

Smart Graphics: Graphik und Kommunikation

Vorlesung „Smart Graphics“

Andreas Butz, Otmar Hilliges

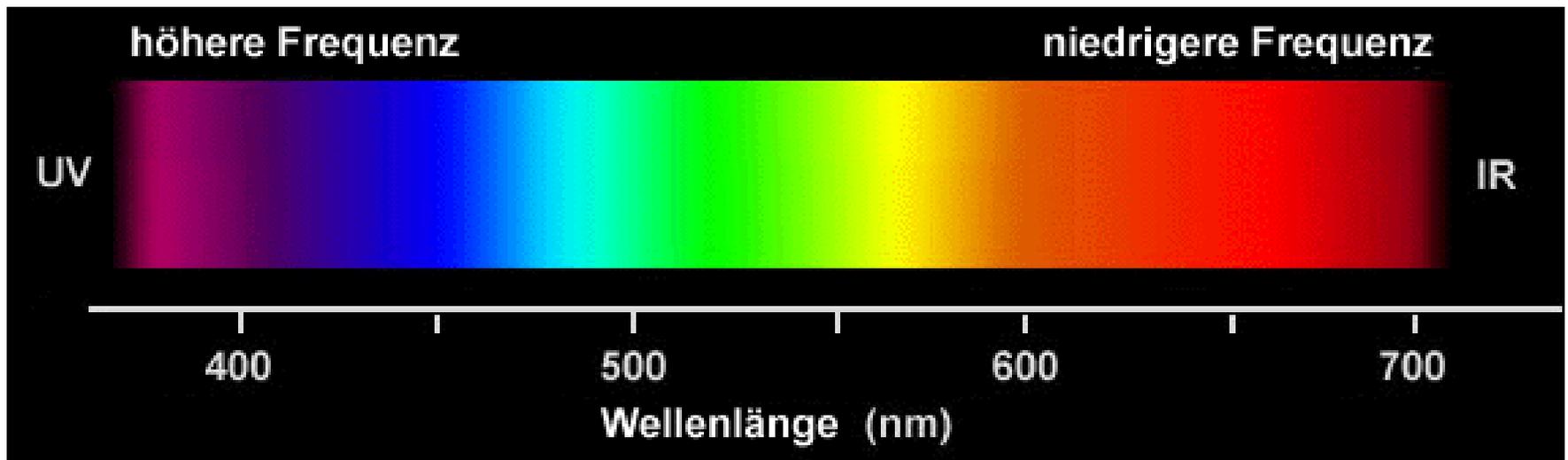
Wednesday, November 09, 2005

Themen heute

- Farbe (Nachtrag zum Thema Gestaltung)
 - Farbwahrnehmung
 - Farbmodelle
 - Farbharmonie und -akkorde
 - Farbwirkung
- Kommunikative Strukturen
 - Eine „Grammatik“ für Diagramme
 - Rhetoric Structure Theory für Multimedia

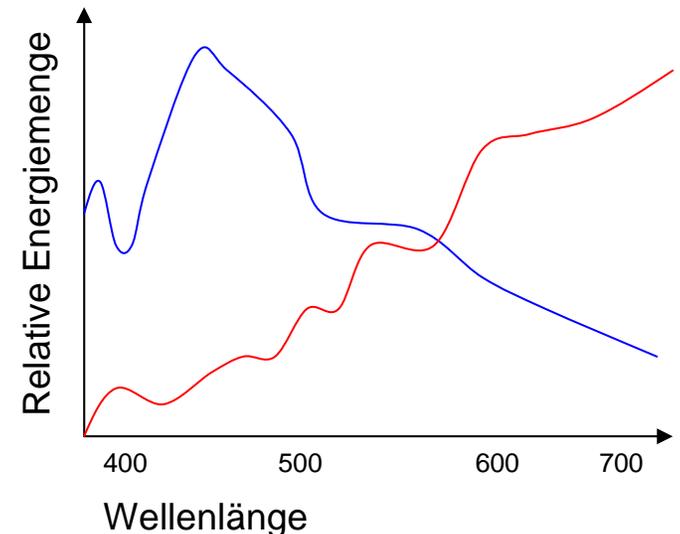
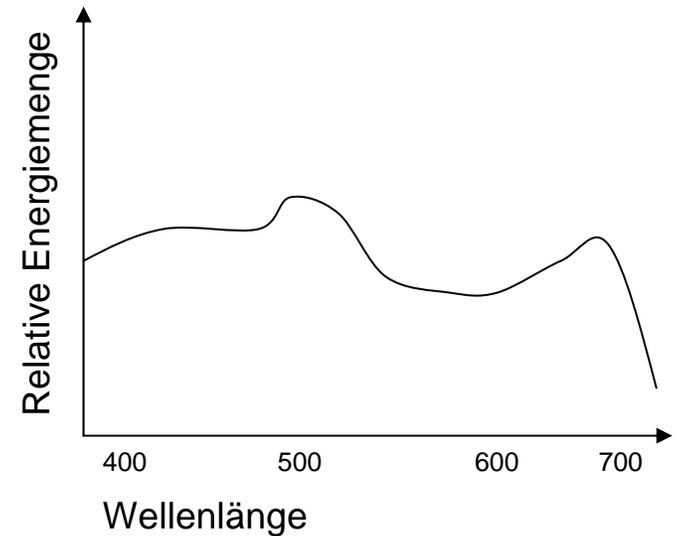
Was ist Licht?

- Licht kann als Elektromagnetische Welle beschrieben werden (oder als Teilchen)
- Sichtbarer Bereich zwischen 350 nm und 750 nm
- Zerlegung des Farbspektrums durch ein Prisma



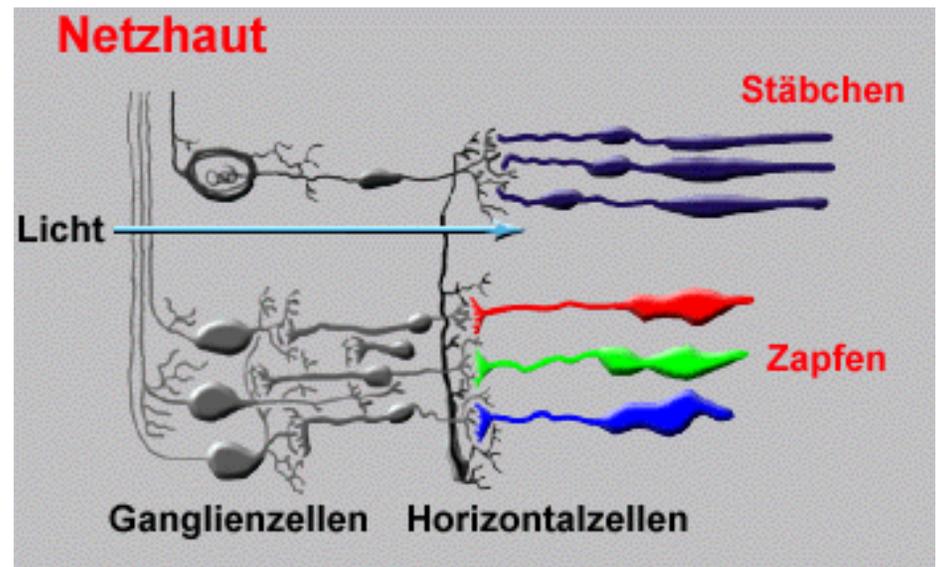
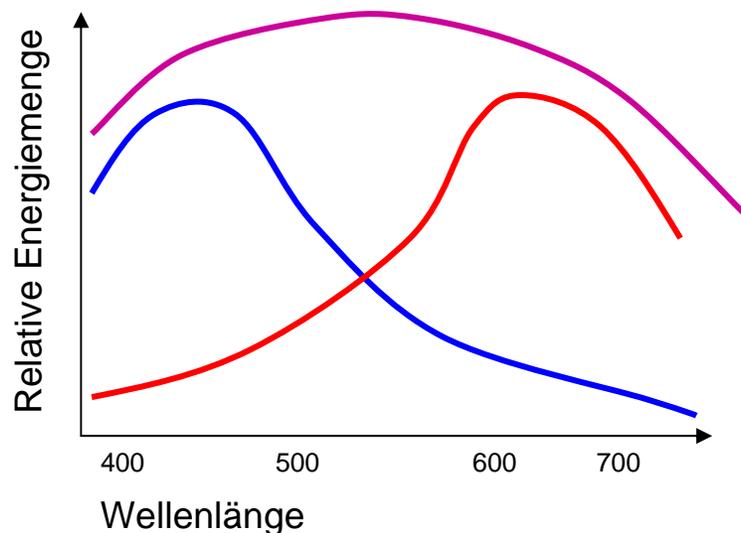
Eigenschaften des Lichts

- Energieverteilung über den gesamten Spektralbereich
- Unterschiedliche Lichtquellen haben unterschiedliche Verteilungen
 - Tageslicht
 - Abendsonne
 - Glühbirne
 - Neonröhre



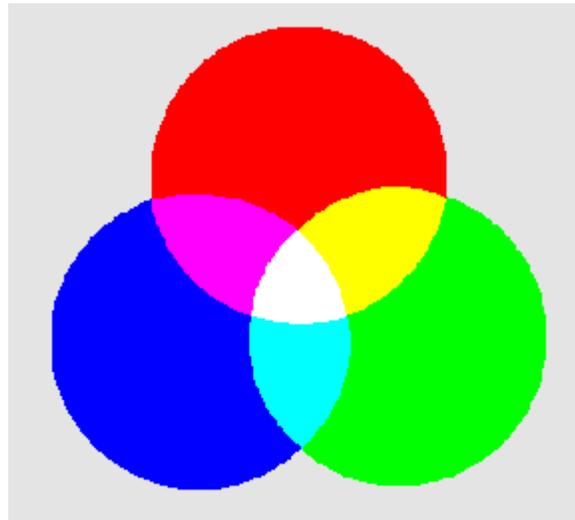
Additive Farbmischung (1)

- Die Farbe der Mischung zweier Lichter ergibt sich aus der Addition der Energiespektren

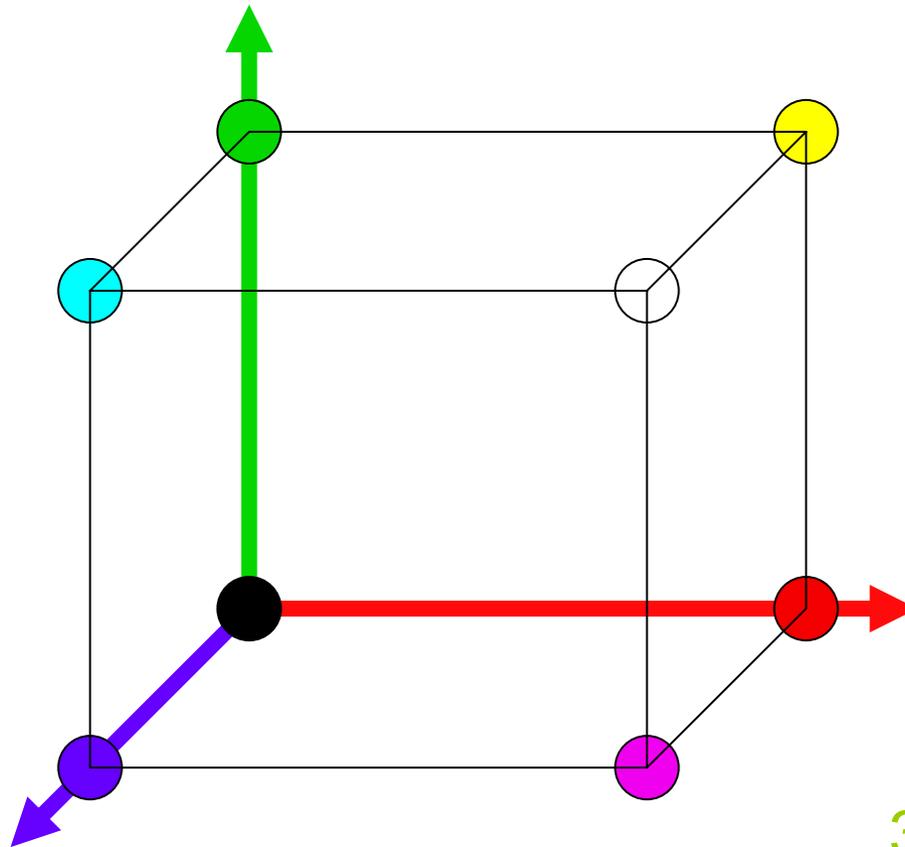


Additive Farbmischung (2)

