

# Graphische Datenverarbeitung II

## Bildkompression & Dateiformate III

### JPEG

#### 3. Schritt: Quantisierung



niedrige Frequenzen

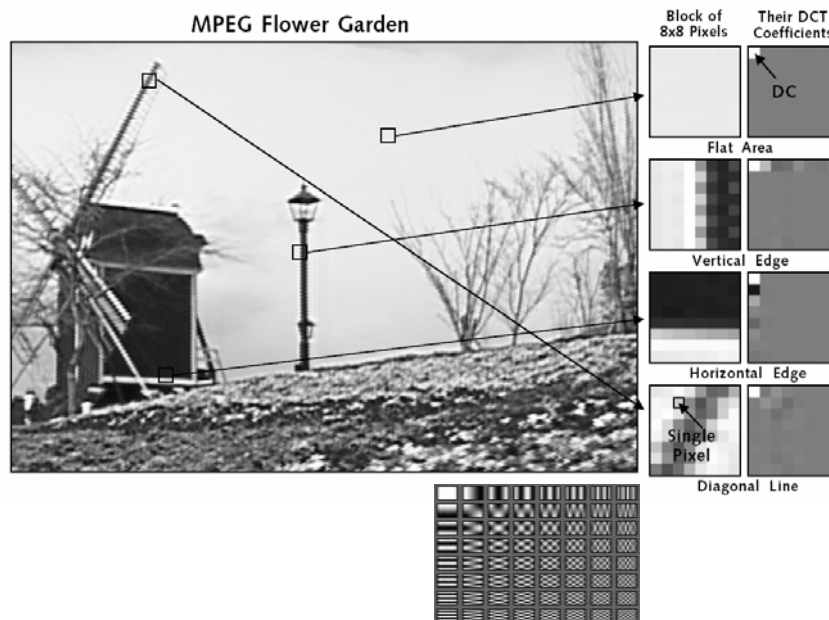
hohe Frequenzen

Überlagerungen

Durch die Quantisierung wird hochfrequente Bildinformation gelöscht!

Relativ uninteressanter Bildinhalt!

### MPEG Flower Garden



### Diskrete Kosinus-Transformation

139	144	149	153	155	155	155	155
144	151	153	156	159	156	156	156
150	155	160	163	158	156	156	156
159	161	162	160	160	159	159	159
159	160	161	162	162	155	155	155
161	161	161	161	160	157	157	157
162	162	161	163	162	157	157	157
162	162	161	161	163	158	158	158

Grauwertverteilung in einem 8x8 großen Block

Mittelwert der Blockhelligkeit

1260	-1	-12	-5	2	-2	-3	1
-23	-17	-6	-3	-3	0	0	-1
-11	-9	-2	2	0	-1	-1	0
-7	-2	0	1	1	0	0	0
-1	-1	1	2	0	-1	1	1
2	0	2	0	-1	1	1	-1
-1	0	0	-1	0	2	1	-1
-3	2	-4	-2	2	1	-1	0

Koeffizientenmatrix

# JPEG

### 3. Schritt: Quantisierung:

- Ganzzahlige Division der Koeffizienten durch vorgegebene Zahl (entweder für alle gleich oder aus Tabelle, die mitübertragen wird)
- Dadurch werden hochfrequente Anteile kontrollierte beseitigt.
- **Löschung von Information!**

# JPEG

DCT Koeffizienten

1260	-1	-12	-5	2	-2	-3	1
-23	-17	-6	-3	-3	0	0	-1
-11	-9	-2	2	0	-1	-1	0
-7	-2	0	1	1	0	0	0
-1	-1	1	2	0	-1	1	1
2	0	2	0	-1	1	1	-1
-1	0	0	-1	0	2	1	-1
-3	2	-4	-2	2	1	-1	0

Beispiel:

$$1260 / 16 = 78,75$$

Quantisierte DCT Koeffizienten

79	0	-1	0	0	0	0	0
-2	-1	0	0	0	0	0	0
-1	-1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

Quantisierung erfolgt durch die folgende Quantisierungstabelle:

16	11	10	16	24	40	51	61
14	12	14	19	26	58	60	55
14	13	16	24	40	57	69	56
14	17	22	29	51	87	80	62
18	22	37	56	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

Wie funktioniert die Dekodierung?

# JPEG

### 3. Schritt: Beispiel für Quantisierungsmatrizen

16	11	10	16	24	40	51	61
14	12	14	19	26	58	60	55
14	13	16	24	40	57	69	56
14	17	22	29	51	87	80	62
18	22	37	56	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

Luminanz (Y)

17	18	24	47	99	99	99	99
18	21	26	66	99	99	99	99
24	26	56	99	99	99	99	99
47	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99

Chrominanz (UV)

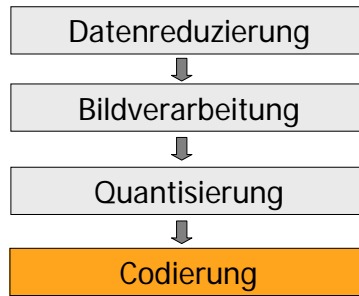
# Quantisierung

Durch die Quantisierung in JPEG werden die hochfrequenten Bildanteile kontrolliert beseitigt.



