

Graphische Datenverarbeitung II

Bildkompression & Dateiformate I

Prof. Dr. Elke Hergenröther

Praktikum

1. Teil: Gimp

- a.) Farben
- b.) Faltung
- c.) Kompression

2. Teil: OpenGL

- d.) Einführungsübung
- e.) & f.) Expo 2005 „Die Weisheit der Natur“

Prof. Dr. Elke Hergenröther 2

Gründe für eine Kompression

Unkomprimierte Rasterbilder benötigen:

- viel Speicherplatz
- hohe Bandbreite zur Übertragung

Beispiel:

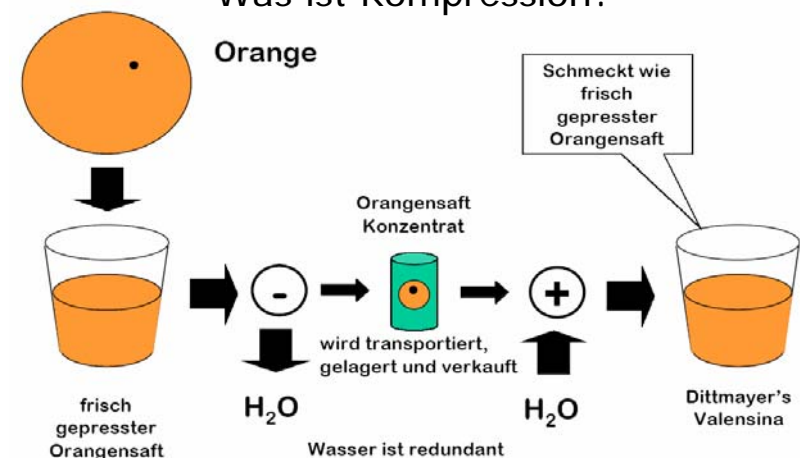
Größe eines Bildes (oder einer Bildserie):
Breite x Höhe x Farbtiefe (x Bilder pro Sekunde)

Film mit 320 x 200 Pixeln, 24 Bit Farbtiefe, Bildrate 25 Bilder pro Sek.:
Datenvolumen von 4,6 MB/Sek. = 16,1 GB/h

⇒ Datenkompression erforderlich.

Prof. Dr. Elke Hergenröther 3

Was ist Kompression?



Aus: Digitales Video, Klaus Diepold / Tobias Oelbaum

Prof. Dr. Elke Hergenröther 4

Komperssionsverfahren

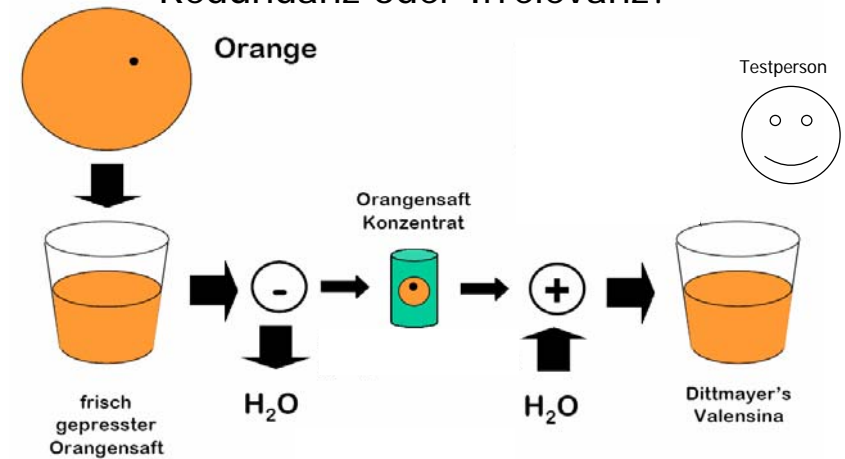
Nicht verlustbehaftete Verfahren:

- Run Length Encoding (RLE)
- Lempel-Ziv-Welch (LZW)
- Huffman Kodierung

Verlustbehaftete Verfahren:

- JPEG
- Fraktale Kompression
- JPEG 2000 („Wavelet-Kompression“)

Redundanz oder Irrelevanz?

