

The background of the slide is a blurred medical image, likely a brain scan, showing various anatomical structures in shades of blue, green, and yellow. The text is centered over this image.

# Bildregistrierung

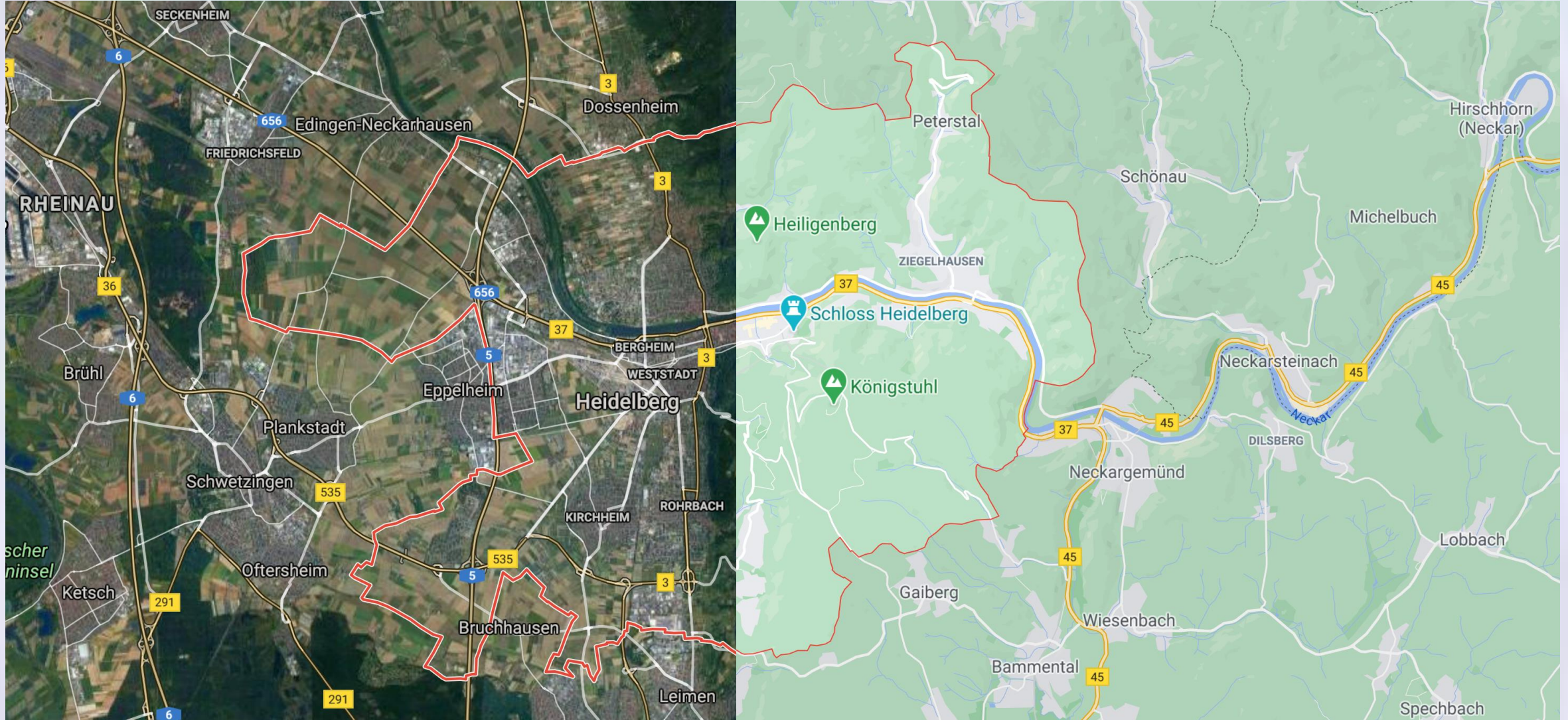
Versuch F95 Medizinische Bildanalyse

Vortrag FP

04.11.2020

Maike Clausen und Celine Beier

# Motivation





# Motivation



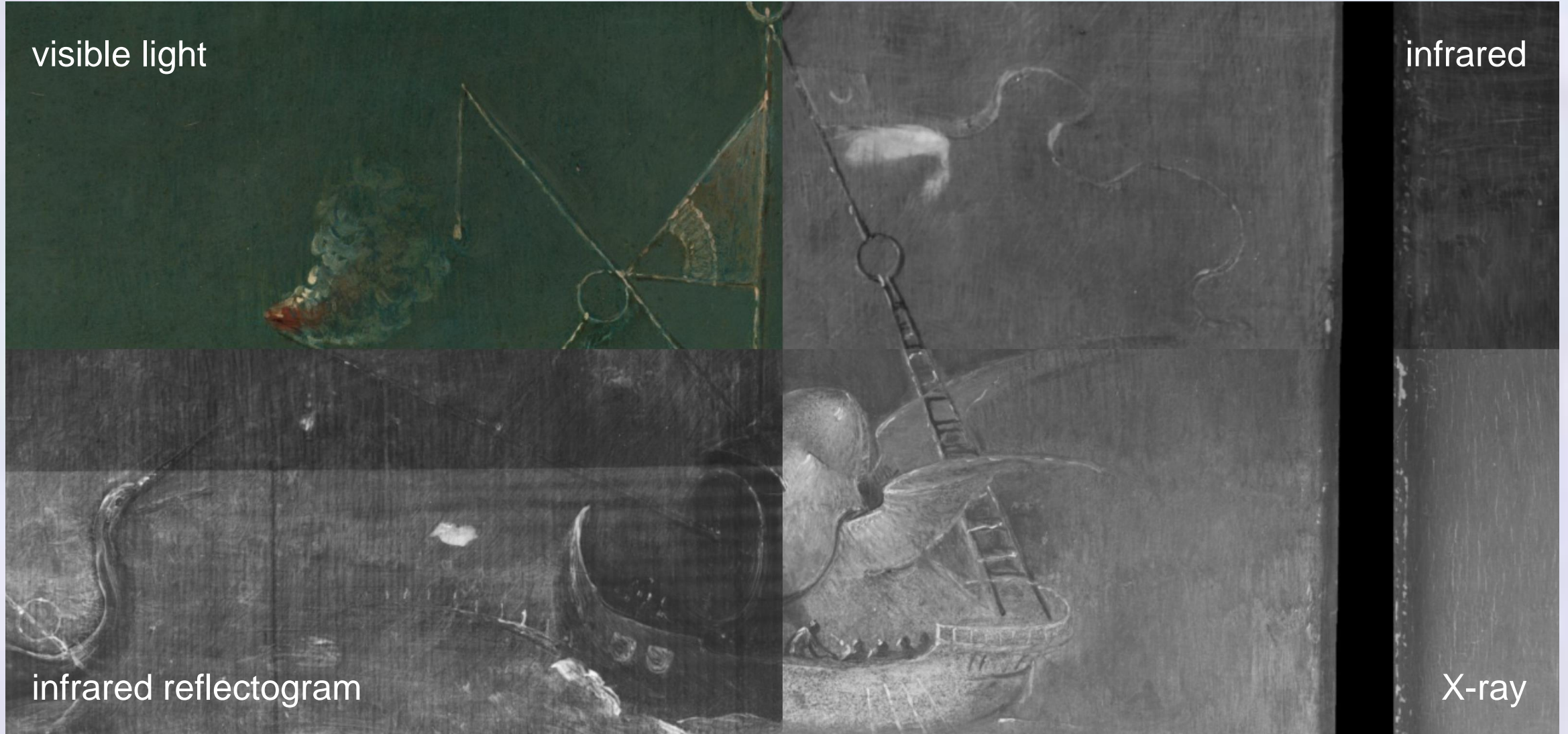
optical

mid-infrared

gamma ray

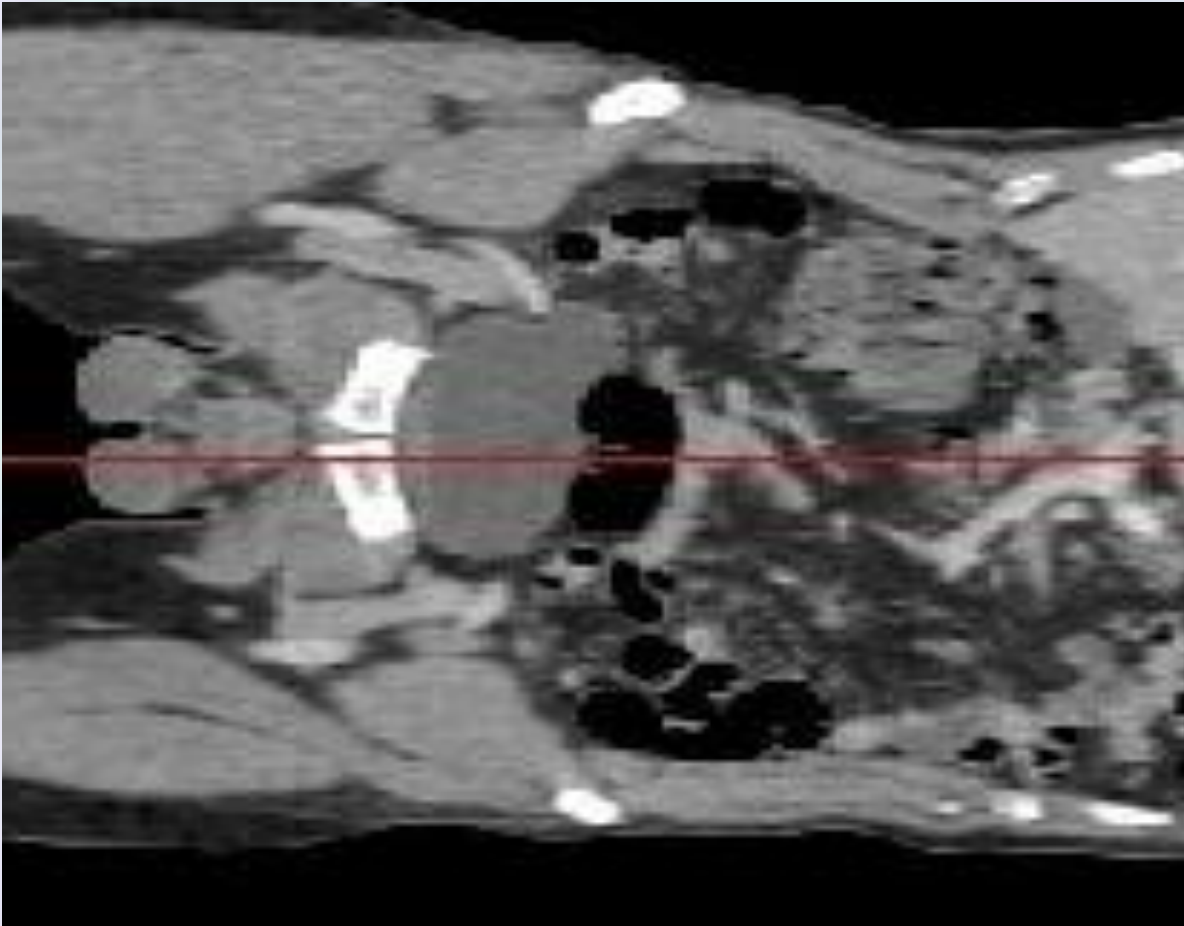
# Motivation

<http://boschproject.org>

