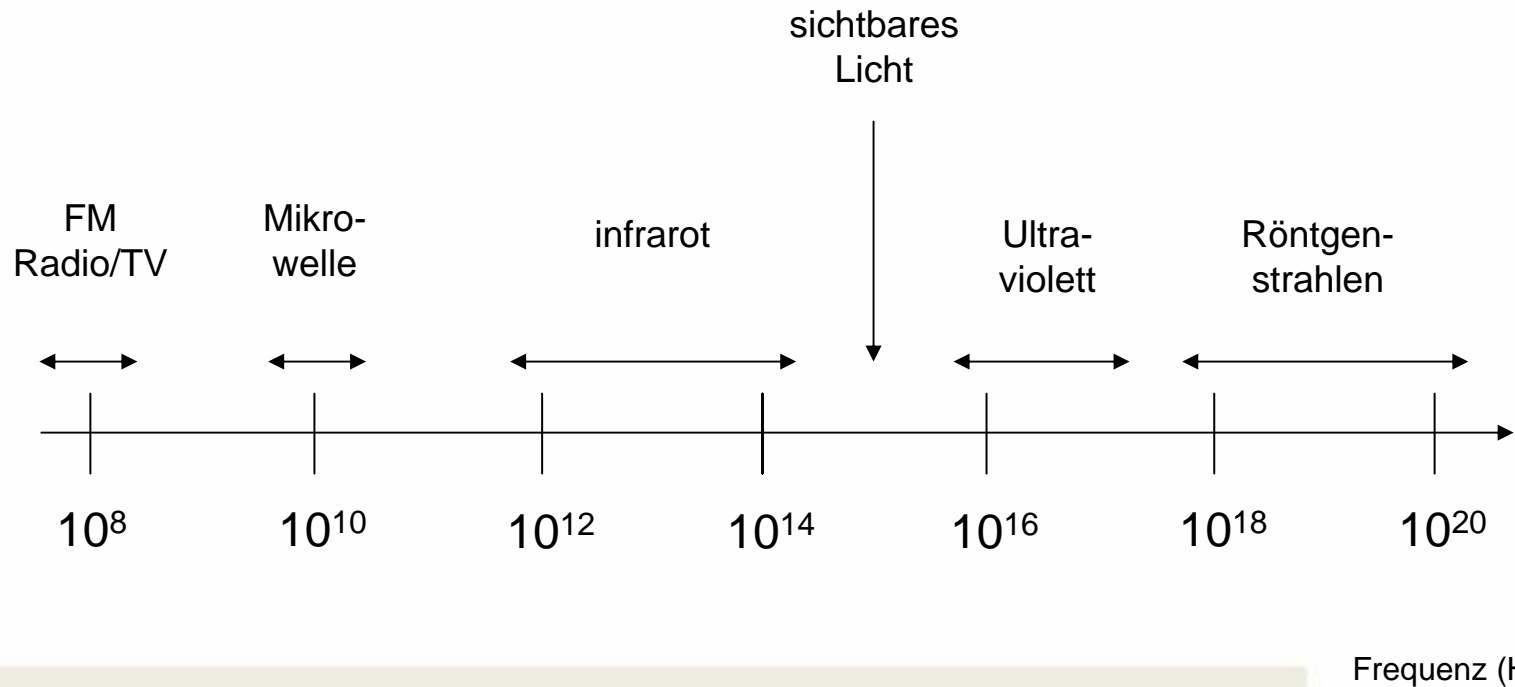


Überblick

- Was ist Farbe?
 - Farbwahrnehmung
 - Farbmodelle
- Was ist Segmentierung?
 - Bereichs-basierte Segmentierung
 - Kanten-basierte Segmentierung
 - Beispiele: Hybride Verfahren

Was ist Farbe?

➤ (für menschliches Auge) sichtbares Licht



Was ist Farbe?

- Charakterisierung von Farbe bzw. Licht entweder über
 - Frequenz ν (Hz) oder
 - Wellenlänge λ (Nanometer, $1\text{nm} = 10^{-9}\text{ m}$)
- Es gilt: $\nu \cdot \lambda = c$
mit $c =$ Lichtgeschwindigkeit
(konstant bei $2,998 \cdot 10^8\text{ m/s}$)
- Sichtbares Licht: Spektralfarben
 - Rot ($4.3 \cdot 10^{14}\text{Hz}$, ca. 780nm), Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo und Violett ($7.5 \cdot 10^{14}\text{Hz}$, ca. 380nm)

Farbwahrnehmung

- Zapfen in der Retina
- Auge kann 350000 verschiedene Farben unterscheiden!
- ungleichmäßige Verteilung der Pigmente
 - Ca. 64% der Zapfen – gelbe Pigmente
 - Ca. 32% der Zapfen – grüne Pigmente
 - Ca. 2% der Zapfen – blaue Pigmente
- Fovea Centralis: Grün-Bereich umgeben von Gelb-Bereich
umgeben von Blau-Bereich

Farbwahrnehmung

- Farbempfindung hängt ab von
 - Dominanter Frequenz (ausgesendet oder reflektiert von Objekt): Farbe (hue)
 - Reinheit der Farbe: Sättigung (saturation)
 - Eng gekoppelt mit Anzahl verschiedener Wellenlängen – je enger die Wellenlängen bei einander liegen, desto reiner die Farbe
 - Intensität des Lichts: Helligkeit (brightness)

Farbwahrnehmung

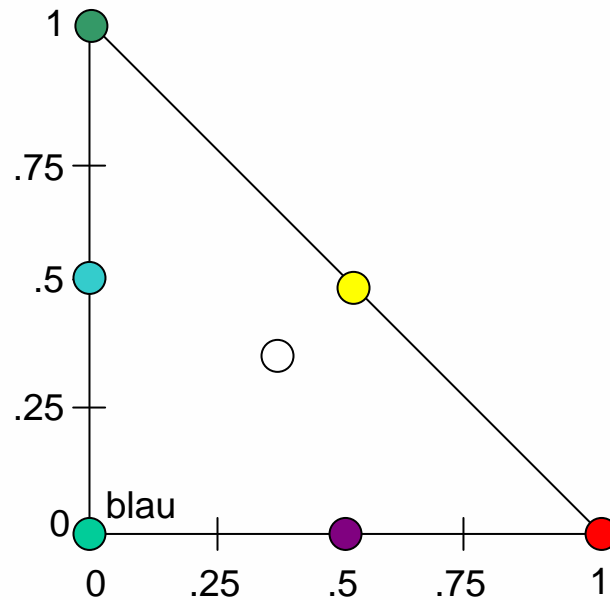
- Spektralfarben:
 - Ur- oder Hauptfarben fallen durch Eindeutigkeit auf
 - Andere Farben werden als Zwischentöne wahrgenommen (z.B. Orange zw. Gelb und Rot)
 - Drei Hauptfarben (P.O. Runge): Gelb, Rot, Blau (übernommen von Goethe in der Farbelehre)
 - Vier Urfarben (E. Hering): Gelb, Rot, Grün, Blau
 - Je zwei Urfarben schließen sich gegenseitig aus: Gelb-Blau bzw. Rot-Grün

