

Reduzierung des Out-of-Field-of-View Einflusses auf die Event-basierte Bewegungskorrektur von Hirnuntersuchungen in der PET

J. Langner¹, S. Dittrich¹, C. Pötzsch¹, B. Beuthien-Baumann^{2,1}, J. van den Hoff^{1,2}

¹ PET-Zentrum, Institut für Radiopharmazie, Forschungszentrum Dresden-Rossendorf

² Klinik- und Poliklinik für Nuklearmedizin, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden



**Forschungszentrum
Dresden** Rossendorf



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

PET-Zentrum • Jens Langner • www.fzd.de • Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

- Patientenbewegung bei PET-Untersuchungen unvermeidbar
>> Bildartefakte / Auflösungsverlust
- Event-basierte Bewegungskorrektur im Einsatz
>> simultane Akquisition der PET-Listmodedaten und Bewegungsdaten

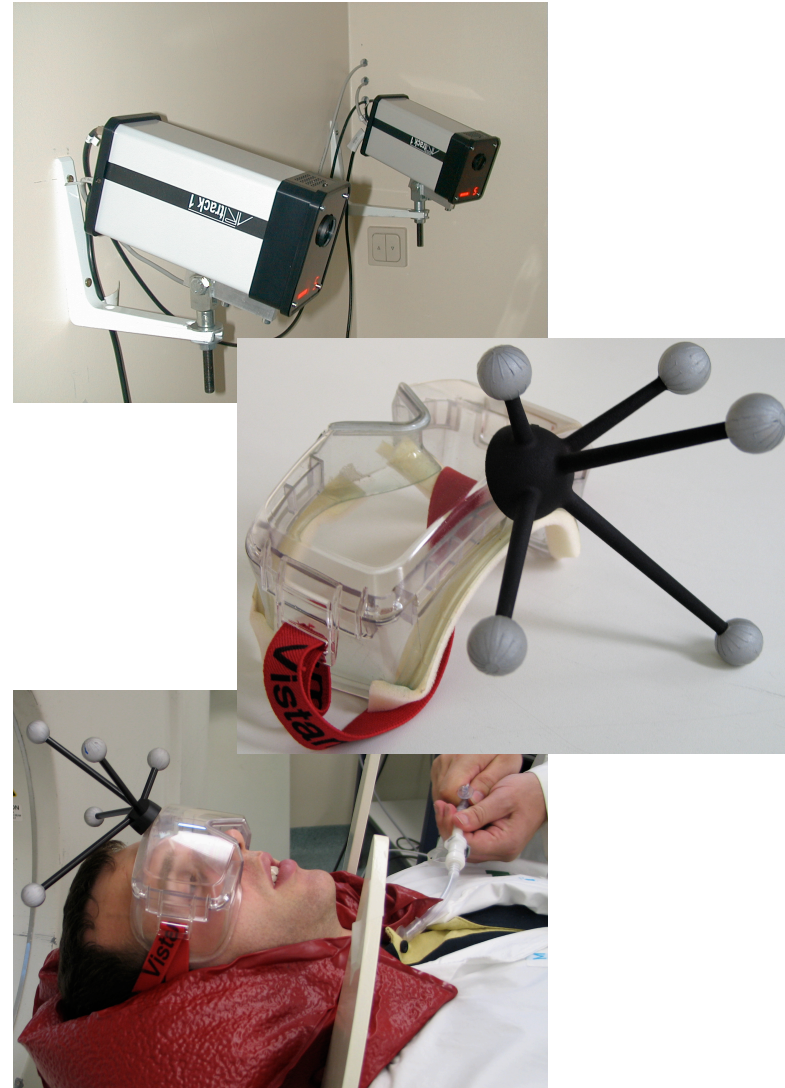
Problem:

