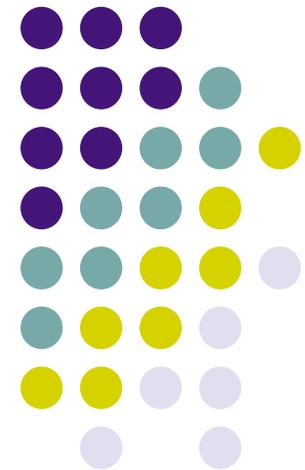


Farbe

Heinz Gnehm
19. April 2006

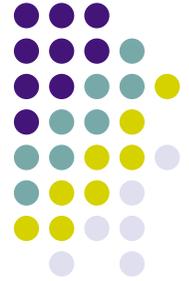


Inhalt

- Was ist Farbe?
 - Farbwahrnehmung und Farbentheorie
- Wie ordne ich Farben?
 - Farbmodelle und Farbräume
- Wie benutze ich Farben?
 - Farbmanagement und Farbprofile



Grundsatzfragen

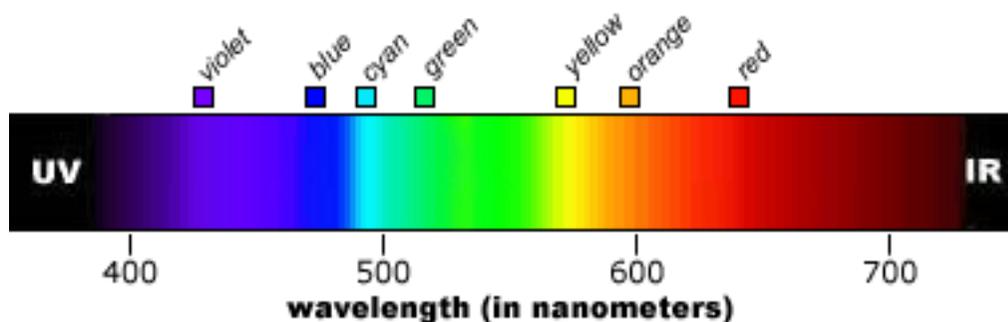


- Werde ich eine heutige Bilddatei in 100 Jahren noch farbgetreu wiedergeben können?
- Wenn nicht, was kann oder muss ich tun, damit die Farben originaltreu erhalten bleiben?
- Enthält der Regenbogen eigentlich alle Farben des sichtbaren Lichts?



Was ist Farbe?

- Farbe ist keine objektive, physikalisch direkt messbare Eigenschaft eines Objekts
- Farbe ist ein subjektiver menschlicher Sinneseindruck, der durch unterschiedliche Wellenlängen im elektromagnetischen Spektrum hervorgerufen wird (auch sichtbares Licht genannt)



Farbwahrnehmung



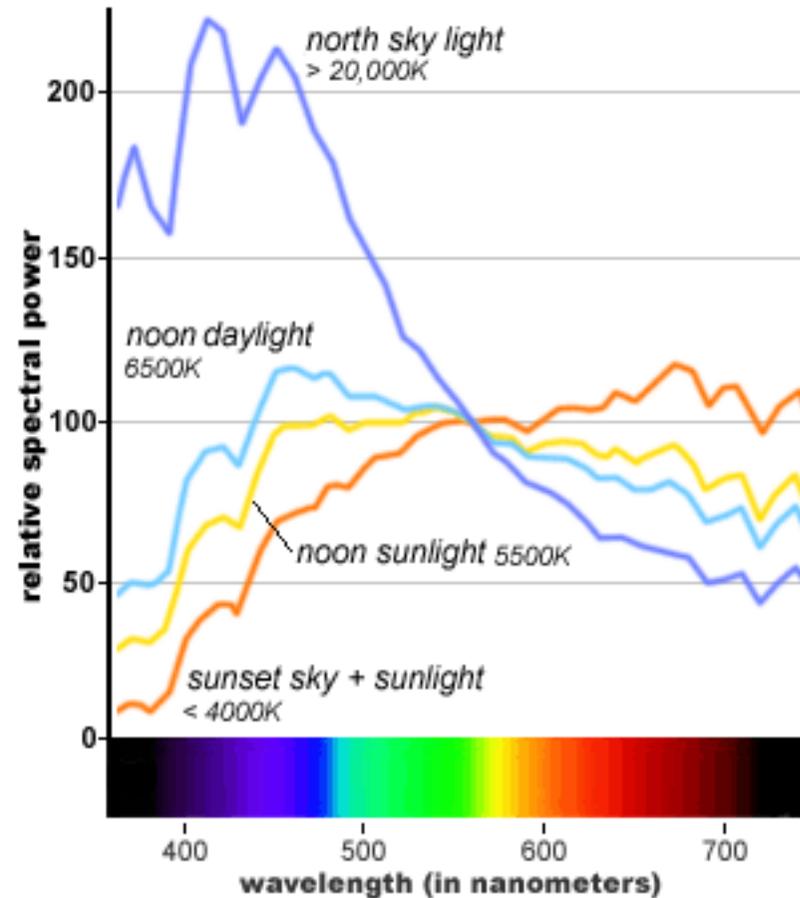
Unsere Farbwahrnehmung basiert auf vier Komponenten



