



WESTFÄLISCHE
WILHELMS-UNIVERSITÄT
MÜNSTER

Digitale Bildbearbeitung und Fotografie



wissen.leben
WWU Münster

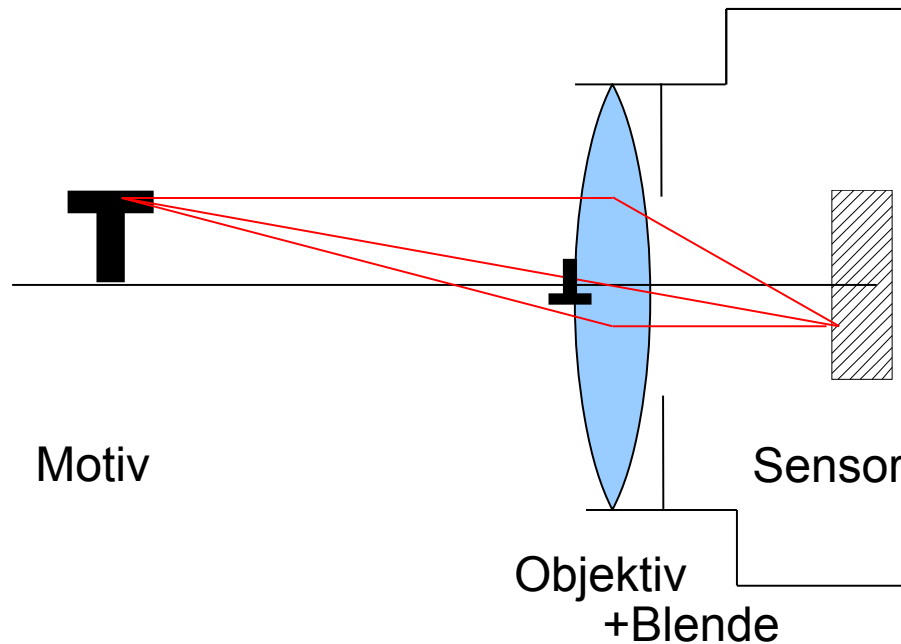
Dozenten: Arne Scheffer, Olaf Glaser

(neue Folien des 1. Teils bis Folie 16: Michael Feldmann)

Kurze Wiederholung:

- Aufbau von Digital(spiegelreflex)kameras
- Lichteinfall vom Bildmotiv auf den Bildsensor

Kamera stellt Modellierung des menschlichen Auges dar



Wiederholung: Die Entstehung des Bildes - Belichtung

- Wir wissen schon:
 - Für eine bestimmte Zeit (Verschlusszeit)
 - fällt
 - durch eine Blende
 - durch die Linsen des Objektivs
(den den Sensor beleuchtenden Lichtkegel nennen wir Bildkreis)
 - Licht auf einen Sensor
 - dessen Fläche in Aufnahmevierecke eingeteilt ist (Bildpunkte-Raster)
- Was passiert nun
 - Auf dem Sensor erzeugt der Lichteinfall auf den Vierecken elektrische Ladungen
 - Diese werden einem AD-Wandler zugeführt.
 - Dieser wandelt je eine Ladung in einen digitalen Wert um.
 - Dieser digitale Wert ist das Maß für die dort aufgenommene Helligkeit.

Wiederholung: Digitale Fotografie: Einflussnahme

- Bedienmodi einer Fotokamera (falls vorhanden)
 - Automatik
 - Programmautomatik (P)
 - Motivmodi
 - Custom-Modi
 - Halbautomatiken
 - Blendenautomatik (S, Tv)
 - Zeitautomatik (A, Av)
 - (Voll-)Manueller Modus
 - nicht zu vergleichen mit M vieler digitaler Kompaktkameras
- in allen Modi außer der Vollautomatik
 - Wahl des Blitzes durch Einstellen/Ausklappen