- Generierung neuer Bildartefakte durch Anwendung der Bewegungskorrektur

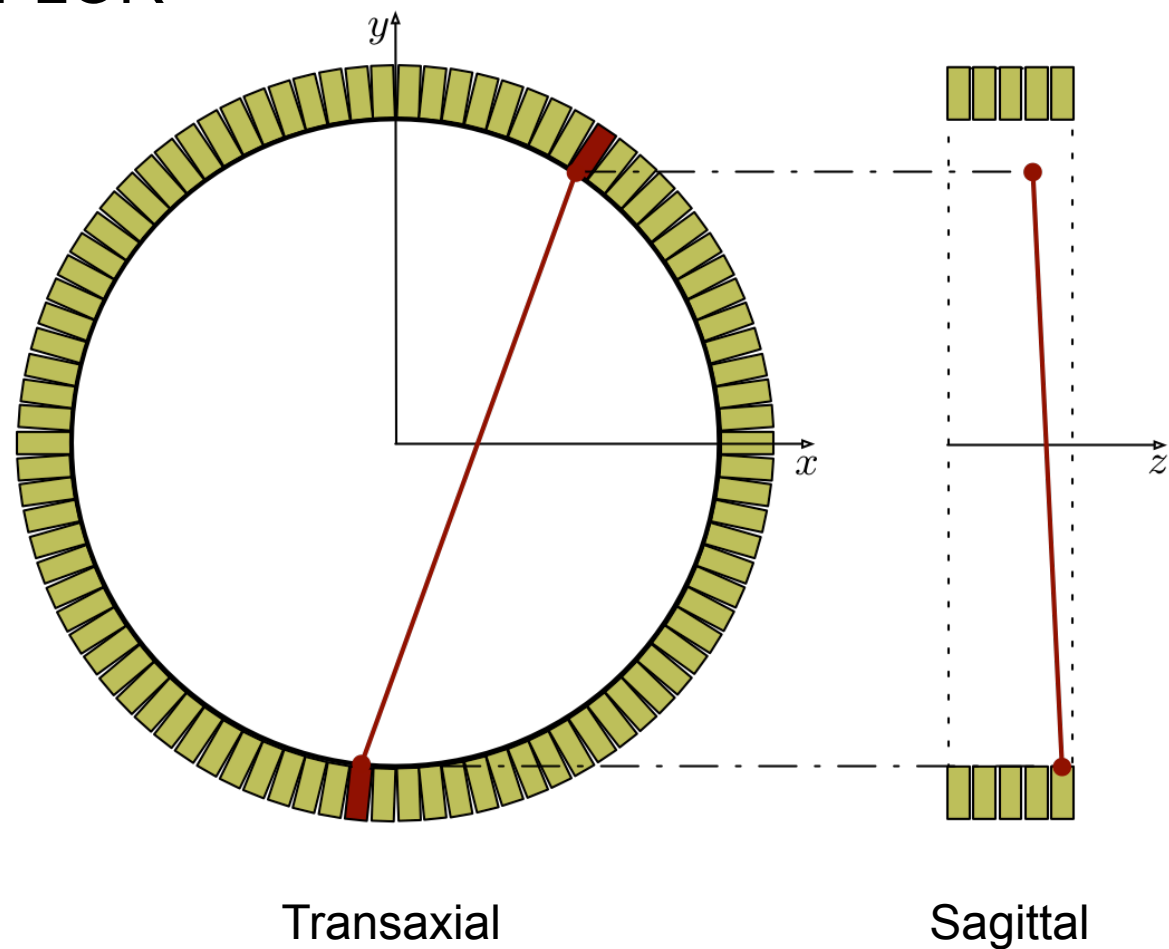
Ziel:

- Minimierung der erzeugten Artefakte

- Externe Bewegungsmessung mit optischem Trackingsystem
- Integrierte Infrarotblitze
- Reflexion durch passive Marker
- Maximale Abtastrate 60Hz,
< 1mm Auflösung
- Ausgabe:
 - 3 Translationsparamater
 - 3 Rotationsparamater