- Licht
 - Sonne, Glühlampe, Bildschirm etc.
- Objekt
 - Oberflächenbeschaffenheit
- Auge
 - Farbige Zapfen und Stäbchen
- Gehirn
 - Verarbeitung der Seh- und Farbinformationen

Licht [i]

- Eine Lichtquelle wird mit der sogenannten Lichttemperatur in Kelvin gemessen
- Blaues Licht hat eine hohe, gelbes Licht eine tiefe Temperatur
- Normales Tageslicht entspricht einer Temperatur von 5500 Kelvin

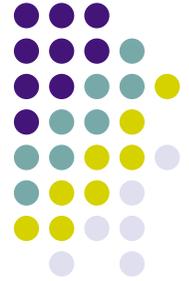


Licht [ii]



- Die Temperatur des Sonnenlichts ändert sich im Laufe eines Tages und ist zudem vom Wetter und dem Standort abhängig
- Unser Gehirn gleicht diese Änderungen automatisch aus, weiss erscheint für uns also immer weiss
- Je nach Beleuchtung können Objekte ganz unterschiedliche Farben haben, es macht also einen Unterschied, ob man Kleider unter Neonlicht oder draussen anprobiert

Objekt



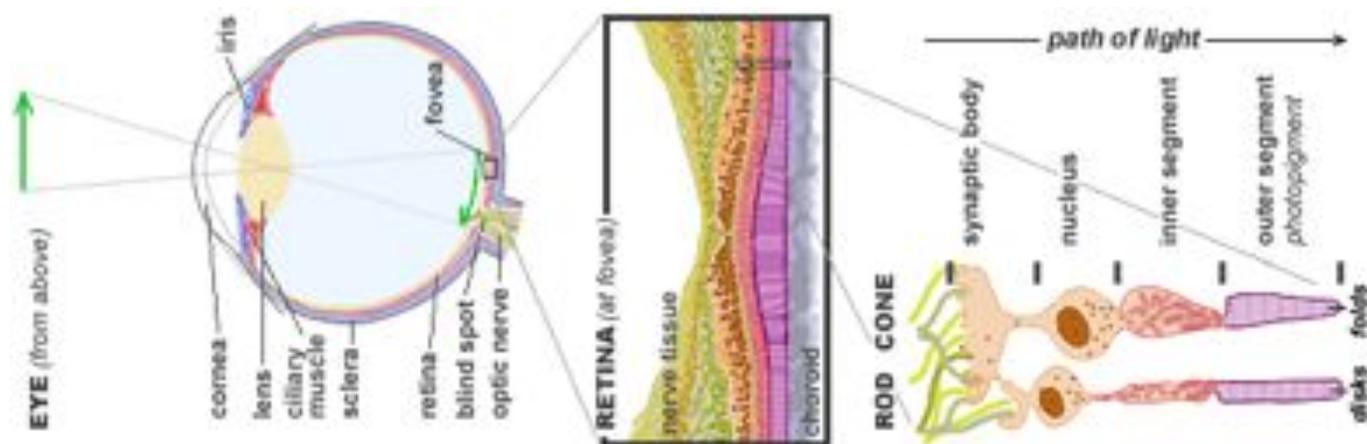
Die Oberflächenbeschaffenheit eines Objekts definiert auch dessen Farbe