Farbwahrnehmung

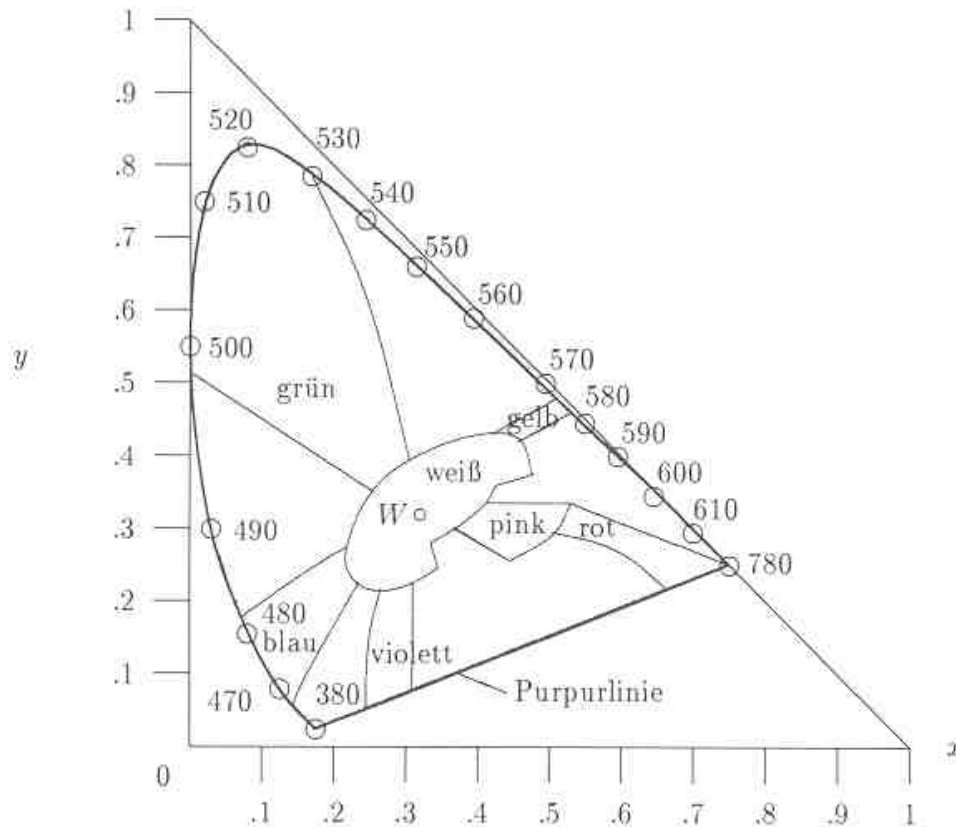
- Kombination von verschiedenfarbigen Lichtquellen wird gezielt zur Erzeugung von Farbpaletten (color gamut) eingesetzt
 - Komplementärfarben: Kombination erzeugt weißes Licht (blau/gelb oder rot/cyan)
 - Durch sorgfältige Auswahl von Farben, lässt sich bei Kombination eine sehr große Menge an unterschiedlichen Farben erzeugen
 - Wird angewendet bei Farbmodellen, die die Farben über dominante Wellenlängen beschreiben
 - Zwei/drei Farben, mit denen (fast) alle anderen Farben erzeugt werden können werden Primär oder auch Grundfarben genannt

Farbwahrnehmung/Modelle

- Grundfarben (R, G, B) wurden zu $R+G+B=1$ normiert



Farbwahrnehmung/Modelle



[Fellner 92], S. 32

- CIE-Standard (Commission Internationale de l'Eclairage, 1931)
- Wellenlängen auf der Kurve abgetragen
- Grundfarben durch Energieverteilungskurve charakterisiert

Farbwahrnehmung/Modelle

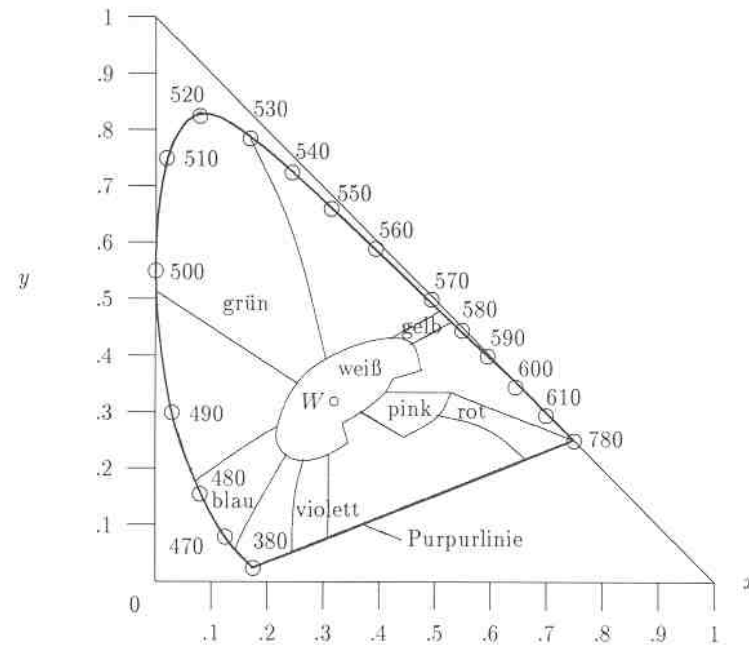
- Seien X, Y , und Z die Anteile einer beliebigen Farbe an den CIE-Grundfarben, so berechnet sich Position (bzw. die Farbanteile der Farbe) zu:

$$x = \frac{X}{X + Y + Z},$$

$$y = \frac{Y}{X + Y + Z},$$

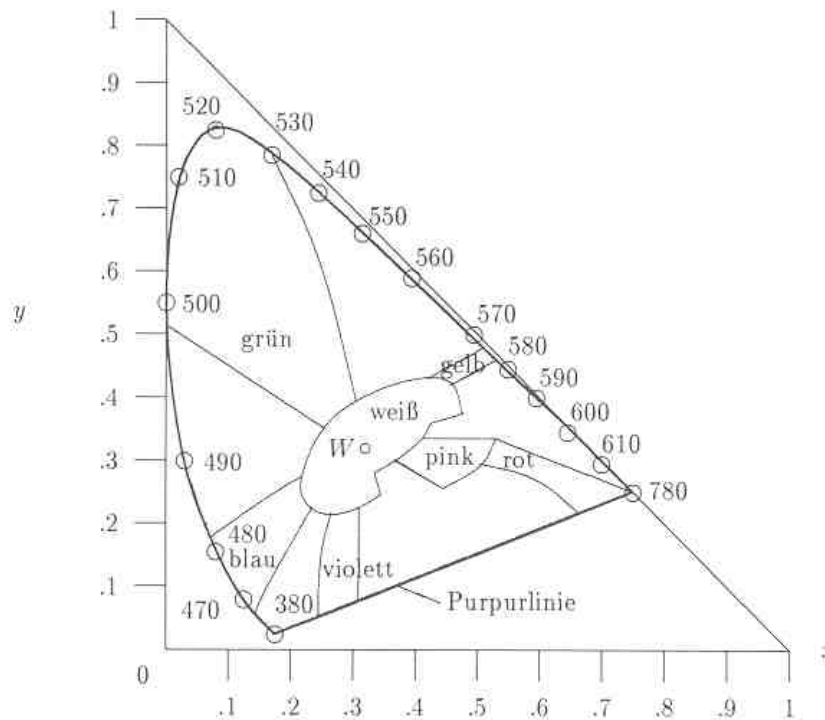
$$z = \frac{Z}{X + Y + Z}$$

mit $x + y + z = 1$



[Fellner 92], S. 32

Farbwahrnehmung/Modelle

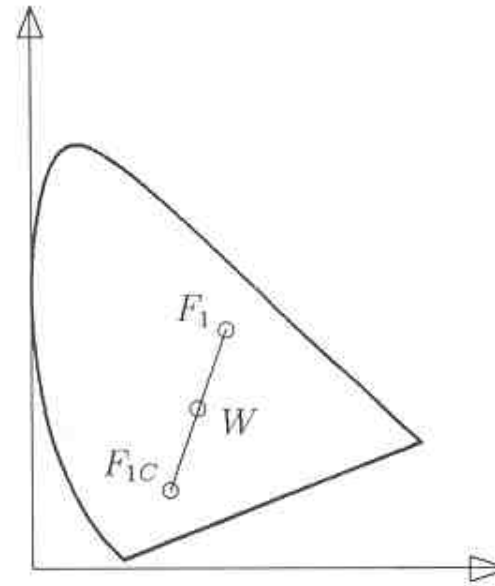
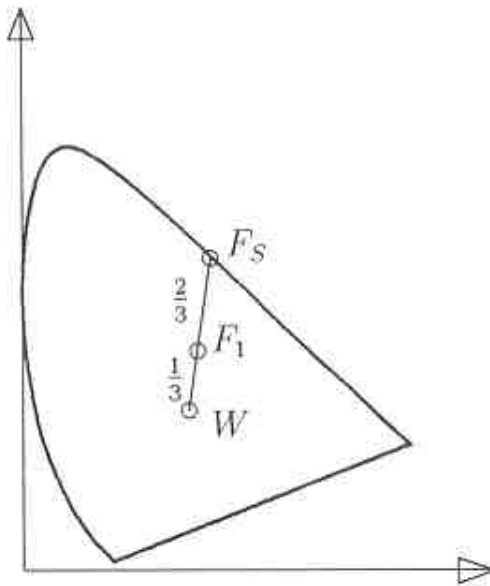


