

Teil II: Radiologische Diagnostik

9.2 MR-Technologie: Tomographen, Gradienten, Hochfrequenzspulen: Lösungen

Harald H. Quick

Lösung zu 9.1

Während zylindrische MRT-Systeme, basierend auf supraleitenden Magneten mit einer magnetischen Feldstärke von 1.5 und 3.0 Tesla, in der klinischen Anwendung am weitesten verbreitet sind, sind mit dieser Bauform auch Ultrahochfeld- (UHF)-MRT-Systeme mit 7.0 und 9.4 Tesla Magnetfeldstärke zu Forschungszwecken realisierbar.

Lösung zu 9.2

Physikalisch dient der Hauptfeld-Magnet der Erzeugung eines zeitlich stabilen, statischen und starken Magnetfeldes, B_0 [T], mit möglichst großer Homogenität in seinem Zentrum, welches zur Bildgebung genutzt wird. Das Hauptmagnetfeld dient der Polarisierung und damit der Magnetisierung der Spins im Gewebe.

Lösung zu 9.3

Physikalisch dient das Gradientensystem der Erzeugung von zeitlich variablen, schnell schaltbaren und möglichst linearen Gradientenfeldern in drei Raumrichtungen G_x , G_y , G_z , die dem statischen Hauptmagnetfeld B_0 überlagert werden. Damit wird das effektive Magnetfeld im Isozentrum des MRT-Systems zeitlich und räumlich variabel und kann zur Ortskodierung der MRT-Signale genutzt werden. Gradienten werden mit den Parametern Amplitude [mT/m] und in der Anstiegsrate (slew rate) [T/m/s] charakterisiert.

Lösung zu 9.4

Über die Resonanzbedingung $\omega_0 = \gamma \cdot B_0$, wobei ω_0 die Larmorfrequenz und γ das gyromagnetische Verhältnis des zu messenden Kerns (von Wasserstoff) darstellen, ist die Magnetfeldstärke B_0 direkt und linear mit der Hochfrequenz ω_0 [MHz] des MRT-Systems verknüpft. MRT-Systeme mit 1.5 Tesla Hauptfeld arbeiten beispielsweise mit einer Resonanzfrequenz von etwa 64 MHz. Bei 3.0 Tesla sind es entsprechend 128 MHz, bei 7.0 Tesla 297 MHz und bei 9.4 Tesla bereits etwa 400 MHz.



Lösung zu 9.5

Die hohe HF-Anregungsfrequenz bei der UHF-MRT geht einher mit einer kurzen Anregungswellenlänge im menschlichen Gewebe. Daher kann es zu B1-Inhomogenitäten in der HF-Signalanregung kommen. Mehrkanal-HF-Sendesysteme bieten in der UHF-MRT die Möglichkeit, mehrere voneinander unabhängige HF-Sendekanäle mit unterschiedlicher Signalamplitude und -Phase und mit individuellen HF-Pulsformen zu betreiben, um eine Homogenisierung der HF-Signalanregung im Bildgebungsvolumen zu erzielen.