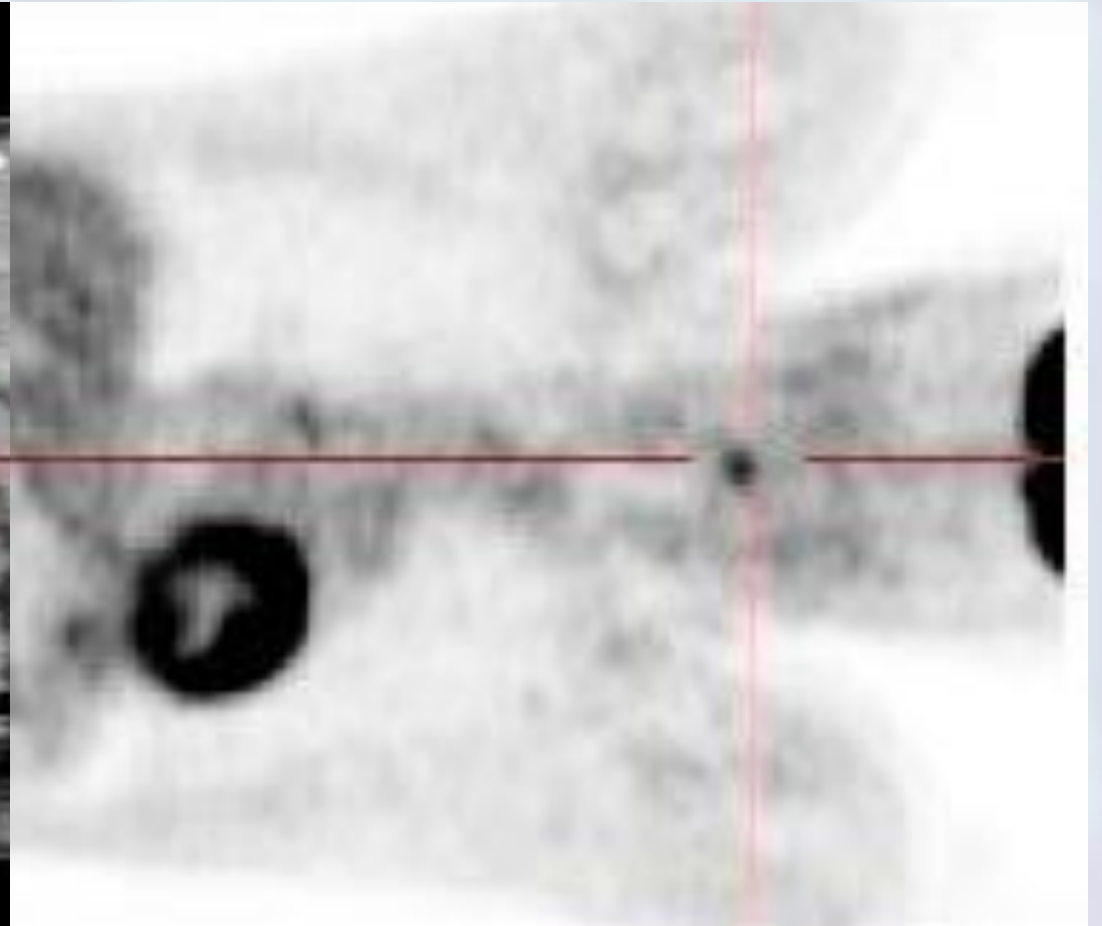


# Motivation

Röntgenbild

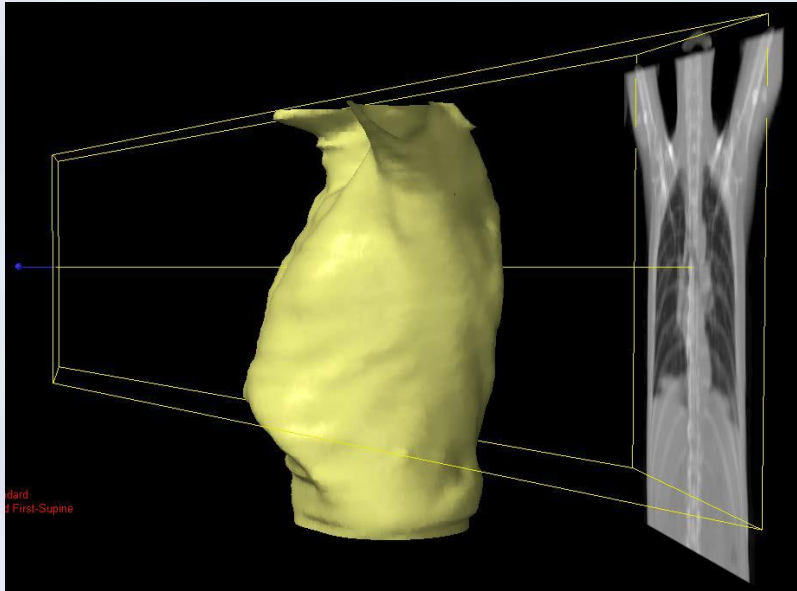


PET-Bild

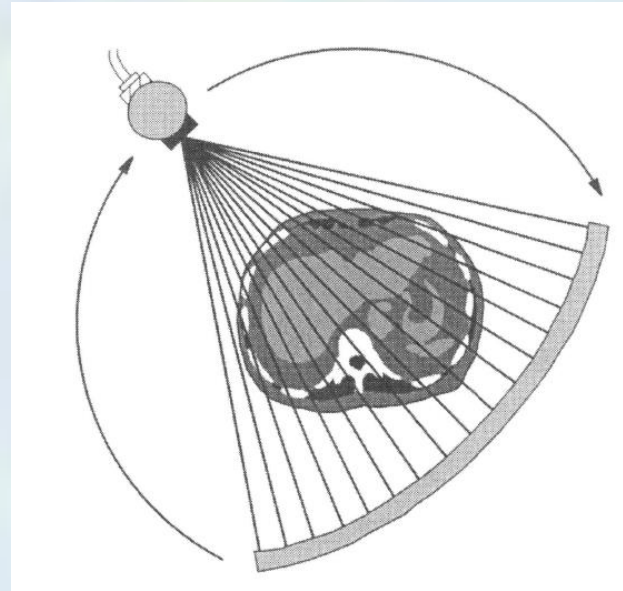




# Computertomographie (CT)



klassisches Röntgenbild



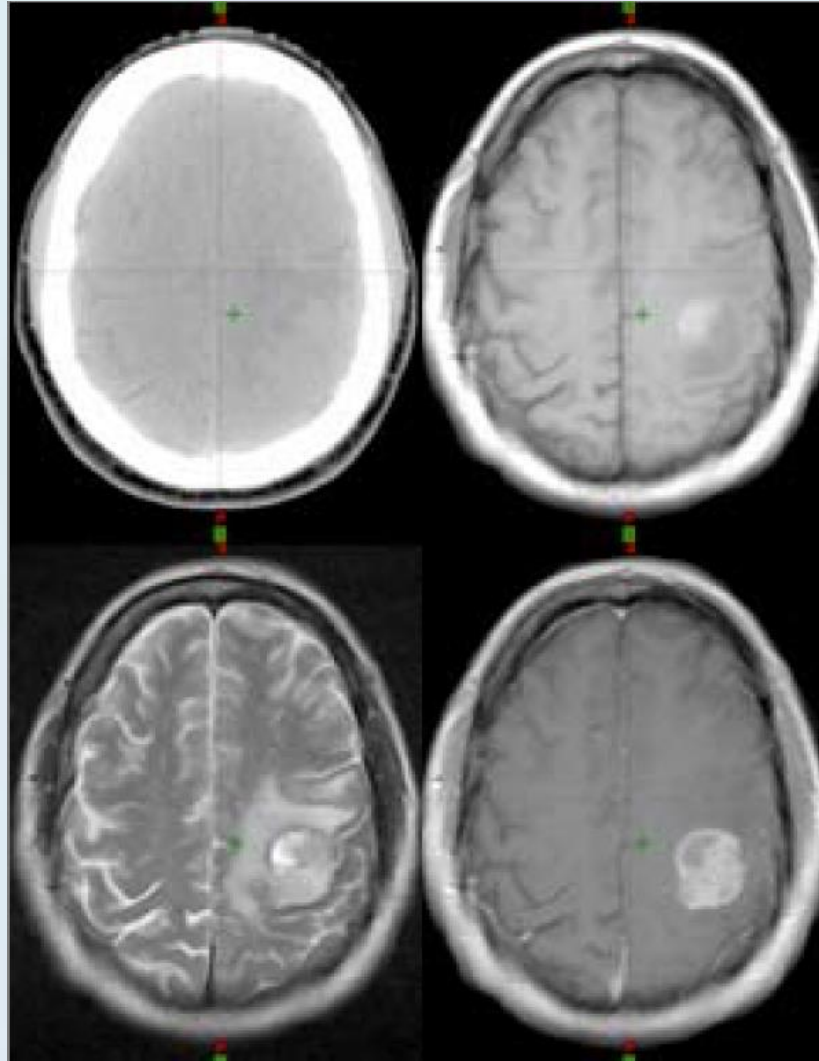
CT Scan



CT Bild

# Magnetresonanztomographie (MRT)

CT

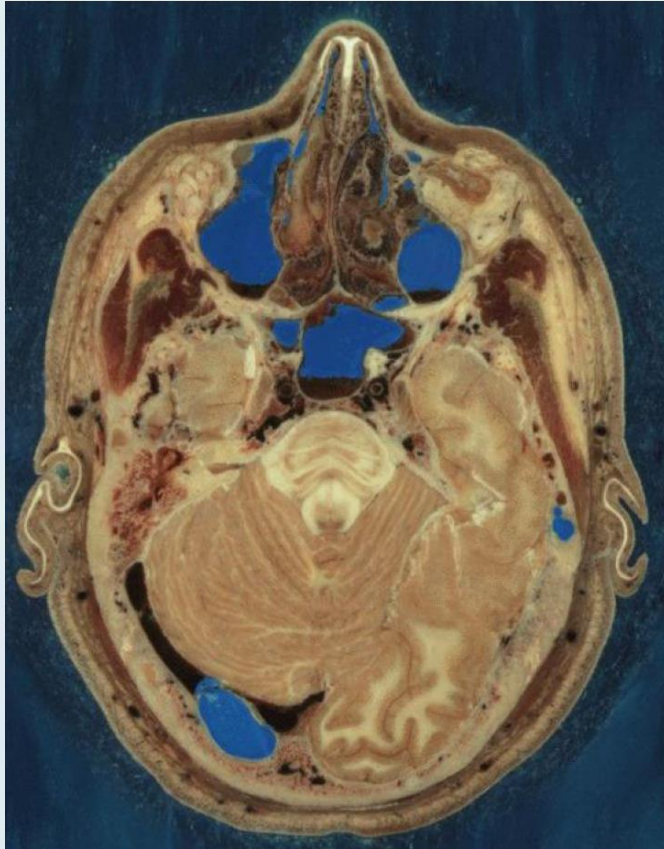


T1-gewichtetes MRT

T2-gewichtetes MRT

Protonen-gewichtetes MRT

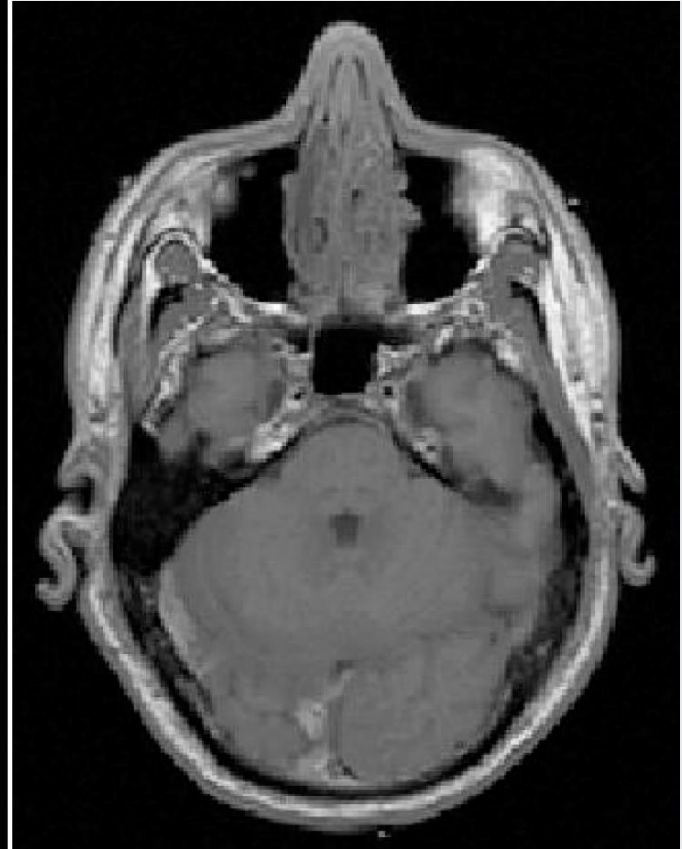
# Vergleich verschiedener Bildgebungsverfahren



