

Farbenlehre aus der Sicht neuer Medien

Helmut Dittmann
Didaktik der Physik
Universität Erlangen

Das Spektrum des weißen Lichts

- Erzeugung mit dem OHP
- Vereinigung der Farben mit biegsamem Spiegel
- Farbige Lichter entstehen nicht durch „Anfärben“ von weißem Licht sondern durch Weglassen bestimmter Anteile des weißen Lichtes

Das Mischen von Farben - ein kognitiver Konflikt

„Farbe“ und „Farbe“ ist nicht immer das gleiche:

Man muss *farbiges Licht* von *farbigen Stoffen* unterscheiden.

Subtraktive Mischung:

Weißes Licht durchsetzt *farbige Stoffe*, entweder nacheinander, oder eine Mischung derselben

Additive Mischung:

Farbige *Lichter* werden gemischt.

Die Erzeugung eines Farbraumes aus drei Grundfarben

Durch additive Mischung von drei Primärlichtern in verschiedenen Intensitäten lässt sich ein dreidimensionaler Farbraum aufbauen.

Als Hilfsmittel zum Mischen kann der Tageslichtprojektor dienen.

Besonders groß wird dieser Farbraum, wenn man als Primärlichter Rot, Grün und Blau verwendet.

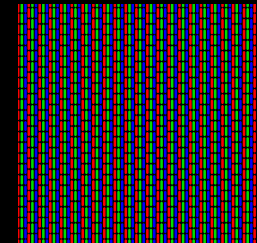
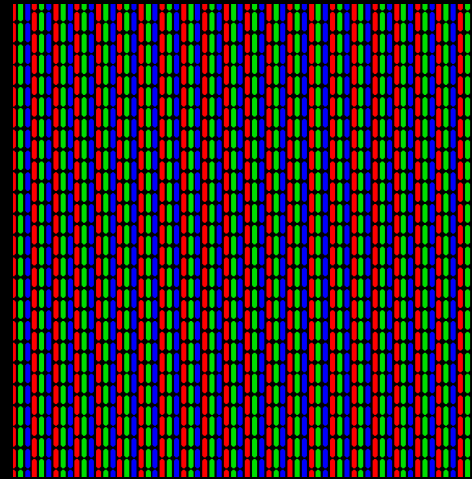
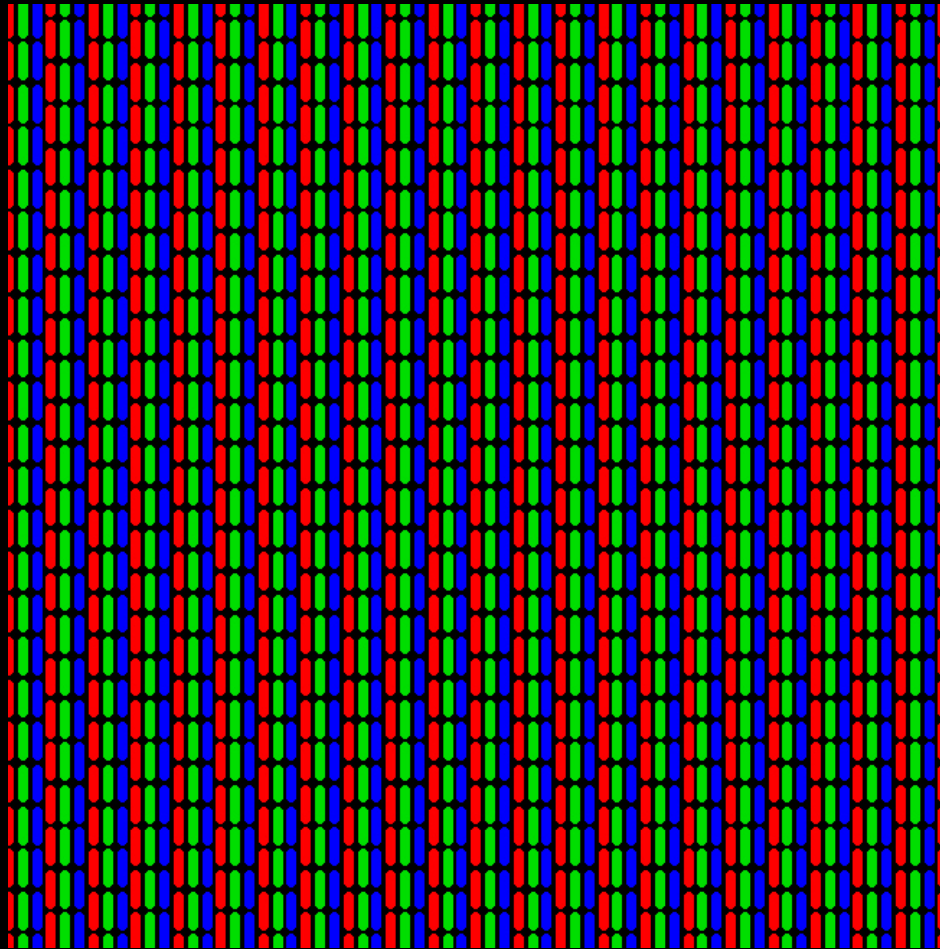
Additive Mischung anders - Trichromatische Koordinaten

