

# 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.) Programmieren einer Animation in OpenGL

Prof. Dr. Elke Hergenröther 2

## Gründe für eine Kompression

### Unkomprimierte Rasterbilder benötigen:

- viel Speicherplatz
- hohe Bandbreite zur Übertragung

### Beispiel:

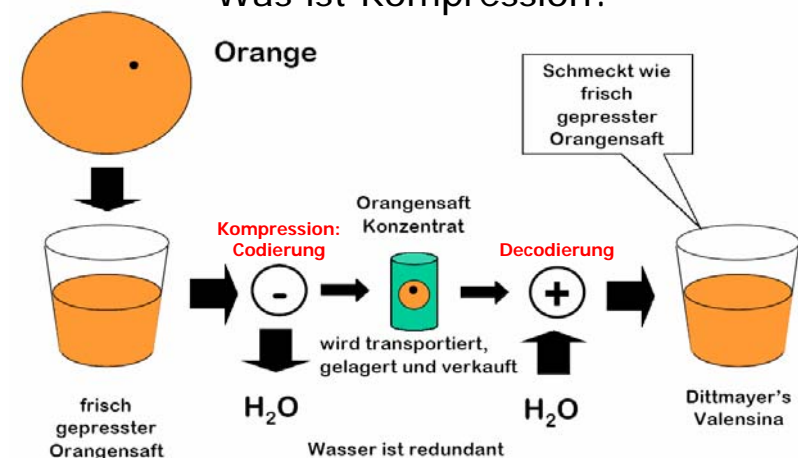
Größe eines Bildes (oder einer Bildserie):  
Breite x Höhe x Farbtiefe ( x Bilder pro Sekunde)

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

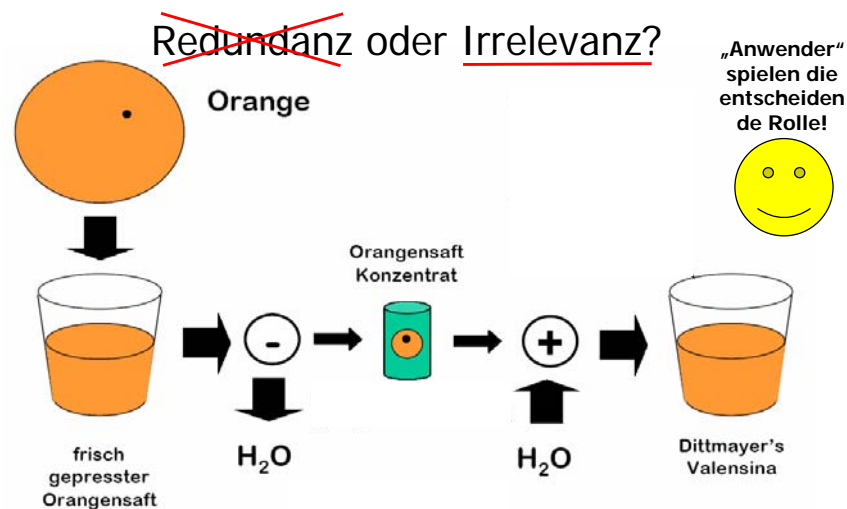
Verlustbehaftete Verfahren:

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

## Kriterien einer Kompression: Redundanz oder Irrelevanz reduzierend

Aus dem Duden:

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



## Was gibt es noch an Unterscheidungsmerkmalen?

Bei den Codierungsverfahren:

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

Bei den Decodierungsverfahren:

- sequentiell
- progressiv

## Übersicht: Bildkompression und Dateiformate

- Kompression allgemein
- Nicht Verlustbehaftete Verfahren (*Redundanzreduzierende Verf.*)
  - RLE
  - LZW
  - Huffman Codierung
- Verfahren, die zur verlustbehafteten Kompression genutzt werden können (*Irrelevanzreduzierende Verfahren*):
  - Fraktale Kompression
  - Diskrete Cosinus Transformation
  - Wavelet Transformation
- Bilddatenformate

Achtung:  
Prinzipiell sind  
beide Verfahren  
verlustfrei!

## RLE (Run Length Encoding)

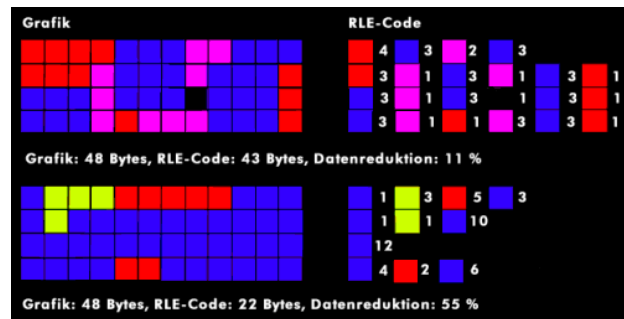
Laufängen Codierung des Binärstroms:

- 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)

RLE = Laufängencodierung

- 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

## RLE (Run Length Encoding)

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

## Übersicht: Bildkompression und Dateiformate

- Kompression allgemein
  - Nicht Verlustbehaftete Verfahren (*Redundanzreduzierende Verf.*)
    - RLE
    - **LZW**
    - Huffman Codierung
  - Verfahren, die zur verlustbehafteten Kompression genutzt werden können (*Irrelevanzreduzierende Verfahren*):
    - Fraktale Kompression
    - Diskrete Cosinus Transformation
    - Wavelet Transformation
  - Bilddatenformate
- } Achtung:  
Prinzipiell sind  
beide Verfahren  
verlustfrei!