- Aufnahme im *Listmode*-Format
>> Registrierung jeder LOR

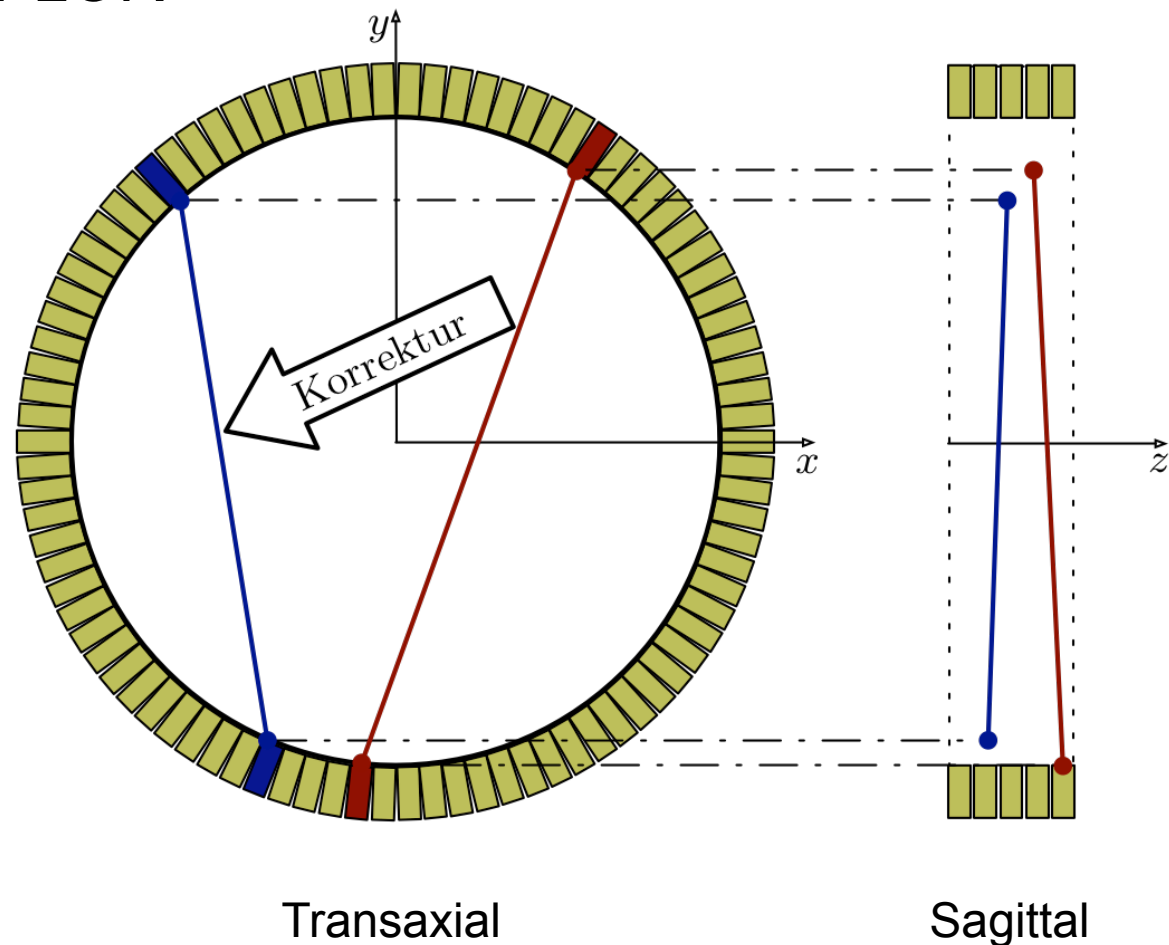


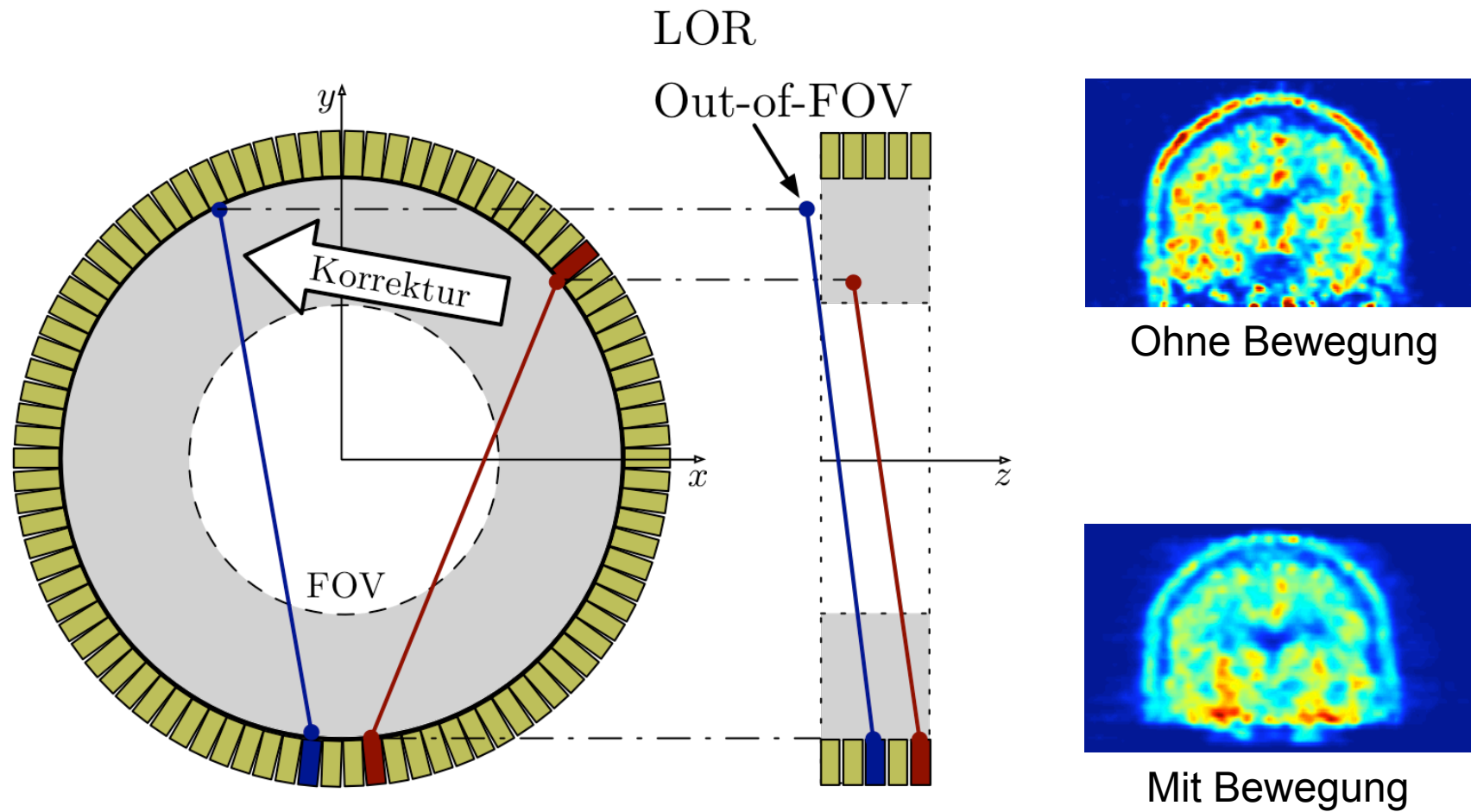
- Aufnahme im *Listmode*-Format
>> Registrierung jeder LOR

- Transformation jeder LOR zu Zeitpunkt $T_R=0$ (Scanstart)

- Einsortieren aller korrigierter LORs in Sinogramm

- Nutzung Standard-Bildrekonstruktion





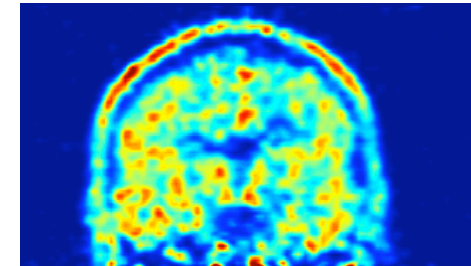
- Skalierung der gemessenen Counts N_{cnt} für jedes Sinogrammbin

$$N_{true} = N_{cnt} \cdot f_k$$

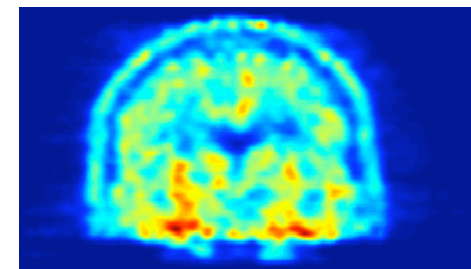
- Bestimmung eines zeitabhängigen Normierungsfaktor f_k