Die additive Mischung von Lichtreizen kann auf 3 verschiedene Arten geschehen:

simultan sequentiell (Kreisel!) partitiv (Pixel)

Der RGB-Monitor des Computers verwendet Pixel in den Primärfarben Rot, Grün, Blau in den Helligkeitsstufen r, g, b 0 bis 255 .

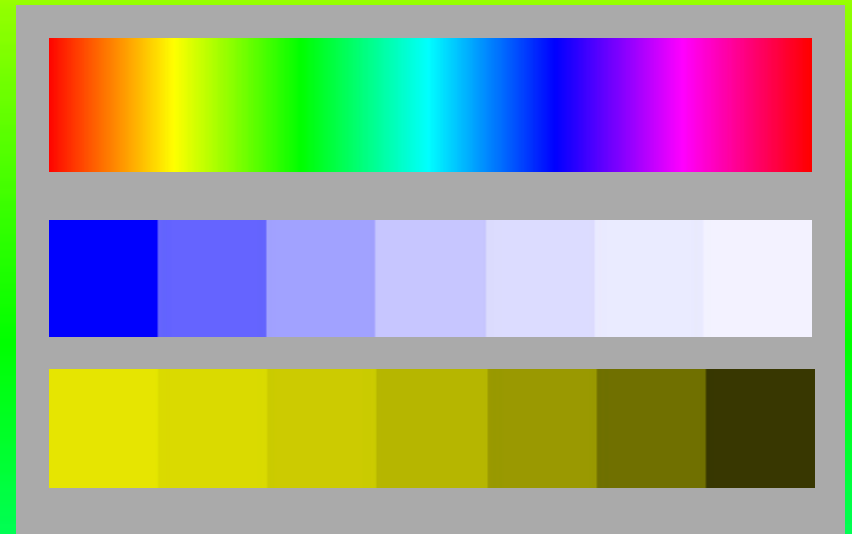
Farbdarstellung am RGB-Monitor



Farbmixer

Die drei „natürlichen“ Koordinaten der Farbe:

- Farbton (Wellenlänge)
- Sättigung (Weißanteil)
- Helligkeit (Leistung)



Der Farbraum ist dreidimensional.

Farbkörper

- Farbzylinder: Anordnung der Farben gemäß der natürlichen Koordinaten Farbton, Sättigung, Helligkeit
- Farbwürfel: Anordnung nach trichromatischen Koordinaten r, g, b . Jede Farbe $F(r, g, b)$ wird durch einen Punkt in einem cartesischen Koordinatensystem dargestellt.