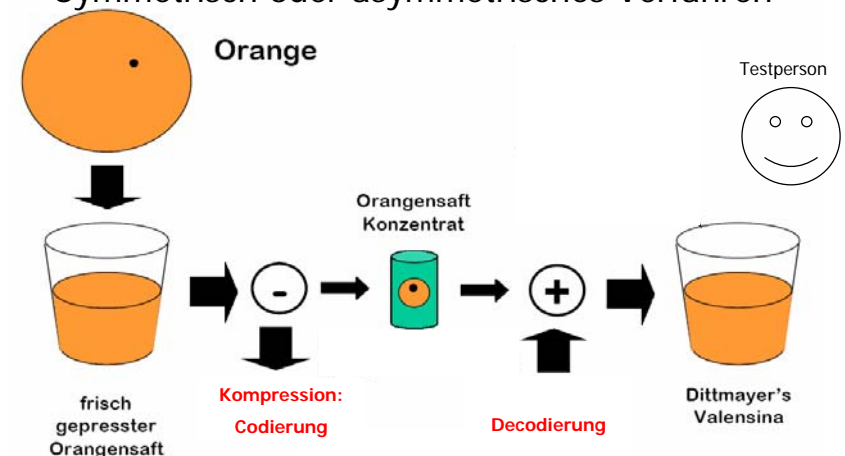


Redundanz oder Irrelevanz

Aus dem Duden:

- **Redundanz:**
Überreichtlichkeit, Überfluss, Üppigkeit ... Mehrfache Kennzeichnung der selben Information.
- **Irrelevanz:**
Unwichtigkeit, Bedeutungslosigkeit

Symmetrisch oder asymmetrisches Verfahren



Was gibt es noch an Unterscheidungsmerkmalen?

Bei den Codierungsverfahren:

- Eindimensionale Verfahren
- Zweidimensionale (blockorientierte) Verfahren
- Globale Verfahren

Bei den Decodierungsverfahren:

- sequentiell
- progressiv

Übersicht

- Kompression allgemein
- Nicht Verlustbehaftete Verfahren
 - RLE
 - LZW
 - Huffman Codierung
- Verlustbehaftete Verfahren
 - Fraktale Kompression
 - Diskrete Cosinus Transformation
 - Wavelet Transformation
- Bilddatenformate

Achtung:
Prinzipiell sind beide Verfahren verlustfrei!

RLE (Run Length Encoding)

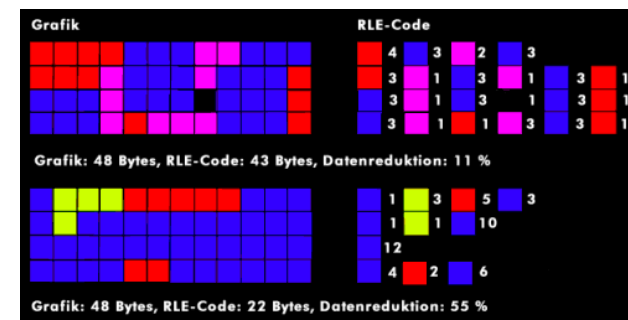
Laufängen Codierung des Binärstroms:

- 0 und 1 wechseln sich ab
- daher genügt die Angabe, wie viel 1 und 0 folgen
- Codierer muss dem Decodierer aber mitteilen, ob er mit 0 oder 1 anfängt



RLE (Run Length Encoding)

RLE Zeilenweise berechnet



RLE (Run Length Encoding)

- Verlustfrei oder Verlustbehaftet?
- Redundanz- oder irrelevanzreduzierend?
- Symmetrisch oder asymmetrisch?
- Ein- oder zweidimensional oder global?