Wiederholung: Automaten einer Kamera

- Auto → Vollautomatik → klar
- Szenen-Modi (Sport, Nacht, Porträt etc.) → Vollautomatiken mit anderen Prioritäten
- P → „Programmautomatik“
 - hier darf man nur ISO-Wert und ob Blitz für die Belichtung wählen
 - Blende und Verschlusszeit errechnet die Kamera
 - im Normalfall mit offenster Blende
- Tv/S → Halbautomatik,
 - in der man Verschlusszeit (und ISO/Blitz) wählen darf
 - die nötige Blende errechnet die Kamera → Warnung falls nicht verfügbar
- Av/A → Halbautomatik
 - in der man die Blende (und ISO/Blitz) wählen darf
 - die Verschlusszeit errechnet die Kamera → Warnung bei Verwacklungsgefahr

Belichtungsmessmodi

Vollautomatiken, Belichtungsautomatik- oder Halbautomatikmodus (P, Av, Tv):

Wie bestimmt die Kamera die richtige Einstellung von Blendenzahl und/oder Verschlusszeit?

→ **Belichtungsmessung:**

Messung der auf einen Teil des Sensors einfallende Lichtmenge und Vergleich mit Referenzwert (etwa 18%-Grauwert). Hieraus lassen sich Wertepaare für Blende und Verschlusszeit berechnen.

Problem: Motiv oft nicht gleichmäßig ausgeleuchtet!

→ dem Dynamik-/Kontrastumfang des Motivs überschreitet die Sensitivität des Bildsensors
(keine Zeichnung in extremen Schatten und Lichtern)

Belichtungsmessmodi (2)

Unterschiedliche Messmodi:

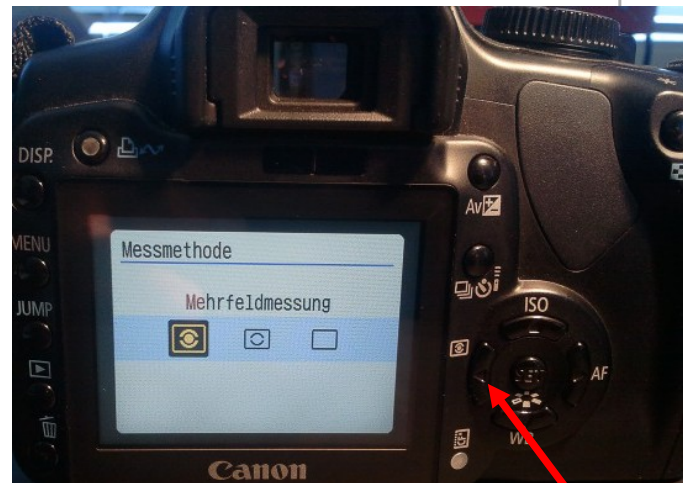
Spotmessung: Messung des Lichtwertes in einem kleinen Bereich (meist in der Bildmitte)
[etwas „Handarbeit“ nötig, lässt aber viele Freiheiten]

Mehrfeldmessung: Mehrere Spotmessungen in einem Raster über den ganzen Sensor. Muster werden mit gespeicherten, typischen Szenen verglichen und die Belichtungseinstellung entsprechend nach voreingestellten Schemata vorgenommen.

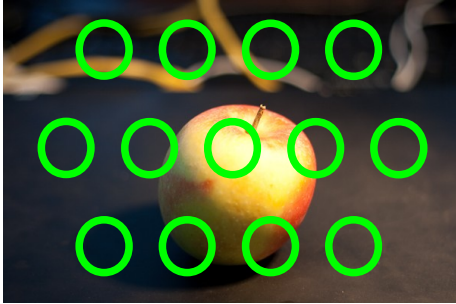
[meist gute Ergebnisse, problematisch bei fehlerhafter Szenenerkennung]

Mittenbetonte Integralmessung: Messung über den gesamten Sensor mit erhöhter Gewichtung der Bildmitte.