Querschnitt



CT

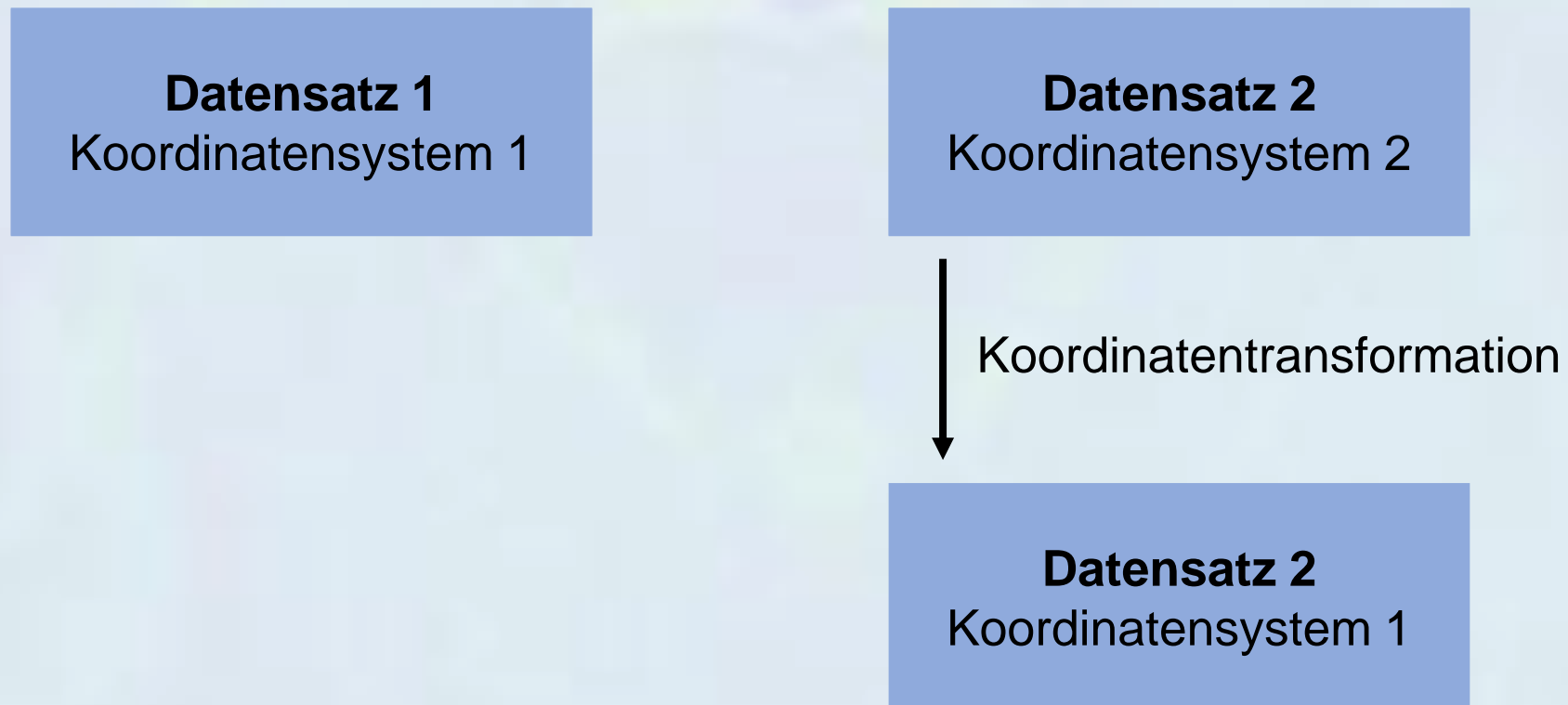


MRT



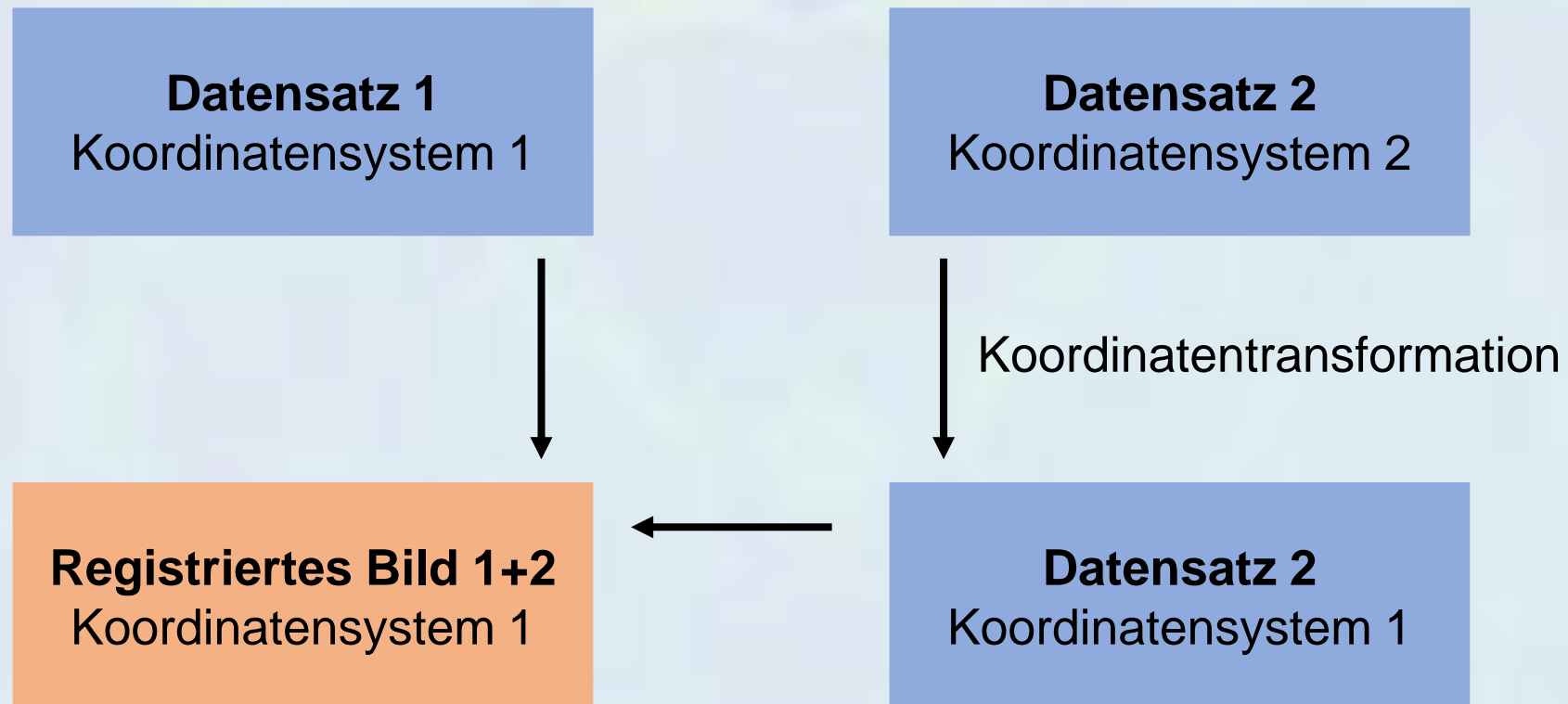
# Bildregistrierung

Aufeinanderlegen von Bildinformationen aus unterschiedlichen Daten in gemeinsames Koordinatensystem



# Bildregistrierung

Aufeinanderlegen von Bildinformationen aus unterschiedlichen Daten in gemeinsames Koordinatensystem



# Bildregistrierung

$$\bar{u} = \arg \min (c(u))$$

Diagram illustrating the components of the image registration equation:

- $\bar{u}$ : optimierte Transformation
- $\arg \min$ : Optimierungsalgorithmus
- $c$ : Metrik
- $u$ : Transformation

1. Wahl einer Transformation von Bild 2 auf Bild 1
2. Metrik: Bewertung der Transformation  
ideal: minimaler Wert
3. Optimierung des Metrikwerts durch Veränderung der Transformation



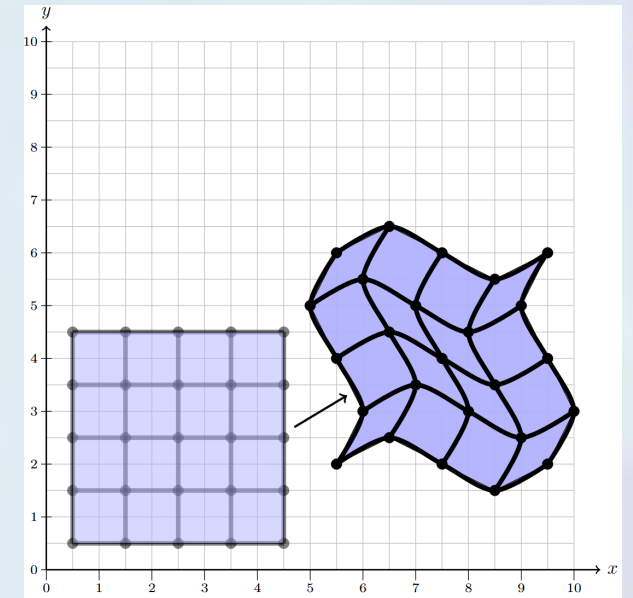
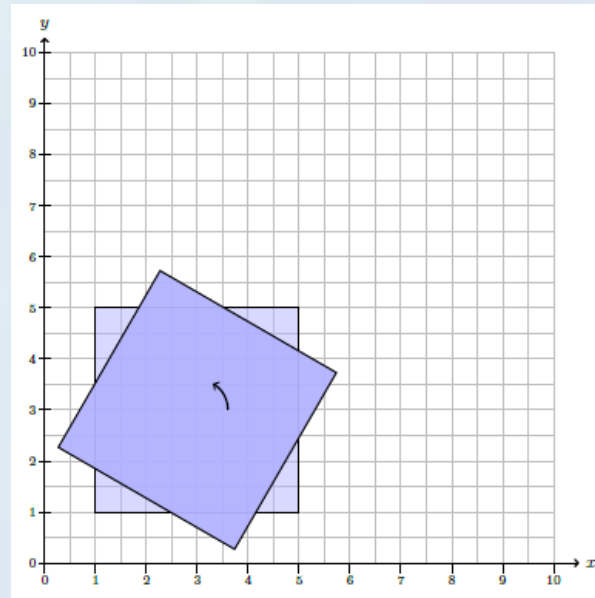
# Bildregistrierung: Bildtransformation

