EBERHARD KARLS
UNIVERSITÄT
TÜBINGEN

MATHEMATISCH-
NATURWISSENSCHAFTLICHE FAKULTÄT

25.10.2017

Bildverarbeitung I – WS2018/2019

Andreas Schilling

Inhalt 1



- Einführung, Grundlagen
- Bildverbesserung I
- Fouriertheorie
- FFT, Abtastung, Aliasing, Filterung
- Lineare Operationen auf Bildern
- Bildrekonstruktion
- Inverse Bildfilterung
- Spezielle Rauschfilter (bilateral, non local means)

Inhalt 2



- Multiskalenrepräsentation
- Wavelets
- Kantendetektion
- Segmentierung
- Bildzuordnung, Cross-Correlation
- Texturmerkmale
- Prüfungsthemen

Einführung - Anwendungen

Anwendungen (Beispiele)

- Bildbearbeitung/Verbesserung:
  - medizinische Bildverarbeitung
  - Bildverbesserung
  - Druckvorbereitung
  - Fernsehen, Bildkommunikation
  - Videokameras (Antiverwacklung, Zoom, ...)
  - Computerkunst

Einführung - Anwendungen



Anwendungen (Beispiele)

- Vision
  - Qualitätskontrolle
  - Roboter
  - Texterkennung
  - Personenerkennung

Einführung - Anwendungen

Weitere Anwendungen (werden auch hier in Tübingen bearbeitet):

- Gesichtsererkennung
- autonome Fahrzeugsteuerung
- 3D-Rekonstruktion
- 3D-Fernsehen
- “Analysis by Synthesis“ - Vision
- Verbesserung von Kamerabildern
- Stitching
- Image Based Rendering
- Segmentierung (Medizin)
- High Dynamic Range Bilder (HDR)

Einführung - Level

Level der Bildverarbeitung:

- Low Level:
  - Pixel-Operationen,
  - Operatoren auf Regionen,
  - Bildtransformationen.
  - Änderungen an Farbe und evtl. Ort einzelner Pixel.

Einführung - Level

25.10.2017

12.10.2010

Level der Bildverarbeitung:

- Medium Level:
  - Konturerfassung,
  - Erkennen typischer Bildeigenschaften
  - Vorsegmentierung.
- High Level:
  - Segmentierung,
  - Bildverstehen / Computer Vision

Einführung - Level



Wir werden uns vor allem mit low-level bis medium-level BV beschäftigen.

Einführung - Bildentstehung

Bildentstehung

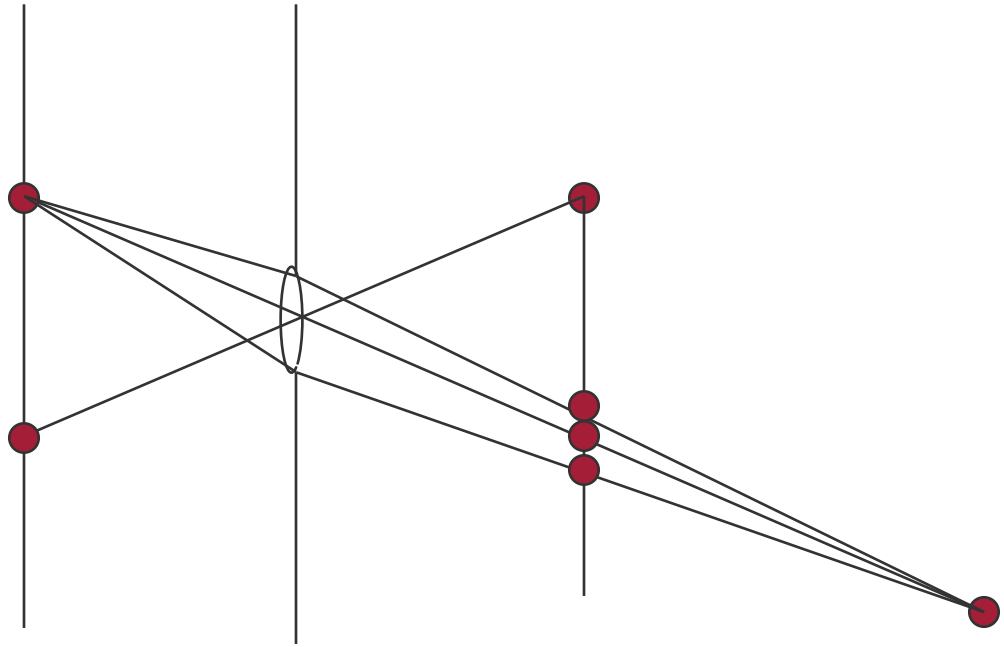
Abbildung der 3D-Welt auf 2D.

Beispiele:

- Lochkamera, Linsenkamera
  - Einfaches Modell: Perspektivische Projektion (Strahlenoptik), beliebige Auflösung.
  - In der Praxis begrenzte Auflösung.

Optik

- Aufbau:



Bildentstehung

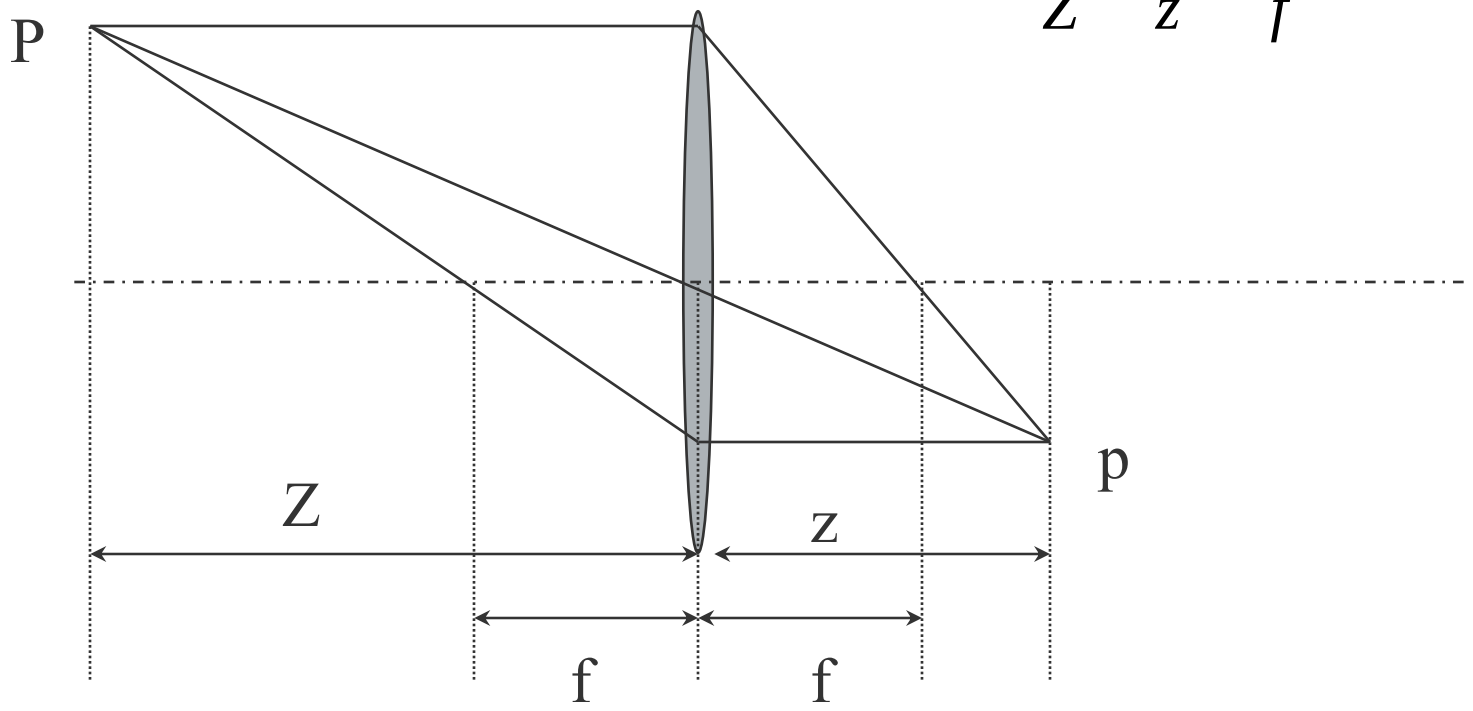
dünne Linsen:

- Strahlen durch Brennpunkt verlassen Linse parallel zur Achse
- Strahlen parallel zur Achse gehen durch Brennpunkt

Bildentstehung

Linsengleichung:

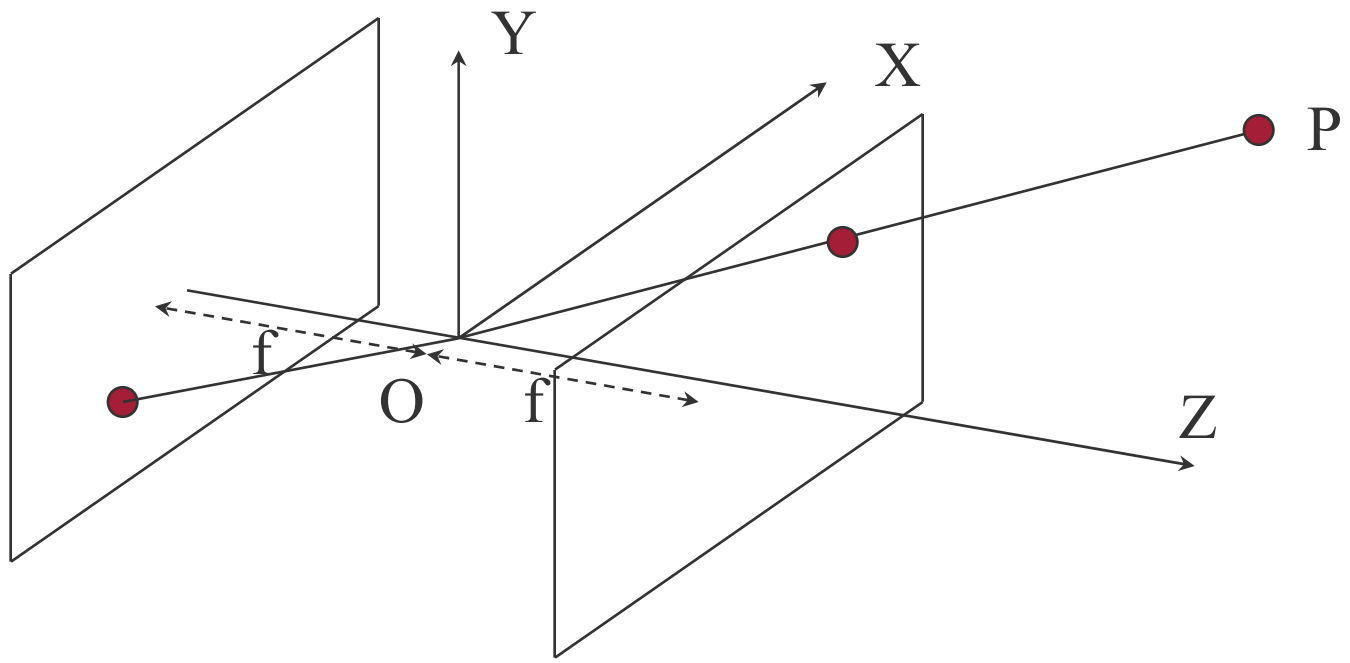
$$\frac{1}{Z}+\frac{1}{z}=\frac{1}{f}$$



Die perspektivische Kamera

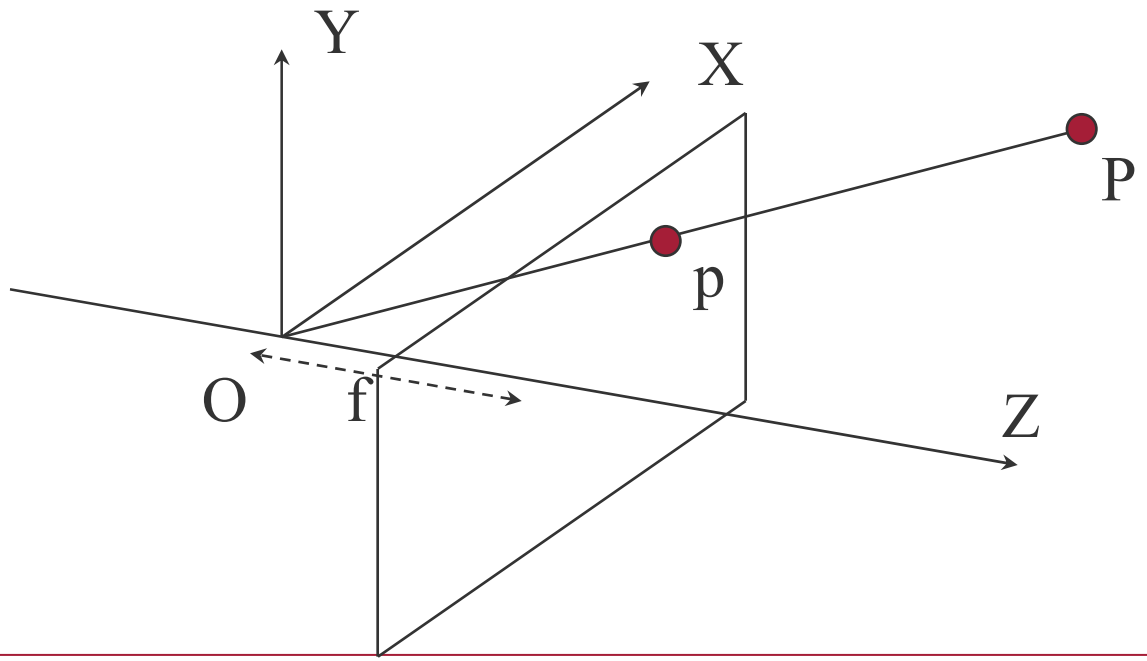
Vereinfachung:

Linsenkamera = Lochkamera = perspektivische Projektion



Die perspektivische Kamera

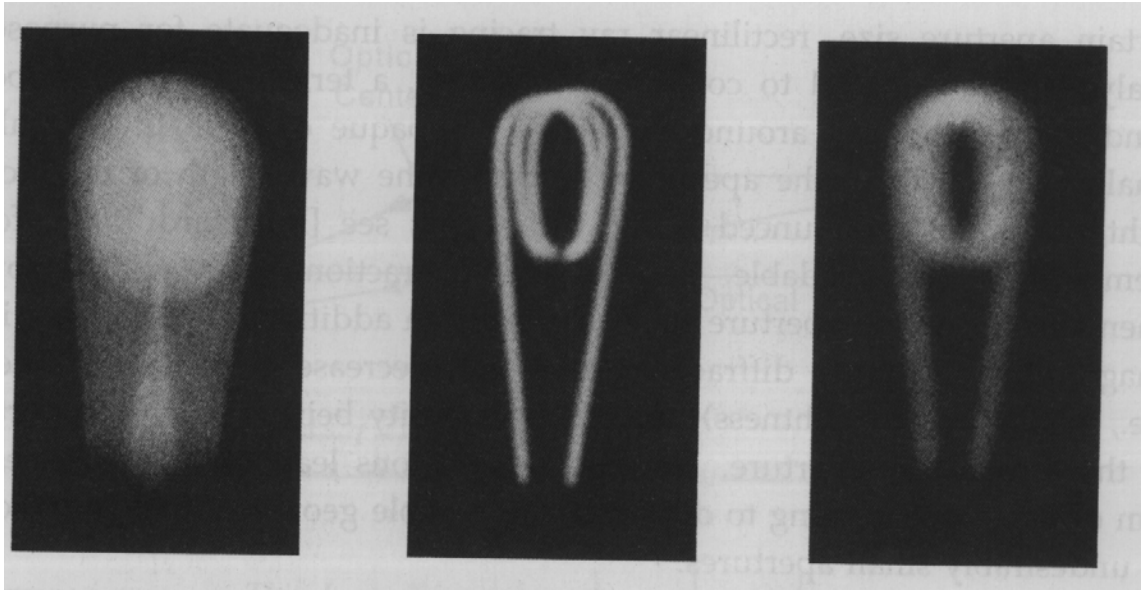
$$x = f\frac{X}{Z}; \qquad y = f\frac{Y}{Z}; \qquad z = f$$



