

Bildverarbeitung und Computer Vision

Prof. Dr. Wolfgang Konen

**Erzeugung, Repräsentation
und Speicherung von
digitalen Bildern**

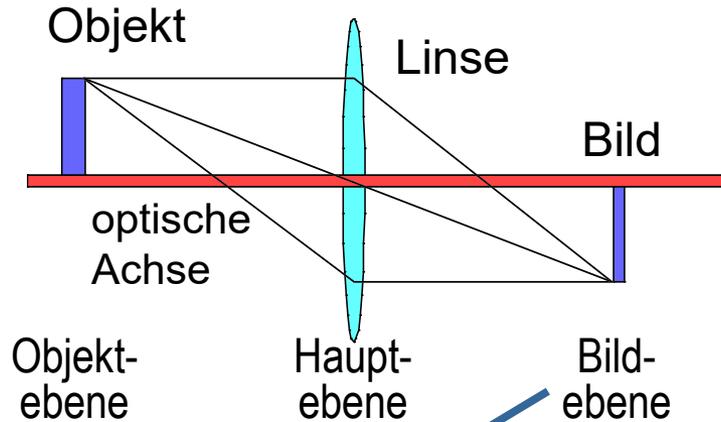
Inhalt

- **Erzeugung digitaler Bilder**
- Repräsentation von Bilddaten
- Speicherung von Bilddaten

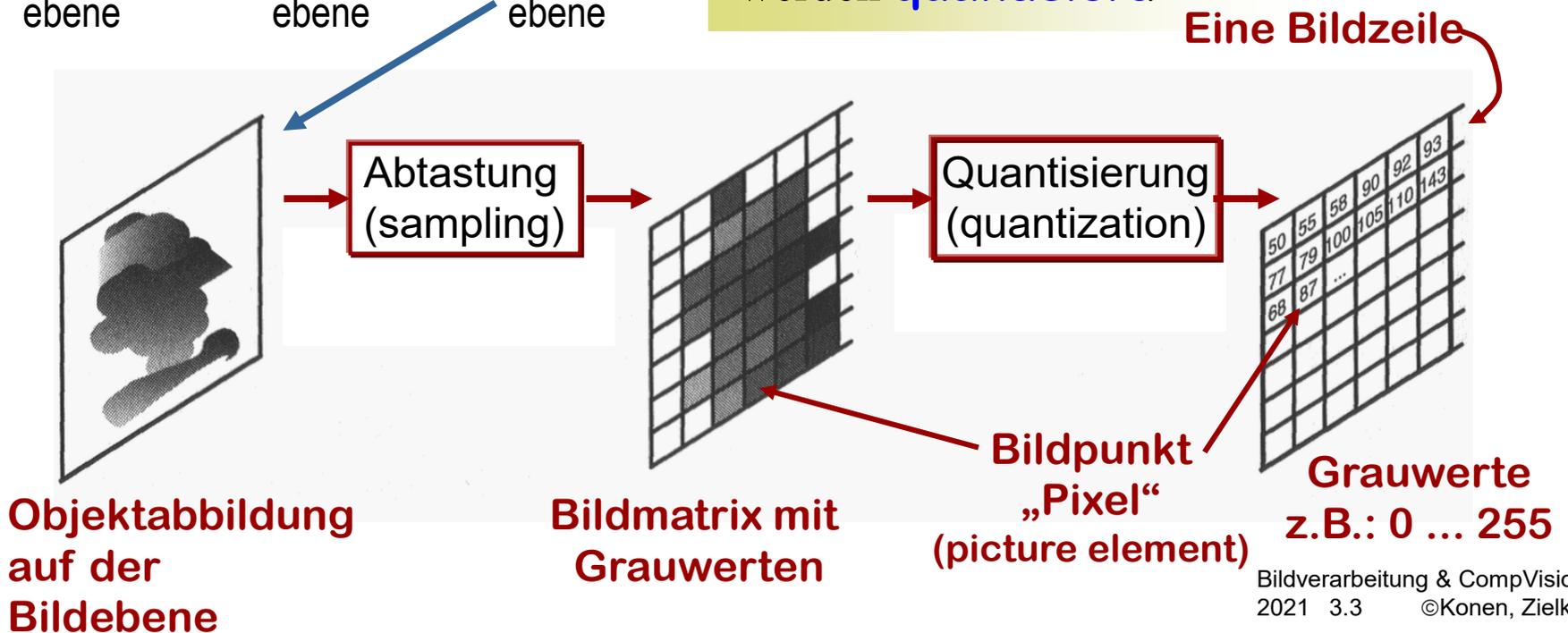


Was ist Quantisierung und wo findet Quantisierung bei der Bildaufnahme statt?

