

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungen und Fachbegriffe .....</b>	<b>X</b>
<b>Formelzeichen und Einheiten .....</b>	<b>XIV</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Phantome als Werkzeuge zur Qualitätsbewertung der medizinischen Bildgebung.....	1
1.2 Einordnung der Thematik .....	3
<b>2 Überblick zu multimodaler medizinischer Bildgebung und zu Phantomen .....</b>	<b>5</b>
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
<b>3 Ziele dieser Arbeit .....</b>	<b>19</b>
3.1 Präzisierte Aufgabenstellung.....	19
3.2 Aufbau der Arbeit.....	20
<b>4 Qualitätsbewertung, Modellierung und physikalische Grundlagen.....</b>	<b>22</b>
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
<b>5 Multimodal nutzbare Phantommaterialien.....</b>	<b>35</b>
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
<b>6</b>	<b>Entwicklung eines multimodal nutzbaren Kopfphantoms .....</b>	<b>59</b>
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
<b>7</b>	<b>Aufbau verschiedener Phantome und Auswertung zugehöriger Aufnahmen.....</b>	<b>76</b>
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
<b>8</b>	<b>Phantomvalidierung .....</b>	<b>88</b>
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
<b>9</b>	<b>Phantomnutzung und -optimierung .....</b>	<b>94</b>
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
<b>10</b>	<b>Verallgemeinerung des Gesamtprozesses – Vorgehensmodell .....</b>	<b>107</b>
10.1	Prozessschritte der Phantomentwicklung .....	107
10.2	Systematisierung der Phantomvalidierung .....	109
<b>11</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>112</b>
11.1	Zusammenfassung .....	112
11.2	Ausblick.....	114
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>117</b>	
<b>Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>132</b>	
<b>Anhang .....</b>	<b>135</b>	
A1	Multimodal nutzbare Kopfphantome.....	136
A2	T <sub>1</sub> - und T <sub>2</sub> -Zeiten für WS, GS und Liquor .....	140
A3	CT-Zahlen für WS und GS .....	142
A4	T <sub>1</sub> - und T <sub>2</sub> -Zeiten für Haut und Blut.....	143
A5	Messungen der Langzeitstabilität der Relaxationszeiten für 15 Ma-%ige Gelatine .....	144
A6	DTI-Phantome .....	145