- Grundfarben: Rot, Blau und Grün
- Komplementärfarben:
Cyan, Magenta und Gelb

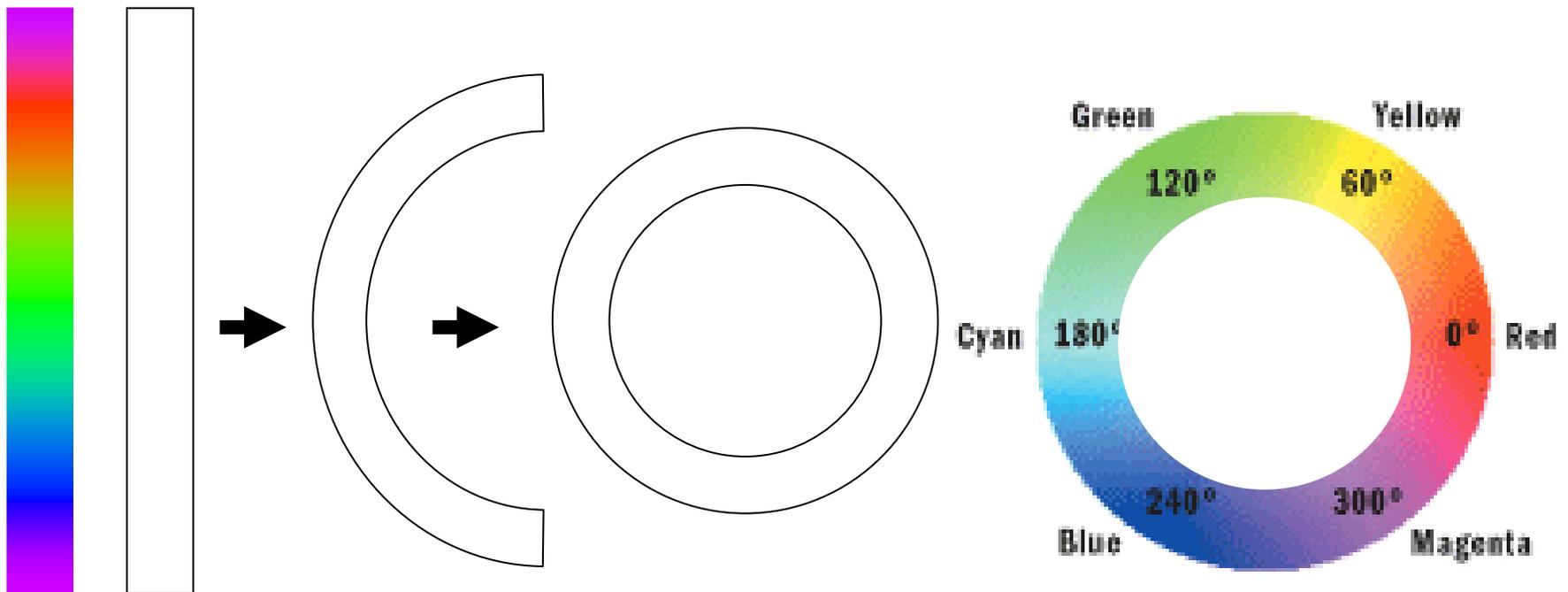


RGB-Farbmodell



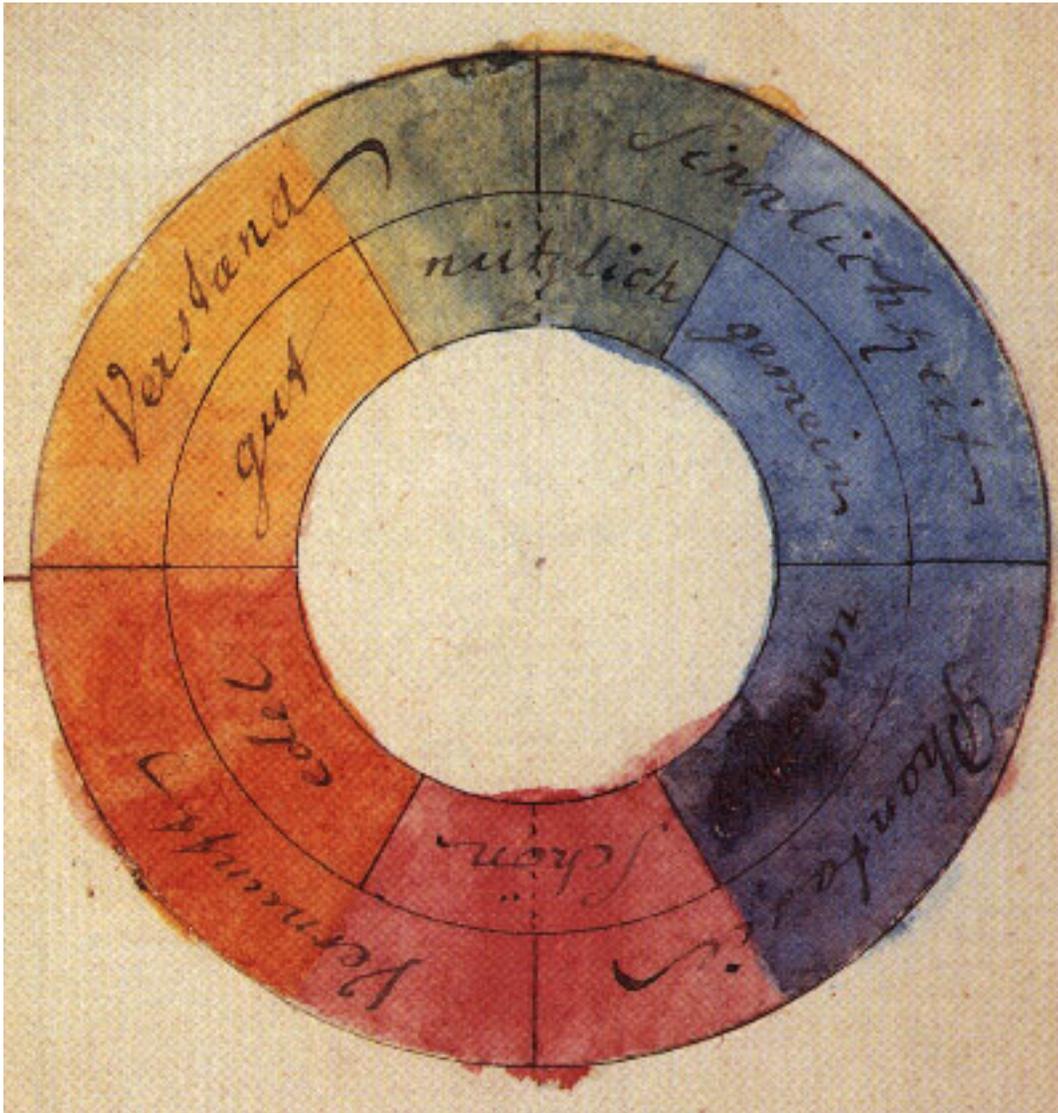
3D-Farbwürfel

Vom Spektrum zum Farbkreis



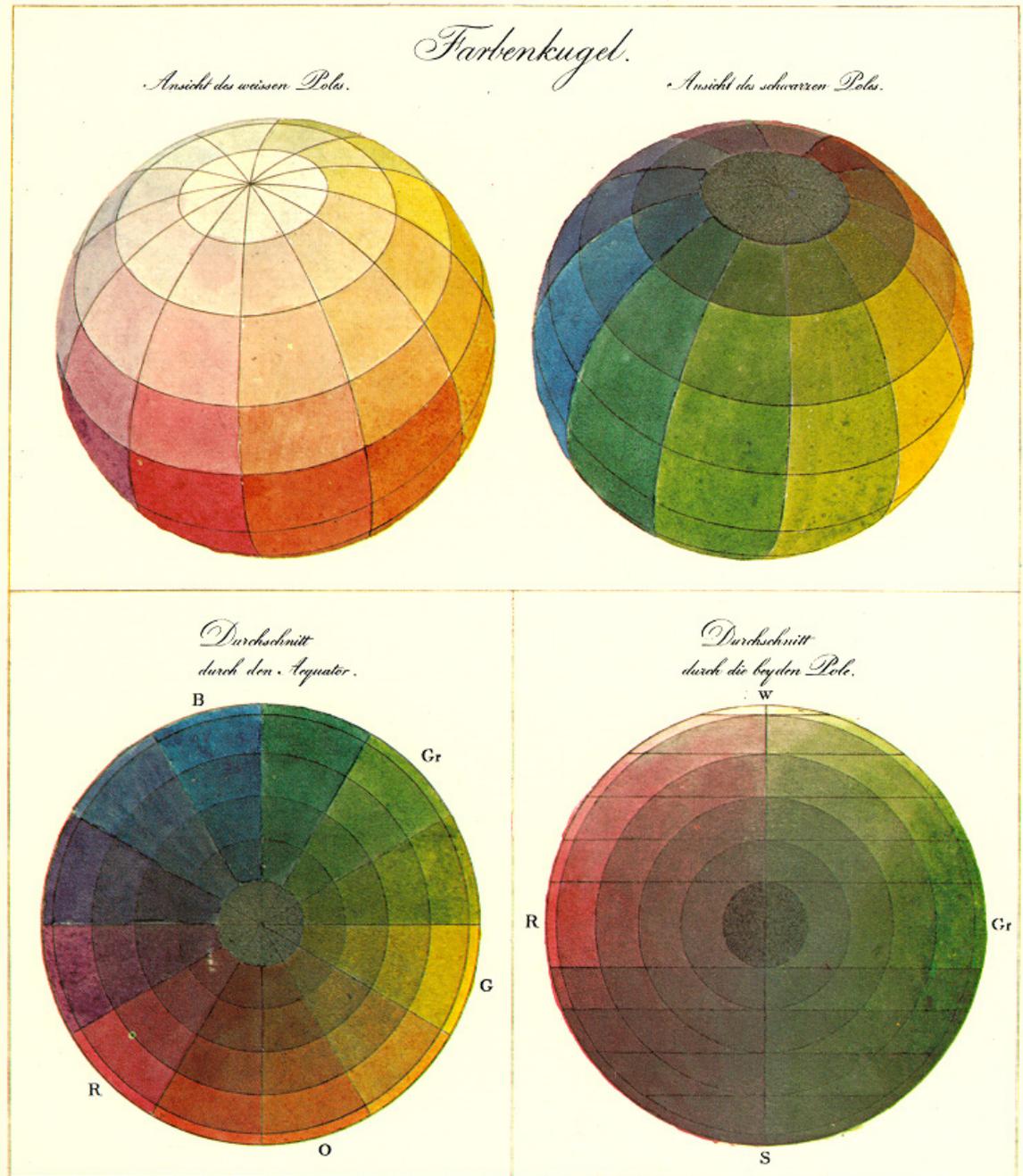
- Magenta als Grenzwert an beiden Enden des Spektrums
- Physikalisch nicht ganz korrekt, aber von der Wahrnehmung her plausibel

Farbkreis nach Goethe (1810)



- Abgeleitet aus Naturbetrachtung
- Angelehnt an Farbsymbolik
- Zuordnung von Farben zu Verstand, Sinnlichkeit, Phantasie, Vernunft
- [Nachlesen](#)

Farbenkugel nach Philipp Otto Runge (1810)



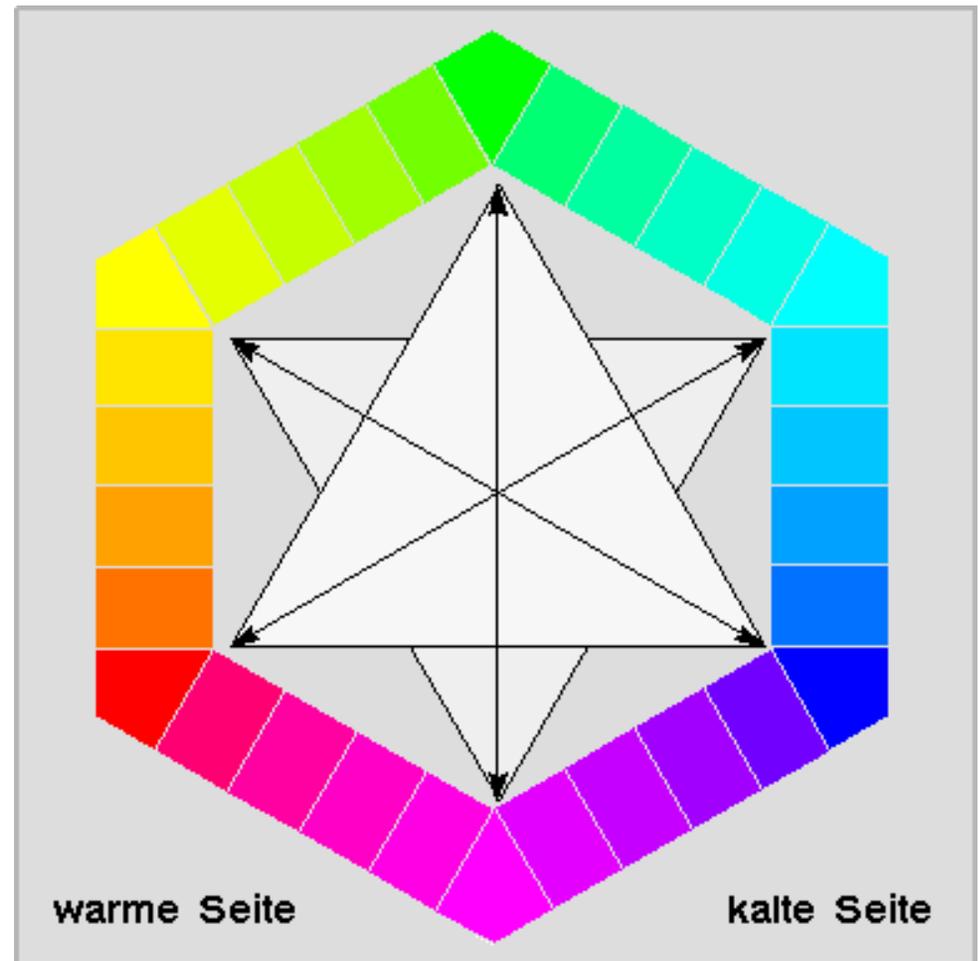
Farbkreis nach Johannes Itten (1961)

- 3 Primärfarben:
rot, gelb, blau
- 3 Sekundärfarben:
grün, orange, violett
- Unterschiedlich von
heutigem RGB Modell
- Gewichtung angelehnt
an Wahrnehmung und
Empfindung von
Farben

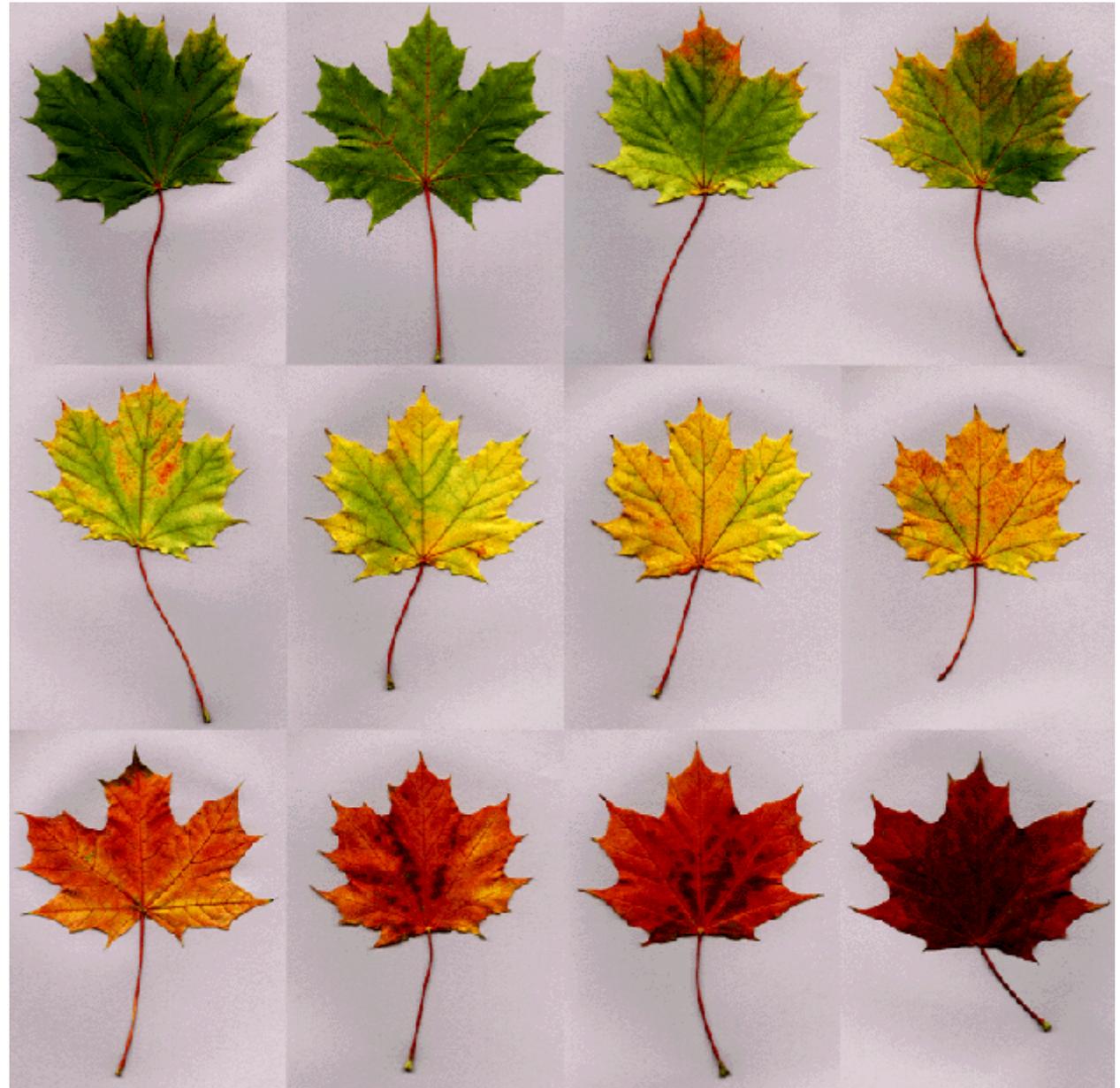


Farbsechseck nach RGB-Mischung

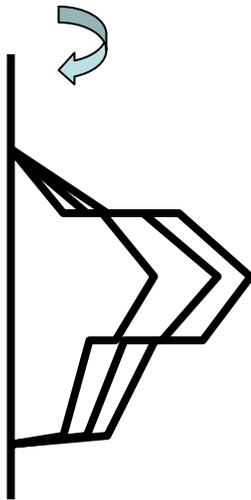
- Andere Gewichtung der Farben
- Angelehnt an physikalische Grundlagen