Transformation von  
Bildintensitäten

globale  
Transformation  
Transformationsmatrix

geometrische  
Transformation

lokale  
Transformation  
Transformationsfeld



# Bildregistrierung: Metriken

## landmarkenbasiert

- signifikante Positionen



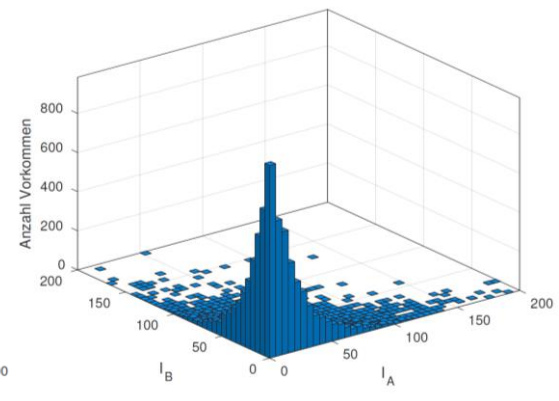
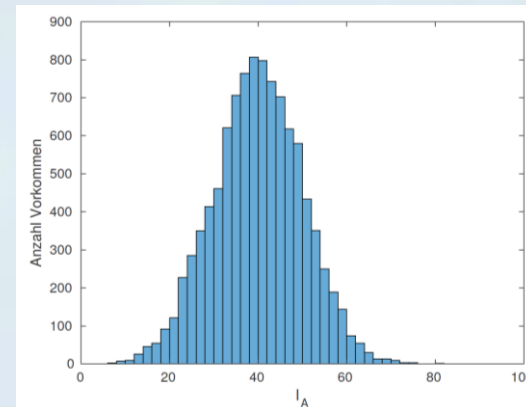
## MSD-Metrik

- direkter Vergleich von Intensitäten
- monomodale Aufnahmen

## intensitätsbasiert

## MI-Metrik

- statistische Informationen über Intensitäten
- multimodale Aufnahmen



# Bildregistrierung

$$\bar{u} = \arg \min (c(u))$$

Diagram illustrating the components of the image registration equation:

- $\bar{u}$ : optimierte Transformation
- $\arg \min$ : Optimierungsalgorithmus
- $c$ : Metrik
- $u$ : Transformation

1. Wahl einer Transformation von Bild 2 auf Bild 1
2. Metrik: Bewertung der Transformation  
ideal: minimaler Wert
3. Optimierung des Metrikwerts durch Veränderung der Transformation



# Versuchsteil 1: 2D monomodale Registrierung

Bildaufnahme



Registrierung  
mithilfe von  
Matlab, MSD-  
Metrik

registriertes Bild



# Versuchsteil 1: 2D monomodale Registrierung

Bildaufnahme



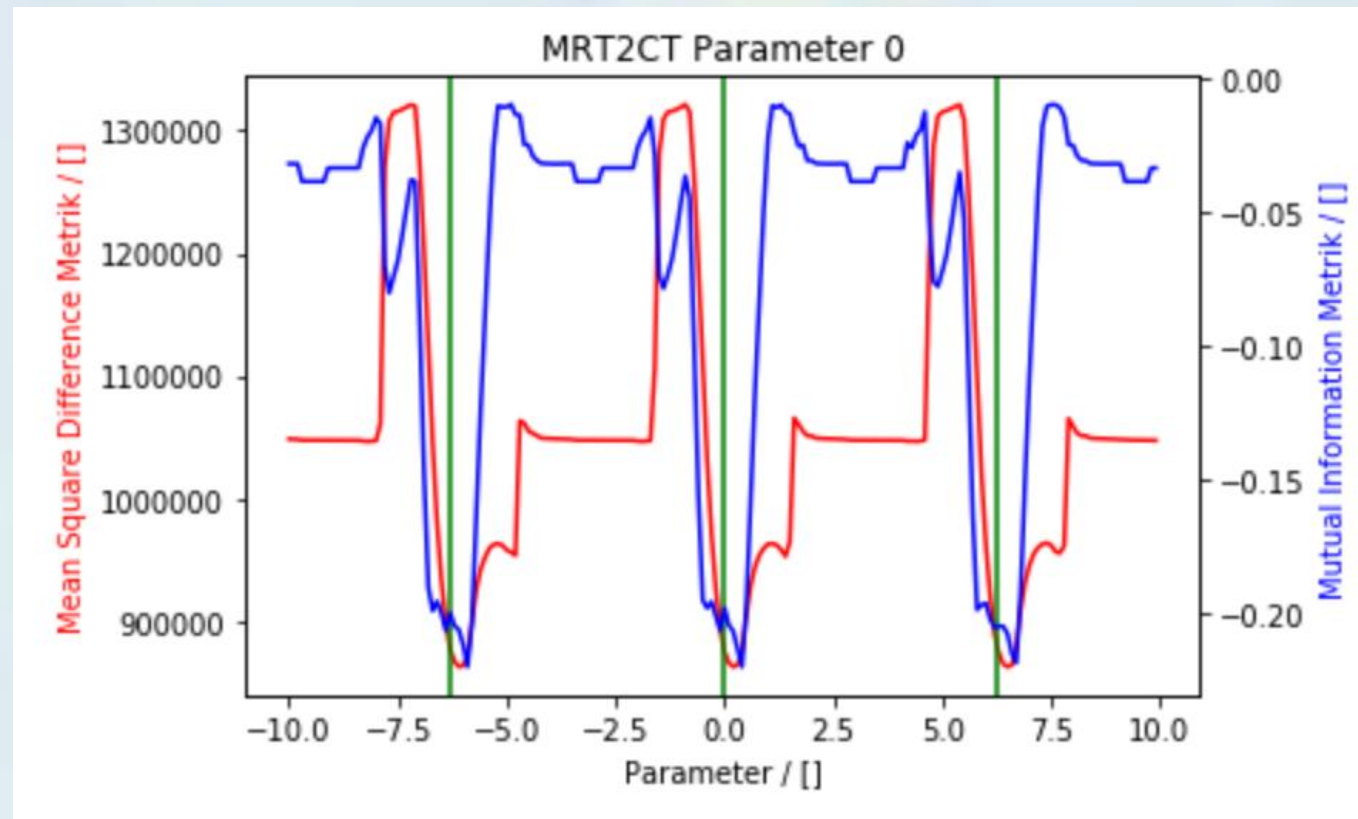
Registrierung  
mithilfe von  
Matlab, MSD-  
Metrik

registriertes Bild



# Versuchsteil 2: Vergleich von Metriken

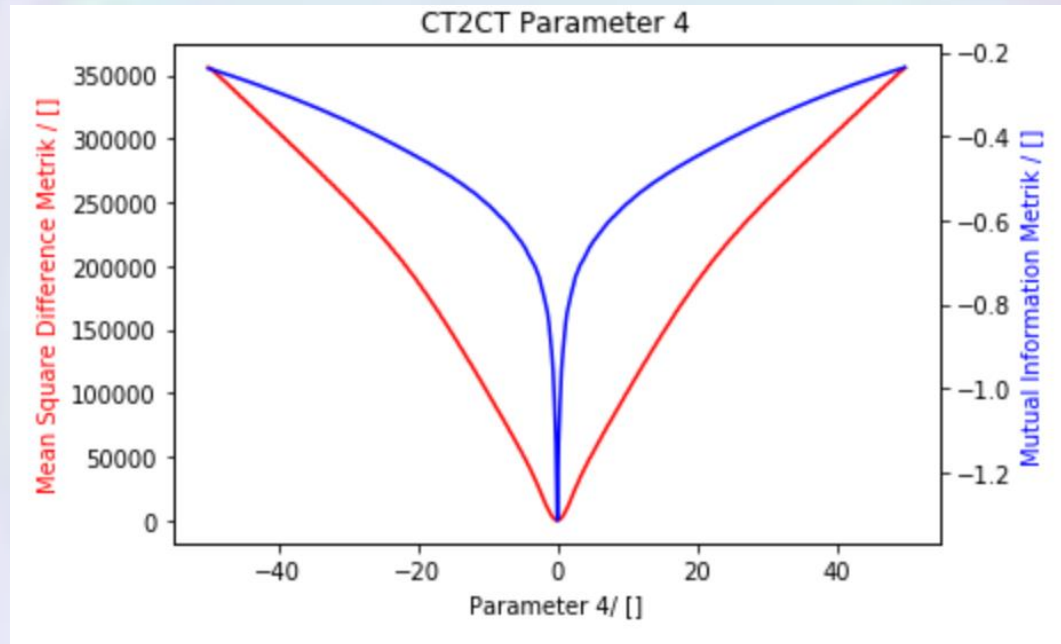
Identifikation der Parameter:



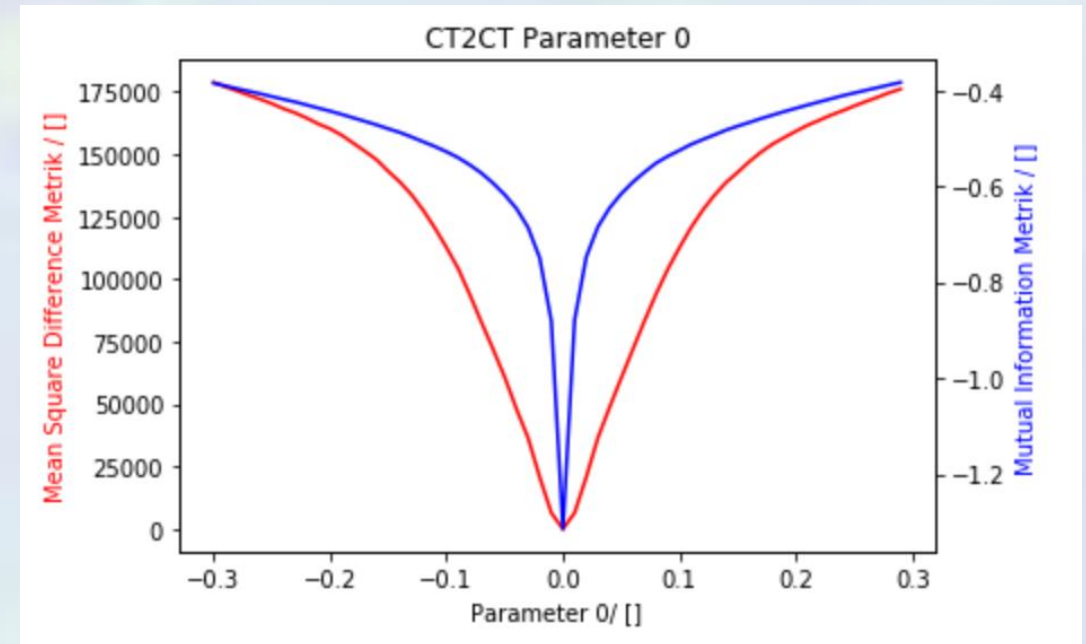


# Versuchsteil 2: Vergleich von Metriken

monomodaler Fall (CT zu CT):