Erzeugung digitaler Bilddaten



Bei der **Bilddigitalisierung** wird die Projektion eines Objekts auf der Bildebene (örtlich) **abgetastet**, und die einzelnen Intensitätswerte (Bildpunkte) werden **quantisiert**.



Bildabtastung / Rasterung (image sampling)

- Die Projektionsfläche auf der Bildebene wird durch ein regelmäßiges Raster von Photosensoren abgetastet.
- Je nach Dichte der Abtastpunkte pro Flächeneinheit (bei Scannern gemessen in *dpi = dots per inch*) entsteht ein hochaufgelöstes oder ein "grobkörniges" Bild.



Abtastpunkte:
 160×120



Abtastpunkte:
 80×60

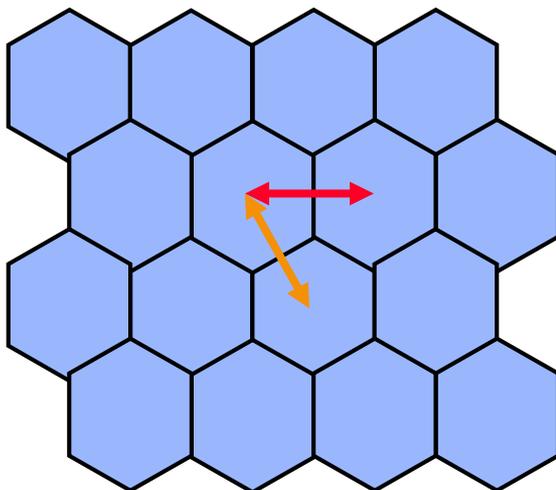
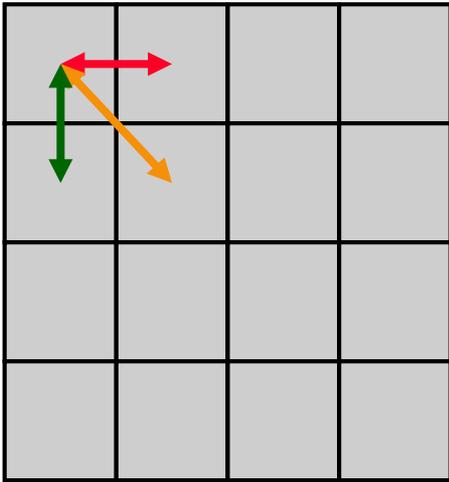


Abtastpunkte:
 40×30



Abtastpunkte:
 20×15

Kartesisches und hexagonales Bildraster



- Technische bildverarbeitende Systeme benutzen (heute) fast ausschließlich ein kartesisches Basisgitter für das Bildraster:
 - rechteckige bzw. quadratische Pixel.
 - Pixelabstände (Zellenabstände) inhomogen.
 - einfache mathematische Behandlung (Matrix).
- Bei biologischen Augen sind die Photorezeptoren in einer "Wabenstruktur" angeordnet.
- Auch bei neueren technischen Entwicklungen (elektronische Chip- Augen) werden *hexagonale* Gitter benutzt:
 - bessere Chip-Flächenfüllung bei integrierter Signalverarbeitungselektronik.
 - Pixelabstände (Zellenabstände) sind homogen.
 - gleiche Trennflächen zwischen allen Nachbarn