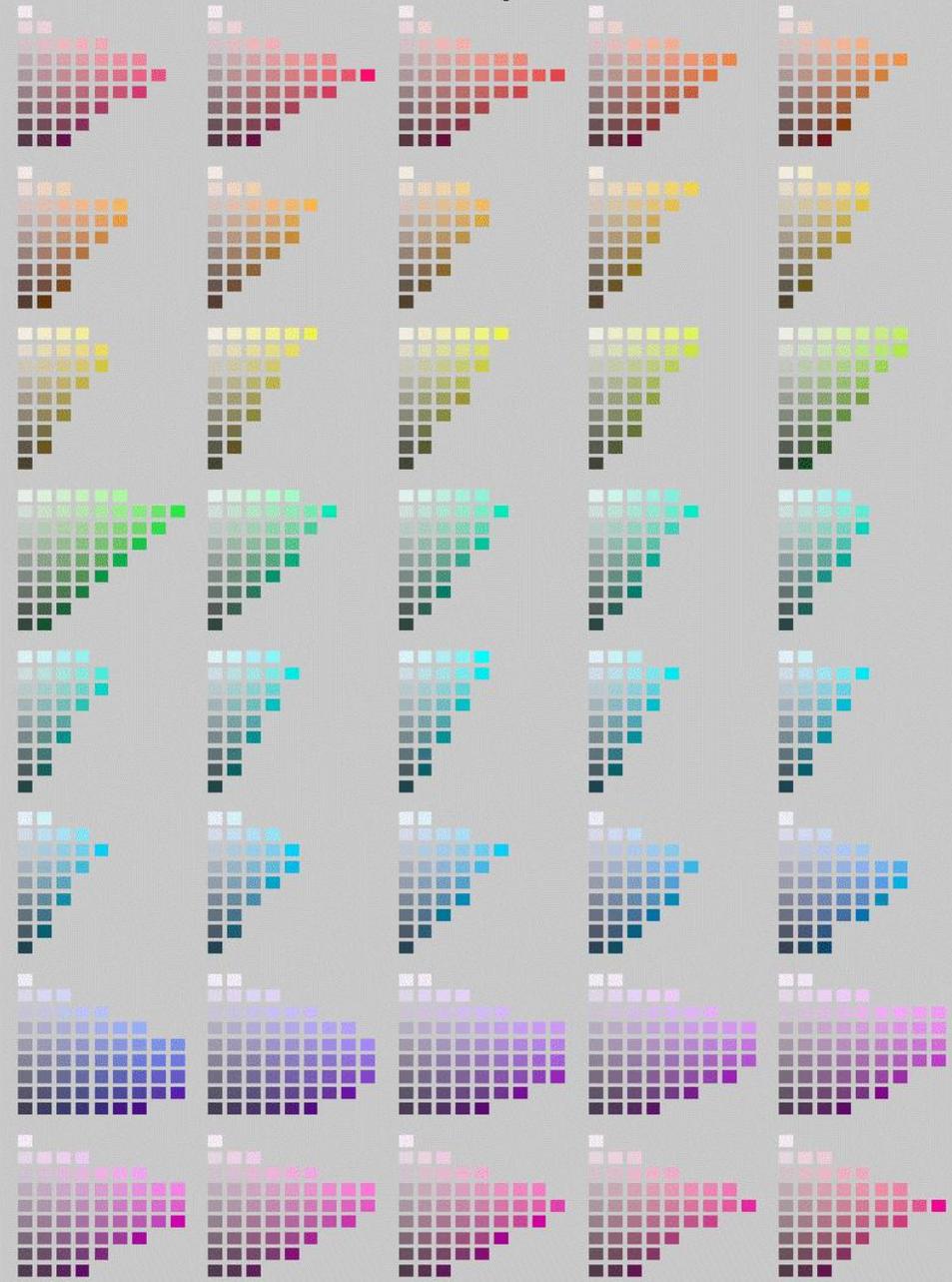
Natürliches Farbsystem



Munsell Farbsystem

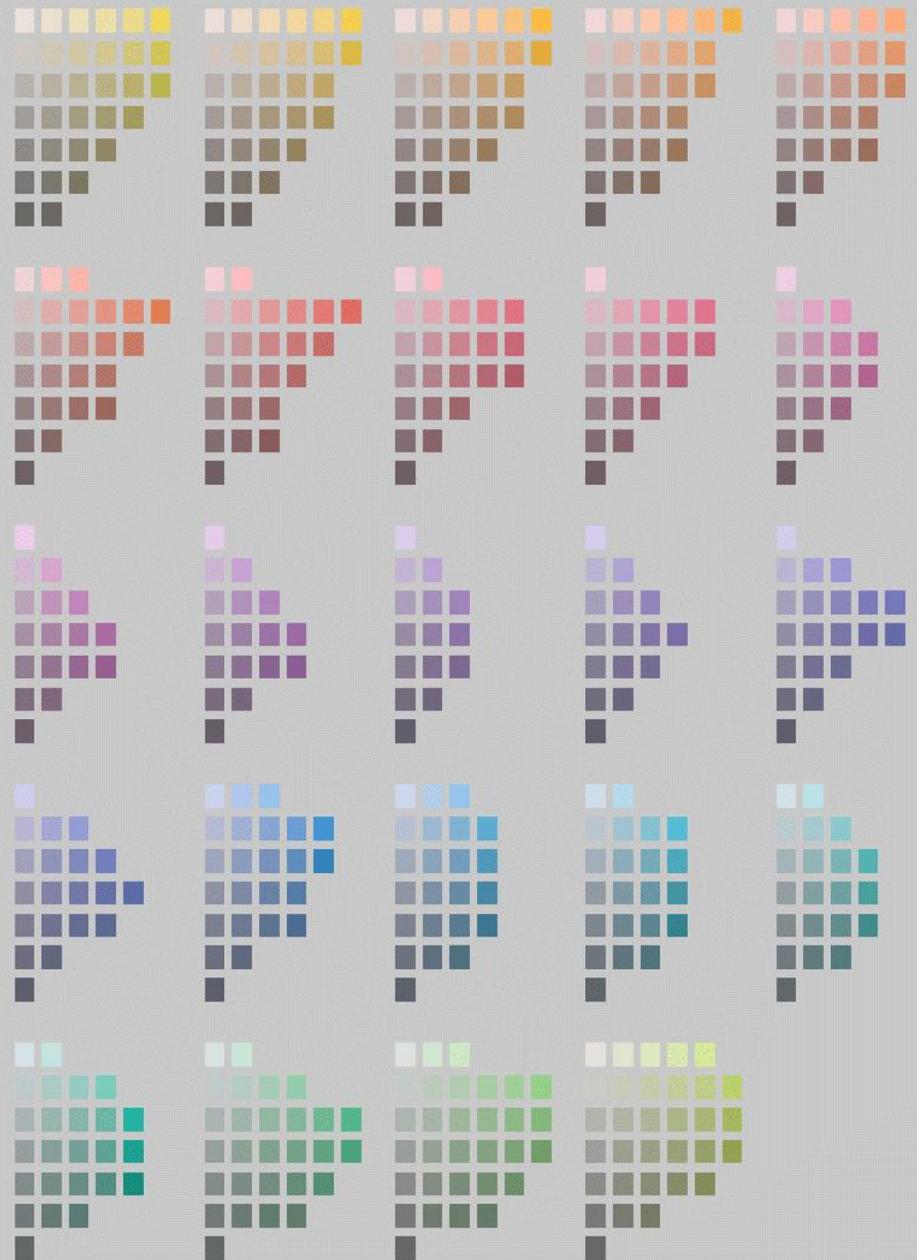


Munsell Color System



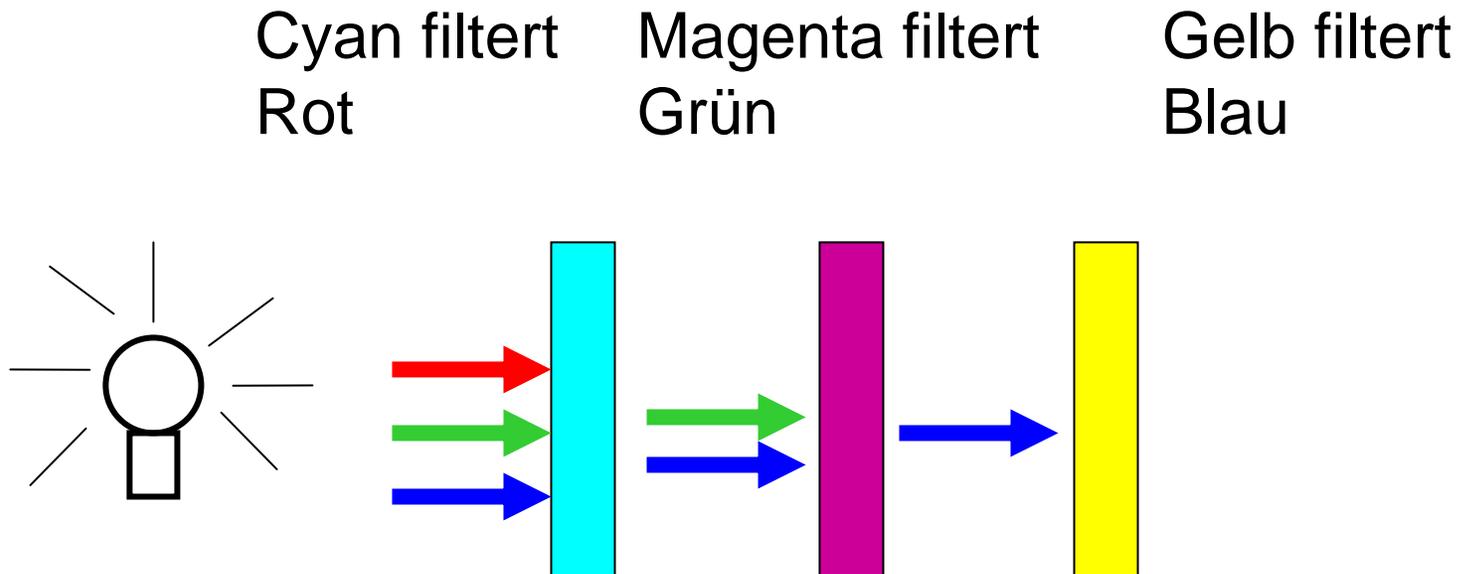
DIN 6164

Farbsystem DIN 6164



Subtraktive Farbmischung (1)

- Farbfilter absorbieren Teile des Farbspektrums



Subtraktive Farbmischung (2)

- Verringerung der Lichtintensität durch Farbpigmente nach dem Beer-Lambertgesetz:

$$A(\alpha) = \log(1/T(\alpha)) = a(\alpha)bc$$

$T(\alpha)$ = gefiltertes Licht

$A(\alpha)$ = Absorption

$a(\alpha)$ = Materialkonstante der Absorption

b = Dicke des Materials

c = Konzentration der Pigmente



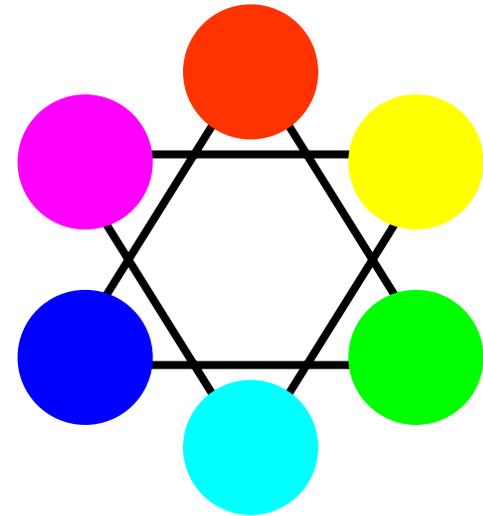
...oder einfacher:

- Die doppelte Menge von Pigmenten halbiert die transmittierte Lichtintensität.
- Die doppelte Dicke des Materials halbiert die transmittierte Lichtintensität
- Die Absorption verschiedener Filter, die hintereinander liegen ist additiv.