Probleme

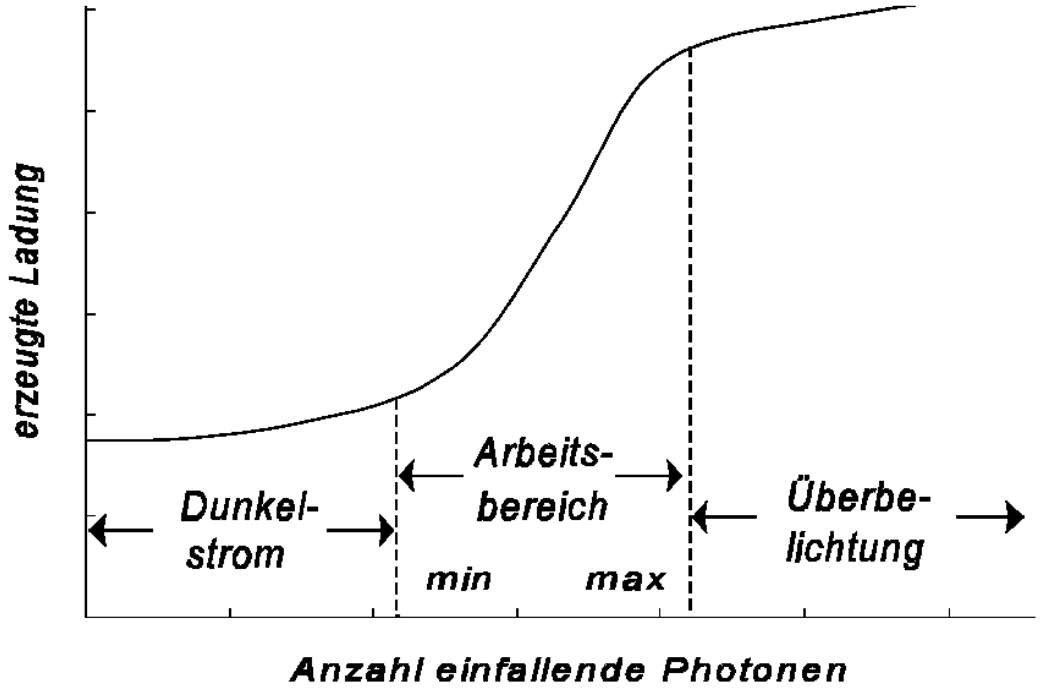
Unschärfe durch Beugung

- Größe der Beugungsscheibe: $$d = 2.44 \frac{\text{Abstand}}{\text{Lochgröße}} \lambda$$



Probleme

Kennlinie von Film oder Detektor (Über- / Unterbelichtung)



aus Christian Heipke, Digitale Bildverarbeitung, Vorlesungsskript, München

Einführung - Bildentstehung

Weitere Beispiele:

- Schichtbilder (CT, NMR)
- Röntgenbilder
- Ultraschall
- Radar
- andere Sensoren
  - z.B. Temperatur, Druck, Höhe: Landkarte

Einführung - Bildentstehung

Ein Bild ist eine zweidimensionale Funktion.

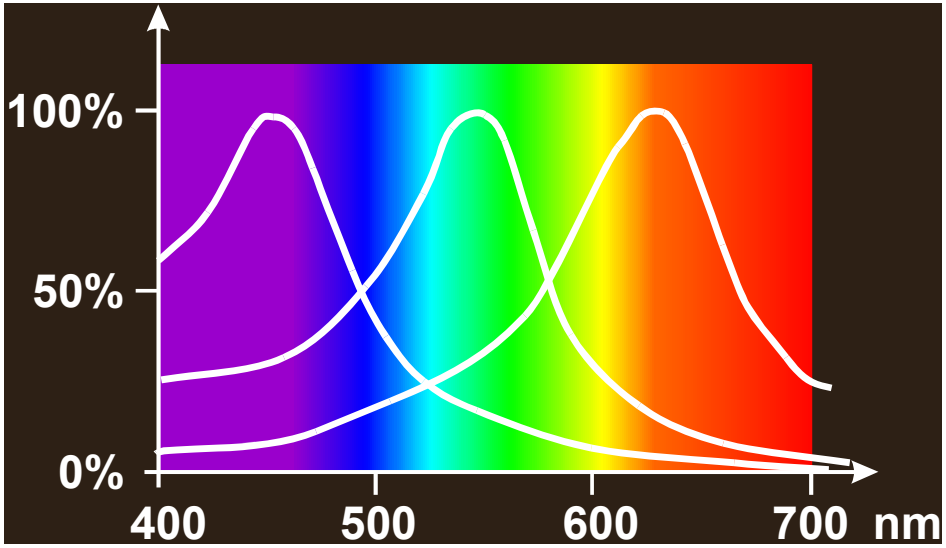
Normalerweise repräsentiert die Funktion eine zweidimensionale Helligkeitsverteilung (Leuchtdichte)

Was ist Helligkeit?

- Definition über das menschliche Sehen
  - (Farb-)empfindlichkeit des Auges

Einführung - Wahrnehmung

Spektrale Empfindlichkeit
der Rezeptoren im
menschlichen Auge



Einführung - Bildentstehung

in realen Umgebungen ist Helligkeitsverteilung Funktion von:

- Beleuchtung,
- Material,
- Oberfläche,
- Ausrichtung von Oberfläche zu Licht und Betrachter.

Einführung - Wahrnehmung

Wir sehen mit 2 Augen (Stereo).

Auge adaptiert sich:

- nah - fern,
- hell - dunkel (->Auswirkung auf Auflösung)
- Farbe

Sehen muß zum großen Teil gelernt werden.

Babies tasten mit Fingern und Mund.

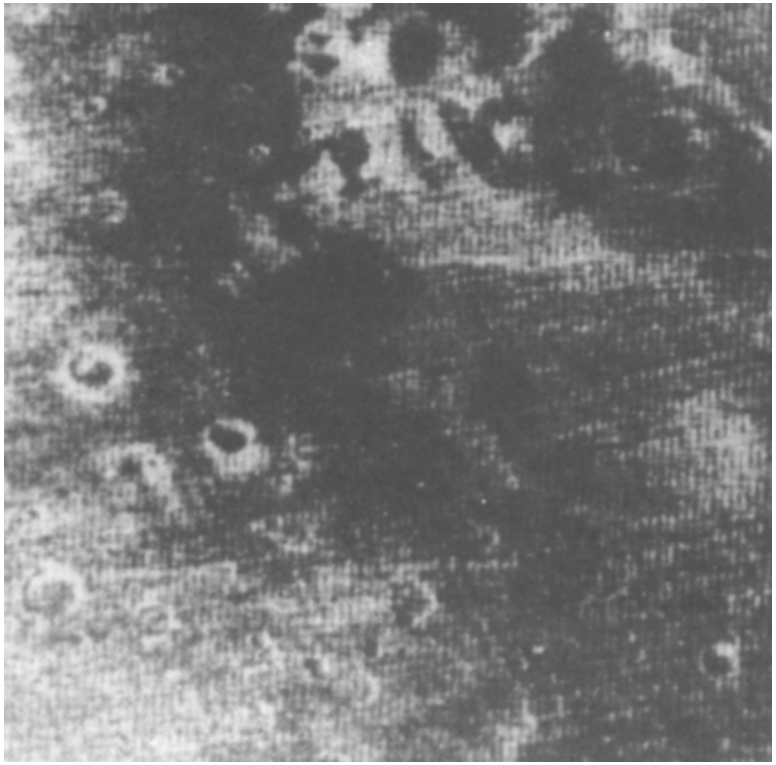
Einführung - Wahrnehmung

Eine wichtige Gruppe der BV-Anwendungen will wieder gut "sehbare" Bilder herstellen, orientiert sich also stark am menschlichen Sehen.