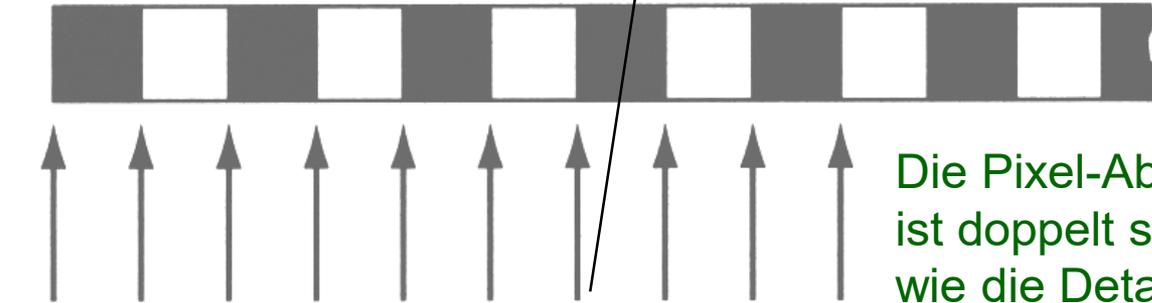
Unterabtastung (undersampling)

Aktivierung:
Was verbinden Sie
mit Wort „Aliasing“?

- Ein Detail im Bild, das Ortsfrequenzen größer als die doppelte Abtastrate besitzt, bezeichnet man als unterabgetastet.

Bei der Abtastung läuft ein Marker von li nach re. Bei jedem Pfeil wird der aktuelle Grauwert abgelesen und für das folgende Pixel fortgeschrieben (Sample & Hold)

Korrekt abgetastete
Bildzeile →
die Detail-Frequenz
ist wiedergegeben.

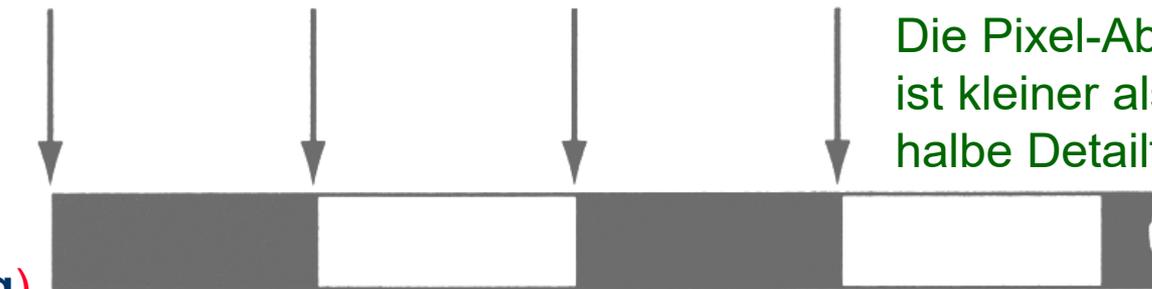


Die Pixel-Abtastrate
ist doppelt so hoch
wie die Detailfrequenz.

Original-Bildzeile
mit Helligkeitsdetails



Unterabgetastete
Bildzeile →
die Detailfrequenz
ist verfälscht (**Aliasing**).



Die Pixel-Abtastrate
ist kleiner als die
halbe Detailfrequenz.

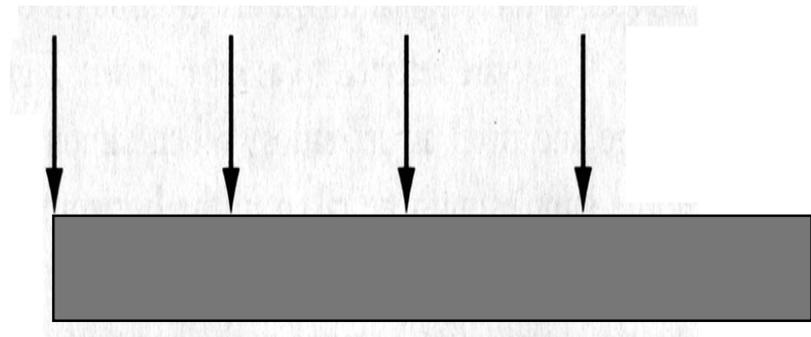
Unterabtastung (2) (undersampling)

- Man mache sich klar, dass bei Unterabtastung je nach Abtastrate auch noch viel drastischere Effekte eintreten können: Wenn der Pfeil etwa alle zwei Kästchen kommt (also Detailfrequenz = Abtastfrequenz) und immer im "Schwarzen" des Originals liegt, dann wird der Sample&Hold-Wert immer schwarz sein!
- Dies ist der Effekt des **Aliasing**: Frequenzen, die für die Abtastrate zu hoch sind, sehen so aus wie tiefe. Die hohen Frequenzen geben sich sozusagen als jemand anderes aus, daher die Bezeichnung *Alias*.

