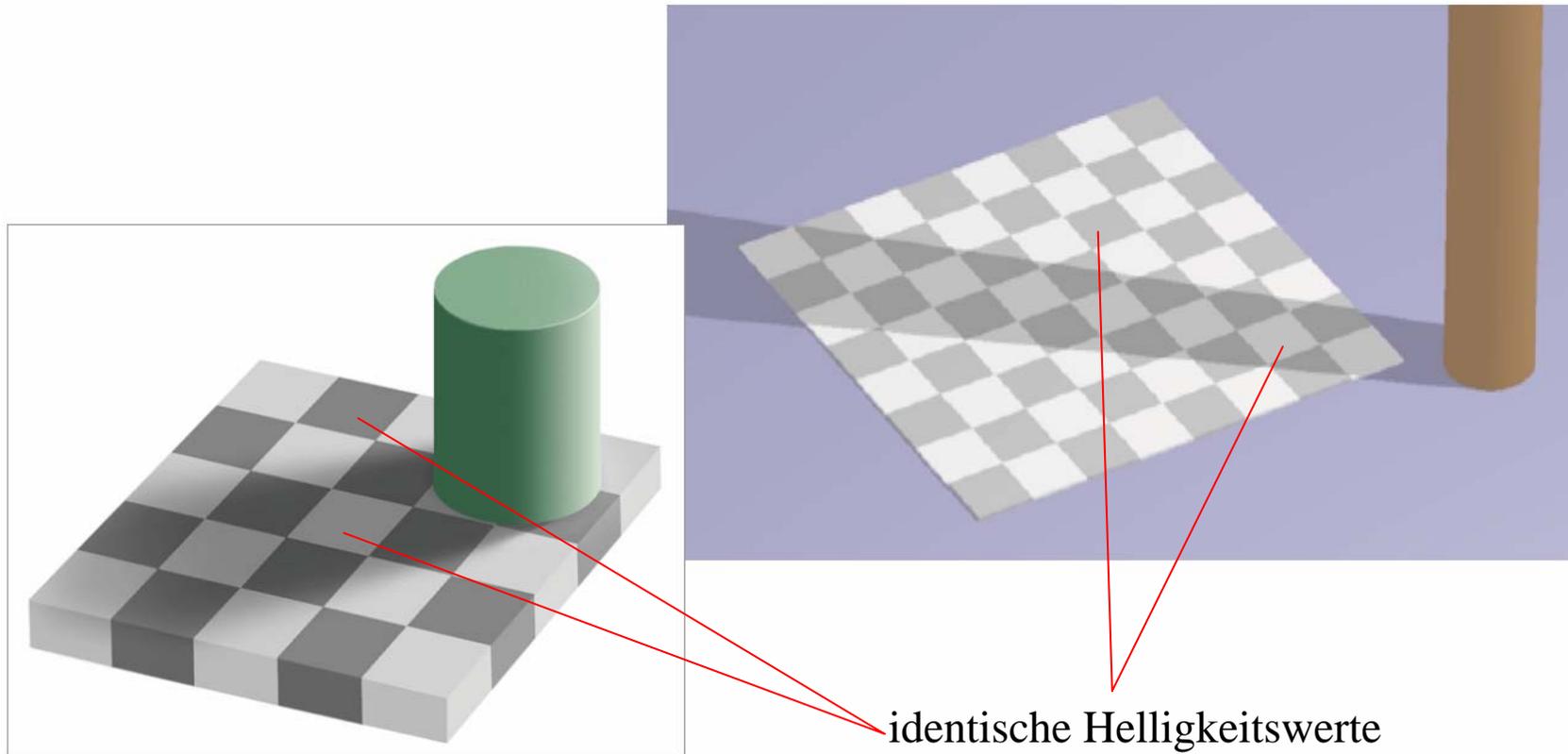
Ishihara-Test zur Erkennung von Farbenblindheit Quelle: Gabriel Marcu, Apple

# Menschliche Wahrnehmung (IV)



Farben werden durch ihre Umgebung beeinflusst Quelle: Gabriel Marcu, Apple

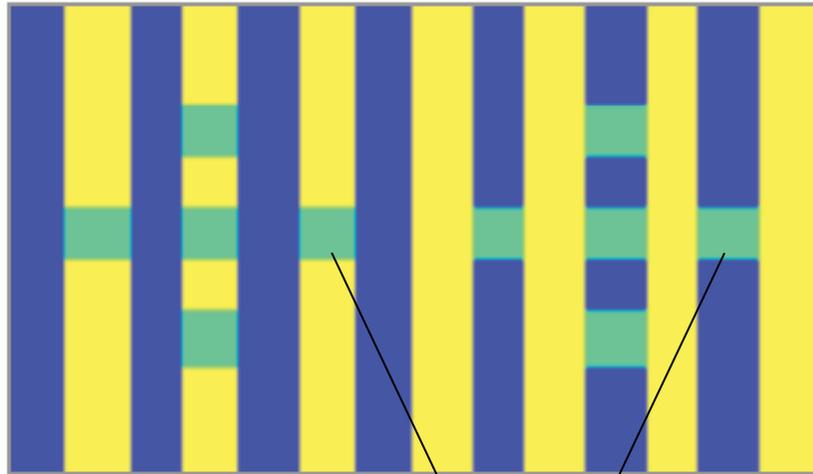
# Menschliche Wahrnehmung (V)