RLE (Run Length Encoding)

RLE = Lauflängencodierung

- Redundanzreduzierend
- nicht verlustbehaftetes Verfahren
- symmetrisches Verfahren
- Nutzt die Eigenschaft aus, das viele Daten aus einer Folge identischer Bytes bestehen
- Folgen gleicher Bytes werden durch Datenpaare codiert
- Datenpaar besteht aus: Zeichen und Anzahl
- Beispiel: CCCCXXXXXXYYZZZ

4C6X3Y3Z

Übersicht Kompression

- Kompression allgemein
- Nicht verlustbehaftete Verfahren
 - RLE
 - LZW
 - Huffman Codierung
- Verlustbehaftete Verfahren
 - Fraktale Kompression
 - Diskrete Cosinus Transformation
 - Wavelet-Transformation
- Bilddatenformate

LZW (Lempel-Ziv-Welch)

Verfahren basiert auf der Suche nach sich wiederholenden Zeichenketten!

Idee:

Gleiche Strings werden nur beim ersten Auftreten direkt codiert, danach erfolgt ein Rückverweis auf bereits vorhandene identische Zeichenketten.

LZW (Lempel-Ziv-Welch)

Prinzip des Verfahrens basiert auf einer Art Wörterbuch bestehend aus:

- **Statischem Teil**; wird mit Übertragen
- **Dynamischen Teil**; wird sowohl beim Codieren als auch beim Decodieren dynamisch aufgebaut

Beispiel:

Eingabe: HAAAALLO
 Statisches Wörterbuch: 1H 2A 3L 4O
 Übertragen wird: 1262334 + statisches Wörterbuch

LZW (Lempel-Ziv-Welch)

Statisches Wörterbuch	1H	2A	3L	4O
-----------------------	----	----	----	----

Eingabe: HAAAALLO

Aufbau des dynamischen Wörterbuch während der **Codierung**:

Schritt	1	2	3	4	5	6	7
Eingabe	H	A	AA	A	L	L	O
Codierung	1	2	6	2	3	3	4
ins Wörterbuch	5HA	6AA	7AAA	8:AL	9:LL	10:LO	-

LZW (Lempel-Ziv-Welch)

statisches Wörterbuch	1H	2A	3L	4O
-----------------------	----	----	----	----

Aufbau des dynamischen Wörterbuch während der **Decodierung**:

Schritt	1	2	3	4	5	6	7
Eingabe	1	2	6	2	3	3	4
Decodierung	H	A	?	6. Codewort ist noch nicht im Wörterbuch eingetragen, was nun? • Man nimmt das letzte zum Decodieren benutzte Codewort: 2A • und das erste Zeichen aus eben diesem Codewort: A • und setzt Codewort und Zeichen zum neuen Code zusammen: 6AA			
bereits im Wörterbuch	-	5HA					

LZW (Lempel-Ziv-Welch)

Statisches Wörterbuch	1H	2A	3L	4O
-----------------------	----	----	----	----

Aufbau des dynamischen Wörterbuch während der **Decodierung**:

Schritt	1	2	3	4	5	6	7
Eingabe	1	2	6	2	3	3	4
Decodierung	H	A	AA	A	L	L	O
bereits im Wörterbuch	-	5HA	6AA	7AAA	8AL	9LL	10LO

LZW (Lempel-Ziv-Welch)

- Wird von vielen Graphikformaten u.a. GIF genutzt
- Variante davon enthalten in GZIP
- PNG LZW ähnliches Verfahren

LZW

- Verlustfrei oder Verlustbehaftet?
- Redundanz- oder irrelevanzreduzierend?
- Symmetrisch oder asymmetrisch?
- Ein- oder zweidimensional oder global?

Übersicht

- Kompression allgemein
- Nicht Verlustbehaftete Verfahren
 - RLE
 - LZW
 - Huffman Codierung
- Verlustbehaftete Verfahren
 - Fraktale Kompression
 - Diskrete Cosinus Transformation
 - Wavelet-Transformation
- Bilddatenformate

Huffman Codierung

Idee:

Häufig vorkommende Symbole werden kürzere Codes zugeordnet als seltener vorkommende.