# JPEG

Die Komprimierung der Grafikdaten erfolgt in vier Schritten:

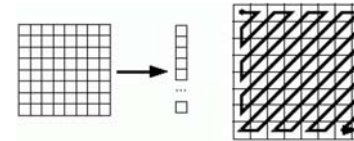


# JPEG

## 4. Schritt: Entropiecodierung

Codierung mit verlustfreier Kompression

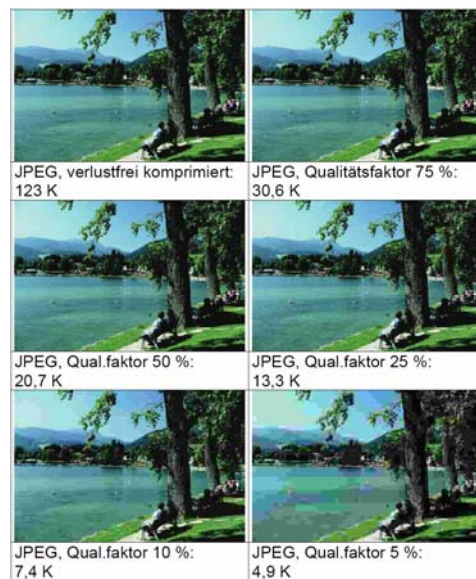
- Werte werden in Zickzack Reihenfolge ausgelesen:



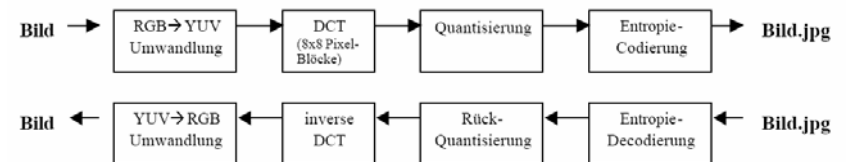
Beispiel einer ausgelesenen Koeffizientenmatrix (F(u,v)-Werte):



- durch **Laufängen-Codierung** (je mehr Koeffizienten == 0 sind, desto mehr Platz spart man!) und anschließender Huffman- bzw. Arithmetischer-Codierung komprimiert



# JPEG-Prozess



## JPEG

## Sequentieller Modus

sequentieller Bildaufbau (von oben nach unten)



## JPEG

## Progressiver Modus



## JPEG

- Verlustbehaftete JPEG-Kompression gut geeignet für Fotos (realistische Farbdarstellung)
- Schwächen bei Bildern mit:
  - scharfen Kontrasten
  - Kanten
  - bei künstlichen Bildern
  - Texten
  - detail-sensitiven Daten (z.B. medizinische Bilddaten)

## JPEG Komprimierungsbeispiel



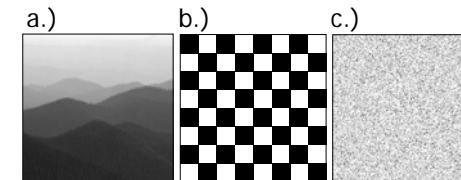
JPEG: 66 KB, Q=20%

BMP: 3.761 KB

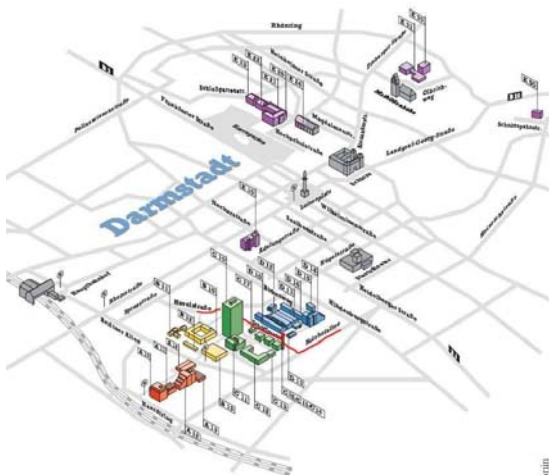


Welche beiden Bilder eignen sich am besten für die JPEG-Kompression? **Begründen** Sie Ihre Antwort!

Gegeben sind diese 3 Bilder der Größe **256 x 256** Pixel:



Ist JPEG hier das richtige Dateiformat?