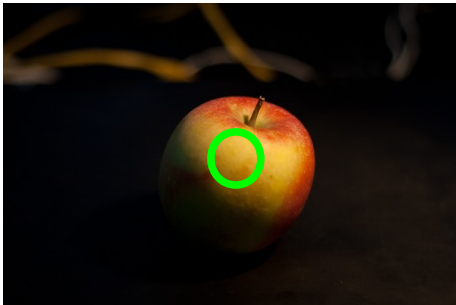
[Standardmodus vieler Kameras, gut bei einfachen Lichtverhältnissen]



Belichtungsmessmodi-Beispiel (Av, ISO100, f/1.8)

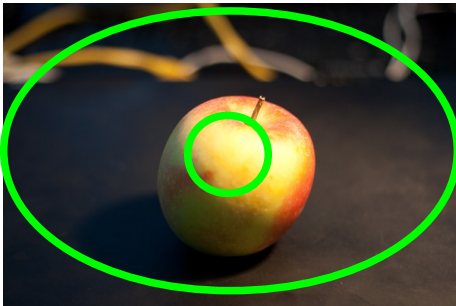


Mehrfeldmessung, 1/80 s



Spotmessung, 1/320 s

(unterbelichtet wegen Spotmessung
auf beleuchtetem Apfel)



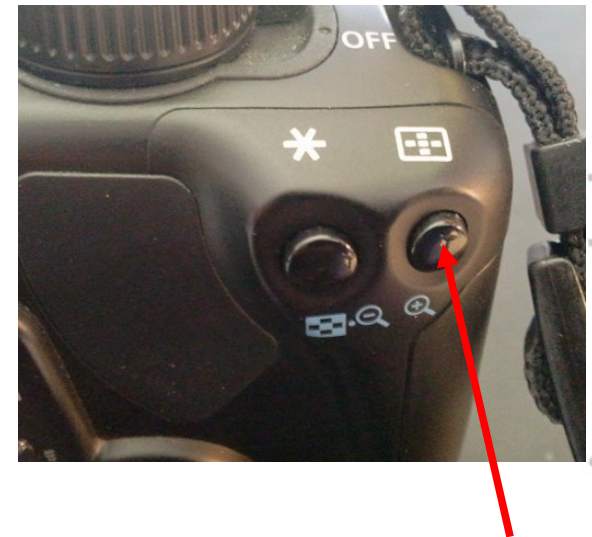
Mittenbetonte Integralmessung, 1/100 s

Autofokus: Wahl der Fokussmessfelder

Fokussmessung: Kontrastmaximierung oder Triangulation

- Kompaktkameras: oft nur ein Fokussmessfeld, mittig im Bild
- DSLRs: Mehrere Messfelder, verwendbar in den Modi:
 - **Automatische Messfeldwahl:** Kamera fokussiert auf Messfeld mit Objekt, welches am nächsten zur Kamera positioniert ist
 - **Manuelle Messfeldwahl:** Verwendung nur eines Messfeldes (wie bei Kompaktkameras, allerdings meist beliebiges Messfeld, auch nicht-zentrales, wählbar)
 - **Dynamische Messfeldwahl:** Wie Manuelle Messfeldwahl, jedoch wird bei Bewegung des Motivs versucht, das Hauptmotiv zu verfolgen und es auch in anderen Messfeldern zu fokussieren

Fokussmessfelder, Beispiel



Auswahl des Fokussmessfeldes



Datentransfer

Jedes Bild wird in der Kamera auf einer Speicherkarte gespeichert.

Transfurmöglichkeiten:

- Speicherkarte entnehmen und am Computer per Kartenleser auslesen (schnell und einfach)
- USB-Datenkabel verwenden (erfordert oft spezielle Software/Treiber)
- Ausgefallenerere Methoden, z.B.
 - » WLAN-CF-Card
 - » spezielle Kamera-WLAN-Adapter
 - » ...



Gespeicherte Metainformationen:

Eingebettete Zusatzinformationen
in jedem Bild,

Verschiedene Standards:
EXIF, IPTC, XMP...