Zylinder

Würfel

Ecke

Wie viele Farben kann unser Auge unterscheiden?

Der Farbwürfel enthält $256 * 256 * 256 =$
16 777 216 Farbpunkte.

Aber: Sind sie alle unterscheidbar?

Diese Frage beantwortet der „Farbspion“.

Spion

Die Antwort des Spions:

Von den 16 Millionen einstellbaren Farben des Monitors können jeweils 8 von unserem Auge nicht unterschieden werden.

Der Farbraum des Monitors enthält also ca. 2 Millionen für unser Auge unterscheidbare Farben.

Wollte man jede dieser Farben etwa 1 Sekunde auf dem Bildschirm betrachten, so bräuchte man dafür 556 Stunden, also mehr als 23 Tage.

Kann der Monitor alle Farben darstellen, die es gibt?

Antwort: Nein!

Es fehlen die voll gesättigten Farben.

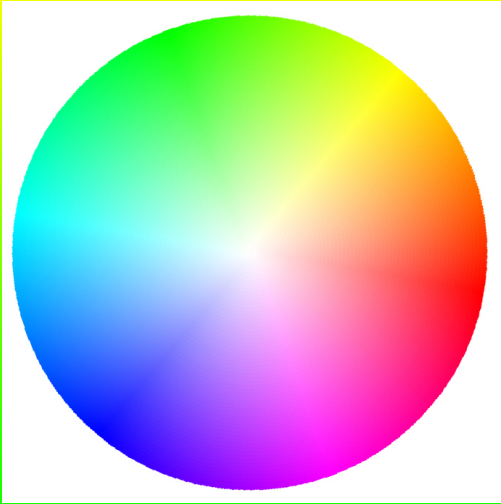
Schon die Primärfarben R, G und B des Monitors sind nicht voll gesättigt, erst recht nicht die daraus gemischten Farben.

