

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VIII
Verzeichnis der Formelzeichen	IX
Verzeichnis der Abkürzungen	XV
1 Einleitung und Motivation	1
1.1 Einleitung.....	1
1.2 Motivation.....	5
1.3 Forschungsprojekt „Energieeffiziente Federkraftbremse“.....	7
2 Stand der Technik und Definitionen	9
2.1 Bremsentechnik.....	9
2.1.1 Grundlagen.....	9
2.1.2 Auslegung.....	10
2.1.3 Einteilung.....	14
2.2 Federkraftbremsen.....	16
2.2.1 Funktionsweise.....	16
2.2.2 Begriffsdefinitionen.....	22
2.2.3 Schaltzeiten.....	26
2.2.4 Ansprechverzug.....	28
2.2.5 Schaltgeräusche.....	29
2.3 Leistungsaufnahme und Ansätze zur Reduzierung der Leistungsaufnahme.....	30
2.3.1 Leistungsaufnahme.....	30
2.3.2 Ansätze zur Reduzierung der Leistungsaufnahme.....	30
2.3.2.1 Haltestromabsenkung.....	30
2.3.2.2 Grenzwerte für eine Leistungsabsenkung.....	33
2.3.2.3 Federkraftbremse mit elektromechanischer Arretierung.....	35
2.4 Wichtige Erkenntnisse.....	37
3 Zielsetzung und weiteres Vorgehen	39
3.1 Zielsetzung.....	39
3.2 Weiteres Vorgehen.....	39
4 Konzeption	41
4.1 Planen und Klären der Aufgabe.....	41
4.2 Ermitteln der Kernforderung.....	44
4.3 Aufstellen von Funktionsstrukturen.....	46
4.3.1 Funktionsanalyse und Teilfunktionen.....	46

4.3.2	Funktionsstrukturen	47
4.3.2.1	Funktionsstruktur Variante 1	51
4.3.2.2	Funktionsstruktur Variante 2	52
4.3.2.3	Funktionsstruktur Variante 3	53
4.4	Suche von Wirkprinzipien und Wirkstrukturen.....	54
4.5	Entwickeln von Prinziplösungen	59
4.5.1	LV Kugeltrieb (einfach)	61
4.5.2	LV Kugeltrieb (mehrfach).....	62
4.5.3	LV Kurvenscheibe	63
4.5.4	LV Exzenter	64
4.5.5	LV Kniehebel (rotatorisch)	65
4.5.6	LV Seilzug.....	66
4.5.7	LV Kniehebel (translatorisch).....	67
4.5.8	LV Hydraulik.....	69
4.6	Wichtige Erkenntnisse und weiteres Vorgehen.....	70
5	Entwurf	71
5.1	Berechnungsansätze	72
5.1.1	Teilfunktion Leistung wandeln.....	74
5.1.1.1	Zylinder.....	74
5.1.1.2	Hydraulikpumpe	74
5.1.1.3	DC-Motor	75
5.1.1.4	Schrittmotor.....	76
5.1.2	Teilfunktion Leistung anpassen.....	76
5.1.2.1	Seilzug.....	76
5.1.2.2	Hebel	77
5.1.2.3	Kniehebel	77
5.1.2.4	Kugelrampe.....	79
5.1.2.5	Helix.....	81
5.1.2.6	Kurvenscheibe.....	82
5.1.2.7	Exzenter.....	83
5.1.2.8	Zahnstangentrieb.....	84
5.1.2.9	Kugelgewindtrieb	85
5.1.2.10	Rädergetriebe.....	85
5.1.2.11	Umschlingungsgetriebe	86
5.1.3	Festigkeitsberechnung der Bauteile	86
5.1.3.1	Beanspruchungsarten.....	87
5.1.3.2	Flächenpressung.....	88
5.2	Entwerfen der Lösungsvarianten	88
5.2.1	LV Kugeltrieb (einfach)	89

5.2.2	LV Kugeltrieb (mehrfach)	90
5.2.3	LV Kurvenscheibe	91
5.2.4	LV Exzenter	92
5.2.5	LV Kniehebel (rotatorisch).....	93
5.2.6	LV Seilzug.....	94
5.2.7	LV Kniehebel (translatorisch).....	95
5.2.8	LV Hydraulik.....	96
5.3	Bewertung und Auswahl.....	97
5.4	Wichtige Erkenntnisse und weiteres Vorgehen.....	103
6	Experimentelle Untersuchungen	105
6.1	Prüfplanung und Prüftechnik	105
6.1.1	Prüfplanung.....	105
6.1.2	Prüftechnik.....	106
6.1.2.1	Prüfeinrichtung	108
6.1.2.2	Messtechnik	109
6.1.2.3	Schaltplan	112
6.1.2.4	Funktionsnachweis	113
6.2	Funktionsmuster und Messergebnisse	116
6.2.1	LV Hydraulik.....	117
6.2.1.1	Funktionsmuster.....	117
6.2.1.2	Messergebnisse	119
6.2.2	LV Exzenter	121
6.2.2.1	Funktionsmuster.....	121
6.2.2.2	Messergebnisse	123
6.2.3	LV Kurvenscheibe	125
6.2.3.1	Funktionsmuster.....	125
6.2.3.2	Messergebnisse	127
6.3	Bewertung und Auswahl.....	130
6.4	Wichtige Erkenntnisse	132
7	Interpretation der Ergebnisse	133
7.1	Vergleichsrechnung für das Energie- und das CO ₂ -Einsparpotenzial.....	133
8	Zusammenfassung und Ausblick	137
8.1	Zusammenfassung	137
8.2	Ausblick	138
9	Literaturverzeichnis	139
9.1	Verwendete Literatur	139
9.2	Studentische Arbeiten.....	141