Translation

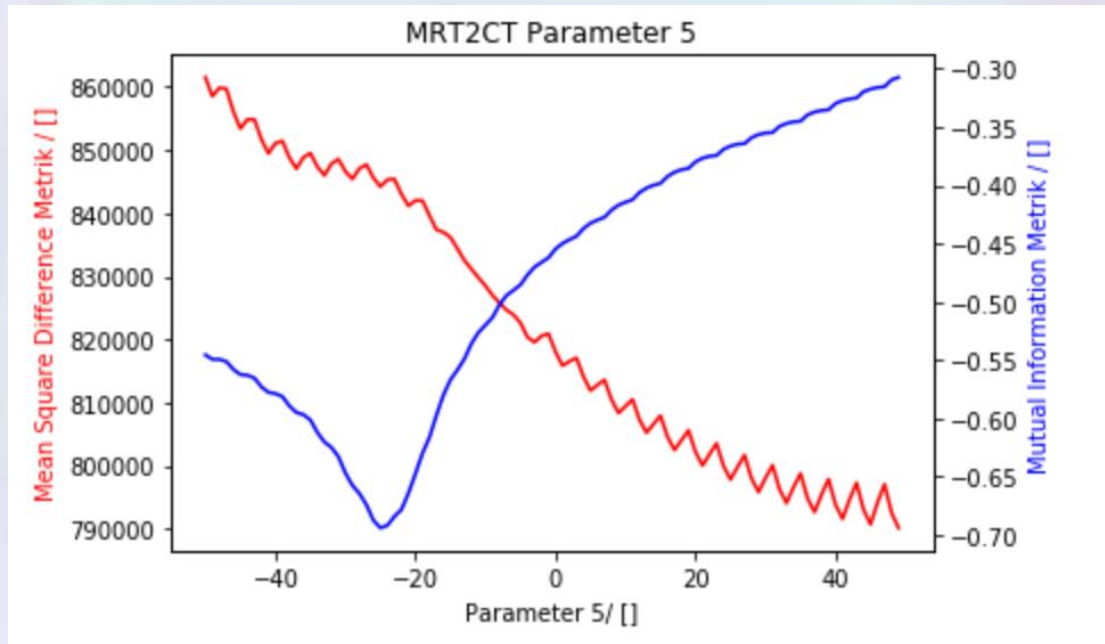


Rotation

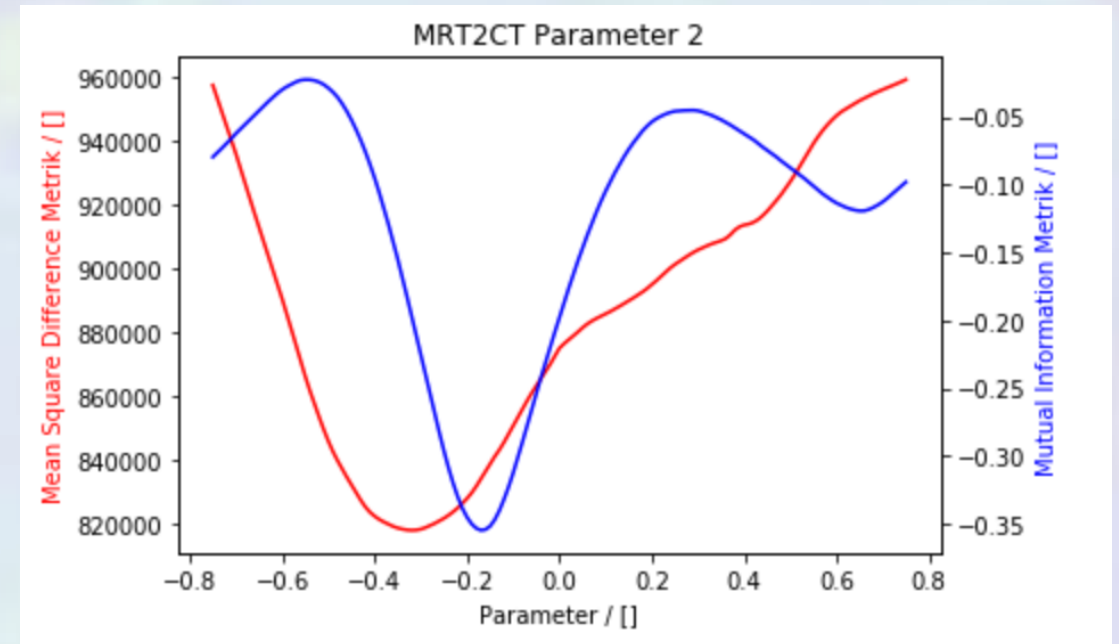
Minima stellen die optimalen Transformationen dar

# Versuchsteil 2: Vergleich von Metriken

multimodaler Fall (MRT zu CT):



Translation

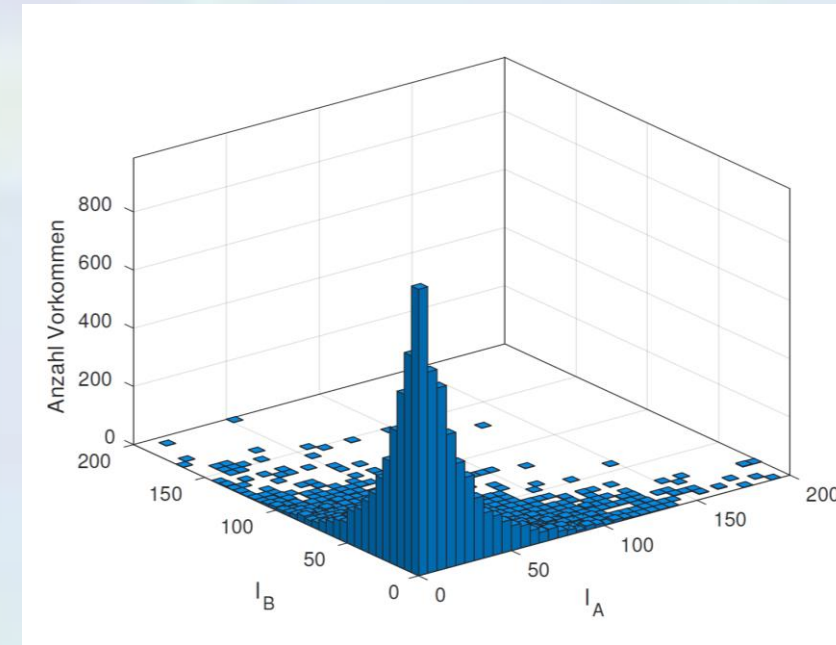
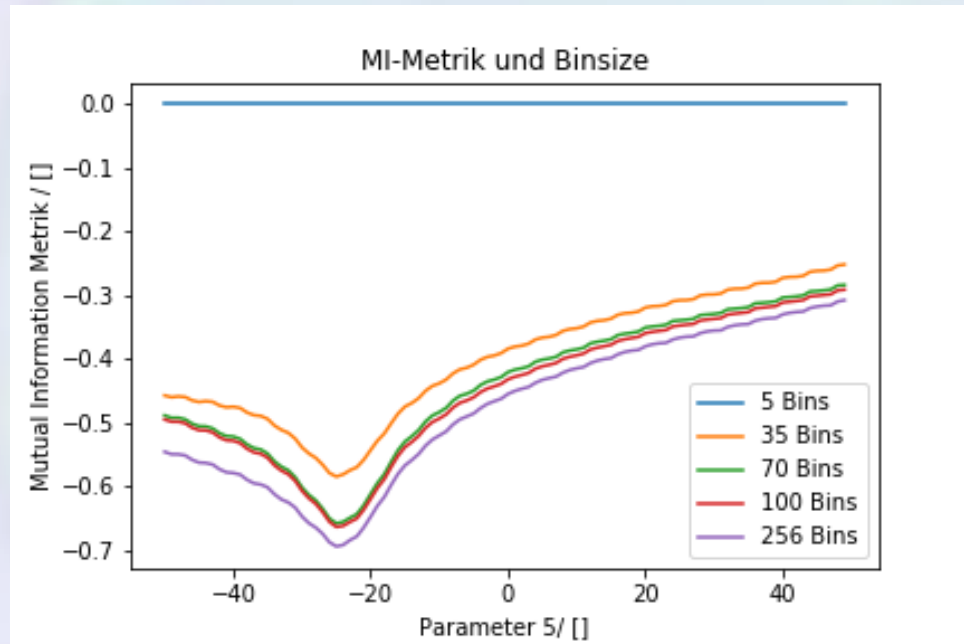


Rotation

Minima stellen die optimalen Transformationen dar

# Versuchsteil 2: Vergleich von Metriken

Bin size:



MI-Metrik

- zu wenig Bins: keine Aussage mehr möglich
- zu viele Bins: ebenfalls keine Aussage möglich



# Versuchsteil 3: Rigide 3D-Registrierung

- globale Transformation: 1 Transformationsmatrix, 6 Freiheitsgrade
- Mutual Information Metrik, da multimodaler Fall
- Quasi-Newton-Optimierer
- Registrierung in Schritten
  - Anzahl der Auflösungen
  - Verringerung der Auflösung
  - Glättungsparameter
- Reduktion der Datenmenge
  - Sampling Rate
  - Sampling Strategy

# Versuchsteil 3: Rigide 3D-Registrierung

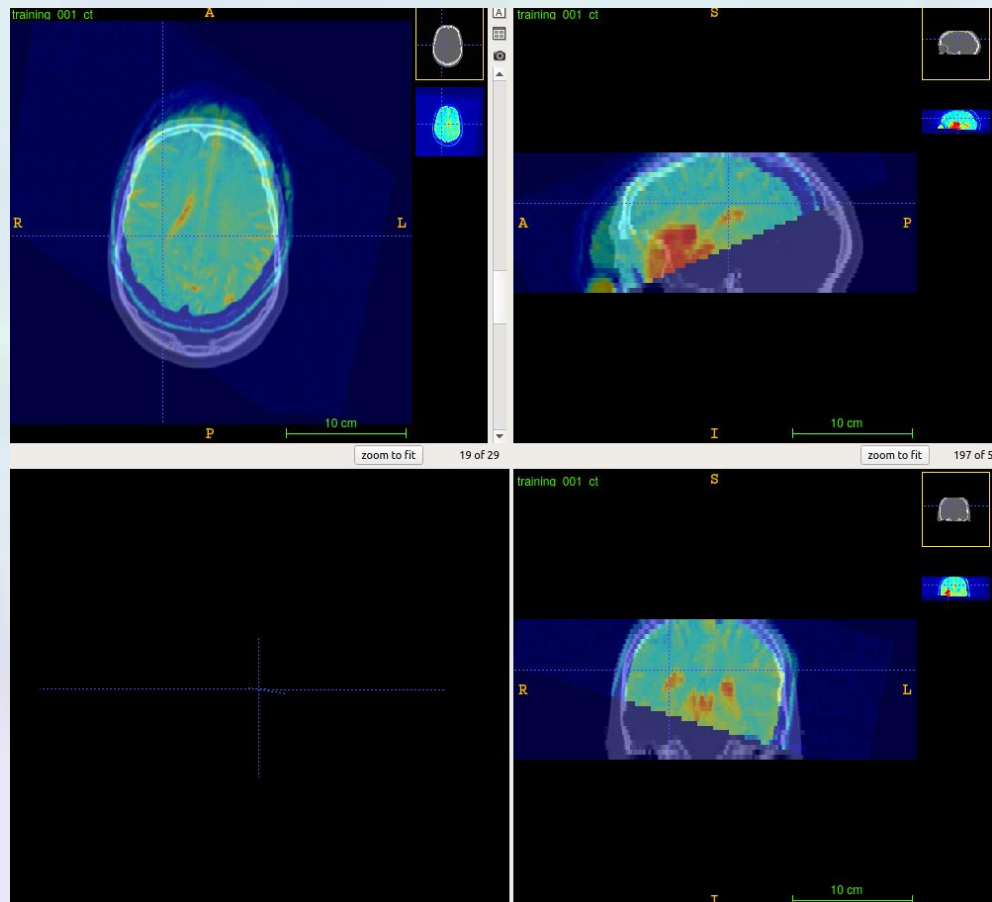
Parameter der Transformation:

- Anzahl der Auflösungen
- Verringerung der Auflösung
- Glättungsparameter
- Sampling Rate
- Sampling Strategy

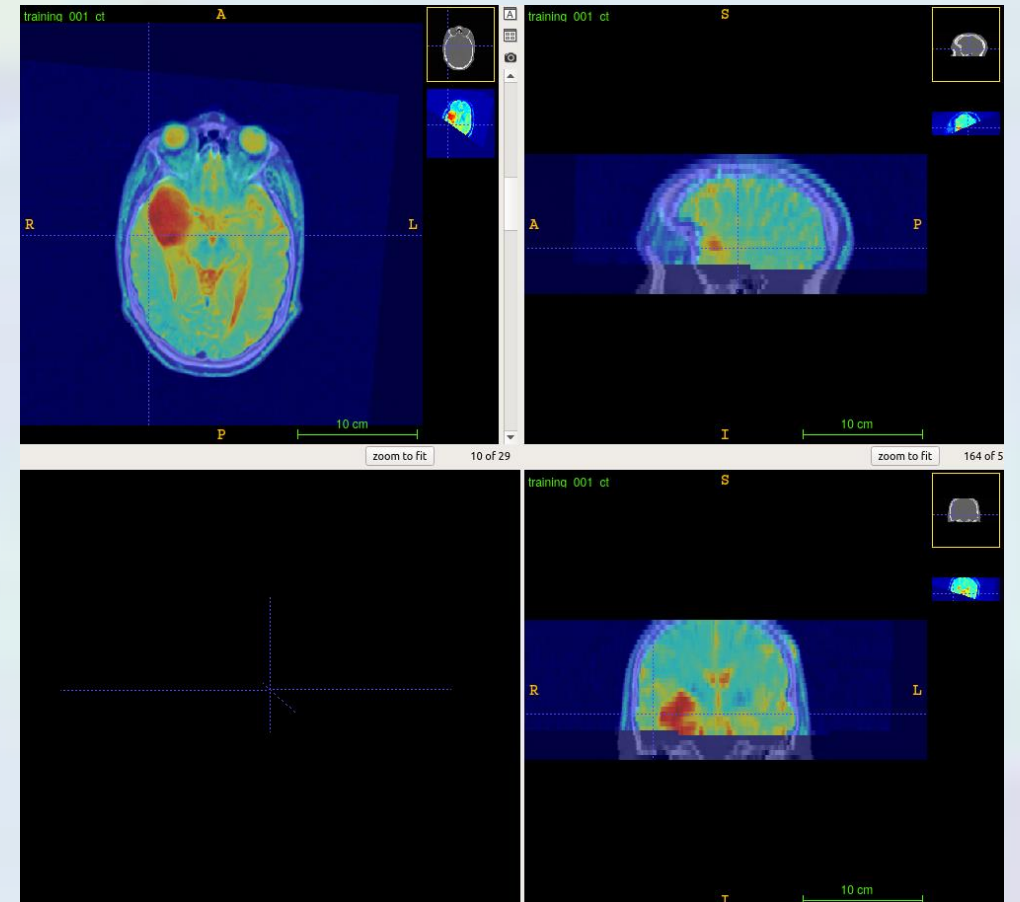
→ Einstellung der Parameter an Trainingsdaten

# Versuchsteil 3: Rigide 3D-Registrierung

misslungene Registrierung  
(Optimierer findet lokales Minimum)



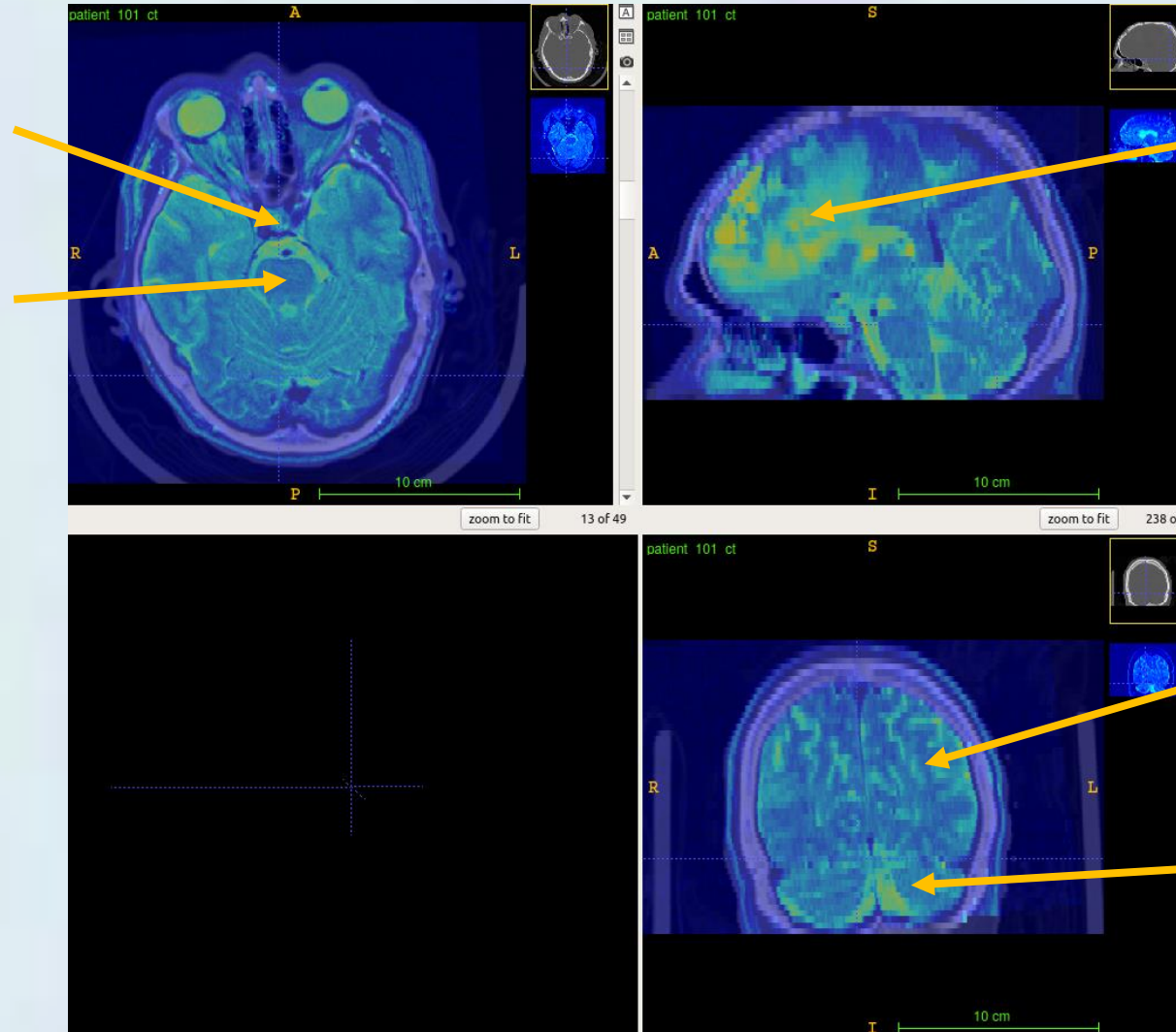
gelungene Registrierung  
(Optimierer findet globales Minimum)



# Versuchsteil 3: Rigide 3D-Registrierung

Chiasma opticum  
(Kreuzung einiger  
Sehnervenfasern)

Pons  
(enthält Hirnnervenkerne)



Frontallappen  
(motorische Funktionen,  
Persönlichkeit)

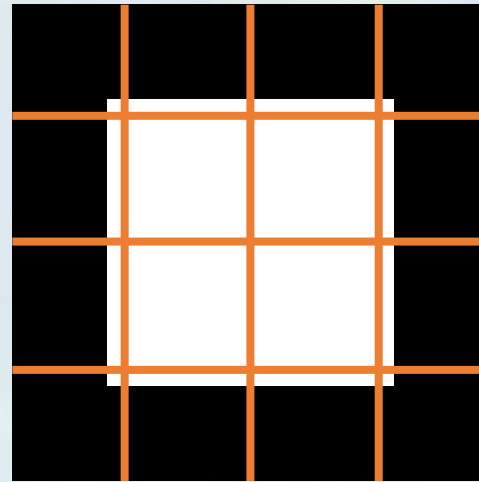
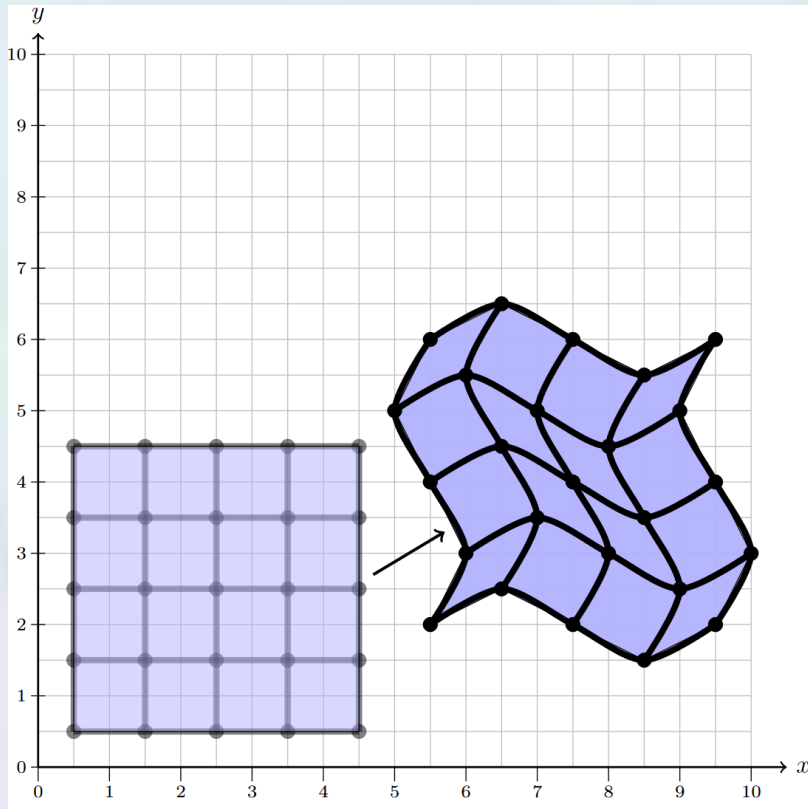
Parietallappen  
(Verarbeitung sensorischer  
Informationen)

Kleinhirn  
(Steuerung Motorik)