Beispiel: Rotwein



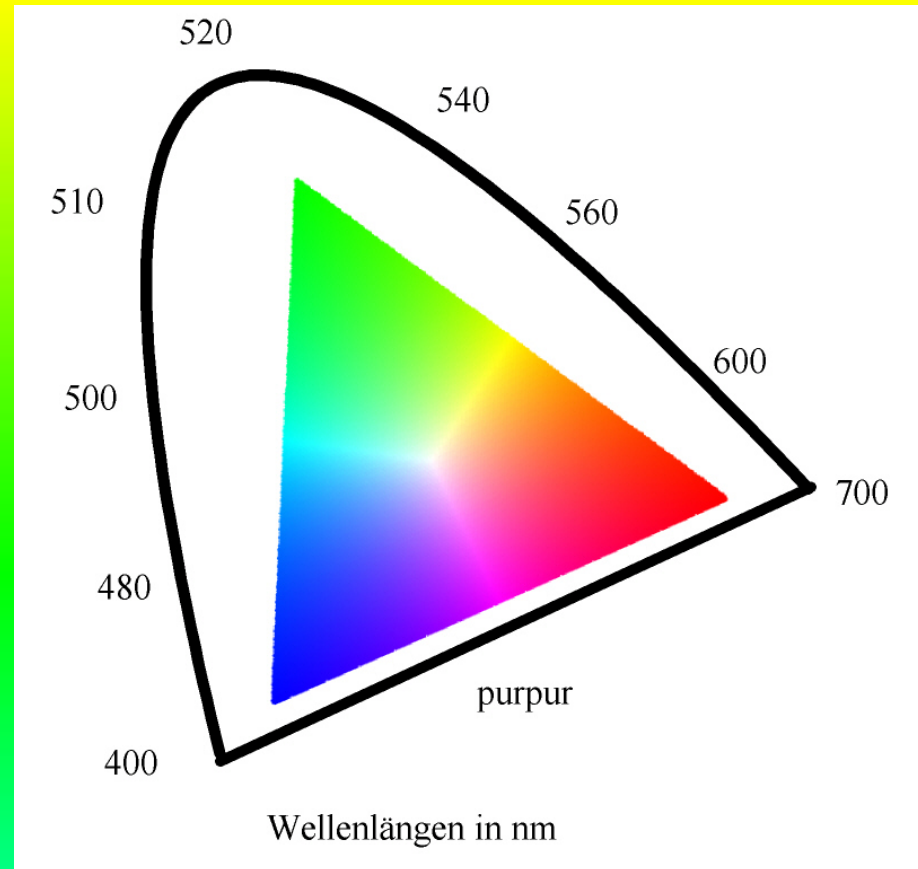
Mixer

Vom Farbkreis zur Farbnormtafel



Für das Farbdreieck gilt der Schwerpunktsatz.

Der Farbkreis wird in der Normtafel zum Farbdreieck verzerrt.

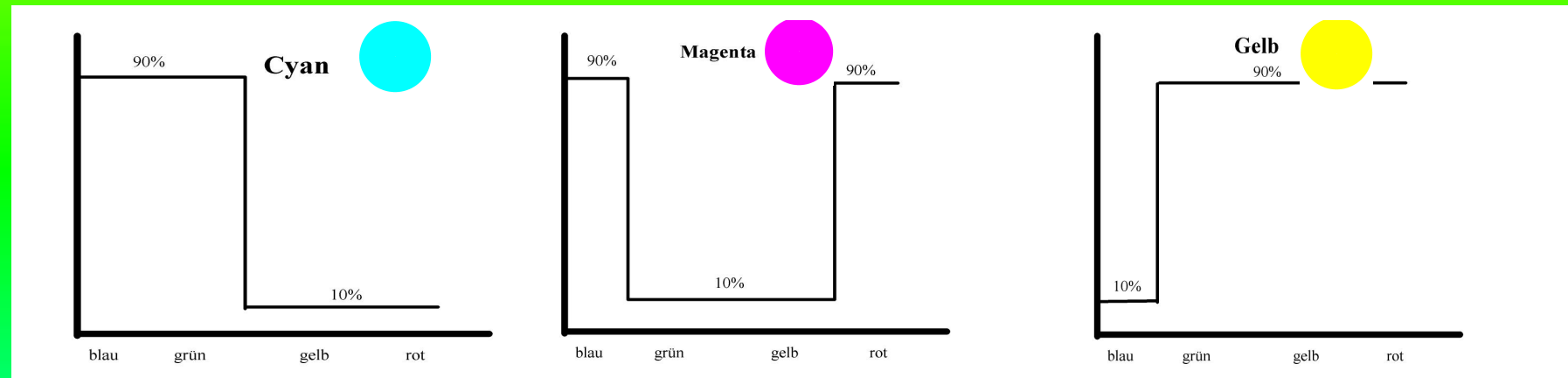


Der Monitor des Computers kann nur die Farben innerhalb des Dreiecks darstellen; Farben mit höherer Sättigung kann er nicht zustande bringen.

Vierfarbendruck

Außer Schwarz werden verwendet:
Cyan, Magenta, Gelb.

Die Transmissionskurven sehen im Idealfall so aus:



Durch paarweise subtraktive Verknüpfung ergeben sich wieder Rot, Grün, Blau.