Komperssionsverfahren

Nicht verlustbehaftete Verfahren:

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

Verlustbehaftete Verfahren:

- Fraktale Kompression
- Diskrete Kosinus-Transformation
- **Wavelet-Kompression**

# Wavelet Kompression

- JPEG 2000: Wavelet Kompression statt DCT
- Prinzip: Bild schrittweise verkleinern und dabei die Verluste erfassen

# Wavelet Kompression: Das Haar-Wavelet

Basisfunktionen eines Haar-Wavelets:

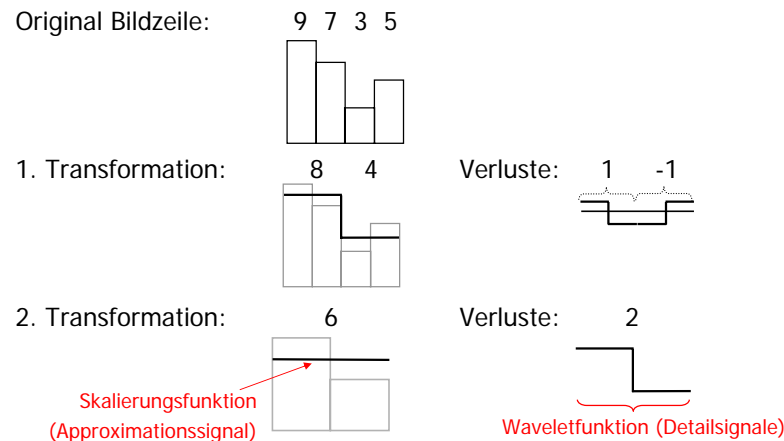


Skalierungsfunktion (Approximationssignal)

Waveletfunktion (Detailsignale)

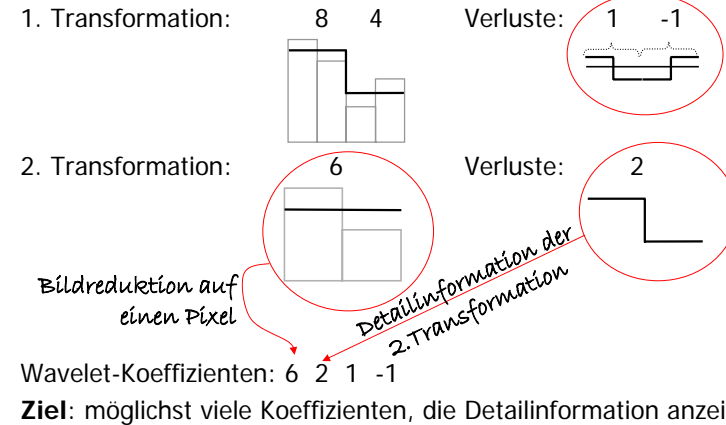
# Wavelet Kompression: Das Haar-Wavelet

1-dimensionales Beispiel:



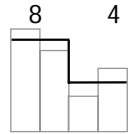
# Wavelet Kompression: Das Haar-Wavelet

1-dimensionales Beispiel:

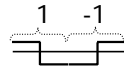


## Wavelet Kompression: Das Haar-Wavelet

a.) Skalierungsfunktion:



b.) Waveletfunktion:



**Fazit:**

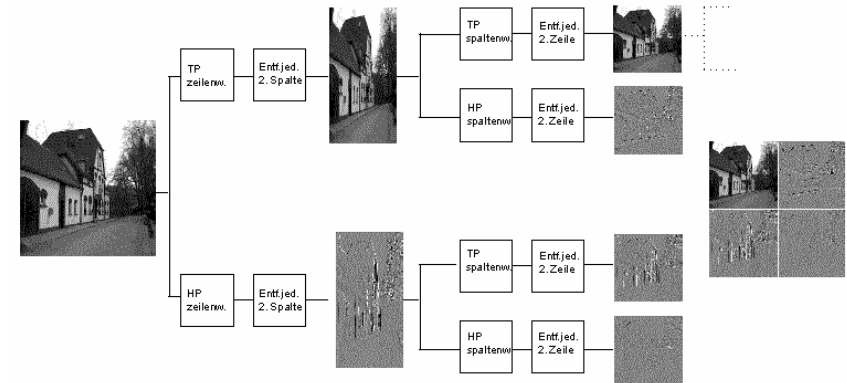
a.) Skalierungsfunktion / Approximationssignal: **Tiefpassfilterung (TP)**

Durch anlegen eines Approximationssignals wird die Bildzeile um die Hälfte reduziert und damit tiefpassgefiltert (geglättet).

b.) Waveletfunktion / Detailsignal: **Hochpassfilterung (HP)**

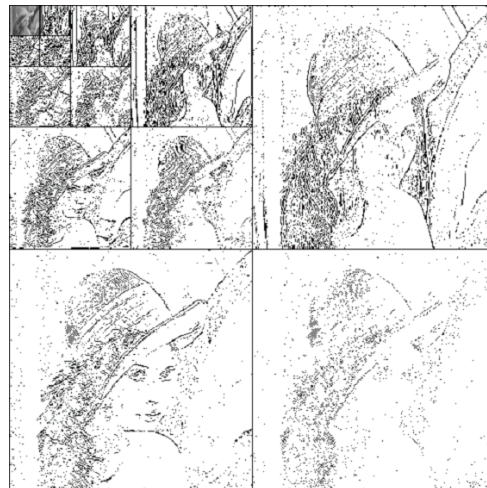
Fehler werden mit einer gestauchten und/oder gestreckten Variante der Waveletfunktion dargestellt.

