



Inhalt

Kurzfassung	VII
Vorwort	IX
Inhalt	XI
1. Einleitung, Zielsetzung und Aufbau der Arbeit	1
2. Grundlagen und Potential variabler Kurbeltriebe	3
2.1 Der Kurbeltrieb eines Verbrennungsmotors	3
2.2 Thermodynamik des aufgeladenen Ottomotors	5
2.2.1 Variable Verdichtung	5
2.2.2 Variables Hubvolumen	9
2.2.3 Variabler Kolbenhubverlauf	10
2.3 Massenausgleich eines Hubkolbenmotors	12
2.4 Reibung in Verbrennungsmotoren	15
2.4.1 Einfluss der Motorreibung auf den Verbrauch	15
2.4.2 Reibungsanteile einzelner Baugruppen	16
2.5 Thermodynamische Potentialabschätzung	19
3. Ansätze zur Realisierung variabler Kurbeltriebe	22
3.1 Randbedingungen eines R4-TFSI-Motors	23
3.2 Übersicht existierender Systemansätze für variable Kurbeltriebe	24
3.3 Vorauswahl von Systemansätzen für variable Kurbeltriebe	36
4. Bewertung ausgewählter Systemansätze für Variabilitäten im Kurbeltrieb	41
4.1 Variable Verdichtung	42
4.1.1 Mehrgelenkskurbeltrieb mit Anlenkpleuel	42
4.1.2 Exzenter im großen Pleuelauge	44
4.1.3 Vergleichende Bewertung beider Systeme	47
4.2 Variables Hubvolumen	48
4.2.1 Mehrgelenkskurbeltrieb mit Anlenkpleuel	48
4.2.2 Mehrgelenkskurbeltrieb mit Anlenkschwinge	50
4.2.3 Vergleichende Bewertung beider Systeme	53
4.2.4 Bewertung des effektiven Verbrauchspotentials	54
4.3 Alternierender Kolbenhub	55
4.3.1 Mehrgelenkskurbeltrieb mit Anlenkpleuel	55



4.3.2	Angetriebener Exzenter auf dem Hubzapfen.....	57
4.3.3	Vergleichende Bewertung beider Systeme.....	62
5.	Umsetzung variabler Kurbeltriebe nach dem Mehrgelenksprinzip.....	63
5.1	Vorgehensweise zur Kinematikoptimierung.....	63
5.2	Ergebnisse der Kinematikoptimierung	68
5.3	Bewertung der Reibung verschiedener Varianten	69
5.4	Umsetzung eines mehrgliedrigen Kurbeltriebs zur Darstellung einer variablen Verdichtung	71
5.4.1	Kinematik.....	71
5.4.2	Konstruktive Umsetzung	76
5.4.3	Massenausgleich	85
5.4.4	Aktuatorik	89
5.5	Umsetzung eines mehrgliedrigen Kurbeltriebs zur Darstellung eines alternierenden Kolbenhubs	91
5.5.1	Kinematik.....	91
5.5.2	Konstruktive Umsetzung	94
5.5.3	Massenausgleich	97
5.5.4	Aktuatorik	99
6.	Funktions- und Mechanikerprobung der variablen Kurbeltriebe.....	101
6.1	Konstruktive Umsetzung der Versuchsmotoren	101
6.1.1	1,8l-Referenzkurbeltrieb.....	104
6.1.2	1,8l-Mehrgelenkskurbeltrieb mit variabler Verdichtung	105
6.1.3	1,8l-Mehrgelenkskurbeltrieb mit alternierendem Hub.....	105
6.2	Betriebs- und Prüfbedingungen	106
6.2.1	Mechanikerprobung im Druckluftbetrieb	106
6.2.2	Messung der Kurbeltriebsreibung	108
6.2.3	Auswertung weiterer Messgrößen	111
6.3	Dauerlaufergebnisse	111
6.4	Reibungsergebnisse	112
6.4.1	Reibungsmessung im Schleppbetrieb	112
6.4.2	Indizierte Reibungsmessung im Druckluftbetrieb	118
6.5	Weitere Ergebnisse.....	120
7.	Bewertung der variablen Kurbeltriebe.....	123
7.1	Bewertung der Umsetzung sowie der Ergebnisse aus Funktions- und Mechanikerprobung.....	123
7.2	Abschließende Bewertung des thermodynamischen Verbrauchspotentials	124
8.	Zusammenfassung und Ausblick.....	128
9.	Literaturverzeichnis	132



10. Abkürzungsverzeichnis	141
11. Symbol- und Formelzeichenverzeichnis.....	145
12. Abbildungsverzeichnis	150
13. Tabellenverzeichnis	155
14. Lebenslauf.....	157
Anhang A.....	159
Ergänzende Abbildungen zu Patentrecherchen	159
Anhang B.....	160
Ergänzende Informationen zur Systemauswahl für variables Verdichtungsverhältnis	160
Anhang C.....	163
Ergänzungen zur Detailanalyse des Exzenters im großen Pleuelauge zur Pleuellängenvariation	163
Anhang D.....	168
Reibungsprognose zur Bewertung des effektiven Verbrauchspotentials des variablen Hubvolumens ..	168
Anhang E.....	169
Ergänzende Tabellen	169
Anhang F	172
Beschleunigungsmessungen an den Versuchsmotoren.....	172