- Reflexion
 - das Licht wird vom Objekt zurückgeworfen, das entspricht einer Spiegelung
- Remission
 - das Licht dringt in das Objekt ein und wird dann mehr oder weniger stark zurückgeworfen
- Transmisson
 - das Licht dringt durch das Objekt hindurch, es erscheint mehr oder weniger durchsichtig
- Absorption
 - das Licht wird vom Objekt geschluckt und erscheint deshalb dunkel oder schwarz



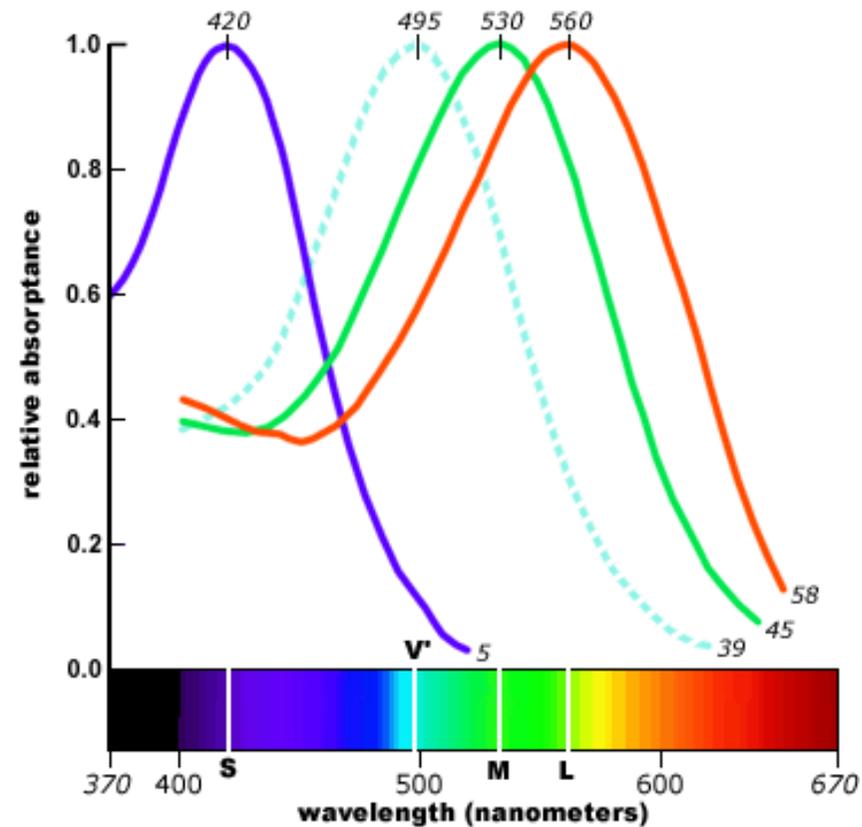
Auge [i]

- Rote, blaue und grüne Zapfen sind für die Farbwahrnehmung verantwortlich
- Stäbchen sind empfindlicher als Zapfen, können aber nur helle und dunkle Kontraste unterscheiden