## Wavelet Kompression: Grundprinzip



Erster Schritt der Wavelet-Transformation

## Wavelet Kompression: Grundprinzip



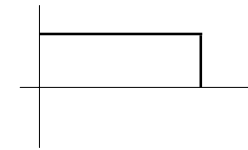
## Wavelet Kompression: Grundprinzip

- Bei jedem Iterationsschritt (bei jeder Transformation) werden zunehmend größere Bildstrukturen herausgefiltert. Die so ermittelten Koeffizienten werden zunehmend wichtiger.
- Aufbau einer Baumstruktur.
- Das letzte ein Pixel große Bild zeigt den mittleren Grauwert des Originalbildes.
- Die aus allen Iterationsschritten angesammelten Wavelet-Koeffizienten und das auf ein Pixel reduzierte Bild bilden zusammen das Endergebnis der Waveletkompression.
- Koeffizientenmatrix hat die selbe Abmessung wie das Originalbild und erlaubt eine verlustfreie Rekonstruktion.
- Die meisten Koeffizienten sind Null oder sehr klein.

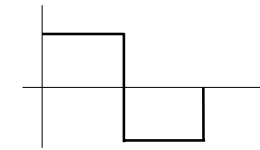
Hier anfangen!

## Wavelet Kompression: Das Haar-Wavelet

Basisfunktionen eines Haar-Wavelets:

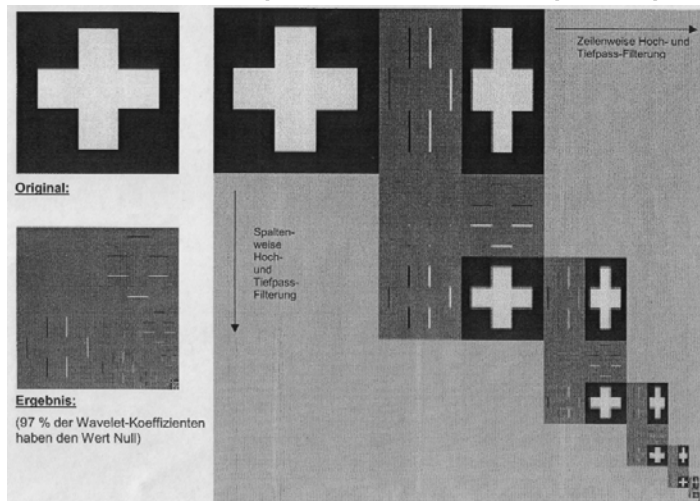


Skalierungsfunktion  
(Approximationssignal)

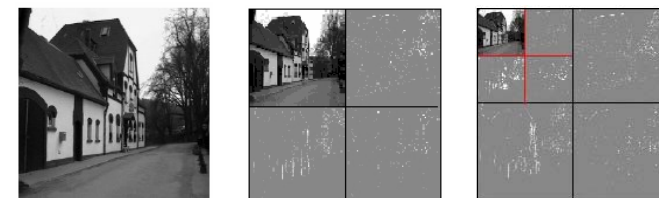


Waveletfunktion  
(Detailsignale)

## Wavelet Kompression: Grundprinzip



## Wavelet Kompression: Grundprinzip



Original Bild

1. Schritt

2. Schritt

## Wavelet Kompression in JPEG 2000

- Die DCT wird durch die Wavelet-Kompression ersetzt
- Speziellen Quantisierungsmatrix ist notwendig.
- Durch Quantisierungsmatrix ist Rekonstruktionsgüte und Speicherplatzbedarf einstellbar.
- Die gegenüber JPEG überlegenen Resultate werden durch die Verwendung spezieller Funktionen, wie **Daubechies Wavelets** oder **biorthogonale Wavelets** erreicht.
- siehe auch: Luratech, Institut für Luft & Raumfahrt-Technik Berlin

## Filterfunktionen: Quelle Luratech

Filterklasse	Scaling-Funktion	Wavelet	Beschreibung
Haar			Einfachste Filterklasse, Mittelwert- und Differenzfilter
CloseToCoiflet			
Coiflet			Frühe Waveletklasse, entwickelt von R. Coifman
Daubechies			nicht symmetrisch, streng orthogonal, strenger "compact support" selbstähnlich
Johnston-Barnard			
Biorthogonal-Spline			Symmetrisch, werden aus Binominalkoeffizienten berechnet