[Fellner 92], S. 32

- Präzise Angabe von Farben durch Position
- Austausch von Farbinformationen zwischen Systemen mit verschiedenen Primärfarben
- Z.B.: RGB-Grundfarben x,y -Koordinaten
 - Rot = (0.626,0.346)
 - Grün = (0.268,0.588)
 - Blau = (0.150,0.070)

Farbwahrnehmung/Modelle

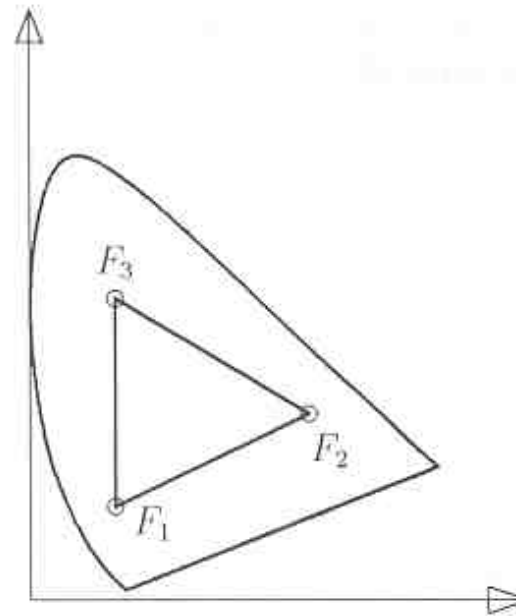
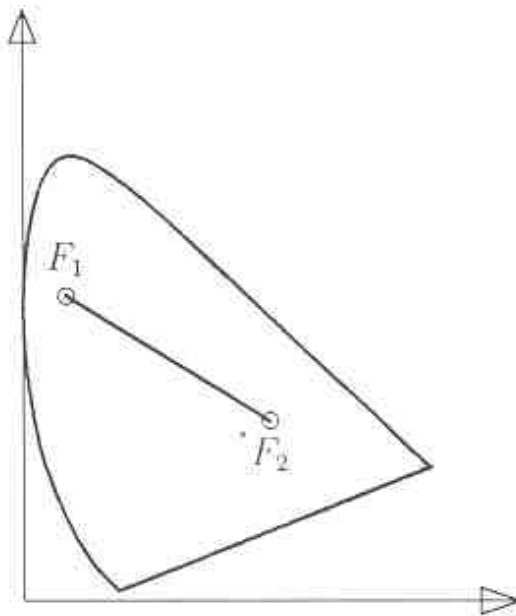
- Quantitative Angabe von
 - Farbe und Sättigung sowie
 - Komplementärfarbe



[Fellner 92], S. 33

Farbwahrnehmung/Modelle

- Farbpaletten
 - Zwei Punkte: Alle Farben auf der Linie können erzeugt werden
 - Drei Punkte: Alle Farbe innerhalb des Dreiecks



[Fellner 92], S. 34

Farbwahrnehmung/Modelle

Folgende Richtlinien bei der farblichen Gestaltung sind zu beachten

- Reines Blau sollte für Text, dünne Linien und kleine Objekte vermieden werden
- Aneinanderliegende Farben sollten sich nicht nur in ihrem Blau-Anteil unterscheiden
- Ältere Benutzer benötigen ein höheres Helligkeitsniveau
- Rot und Grün sollte in Randbereichen vermieden werden
- Für farbenblinde Benutzer sollten sich unterschiedliche Farben in mehr als in einer Grundfarbe unterscheiden

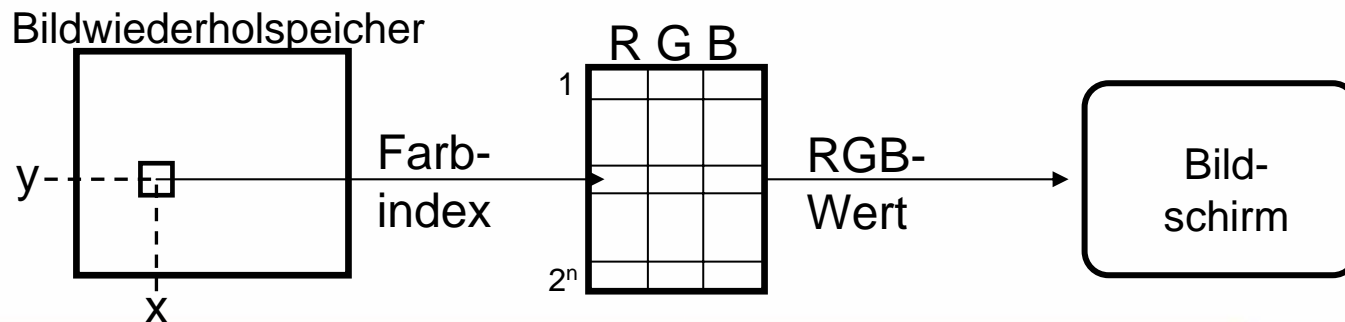
Farbwahrnehmung/Modelle

Folgende Richtlinien bei der farblichen Gestaltung sind zu beachten

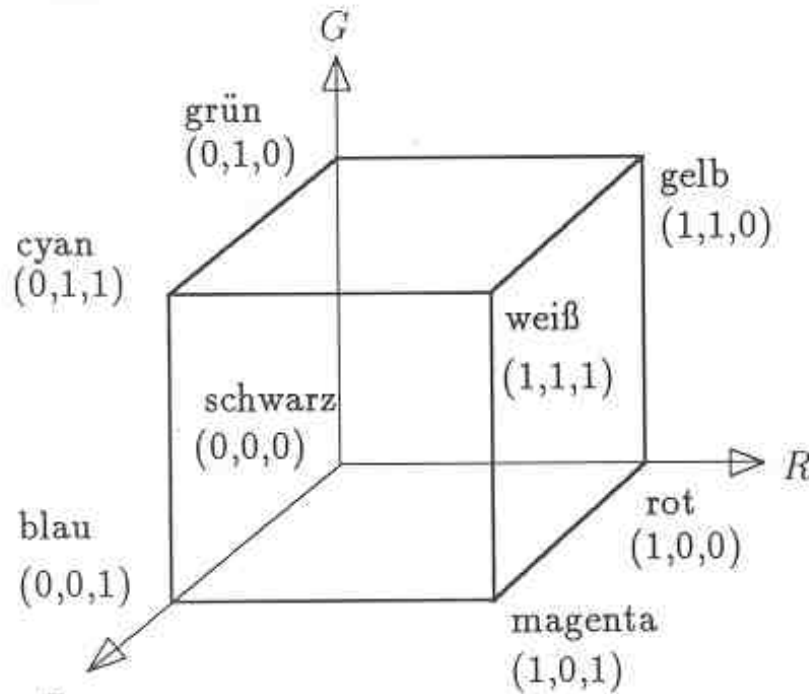
- Zu viele Farben, die unterschiedliches bedeuten, überfordern die menschliche Aufnahmefähigkeit (5+/-2 - magische Zahl für auf einem Blick Erfassbares)
- Zusammengehörige Objekte sollte auf gleichem Hintergrund dargestellt werden
- Ähnlich Farben sollte ähnliche Bedeutung signalisieren
- Helligkeit und Sättigung eignen sich gut, um Aufmerksamkeit des Benutzers zu steuern
- Farbenanordnung entsprechen ihrer Spektral-Position (ROGGBIV – rot, orange, gelb, grün, blau, indigo, violett)

Farbmodelle

- RGB-Modell
 - Am weitesten verbreitet
 - Phosphorschicht am CRT besteht ebenfalls aus RGB Punkten
 - Im Bildwiederholtspeicher an Position (x,y) steht Index auf Farbtafel
 - Farbtafel enthält Informationen über RGB-Anteil



Farbmodelle



[Fellner 92], S. 36

➤ RGB-Modell

- Darstellung als Einheitswürfel
- Ursprung = Schwarz
- Additive Farbmischung

Farbmodelle

➤ YIQ-Modell

➤ NTSC-Standard

(*National
Television
Standard
Committee
1953/USA*)

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.274 & -0.322 \\ 0.211 & -0.522 & 0.311 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