Auf den folgenden Seiten eineige Beispiele aus [9]:

Bildverarbeitung - Beispiele

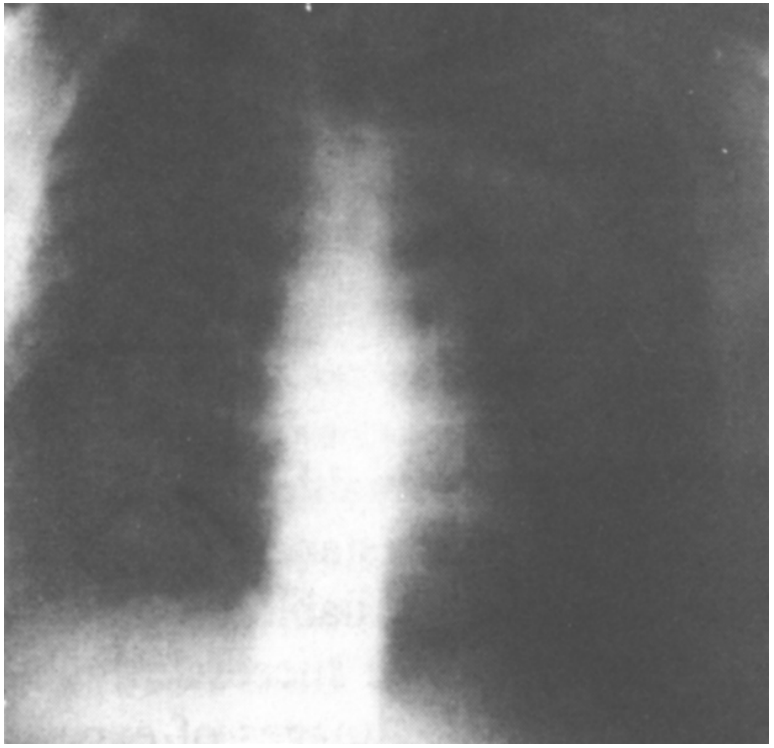
Entfernen von regelmäßigen Störungen

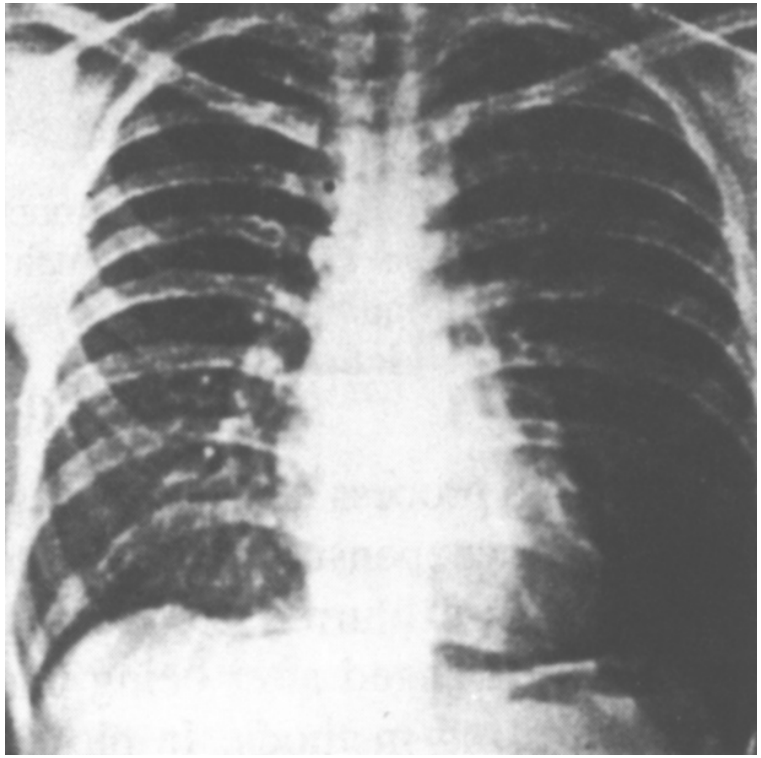




Bildverarbeitung - Beispiele

Gezielte Kontrastanhebung





Bildverarbeitung - Beispiele

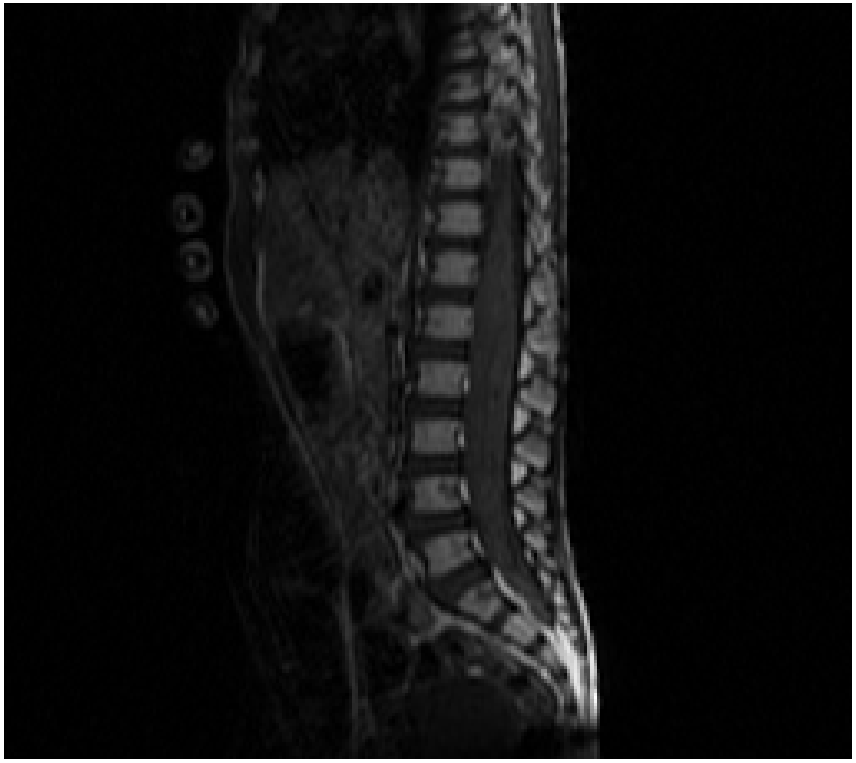
Inverse Filterung

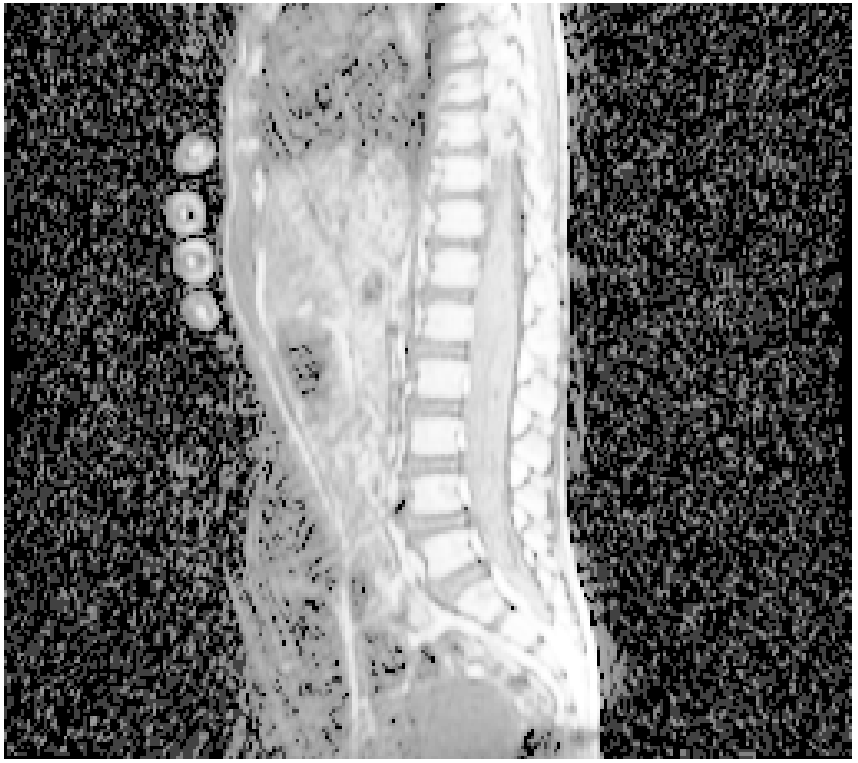




Bildverarbeitung - Beispiele

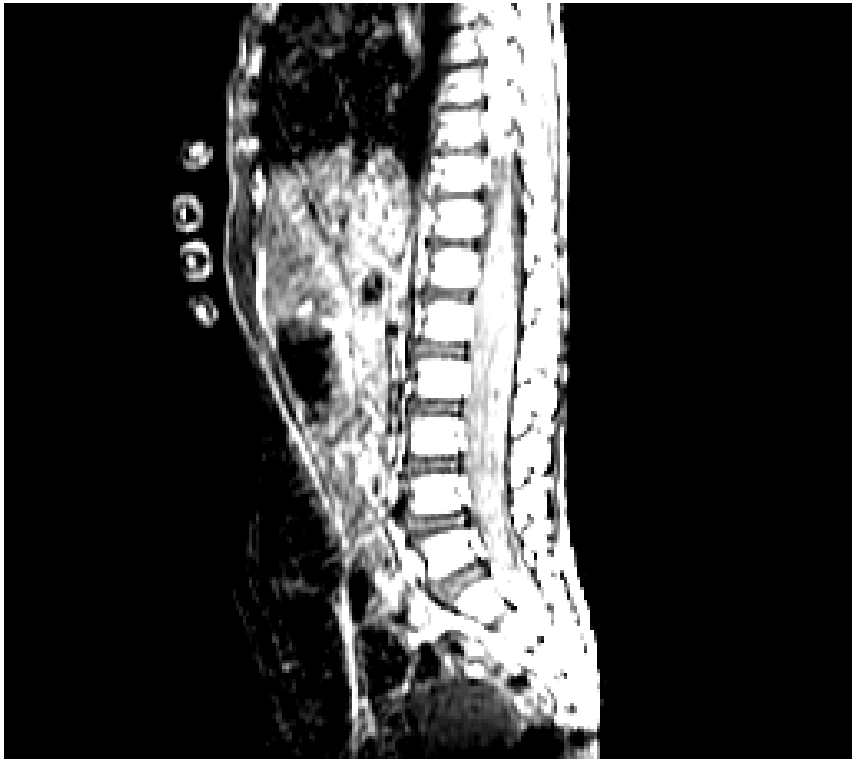
Kontrast

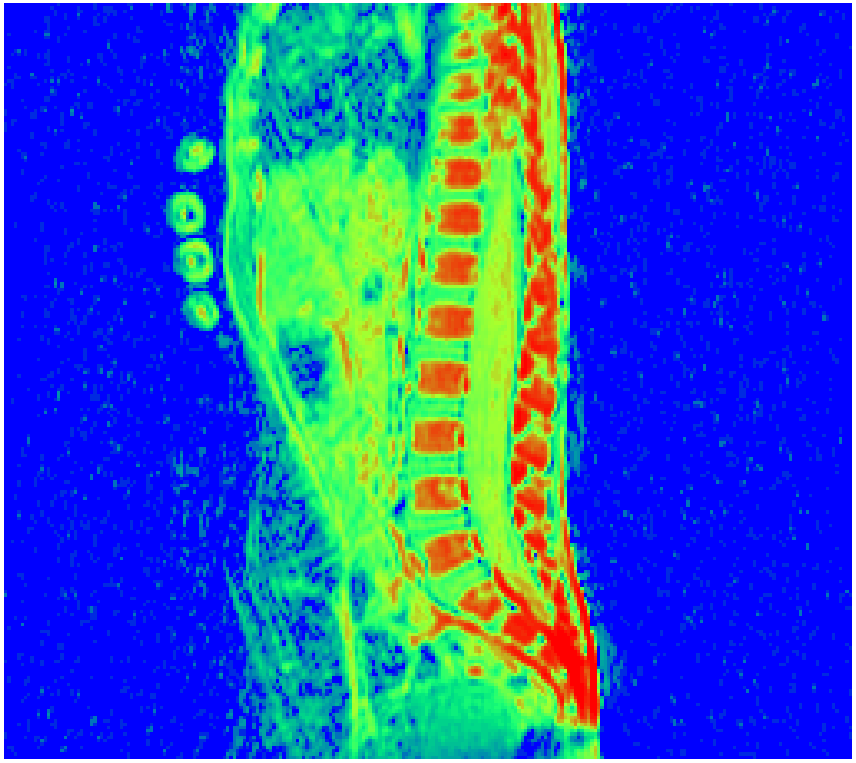




