

Inhaltsverzeichnis

Content

1	Einleitung	1
2	Stand der Technik	5
2.1	Einflüsse auf die Grübchentragfähigkeit nach DIN 3990/ISO 6336	5
2.2	Untersuchungen zu asymmetrischen Verzahnungen	8
2.2.1	Geometrische Besonderheiten asymmetrischer Verzahnungen	9
2.2.2	Untersuchungen zu der Beanspruchung asymmetrischer Verzahnungen	10
2.3	Erweiterte Berechnungsverfahren zur Zahnkontaktanalyse	13
2.4	Grundlagen der FE-basierten Zahnkontaktanalyse STIRAK	15
2.4.1	Bestimmung der Verzahnungsgeometrie	16
2.4.2	Erstellung der FE-Struktur	18
2.4.3	Berechnung der Einflusszahlen	19
2.4.4	Bestimmung der Beanspruchung der Zahnflanke	21
2.4.5	Restriktionen der bestehenden Berechnungsmethode	23
2.5	Fazit	29
3	Aufgabenstellung, Zielsetzung und Vorgehensweise	33
4	Qualifizierung der Berechnungsmethode	35
4.1	Anpassung der FE-Strukturerstellung	36
4.2	Aufhebung des Lagenmodells	39
4.3	Neustrukturierung der FE-Einflusszahlenberechnung	41
4.3.1	Analyse des Nachgiebigkeitsverhaltens von Haupt- und Kreuzflusszahlen	42
4.3.2	Abstands-basierte Gewichtung	49
4.3.3	Analyse abstands-basierte Gewichtung	54
4.3.4	Gewichtung mittels linearer Formfunktionen	55
4.3.5	Analyse der Gewichtung mittels linearer Formfunktionen	58
4.3.6	Vektorverfahren	60
4.3.7	Analyse des Vektorverfahrens	64
4.3.8	Analyse der Lastverteilungsberechnung	67
4.3.9	Methode zur Ermittlung der Nachgiebigkeiten des Randbereichs ..	68
4.4	Fazit	73
5	Methode zur FE-basierten, normkonformen Grübchentragfähigkeitsberechnung	75
5.1	Auswerteverfahren der lokalen Hertz'schen Flankenpressungen	76
5.2	Rechnerische Untersuchungen durch Vergleich mit FE- Kontaktberechnungen	77
5.2.1	Vorstellung der Testverzahnung	78
5.2.2	Einfluss der FE-Struktur auf die Ergebnisse	78

5.2.3	Berechnungsergebnisse	82
5.3	Rechnerische Untersuchungen durch Vergleich mit der normbasierten Berechnungsmethode nach DIN 3990/ISO 6336	85
5.3.1	Rechnerische Untersuchungen an Geradverzahnungen	85
5.3.2	Rechnerische Untersuchungen an Schrägverzahnungen	88
5.3.3	Fazit	94
5.4	Validierung anhand von Prüfstandsversuchen aus dem Stand der Technik.....	94
5.5	Methoden zur Bestimmung der Krafftaktoren.....	98
5.5.1	Ansatz zur Berücksichtigung des Stirnfaktors $K_{H\alpha}$	98
5.5.2	Ansatz zur Berücksichtigung des Breitenfaktors $K_{H\beta}$	101
5.5.3	Ansatz zur Berücksichtigung des Dynamikfaktors K_v	104
5.6	Fazit	104
6	Transfer der Methode auf asymmetrische Verzahnungen	107
6.1	Geometrische Bestimmung asymmetrischer Verzahnungen.....	107
6.1.1	Lage der Eingriffslinie.....	109
6.1.2	Mögliche Profilüberdeckungen	109
6.1.3	Kopf- und Fußeingriffsstrecke	110
6.1.4	Profilverschiebungsfaktoren.....	111
6.1.5	Werkzeugbezugsprofil.....	112
6.1.6	Vernetzung asymmetrischer Verzahnungen	114
6.2	Validierung der Steifigkeitsberechnung verschiedener Makrogeometrien	114
6.2.1	Vorstellung der Prüfverzahnungen.....	115
6.2.2	Beschreibung des Prüfstandes	116
6.2.3	Darstellung der Ergebnisse	117
6.3	Untersuchungen zur Grübchentragsfähigkeit.....	119
6.3.1	Vorstellung des Prüfstandes	121
6.3.2	Grübchenauswertung.....	122
6.3.3	Prüfergebnisse	122
6.4	Fazit	124
7	Zusammenfassung und Ausblick.....	127
8	Literaturverzeichnis.....	133