➤ Y = chromatischer Anteil

➤ IQ = achromatischer Anteil

➤ Bei PAL-System: I=R-Y bzw. Q=B-Y

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0.956 & 0.623 \\ 1 & -0.272 & -0.648 \\ 1 & -1.105 & 1.705 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix}$$

Farbmodelle

➤ CMY-Modell

➤ Cyan, Magenta,
Yellow

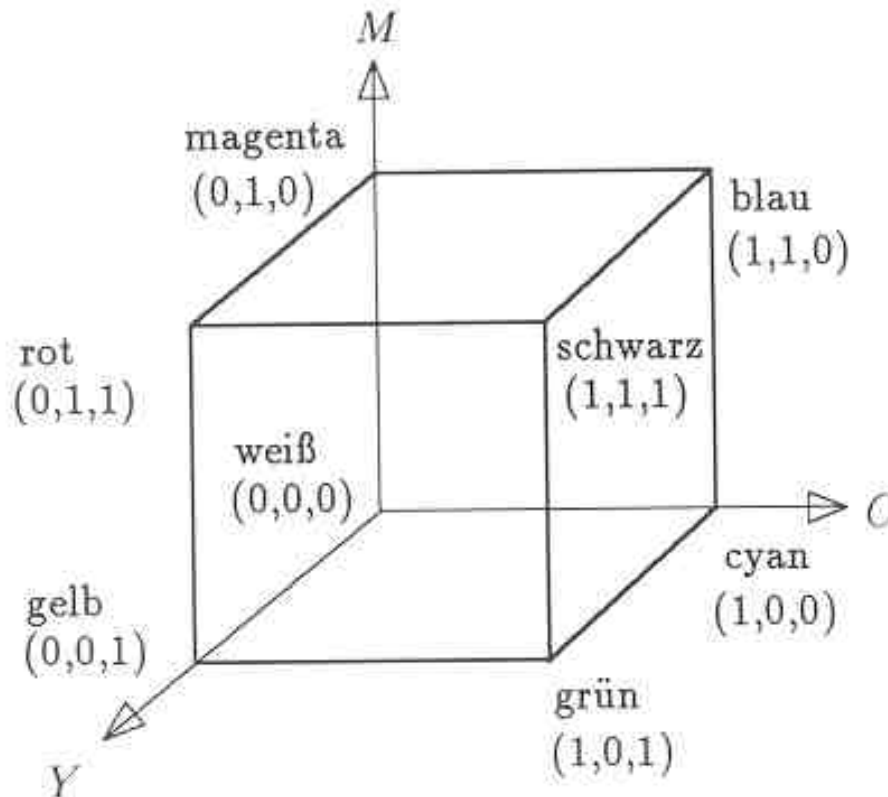
➤ Eignet sich für
Farbsysteme
mit
permanenter
Farbausgabe

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S \\ S \\ S \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W \\ W \\ W \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

Vektor (S,S,S) im CMY-Modell bzw.
(W,W,W) im RGB-Modell gleich (1,1,1)

Farbmodelle



➤ CMY-Modell

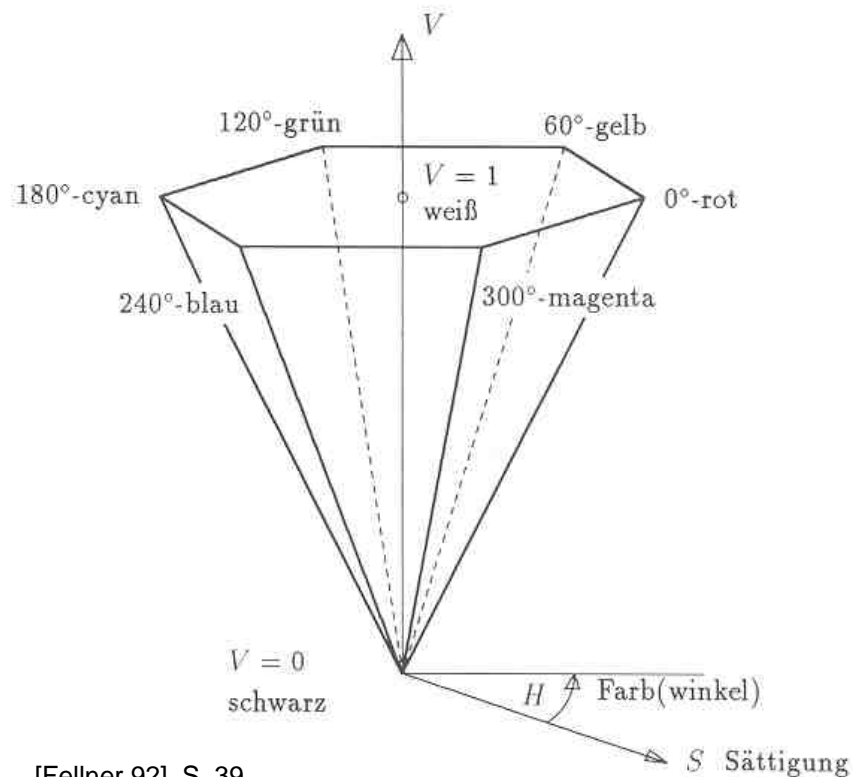
- Darstellung als Einheitswürfel
- Ursprung = Weiß
- subtraktive Farbmischung

[Fellner 92], S. 38

Farbmodelle

- HSV-Modell
 - Hue, Saturation, Value
 - intuitiv orientiert
 - Projektion des RGB-Würfels entlang der Diagonalen von Weiß nach Schwarz – Sechseck
 - Sechseck ist Basis der HSV Pyramide
 - Farbe als Winkel im Sechseck ($0^\circ = \text{Rot}$)
 - S repräsentiert Verhältnis Reinheit der Farbe zur maximalen Reinheit ($S=1$) (auf der vertikalen Achse liegen die Grauwerte mit $S=0$)
 - V bestimmt die Helligkeit: Farben an der Basis der Pyramide können die höchste Helligkeit besitzen

Farbmodelle



[Fellner 92], S. 39

➤ HSV-Modell

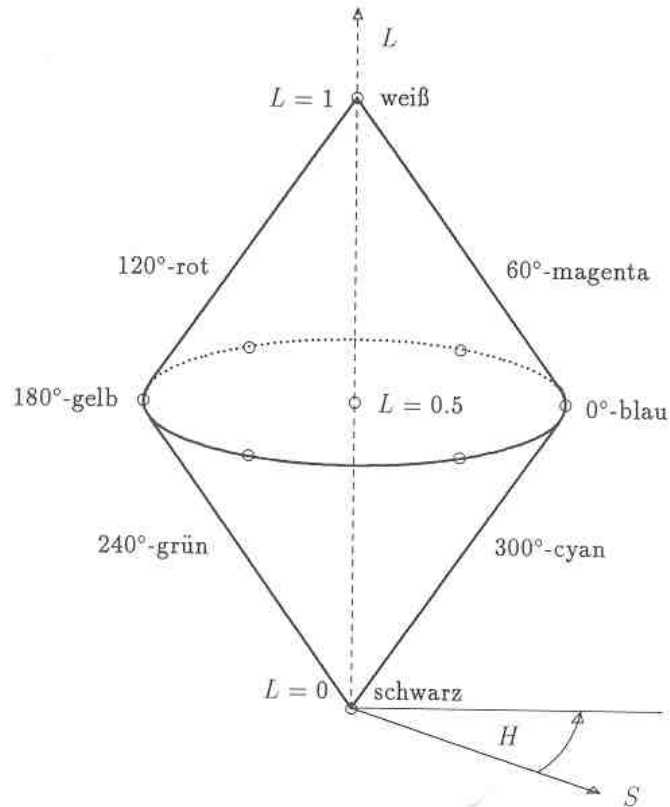
- Darstellung als Pyramide
- Farbselektion durch Farbwinkel H (bei $V=S=1$) anschließend hinzumischen von
 - Weiß (Reduktion von S , $V=\text{konst.}$)
 - Schwarz (Reduktion von V , $S=\text{konst.}$)

Farbmodelle

- HLS-Modell
 - Hue, Lightness, Saturation
 - Entwickelt von der Fa. Tektronix
 - intuitiv orientiert
 - Farben liegen auf Farbkreis ($0^\circ = \text{Blau}$)
 - Farbe als Winkel im Kreis
 - Hochziehen der Pyramide -> Doppelkegel
 - S repräsentiert Verhältnis Reinheit der Farbe zur maximalen Reinheit ($S=1$) (auf der vertikalen Achse liegen die Grauwerte mit $S=0$)
 - L bestimmt die Helligkeit: maximale Sättigung bei $L=0,5$
 - $L=0 := \text{Schwarz}$, $L=1 := \text{Weiß}$