Beispiel:

EXIF-Metainformationen
eines Fotos,
- erstellt mit einer
Digitalen Kompaktkamera

Hersteller:	NIKON
Kamera:	COOLPIX S210
Firmware:	GIMP 2.6.10
Datum:	20.02.2011 12:27:44
Blende:	f 4,6
ISO-Wert:	64
Belichtungszeit:	1/969 s
EV	±0,00 EV
Programm:	P - Automatik
Meßmodus:	Multisegment
Blitz:	Aus
Weißabgleich:	Automatik
Zoom:	6,3 mm Real
Auflösung:	2584 x 1960 Pixel (FINE)
Bilddichte:	72 x 72 dpi
Dateilänge:	1160997 Bytes
Blitz::	Aus
Kamera-Orientierung:	0° / Z:Oben S:links
Datum der letzten Änderung:	09.03.2011 22:38:36
EXIF-Version:	V 2.20
Datum der Digitalisierung:	20.02.2011 12:27:44
FlashPix Version:	V 1.00
Kommentar:	
Minimaler Blendenwert:	f4 (real f3,30)
Belichtungsmodus:	Auto Belichtung
Weißabgleichmodus:	Auto Weißabgleich
KB-Brennweite:	38 mm
Szenenaufnahme:	Standard
Kontrast:	Normal
Farbsättigung:	Normal
Schärfe:	Normal

Bildformate: Wie kommt das Bild in den Computer?

- Bildsensor liefert für jedes Pixel einen Helligkeitswert
- Farbtiefe meist 10bit bis 14bit (je nach Modell)
- d. h. pro Farbkanal unterscheidet der Sensor zwischen etwa 1.000 (10bit) und bis zu etwa 16.000 (14bit) Helligkeitswerten

Beispiel Farbtiefe eines Graukanals:





RAW-Format

- speichere einfache Matrix von Helligkeitswerten, wie sie der Sensor liefert
(und Metainformationen wie Datum/Uhrzeit, Blende, Belichtungszeit, etc.) auf Speicherkarte →
sog. RAW-Format
- praktisch **keine** Modifikation der Original-Sensordaten
→ **“Digitales Negativ”**
Keine Informationen gehen verloren!
- kein einheitliches Dateiformat, Hersteller- und Typspezifisch,
daher nur nutzbar in Verbindung mit speziellen Import-Routinen,
z.B. in Adobe Lightroom (→ separater Vortrag), Adobe Camera Raw, Rawstudio etc.
damit nicht geeignet zur direkten Verwendung, etwa im Web
- RAW-Aufnahmen hängen nur von den Einstellungen von Blendenöffnung, Belichtungszeit und
ISO-Wert ab, der Rest läuft in der späteren Weiterverarbeitung ab
(Weissabgleich, Belichtungskorrektur, Nachschärfen, etc.)



RAW-Format (2)

Weiterer Arbeitsablauf:

RAW-Datei muss in ein standardisiertes Dateiformat umgewandelt werden, z.B. .JPG

- direkt in der Kamera

bequem, meist akzeptable Ergebnisse, aber wenig manuelle Eingriffsmöglichkeiten

- in Software (Adobe Lightroom o.Ä.)

etwas mehr Aufwand, oft jedoch lohnenswert

Datenmenge wird stark verringert durch

- Reduzierung der Farbtiefe, meist auf 8bit pro Farbkanal → 24bit Farbtiefe

- (verlustbehaftete) Kompression

Digitale Kompaktkamera: meist direkte Konvertierung zu .JPG in der Kamera, kein Zugriff auf die RAW-Datei.

Weitere Bildformate

- **.JPG/JPEG**: verlustbehaftete Komprimierung und damit kleinere Dateigröße, aber auch verringerte Qualität → Artefakte, weit verbreitet z.B.
 - als (oft einziges) Ausgabeformat von digitalen Kompaktkameras
 - als optionales Ausgabeformat für DSLRs
 - für Darstellungen im Internet
- **.PNG**: verlustfreie Komprimierung, gleicher Algorithmus wie für ZIP-Dateien. Unterstützt Transparenz. Verwendung z.B. im Internet und zur Archivierung.
- **.TIFF**: komplexes, flexibles Datenformat, kann mit verlustbehafteter oder verlustfreier Komprimierung arbeiten. Verschiedene Farbmodelle und Farbtiefen. Verwendung für Printmedien.