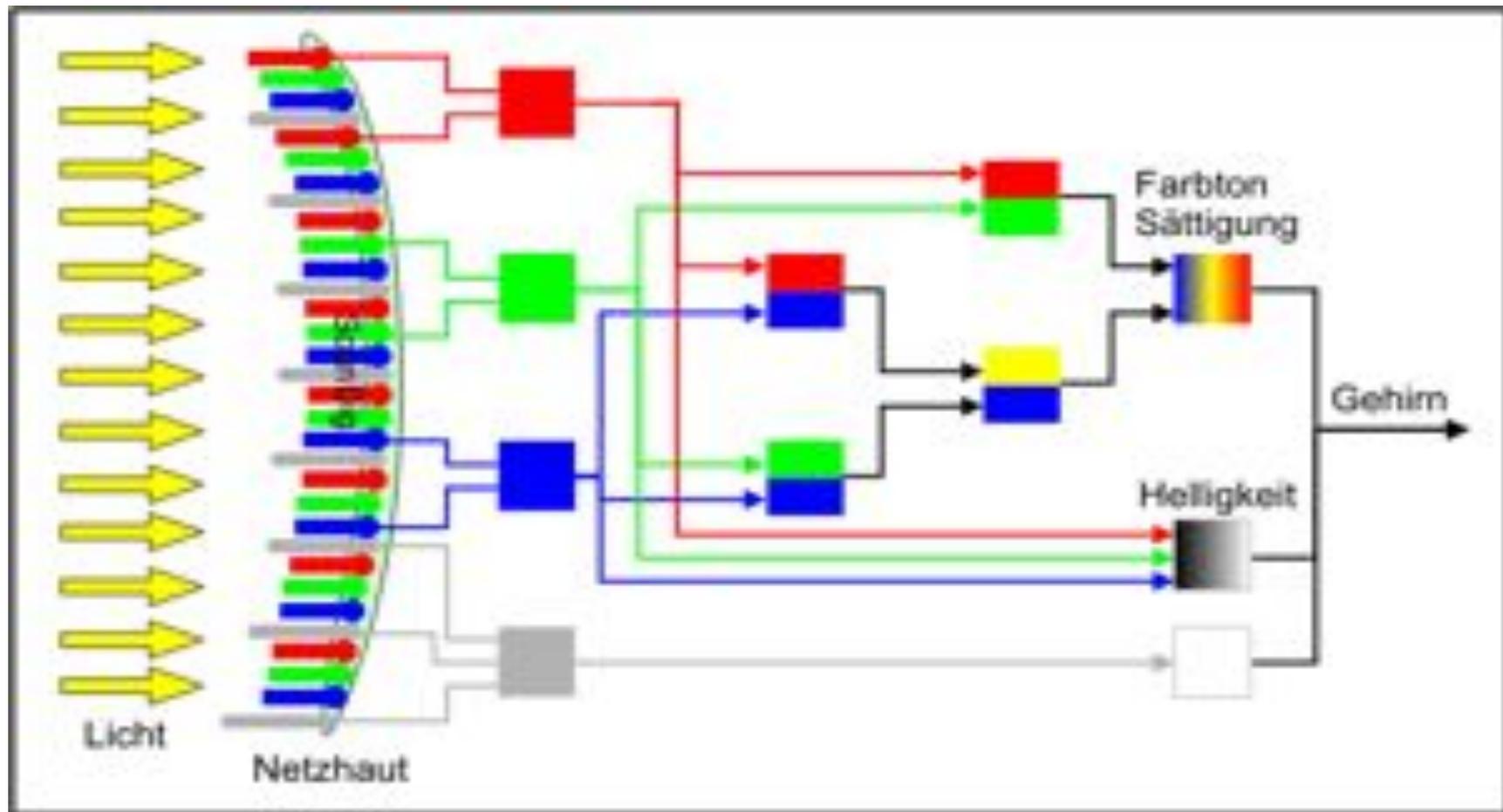


Auge [ii]

- Die roten, grünen und blauen Zapfen reagieren auf unterschiedliche Wellenlängen des sichtbaren Lichts
- Die Verteilung der Zapfen ist verschieden, es gibt am meisten rote und am wenigsten blaue Zapfen



Auge [iii]

