

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen und Abkürzungen	iii
1 Einführung	1
1.1 Zielsetzung	3
1.2 Aufbau der Arbeit	4
2 Grundlagen und Stand der Technik	7
2.1 Fahrwiderstände, Energiebedarf und Antriebsstrangwirkungsgrad von Fahrzeugen	7
2.2 Nasse Lamellenkupplungen und -bremsen	11
2.3 Ursachen des Schleppmoments in nassen Lamellenkupplungen	16
2.3.1 Differenzwinkelgeschwindigkeit (Differenzdrehzahl)	17
2.3.2 Betriebsart	20
2.3.3 Lüftspiel	22
2.3.4 Beölung	28
2.3.5 Reibflächenanzahl	29
2.3.6 Lamellen	30
2.4 Schleppmomentreduktion durch Lamellenseparation	31
2.4.1 Wellfedern	31
2.4.2 Torsionsfedern	33
2.4.3 Magnetische Trennelemente	34
2.4.4 Weitere Separationsarten	35
2.5 Anwendungsgebiete der Schleppmomentreduktionsmaßnahmen	37
2.6 Zusammenfassung des Stands der Technik	38
3 Versuch	39
3.1 Prüfstand und Prüfling	39
3.1.1 Lamellenbremse	41
3.1.2 Ölkonditionierung	43
3.1.3 Aktuierung	44
3.1.4 Ansteuerung und Messdatenerfassung	46
3.2 Versuchsmethodik	46
3.2.1 Einlauf und Versuchsvorbereitung	46

3.2.2	Durchführung der Schleppmomentmessung	48
3.2.3	Versuchsablauf und Automatisierung der Messung	50
3.3	Aufbau einer magnetischen Kupplungslamellentrenneinheit	51
3.3.1	Magnetismus von Werkstoffen	51
3.3.2	Vereinfachte Berechnung magnetischer Feldgrößen von Permanentmagneten	54
3.3.3	Magnetostatische FEM-Berechnung	55
3.3.4	Auswahl von Permanentmagnetwerkstoffen	58
3.3.5	Konstruktionsmerkmale magnetischer Lamellenseparationseinheiten .	64
4	Simulation des Verbrauchs- und Emissionseinsparpotentials	81
4.1	Grundaufbau des Simulationsmodells	81
4.2	Antriebsstrangkinematik des betrachteten Getriebes	82
4.3	Übertragung der Schleppmomentmessdaten auf Verlustleistungen der Schaltelemente	85
4.4	Berechnung der Verbrauchs- und Emissionseinsparpotentiale	86
5	Ergebnisse und Diskussion	89
5.1	Schleppmomentmessdaten	89
5.1.1	Variation der Magnetanzahl	90
5.1.2	Vergleich zwischen magnetischer Lamellenseparation und Torsionsfedern	95
5.2	Verbrauchs- und Emissionseinsparpotentiale	100
6	Zusammenfassung und Ausblick	105
	Literaturverzeichnis	109
	Anhang	117