$$f_k = \frac{t_{frame}}{t_{frame} - t_{Out-of-FOV,k}}$$

durch Transformation jeder möglichen LOR k im FOV



Ohne Bewegung



Mit Bewegung

- Skalierung der gemessenen Counts N_{cnt} für jedes Sinogrammbin

$$N_{true} = N_{cnt} \cdot f_k$$

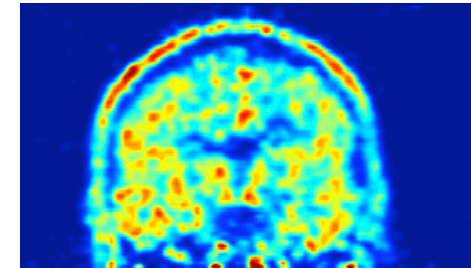


- Bestimmung eines zeitabhängigen Normierungsfaktor f_k

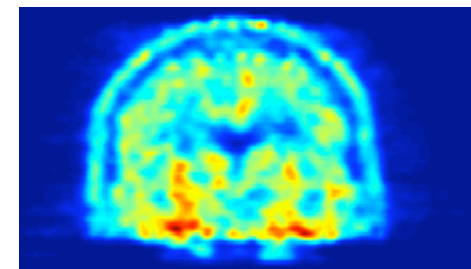
$$f_k = \frac{t_{frame}}{t_{frame} - t_{Out-of-FOV,k}}$$



durch Transformation jeder möglichen LOR k im FOV



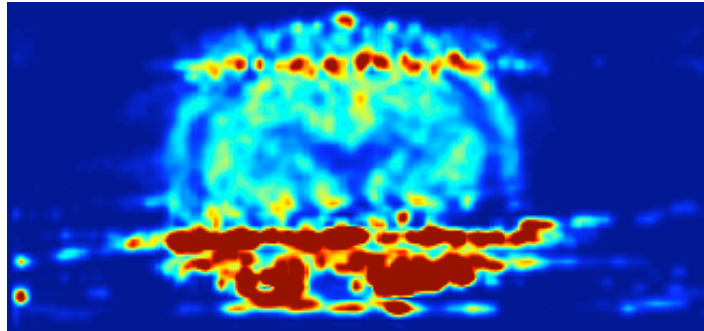
Ohne Bewegung



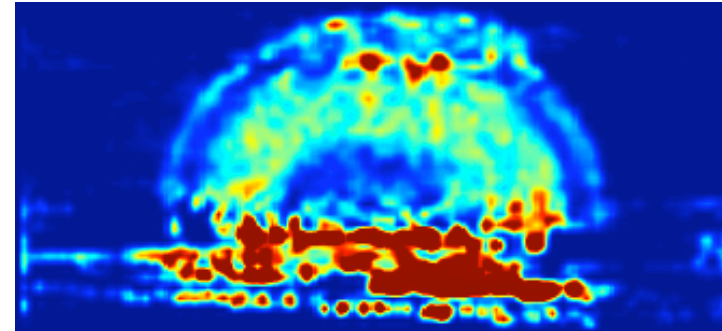
Mit Bewegung

Frame: Coronal

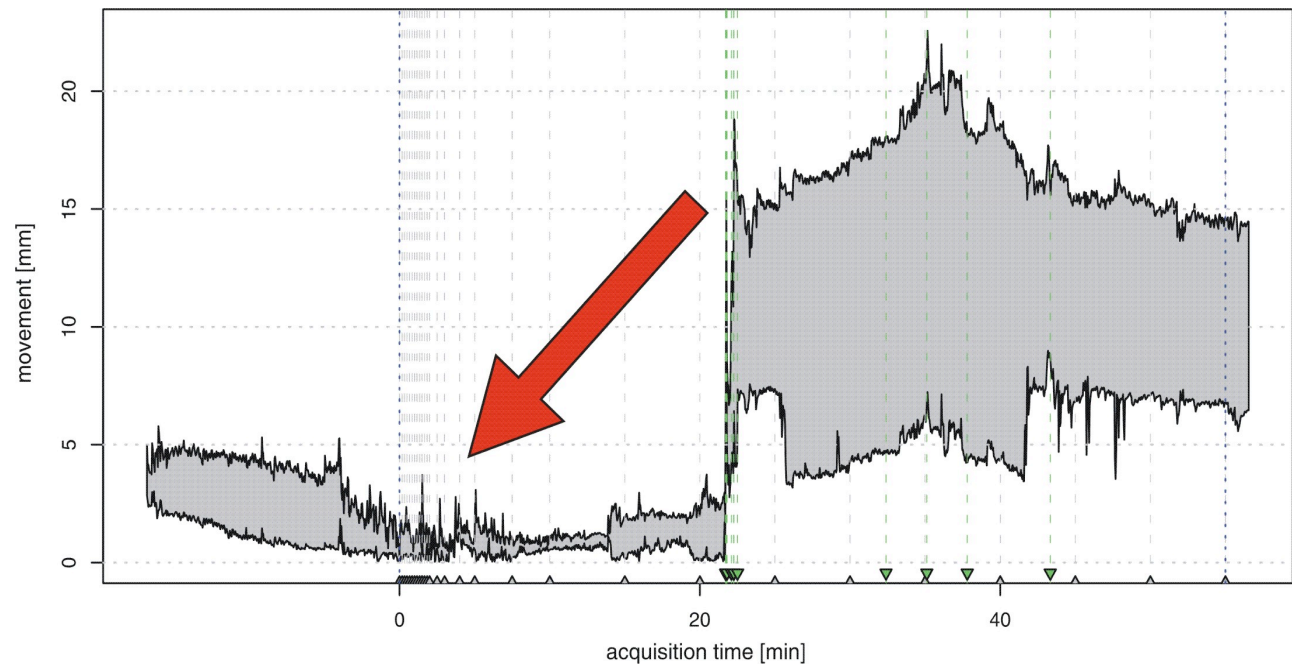
24
(35-40 min)



