

1. NOMENKLATUR	IV
1.1 Formelzeichen - Einheiten - Begriffe	IV
1.2 Indizes	VIII
2. EINLEITUNG	1
3. EINFÜHRUNG IN DEN PROBLEMKREIS	3
3.1 Definition, Aufbau und Funktion von Freilauf- kupplungen	3
3.2 Stand der Technik	6
3.2.1 Ausfallursachen an Schaltfreiläufen	6
3.2.1.1 Ermüdungsverschleiß	9
3.2.1.2 Plastische Verformung	20
3.2.1.3 Wälzverschleiß	27
3.2.2 Verschleißschäden aufgrund typischer Be- triebszustände im Freilauf	29
3.2.3 Funktionsausfall infolge besonderer Umstände	33
3.2.4 Berechnungsansätze zur Lebensdauerermittlung von Klemmfreiläufen	34
3.3 Aufgabenstellung	43
4. VERSUCHSEINRICHTUNGEN UND PRÜFBEDINGUNGEN	46
4.1 Aufbau und Funktionsweise der Prüfstände	46
4.2 Erfassung der Meßgrößen	61
4.3 Prüfbedingungen	70
4.3.1 Herstellung der Prüfkörper	70
4.3.2 Eingesetzte Klemmrolle	71
4.3.3 Versuchsöl und Betriebstemperatur	73
4.3.4 Führung und Anfederung der Klemmrolle	77
5. VERSUCHSPROGRAMM UND VERSUCHSDURCHFÜHRUNG	87
5.1 Versuchsprogramm	87
5.2 Vorgehensweise und Voraussetzungen bei der Versuchsauswertung	88

5.3 Metallkundliche Daten der untersuchten Werkstoffe	92
6. FESTSTELLUNG UND BERÜCKSICHTIGUNG VERSCHIEDENER EINFLUSSGRÖSSEN	94
6.1 Analyse der Schaltfrequenz	94
6.1.1 Ermittlung des dynamischen Verhaltens und der maximalen Schaltfrequenz des Prüfstandes	94
6.1.2 Vergleich zwischen Freilaufversuchsstand und realem Freilauf	107
6.2 Klemmrollenverschleiß unter Berücksichtigung der Rollenprofilierung und der Lastwechselfrequenz	110
6.3 Einfluß des Hartmetalleinsatzes auf die Versuchsergebnisse	119
6.4 Typische Verschleißmarken	121
6.5 Verschleißbild des Anfederungsstiftes der Klemmrolle	129
6.6 Verlauf der Klemmwinkeländerung in Abhängigkeit von der Lastwechselzahl	130
7. STATISTISCHE AUSWERTUNG DER VERSUCHE	134
7.1 Allgemeine Voraussetzungen zur Durchführung	134
7.2 Versuchsergebnisse für den Werkstoff 100Cr6	137
7.2.1 Wöhlerkurven bei unterschiedlichen Lastwechselfrequenzen und Einsatz verschiedener Schmieröle	137
7.2.2 Ermittlung der Mindestlebensdauer sowie Angabe der statistischen Absicherung	144
7.2.3 Auswertung von Versuchen mit ungeschmierter Wirkstelle	147
7.3 Versuchsauswertung für den Werkstoff 16MnCr5	148
7.4 Auswertung von Stichversuchen für den Werkstoff Ck45	153
8. UNTERSUCHUNG DER HAUPT EINFLUSSGRÖSSEN AUF DEN FREILAUF AUSFALL	155
8.1 Plastische Verformung	155

8.2 Pittingbildung	160
8.3 Wälzverschleiß	175
9. ÜBERTRAGUNG DER VERSUCHSERGEBNISSE AUF EINEN REALEN FREILAUF	184
9.1 Berechnungsansatz zur Ermittlung der Freilauflebensdauer	184
9.2 Vergleich und Wertung der Versuchsergebnisse	190
9.3 Allgemeine Schlußfolgerungen für den Konstrukteur	192
10. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	193
11. LITERATUR	196