Umrechnung RGB - CMY

$$\begin{pmatrix} red \\ green \\ blue \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} w_{\max} \\ w_{\max} \\ w_{\max} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} cyan \\ magenta \\ yellow \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} cyan \\ magenta \\ yellow \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} w_{\max} \\ w_{\max} \\ w_{\max} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} red \\ green \\ blue \end{pmatrix}$$



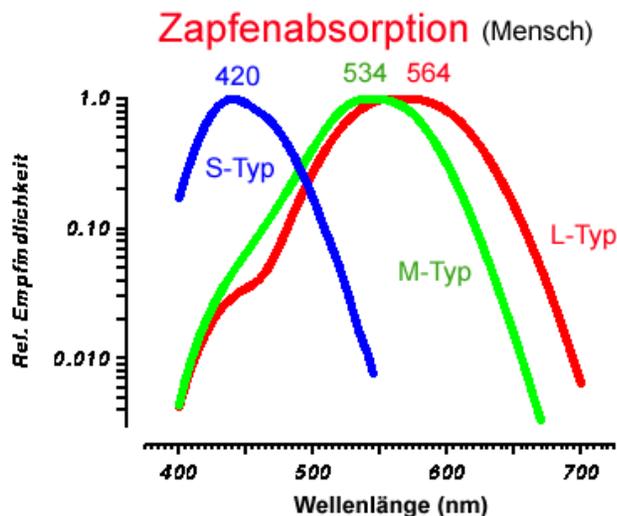
- Beispiel (8 bit/Kanal, $w_{\max} = 255$):
 $(255r, 0g, 0b) = (0c, 255m, 255y)$

Umwandlung RGB → Graustufen

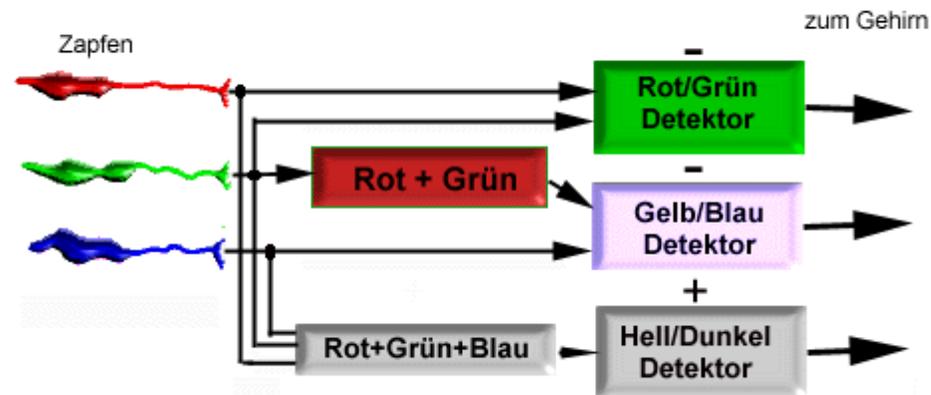
$$grey = 0,3red + 0,59green + 0,11blue$$



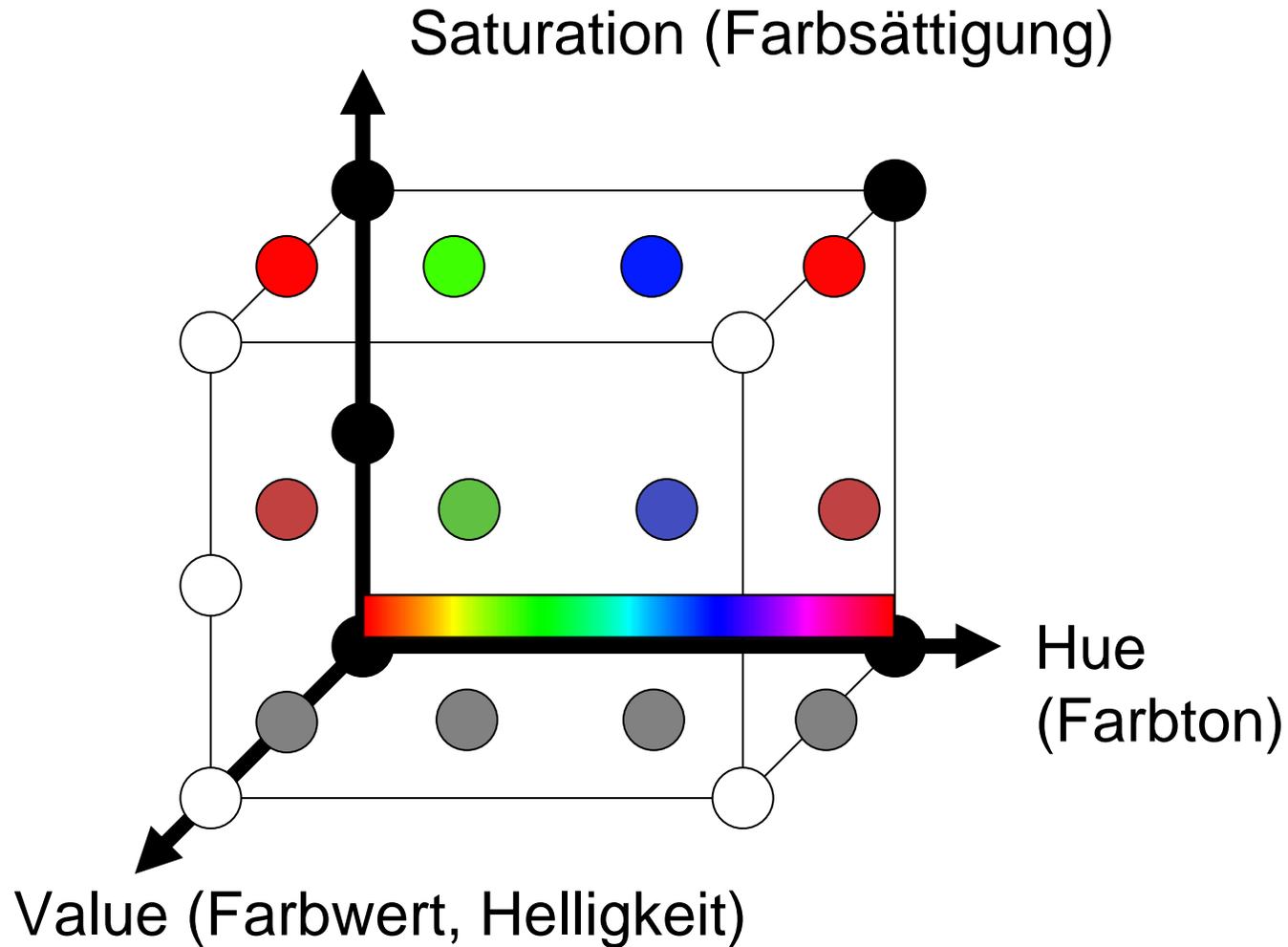
- Naiver Ansatz: $g=(r+g+b)/3$ führt zu falschen Helligkeiten (bzgl. unserer Wahrnehmung)
- Farbrezeptoren im Auge: **1:20:40**



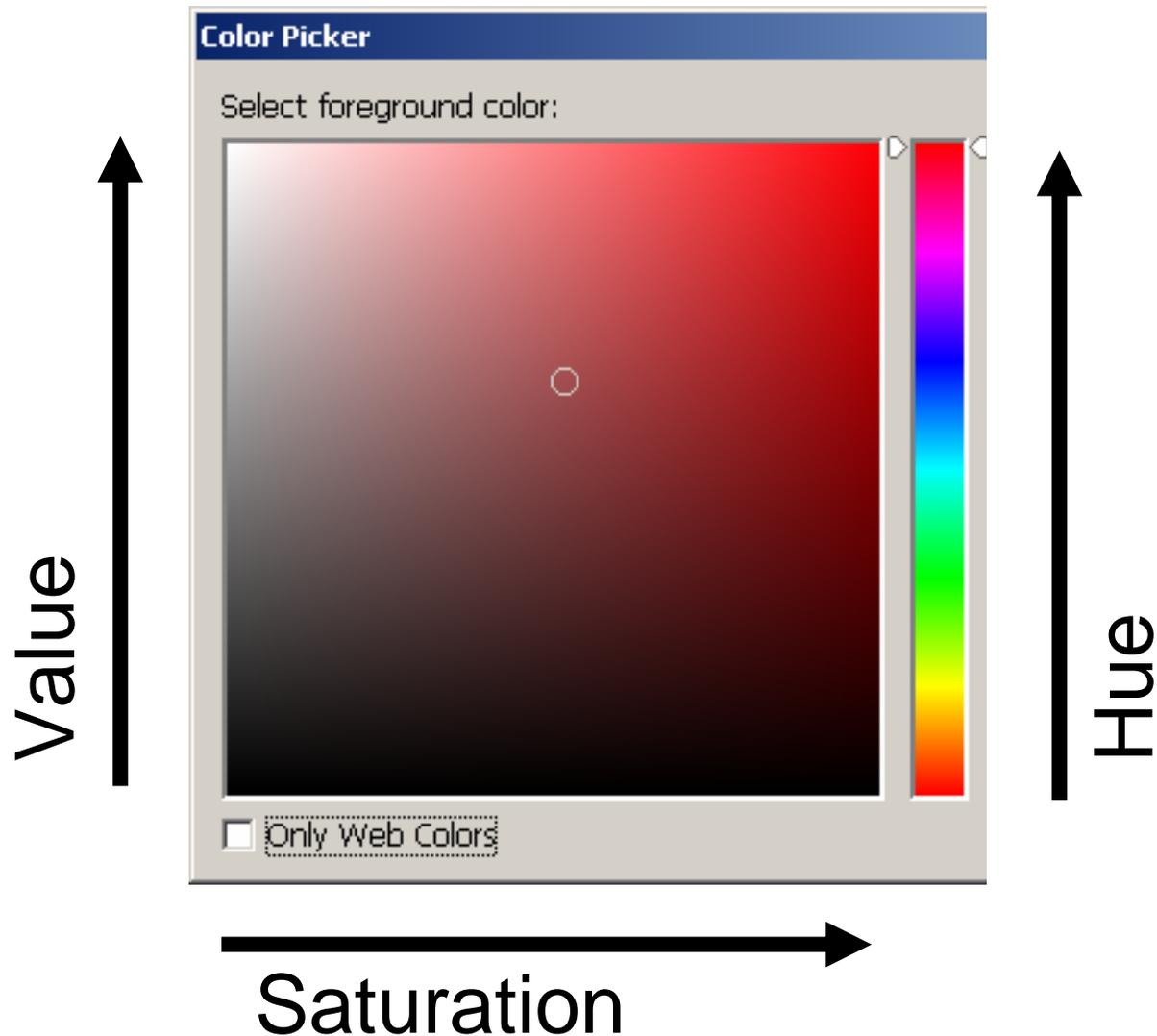
Verschaltung in der Retina



HSV Farbmodell

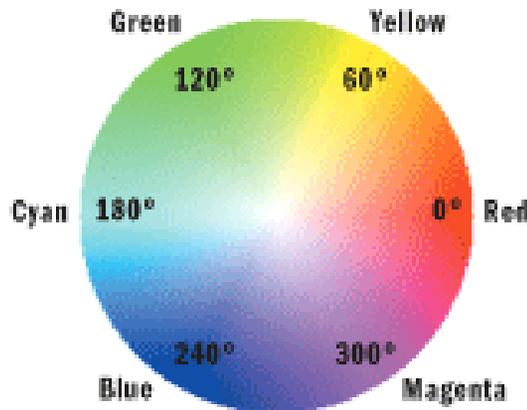


HSV Farbraum, andere Darstellung



Umrechnung RGB → HSV

$$\begin{pmatrix} m_1 \\ m_2 \\ m_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2/\sqrt{6} & -1/\sqrt{6} & -1/\sqrt{6} \\ 0 & 1/\sqrt{2} & -1/\sqrt{2} \\ 1/\sqrt{3} & 1/\sqrt{3} & 1/\sqrt{3} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r \\ g \\ b \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} h \\ s \\ v \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \arctan(m_1 / m_2) \\ m_1^2 + m_2^2 \\ m_3 \sqrt{3} \end{pmatrix}$$



$$h \in [0 \dots 360^\circ]$$

$$s, v \in [0 \dots 1]$$

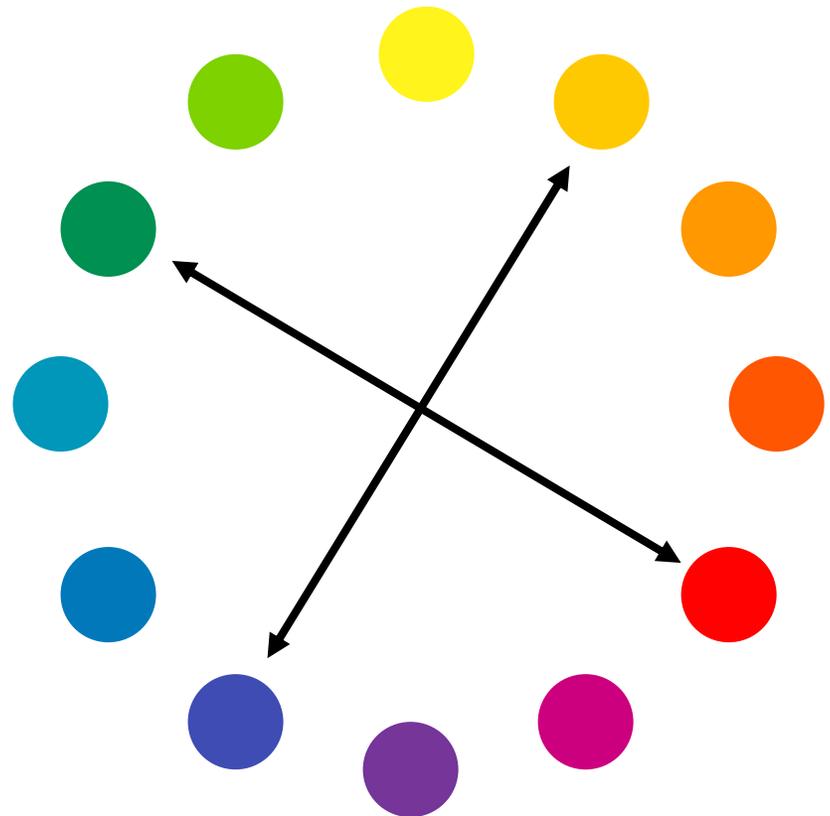
$$\begin{pmatrix} m_1 \\ m_2 \\ m_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} s \sin(h) \\ s \cos(h) \\ v / \sqrt{3} \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} r \\ g \\ b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2/\sqrt{6} & 0 & 1/\sqrt{3} \\ -1/\sqrt{6} & 1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{3} \\ -1/\sqrt{6} & -1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{3} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} m_1 \\ m_2 \\ m_3 \end{pmatrix}$$

Farbkreis nach Johannes Itten (1961)



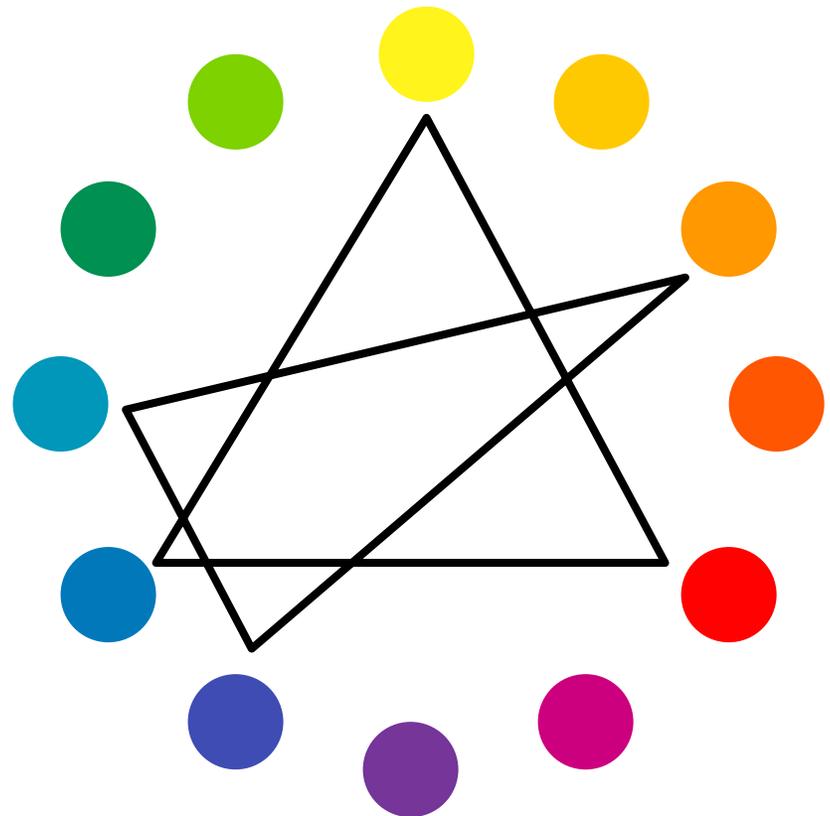
Komplementärfarben

- Liegen im Farbkreis gegenüber
- Höchstmöglicher Farbkontrast
- Harmonischer Zweiklang