Farbmodelle

➤ HLS-Modell



[Fellner 92], S. 43

- Darstellung als Doppelkegel
- Farbselektion durch Farbwinkel H ($L=0.5$, $S=1$)
- Um 120° gedreht zum HSV-Modell

Color Naming System

[Berk, Brownston & Kaufmann 1982]

- CNS-Modell
 - *Color Naming System*
 - Benutzerfreundliches Systems zur Farbauswahl
 - Farbe kann in englischer Sprache beschrieben werden
 - Zugrundeliegende Parameter
 - Farbe
 - Reinheit
 - Helligkeit

werden umgangsprachlich beschrieben (einfache oder zusammengesetzte Ausdrücke)

Color Naming System

[Berk, Brownston & Kaufmann 1982]

➤ CNS-Modell

➤ Werte für Helligkeit

- Sehr dunkel (very dark)
- Dunkel (dark)
- Mittel (medium)
- Hell (light)
- Sehr hell (very light)

➤ Werte für Sättigung

- Gräulich (grayish)
- Gemäßigt (moderate)
- Stark (strong)
- Lebendig (vivid)

➤ Werte für Farbtöne

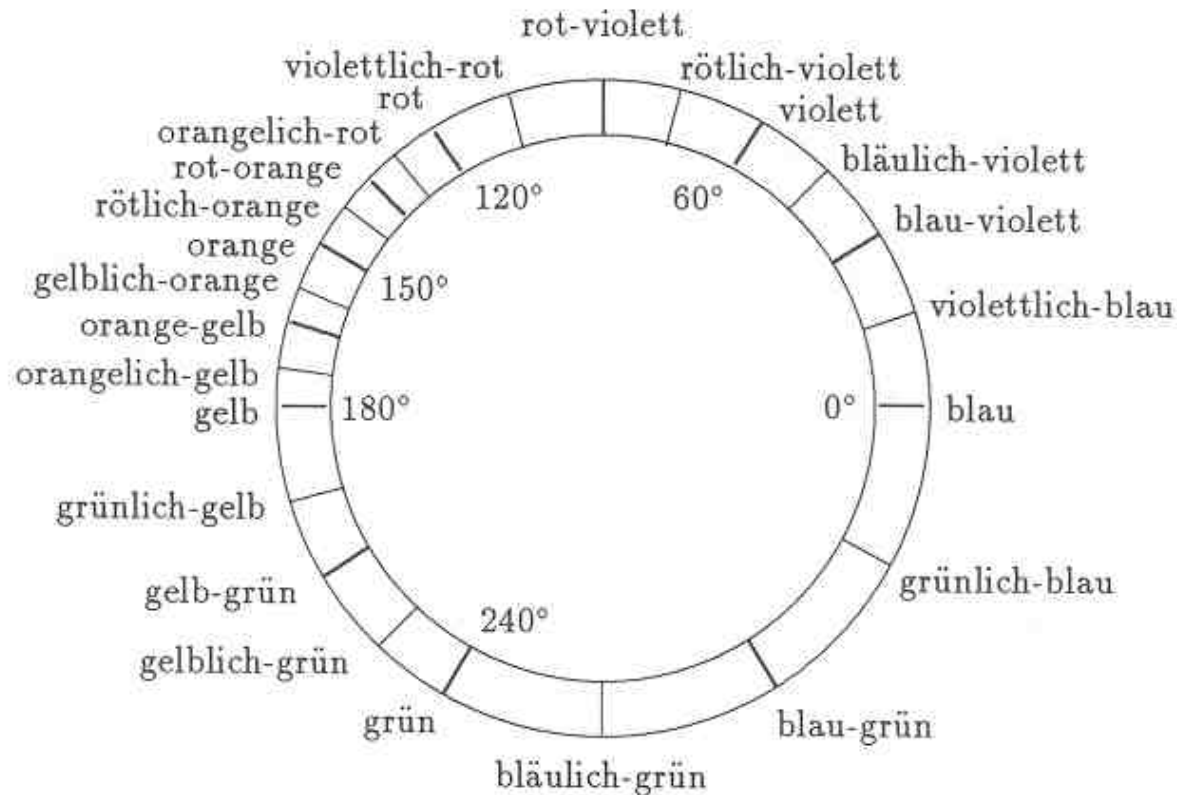
- Blau (blue)
- Violett (purple)
- Rot (red)
- Orange (orange)
- Braun (brown)
- Gelb (yellow)
- Grün (green)

➤ Achromatische Farben

- Schwarz (black)
- Sehr dunkles Grau (very dark gray)
- Dunkelgrau (dark gray)
- Grau (gray)
- Hellgrau (light gray)
- Sehr helles Grau (very light gray)
- Weiß (white)

Color Naming System

[Berk, Brownston & Kaufmann 1982]

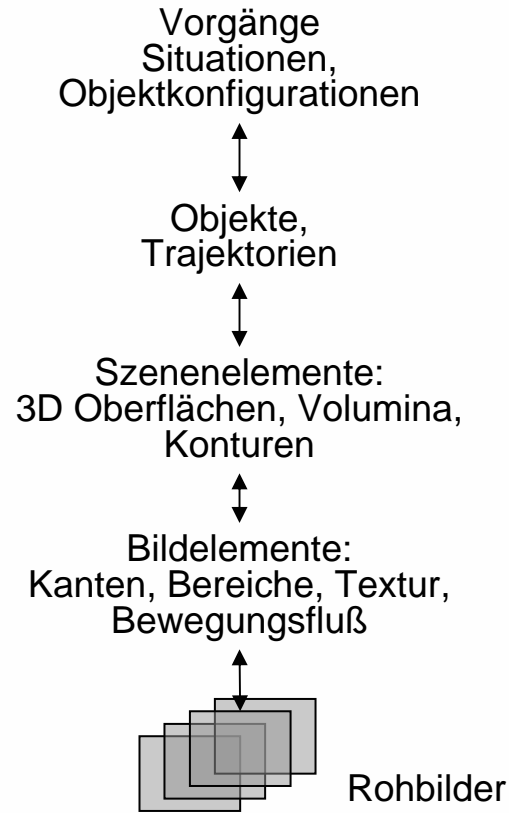


➤ CNS –Modell

- Halbe Farbtöne := zusammengesetzte Farben
- Viertel Farben := Suffix „lich“
- Dadurch Entstehung von Kunstwörtern, wie „orangentlich“ oder „violettlich“

Konzeptueller Rahmen eines Bildverstehenden Systems

- Alltagswissen
- Situationsmodelle
- Vorgangsmodelle
- Objektmodelle
- Projektive Geometrie
- Photometrie
- Physik
- Allgemeine Realwelteigenschaften



- Nach [Neumann 95]
- Höhere Bilddeutung
 - Objekterkennung
 - Niedere Bilddeutung, frühe visuelle Wahrnehmung
 - Segmentierung, primäre Bildanalyse

Segmentierung

- Ziele
 - Trennung der zu untersuchenden Objekte von den „übrigen“ Bildstrukturen
 - Zerlegung des Bildes in zu interessierende Strukturen (Objekte) und nicht zu interessierende Strukturen (Hintergrund)
 - Trennung von sich berührenden Objekten
 - Zerlegung in Teilobjekte

Segmentierung

- Bereichsbasierte Segmentierung
 - Punktbasierte Schwellwertverfahren: Klassifikation auf Ebene einzelner Pixel
 - Bereichswachstumsverfahren: Klassifikation unter Einbezug der Nachbarschaft
 - Homogenitätskriterium (Intensitätswert, Farbe, Textur ...)
- Kantenbasierte Segmentierung
 - Diskontinuitätskriterium
- Hybride Verfahren (Kombination von kanten- und bereichsbasierten Verfahren)