Bild-Kompression - Motivation

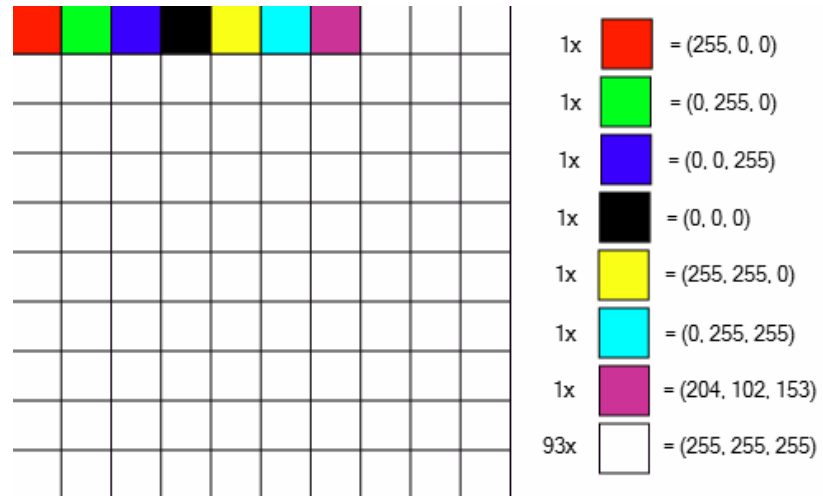
- Rasterung des Bildes in der digitalen Welt
 - Repräsentation eines Bildes
 - durch ein Rechteck mit Bildpunkten
- (Alternative bei einfachen Objekten:
 - Verwendung von Beschreibungen über Vektoren)
- Ein Bildpunkt ist hier immer einfarbig
 - 8 (oder 16) Bit Genauigkeit
 - mind. ($2^8=$)256 verschiedene Werte pro Farbkanal
 - 3 (oder 4) Farbkanäle
 - 1.-3. Farbkanal = RGB
 - (4. Farbkanal = Grad der Transparenz)
- 10 MP = (bei 3:2) 3888×2592 Pixel * 3 * 1 Byte (=8 Bit)
 - ergibt ca. 29 MByte

Anwendungsbeispiele

- Bewerbung
 - notwendig: Bewerbungsfoto im Lebenslauf
 - Einfügen von 29MB Bild in eine Mail
 - Mailbombe
 - Chancen schlecht
 - schlechte Performance geboten im Bereich Medienkompetenz !
-
- Urlaubsfotos
 - Speicherplatz schnell erschöpft → bei aktuellen Kartengrößen erträglich
 - multipliziert sich mit der Anzahl der Bilder
 - Ladezeiten/Speicherzeiten lang
-
- Magisterarbeit
 - bei vielen Bildern Platz im Druckerspooler bald erschöpft

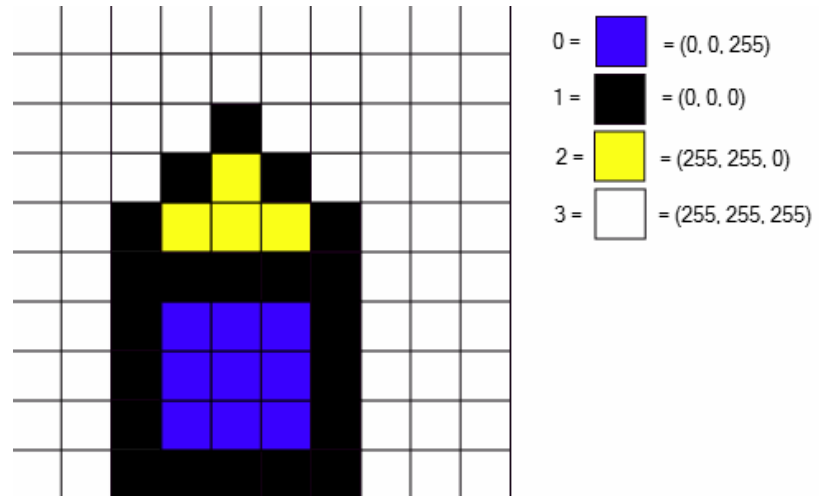
Farbpaletten: Einführung

- „Farbvorkommen“ in einem Bild:
 - Weiß kommt im Bspl. häufig vor
 - nicht sinnig:
 - 93 * 3 Byte Speicherplatz zu verwenden: 255,255,255
- besser:
 - Wert notieren/speichern
 - auf diese Stelle verweisen
 - 1 * 3 Byte Speicherplatz
 - 93 * nur den Verweis speichern