## Vergleich der Wavelet Kompression mit DCT



## Vorteile der Wavelet-Kodierung

<b>Bilder können verlustfrei oder beliebig verlustbehaftet komprimiert werden</b>	Bei verlustfreier Kompression werden je nach Bildstruktur Kompressionsraten von 1:1,5 bis 1:5 erreicht und liegen in der Regel höher im Vergleich zum TIFF-Format.
<b>User kann Kompressionsrate selbst bestimmen</b>	Das erlaubt die einfache Kontrolle der Bildqualität. Man kann einfach die Kompressionsrate stufenlos wählen, die man für am besten hält (bis ca. 1:500 je nach Bildgröße u. Inhalt).
<b>Skalierbares Bildladen</b>	Das Laden eines gespeicherten Bildes kann der Anwender selbst beeinflussen. Entweder er lädt das Bild aus den kompletten in der Datei abgelegten Daten, oder nur aus einem Teil dieser Daten (z.B. 1% [Quicklook], 10%, 50% u.s.w.). Ein progressiver Bildaufbau ist möglich.
<b>Nachladen der Bilddaten</b>	Bilddaten, die nicht in voller Qualität rekonstruiert wurden, können durch das Nachladen von weiteren Daten verbessert werden.
<b>Nur ein Dateiformat, nur eine Datei !</b>	Alle erforderlichen Bildqualitäten können aus einer Datei erzeugt werden. Dies erleichtert das Handling von Bildern z.B. in Archiven.
<b>Zeitersparnis</b>	Kein endloses Warten während des Ladens von großen Bildern. Mit entspr. Tools können die Bilder komprimiert und dann in einem Bruchteil der Zeit geladen werden.
<b>Höhere Sicherheit gegen Ladeunterbrechungen und -störungen</b>	Geringere Wahrscheinlichkeit von Übertragungsfehlern wegen reduzierter Ladezeiten.
<b>Geldersparnis</b>	Weniger Plattenplatz ist nötig; reduzierte Onlinekosten
<b>Reduzierte Serverlast</b>	Durch weniger Bilddatentransfer.
<b>Höhere Bildqualität</b>	bei gleicher Kompressionsrate <b>keine Blockartefakte</b> wie sie bei JPEG auftreten.
<b>Paßwortschutz</b>	Für Waveletbilder mit einstellbarer "freier" Qualität (1...10), (schlecht...gut).
<b>Enhancement: Qualitativ hervorgehobene Bildbereiche</b>	Damit läßt sich z.B. das Gesicht in einem Porträt mit einer besseren Qualität komprimieren als der Rest. Oder man legt damit fest, welcher Teil des Bildes zu erst übertragen werden soll.
<b>Gleiche(!) Bilddatei für unterschiedliche Geräte- Auflösungen nutzbar</b>	PC, Hochauflösende Displays, PDA, Handy (UMTS)

## Nachtrag: JPEG Dateiformat

Beispiel einer Bilddatei:

```
ff d8 ff e0 00 10 4a 46 49 46 00 01 01 01 00 64
00 64 00 00 ff fe 00 2f 48 61 6e 64 6d 61 64 65
20 53 6f 66 74 77 61 72 65 2c 20 49 6e 63 2e 20
49 6d 61 67 65 20 41 6c 63 68 65 6d 79 20 76 31
2e 36 2e 31 0a ff db 43 00 05 04 04 04 04 03
05 04 04 04 06 05 05 06 08 0d 08 08 07 07 08 10
0b 0c 09 0d 13 10 14 13 12 10 12 12 14 17 1d 19
14 16 1c 16 12 12 1a 23 1a 1c 1e 1f 21 21 21 14
19 24 27 24 20 26 1d 20 21 20 ff c0 00 0b 08 01
e0 02 80 01 01 11 00 ff c4 00 6e 00 00 00 07 01
01 01 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 01 02 03
04 05 06 07 08 09 10 00 02 01 03 03 02 03 05 05
05 03 07 09 06 05 05 01 02 03 00 04 11 05 12 21
06 31 13 41 51 07 22 61 71 81 14 32 91 a1 b1 15
23 42 c1 d1 52 62 f0 08 16 24 33 72 82 e1 17 25
...
```

**Tag Beispiele:**

**ff d8:** Beginn der Datei

**ff db:** Quantisierungstabellen (DQT-Tag)

...

**ff a9:** Bildende

Mehr Information:

<http://jpeg.know-library.net/>

## MPEG

### Motion Picture Experts Group

1988 mit dem Ziel gegründet:

- Standards für die codierte Repräsentation von Bewegtbildern, Audiodaten sowie deren Komposition zu entwickeln.
- Vorgestelltes Grundprinzip wird u. a. verwendet in: MPEG 1, 2 und 4

## MPEG: Grundidee



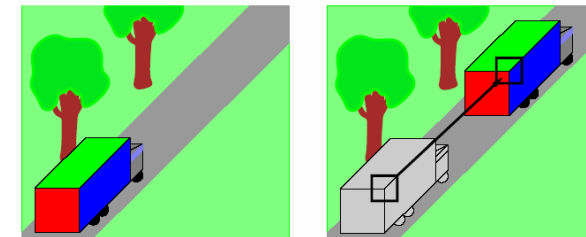
**Idee:**

- Zwei im Film aufeinanderfolgende Bilder unterscheiden sich nicht wesentlich!