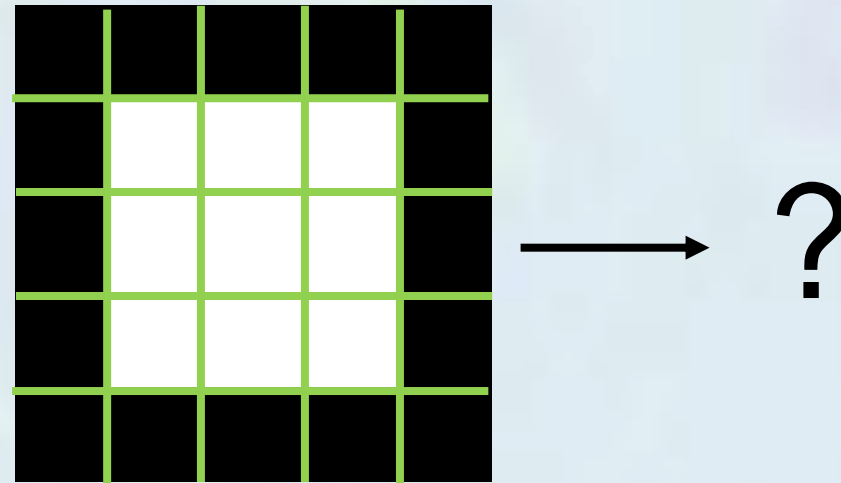
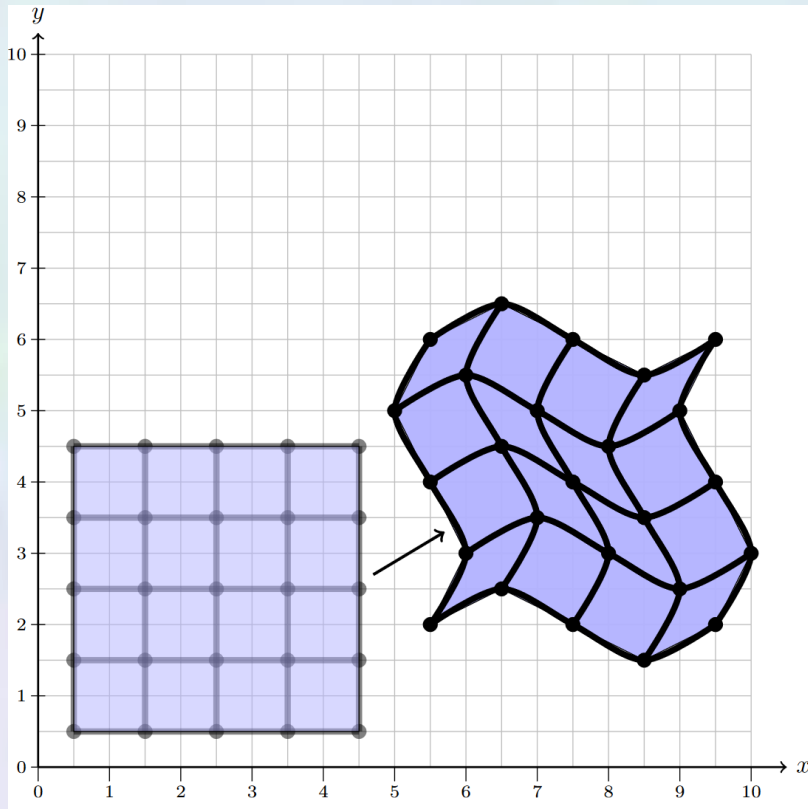
# Versuchsteil 4: Deformierbare Registrierung

Transformationsfeld einer  
deformierbaren Registrierung



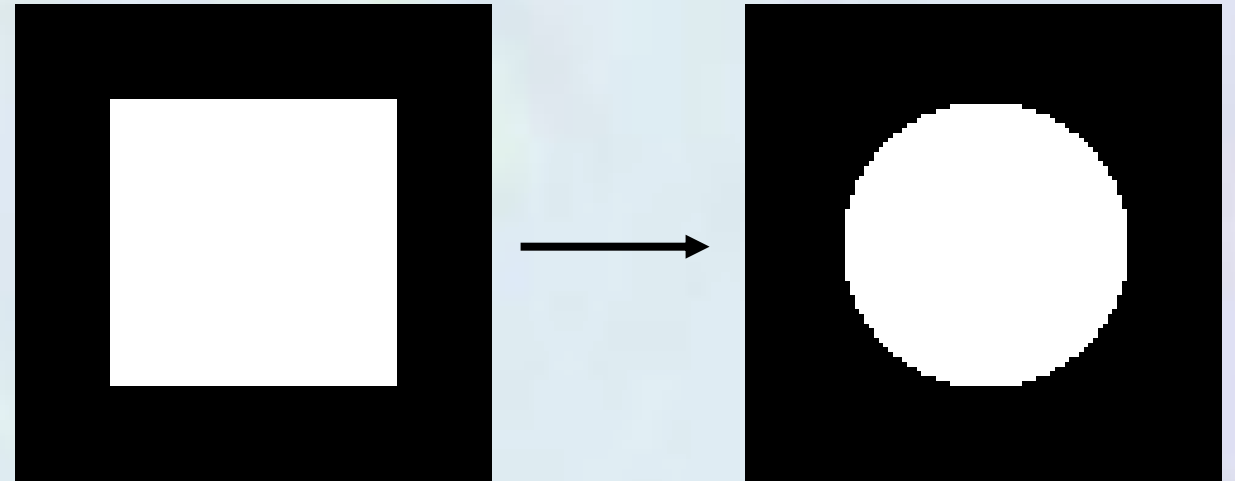
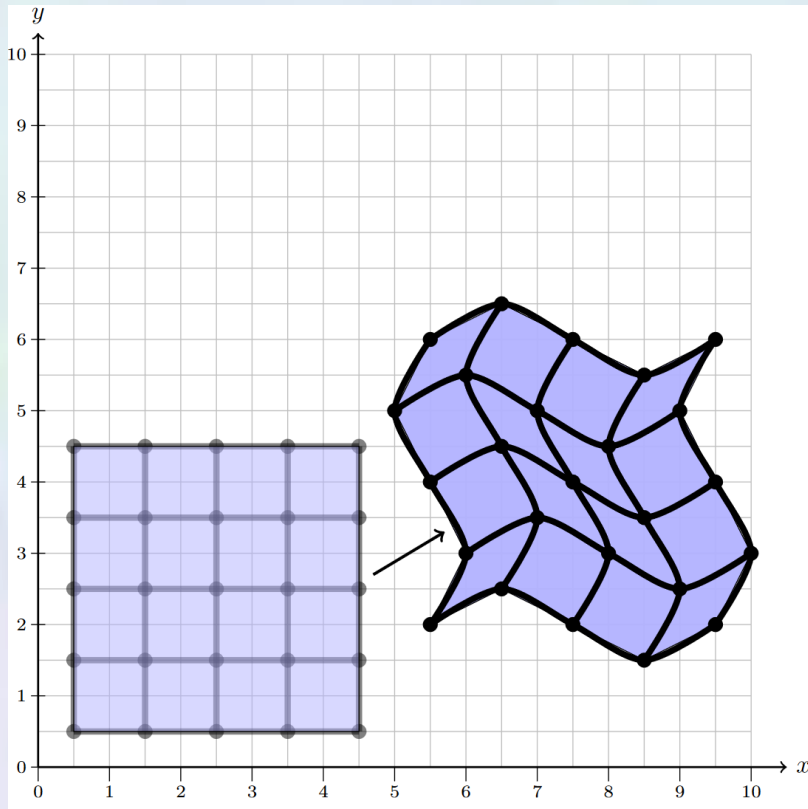
# Versuchsteil 4: Deformierbare Registrierung

Transformationsfeld einer  
deformierbaren Registrierung

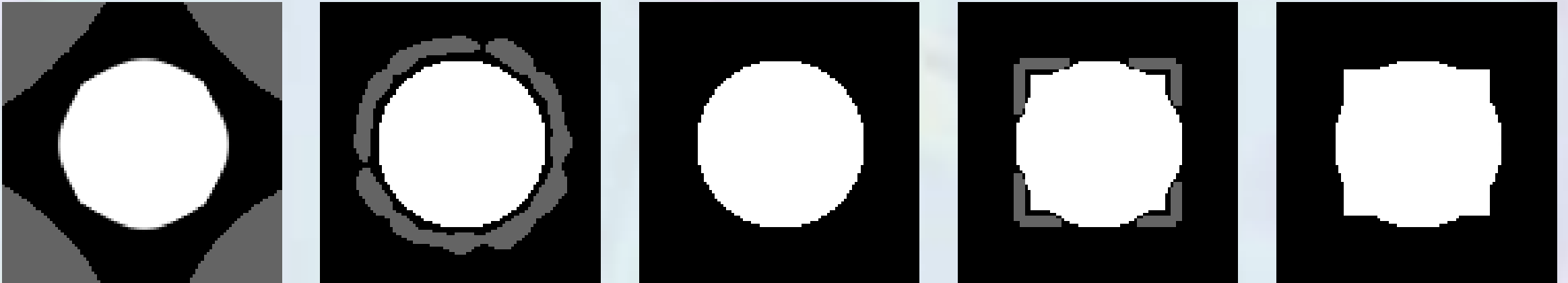


# Versuchsteil 4: Deformierbare Registrierung

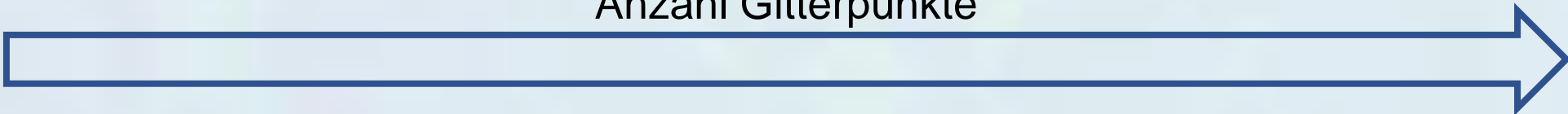
Transformationsfeld einer  
deformierbaren Registrierung



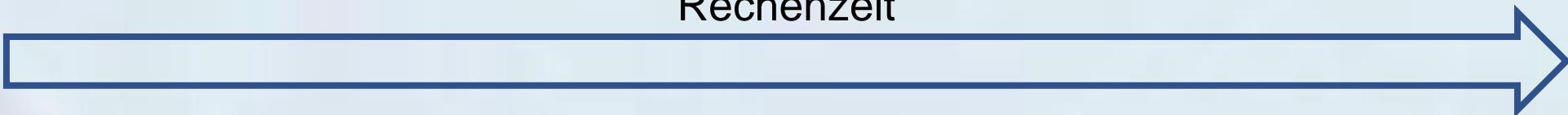
# Versuchsteil 4: Deformierbare Registrierung