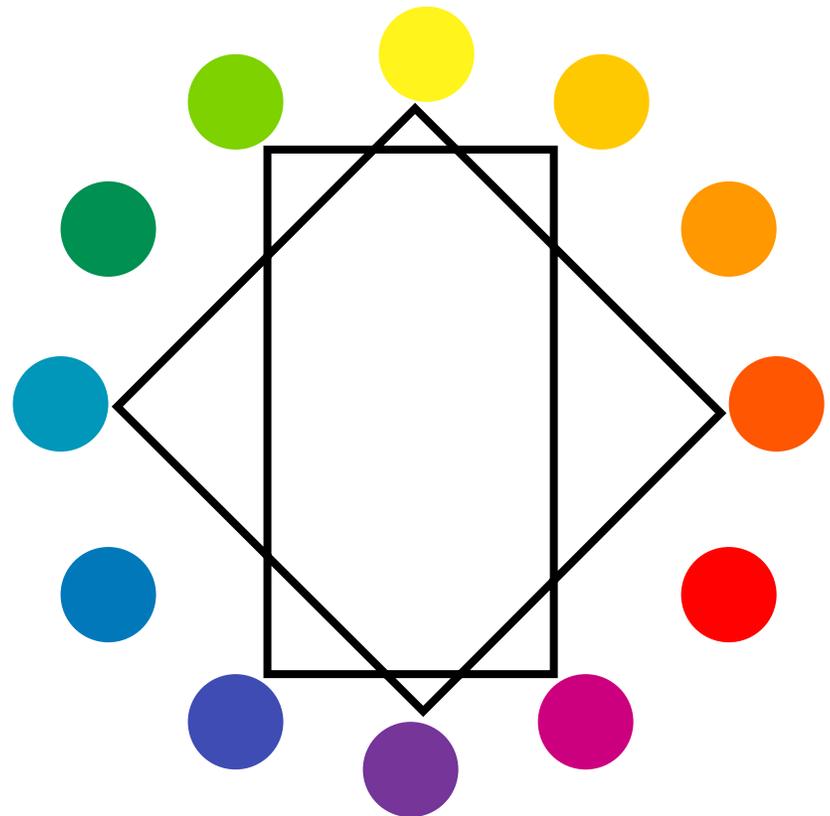
Harmonische Dreiklänge

- Gleichseitiges oder gleichschenkliges Dreieck im Farbkreis
- Auch als eingeschriebenes Dreieck in der Farbkugel



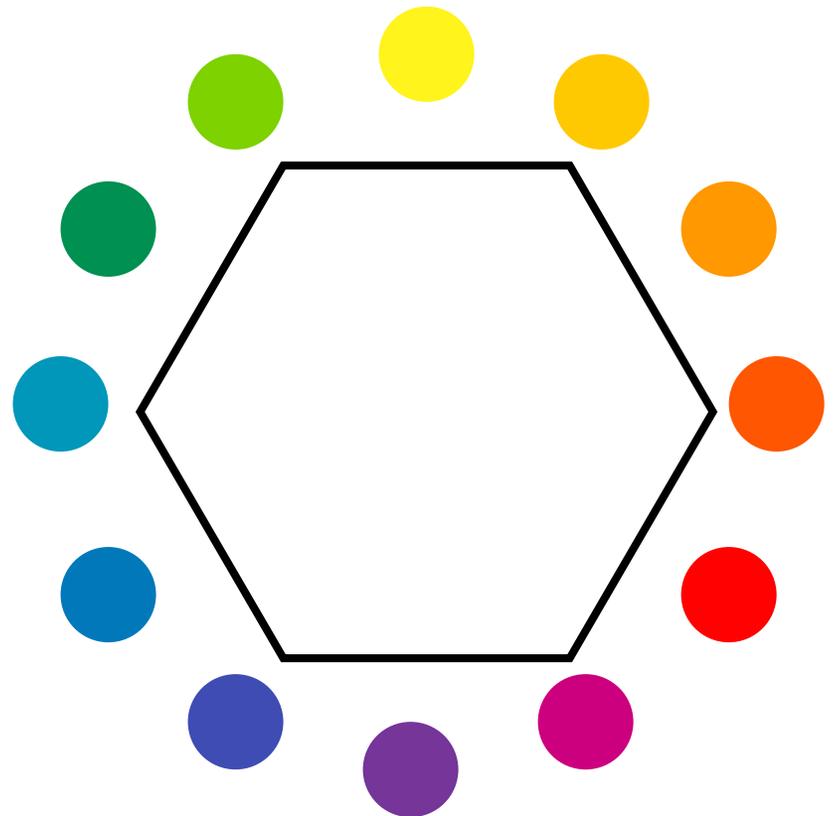
Harmonische Vierklänge

- Quadrat oder rechtwinkliges Viereck im Farbkreis
- Je zwei Komplementärfarben
- auch als eingeschriebenes Viereck in der Farbkugel



Harmonische Sechsklänge

- Regelmäßiges Sechseck im Farbkreis
- auch als eingeschriebenes Sechseck in der Farbkugel



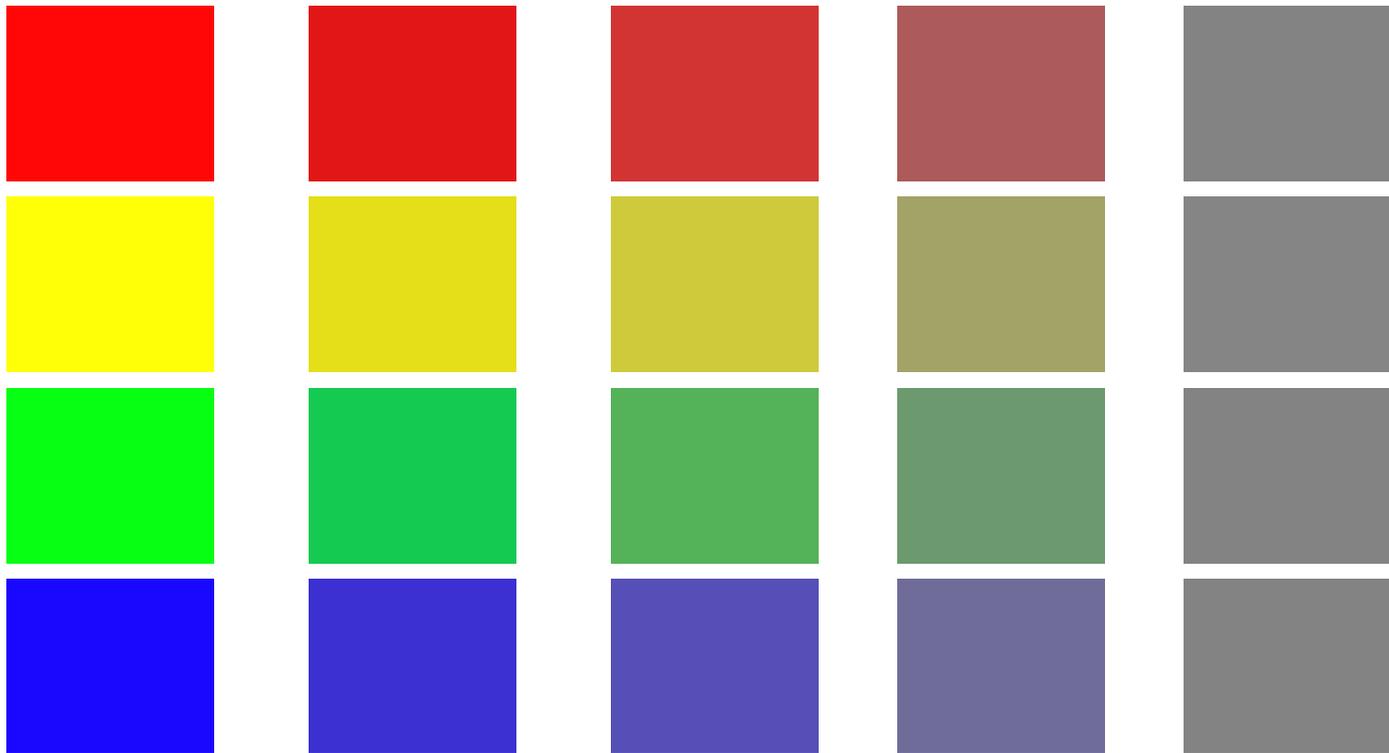
Beziehung zur Mathematik

- $12 = 2 \times 2 \times 3$ Farben im Farbkreis
- Regelmäßige Formen: 2,3,4,6-Eck
- Fünf-, Siebeneck usw. mit kontinuierlichem Farbkreis konstruierbar
- Wichtig für harmonische Farbkombinationen: gleiche Abstände im Farbkreis oder auf der Farbkugel

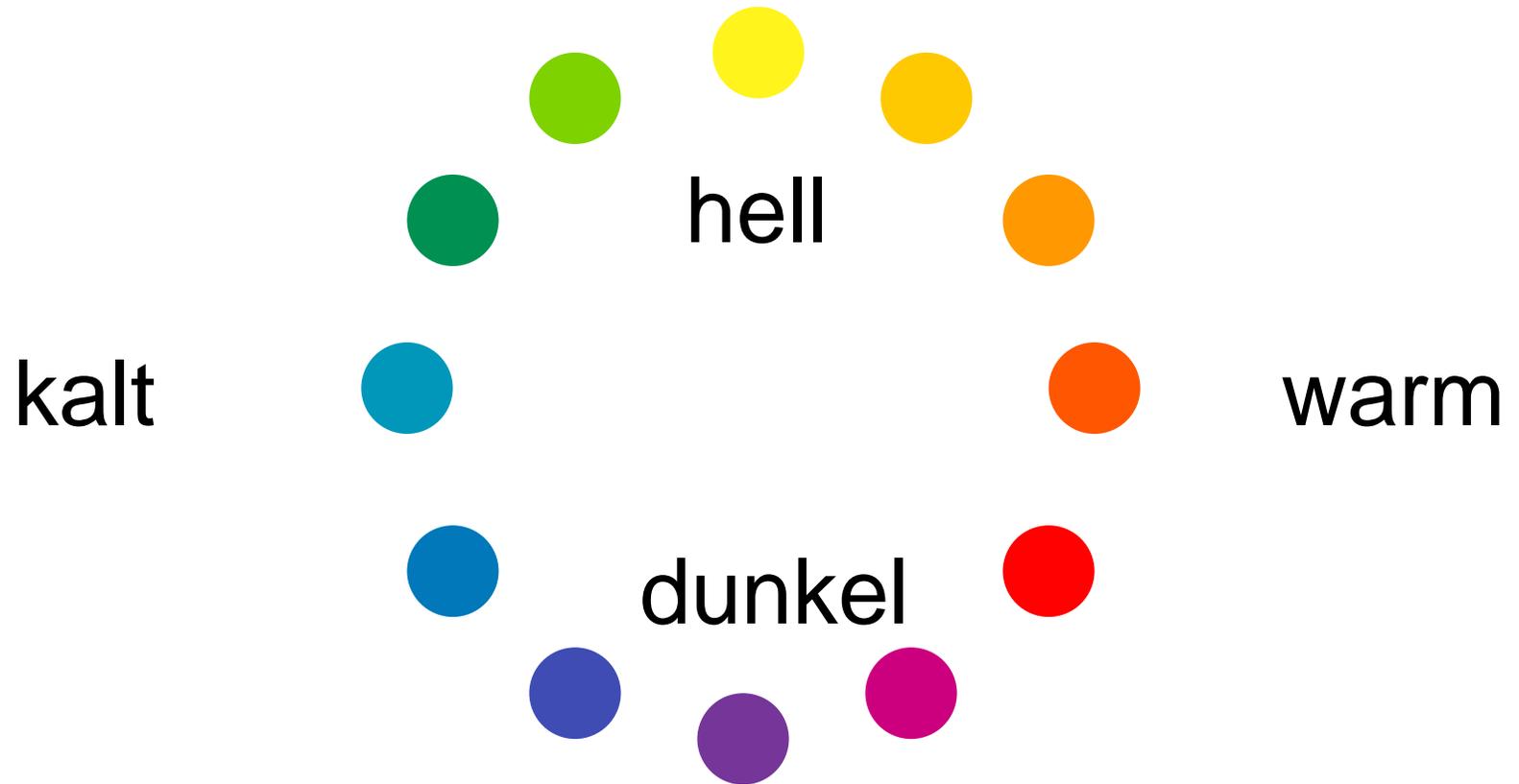
Beziehung zur Musik

- 12 Farben im Farbkreis \Leftrightarrow 12 Töne in der Oktave
- Frequenzverhältnis einer Oktave = 1:2
- Frequenzverhältnis von rotviolett zu blauviolett im sichtbaren Spektrum = 1:2
- Komplementärfarben = Tritonus
- Farbdreiklang = übermäßiger Akkord
- Farbvierklang = verminderter Akkord

Reine und getrübte Farben



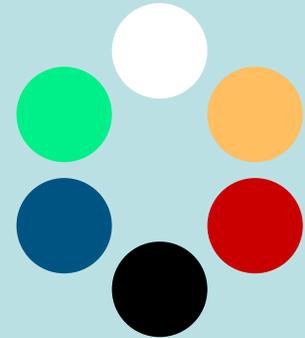
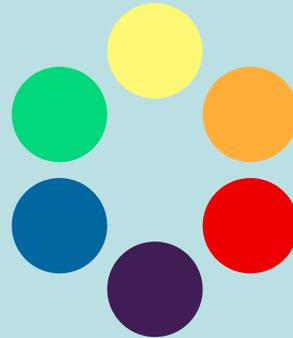
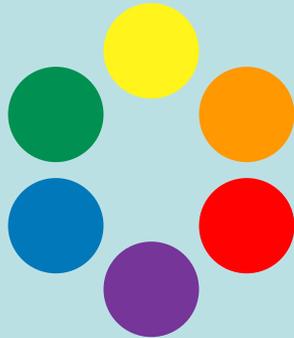
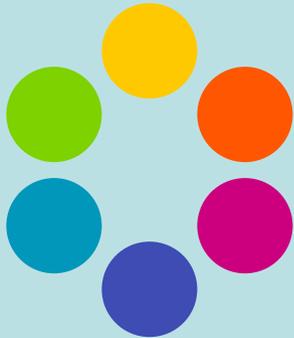
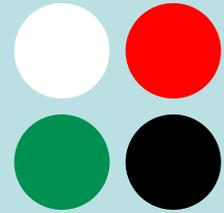
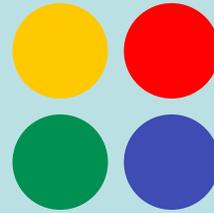
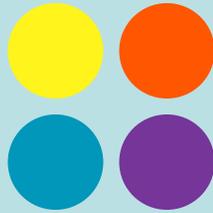
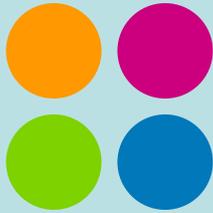
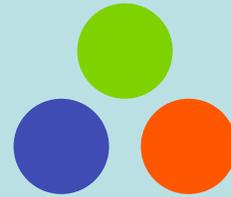
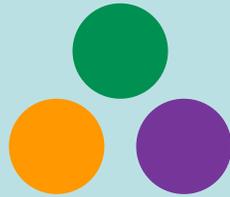
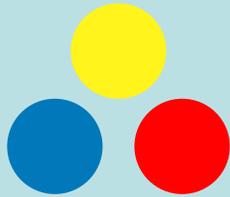
Kalte und warme Farben