Man sieht das daran, dass

- sich große Bereiche gar nicht unterscheiden und
- andere Bildbereiche nur verschoben werden.

## MPEG: Grundidee

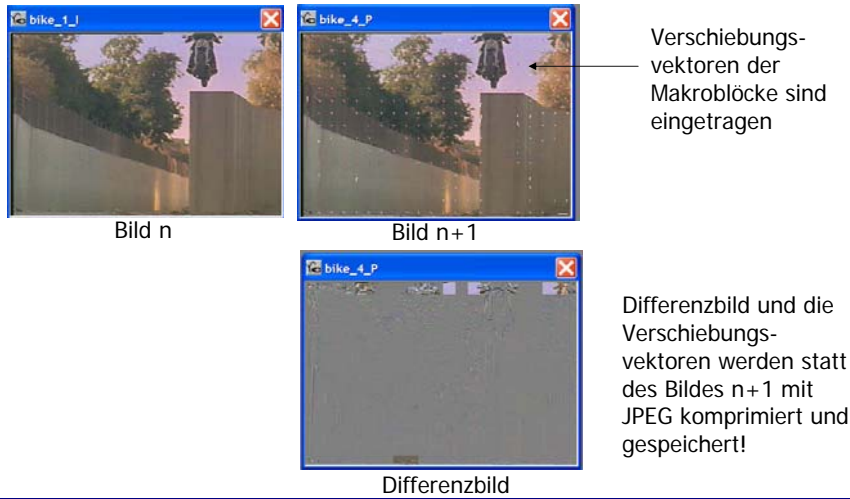


Filmbild n

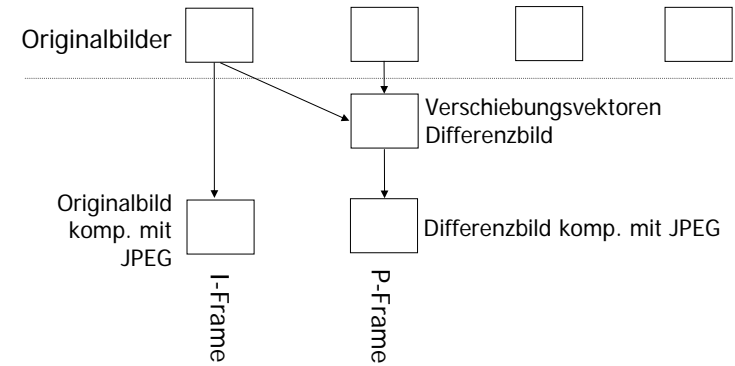
Filmbild n+1

1. Bild wird in 16x16 Pixel große Makroblöcke aufgeteilt
2. Verschiebung der Makroblöcke wird ermittelt
3. Bild wird aus dem „verschobenen“ Makroblöcken zusammen gesetzt
4. Differenz zwischen dem Bild n+1 und dem unter 3. entstanden Bild wird ermittelt (=Differenzbildern).
5. Das Differenzbild korrigiert, dass unter 3. entstandene Bild.

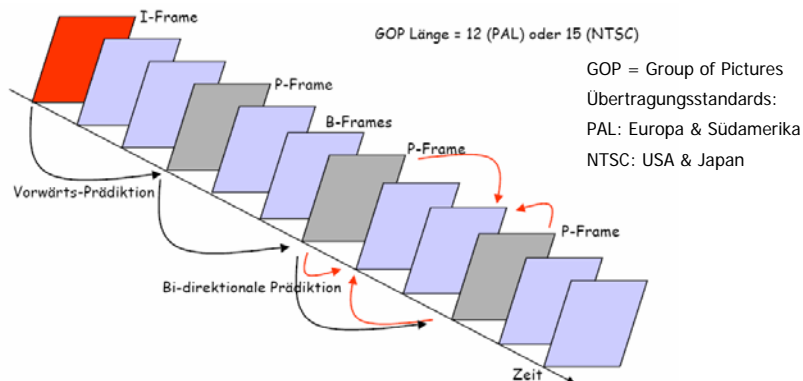
### MPEG: Grundidee



### MPEG: Grundidee



### MPEG: Grundidee



### Bilder in einer MPEG-Kompression

Intra-Frames (**I-Frames**):  
komprimierte Originalbilder

Predicted Pictures (**P-Frames**):  
komp. Differenzbilder plus Verschiebungsvektoren nur in Bezug zum vorangegangenen I- bzw. P-Frame

Bidirektional Pictures (**B-Frames**):  
In einem B-Bild ist die Differenz zwischen dem vorhergehenden **und** dem nachfolgenden Bild gespeichert.