## 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? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Man nimmt das direkt davor decodierte Wort: A</li> <li>• und das erste Zeichen aus dem „neuen“ (gesuchten) Codewort : A</li> <li>• und setzt Codewort und Zeichen zum neuen Code zusammen: 6AA</li> </ul>			
bereits im Wörterbuch	-	5HA					

## LZW (Lempel-Ziv-Welch)

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

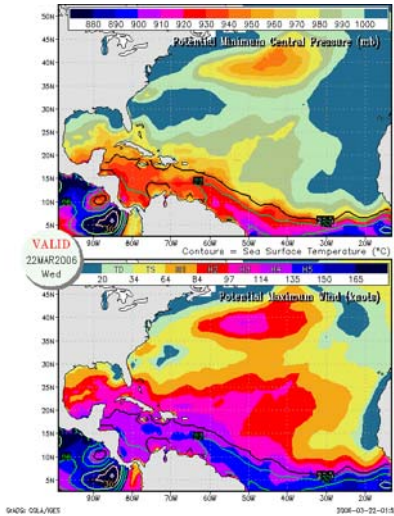
Aufbau des dynamischen Wörterbuch während der **Decodierung**:

Schritt	1	2	3	4	5	6	7
Eingabe	1	2	6	2	3	3	4
Decodierung	H	A	A?				
bereits im Wörterbuch	-	5HA	6A?				

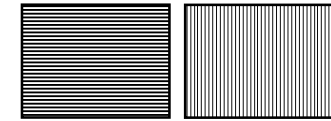
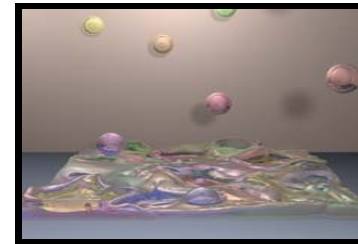
## LZW (Lempel-Ziv-Welch)

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

Welche Bilder sind für die LZW Komprimierung geeignet?



Welche Bilder sind für die LZW Komprimierung geeignet?



## LZW

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

## Übersicht: Bildkompression und Dateiformate

- Kompression allgemein
- Nicht Verlustbehaftete Verfahren (*Redundanzreduzierende Verf.*)
  - RLE
  - LZW
  - **Huffman Codierung**
- Verfahren, die zur verlustbehafteten Kompression genutzt werden können (*Irrelevanzreduzierende Verfahren*):
  - Fraktale Kompression
  - Diskrete Cosinus Transformation
  - Wavelet Transformation
- Bilddatenformate

Achtung:  
Prinzipiell sind  
beide Verfahren  
verlustfrei!

## 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.

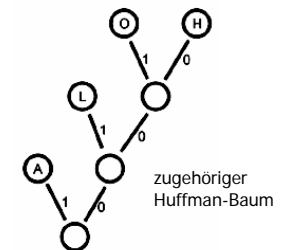
## Huffman Codierung

### 2. Schritt:

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

Beispiel:

H	2/8	0	H	00	H	000
O	1	1	O	4/8	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: Bildkompression und Dateiformate

- Kompression allgemein
- Nicht Verlustbehaftete Verfahren (*Redundanzreduzierende Verf.*)
  - RLE
  - LZW
  - Huffman Codierung
- Verfahren, die zur verlustbehafteten Kompression genutzt werden können (*Irrelevanzreduzierende Verfahren*):
  - **Fraktale Kompression**
  - Diskrete Cosinus Transformation
  - Wavelet Transformation
- Bilddatenformate

Achtung:  
Prinzipiell sind  
beide Verfahren  
verlustfrei!

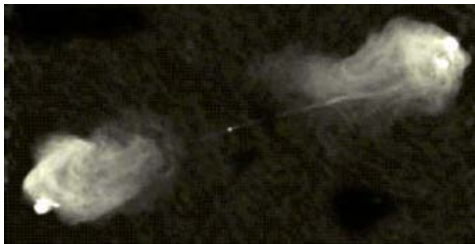
## Was sind Fraktale?



## Was sind Fraktale?

Definition über ihre Eigenschaften:  
„Selbst-Ähnlichkeit“

Was ist das?