Sagittal

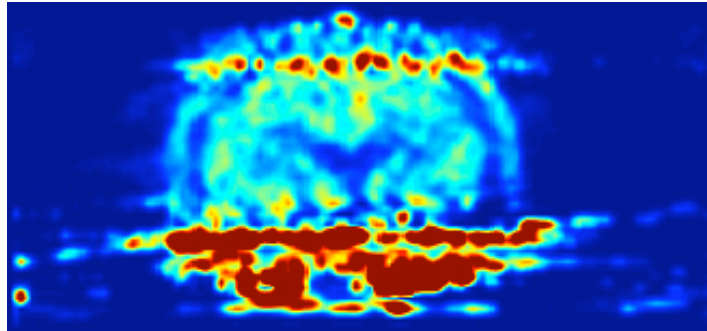


- $T_R=0$:
starke Bewegung
>> Hohe Out-of-FOV
Faktoren

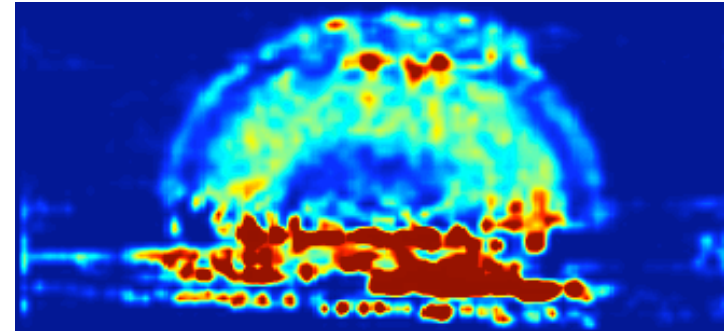


Frame: Coronal

24
(35-40 min)

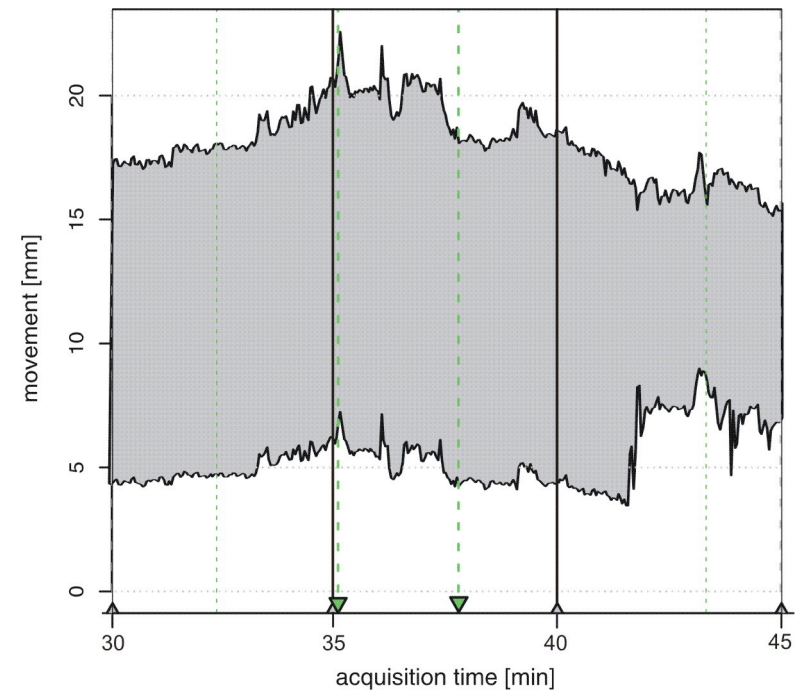


Sagittal



- $T_R=0$:
starke Bewegung
>> Hohe Out-of-FOV
Faktoren
- große Normierungsfaktoren:

$$f_k = \frac{t_{frame}}{t_{frame} - t_{Out-of-FOV,k}}$$

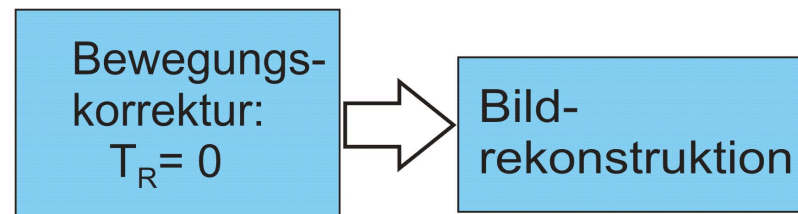


Ziel: Minimierung der Out-of-FOV-Artefakte

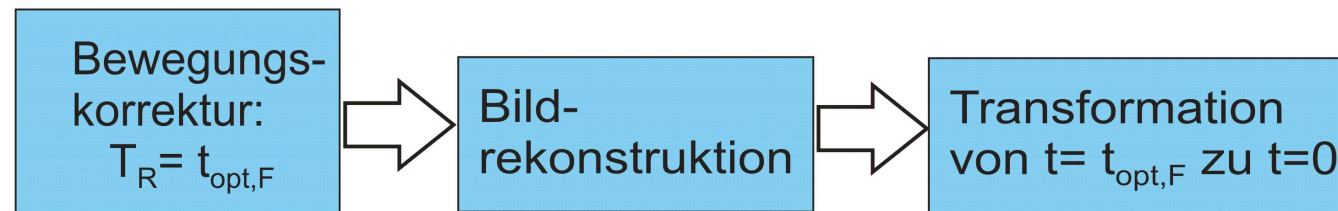
Idee: Transformation der LORs auf optimalen Referenzzeitpunkt $t_{\text{opt},F}$ für jeden Frame F

