Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen 1
1.1 Einführung und Motivation 1
1.2 Primäre Hirntumoren 4
1.2.1 Pathologie 4
1.2.2 Bildgebung 7
1.3 Wesentlicher Beitrag 9
1.4 Aufbau der Arbeit 11
1.5 Fazit 12

2 Mathematische und numerische Werkzeuge 13
2.1 Notation und Vorbemerkungen 13
2.2 Lösung dünnbesetzter linearer Gleichungssysteme 15
2.2.1 Grundlegendes 15
2.2.2 Schrittweitenbestimmung 16
2.2.3 Berechnung der Suchrichtung 18
2.2.4 Vorkonditionierung 20
2.3 Numerische Optimierung 24
2.3.1 Grundlegendes 24
2.3.2 Schrittweitenbestimmung 25
2.3.3 Berechnung der Suchrichtung 27
2.3.4 Abbruchkriterien 30
2.4 Fazit 30

3 Vorwärtsmodellierung: Das direkte Problem 31
3.1 Einführung in die Problemstellung 31
3.2 Partielle Differenzialgleichungen 33
3.2.1 Klassifikation 34
3.2.2 Randbedingungen 36
3.2.3 Anfangsbedingungen 37
3.3 Mathematisches Modell 37
3.3.1 Verwendete Datenbasis 38
3.3.2 Formale Definition des direkten Problems 39

3.3.3 Modellprobleme ... 40
3.3.4 Entwicklung der Modellgleichung ... 41
3.3.5 Kompakte Darstellung des direkten Problems ... 49
3.3.6 Zwischenbilanz ... 50
3.4 Diskretisierung ... 51
3.4.1 Gebietszerlegung ... 51
3.4.2 Numerische Differenziation ... 58
3.4.3 Diskretisierung des direkten Problems ... 63
3.4.4 Zwischenbilanz ... 82
3.5 Numerische Schemata ... 82
3.5.1 θ-Verfahren ... 83
3.5.2 Euler-Cauchy-Verfahren ... 85
3.5.3 EC-Verfahren mit zyklischer Schrittweitenänderung ... 87
3.5.4 Zwischenbilanz ... 91
3.6 Numerische Experimente und Ergebnisse ... 92
3.6.1 Qualitative Analyse ... 92
3.6.2 Analyse des numerischen Fehlers ... 96
3.6.3 Analyse der Rechenzeit ... 101
3.7 Fazit ... 102

4 Gewebedeformation ... 105
4.1 Einführung in die Problemstellung ... 105
4.2 Genereller Ansatz ... 109
4.3 Defektfunktional ... 111
4.3.1 Definition ... 111
4.3.2 Theoretische Einordnung ... 111
4.3.3 Interpretation ... 113
4.4 Optimierungsansatz mit weicher Nebenbedingung ... 113
4.4.1 Beschränkung der Volumenänderung ... 114
4.4.2 Numerische Implementierung ... 118
4.5 Numerische Experimente ... 122
4.6 Fazit ... 126

5 Parameteridentifikation: Das inverse Problem 127
5.1 Einführung in die Problemstellung 128
5.1.1 Literatur 129
5.1.2 Inverse Probleme und Parameteridentifikation 131
5.2 Grundsätzliche Verfahrensweise 133
5.2.1 Optimierungsproblem 134
5.2.2 Regularisierung 135
5.2.3 Numerische Behandlung 136
5.2.4 Zwischenbilanz 140
5.3 Ansatz für patientenindividuelle Bildgebungsdaten 140
5.3.1 Defektfunktional 140
5.3.2 Mathematisches Modell 142
5.3.3 Ableitungsfreie Optimierung 143
5.3.4 Inversionsvariablen 143
5.3.5 Quantifizierung der Güte der Modellkalibrierung 145
5.3.6 Bilddaten und Datenvorverarbeitung 147
5.4 Numerische Experimente und Anwendung 149
5.4.1 Parameteridentifikation: Synthetische Modellprobleme 149
5.4.2 Modellkalibrierung: Patientenindividuelle Daten 152
5.5 Fazit 157

6 Fazit und Diskussion 159
6.1 Vorwärtsmodellierung 160
6.2 Gewebedeformation 162
6.3 Modellindividualisierung 164
6.4 Schlussbemerkung und Ausblick 168
Appendix 171
Danksagung 173
Notationsverzeichnis 175
Abkürzungsverzeichnis 177
Literaturverzeichnis 179
Index 201

http://www.springer.com/978-3-658-05245-4

Methoden zur numerischen Simulation der Progression von Gliomen
Modellentwicklung, Numerik und Parameteridentifikation

Mang, A.

2014, XV, 206 S. 75 Abb., 10 Abb. in Farbe., Softcover
ISBN: 978-3-658-05245-4