Segmentierung

Unter der Segmentierung eines diskreten Bildsignals $f(x,y)$ mit $\{0 \leq x \leq \text{width}-1 \cap 0 \leq y \leq \text{height}-1\}$ versteht man die Unterteilung von f in disjunkte, nichtleere Teilmengen f_1, f_2, \dots, f_p so, dass mit einem zu definierenden Einheitlichkeitskriterium E gilt:

a) $\bigcup_{i=1}^P f_i = f$

b) f_i ist zusammenhängend $\forall i$ mit $i = 1, \dots, P$

c) $\forall f_i$ ist das Einheitlichkeitskriterium $E(f_i)$ erfüllt

d) Für jede Vereinigungsmenge zweier benachbarter f_i, f_j
ist $E(f_i \cup f_j)$ nicht erfüllt

Bereichsbasierte Segmentierung

- Einfache Schwellwertverfahren
 - Helle Objekte auf dunklem Hintergrund oder umgekehrt
 - Zusammenhang zwischen Eingangssignal (Bild) $f(x,y)$ und Ausgangssignal (segmentiertes Bild) $g(x,y)$:

$$g(x, y) = \begin{cases} I_1 & \text{für } 0 \leq f(x, y) < S \\ I_2 & \text{für } S \leq f(x, y) \leq f_{\max} \end{cases}$$

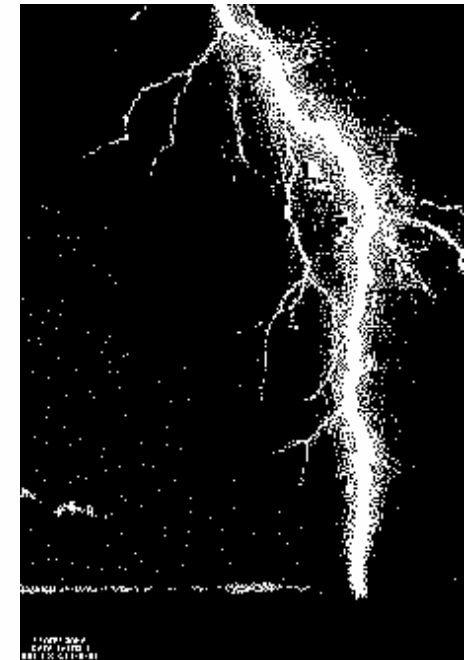
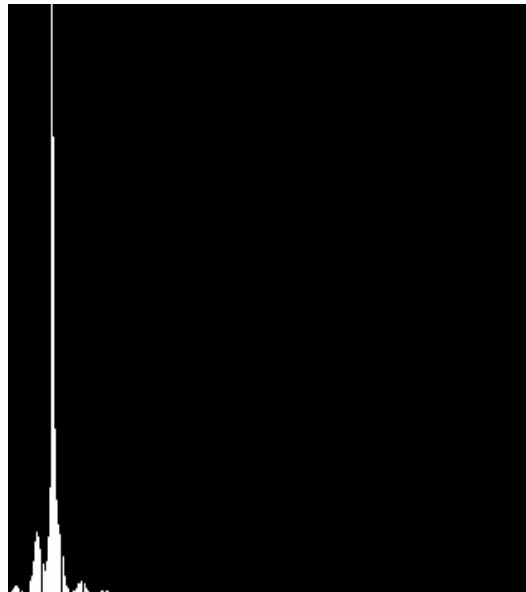
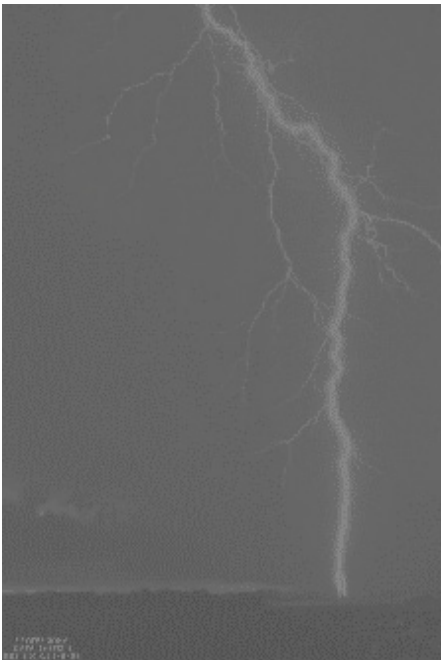
mit I_1 und I_2 voneinander unterschiedliche Werte
und S als einzustellende Schwelle (i.d.R. aus Histogramm)

- f_{\max} maximale Wert von f

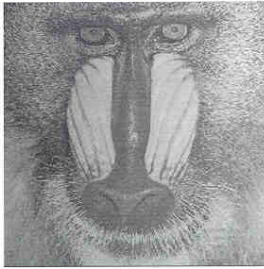
Bereichsbasierte Segmentierung

Einfaches punktorientiertes Schwellwertverfahren

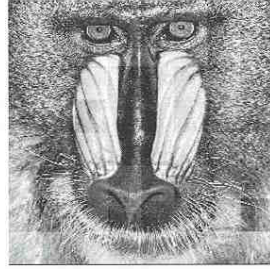
- Ideal: bimodales Histogramm
- Schwellwert im „Tal“ zwischen den Maxima



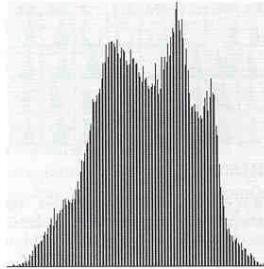
Bereichsbasierte Segmentierung



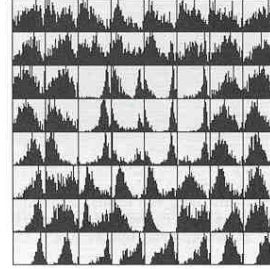
(A)



(B)



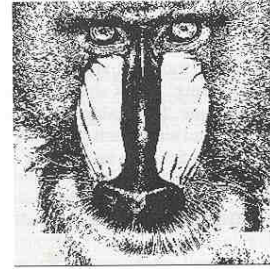
(C)



(D)



(E)



(F)

Einfaches *lokales* punktorientiertes
Schwellwertverfahren

- Ideal: bimodale Histogramme
- Schwellwerte zwischen den Maxima

[Abmayr 94], S. 230

Bereichsbasierte Segmentierung

- Einfache Schwellwertverfahren
 - Erweiterung für P Objekte im Bild (Hintergrund auch als Objekt)

$$g(x, y) = I_i \text{ für } S_{i-1} \leq f(x, y) < S_i$$

mit $i = 1, 2, \dots, P$, $S_0 = 0$ und $S_P = f_{\max} + 1$

Bereichsbasierte Segmentierung

- Berechnung einer optimalen Schwelle
 - Verteilung der Grauwerte als Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion
 - $p_A(z)$ für Grauwert der Objekte
 - $p_B(z)$ für Grauwert des Hintergrundes
 - Als Näherung (der Wahl) Gaußverteilung $p_i(z)$:

$$p_i(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_i}} \exp\left(-\frac{(z - \mu_i)^2}{2\sigma_i^2}\right) \quad \text{mit } i = A, B$$

μ_i = Mittelwerte und σ_i = Standardabweichungen

Bereichsbasierte Segmentierung

- Nachteile der Schwellwertverfahren
 - A priori Wissen über die Anzahl der Objekte im Bild erforderlich
 - Voraussetzung: Objekte werden durch unterschiedliche Intensitäten repräsentiert, deren Bereiche sich nur geringfügig überlappen
 - Nur dann Berechnung einer geeigneten Schwelle möglich 😊
 - Oft sind Bereiche nicht zusammenhängend
- Alternative: Bereichswachstumsverfahren (region growing)

Bereichsbasierte Segmentierung

- Bereichswachstumsverfahren mit Startpunkten
 - Ausgangslage: ein Startpunkt pro Bereich f_ξ (Idealfall)
 - Iteratives Verfahren
 - Bereichswachstum: Zuordnung benachbarter Bildpunkte mit gleichen oder ähnlichen Eigenschaften (ggf. mit Mittelwertbildung)
 - Abbruch: alle Bildpunkt sind einem Bereich f_ξ zugeordnet