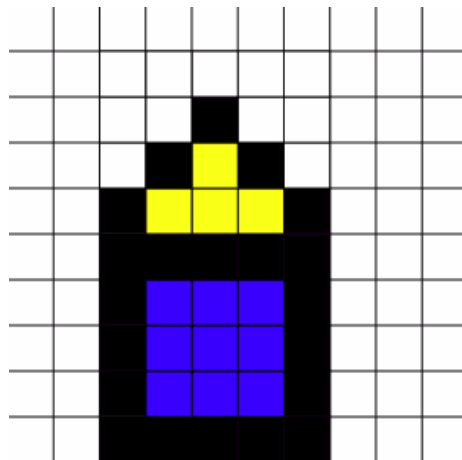


Abhilfe I: Farbpaletten

- irreführender Begriff
- gemeint ist NICHT: Ausgangsfarben
- gemeint ist:
 - Liste der verwendbaren Farben:
 - wird durchnummeriert
(→ Verweise)
 - gespeichert wird nur noch
 - das Raster der Verweise
 - kleine Farbpaletten beliebt bei
 - Icons in Webseiten
 - den Formaten gif, png



Farbpalette: Ergebnis bei Farbtiefe 4 (2 Bit)



0 =  = (0, 0, 255)
 1 =  = (0, 0, 0)
 2 =  = (255, 255, 0)
 3 =  = (255, 255, 255)

3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	3	3	3	1	3	3	3	3	3
3	3	3	1	2	1	3	3	3	3
3	3	1	2	2	2	1	3	3	3
3	3	1	1	1	1	1	3	3	3
3	3	1	0	0	0	1	3	3	3
3	3	1	0	0	0	1	3	3	3
3	3	1	0	0	0	1	3	3	3
3	3	1	1	1	1	1	3	3	3

0 =  = (0, 0, 255)
 1 =  = (0, 0, 0)
 2 =  = (255, 255, 0)
 3 =  = (255, 255, 255)

- Beispiel mit Farbtiefe 4 zeigt geringeren Speicherbedarf:
 - 2 Bit für jeden Punkt im Raster +
 - 12 Byte für die Farbpalette

Farbpaletten: Kompression durch Farbreduktion

- Farbreduktion z.B. von 24 Bit auf insgesamt 8 Bit Farbtiefe:
 - vorher: Verwendung von mindestens 3 Byte für jeden Bildpunkt (24 Bit)
 - nachher: Auswahl von z.B. 256 (2^8 Bit = 1 Byte) verwendeten Farben im Bild
 - Achtung:
 - 1/65536 der ursprünglich verfügbaren Farben !!
 - sind mehr Farben im Bild vorhanden, sind mehrere auf eine abzubilden
 - Bildbearbeitungen haben dafür verschiedene Algorithmen
 - siehe auch Teil Gradationskurven
 - Kodierung in einer Farbpalette
 - Speicherplatz für die Farbpalette klein: 256 Farben * 3 Byte < 1KB
 - insgesamt etwas mehr als 1/3 des Speicherplatzes (bei großem Bild)
 - Beispiel eher synthetisch, da Ausgabemedien heute zumeist 24 Bit Farbtiefe