Original-Bildzeile
mit Helligkeitsdetails



Bei der Abtastung läuft ein Marker von li nach re. Bei jedem Pfeil wird der aktuelle Grauwert abgelesen und für das folgende Pixel fortgeschrieben (Sample & Hold)



Abtastung und Quantisierung

(Zusammenfassung)

- Unter **Bildabtastung bzw. Rasterung** versteht man die Aufteilung des Bildes in diskrete Bildpunkte (Pixel) mit festgelegten Abständen
(Diskretisierung der örtlichen Dimensionen x und y).
- Unter **Quantisierung** versteht man die Bewertung der Helligkeit (Intensität) eines Pixels mittels einer festgelegten Grauwert- bzw. Farben-Menge, z.B. natürliche Zahlen von 0 bis 255.
- **Digitalisierung** besteht aus Abtastung und Quantisierung.
- Ein digitales Bild ist immer nur eine Annäherung (Approximation) der Originalabbildung.

Graustufen Quantisierung (grey-level quantization)

256 Graustufen



- Bei einem digitalen Bild ist die Anzahl der möglichen Grau- bzw. Farbstufen begrenzt.
- Die minimal benötigte Anzahl von Stufen hängt vom Bildinhalt und von dem Zweck der Bildauswertung ab!



64 Graustufen
6 Bit/Pixel



16 Graustufen
4 Bit/Pixel



8 Graustufen
3 Bit/Pixel



4 Graustufen
2 Bit/Pixel



2 Graustufen
1 Bit/Pixel

"Binärbild"

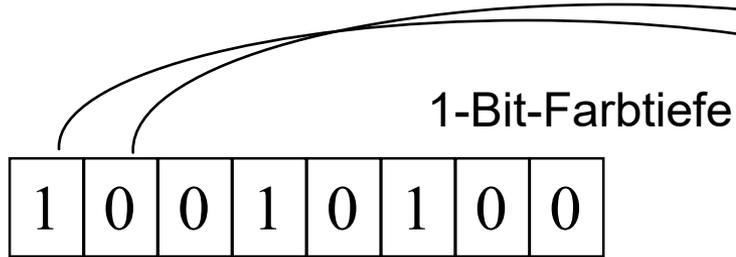
Inhalt

- Erzeugung digitaler Bilder
- **Repräsentation von Bilddaten**
- Speicherung von Bilddaten

Darstellung von Rasterbildern im Speicher

Bitmuster repräsentieren die Pixel-Farben

Aktivierung:
Was ist DAC?

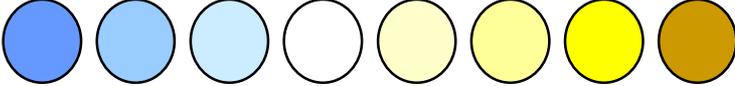


Jeder Bildpunkt kann nur eine von zwei möglichen Farben haben



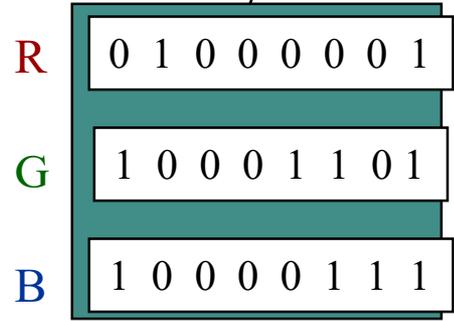
Lookup-Tabelle (LUT): Farbskala

	R	G	B	
00	FF	FF	FF	8 Bit → DAC rot
01	00	00	00	
				8 Bit → DAC grün
				8 Bit → DAC blau
FF	17	8A	AB	