Submi

Helmholtzsche Theorie der Farbwahrnehmung

3 Sorten von Farbrezeptoren auf der Netzhaut, die sog. Zapfen verursachen die Farbwahrnehmung:

Die Theorie kann einige interessante Experimente erklären:

- Farbige Schatten
- Nachbilder
- Umstimmung des Auges

Farbwahrnehmung

Farbe ist keine objektive Eigenschaft des Lichtes

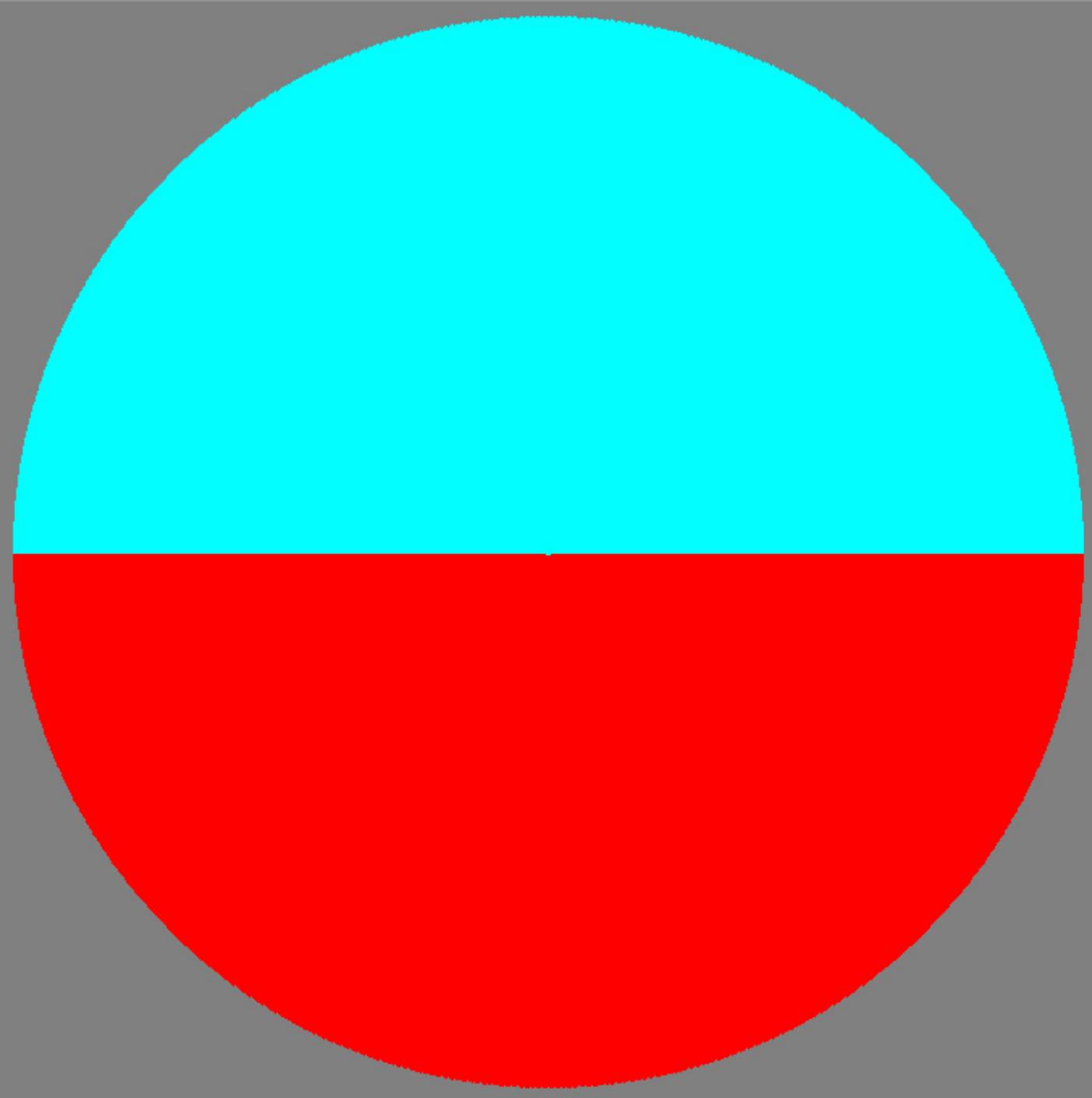
Das gleiche Licht erscheint unserem Auge –
je nach Umständen z.B. einmal weiß, ein
andermal grün.

