

Aus dem
Institut für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie
Charité – Universitätsmedizin Berlin
Campus Benjamin Franklin
Geschäftsführender Direktor: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Thomas Tolxdorff

**„Anisotrope Diffusion zur Glättung von MR-Bilddaten und Anwendung
zur automatischen histogrammbasierten Segmentierung von
Hirnfarkten“**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde
des Fachbereichs Humanmedizin
der Charité - Universitätsmedizin Berlin
Campus Benjamin Franklin

vorgelegt von Marius Lambert Laumans
aus Viersen

Referent: Professor Dr. rer. nat. Thomas Tolxdorff

Korreferent: Priv. – Doz. Dr. Klingebiel

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Humanmedizin der Freien Universität Berlin

Promoviert am 2.4.2004

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	1
2.	Grundlagen und Methoden.....	6
2.1	MRT.....	6
2.1.1	Physikalische Grundlagen der MRT.....	6
2.1.1.1	Kernspin.....	6
2.1.1.2	Magnetfeld.....	6
2.1.1.3	Präzession.....	7
2.1.1.4	Boltzmannverteilung.....	8
2.1.1.5	Magnetresonanz.....	9
2.1.1.6	Relaxation.....	10
2.1.1.7	T ₁ -Relaxation (longitudinale Relaxation).....	10
2.1.1.8	T ₂ -Relaxation (transversale Relaxation).....	11
2.1.2	Ortsauflösung.....	12
2.1.2.1	Zweidimensionales Fourier-Rekonstruktionsverfahren.....	13
2.1.2.2	Selektive Anregung.....	13
2.1.2.3	Phasenkodierung.....	13
2.1.2.4	Frequenzkodierung.....	14
2.1.3	Untersuchungstechniken.....	14
2.1.3.1	Aufnahmeparameter.....	14
2.1.3.1.1	Pulswiederholzeit TR (Time to Repeat).....	14
2.1.3.1.2	Echoausleseverzögerung TE (Time to Echo).....	15
2.1.3.1.3	Anregungswinkel.....	15
2.1.3.1.4	Bildmatrix.....	15
2.1.3.2	Aufnahmetechniken (Sequenzen).....	15
2.1.3.2.1	T ₂ *-Relaxation.....	16
2.1.3.2.2	Echo Planar Imaging (EPI).....	16
2.1.4	Abbildungstechnik und Bildkontrast.....	18

2.1.4.1 T ₁ -Wichtung.....	18
2.1.4.2 T ₂ -Wichtung.....	19
2.1.4.3 Protonendichtewichtung.....	19
2.1.4.4 Diffusionswichtung (DWI) und Apparent Diffusion Coefficient (ADC).....	19
2.1.4.4.1 Berechnung des <i>b</i> -Wertes der DWI.....	20
2.1.4.4.2 Berechnung des ADC.....	21
2.1.4.5 ADC-Map.....	21
2.2 DWI, ADC und die Pathophysiologie des Infarktes.....	23
2.2.1 Die Pathophysiologie des Infarktes.....	23
2.2.2 Die Entwicklung des ADC im Laufe des Infarktes.....	24
2.3 Medizinische Bildverarbeitung.....	27
2.3.1 Automatisierte Analyse.....	27
2.3.2 Histogrammbasierte Auswertung.....	28
2.3.2.1 Übersicht.....	28
2.3.2.2 Softwarepaket zur histogrammbasierten Analyse.....	30
2.3.2.3 Merging.....	32
2.3.3 Spezielle Bildverarbeitung / Anisotrope Diffusion.....	33
2.4 Patienten und Material.....	37
2.4.1 Patienten.....	37
2.4.2 Material.....	37
2.4.2.1 Aufnahmetechnik.....	37
2.4.2.2 Verwendete Computerhardware und Software.....	38
3. Resultate.....	39
3.1 Filterung mit Anisotroper Diffusion.....	39

3.2 Optimierung des Filterparameter k an unterschiedlich ausgeprägten	
Hirninfarkten	43
3.2.1 Filterung und Segmentierung eines kortikalen Infarkts.....	43
3.2.2 Filterung und Segmentierung eines kleinen homogenen Infarkts.....	45
3.2.3 Filterung und Segmentierung eines Mediainfarkts.....	47
3.2.4 Filterung und Segm. eines verteilten akut-chronischen Infarkts.....	49
3.2.5 Filterung und Segmentierung eines kleinen verteilten Infarkts.....	50
3.2.6 Zusammenfassung der Ergebnisse.....	52
3.3 Histogrammbasierte Segmentierung	53
3.4 Ergebnistabellen	58
4. Diskussion	65
4.1 Filterung mit Anisotroper Diffusion.....	65
4.2 Optimierung der Filterparameter.....	67
4.3 Histogrammbasierte Segmentierung.....	71
5. Zusammenfassung und Ausblick	80
6. Anhang	83
6.1 Literaturverzeichnis.....	83
6.2 Abkürzungsverzeichnis.....	93
6.3 Widmung und Danksagung.....	95
6.4 Lebenslauf.....	96