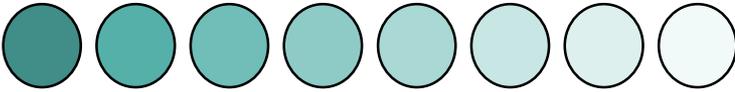


Jeder Bildpunkt kann eine von 256 Farben haben, die Teil der Palette sind

24-Bit-Farbtiefe

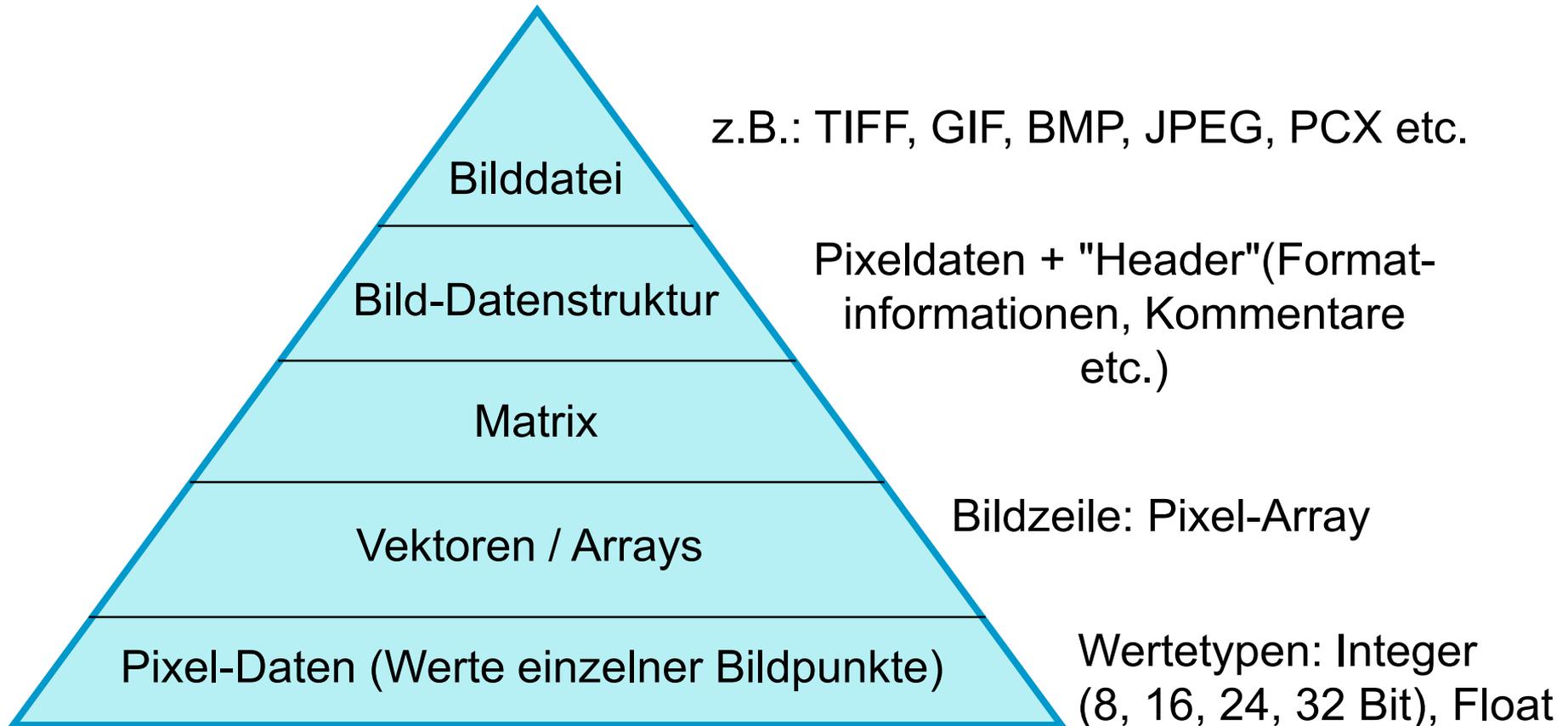


16,8 Millionen mögliche Farben



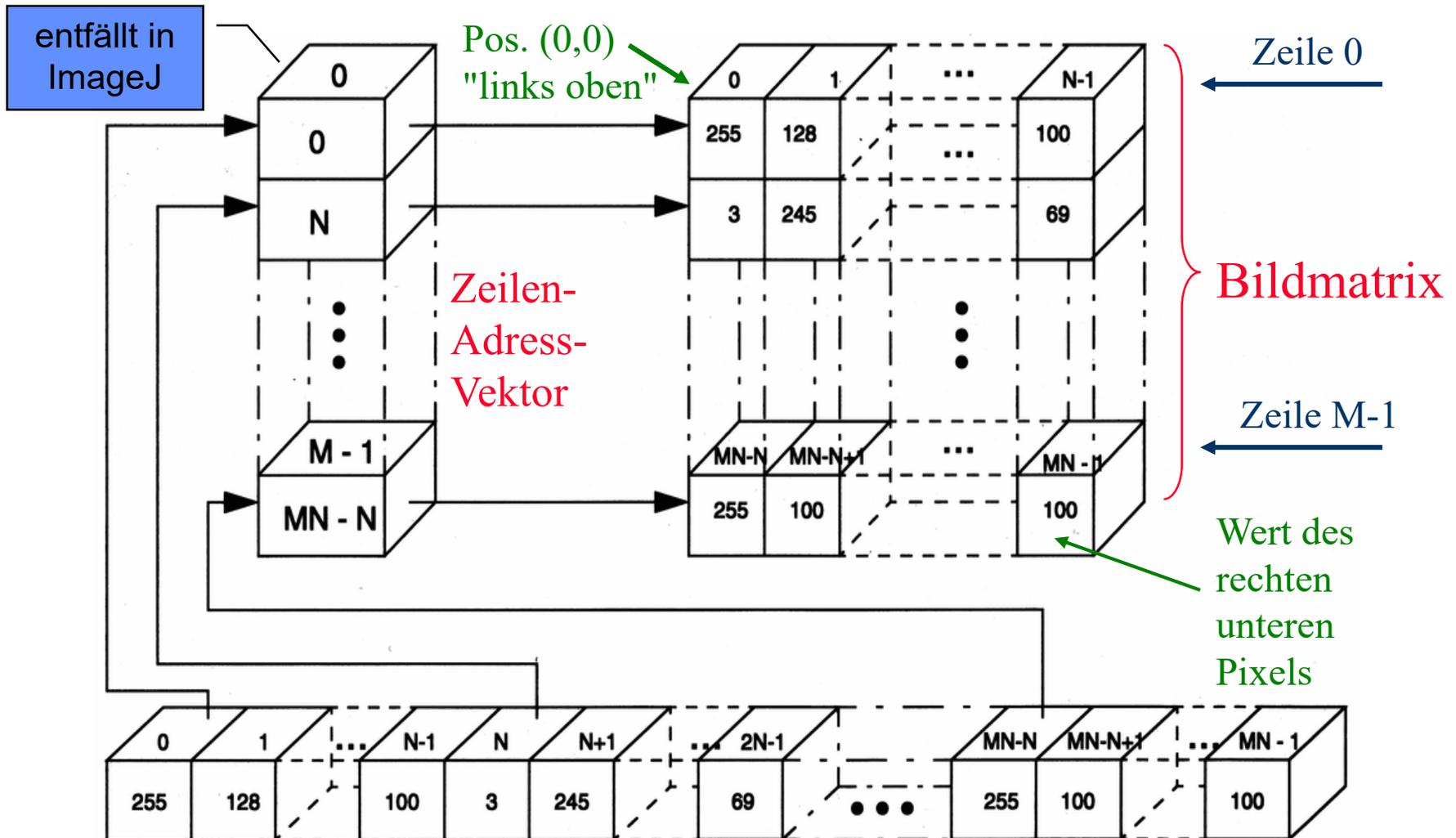
Jeder Bildpunkt wird durch drei Bytes (Rot-, Grün- und Blau-Wert) repräsentiert

Hierarchisches Modell für die Speicherung von digitalen Rasterbildern



Bilddaten-Organisation im Hauptspeicher

z.B. bei dem Programmpaket ImageJ



Tatsächliche Anordnung der Pixel im Speicher

Klasse ImageProcessor in ImageJ (in Java)

```
package ij.process;

public abstract class ImageProcessor {
    ...
    int width;
    int height
}

public class ByteProcessor extends ImageProcessor {
    protected byte[] pixels;
    ...
}
```