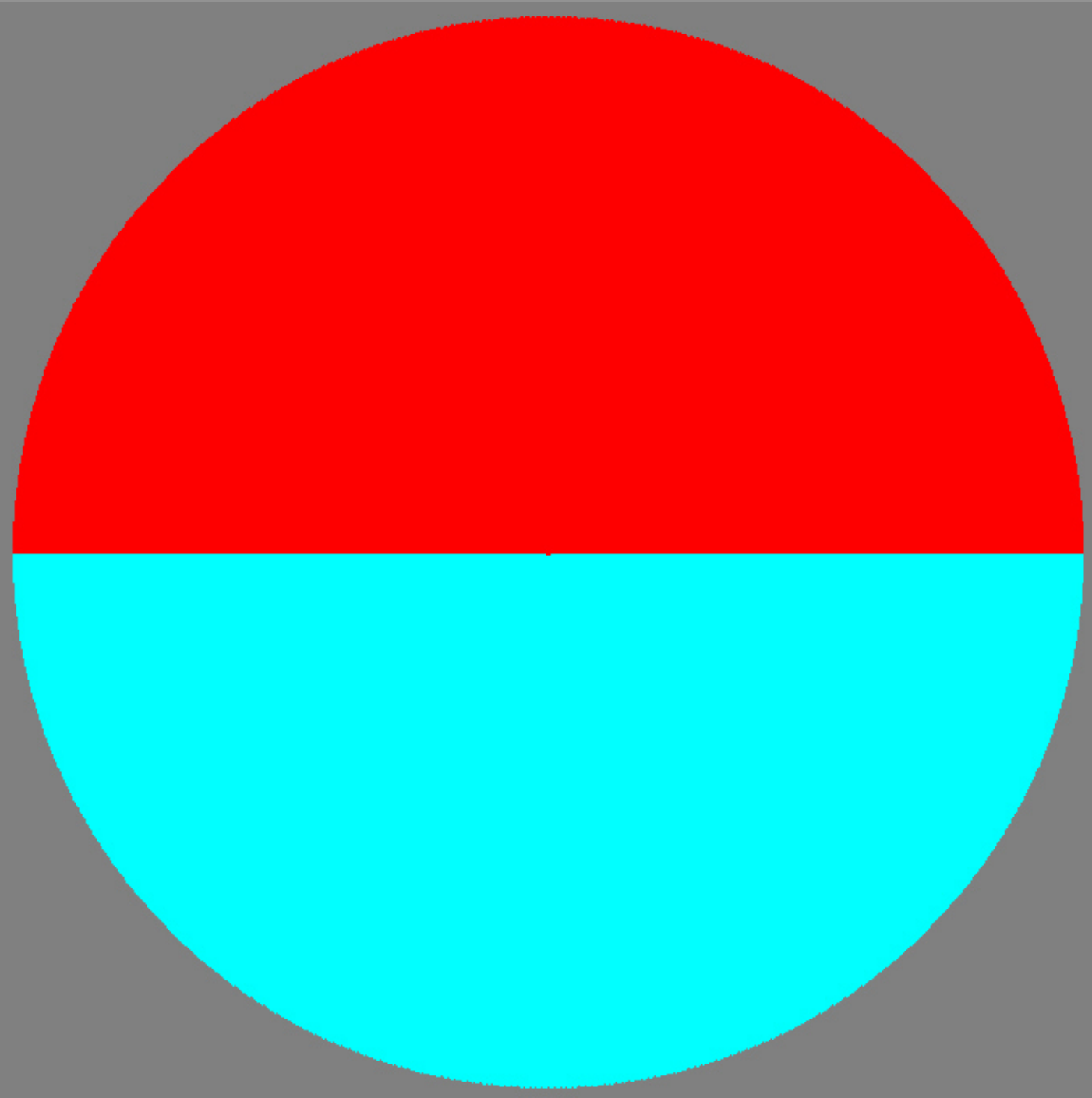
Man hat zu unterscheiden:

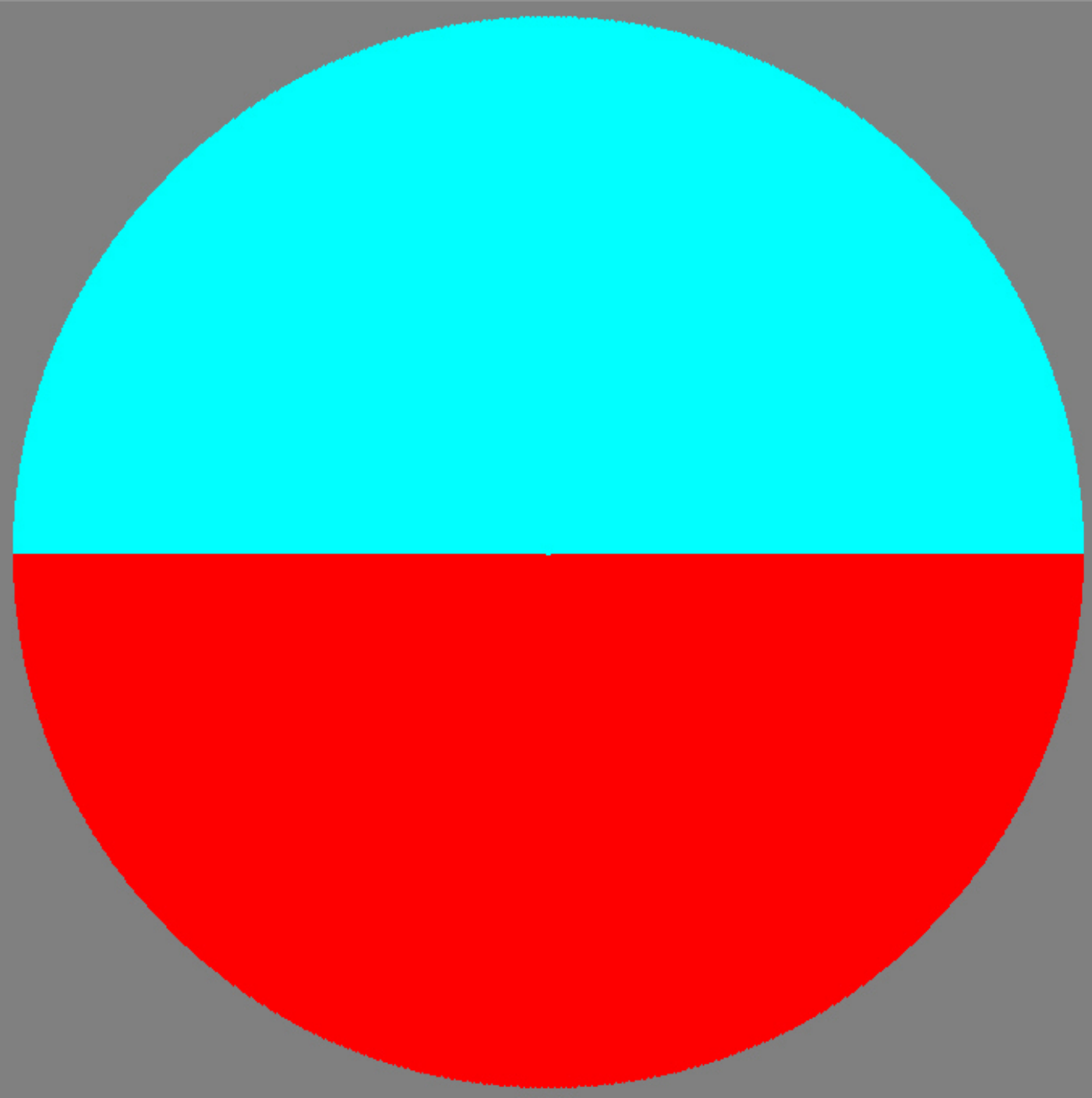
Farbreiz
messbar



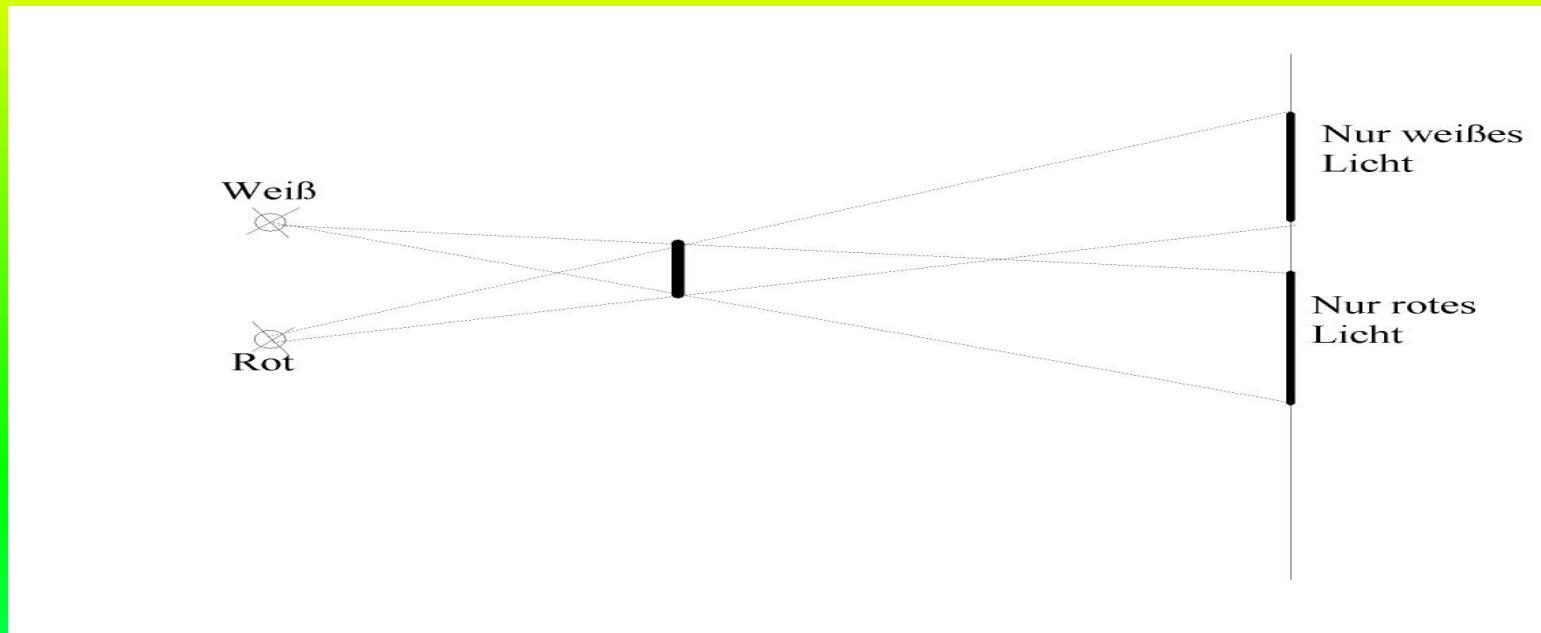
Farbempfindung
nicht objektivierbar







Zur Erklärung farbiger Schatten



Der Schirm erscheint in ungesättigtem Rot („Rosa“).

Das Auge wird dadurch „umgestimmt“: Die Sensibilität für Rot wird abgeschwächt. Weißes Licht erscheint grün.

Vielen Dank fürs Zuhören!

Literatur: Falk, Brill, Stork, Ein Blick ins Licht

Birkhäuser Springer