

Computational Laser Metrology

Prof Juergen Czarske

Laboratory for Measurement and Sensor System Technique (MST),
Faculty of Electrical and Computer Engineering, TU Dresden,
Helmholtzstraße 18, 01069 Dresden, Germany



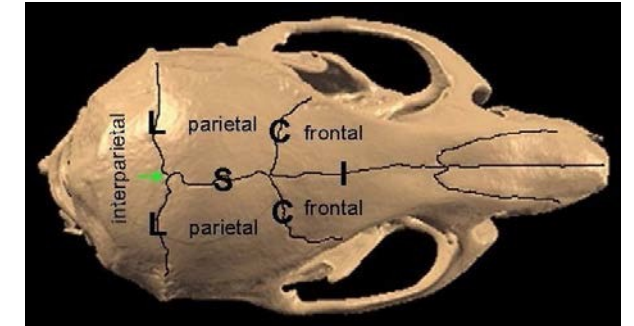
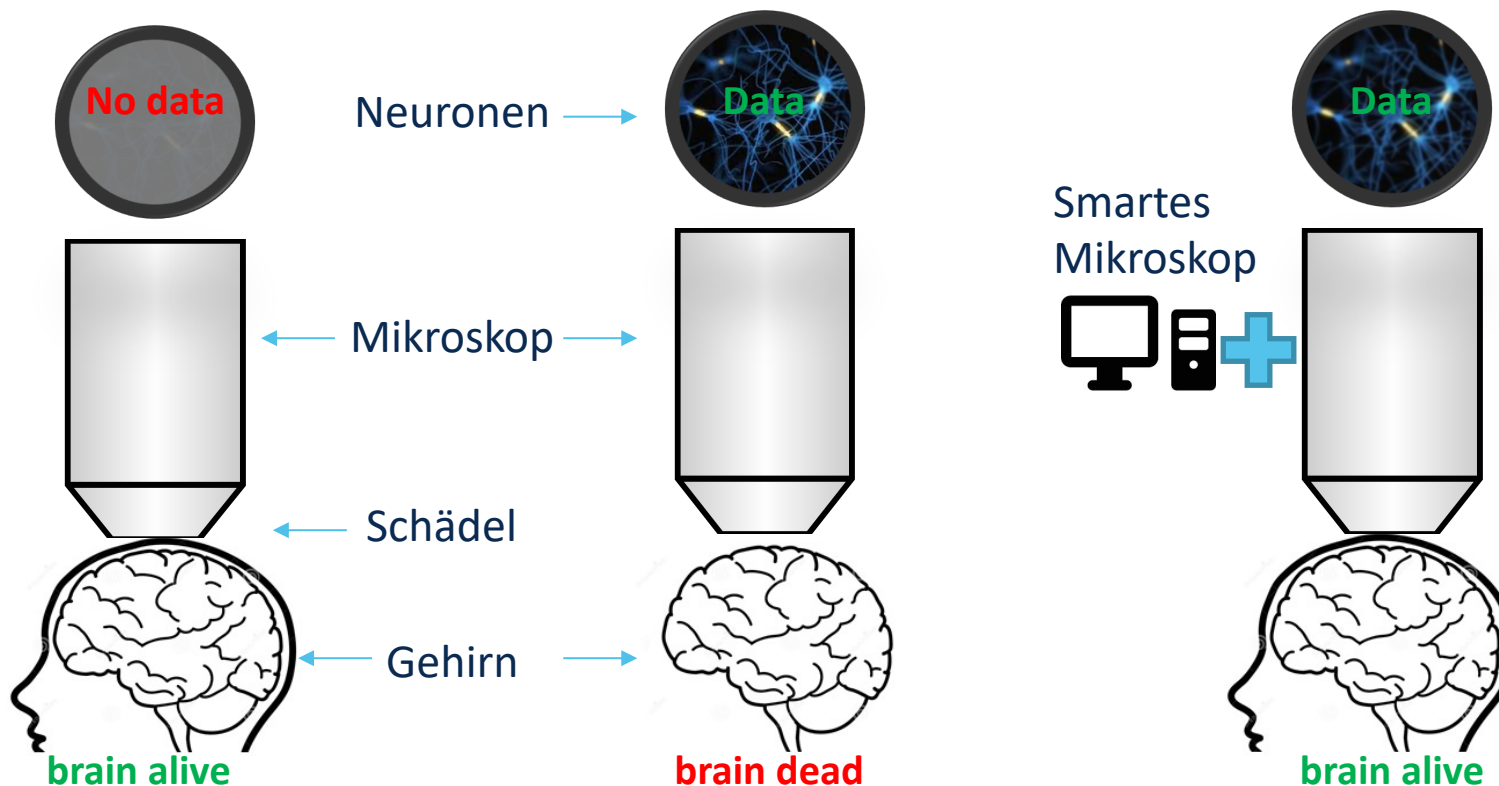
DRESDEN
concept
Exzellenz aus
Wissenschaft
und Kultur