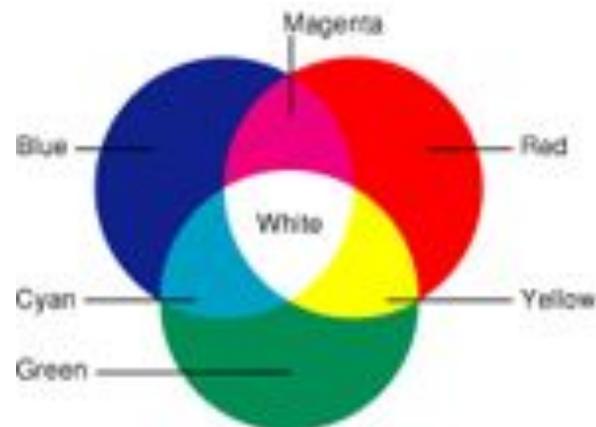


Farbmischung



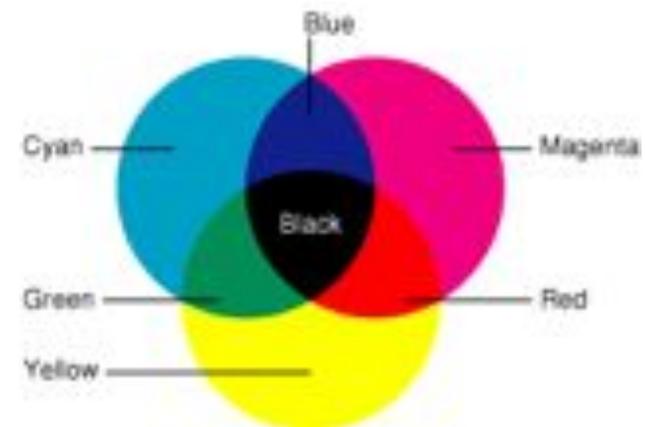
- Additiv

- Die Primärfarben Rot, Grün und Blau ergeben zusammen Weiss
- Die Sekundärfarben sind auch die Primärfarben der subtraktiven Farbmischung



- Subtraktiv

- Die Primärfarben Gelb, Cyan und Magenta ergeben zusammen Schwarz

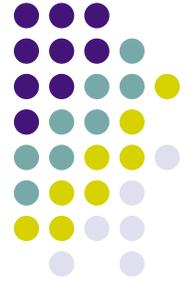




Farbordnungen [i]

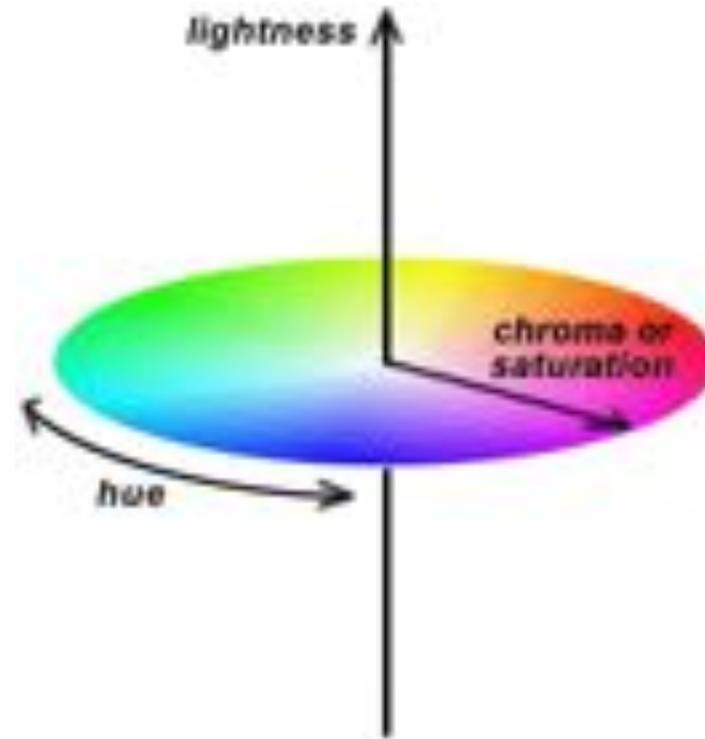
- Frühe Farbordnungen bestehen meistens aus einem Farbkreis und ordnen die Primar- und Sekundärfarben in einer geometrischen Struktur an
 - Farbordnungen sind etwa von Goethe und Newton entworfen worden





Farbordnungen [ii]

- Die Helligkeit oder «Lightness» wird von oben nach unten angeordnet
- Der Farbton wird als «Hue» bezeichnet
- Die Sättigung oder das «Chroma» nimmt von innen nach aussen zu



Farbordnungen [iii]