Beispiel aus dem Morsealphabet: e = .

y = -.-.

Huffman Codierung

1. Schritt:

Eine Tabelle in der die relativen Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Symbols eingetragen werden, wird angelegt.

Zu codierendes Wort: HAAAALLO (8 Buchstaben)

Wahrscheinlichkeitstabelle:

H	1/8
A	4/8
L	2/8
O	1/8

Huffman Codierung

2. Schritt:

Codierung in Abhängigkeit von der Wahrscheinlichkeit mit der die Symbole auftreten:

- Zunächst werden die beiden Symbole mit der geringsten Wahrscheinlichkeit mit 0 und 1 codiert.
- Die Wahrscheinlichkeiten der beiden Symbole werden addiert und die Symbole werden durch ein neues Symbol mit der addierten Wahrscheinlichkeit ersetzt.
- Im nächsten Schritt werden wieder die zwei Symbole mit den geringsten Wahrscheinlichkeiten gesucht. Diesen Symbolen wird jeweils die Ziffer 0 und 1 zugeordnet die an den bestehenden Code vorangestellt werden. Auch diese zwei Symbole werden zu einem neuen Symbol mit addierter Wahrscheinlichkeit zusammen gefasst.
- Wiederholung bis alle Symbole zusammengefasst worden sind.

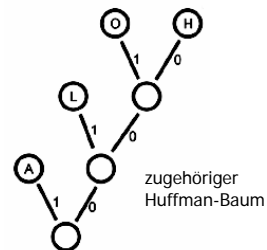
Huffman Codierung

2. Schritt:

Codierung in Abhängigkeit von der Wahrscheinlichkeit mit der die Symbole auftreten:

Beispiel:

H	2/8	0	H	00	H	000
O	1	O	4/8	01	O	001
A	4/8	L	1	L	01	
L	2/8	A	4/8	A	1	



Beim Auftreten von gleichen Wahrscheinlichkeiten in einem Codierungsschritt kann es zu Mehrdeutigkeiten kommen!

Übersicht

- Kompression allgemein
 - RLE
 - LZW
 - Huffman Codierung
- Verlustbehaftete Verfahren
 - **Fraktale Kompression**
 - Diskrete Cosinus Transformation
 - Wavelet-Transformation
- Bilddatenformate

Was sind Fraktale

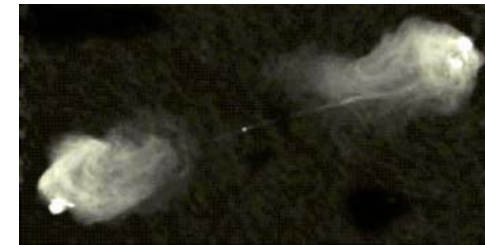
Definition am besten über die Eigenschaften:

- Selbstähnlichkeit

Fraktale

„Selbst-Ähnlichkeit“

Was ist das?



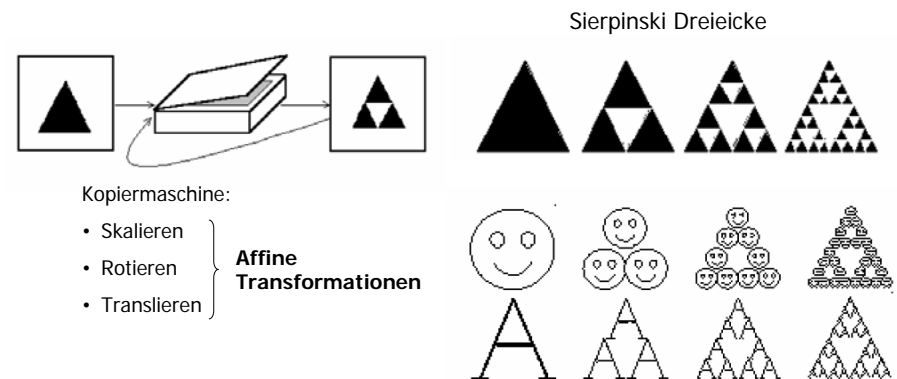
Milch im Kaffee oder eine Gaswolke im Weltall?