VcDemo: <http://www-it.et.tudelft.nl/~inald/vcdemo>

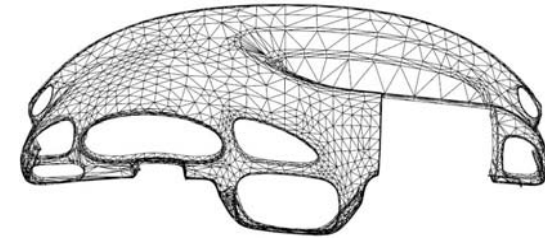
# Graphische Objekte und ihre Erzeugung

Prof. Dr. Elke Hergenröther

## Graphische Objekte und ihre Erzeugung

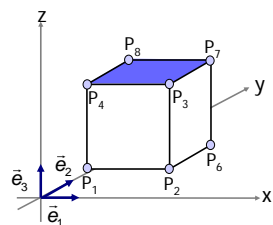
### Vorgehensweise:

1. „Erzeugen“ der geometrische Daten:
  - Position der Punkte.
  - Punkte durch Kanten verbinden.
  - Punkte in einer gewissen Reihenfolge Flächen zuordnen



Prof. Dr. Elke Hergenröther 46

## Kartesischen Koordinatensystem



Objektpunkte werden durch ihre Koordinaten definiert:

$$P_1 = (1, 1, 1)$$

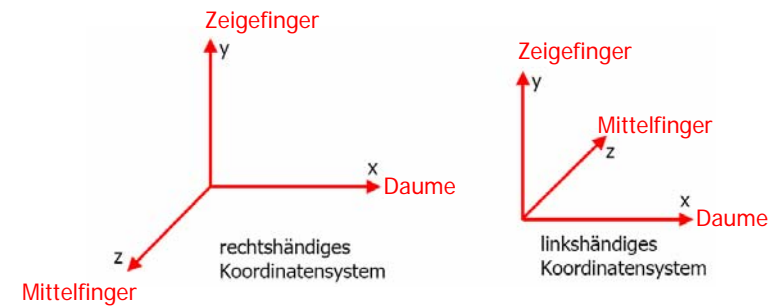
$$P_2 = (3, 3, 1)$$

...

$$\text{mit } \vec{e}_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad \vec{e}_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad \vec{e}_3 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Prof. Dr. Elke Hergenröther 47

## Kartesischen Koordinatensystem



Prof. Dr. Elke Hergenröther 48

## Graphische Objekte und ihre Erzeugung

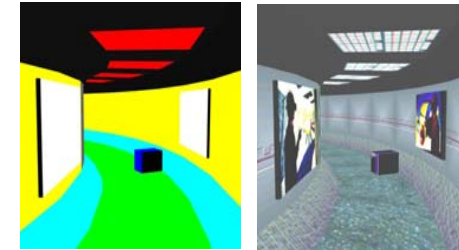
### Koordinatensysteme der geometrischen Daten:

- Kartesisches Koordinatensystem
  - Polarkoordinatensystem
  - Zylinderkoordinatensystem
  - Kugelkoordinatensystem
- Wichtig, werden wir aber erst nach der OpenGL-Einführung machen!

## Graphische Objekte und ihre Erzeugung

### Vorgehensweise:

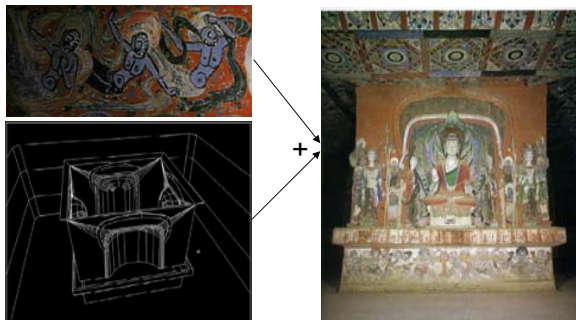
1. „Erzeugen“ der geometrische Daten
2. „Erzeugen“ der graphische Attribute
  - Farbgebung
  - Textur



## Graphische Objekte und ihre Erzeugung

### Vorgehensweise:

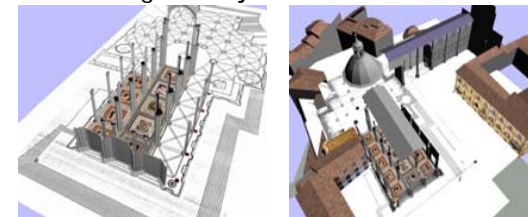
1. „Erzeugen“ der geometrische Daten
2. „Erzeugen“ der graphische Attribute



## Graphische Objekte und ihre Erzeugung

### Vorgehensweise:

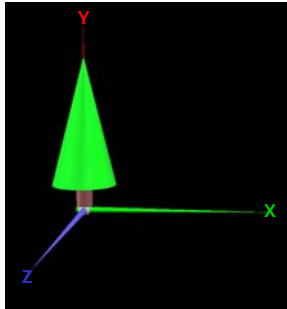
1. „Erzeugen“ der geometrische Daten
2. „Erzeugen“ der graphische Attribute
3. Anordnung der Objekte im Raum.