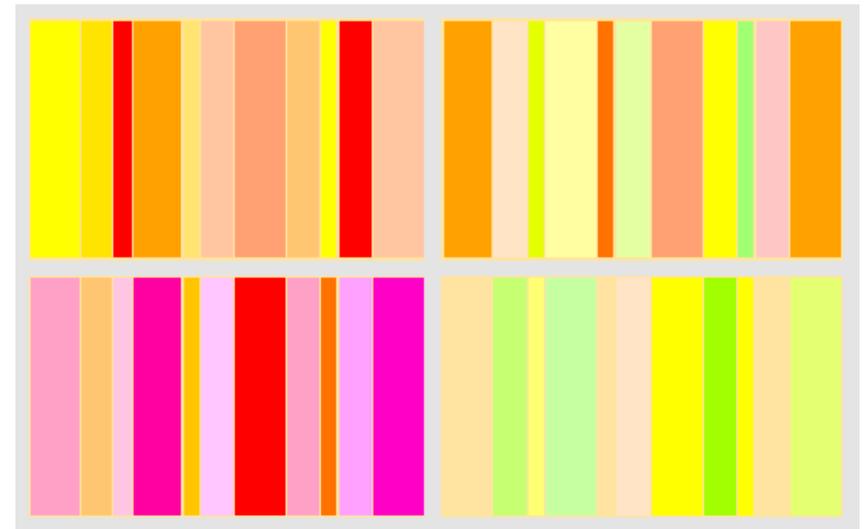
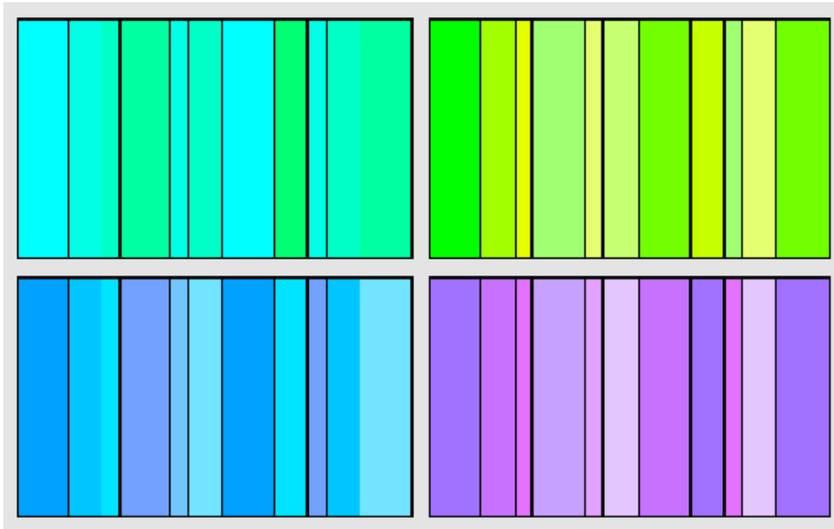
Farbtemperatur

- Physik
 - Temperatur eines Schwarzen Strahlers
 - Angabe in Kelvin
 - Glut des Strahlers fängt bei Rot an, und geht mit steigender Temperatur ins Blaue über
- rot=kalt, blau=warm
- Kunst
 - Farbwirkung als Basis
 - Angabe als qualitative Beschreibung „warm“ oder „kalt“
 - Rot, orange wirken warm, blau wirkt kalt
- rot=warm, blau=kalt

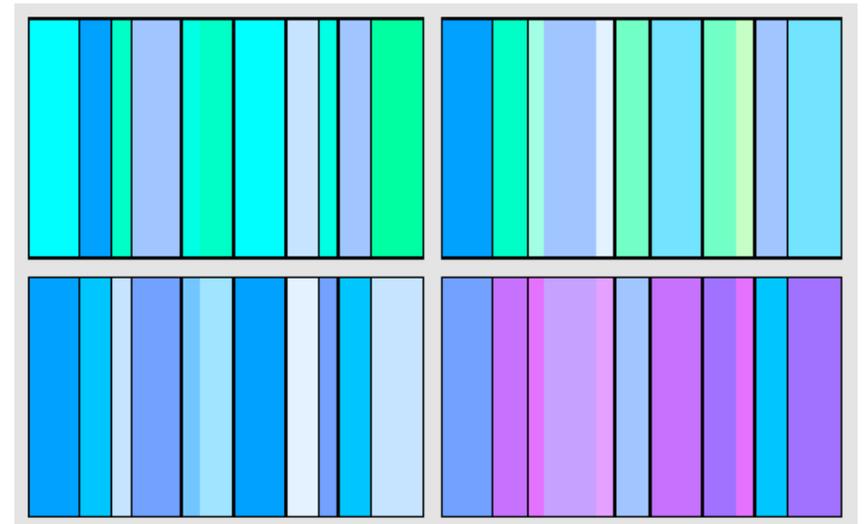
Harmonische Farbakkorde (in Ittens Farbkreis konstruiert)



Andere harmonische Farbkombinationen

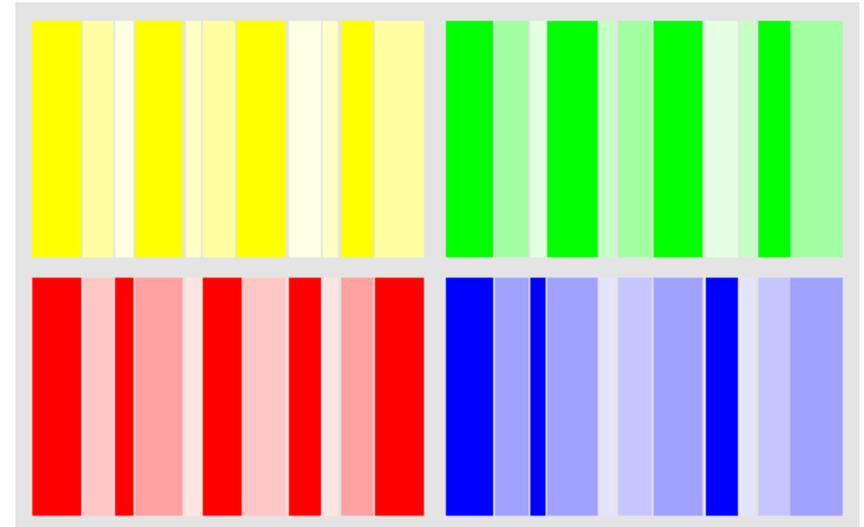
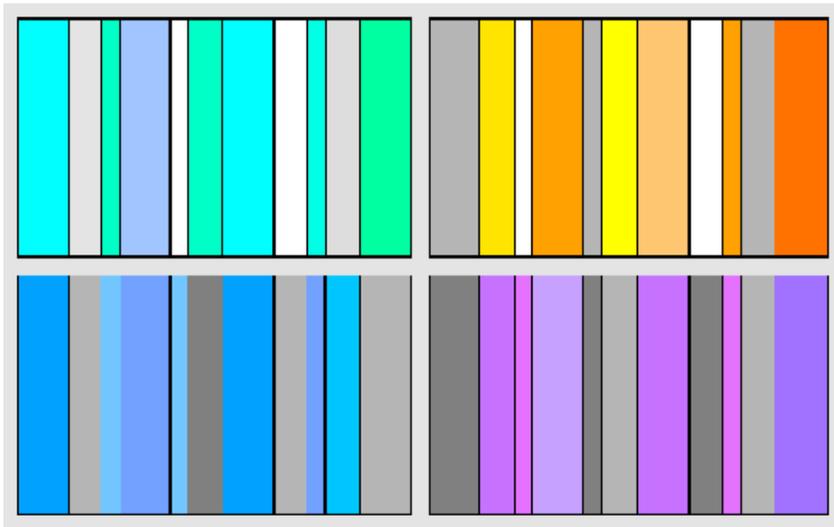


- Benachbarte Farben
- Nur warme Farben
- Nur kalte Farben

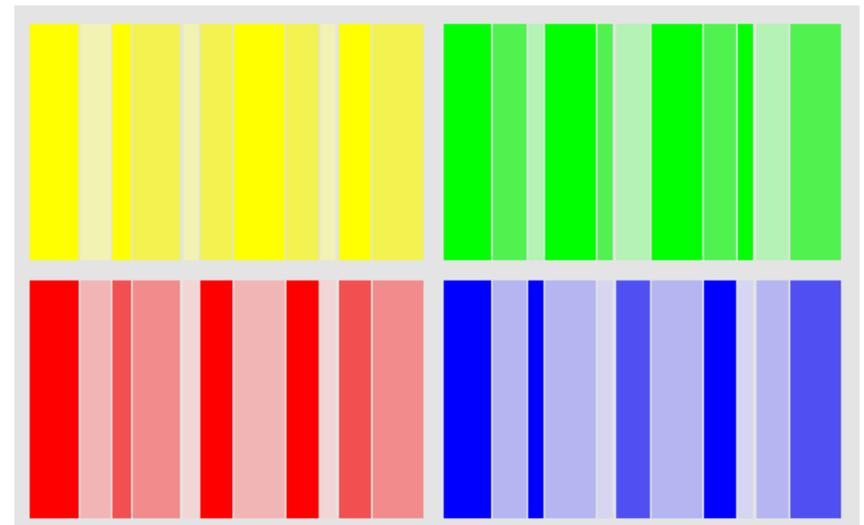


Bildquelle: <http://www.ipsi.fraunhofer.de/~crueger/farbe/farb-harm2.html>

Andere harmonische Farbkombinationen



- Bunte/unbunte Farben
- Aufgehellte/Volltöne
- Entsättigte/Volltöne



Bildquelle: <http://www.ipsi.fraunhofer.de/~crueger/farbe/farb-harm2.html>

Die sieben Farbkontraste (1)

Farbe-an-sich-Kontrast

Hell-Dunkel-Kontrast

Kalt-Warm-Kontrast

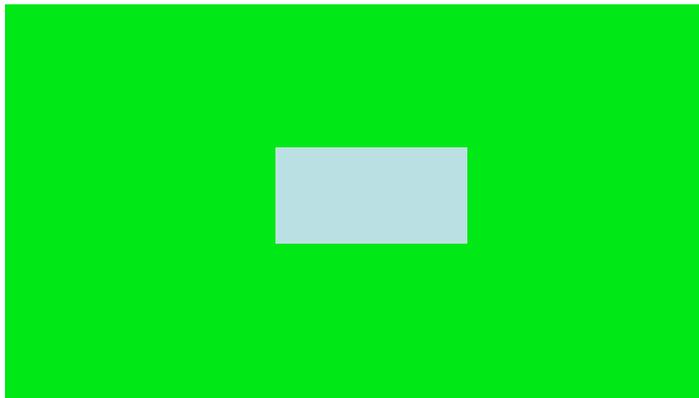
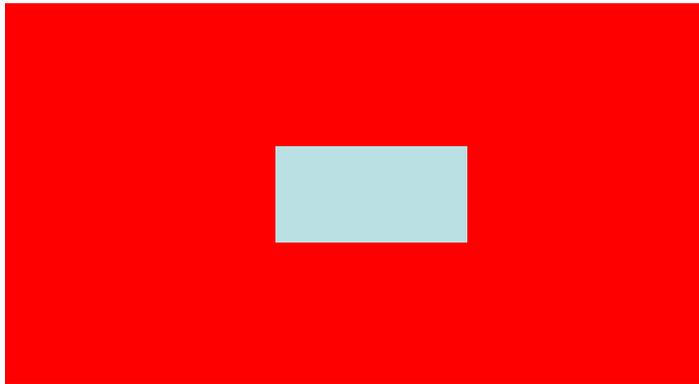
Komplementärkontrast

Komplementärkontrast

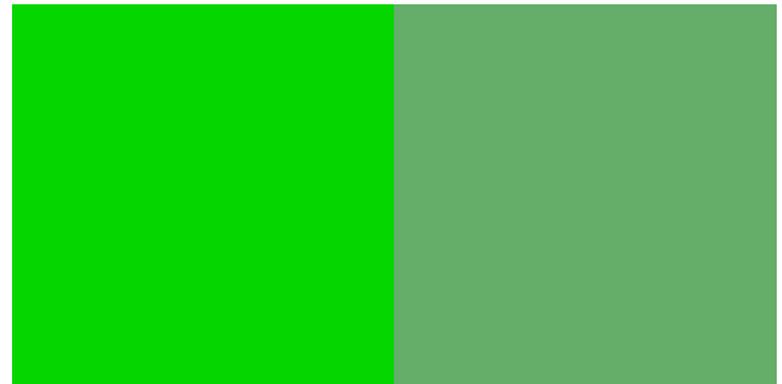
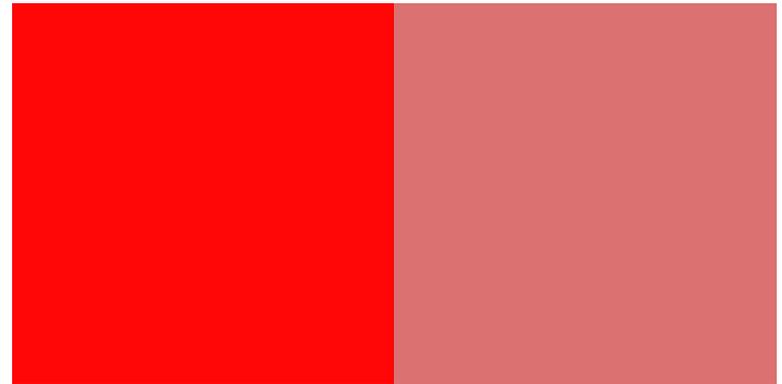


Die sieben Farbkontraste (2)

Simultankontrast



Qualitätskontrast



Farbwirkung Weiß

- Schnee
- Reinheit
- Unschuld
- Friede
- Leichtigkeit
- Sauberkeit
- Kälte
- Krankenhaus
- Verletzlichkeit
- Leichenblässe
- Kapitulation
- Sterilität

Farbwirkung Schwarz

- Nacht
- Kohle
- Energie
- Stabilität
- Förmlichkeit
- Solidität
- Angst
- Leere
- Tod
- Verschwiegenheit
- Anonymität
- Böses