3D Bildgebung durch komplexe Medien (Beispiel Fokussieren durch Mäuseschädel)

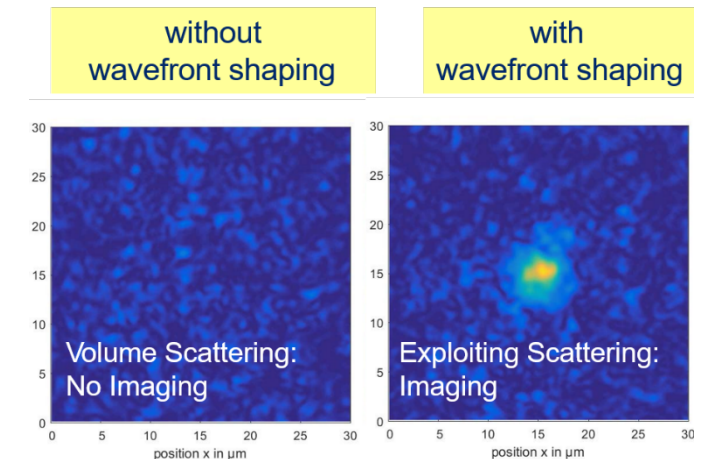
Problem:
Lichtstreuung im
Schädelknochen

Was Biologen tun:
Maus töten und
Schädel entfernen

Was wir tun:
Smartes Mikroskop
bauen



Skull provided by Moritz Kreysing (MPI-CBG)



→ generation of focus through a skull
~ 400 μm thickness

Grundlagen (1/3/1):

- 3. Semester: Neuronale Netze in der Bildverarbeitung (0/2/0)
- 4. Semester: Messtechnik I: Grundzüge des Messens (1/1/0)
- 4. Semester: Messtechnik Praktikum (0/0/1)

Vertiefung – Pflicht (6/4/0)

- 5. Semester: Messtechnik II: Mess- und Sensortechnik (2/1/0)
- 5. Semester: Digitale Holographie und Bildverarbeitung (1/1/0)
- 6. Semester: Messtechnik III: Messsystemtechnik (1/1/0)
- 6. Semester: Lasermesstechnik (2/1/0)

Vertiefung – Wahlpflicht (2 SWS):

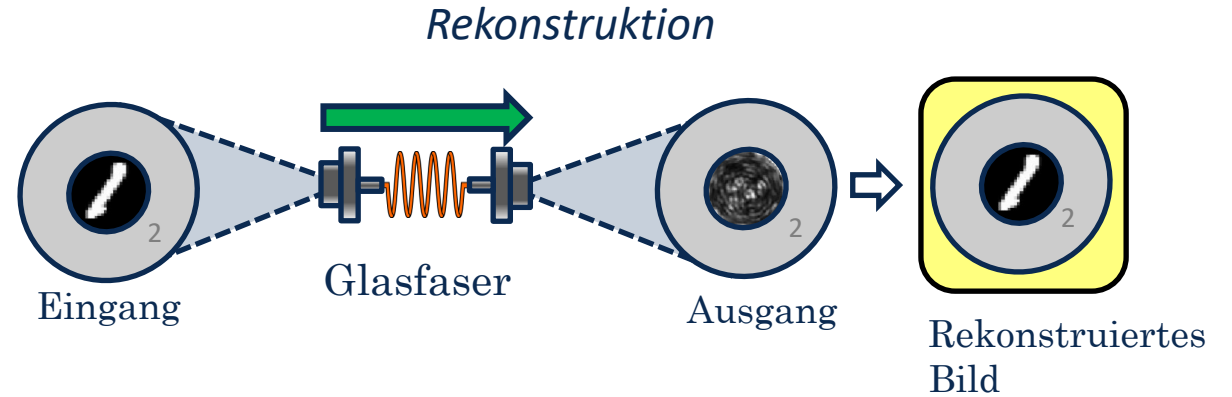
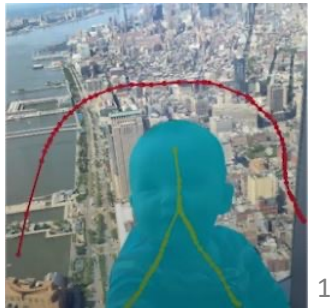
- 5. Semester: Biomedizinische Systemtechnik und Optogenetik (1/0/0)
- 5. Semester: Lasermesssysteme für die Fluidtechnik (2/0/0)
- 5. Semester: Projekt Photonische Messsystemtechnik (0/1/0)
- 5./6. Semester: Oberseminar Messsystemtechnik (0/2/0)
- 6. Semester: Mechatronische Lasersensoren (2/0/0)
- 6. Semester: Praktikum Lasersensorik (0/0/1)

