

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen und Fachbegriffe	X
Formelzeichen und Einheiten	XIV
1 Einleitung	1
1.1 Phantome als Werkzeuge zur Qualitätsbewertung der medizinischen Bildgebung	1
1.2 Einordnung der Thematik	3
2 Überblick zu multimodaler medizinischer Bildgebung und zu Phantomen	5
2.1 Methoden der Qualitätsbewertung in der Bildverarbeitung	5
2.2 Phantombegriff und Phantomarten	7
2.3 Klinische Relevanz multimodaler Bildgebung	8
2.4 Spezifik der Bildgebung in der Neurochirurgie und -radiologie	10
2.5 Multimodal nutzbare Kopfphantome	12
2.6 Phantomentwicklung und -validierung	16
2.7 Notwendigkeit neuer Phantomentwicklungen	17
3 Ziele dieser Arbeit	19
3.1 Präzisierte Aufgabenstellung	19
3.2 Aufbau der Arbeit	20
4 Qualitätsbewertung, Modellierung und physikalische Grundlagen	22
4.1 Qualitätsbewertung und Validierung	22
4.2 Grundlagen der Modellierung	23
4.2.1 Modelleigenschaften	23
4.2.2 Modellentwicklung	24
4.2.3 Modellvalidierung	25
4.3 Bildbestimmende physikalische Größen für MRT-, CT- und US-Bildgebung	26
4.3.1 Überblick über bildbestimmende physikalische Größen	26
4.3.2 CT-Zahl	28
4.3.3 Relaxationszeiten und Protonendichte	29
4.3.4 Schallgeschwindigkeit und Schwächungskoeffizient	32
5 Multimodal nutzbare Phantommaterialien	35
5.1 Grundlegende Materialanforderungen	35
5.2 Zielwerte der ausgewählten Bildgebungskenngrößen	36
5.3 Potentielle Phantommaterialien	41
5.3.1 Basismaterialien	41
5.3.2 Kontrastbeeinflussende Zusatzmaterialien	43
5.3.3 Materialvorauswahl und Materialauswahlkriterien	44
5.4 Messbedingungen	45
5.5 Basismaterial Gelatine	46
5.6 Zusatzmaterialien	51
5.7 Materialwahl	51
5.7.1 Ansatz zur Materialwahl zur Nachbildung von Hirngewebe	51
5.7.2 Phantommaterialien für kontrastreiche Abbildungen	54
5.7.3 Vorläufige Materialien für ein MRT-CT-Kopfphantom	54

5.7.4	Phantommaterialien für physiologische MRT- und CT-Kontraste.....	56
6	Entwicklung eines multimodal nutzbaren Kopfphantoms	59
6.1	Analyse der Anwenderanforderungen	59
6.1.1	Funktionsweise des Bildverarbeitungstools	59
6.1.2	Anforderungen an die Qualitätsbewertung des Bildverarbeitungstools	60
6.2	Grenzen des Erkenntnisgewinns aus Theorie und klinischen Daten	63
6.3	Spezifische Phantomanforderungen	67
6.4	Konzept zum Phantomaufbau und zur Phantomvalidierung	69
7	Aufbau verschiedener Phantome und Auswertung zugehöriger Aufnahmen.....	76
7.1	Technisches Phantom	76
7.2	Deformierbares technisches Phantom.....	79
7.3	Kopfphantom.....	82
7.3.1	Phantomaufbau	82
7.3.2	MRT- und CT-Phantomaufnahmen.....	84
7.3.3	Beitrag zur Qualitätsbewertung des Bildverarbeitungstools	85
8	Phantomvalidierung	88
8.1	Qualitätskriterien zur Phantombewertung	88
8.2	Verifizierung und Validierung des technischen Phantoms	89
8.3	Verifizierung und Validierung des deformierbaren technischen Phantoms	90
8.4	Verifizierung und Validierung des Kopfphantoms.....	91
9	Phantomnutzung und -optimierung	94
9.1	Phantomnutzen für die Neurochirurgie und -radiologie.....	94
9.2	Vorschläge zur Phantomverbesserung.....	95
9.3	Möglichkeiten zur Erweiterung des Kopfphantoms für zukünftige Einsatzgebiete	99
10	Verallgemeinerung des Gesamtprozesses – Vorgehensmodell	107
10.1	Prozessschritte der Phantomentwicklung	107
10.2	Systematisierung der Phantomvalidierung	109
11	Zusammenfassung und Ausblick.....	112
11.1	Zusammenfassung	112
11.2	Ausblick.....	114
	Literaturverzeichnis	117
	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	132
	Anhang	135
A1	Multimodal nutzbare Kopfphantome.....	136
A2	T ₁ - und T ₂ -Zeiten für WS, GS und Liquor	140
A3	CT-Zahlen für WS und GS	142
A4	T ₁ - und T ₂ -Zeiten für Haut und Blut.....	143
A5	Messungen der Langzeitstabilität der Relaxationszeiten für 15 Ma-%ige Gelatine.....	144
A6	DTI-Phantome	145