Farbwirkung Grau

- Intelligenz
- Reife
- Wohlstand
- Würde
- Hingabe
- Zurückhaltung
- Verwirrung
- Verfall
- Beton
- Schatten
- Depression
- Langeweile

Farbwirkung Rot

- Sieg
- Leidenschaft
- Liebe
- Stärke
- Energie
- Sexualität
- Blut
- Krieg
- Feuer
- Gefahr
- Wut
- Teufel

Farbwirkung Gelb

- Sonne
- Sommer
- Frische
- Heiterkeit
- Gold
- Ernte
- Innovation
- Feigheit
- Verrat
- Eifersucht
- Gefahr
- Krankheit
- Torheit

Farbwirkung Grün

- Vegetation
- Natur
- Frühling
- Fruchtbarkeit
- Hoffnung
- Sicherheit
- Normalität
- Verfall
- Unerfahrenheit
- Neid
- Geiz
- Drückeberger
- Pech

Farbwirkung Blau

- Himmel
- Meer
- Ruhe
- Vertrauen
- Spiritualität
- Stabilität
- Friede
- Einheit
- Kälte
- Nachlässigkeit
- Traamtänzerei
- Melancholie
- Mysterium
- Konservativ

Farbwirkungen aus der Natur

- Beispiel: Schwarz-gelb: Vorsicht, Warnung, Vorbild: Wespe = Gefahr



Überlegungen bei der Wahl eines Farbschemas

- Wie viele Farben brauche ich?
- Welche Grundstimmung möchte ich?
- Welche Kontraste möchte ich?
- Welche Harmonien möchte ich?
- Welche Farben haben eine vorbelegte Bedeutung oder Symbolik?
- Entscheidung “aus dem Bauch”

Literatur

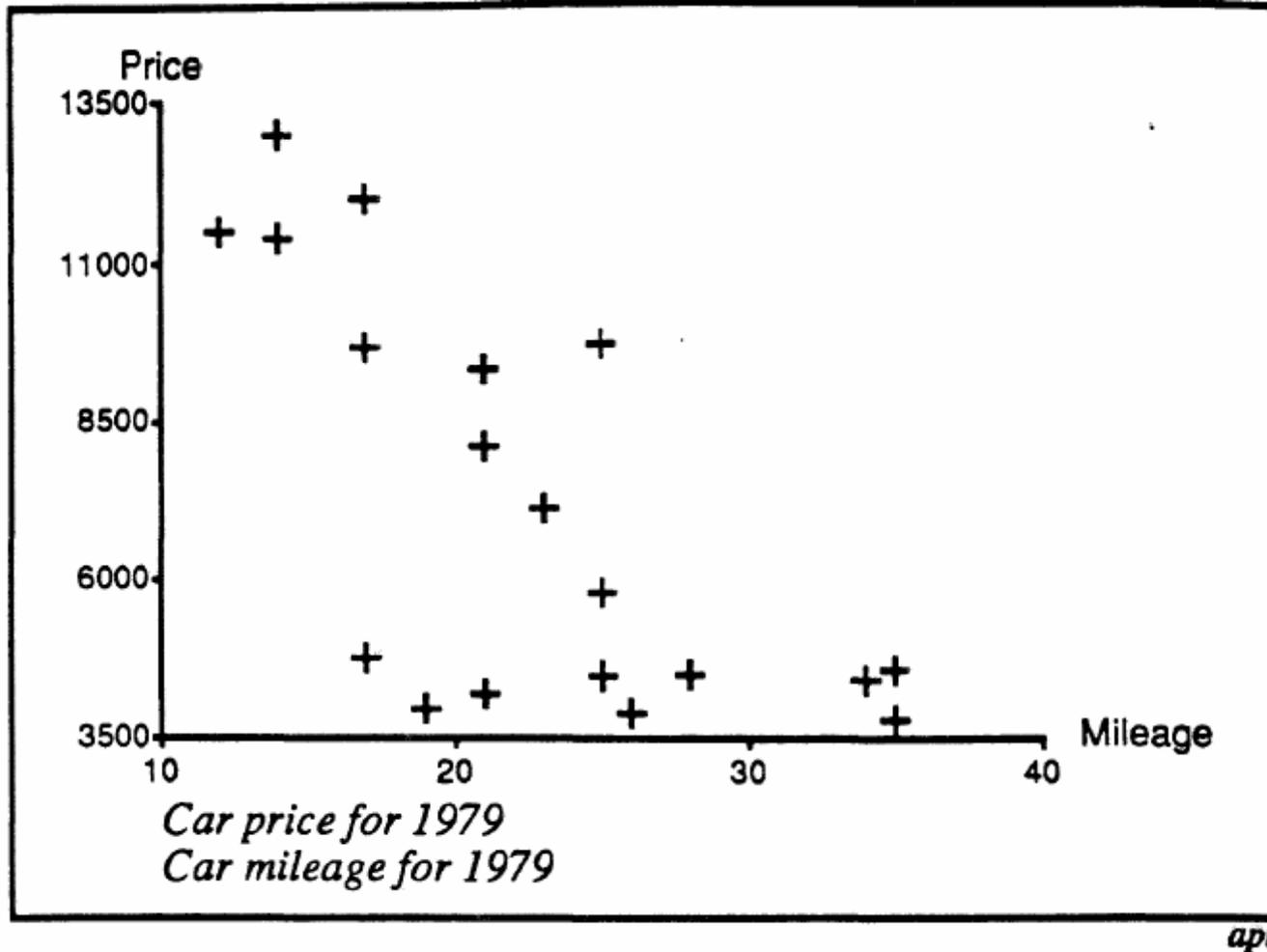
- Johannes Itten: „Kunst der Farbe“, ISBN: 3332014706
- studio 7.5: „Farbe digital“, ISBN 3499612518
- Richard Jackson et al.: “Computer Generated Colour: A Practical Guide to Presentation and Display”, ISBN 0471933783
- <http://www.ipsi.fraunhofer.de/~crueger/farbe/>

Graphik und Kommunikation

- Eine „Grammatik“ für Diagramme
 - Syntax
 - Semantik
- Rhetoric Structure Theory
 - Grundidee
 - Anwendung auf multimediale Präsentationen

Eine Grammatik für Diagramme: APT

[\[Mackinlay 1986\]](#)



Ausgangsdaten

<i>Price</i> (Accord,5799)	<i>Price</i> (AMC Pacer,4749)
<i>Mileage</i> (Accord,25)	<i>Mileage</i> (AMC Pacer,17)
<i>Weight</i> (Accord,2240)	<i>Weight</i> (AMC Pacer,3350)
<i>Repair</i> (Accord,Great)	<i>Repair</i> (AMC Pacer,Terrible)
<i>Nation</i> (Accord,Germany)	<i>Nation</i> (AMC Pacer,USA)
<i>Price</i> (Audi 5000,9690)	<i>Price</i> (BMW 320i,9735)
⋮	⋮

Figure 2: Relation Tuples About 1979 Automobiles. *This is an example of a table of relation tuples that might be generated by a database system in response to a query. A presentation tool can do much better than this.*

Price : Cars \rightarrow [3500,13000]
Mileage : Cars \rightarrow [10, 40]
Weight : Cars \rightarrow [1500,5000]
Repair : Cars \rightarrow {Great, Good, OK, Bad, Terrible}
Nation : Cars \rightarrow {USA, Germany, France, ...}
Cars = {Accord, AMC Pacer, Audi 5000, BMW 320i, ...}

Figure 3: Structural Properties of the Automobile Relations. *The arrow (\rightarrow) indicates a functional dependency between domain sets. The square brackets ([]) describe domain sets that are quantitative ranges, the angle brackets (< >) describe domain sets that are ordered sets, and the curly braces ({ }) describe domain sets that are unordered sets.*

Diagramme als visuelle Sprache

- Graphische Elemente (Punkte, Linien, ..) sind die „Worte“
- Mehrere Elemente werden zu „Sätzen“ kombiniert (Syntax)
- Worte und Sätze haben Bedeutungen (Semantik)
- Visualisierung = Generierung eines Satzes, der genau die beabsichtigten Inhalte ausdrückt

A set of facts is *expressible* in a language if it contains a sentence that:

- 1) encodes all the facts in the set and
- 2) encodes only the facts in the set.

Formale Beschreibung eines Diagramms

Encodes(VertAxis, [3500, 13000], ScatterPlot)
Encodes(HorzAxis, [10, 40], ScatterPlot)
Encodes(Points, Cars, ScatterPlot)
Encodes(Position(Points, VertAxis), Price(Cars), ScatterPlot)
Encodes(Position(Points, HorzAxis), Mileage(Cars), ScatterPlot)

Figure 4: The Graphical Design for a Scatter Plot of the Price/Mileage Input. *The Encodes relation indicates the relationship between graphical objects or properties and the information encoded. For example, the first line says that the vertical axis encodes the range of prices, and the fourth line says that the position of the points on the vertical axis encodes the prices of cars. The input relations are written as functions to simplify the description.*

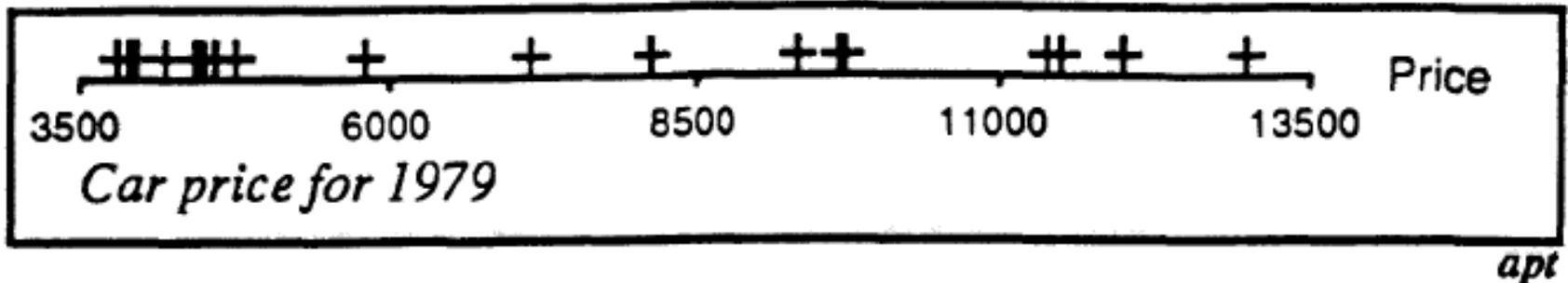


Figure 9: The Horizontal Position Sentence of the Price Relation.

Zugehörige graphische Ausgabe

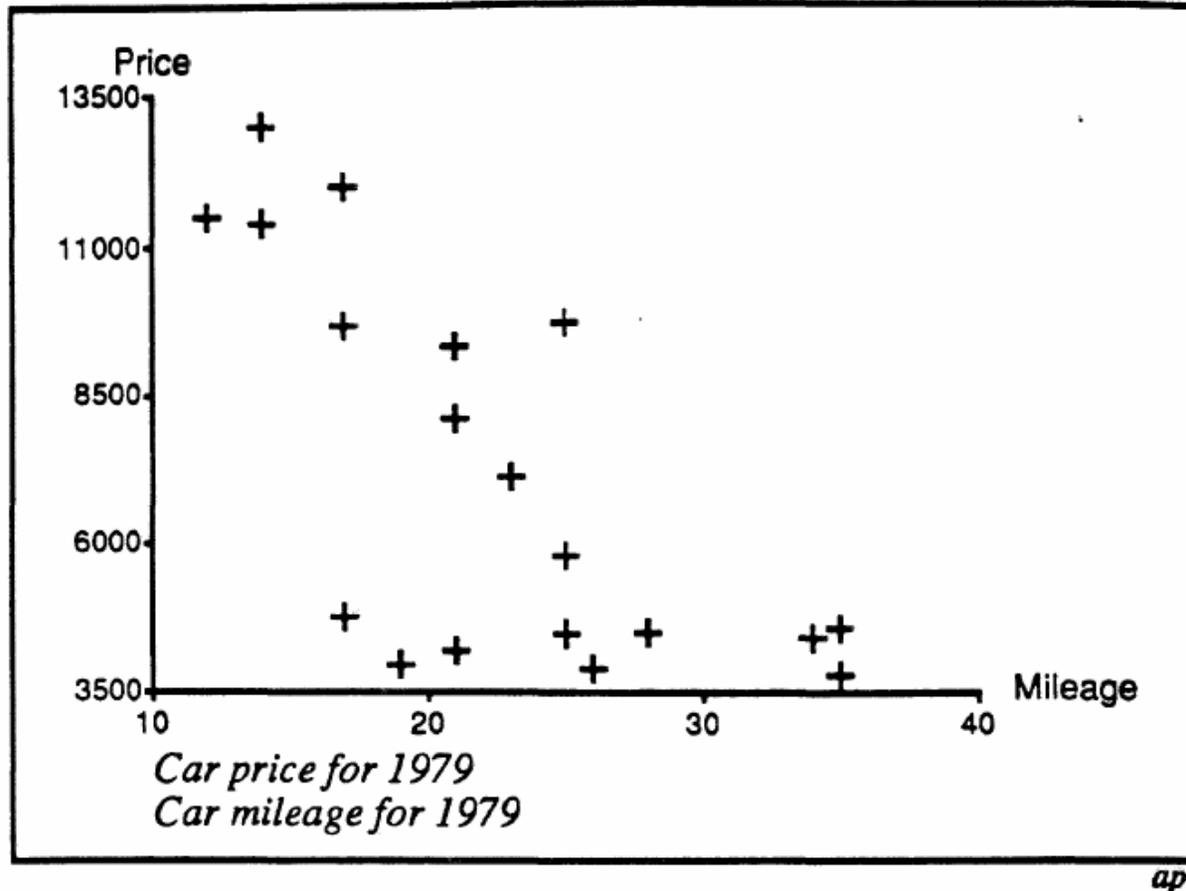


Figure 5: Scatter Plot of the Price/Mileage Input. *The graphical design for this image is in Figure 4. The design expresses the relations only if the application permits the details about the cars to be omitted. The "apt" in the lower right corner indicates that APT designed and rendered this diagram.*