Vorgehensweise in jedem Frame:

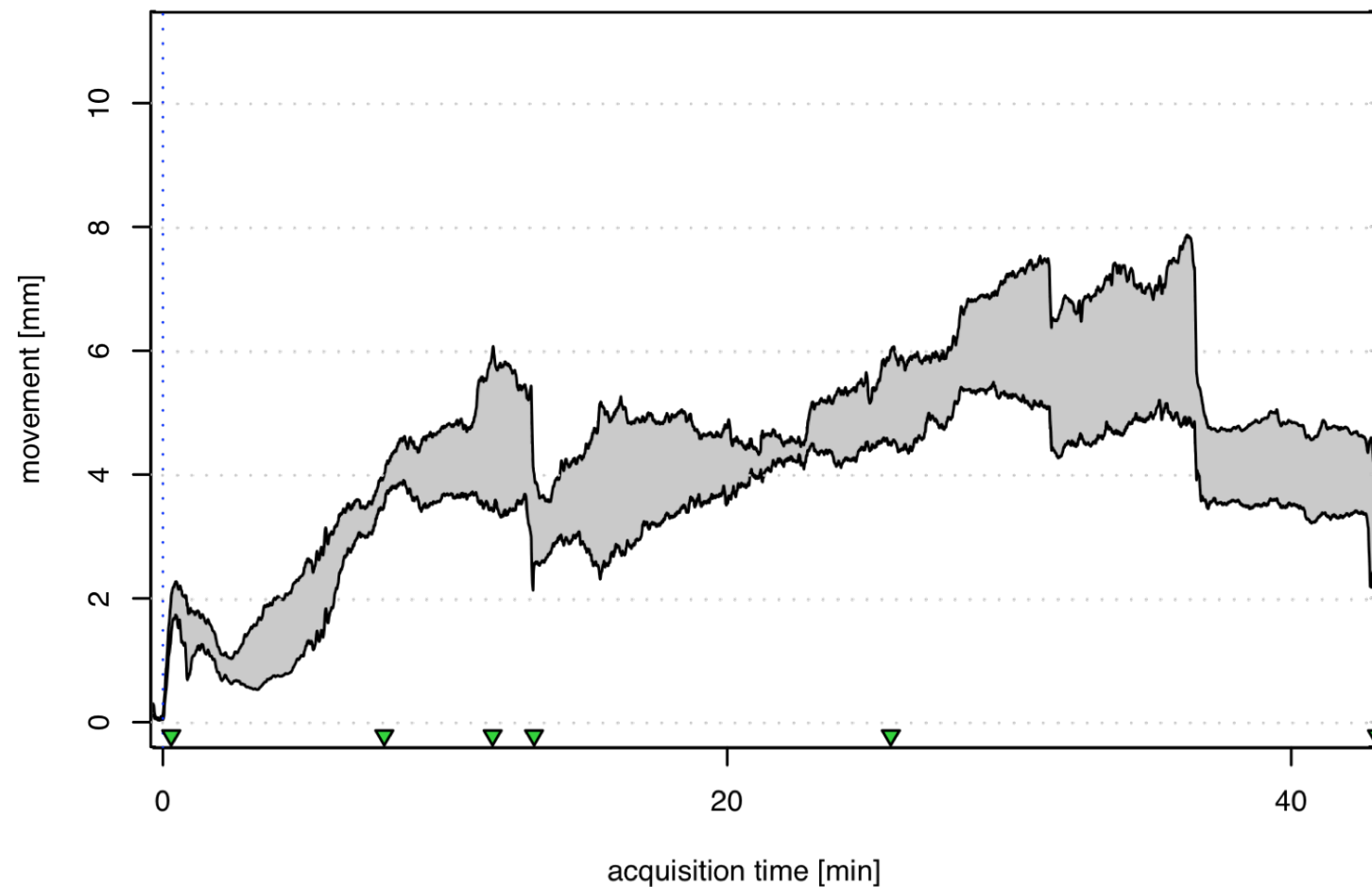
Bisher:



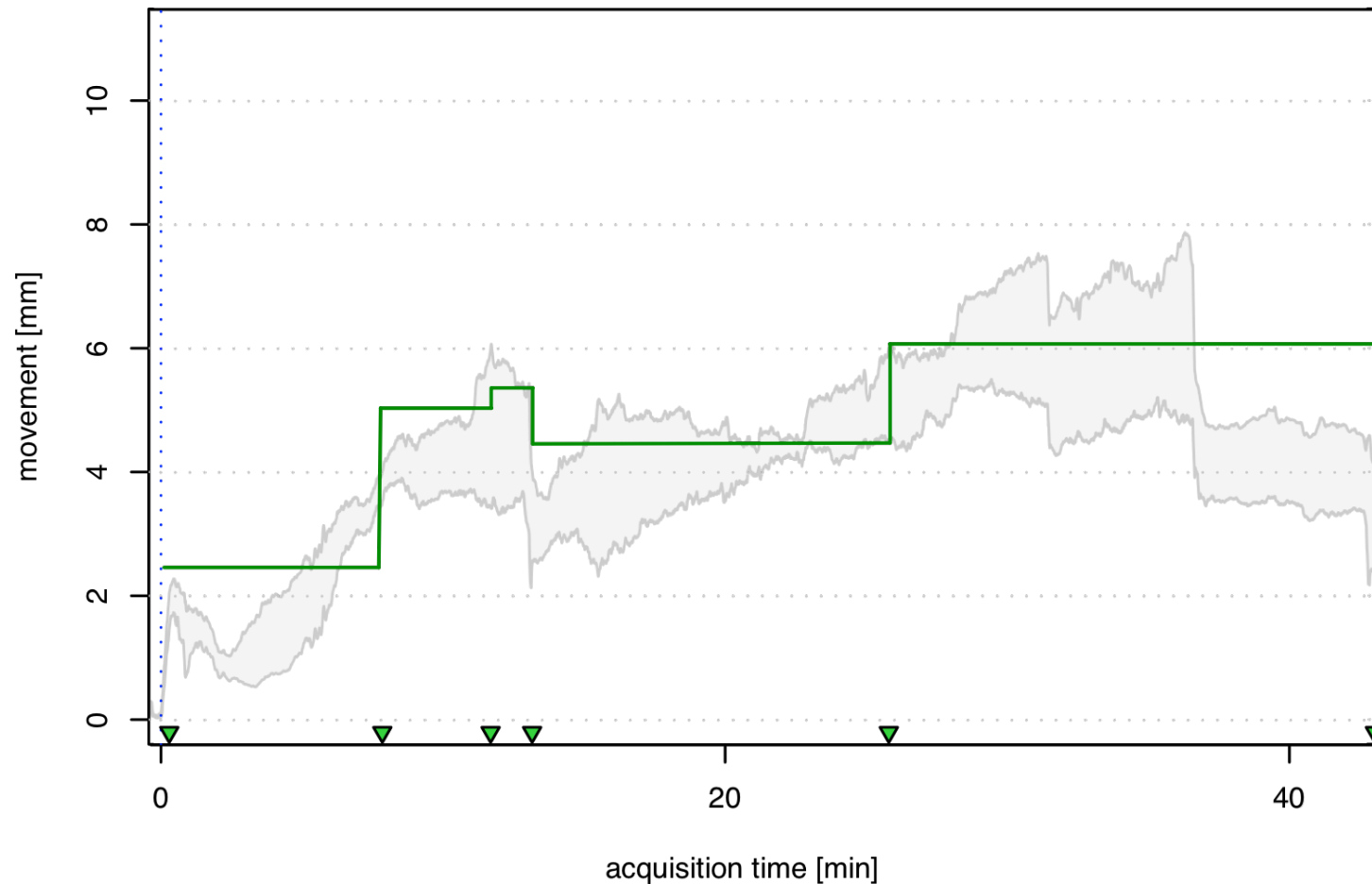
Zwei-Schritt-Verfahren:



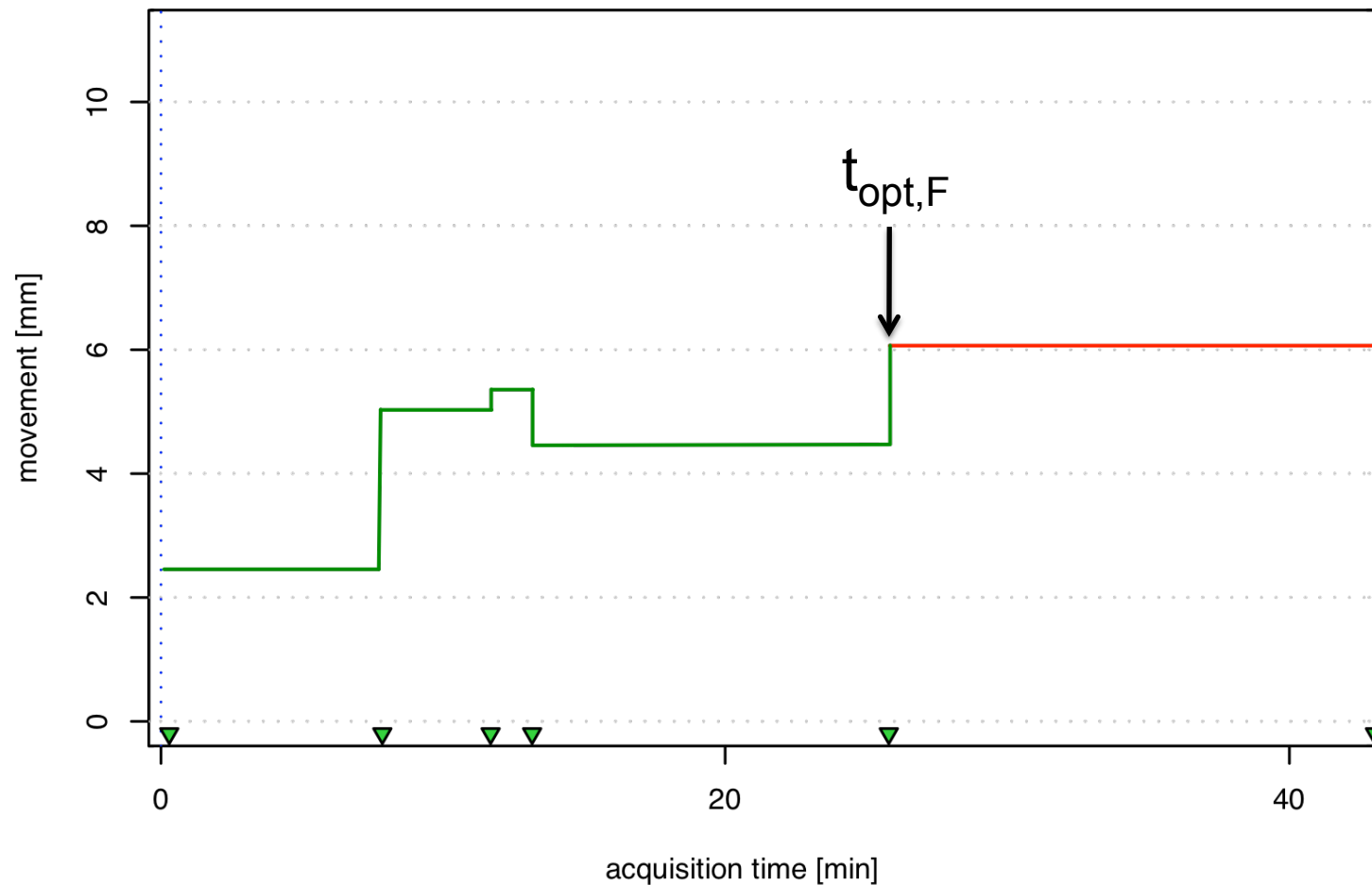
- Für jeden Frame: optimaler Referenzzeitpunkt $t_{\text{opt},F}$
>> Bedingung: Minimierung der Out-of-FOV Faktoren f_k