Programmbeispiel

"Binarisierung"

```
import ij.*;
import ij.process.*;
int white = 255;
int black = 0;
int threshval = 54;

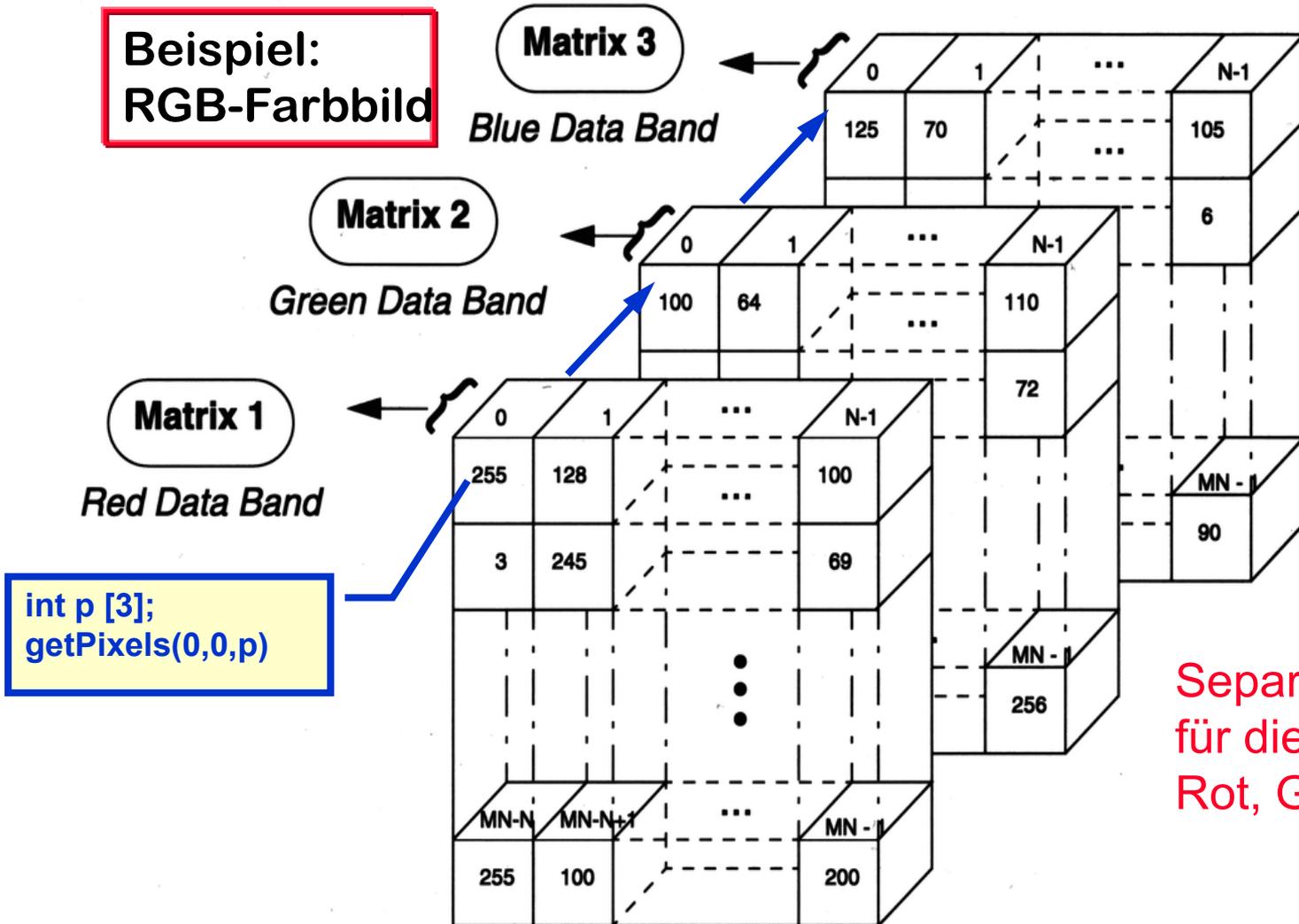
void run(ImageProcessor ip) {
    for (r=0; r < no_of_rows; r++) {
        for (c=0; c < no_of_cols; c++) {
            int p = ip.getPixel(c,r);
            ip.putPixel(c,r,black);
            if (p > (byte) threshval)
                ip.putPixel(c,r, white);
        }
    }
}
```