3. Semester: Neuronale Netze in der Bildverarbeitung für die Sensorik und Messtechnik“ (0/2/0)

Aufgaben der rechnergestützten Bildverarbeitung

Segmentierung / Erkennung

Analyse



Methoden

Implementierung
von Algorithmen



Trainieren
Neuronaler Netze

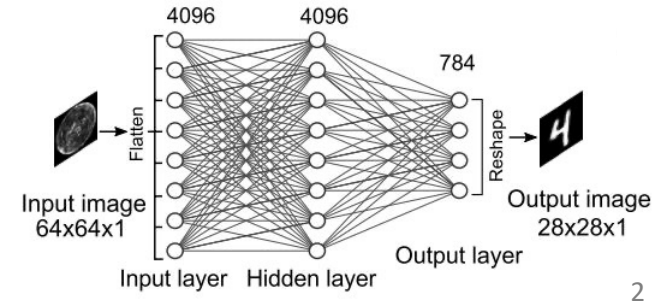
Werkzeuge

Messunsicherheit

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (\Gamma_i - \bar{\Gamma})^2}$$

Korrelation

$$\Gamma = \frac{\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})(B_{mn} - \bar{B})}{\sqrt{(\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})^2)(\sum_m \sum_n (B_{mn} - \bar{B})^2)}}$$



- ⇒ Grundlagen
- ⇒ Architekturen
- ⇒ Trainingsdaten

**Betreutes
Computerpraktikum**

Voraussetzungen: Grundlagen Mathematik/Informatik

Es wird eine Einführung in MatLab und Neuronale Netze gegeben

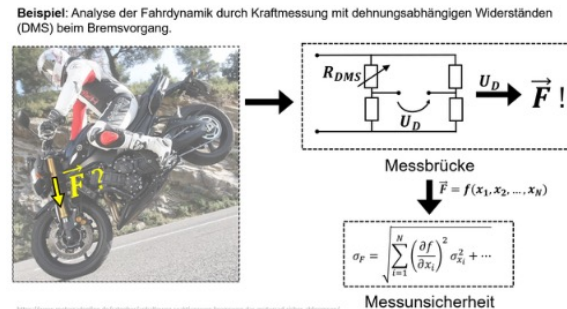
1 <https://www.youtube.com/watch?v=olBI0KIMpAo>

2 Zhu, Changyan, et al. "Image reconstruction through a multimode fiber with a simple neural network architecture." Scientific reports 11.1 (2021): 1-10.

3 <https://de.wikipedia.org/wiki/Matlab>

Messtechnik I: Grundzüge des Messens (1/1/0), 4. Semester

1. Einführung in die Messtechnik
2. Analoge Messtechnik
3. Grundlagen Statistik von Messwerten
4. Elektrische Messung nichtelektrischer Größen

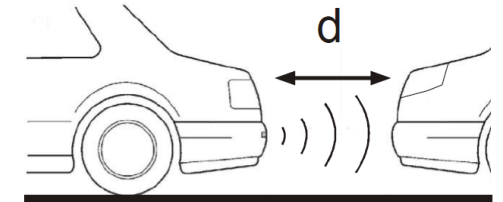


Benotung: Klausurprüfung 90 Minuten

Messtechnik Praktikum (0/0/1), 4. Semester

Strom- und Spannungsmessung für
Strömungsgeschwindigkeit und
Dehnung

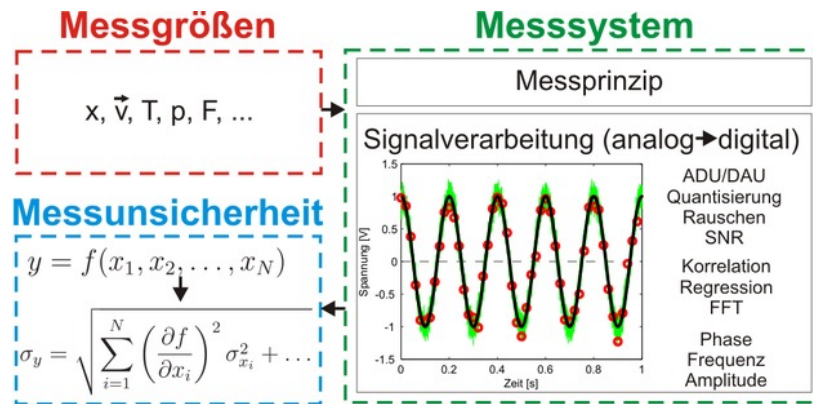
Frequenz und Zeitmessung γ^R für
US- Abstands und
Geschwindigkeitsmessung
Optische Positions- und
Geschwindigkeitsmessung



