

Kernspin-Tomographie für die medizinische Diagnostik

Von Privatdozent Dr. phil. PETER BÖSIGER
Institut für Biomedizinische Technik
der Universität Zürich und
der Eidg. Technischen Hochschule Zürich

Mit 58 Zeichnungen, 20 Fotos und 14 Tabellen



B.G. Teubner Stuttgart 1985

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Einleitung	5
2.	Grundlagen der magnetischen Kernresonanz	8
2.1	Magnetische Kernmomente	8
2.2	Die Bloch'schen Gleichungen	9
2.3	Die Bewegung der Kernspins in stationären Magnetfeldern	13
2.4	Gepulste Kernresonanz; der freie Induktionszerfall; einfache Fourierspektroskopie	16
2.5	Relaxationsphänomene	21
2.6	Die Anregungsmoden Partial-Saturation, Inversion-Recovery und Spin-Echo	25
2.6.1	Der Partial-Saturation-Mode	25
2.6.2	Der Inversion-Recovery-Mode	28
2.6.3	Der Spin-Echo-Mode	29
2.7	Die chemische Verschiebung und die Spin-Spin-Kopplung	33
3.	Abbildungsverfahren für die Kernspin-Tomographie	36
3.1	Prinzip der räumlichen Auflösung; grundlegende Abbildungsverfahren	36
3.2	Selektive Anregung unter partieller Sättigung	40
3.2.1	Selektive Zeilenanregung	41
3.2.2	Planare Abbildung (selektive Ebenenanregung)	44
3.2.3	Multiplanare Abbildung	47
3.3	Selektive Anregung und Erzeugung von Spin-Echos	49
3.3.1	Selektive Zeilenanregung durch Bildung v. Spin-Echos	49
3.3.2	Planare und multiplanare Spin-Echo-Abbildung	53
3.4	Sensitive Punkt- und Zeilenabtastung	57
3.4.1	Sensitive Punktabtastung	57
3.4.2	Multiple sensitive Punktabtastung und sensitive Zeilenabtastung	61
3.4.3	Feldfokussierende Kernresonanz (FONAR)	63
3.5	Projektions-Rekonstruktions-Verfahren	65
3.5.1	Einfache Projektions-Rekonstruktions-Verfahren	66
3.5.2	Schnelles Projektions-Rekonstruktions-Verfahren mit Spin-Echos	70

3.6	Fourier-Abbildungen	71
3.6.1	Einfache Fourier-Abbildungen (Fourier-Zeugmatogr,)	71
3.6.2	Schnelle Fourier-Abbildungen	75
3.7	Abbildungen im rotierenden Koordinatensystem (Rotating Frame Zeugmatography)	77
3.8	Vergleich der Abbildungsverfahren	80
4.	Kernspin-Tomographie für die medizinische Diagnostik	89
4.1	Bildkontrast von Kernspin-Tomogrammen	89
4.1.1	Bildkontrast beim Partial-Saturation-Mode	90
4.1.2	Bildkontrast beim Inversion-Recovery-Mode	93
4.1.3	Bildkontrast beim Spin-Echo-Mode	96
4.1.4	Berechnete Tj- und r [^] -Bilder; Bedeutung der quantitativen Messwerte für die Diagnostik	99
4.2	Apparative Einrichtungen	103
4.2.1	Magnet- und Gradientensysteme	104
4.2.2	Spektrometer und HF-Spulensysteme	107
4.2.3	Das Rechnersystem	108
4.3	Anwendungsbeispiele	109
4.3.1	Anwendungen am Kopf und an der Wirbelsäule	H0
4.3.2	Anwendungen am Herzen, bei Bauchorganen und in der Beckenregion	114
4.4	Kontrastmittel	118
4.5	Flussmessungen	121
4.5.1	Flussmessungen bei selektiver Anregung von Ebenen	122
4.5.2	Flussinduzierte Spin-Echo-Modulation	125
4.6	Biologische Schädlichkeit	128
4.6.1	Biologische Effekte von statischen Magnetfeldern	130
4.6.2	Wirkung schnell geschalteter Magnetfelder	131
4.6.3	Hochfrequente Wechselfelder	131
5.	Schlussbemerkungen und Ausblick	133
Anhang :	A: Räumliche Anforderungen an den Betrieb von NMR-Untersuchungsanlagen	138
	B: Betriebskosten	147