

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Ausgangssituation und Motivation der Arbeit	1
1.2	Zentrale Defizite und daraus abgeleitete Ziele der Arbeit	3
1.3	Ansatz und Vorgehen zur Erreichung der Ziele	5
<b>2</b>	<b>Klinische Ausgangslage</b>	<b>8</b>
2.1	Entwicklung der Therapieform Stentimplantat	8
2.2	Markt und Anwendungsgebiete	11
2.2.1	Kardio-, Angio- und Neurologie	13
2.2.2	Gastroenterologie	16
2.2.3	Urologie	18
2.2.4	Pneumologie	19
<b>3</b>	<b>Technologischer Hintergrund</b>	<b>22</b>
3.1	Merkmale von Stentimplantaten	22
3.2	Implantatmaterialien	23
3.2.1	Chrom-Nickel-Legierungen	23
3.2.2	Kobalt-Chrom-Legierungen	24
3.2.3	Nickel-Titan-Legierungen	24
3.2.4	Degradierbare Implantatmaterialien	27
3.3	Fertigungstechnologien für Stentimplantate	28
3.3.1	Laserstrahlschneiden	29
3.3.2	Textile Fertigungsverfahren	32
3.3.2.1	Wickeln	32
3.3.2.2	Rundstricken	34
3.3.2.3	Rundflechten	36
3.3.3	Fertigungsansätze des Flechtens	41
3.3.3.1	Einfadenflechten	42
3.3.3.2	Einseitig geschlossenes Rundflechten	44
3.3.3.3	Hybrides Flechten	46
3.3.3.4	Fertigungsansätze im Vergleich	47
<b>4</b>	<b>Datenerhebung</b>	<b>50</b>
4.1	Marktdaten	51
4.1.1	Methodisches Vorgehen	51

4.1.2	Quantitatives Marktprofil	53
4.1.2.1	Marktteilnehmer	54
4.1.2.2	Anwendungs- und Fachbereiche	55
4.1.2.3	Fertigungsverfahren und –ansätze	55
4.1.2.4	Dimensionen	60
4.1.2.5	Materialien	61
4.2	Prozess- und Produktdaten	62
4.2.1	Auswahl der Expertengruppen	63
4.2.2	Anforderungen der Implantathersteller	63
4.2.3	Anforderungen der klinischen Anwender	66
4.3	Technologieattraktivität	71
4.3.1	Patente und Veröffentlichungen	71
4.3.2	OP- und ICD-Schlüssel	72
4.4	Untersuchungsraum und Bewertungskriterien	74
4.4.1	Prozess-Benchmark	74
4.4.2	Produkt-Benchmark	77
4.4.3	Ableitung der Bewertungskriterien	79
4.5	Zielgrößen	81
4.5.1	Technische Zielgrößen	81
4.5.2	Wirtschaftliche Zielgrößen	83
<b>5</b>	<b>Systematische Prozessentwicklung</b>	<b>86</b>
5.1	Definition des allgemeinen Anforderungsprofils	86
5.2	Konzeptauswahl	88
5.2.1	Konzeptentwicklung	88
5.2.1.1	Automatisiertes Einfadenflechten	90
5.2.1.2	Kern-Mantel-Verfahren	91
5.2.1.3	Kern-Schale-Verfahren	91
5.2.1.4	Hybrides Flechtverfahren	92
5.2.1.5	Radiales Nähen	92
5.2.1.6	Automatisiertes Mehrfadenflechten	93
5.2.2	Bewertung und Auswahl	93
5.3	Automatisiertes Mehrfadenflechten	96
5.3.1	Konkretisierung der Ziele und Anforderungen	96
5.3.2	Funktionsstruktur	99
5.3.3	Morphologischer Kasten	102
5.3.4	Konzeptbeschreibung	105

5.3.5	Bewertung und Auswahl der Konzepte	109
5.3.6	Ausarbeitung und Umsetzung	112
5.4	Automatisiertes Einfadenflechten	120
5.4.1	Konkretisierung der Ziele	120
5.4.2	Konkretisierung der Anforderungen	122
5.4.2.1	Kernsystem	122
5.4.2.2	Handhabungssystem	123
5.4.2.3	Speichersystem	124
5.4.3	Funktionsstruktur	125
5.4.4	Morphologischer Kasten	128
5.4.5	Konzeptbeschreibung und Auswahl	129
5.4.5.1	Kernsystem	129
5.4.5.2	Handhabungssystem	131
5.4.5.3	Speichersystem	135
5.4.6	Ausarbeitung und Umsetzung	139
5.4.6.1	Kernmodul	142
5.4.6.2	Handhabungssystem	143
5.4.6.3	Speichersystem	144
5.4.7	Elektrotechnische Umsetzung	145
5.4.8	Prozesstechnische Umsetzung	147
5.4.8.1	Umsetzung des Speicherprozesses	149
5.4.8.2	Umsetzung des Flechtprozesses	154
5.5	Konzeptionierung der Fertigungssysteme	157
5.5.1	Funktions- und Prozessbestimmung	160
5.5.1.1	Fertigungsfolge automatisiertes Einfadenflechten	160
5.5.1.2	Fertigungsfolge Mehrfadenflechten	161
5.5.2	Dimensionierung	163
5.5.3	Strukturierung	163
5.5.4	Gestaltung	165
5.5.4.1	Systematisieren der Planungsgrundlage	165
5.5.4.2	Ideallayoutplanung	167
<b>6</b>	<b>Technische Bewertung</b>	<b>171</b>
6.1	Prüfaufbau	172
6.2	Versuchsaufbau und Durchführung	173
6.2.1	Mehrfadenflechten	173

6.2.1.1 Versuchsaufbau	173
6.2.1.2 Durchführung	175
6.2.2 Einfadenflechten	178
6.2.2.1 Versuchsaufbau	178
6.2.2.2 Durchführung	179
6.2.3 Formgebung	180
6.3 Auswertung	181
6.3.1 Ergebnisdarstellung der Radialkraftprüfung	182
6.3.2 Ergebnisdarstellung der bleibenden Verformung	184
6.4 Diskussion und Zwischenfazit	185
<b>7 Wirtschaftliche Bewertung</b>	<b>190</b>
7.1 Methodenauswahl	190
7.2 Benchmark-Prozesse	192
7.3 Wirtschaftlicher Vergleich der Fertigungsketten	194
7.3.1 Bewertung der Strukturbildungsprozesse	194
7.3.2 Bewertung der Fertigungsketten	195
7.3.3 Erweiterung des Untersuchungsraums	199
7.4 Diskussion und Fazit	201
7.4.1 Wirtschaftliche Bewertung	202
7.4.2 Fazit	203
7.5 Verwertungsperspektiven	206
<b>8 Zusammenfassung</b>	<b>208</b>
<b>9 Ausblick</b>	<b>212</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>214</b>
<b>Abbildungs- und Tabellenverzeichnis</b>	<b>219</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>230</b>
<b>Studentische Arbeiten</b>	<b>249</b>
<b>Anhang</b>	<b>252</b>
<b>Disclaimer</b>	<b>307</b>