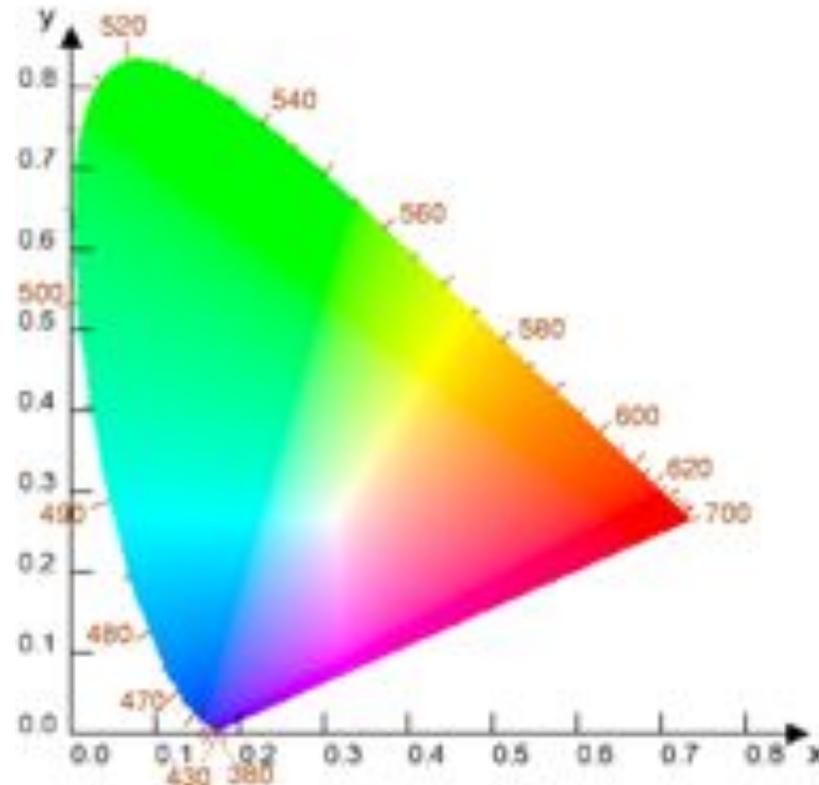


- **Dreifarbentheorie**
Für die ersten wissenschaftlichen Farbmodelle wurde ein sogenannter Standardbeobachter eingeführt und berechnet, wie die roten, grünen und blauen Zapfen auf Farben reagieren
- **Gegenfarbtheorie**
Spätere Farbmodelle basieren auf der Erkenntnis, dass unser Gehirn sichtbares Licht als einen Übergang von Rot nach Grün und von Blau nach Gelb erkennt und als Farbe wahrnimmt



Farbmodelle - CIE XYZ

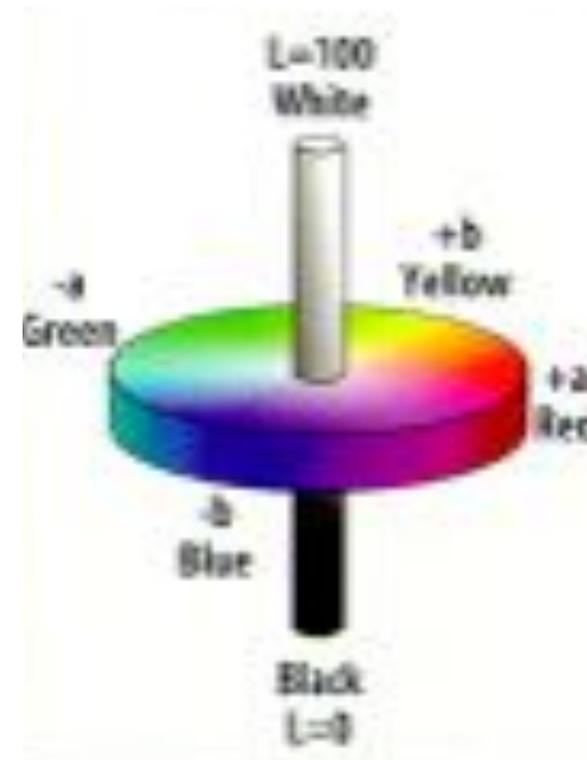
- Dieses Farbmodell wurde 1931 von der «Commission Internationale d'Eclairage» festgelegt
- Wird auch als Schuhsohle bezeichnet
- Das Farbmodell ist geräteunabhängig und dem menschlichen Sehen nachempfunden