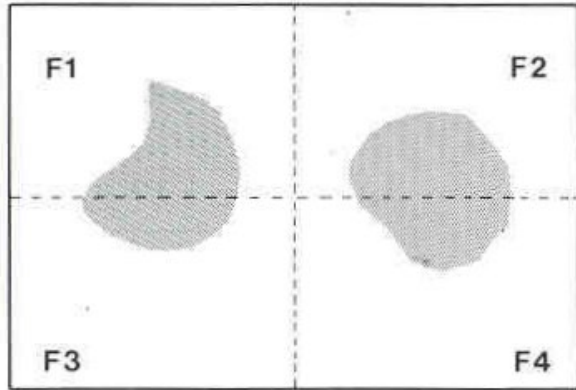
Bereichsbasierte Segmentierung

- Bereichswachstumsverfahren (prinzipielle Vorgehensweise)
 - Für jedes GW-Plateau wird ein Startpunkt bestimmt
 - Bei mehreren Startpunkten zerfällt das Plateau in eine entsprechende Anzahl Unterplateaus (-> Fehlerbehebung durch nachfolgende Bereichverschmelzung)
 - Wurde kein Startpunkt gefunden, dann wird das Plateau einem benachbarten Plateau zugewiesen

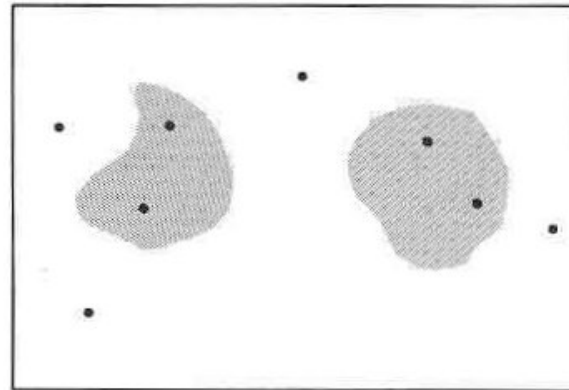
Bereichsbasierte Segmentierung

- Bereichswachstumsverfahren: Auffinden der Startpunkte
 - Startpunkte sollen im Inneren der Regionen und nicht auf den Kanten liegen
 - Daher werden zunächst alle Punkte, deren Intensitätsgradient eine Schwelle ΔS nicht überschreitet als potentielle Startpunkte markiert
 - Dies sind wesentlich mehr Startpunkte als Regionen!

Bereichsbasierte Segmentierung

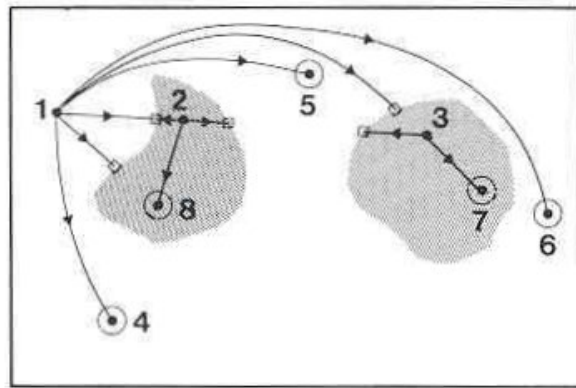


(a)

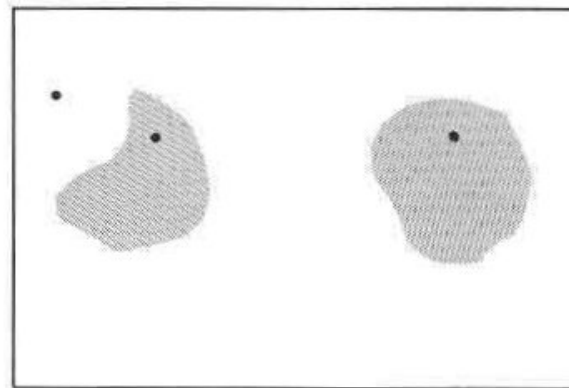


(b)

Beseitigung
von
überflüssigen
Startpunkten



(c)



(d)

[Wahl 84], S. 130

Bereichsbasierte Segmentierung

- Berechnung der lokalen Schwellen S_i
 - Bild wird in i Teilfenster (F_i) eingeteilt
 - Lokale GW-Schwellen S_i durch Differenz von Intensitätsmaximum I_{oi} -minimum I_{ui}

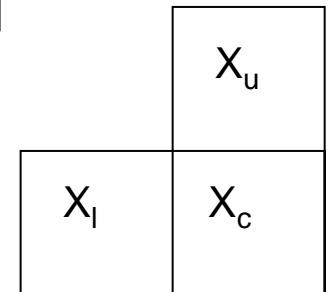
$$S_i = (I_{oi} - I_{ui}) / K$$

- K ist eine empirisch ermittelte Konstante, wobei mit dem Wert 3 i.d.R. gute Ergebnisse erzielt werden

Bereichsbasierte Segmentierung

Blob-Coloring ([Ballard & Brown 82])

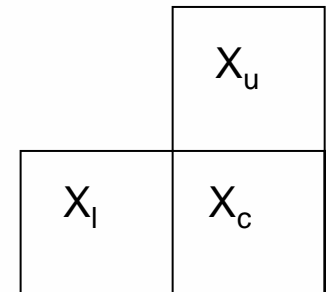
- Voraussetzung: Schwelle S für die Ähnlichkeit zweier Grauwerte
- Wandere mit der abgebildeten L-förmigen Maske von links oben nach rechts unten über das Bild
- Dabei ist X_c der zu segmentierende Punkt
- X_u und X_l sind bereits segmentiert
- Vorteil: Keine Startpunkte erforderlich!



Bereichsbasierte Segmentierung

Blob-Coloring ([Ballard & Brown 82])

- Algorithmus: Bestimme an jedem Punkt X_c die Grauwertdifferenzen $|X_c - X_l|$ bzw. $|X_c - X_u|$ gemäß der L-förmigen Maske.
 - ist $|X_c - X_l| > S$ und $|X_c - X_u| > S$ dann startet bei X_c ein neuer Bereich.
 - ist $|X_c - X_l| > S$ und $|X_c - X_u| \leq S$ dann wird X_c dem Bereich von X_u zugesprochen.
 - ist $|X_c - X_l| \leq S$ und $|X_c - X_u| > S$ dann wird X_c dem Bereich von X_l zugesprochen.
 - ist $|X_c - X_l| \leq S$ und $|X_c - X_u| \leq S$ so wird X_c dem Bereich von X_l zugesprochen. Die Bereiche von X_u und X_l sind äquivalent und werden verschmolzen.



Kantenbasierte Segmentierung

- 1. Schritt: Kantenpunktdetektion
 - Gradientenoperatoren
 - 1te und 2te Ableitung (Sobel, Prewitt, Laplace, LoG,...)
- 2. Schritt: Konturverfolgung/-verkettung/-rekonstruktion/-beschreibung/-approximation
 - Konturverkettung mittels Hough-Transformation
 - Konturbeschreibung mittels Kettencode
 - Konturapproximation

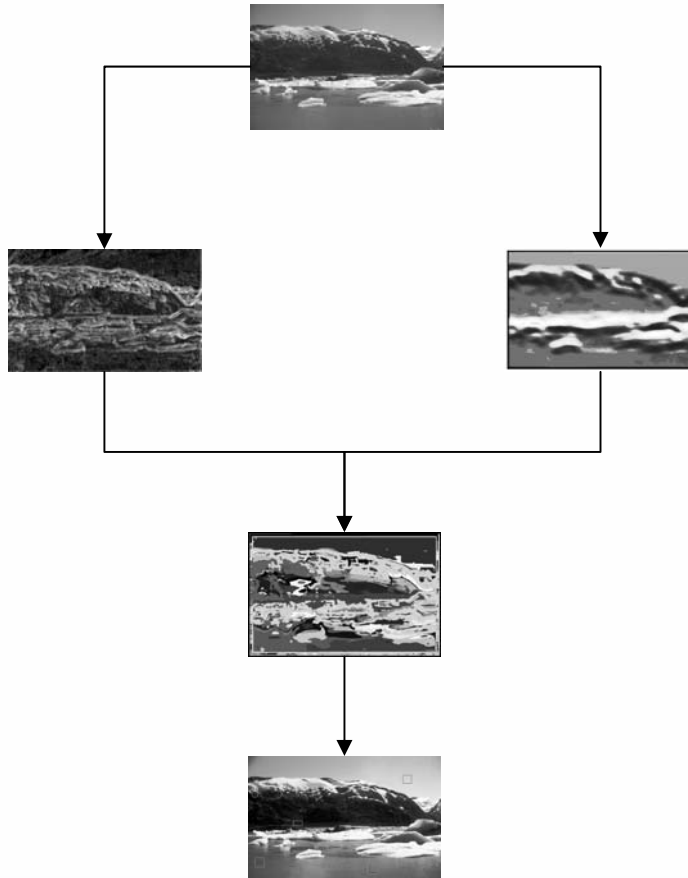
Kantenbasierte Segmentierung

- Kontur & Kantenpunkt
 - Kantenpunkt: einzelnes, punktgroßes Kantenstück
 - Mögliche Kontur besteht nur aus „Lücken“, da Kantenpunkte nicht logisch zusammengehörig
 - Zusammenhängende Kantenstücke (Kantenpunkte)
 - Lücken können auftreten, einzelne Kantenpunkte einzelner Kantenstücke gehören logisch zusammen
- Geschlossene Kontur
 - Keine Lücken, keine einzelne Kantenstücke, ganze Objektkontur gehört logisch zusammen