Bildverarbeitung - Beispiele

Falschfarbendarstellung





Einführung - Wahrnehmung

Wie kommt es, daß BV für so verschieden entstandene Bilder gut ist?

- weil Bilder *betrachtet* werden sollen, also gut fürs menschliche Auge werden sollen. (Kontrast...)
- Ähnliche Anwendung (Segmentieren, Kantendetektion, ...)
- Zum Teil gleiche Probleme: Rauschen, unbeabsichtigte Filterung (Verschmieren...), Diskretisierung durch Detektoren.

Einführung - Bildaufnahme

Bildaufnahme und Bildwiedergabe, Sampling und Aliasing

- Wie kommen die Bilder in den Computer?
  - Synthese (Computergraphik)
  - Kamera (s.o. perspektivische Projektion)
  - Berechnungen aus Meßdaten wie bei CT oder NMR..
- Allen gemeinsam ist, daß als Ergebnis eine Matrix diskreter, quantisierter Werte vorliegt, die das Bild repräsentieren

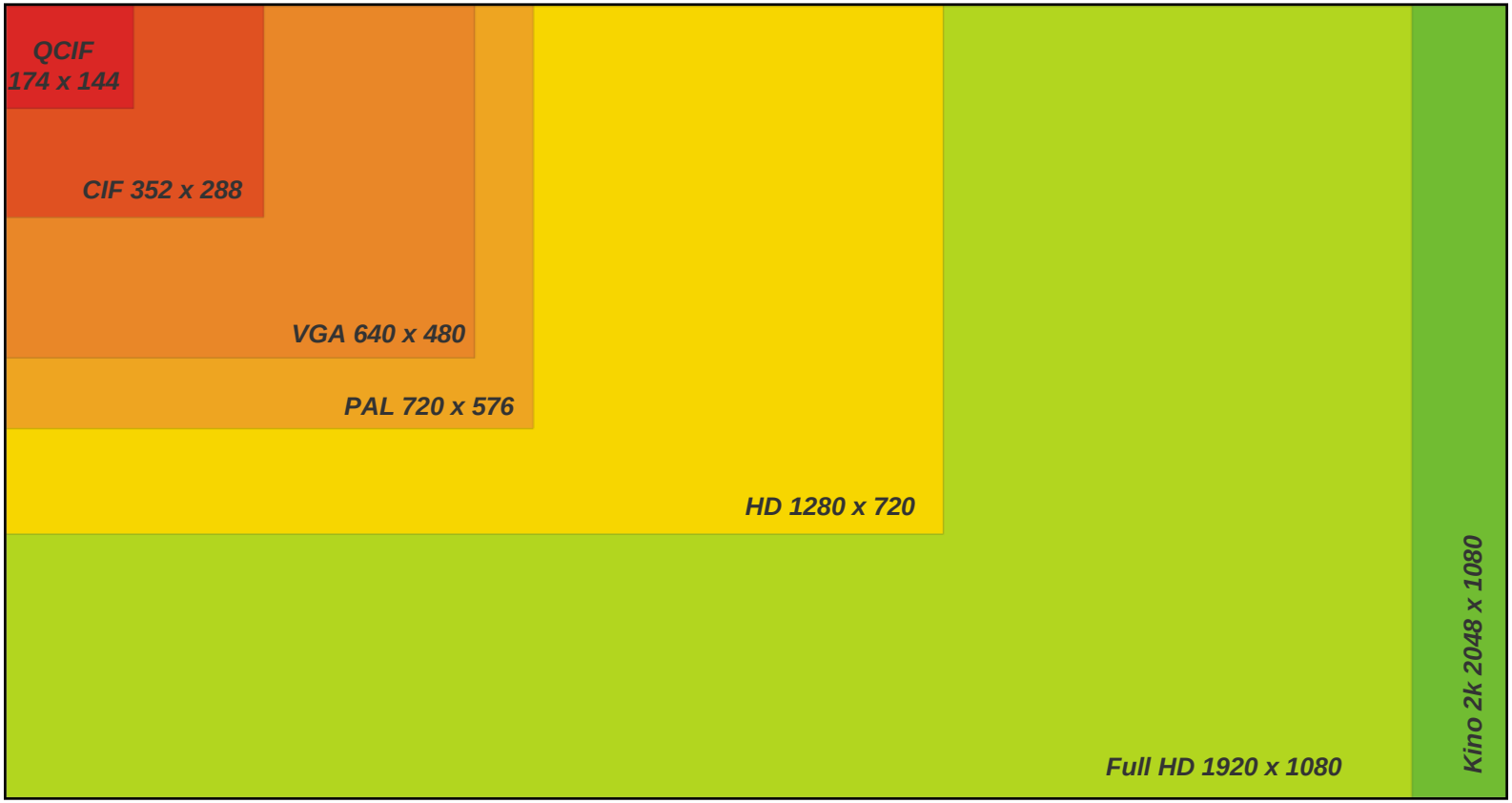
Einführung - Bildwiedergabe

Bildwiedergabe, Aliasing

- Ausgabegeräte sind für die Ausgabe von Bildern konstruiert, die als Matrix diskreter, quantisierter Werte vorliegen.
  - CRT,
  - LCD-Matrix,
  - Drucker.

