

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung und klinischer Alltag	5
1.1.1	Bougierung von Atemwegstenosen	5
1.1.2	Ballondilatation von Atemwegstenosen	7
1.1.3	Stentimplantation	9
1.1.4	Vergleichbarkeit der Messungen und Dokumentation	10
2	Zielstellung der Arbeit	11
3	Stand der Technik und Forschung	13
3.1	Allgemeines	13
3.2	Patente und Untersuchungen	13
3.2.1	Patent von Louis & H.Loewenstein und C.G.Heynemann /1895 ..	13
3.2.2	Patent von Van Patten /1971	14
3.2.3	Patent von Lapkin et al. /1972	16
3.2.4	Untersuchungen von Cox /1987	17
3.2.5	Untersuchungen und Patent von Demer /1987	17
3.2.6	System von Foote, Gill und Lampropoulos /1990	18
3.2.7	Untersuchungen von Albrecht /1992	19
3.2.8	Untersuchungen von N.Stroh, L.Freitag,H.-N.Macha /1996/2000 .	20
3.2.9	Untersuchungen von Unverdorben et al. /1997	22
3.2.10	Untersuchungen von Werner, Bloß, Kießling, Patzschke, Unverdorben, Vallbracht /1999	22
3.2.11	Patent vom Kunststoffzentrum in Leipzig GmbH /2000	23
3.3	Zusammenfassung zum Stand der Technik	24
4	Medizinische Grundlagen	27
4.1	Aufbau von Trachea und Hauptbronchien	27
4.2	Stenosierung von Trachea und Hauptbronchien	29
4.3	Die narbige Striktur	31
4.3.1	Geometrische Abmessungen	32
4.4	Wundheilung und Narbengewebe	34

5	Experimentelle Untersuchungen	36
5.1	Versuchsaufbau	36
5.2	Erste Messungen	42
5.3	Fehlerquellen	45
5.3.1	Volumenabweichungen	45
5.3.1.1	Kennlinienfeld des Systems Spritze / Drucktransmitter	47
5.3.1.2	Volumenkorrektur	49
5.3.2	Druckabweichungen	50
5.3.2.1	Bestimmung des Strömungswiderstandes des Verbindungsschlauches	50
5.3.2.2	Druckkorrektur	54
5.4	Vergleichsmessungen an verschiedenen Modellstenosen	54
5.4.1	Messungen an Stenosen der Länge $L_{st} = 10 \text{ mm}$	55
5.4.2	Messungen an Stenosen der Länge $L_{st} = 20 \text{ mm}$	56
5.4.3	Gegenüberstellung der Messergebnisse	57
5.5	Zusammenfassung der Ergebnisse	61
6	Modellbildung des Systems Dilatationsballon / Atemwegstenose . .	64
6.1	Detaillierte Abgrenzungen	64
6.2	Modellbildung	65
6.2.1	Vorbetrachtungen und Aufteilung des Systems in verschiedene Bereiche	65
6.2.1.1	Betrachtungen des Bereiches I	66
6.2.1.2	Betrachtungen des Bereiches II	68
6.2.1.3	Betrachtungen des Bereiches III	70
6.2.1.4	Betrachtungen des Bereiches 0	73
6.2.2	Betrachtung nach dem Prinzip des Minimums der Energie	74
6.2.3	Randbedingungen	82

7	Simulation des Systems Dilatationsballon / Atemwegstenose . .	84
7.1	Mathematischer Zugang mit MATLAB	84
7.1.1	Vorliegendes mathematisches Szenario	85
7.1.2	Bogenlängenbetrachtung und Einheitsintervall	86
7.1.3	Differentialgleichungssystem und Nebenbedingungen	92
7.1.4	(Numerische) Volumenberechnungen von Rotationskörpern	92
7.1.5	Implementation in MATLAB	94
7.1.6	Gültigkeit der numerischen Simulation	95
7.2	Simulationsparameter	96
7.3	Simulationsergebnisse	98
7.3.1	Simulationsbeispiel	98
7.3.2	Simulation der Dilatation verschiedener Stenosen der Länge $L_{st} = 10 \text{ mm}$	99
7.3.3	Simulation der Dilatation verschiedener Stenosen der Länge $L_{st} = 20 \text{ mm}$	103
7.4	Gegenüberstellung von Simulationsergebnissen und Bewertung	106
8	Zusammenfassung und Ausblick	112
8.1	Zusammenfassung	112
8.2	Kritische Bemerkungen	114
8.3	Ausblick und weiterführende Arbeiten	116
	Literaturverzeichnis	117