- Für jeden Frame: optimaler Referenzzeitpunkt $t_{\text{opt},F}$
>> Bedingung: Minimierung der Out-of-FOV Faktoren f_k



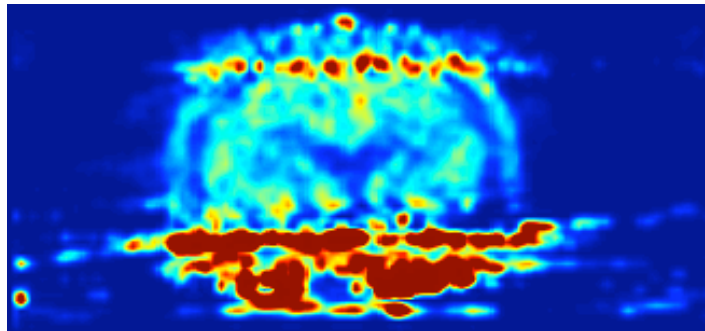
- Für jeden Frame: optimaler Referenzzeitpunkt $t_{\text{opt},F}$
>> Bedingung: Minimierung der Out-of-FOV Faktoren f_k



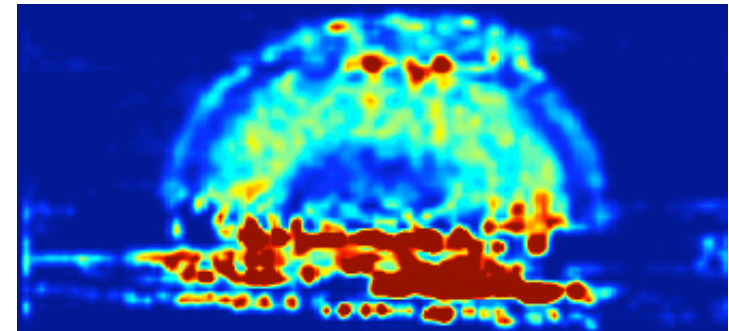
Standard-
korrektur
($T_R=0$)

Frame: 24
(35-40 min)

Coronal



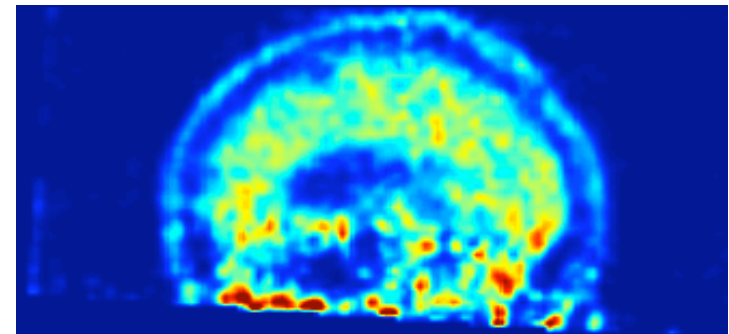
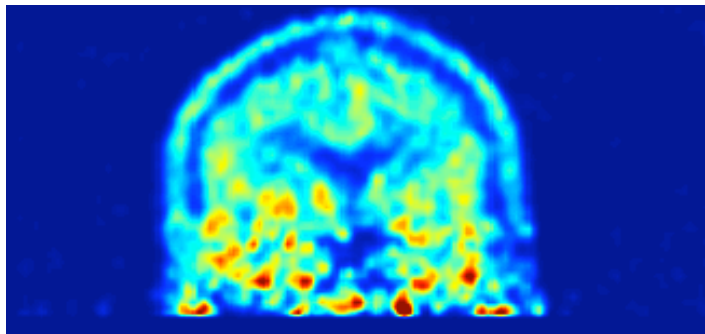
Sagittal



Erweiterte
Intra-frame-
korrektur

($T_R = t_{\text{opt},F}$)

Frame: 24
(35-40 min)



Zusammenfassung

- Event-basierte Methoden erlauben genaue Bewegungskorrektur in der PET
- jedoch Artefakte infolge der Out-of-FOV-Korrektur
- Minimierung durch *erweiterte intra-frame Korrektur* ($T_R = \text{topt}_{,F}$ vs. $T_R = 0$)
- weiterhin geringe Artefakte

Ausblick

- Weitere Elimination/Minimierung der Artefakte
 - durch Untersuchung mittels simulierter Bewegungsdaten (GATE)
 - durch Integration der Bewegungskorrektur in eine Listmode-basierte Bildrekonstruktion (LM-OSEM)
- Einbeziehen einer LM-Transmission