Eigenschaft der Fraktale: Selbstähnlichkeit

<http://www.matheprisma.uni-wuppertal.de/Module/Fraktal/>



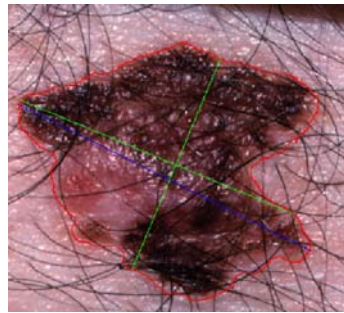
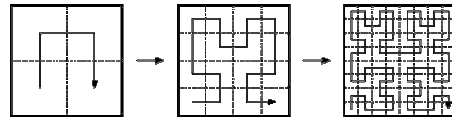
Weitere Eigenschaft: Entstehung durch Iteration



Gebrochene fraktale Dimension

Beispiele zwischen 1 und 2D:

- Hilbertkurve
- Küstenlinie
- Hautkrebsumrandung



Zusammenfassung der typischen Eigenschaften eines Fraktals

- **Selbstähnlichkeit**
- **Entstehung durch Iteration**
- **Gebrochene (fraktale) Dimension**
- **Komplexität**

Fraktale sind hochkomplex (wenn die sie beschreibenden Algorithmen auch sehr simpel sein können); dies äußert sich darin, dass sie mehr Details preisgeben, wenn man sie vergrößert. Die Komplexität geht dabei bis ins Unendliche.

- **Abhängigkeit von den Anfangsbedingungen**

Fraktale von F. Musgrave

"Blessed State," 1988.

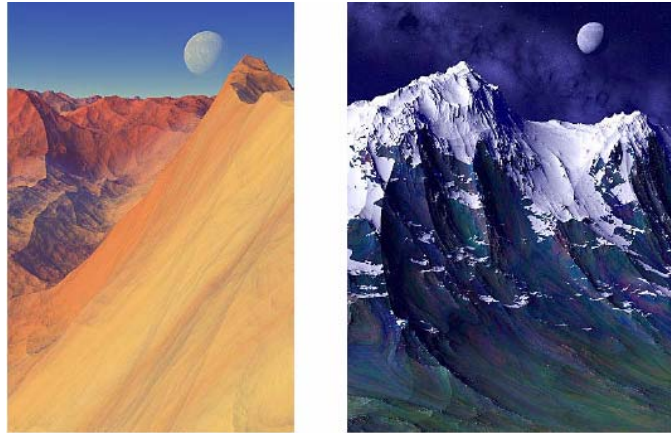


Fraktale von F. Musgrave

"Pleiades," 1996.



Fraktale von F. Musgrave

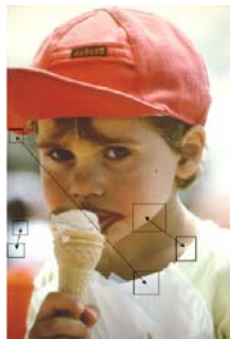


Basis der Fraktalen Kompression: Collage-Theorem

Collage-Theorem (Michael Barnsley):

- Jede beliebige Figur eines Bildes kann man aus verkleinerten Figuren ihrer selbst zusammensetzen.
- Man muss sich nur die entsprechenden affinen Transformationen merken.

