

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen	3
2.1	Natrium-23-NMR	3
2.1.1	Dichtematrix-Formalismus	3
2.1.2	Thermisches Gleichgewicht (statisches, äußeres Magnetfeld)	4
2.1.3	HF-Anregung	7
2.1.4	Relaxation	13
2.1.5	Mehrquantenkohärenzen	22
2.2	Physiologische Grundlagen - Natriumionen	24
2.3	Spezifische Absorptionsrate (SAR)	25
3	Methoden	27
3.1	Hardware	27
3.2	Messphantome	28
3.3	Flipwinkelkalibrierung	29
3.4	Basissequenz	30
3.4.1	Phasenbeiträge der HF-Pulse	33
3.4.2	Phasenzyklus	35
3.4.3	Aufnahme eines zusätzlichen Bildes	36
3.5	Doppelecho-Sequenz	38
3.6	²³ Na-MR-Bildgebung	39
3.7	Bestimmung der Relaxationszeiten	40
4	Ergebnisse	41
4.1	Dreipuls-Sequenzen und Einquantenfilter	41
4.1.1	Wichtungsfaktor	42
4.1.2	Vier- und sechsstufiger Phasenzyklus	43
4.1.3	Gradientenfiltermethode	44
4.2	Zweipuls-Sequenz	45
4.3	Signalgleichungen	47
4.3.1	Herleitung der theoretischen Signalgleichungen	47
4.3.2	SNR-Analyse	49
4.4	Analyse der <i>point-spread functions</i>	50
4.5	Untersuchung des Signalverhaltens	53
4.5.1	Bestimmung der Relaxations- und Korrelationszeiten	53
4.5.2	Abhängigkeit des SNR von Sequenzparametern	54
4.5.3	Signalverhalten für unterschiedliche Korrelationszeiten	62
4.6	Phantommessungen mit optimierten Sequenzparametern	66
4.6.1	Messergebnisse	66
4.6.2	Inhomogenitätsartefakte	72
4.7	<i>In-vivo</i> -Bildgebung	74
4.7.1	Sequenzen mit drei Pulsen	74
4.7.2	Zweipuls-Sequenz	77

5	Diskussion	79
5.1	Natrium-Magnetresonanztomographie und Tripelquantenfilter	79
5.2	SNR-Vergleich	81
5.2.1	Dreipuls-Sequenzen	81
5.2.2	Zweipuls-Sequenz	82
5.3	Abhängigkeit des Signals von der Korrelationszeit	84
5.4	Artefaktverhalten	85
5.4.1	<i>Point-spread functions</i>	85
5.4.2	Inhomogenitätsartefakte	85
5.5	<i>In-vivo</i> -Bildgebung	86
6	Zusammenfassung	89
A	Anhang	93
A.1	Drehimpuls-Operatoren für Spin $I = 3/2$	93
A.2	Sphärisch irreduzible Tensor-Operatoren für Spin $I = 3/2$	93
A.3	Wirkung eines HF-Pulses entlang der x -Achse	95
A.4	Wigner-d-Matrixelemente	96
A.5	Doppelkommutator-Relationen der Tensor-Operatoren	98
	Literaturverzeichnis	101