Farbmodelle - CIE L*a*b*

- Das L*a*b-Farbmodell ist eine Verbesserung von CIE XYZ und wurde 1976 entworfen
- Die Komponente a^* ist eine Verschiebung von Rot nach Grün, die Komponente b^* eine Verschiebung von Blau nach Gelb



Farbmodelle - RGB/CMYK

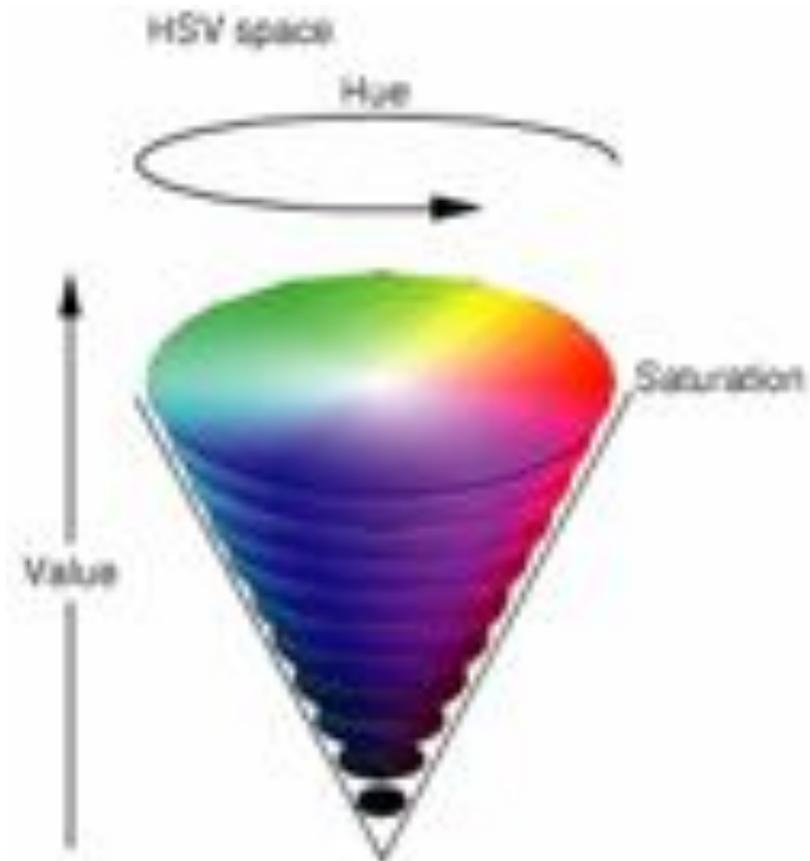


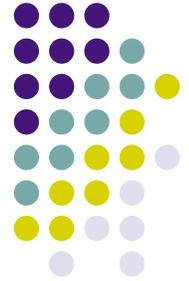
- RGB ist ein additives Farbmodell
- Dieses Farbmodell wurde ursprünglich für den Fernseher entwickelt
- Bildschirme, Scanner und Digitalkameras verwenden immer das RGB-Farbmodell
- CMYK ist ein subtraktives Farbmodell
- Der Buchstabe «K» steht für «Black», da eine Mischung der drei Primärfarben kein reines Schwarz ergeben
- Farbdrucker verwenden immer das CMYK-Farbmodell



Farbmodelle - HSB/HSV

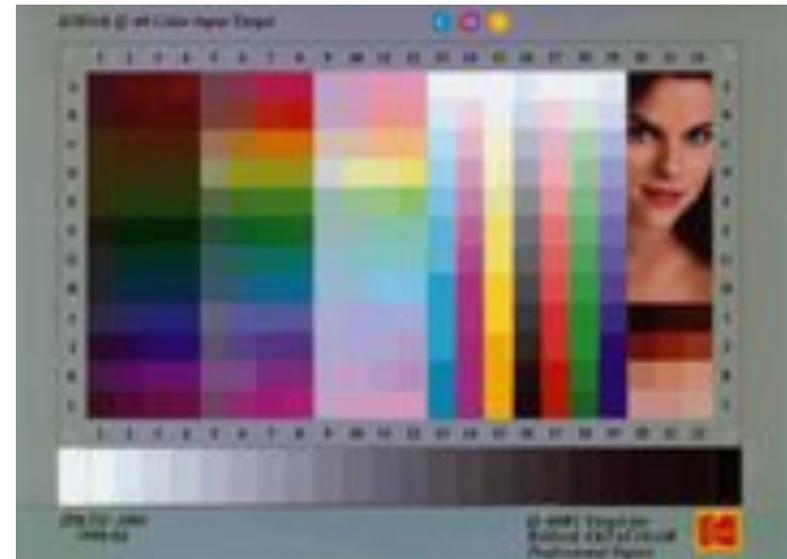
- Dieses Farbmodell ist dem menschlichen Farbeindruck nachempfunden