Standardbildformate

Größenverhältnisse



Großdisplay am WSI



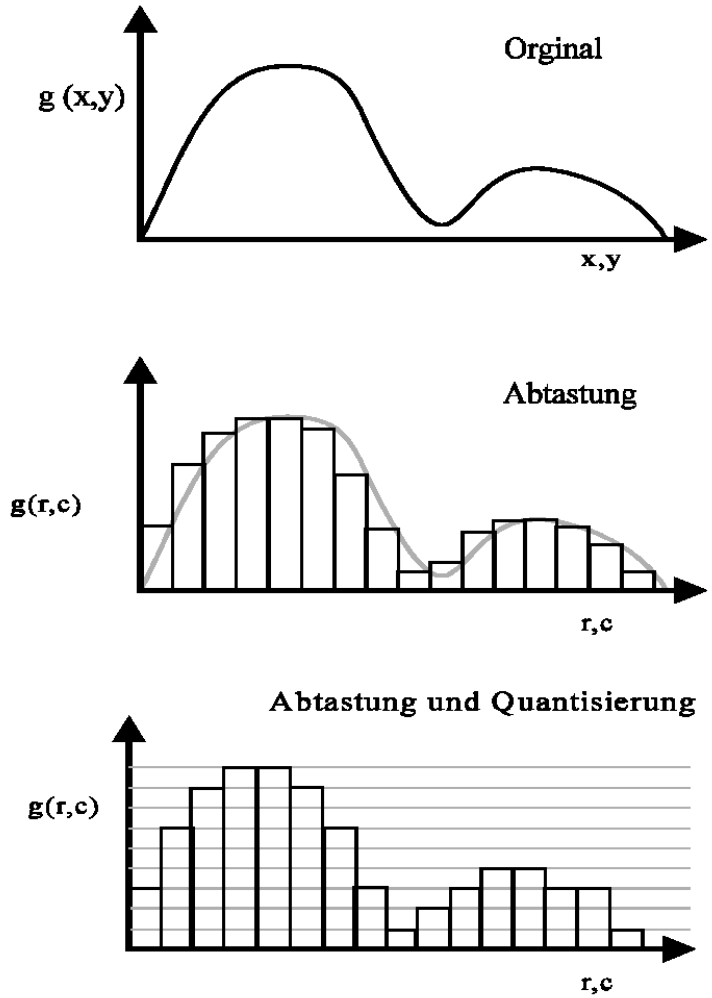
Bildschirme: 2 560 x 1 600 -> 10 240 x 6 400

Bild: 80 000 x 80 000

Abtastung und Quantisierung

Probleme

- Auflösung
- Rauschen
- Aliasing



aus Christian Heipke, Digitale Bildverarbeitung, Vorlesungsskript, München

Beispiele

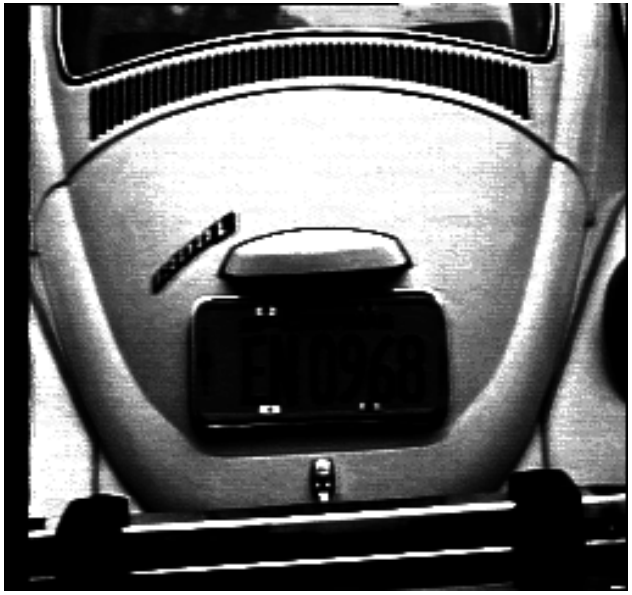
Rekonstruktion





Beispiele

Kontrastverbesserung





Beispiele

Stereopaar





Bilder: https://www.mia.uni-saarland.de/Research/CV_Stereo.shtml

Beispiele

3D aus Stereo





Bilder: https://www.mia.uni-saarland.de/Research/CV_Stereo.shtml

Beispiele

Panorama



Literatur

1. B. Jähne, *Digitale Bildverarbeitung*. Springer, 4. Aufl. 1997.
2. F. M. Wahl, *Digitale Bildsignalverarbeitung*. Springer, Ber. Nachdr. 1989.
3. Encarnação, Straßer, Klein, *Graphische Datenverarbeitung I*. Oldenbourg Verlag, 1996.
4. Encarnação, Straßer, Klein *Graphische Datenverarbeitung II*. Oldenbourg Verlag, 1997.
5. P. Haberäcker. *Digitale Bildverarbeitung*. Hanser 1987.
6. W. Niblack. *Digital Image Processing*. Prentice Hall, 1986.
7. R.C. Gonzales, P. Winz. *Digital Image Processing*. Addison-Wesley, 1987.
8. R. Steinbrecher *Bildverarbeitung in der Praxis*. Oldenbourg, 1993.
9. M. Sonka et al. *Image Processing, Analysis and Machine Vision.* Chapman & Hall 1993.

Vorlesungsfolien



- Folien in Farbe und
- Handzettel in s/w zum Ausdrucken

– Format:	pdf
– URL:	https://ovidius.uni-tuebingen.de/ilias3
– Kurs:	MEINFM 3143 Bildverarbeitung WS 2018/2019 (Visual Computing)
– Password:	Kamera19

Übungen

EBERHARD KARLS
UNIVERSITÄT
TÜBINGEN



Manuel Lange

Raum: C424b

Telefon: 29-70434

Email: manuel.lange@uni-tuebingen.de

Klausur



Voraussichtlich am 21. Februar 2018, 10 Uhr