

**Fakultät für Physik und Astronomie**  
**Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg**

Diplomarbeit  
im Studiengang Physik

vorgelegt von  
Christian Olaf Dietrich  
aus Düsseldorf

1997



**Bewegungskorrektur von  
diffusionsgewichteten MR-Aufnahmen  
mit dem Navigatorechoverfahren**

Die Diplomarbeit wurde von Christian Olaf Dietrich ausgeführt in der  
Abteilung Neuroradiologie der Universitätsklinik Heidelberg  
unter der Betreuung von  
Herrn Prof. Dr. Klaus Sartor

sowie von  
Herrn Prof. Dr. Josef Bille  
Institut für Angewandte Physik



## Zusammenfassung

Die diffusionsgewichtete Magnetresonanztomographie (MRT) ermöglicht eine ortsaufgelöste Messung der Stärke der BROWNSchen Molekularbewegung des Wassers in anorganischen Proben sowie in Gewebeproben *in vitro* und *in vivo*. Da diffusionsgewichtete MR-Messungen extrem empfindlich gegenüber Bewegungen des untersuchten Objekts sind, ist es insbesondere bei *In-vivo*-Messungen erforderlich, solche Bewegungen zu minimieren und die verbleibenden Bewegungseinflüsse zu korrigieren. Die meisten Bewegungen der Probe lassen sich durch globale Translationen und Rotationen beschreiben. Solche Bewegungen können während der Aufnahme mit einer erweiterten Datenauslese (*Navigatorecho*) gemessen werden; mit diesen Daten lassen sich dann die Bewegungseinflüsse vor der Bildrekonstruktion rechnerisch aus den Meßdaten entfernen.

Diese Arbeit beschreibt die Integration einer solchen Navigatorechoauslese in verschiedene zur diffusionsgewichteten MRT geeignete Aufnahmeverfahren. Die implementierten Verfahren wurden in einer Probandenstudie miteinander verglichen und auf ihre Artefaktanfälligkeit und praktische Anwendbarkeit untersucht. Es zeigte sich, daß die diffusionsgewichtete MRT am Menschen im allgemeinen erst nach der Korrektur der Bewegungsartefakte mit dem Navigatorechoverfahren brauchbare Ergebnisse liefert. Eine weitere Verbesserung der Bildqualität ließ sich durch die Unterdrückung von Bewegungsartefakten erzielen, die durch Pulsationsbewegungen des Hirns entstehen; zu diesem Zweck wurden die Aufnahmen mit Pulstriggerung durchgeführt.

Wie die implementierten Aufnahmeverfahren in der klinischen Praxis eingesetzt werden können, wird an zwei Anwendungen aus der Neuroradiologie demonstriert.

## Correction of Motion Artifacts in Diffusion-Weighted MR Images Using Navigator Echoes

### Abstract

Diffusion-weighted magnetic resonance (MR) imaging is a method to measure the magnitude of the BROWNIAN molecular motion of water both in inorganic samples and in tissue samples *in vitro* and *in vivo*. Diffusion-weighted MR measurements are extremely sensitive to motion of the examined object. Hence, especially *in vivo* measurements require to minimize this motion and to eliminate the remaining motion artifacts. Most of the motion in the sample can be described by bulk translation and rotation. Such motion can be measured by an extended data acquisition (*navigator echo*). Thus, the influence of motion can be removed from the measured data before reconstructing the image.

This thesis describes the integration of the navigator echo acquisition into different diffusion-weighted MR sequences. The implemented sequences were compared in a study with healthy volunteers. Sensitivity to motion artifacts and applicability in clinical routine were investigated. Using navigator echoes was shown to be a robust method to improve diffusion-weighted imaging in human subjects. Image quality can be further improved by suppression of motion of the brain due to liquor pulsation; this was done by pulse-triggering during data acquisition.

Use of the implemented MR sequences in clinical routine is shown in two neuroradiological applications.