Segmentierungsbeispiele

- Textur-basierte Segmentierung
- Farb-basierte Segmentierung
- Kanten-basierte Segmentierung

Segmentierung (textur-basiert)



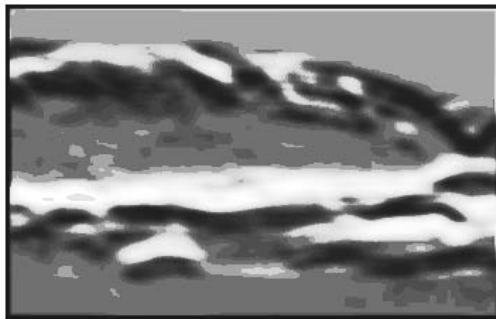
- Allgemeingültiges Segmentierungsverfahren
- Kombination von Kanten und Regionen
- Regionen durch Laws-Filter
- Kanten durch Yu et al. Richtungsenergie
- angepaßtes Blob-Coloring
- Anwendung: Entnahme von einheitlichen Texturproben für die Klassifikation

Segmentierung: Laws ([Laws 80])

$$\begin{array}{ccc}
 \begin{matrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{matrix} &
 \begin{matrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{matrix} &
 \begin{matrix} 1 & -2 & 1 \\ -2 & 4 & -2 \\ 1 & -2 & 1 \end{matrix} \\
 m_1 = & m_2 = & m_9 =
 \end{array}$$

$$Z_n(x, y) = I(x, y) \otimes m_n$$

$$E(x, y) = \sqrt{(Z_1(x, y))^2 + (Z_2(x, y))^2 + \dots + (Z_9(x, y))^2}$$



➤ Laws 3x3-Filtermasken
(auch 5x5 Masken)

➤ Zwischenergebnisbild
entsteht durch Faltung
des Eingabebildes mit
einer Filtermaske

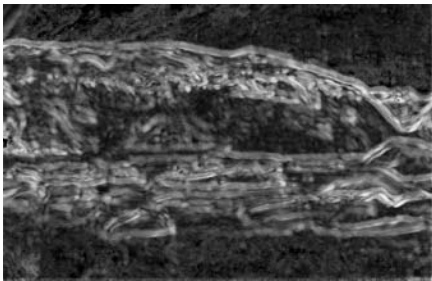
➤ Energiebild durch Verknüpfung
der Zwischenergebnis-
bilder

Segmentierung: Yu et al. ([Yu et al. 91])

$$e(i, j) = \sum_{l=1}^h \frac{\|F(i, j+l+k) - F(i, j-l)\|}{\|F(i, j+l+k)\| + \|F(i, j-l)\|}$$

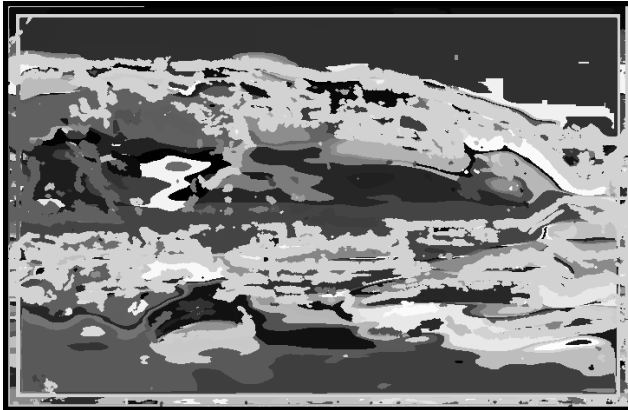
k = Größe des Fensters, und

h = Glättungsfaktor



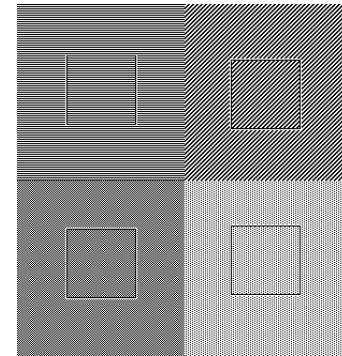
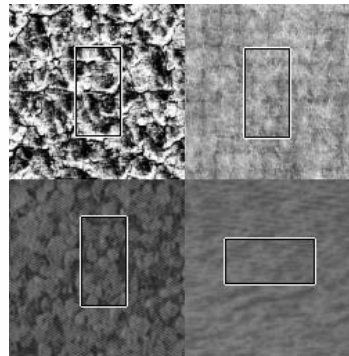
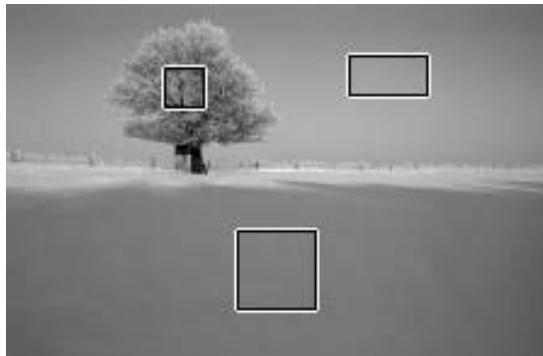
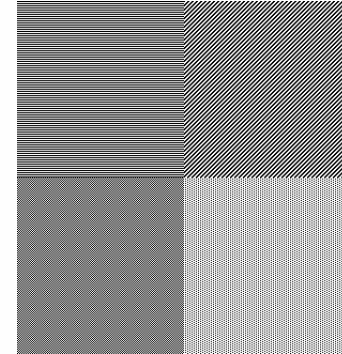
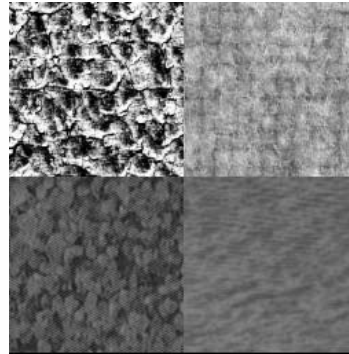
- 1D-Energierichtungsmaß für acht Richtungen
- acht Merkmalsbilder jeweils mit Median geglättet
- Ergebnis ist $F(i, j)$
- Texturkanten $e(i, j)$
- Binarisierung
- Morphologische Operation *Öffnen*

Segmentierung: Regionenbestimmung



- Idee von [Pavlidis & Liow 1990]
- Bereichswachstumverfahren
blob-coloring [Ballard & Brown, 1982]
- angepaßt auf Grauwerte
- Homogenitätskriterium ist der
Energiewert nach Laws
- Abbruchkriterium für neue
Region, wenn
 - starke Energieänderung
 - Texturkante
- Texturprobenentnahme

Segmentierung: Anwendungsbeispiele



Segmentierung (farb-basiert)



- Allgemeingültiges Segmentierungsverfahren
- Transformation in den HLS-Farbenraum
- angepasstes Blob-Coloring bzgl. HLS-Farben
- Abbildung auf CNS
- Ausgabe wieder im RGB-Format

Segmentierung (kanten-basiert)



Farbsegmentierung

- Untersegmentierung
 - zu wenige Regionen
 - => Informationsverlust
- Übersegmentierung
 - zu viele Regionen
 - => zu viele Informationen



untersegmentiert: 10 Regionen



übersegmentiert: 14000 Regionen

Zusammenfassung

- Farbmodelle
 - additiv, subtraktiv, intuitiv 😊
 - CNS
- Segmentierung
 - Diskontinuitätskriterium, Homogenitätskriterium
 - Farbe, Textur und Kante