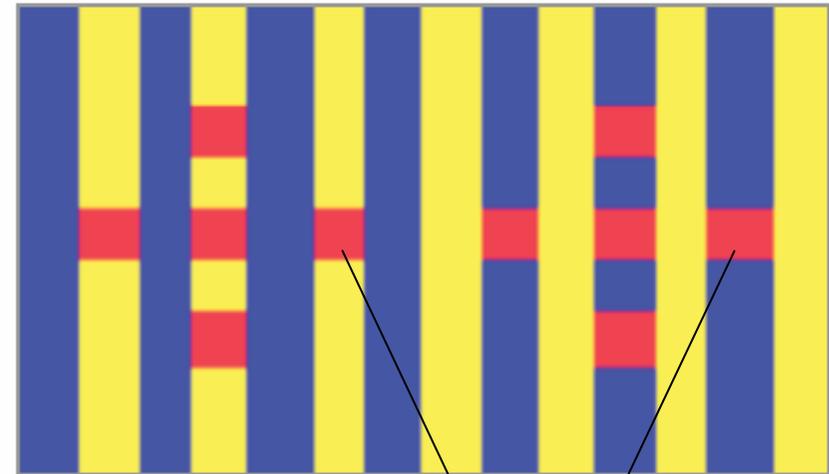
Helligkeiten werden durch Formen, Objekte und deren Schatten beeinflusst

Quelle: Gabriel Marcu, Apple

# Menschliche Wahrnehmung (VI)



identische Farbe



identische Farbe

Farben werden durch benachbarte Farbregionen beeinflusst

Quelle: Gabriel Marcu, Apple

# Objekterkennung mittels Farben (I)

## **Erkennung von Farben beim Menschen**

1. Signale der drei Farbpigmente der Netzhaut
2. Psycho-physikalische Einflussfaktoren (Umgebung, absolute Helligkeit, Textur, Form, Rauschen, Größe)
3. Psychologische Einflussfaktoren (Erinnerung an Farben, Farbpräferenzen)

→ menschliche Farbwahrnehmung

## **Erkennung von Farben durch den Rechner**

1. Sensoren (Scanner, Kamera, Messgeräte)
2. Farbkorrektur, Anpassung der Helligkeit
3. Analysealgorithmen

→ Computergestützte Farbwahrnehmung

# Objekterkennung mittels Farben (II)

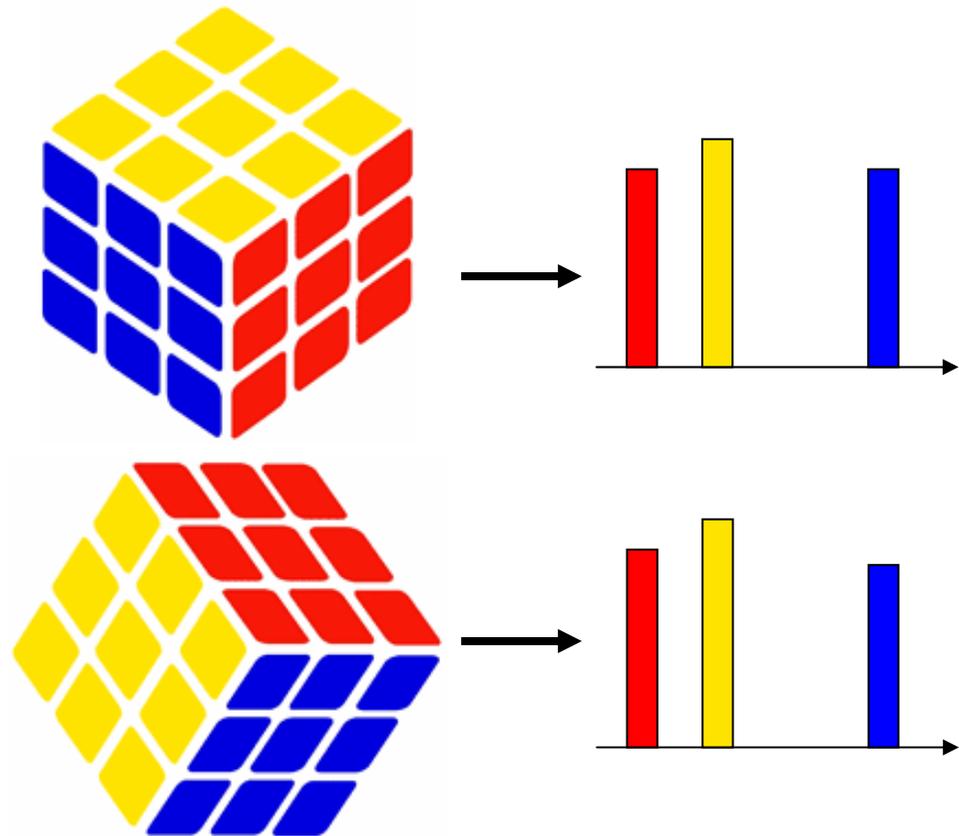
## Ablauf:

- Auswahl eines Farbraumes
- Abbildung der Pixel eines Objektes auf Merkmalswerte
  - Histogramme
  - Dominante Farbe
- Vergleich mit Merkmalswerten bekannter Objekte durch ein Entfernungsmaß

# Objekterkennung mittels Farben (III)

## Histogramme:

- Beschreibung eines Objektes durch Anzahl der Pixel der einzelnen Farben
- Vergleich zweier Histogramme mittels  $L_1$ - oder  $L_2$ -Norm
- Zuverlässige Ergebnisse bei affinen Transformationen des Objektes



# Objekterkennung mittels Farben (IV)

## Dominante Farbe:

- Annahme: Die am häufigsten in einem Bild enthaltene Farbe liefert charakteristische Informationen.
- Problem, falls mehrere Farben ähnlich häufig auftreten
- → Beschreibung eines Objektes durch wenige dominante Farben und Anteil jeder Farbe