Alternative graphische Umsetzung

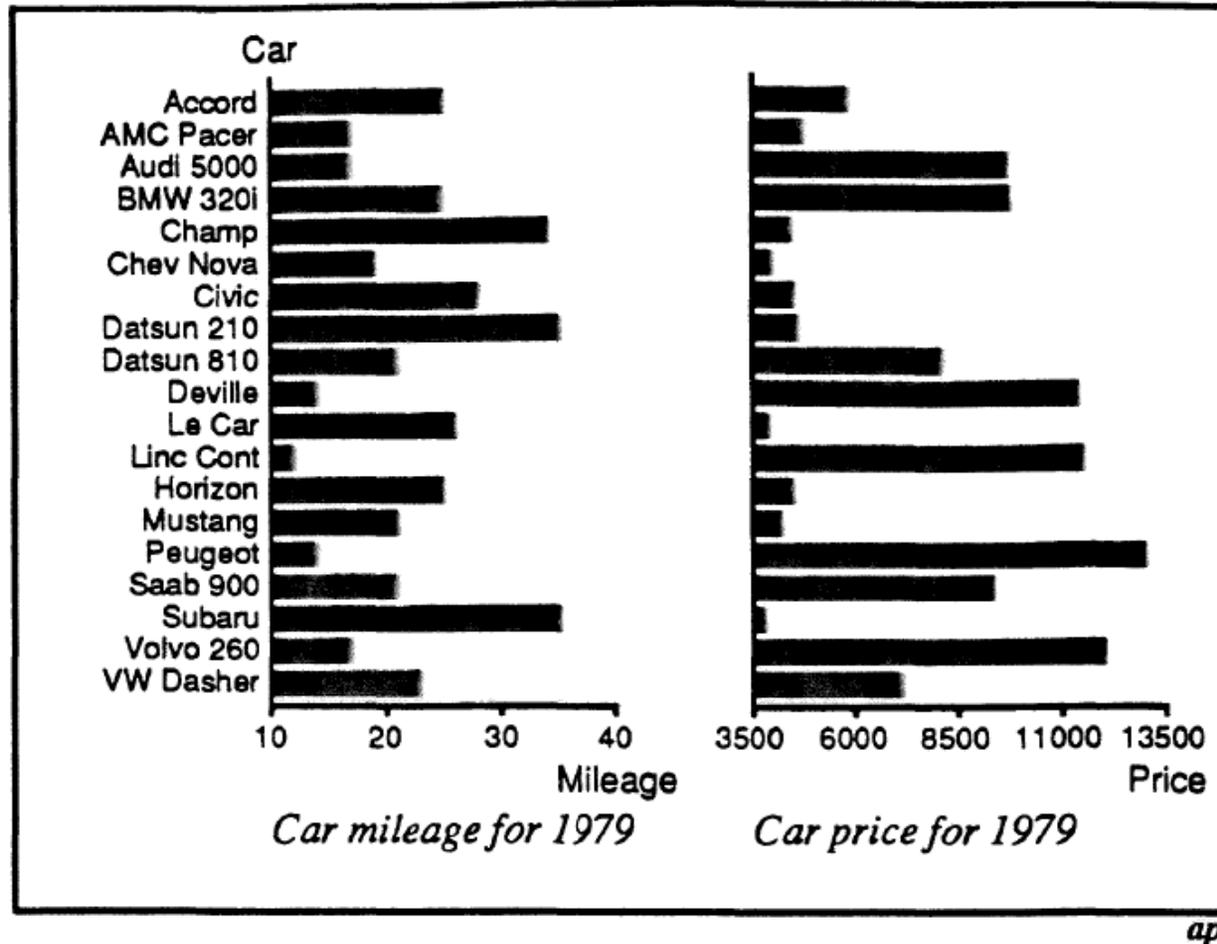


Figure 7: Aligned Bar Chart for the Price/Mileage Input. This diagram shows the detailed properties of the cars better than a scatter plot. However, the general relationships are not as easy to see.

Gegenbeispiel

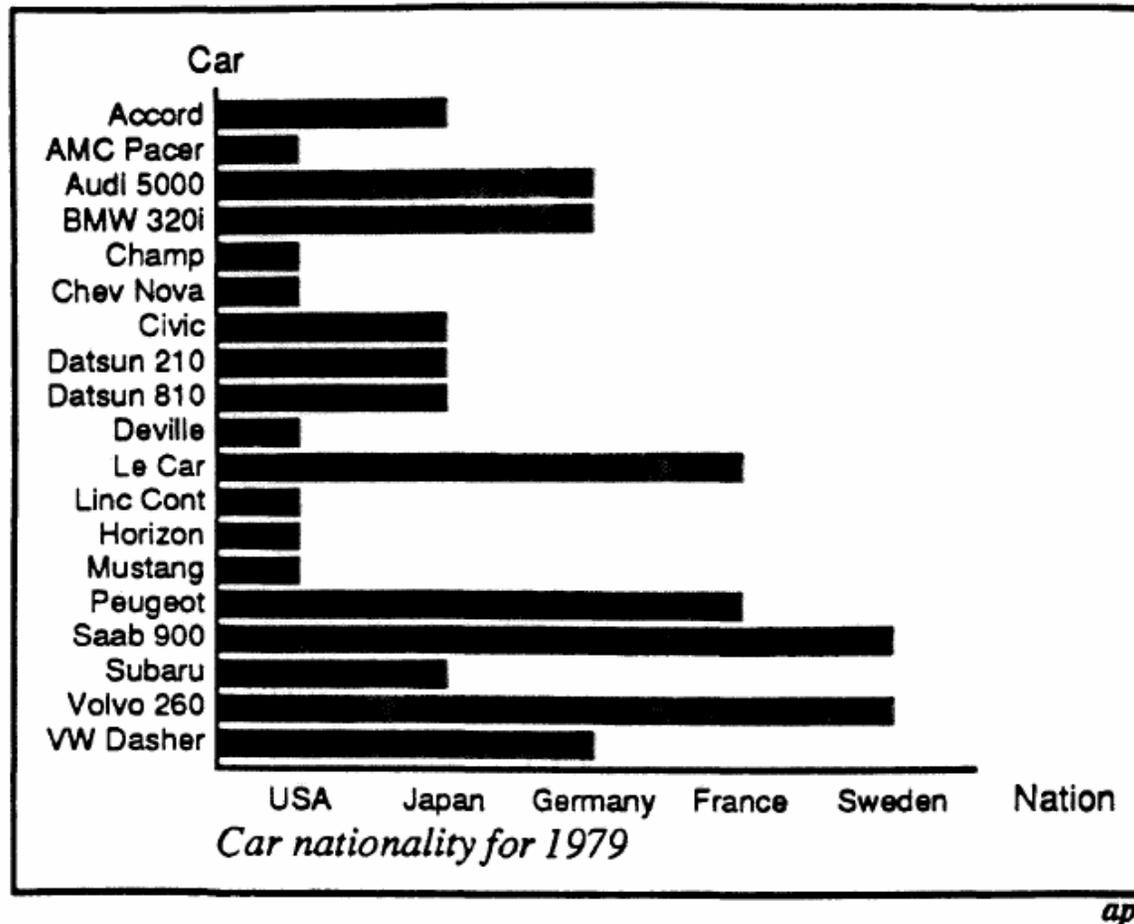
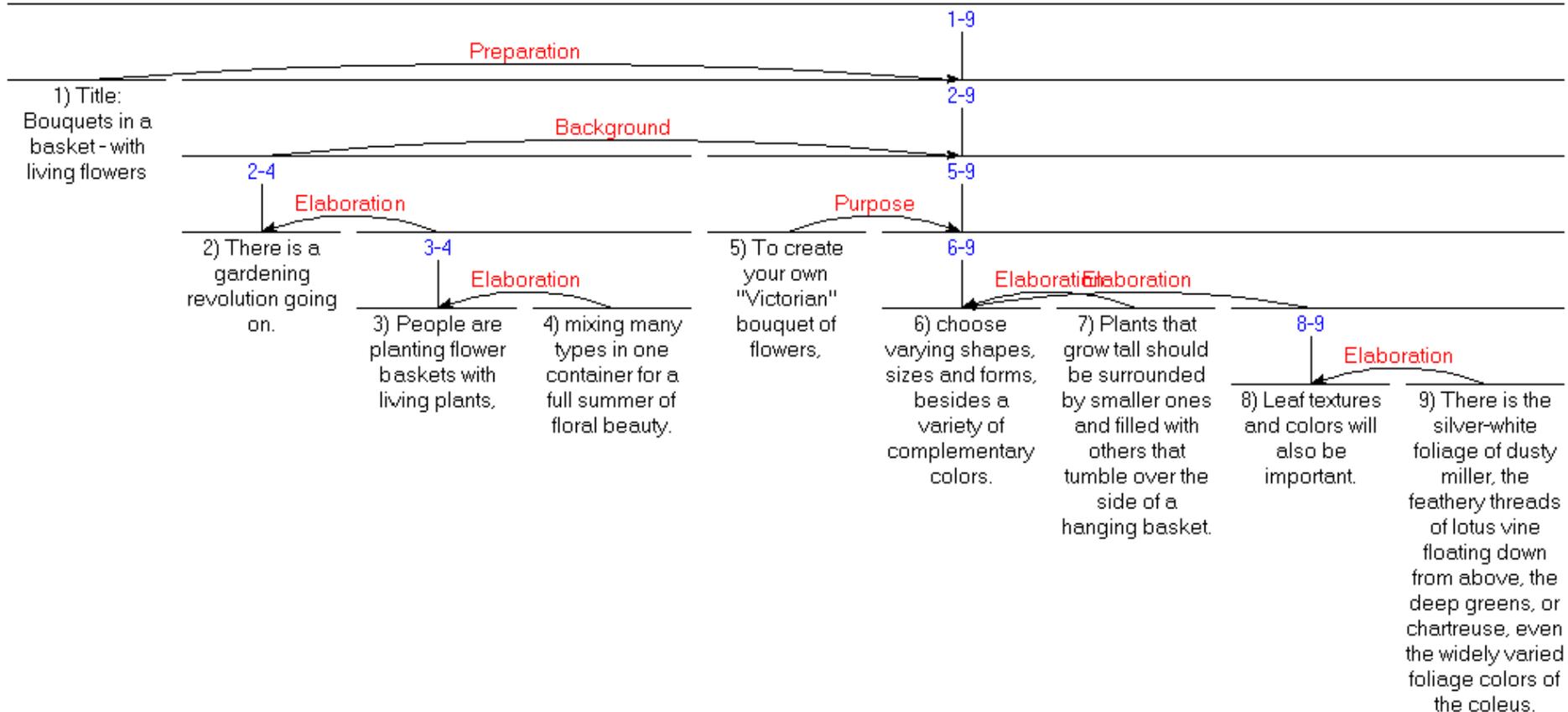


Figure 11: Incorrect Use of a Bar Chart for the Nation Relation. *The lengths of the bars suggest an ordering on the vertical axis, as if the USA cars were longer or better than the other cars, which is not true for the Nation relation.*

Rhetoric Structure Theory [\[Mann & Thompson, 1988\]](#)

- Beschreibung der hierarchischen Struktur eines Textes
- Unterteilung des Textes in logische Einheiten, z.B. Teilsätze
- Relationen zwischen diesen Einheiten
 - Nukleus – Relation – Satellit
- Insgesamt 23 Relationen
 - Preparation, elaboration, background, purpose,...
- Schemata für typische Kombinationen
- Fast jeder Text kann durch einen RST-Baum beschrieben werden

RST - Beispiel

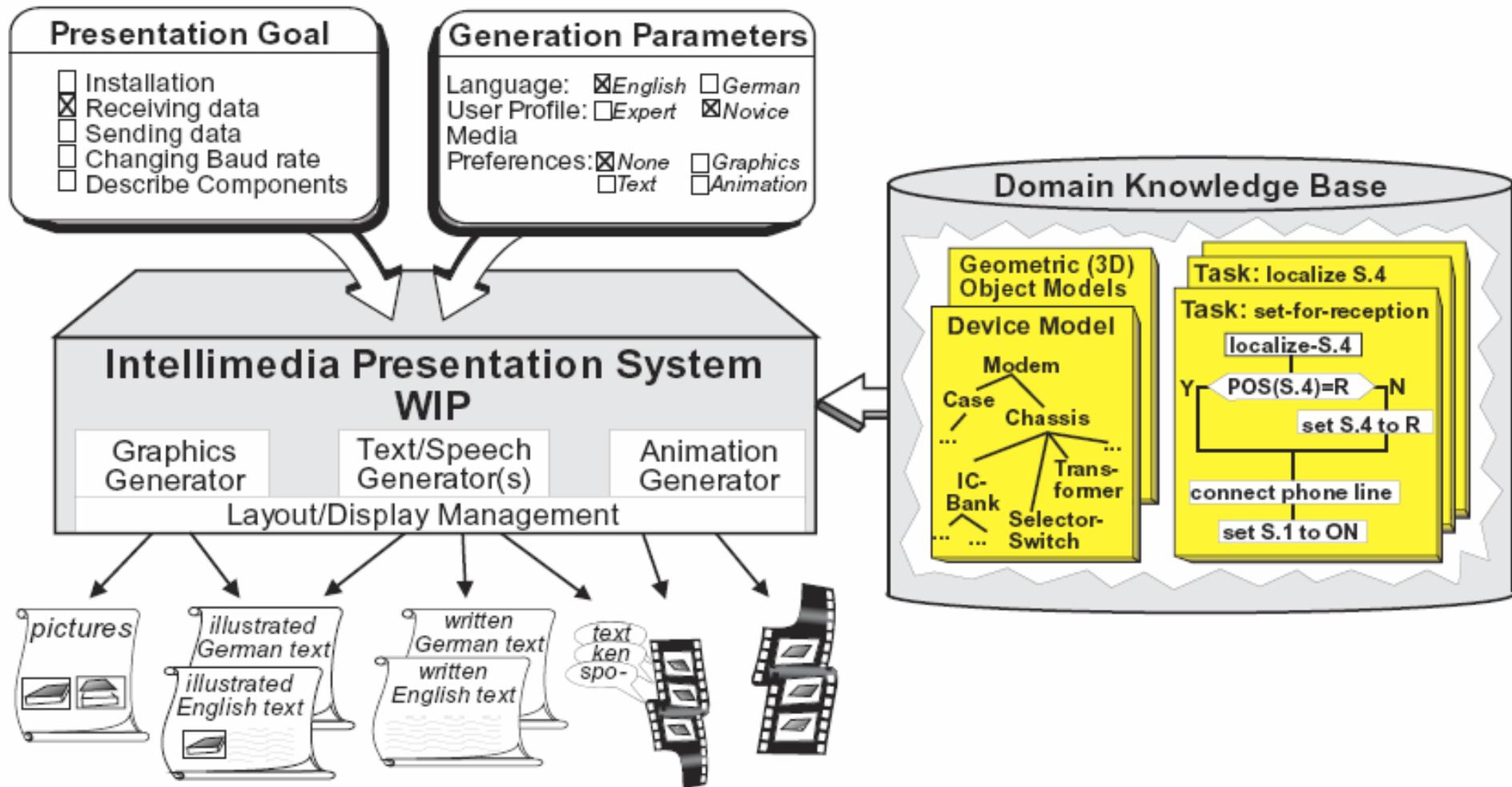


RST Multimedia Planung in WIP

[Andre & Rist 1997]

- Verallgemeinerung von RST auf Multimediale Inhalte
 - Text, Bilder, Animationen, (Zeigegesten)
- Planung multimedialer Dokumente als hierarchischer Planungsprozess
 - Beginne mit der Wurzel des RST-Baumes
 - Unterteile in logische Einheiten
 - Lege Medium für jede Einheit fest
 - Generiere jeweilige Einheit (Text, Bild, Animation)

WIP Architektur



WIP Generierungsbeispiel