Kern des Algorithmus:
"gehe durch die gesamte Bildmatrix und setze alle Pixel, die heller als der Schwellwert sind auf weiß, die anderen auf schwarz"

ImageJ Datenstruktur für mehrkanalige Bilder: ColorProcessor

Beispiel:
RGB-Farbbild

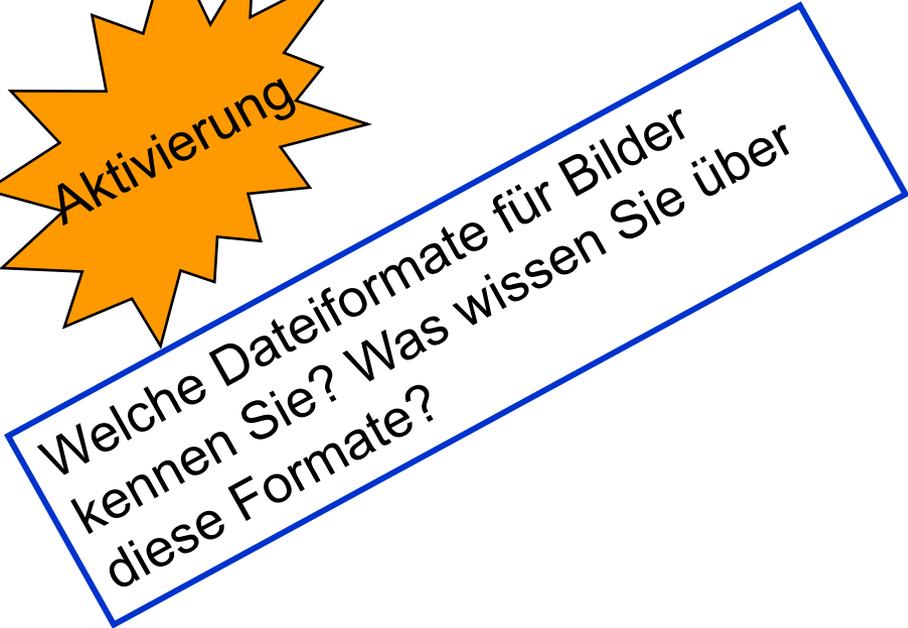


Inhalt

- Erzeugung digitaler Bilder
- Repräsentation von Bilddaten
- **Speicherung von Bilddaten**



Aktivierung



Welche Dateiformate für Bilder kennen Sie? Was wissen Sie über diese Formate?

Dateiformate zur Archivierung von Bildern auf Externspeichern

Raster/Bitmap-Formate (1)

□ GIF - Graphics Interchange Format (CompuServe)

- meistverbreitetes Grafikformat im Internet
- technisch gleichwertig und lizenzmäßig besser: **PNG** (Portable Networks Graphics)
- LZW-Kompression (spezielle verlustfreie Lauflängen-Codierung (benannt nach den Entwicklern Lempel, Ziv und Welch):
 - ◆ bis ca. 5:1, bei nur einer Farbe bis ca. 30:1
 - ◆ 256 Farben (neue Version: 16 Millionen Farben)
 - ◆ bewegte Bilder möglich (animated GIF)
- Lokale Farbskala:
Definition für einzelnes Bild möglich (Vorrang gegenüber globaler Farbskala)
- Daten:
sequentieller Modus oder "interlaced mode"
(gestattet Gesamtbilddarstellung, bevor das File vollständig übertragen ist)

Dateiformate zur Archivierung von Bildern auf Externspeichern

Raster/Bitmap-Formate (3)

□ JPEG-Format

(Joint Photographic Expert Group Format)

- stark verbreitetes Format im Internet
- Transformation in den YUV-Farbraum
- verlustbehaftetes Kompressionsverfahren (Artefakte bei Strichzeichnungen, Kompression bis ca. 20:1)
- 24 Bit-Farbtiefe (16 Millionen Farben)
- sehr gut geeignet für Graustufen- und Farbbilder aller Farbtiefen
- ungeeignet für S/W-Bilder (höhere Datenmenge als bei GIF-Bildern)

□ u.a.m. TIFF, BMP, SVG (Vector), ...