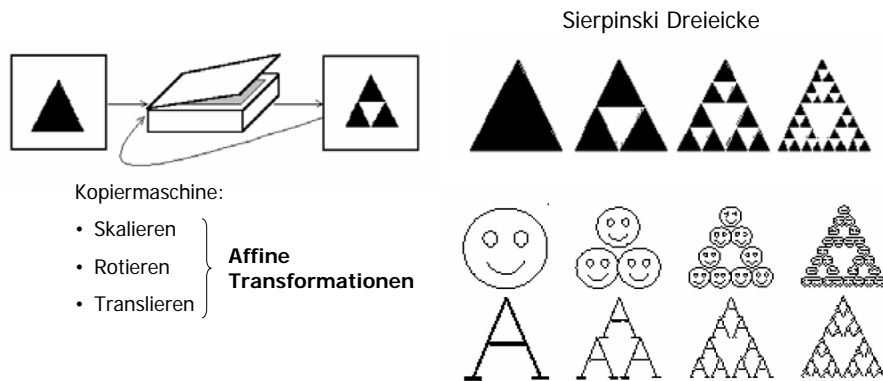
Milch im Kaffee oder eine Gaswolke im Weltall?

## Eigenschaft der Fraktale: „Selbstähnlichkeit“

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



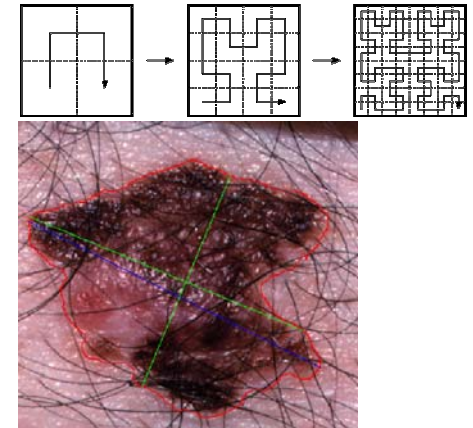
## Weitere Eigenschaft: „Entstehung durch Iteration“



## 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

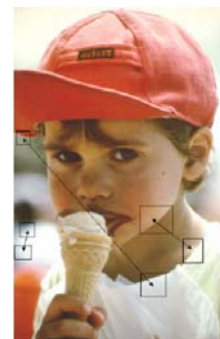


## Basis der Fraktalen Kompression: Collage-Theorem

**Collage-Theorem** (Michael Barnsley):

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

## Fraktale Komprimierung: Codierung



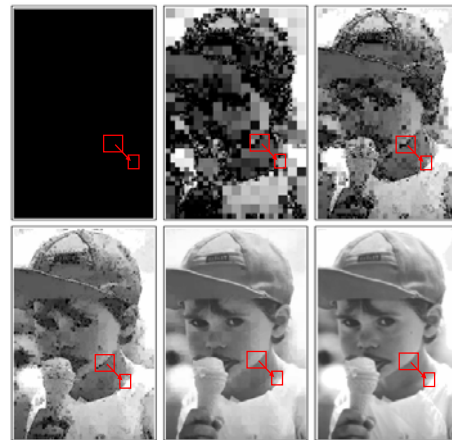
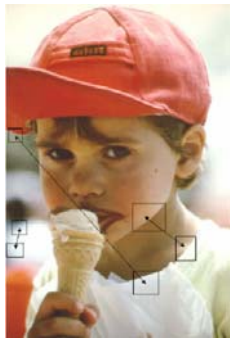
Suche von Selbstähnlichkeiten in Bildern:

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

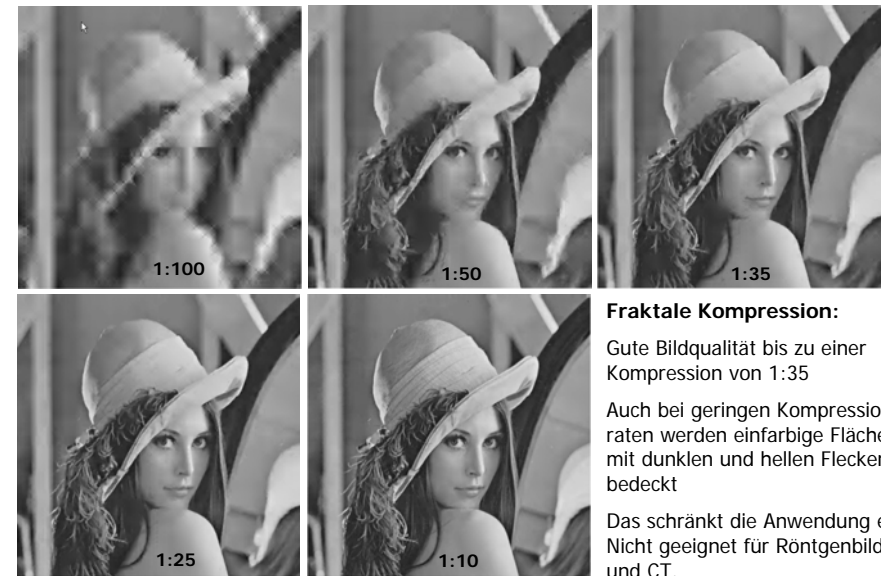
Affine Transformationen speichern:

- Abbildungsvorschriften entwickeln, wie flächenmäßig **größere Bildbereiche auf flächenmäßig kleinere Bildbereiche transformiert** werden: Helligkeit, Rotation, Skalierung, Translation (Verschiebung)

## 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
- 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 beispielsweise Text, Linien, etc.
- Bei ungeeigneten Bildern: Schlechtere Qualität als JPEG bei niedrigeren Kompressionsraten