Anzahl Gitterpunkte

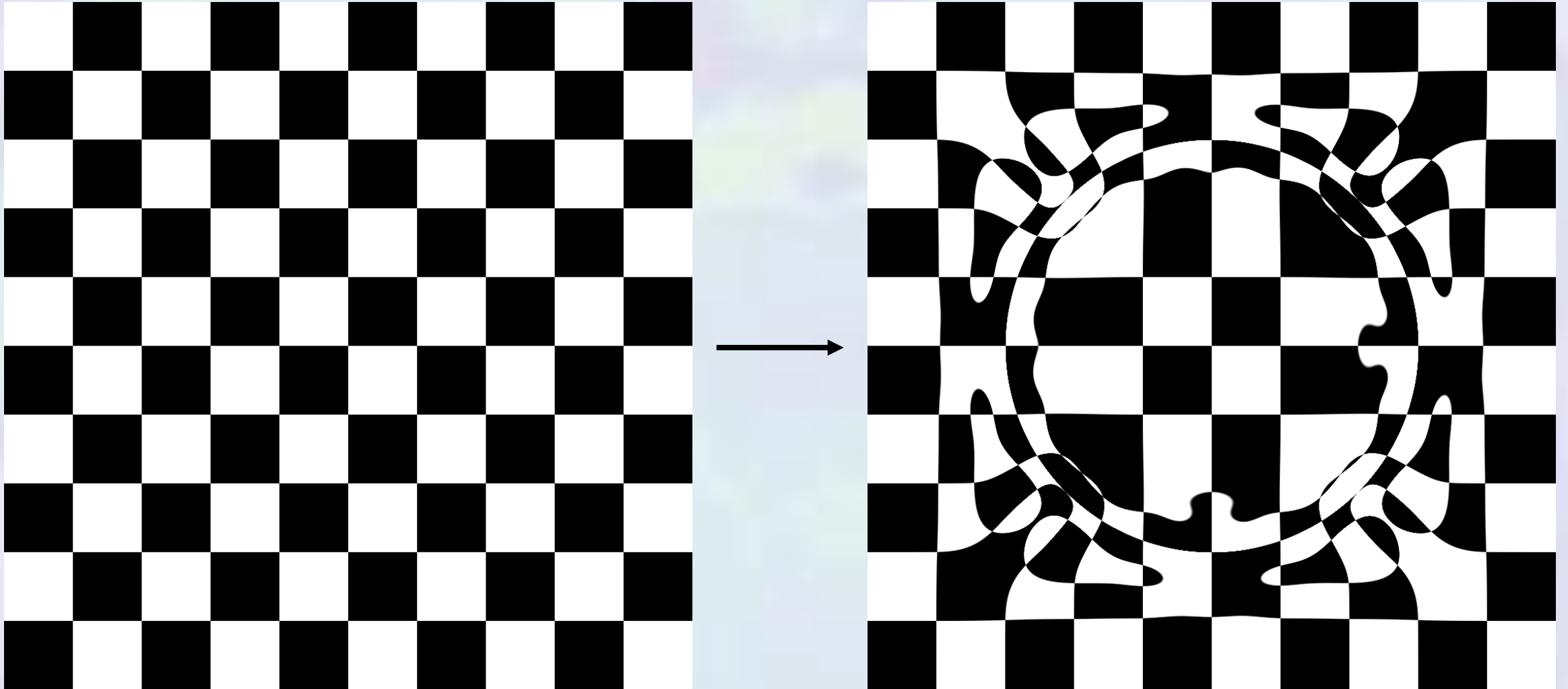


Rechenzeit

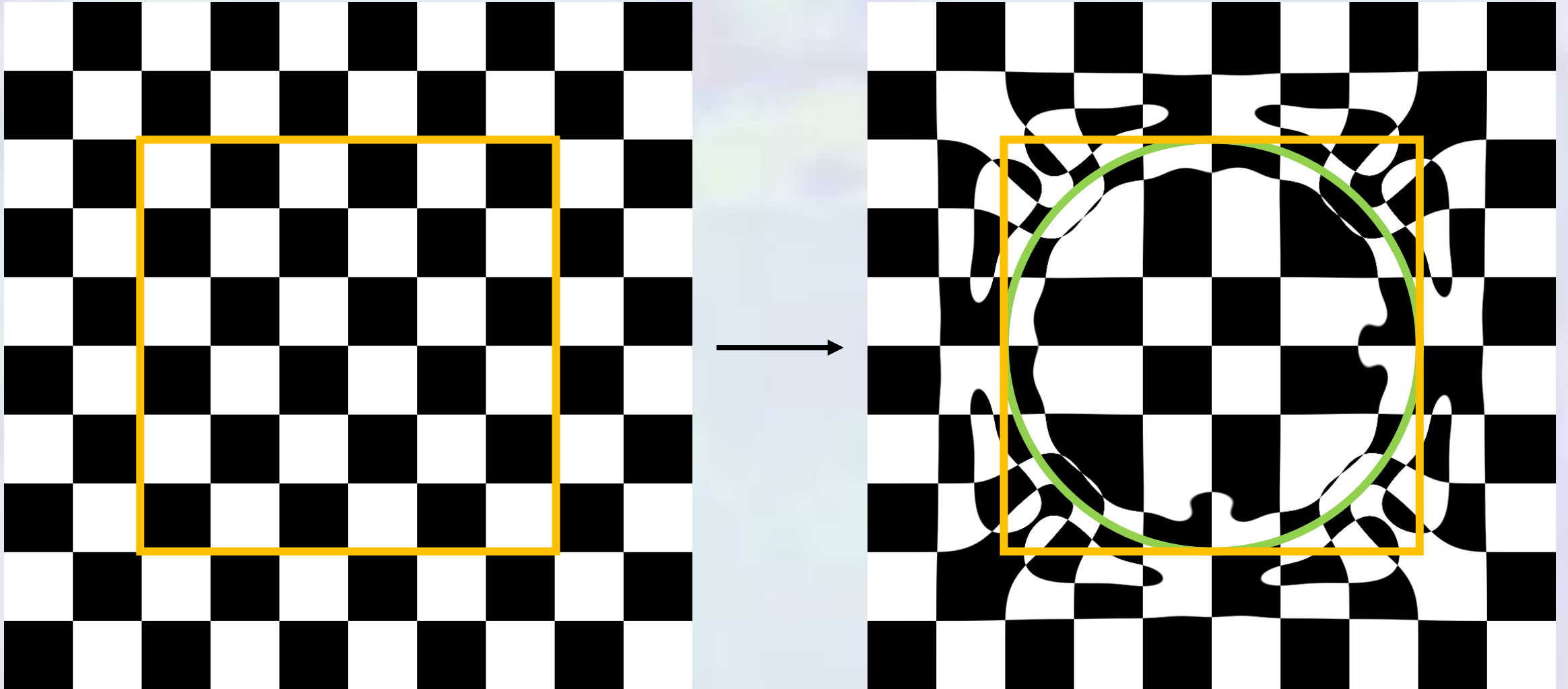




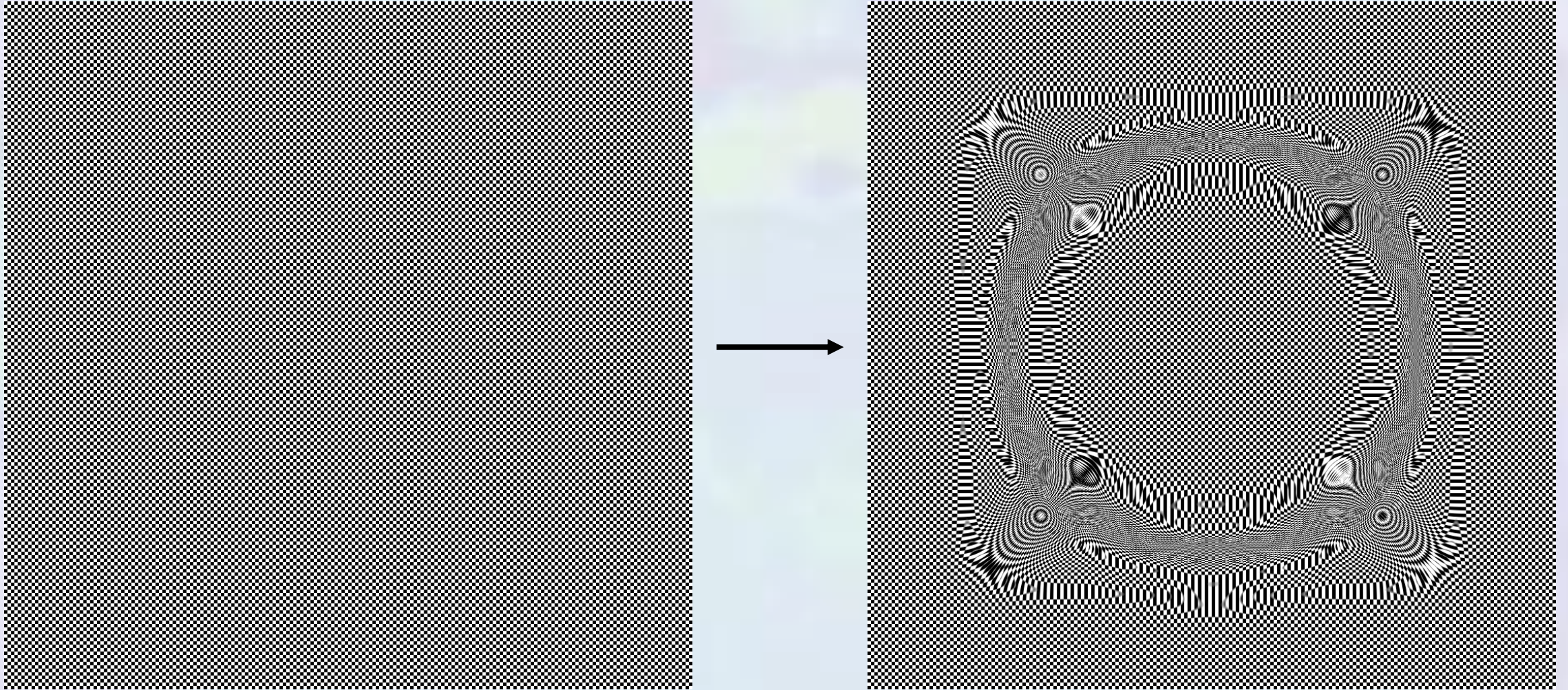
# Versuchsteil 4: Deformierbare Registrierung



# Versuchsteil 4: Deformierbare Registrierung



# Versuchsteil 4: Deformierbare Registrierung



# Zusammenfassung

- Multimodale Bildanalyse ist für die medizinische Diagnostik wichtig
- Registrierungsalgorithmus:
  1. Wahl einer Transformation von Bild 2 auf Bild 1
  2. Metrik: Bewertung der Transformation
  3. Optimierung des Metrikwerts durch Veränderung der Transformation
- MSD-Metrik für monomodale Registrierungen, MI-Metrik für multimodale Registrierungen
- Einstellung der Parameter bei einer rigiden globalen Transformation wichtig für eine erfolgreiche Registrierung
- Deformierbare Registrierung: Anzahl und Lage der Gitterpunkte entscheidend



# Abbildungsverzeichnis

Folie 2: <https://www.google.de/maps/place/Heidelberg/>

Folie 3: <http://www.gymnasium-wasserburg.de/de/unterricht/physik/astronomie/astroausstellung>

Folie 4: [http://boschproject.org/#/artworks/The\\_Temptation\\_of\\_Saint\\_Anthony\\_MNAA](http://boschproject.org/#/artworks/The_Temptation_of_Saint_Anthony_MNAA)

Folie 5: <https://de.wikipedia.org/wiki/Bildregistrierung#/media/Datei:CT-PET.jpg>

Folie 6: A.Kerr: „X-ray Computed Tomography“, Vorlesungsfolien, unveröffentlicht, 2019.

Folie 7: J.Schreiner: „MR“, Vorlesungsfolien, unveröffentlicht, 2019.

Folie 8: [https://www.nlm.nih.gov/research/visible/visible\\_human.html](https://www.nlm.nih.gov/research/visible/visible_human.html)

Folie 12,13,19,24,25,26: Praktikumsanleitung

Vielen Dank an René Austermühl für die tolle Betreuung während des Versuchs!

# Zusammenfassung

- Multimodale Bildanalyse ist für die medizinische Diagnostik wichtig
- Registrierungsalgorithmus:
  1. Wahl einer Transformation von Bild 2 auf Bild 1
  2. Metrik: Bewertung der Transformation
  3. Optimierung des Metrikwerts durch Veränderung der Transformation
- MSD-Metrik für monomodale Registrierungen, MI-Metrik für multimodale Registrierungen
- Einstellung der Parameter bei einer rigiden globalen Transformation wichtig für eine erfolgreiche Registrierung
- Deformierbare Registrierung: Anzahl und Lage der Gitterpunkte entscheidend