

III Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Stand der Technik	3
3	Aufgabenstellung und Ziel der Arbeit	4
4	Geometrie der Balligzahn-Kupplung	5
4.1	Vordimensionierung der Wellendurchmesser	5
4.2	Vordimensionierung von Teilkreisdurchmesser, Zähnezah und Modul	6
4.2.1	Ermittlung des Teilkreisdurchmessers	6
4.2.2	Ermittlung des Moduls, der Zähnezah und der Zahnteilung	7
4.3	Festlegung des Eingriffswinkels	11
4.4	Zahnbreite	15
4.5	Verdrehflankenspiel	16
4.6	Profilverschiebung	17
4.7	Flanken- und Bombierungsradius	18
4.8	Bombierungsverhältnis	21
4.9	Verzahnungszentrierung	23
4.9.1	Zahnflankenzentrierung	23
4.9.2	Zahnkopfzentrierung	24
4.9.3	Konstruktion der Zahnkopfzentrierung	28
5	Belastungen an Balligzahn-Kupplungen	31
5.1	Belastungen an den Kupplungswellen	31
5.1.1	Ermittlung des Auslegemomentes	31
5.2	Kräfte in der Kupplungsverzahnung	34
5.3	Theoretische Spannungen in der Kupplungsverzahnung	35
5.3.1	Theoretische Zahnflankenbeanspruchung	35
5.3.2	Werkstoffeinfluss bei der Zahnflankenbeanspruchung	37
5.3.3	Theoretische Zahnfußbeanspruchung	39
5.3.4	Zahngeometriefaktoren für die Zahnfußspannung	41
5.3.5	Bombierungseinfluss bei der Verzahnungsbeanspruchung	46
5.4	Korrekturen bei der Verzahnungsbeanspruchung	50
5.4.1	Lastüberhöhungsfaktor für die Auslenkung	51
5.4.2	Traganteilfaktor für die Verzahnungsqualität	52
5.5	Korrigierte Spannungen in der Kupplungsverzahnung	54
5.5.1	Korrigierte Zahnflankenbeanspruchung	54
5.5.2	Korrigierte Zahnfußbeanspruchung	54
5.6	Zusammenhang zwischen der Zahnflanken- und Zahnfußbeanspruchung	55
6	Zulässige Verzahnungsbeanspruchungen und Sicherheiten	57
6.1	Werkstoffe für Balligzahn-Kupplungen	57
6.2	Wärmebehandlung und Härteverfahren der Verzahnung	58
6.3	Werkstoffkennwerte	59
6.4	Dauer- und Zeitfestigkeit für Werkstoffe verzahnter Kupplungsbauteile	61

6.4.1	Zahnflankendauerfestigkeit und –zeitfestigkeit	63
6.4.2	Zahnfußdauerfestigkeit und –zeitfestigkeit	63
6.5	Sicherheiten und Sicherheitsfaktoren	66
6.6	Zulässige Zahnflanken- und Zahnfußbeanspruchung	70
6.7	Entscheidungskriterien für eine vorrangige Auslegung der Zahnflanke oder des Zahnfußes	70
7	Auswirkung der Gleitreibung in der Verzahnung	74
7.1	Reibwert in der Kupplungsverzahnung	74
7.2	Reibkraft, Reibmoment und Rückstellkraft in der Kupplungsverzahnung	77
7.3	Axialkraft, Biegemoment und Querkraft auf die gekuppelten Wellen und deren Lagerung	79
7.4	Reibleistung und Wirkungsgrad der Balligzahn-Kupplung	81
7.4.1	Reibleistung	81
7.4.2	Mechanischer Wirkungsgrad	82
7.5	Erforderliche Ölzufuhrmenge bei Öleinspritzschmierung	84
7.6	Spezifische Reibleistung	86
7.6.1	Ermittlung der Hertz'schen Pressungsfläche	87
7.6.2	Vergleich der Berechnungsansätze zur spezifischen Reibleistung	88
8	Entwicklung von Baureihen für Balligzahn-Kupplungen	92
9	Zusammenfassung	95
9.1	Einsatzbedingungen	95
9.2	Prioritätskriterien der Verzahnungsdimensionierung	95
9.3	Werkstoffauswahl	96
9.4	Schwingungsverhalten der Balligzahn-Kupplung	97
9.5	Bewertung der Wirkung der Gleitreibung in der Kupplungsverzahnung	98
10	Abkürzungen und Formelzeichen	99
11	Literaturverzeichnis	106
11.1	Bücher und Fachzeitschriften	106
11.2	Normen	108
12	Anhang	109
12.1	Datenformblatt	109
12.2	Formel- und Logikflussplan	112
12.3	Tabellen	123