Benotung: Eingangstests

Messtechnik II: Mess- und Sensortechnik (2/1/0), 5. Semester

1. Digitale Messverfahren
2. Auswertung harmonischer Signale
3. Messunsicherheitsbetrachtung



Benotung: Klausurprüfung 120 Minuten

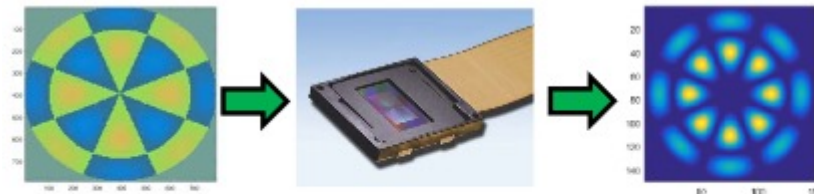
Digitale Holographie und Bildverarbeitung (1/1/0), 6. Semester

1. Grundlegend der Wellenoptik
2. analoge und digitale Holographie
3. Compressive Sensing

Benotung: mdl. Prüfung 25 min zusammen mit Lasermesstechnik

Messtechnik III: Messsystemtechnik (1/1/0), 6. Semester

Optoelektronische Bauelemente
Grundlagen der Lichtausbreitung
Messsysteme für die optische Speichertechnik
Benotung: Klausurprüfung 90 Minuten



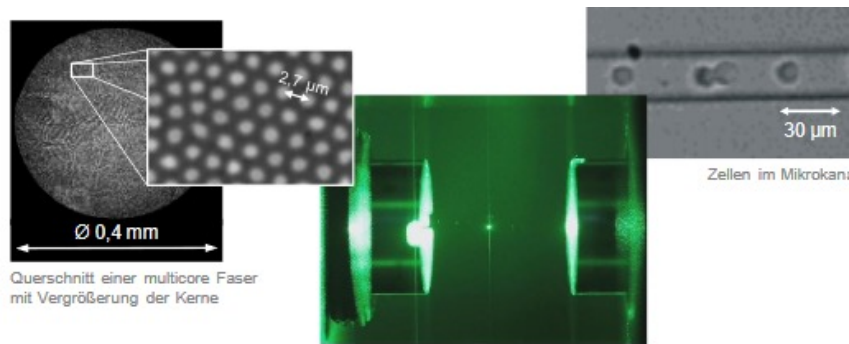
Erzeugung einer Modenfeldverteilung mit einem SLM (links: Eine ermittelte Pixelverteilung zur Anzeige auf dem SLM. Mitte: SLM. Rechts: Entstehende Lichtfeldverteilung.)

Lasermesstechnik (2/1/0), 6. Semester

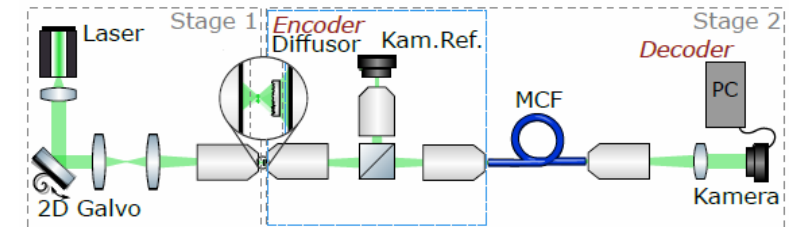
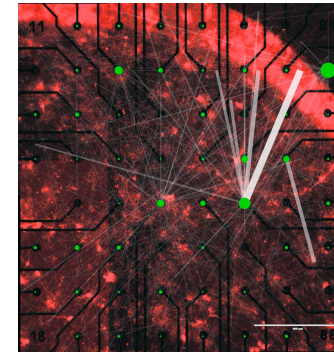
Grundlagen von Lasermessverfahren

Benotung: mdl. Prüfung 15 min,
zusammen mit Holographie: 25 min

Optische Pinzette zur Rotation von Zellen in einem Mikrokanal



Biomedizinische Systemtechnik und Optogenetik (1/0/0), 5. Semester



Left: connection in human neural network,
right computational lensless endoscope

Analyse organischer neuronaler Netze mit künstlichen neuronalen Netzen

