

Dipl.-Ing. Georg Sauer, München

Grundlagen und Betriebs- verhalten eines Zugketten- Umschlingungsgetriebes

Reihe **12**: Verkehrstechnik/
Fahrzeugtechnik

Nr. **293**

INHALTSVERZEICHNIS

Formelzeichen und Einheiten	VIII
1. Einleitung	1
2. Aufgabenstellung und Zielsetzung	2
3. Stand der Forschung	4
3.1 Ermittlung des Kraftverlaufs im Umschlingungsmittel	4
3.2 Verhalten bei hochdynamischen Betriebszuständen	6
3.3 Wirkungsgrade	6
4. Stufenlose Antriebe für Fahrzeuge	8
4.1 Varianten stufenloser Fahrtriebe	8
4.1.1 Historie stufenloser mechanischer Fahrtriebe mit P.I.V.-Kettenwandler	8
4.1.2 Hydrostatische Antriebskonzepte	17
4.2 Anforderungen an stufenlose Antriebe sowie Vor- und Nachteile gegenüber konventionellen Getrieben	19
4.3 Integration des Kettenwandlers in Traktorgetriebe	21
5. Prüfstand und Versuchsmethodik	23
5.1 Leistungsprüfstand für stufenlose Umschlingungsgetriebe	23
5.1.1 Prüfstandsverfahren und mechanischer Aufbau	23
5.1.2 Prüfgetriebe	25
5.1.3 Anpreßsystem und hydraulische Versorgung	26
5.2 Meßtechnik und Meßwerterfassung	33
5.3 Versuchsprogramm	37
6. Versuchsergebnisse	39
6.1 Wirkungsgraduntersuchungen	39
6.1.1 Iststand der Wirkungsgrade und Optimierungspotential	39
6.1.2 Ergebnisse	40
6.1.3 Fehlerbetrachtung und Reproduzierbarkeit	47
6.2 Anpreßbedarf des Scheibensatzes	50
6.2.1 Methoden zur experimentellen Ermittlung des Anpreßbedarfs	50

6.2.1.1	Methode nach Dittrich	50
6.2.1.2	Die $\zeta_{\max}$ -Methode	51
6.2.2	Einfluß der Betriebsparameter auf den Anpreßbedarf	53
6.2.3	Plausibilität der $\zeta_{\max}$ -Methode	61
6.2.3.1	Rutschsicherheit	61
6.2.3.2	Wirkungsgrade	61
6.3	Bestimmung von Reibungszahlen	64
6.4	Zugkraft in der Kette	68
6.5	Verhalten des Kettenwandlers bei hochdynamischen Belastungen	76
6.5.1	Anfahren mit verschiedenen Belastungen	76
6.5.2	Schnelles Schließen der Kupplung bei Talfahrt (Bremsstoß)	80
6.5.3	Abtriebsseitige Laststöße	82
6.5.4	Verdrehung der Drehmomentsensoren	86
6.5.4.1	Verdrehung der Drehmomentsensoren im stationären Betrieb	88
6.5.4.2	Verdrehung der Drehmomentsensoren bei schlagartigen Drehmomentanstiegen	94
6.5.5	Zusammenfassung der dynamischen Versuche	97
6.6	Schnellverstellung des Kettenwandlers	100
7.	Theoretischer Teil	106
7.1	Geometrische Zusammenhänge im Trieb und Gleichgewicht im differentiellen Banelement	106
7.2	Verformungen in Scheibensatz und Kette	113
7.3	Theoretische Ansätze zur Bestimmung des Anpreßbedarfs unter Berücksichtigung elastischer Verformungen	128
7.3.1	Geschlossene Berechnungsmethode basierend auf der Theorie Dittrich	128
7.3.1.1	Herleitung der Berechnungsmethode	128
7.3.1.2	Ergebnisse	131
7.3.2	Neuer rechnergestützter Ansatz zur Berechnung der Kräfte für stationäre Betriebszustände	131
7.3.2.1	Annahmen und Herleitung der neuen Berechnungsmethode	132
7.3.2.2	Programmtechnische Umsetzung	140

7.3.2.3	Ergebnisse und Vergleich mit Prüfstandsmessungen	141
8.	Maßnahmen zur Verbesserung von Wirkungsgrad und Betriebssicherheit	157
9.	Zusammenfassung	160
10.	Literatur	163