Abhilfe II: Kompression

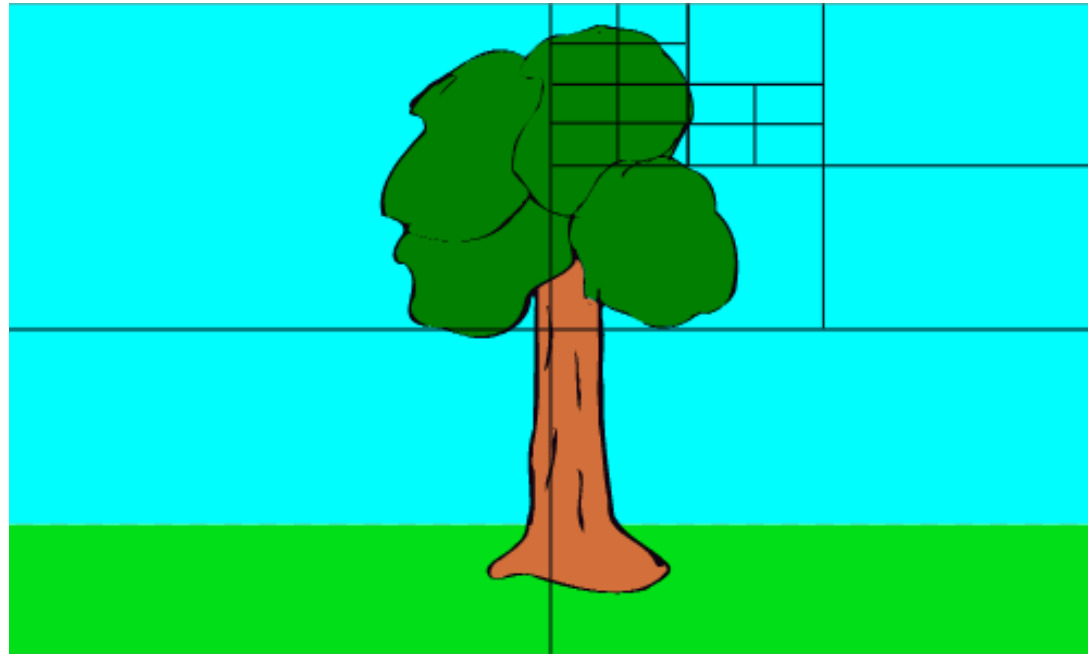
- erster Gedanke: JPG-Format
 - verwendet: Diskrete Cosinus Transformation
 - selbst von Mathematiker zu Mathematiker nicht selbsterklärend
 - ungeeignet als Verständnisgrundlage
- verworfen, da hier nicht zielführend
- der Interessierte mag sich in den einschlägigen Medien informieren
 - Suchbegriffe: JPG+DCT

Abhilfe II: Kompression: Einführung zum Verständnis

- grundsätzlich zwei Möglichkeiten
 - verlustbehaftet
 - verlustfrei
- Teile und herrsche (divide et impera)
- Fadenkreuz-Raster
 - Verfahren rekursiv fortführen, bis nur eine Farbe im Rechteck
 - verlustbehaftet: fast nur eine Farbe im Rechteck
 - siehe Tafeldemo
 - Farbe abspeichern (mit Info des Umfangs des einfarbigen Rechtecks)
 - es entwickelt sich ein umgedrehter Baum
 - mit Farben an den Blättern
 - unterschiedlich weit „ausgewachsen“
- Sequentiell abgespeichert ergibt sich eine erhebliche Ersparnis

Abhilfe II: Kompression: Einführung zum Verständnis

- Teil 1: nicht fertig, Teil 2: nicht fertig, Teil 3: nicht fertig, Teil 4: nicht fertig
- Fortsetzung Teil 2: Teil 2.1,2.3: nicht fertig, Teil 2.2,2.4: blau !
- Fortsetzung Teil 2.1.4: fast blau
 - verlustbehaftet: blau!
 - verlustfrei: weiter!
 - Teil 2.1.4.1:
 - nicht fertig
 - Teil 2.1.4.2-4:
 - blau
 - ...



Abhilfe II Kompression: Artefakte

- verlustbehaftete Kompression
- bedeutet:
 - sehr kleine Dateien
 - Blockartefakte bei nicht waagerechten/senkrechten Linien
- warum ?
 - beim Komprimieren werden
 - fast einfarbige Rechtecke → einfarbige Rechtecke
 - diese Farbe wird für das komplette Rechteck notiert
 - beim „Auspacken“ erscheinen also
 - statt fast einfarbiger Rechtecke
 - z.B. mit andersfarbiger Ecke
 - einfarbige Rechtecke → Blockartefakte



WESTFÄLISCHE
WILHELMS-UNIVERSITÄT
MÜNSTER

Quellennachweise:

Bildnachweise:

S.13: (c) Friedrich Graf,

<http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Sch%C3%A4rfemuster13.jpg&filetimestamp=20080614204217>