Fraktale Komprimierung: Codierung



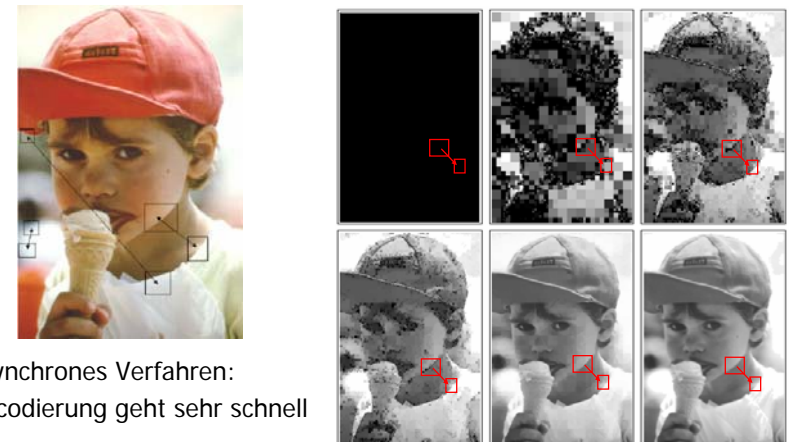
Suche von Selbstähnlichkeiten in Bildern:

- Dazu muss man zunächst per Suchverfahren die korrespondierenden Flächen ermitteln (Tafel).
- **Sehr Zeitaufwendig**

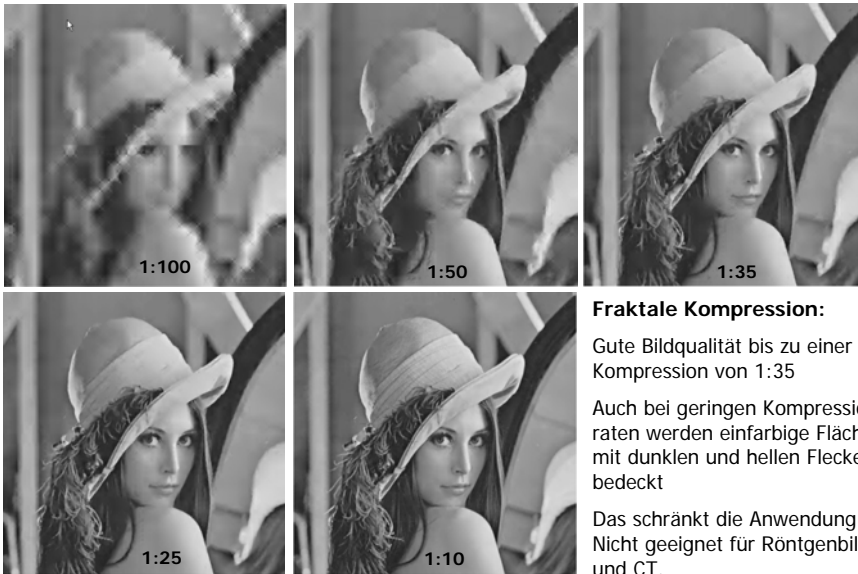
Affine Transformationen speichern:

- Abbildungsvorschriften entwickeln, wie flächenmäßig größere Bildbereiche auf flächenmäßig kleinere Bildbereiche transformiert werden: Helligkeit, Rotation, Skalierung, Transformation

Fraktale Komprimierung: Decodierung



Asynchrones Verfahren:
Decodierung geht sehr schnell

**Fraktale Kompression:**

Gute Bildqualität bis zu einer Kompression von 1:35

Auch bei geringen Kompressionsraten werden einfarbige Flächen mit dunklen und hellen Flecken bedeckt

Das schränkt die Anwendung ein:
Nicht geeignet für Röntgenbilder und CT.

Fraktale Kompression: Vorteile

- Hohe Qualität bei hohen Kompressionsraten zumindest für Bilder mit Selbstähnlichkeiten
- Unterstützung von Zooming
- Funktionensystem interpoliert statt zu pixeln
- Skalierbarkeit
- Anzahl der Dekompressionsschritte steuert die Bildqualität

Fraktale Kompression: Nachteile

- Lange Kompressionsdauer
- Stark asymmetrisches Verfahren
- Suchstrategien der Blockpaare sind aufwändig
- Blockartefakte mit Informationsverlust
- Nicht gut geeignet für nicht-fraktale Bilder z.B. Text, Linien, etc.
- Bei ungeeigneten Bildern: Schlechtere Qualität als JPEG bei niedrigeren Kompressionsraten