4. Bildausschnitt definieren und darstellen.

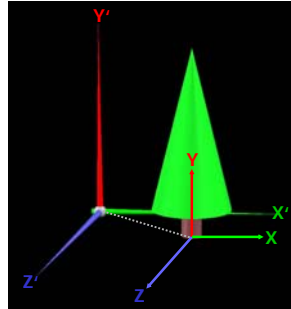
## Graphische Objekte und ihre Erzeugung

Prinzip des Lokalen- und Weltkoordinatensystems



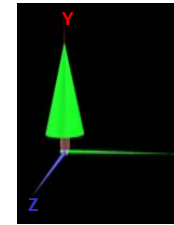
Modellierung des Objektes im lokalen Koordinatensystem

(Modellierungskordinatensystem oder körpereigenes Koordinatensystem)



Transformation des Objektes ins Weltkoordinatensystem

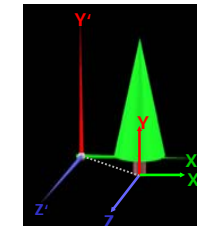
## Anordnung der Objekte im Raum



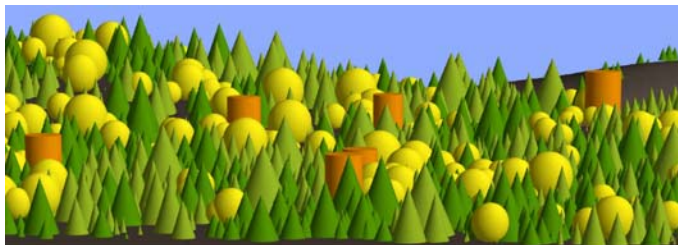
Modellierung des Objektes im lokalen Koordinatensystem

(Modellierungskordinatensystem oder körpereigenes Koordinatensystem)

Transformation des Objektes ins Weltkoordinatensystem



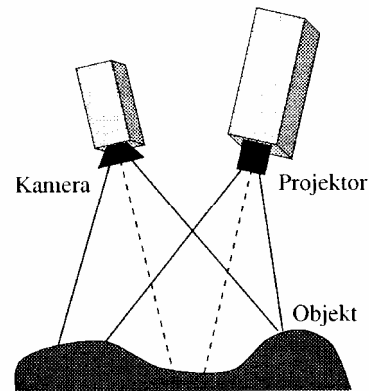
## Graphische Objekte und ihre Erzeugung



## Weitere Verfahren zur Akquisition von Geometriedaten

- CAD & Modellierungssysteme
- 3D-Vermessung von Objektoberflächen (Scannen)
- Simulation
- Modellierung
- Funktionsbasierte Modellierung
- Computertomographie
- ...

## 3D-Vermessung von Objektoberflächen mit Streifenlichtprojektion:



## 3D-Vermessung von Objektoberflächen mit Streifenlichtprojektion:

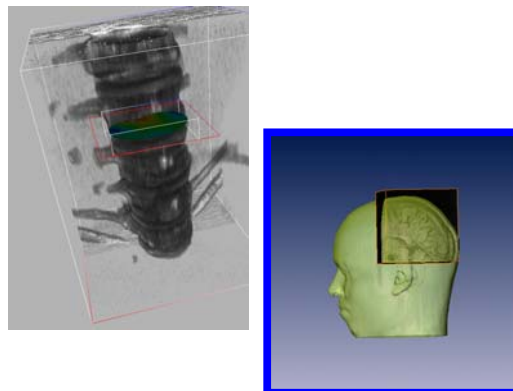
Beispiel von Peter Neugebauer (IGD)



## Computertomographie

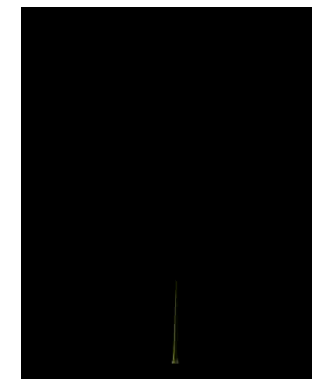
Einsatzgebiete:

- Medizin
- Paläontologie
- Materialprüfung



## Funktionsbasierte Modellierung

Basiert auf Verwendung von Fraktalen



## Funktionsbasierte Modellierung

Basiert auf Verwendung von Fraktalen



## Funktionsbasierte Modellierung