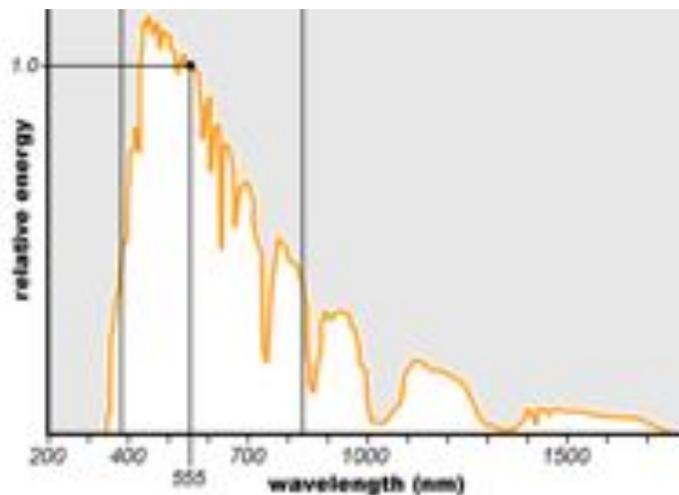
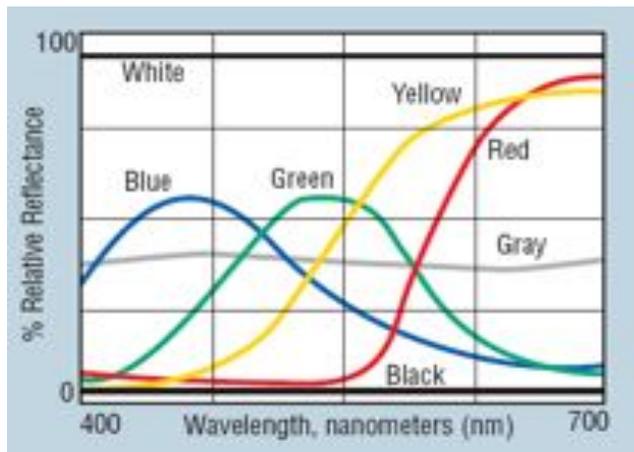
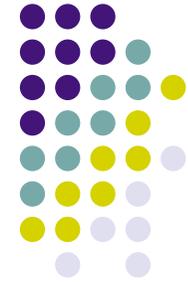


Farbmanagement

- Ein- und Ausgabegeräte wie Scanner, Bildschirme und Drucker haben unterschiedliche Farbräume (Gamut)
- Um die ursprünglichen Farben zu bewahren, müssen im Verarbeitungsprozess die passenden Korrekturen vorgenommen werden

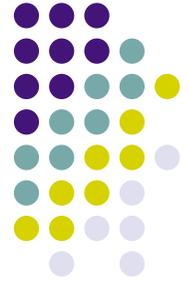


Farbmessung



- Farbmessung misst keine Farbe, sondern nur die Energie der verschiedenen Wellenlängen des sichtbaren Lichts
- Zum Erkennen von Farben müssen die Geräte deshalb vorgängig kalibriert werden

Farbprofile



- Farbprofile wurden vom «International Color Consortium (ICC)» standardisiert
- Sie definieren die Eigenschaften von Ein- und Ausgabegeräten in Bezug auf die Aufnahme und Wiedergabe von Farben
- Farbprofile erlauben das Umwandeln von Farbdaten von einem Farbraum in einen anderen