

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen- und Abkürzungsverzeichnis	ix
Bildverzeichnis	xxi
Tabellenverzeichnis	xxv
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit	3
2 Grundlagen des tribologischen Systems Wälzlager	5
2.1 Wälzlagerlasten und Kinematik	6
2.2 Kontakte im Wälzlager	8
2.2.1 Kontaktarten und kinematische Kontaktzustände	10
2.3 Der tribologische Kontakt	11
2.3.1 Reibungsarten	12
2.3.2 Reibungszustände	13
2.4 Der trockene Kontakt	15
2.4.1 Der HERTZ'sche Kontakt	15
2.4.2 Die Halbraummethode	17
2.4.3 Die Methode der Dimensionsreduktion	18
2.4.4 Kontaktberechnung mit der finiten Elemente Methode	19
2.5 Der geschmierte Kontakt	21
2.5.1 Gleichungen der Hydrodynamik	23
2.5.2 REYNOLDSSche Differenzialgleichung	24
2.5.3 Kontaktmechanik	25
2.5.4 Kontaktgeometrie und Schmierfilmhöhe	26
2.5.5 Kräftegleichgewicht	27
2.5.6 Energieerhaltung	27
2.5.7 Schmierstoffeigenschaften	28
2.5.8 Kavitation	30
2.5.9 Entdimensionalisierung	31
2.5.10 Reibungsberechnung	32
2.5.11 Numerische Lösung	32
3 Grundlagen der Berechnung von trockenen und geschmierten Punkt- und Ellipsenkontakten	37
3.1 Trockene Punkt- und Ellipsenkontakte	37
3.2 Geschmierte Punkt- und Ellipsenkontakte	41

3.3	Auslegung der tribologischen Kontakte im Wälzlager	44
4	Abgeleiteter Forschungsbedarf und Zielsetzung	47
5	Berechnungsmodell für trockene Punkt- und Ellipsenkontakte	51
5.1	Ermittlung des Kontaktpunktes	51
5.1.1	Berechnung der Orts- und Normalenvektoren des Kontaktes an der Wälzkörperstirnfläche	52
5.1.2	Berechnung der Orts- und Normalenvektoren des Kontaktes am Ringbord	54
5.2	Berechnung/Erzeugung der lokalen Geometrie	56
5.3	Berechnung der Kontaktkraft	59
5.4	Berechnung der Pressungsverteilung	61
5.5	Überprüfung der PIMP Methode mit der Methode nach HERTZ	62
5.5.1	Berechnungsdauer	64
5.5.2	Geometriepaarung Kugel/Ebene	66
5.5.3	Geometriepaarung Kugel/Kugel	67
5.5.4	Geometriepaarung Kugel/Kegel	68
5.6	Überprüfung der PIMP Methode mit der Finiten Elemente Methode	70
5.6.1	Geometriepaarung Kugel/Ebene	72
5.6.2	Geometriepaarung Kugel/Kugel	73
5.6.3	Geometriepaarung Kugel/Kegel	74
5.6.4	Geometriepaarung Torus/Ebene	76
5.6.5	Geometriepaarung Torus/Kugel	77
5.6.6	Geometriepaarung Torus/Kegel	78
5.6.7	Geometriepaarung Torus/Torus	79
5.7	Bewertung der Kontaktfläche	81
6	Berechnung elastohydrodynamischer Punkt- und Ellipsenkontakte	85
6.1	Aufbau des Simulationsmodells	85
6.1.1	Material und Schmierstoffparameter	87
6.1.2	Geometrieparameter	88
6.2	Vergleich der TEHD Simulationen	89
6.2.1	Kugelförmige Geometriepaarungen	89
6.2.2	Torusförmige Geometriepaarungen	91
6.2.3	Maximaler Kontaktdruck	92
6.2.4	Minimale Schmierfilmhöhe	93
6.2.5	Reibungskoeffizient	94

6.2.6	Form der Kontaktzone	95
7	Optimierung des Bordkontaktes eines Kegelrollenlagers . .	97
7.1	Analyse der Geometrie und Ableiten der Parameter	98
7.2	Statistische Versuchsplanung	100
7.3	Lastfall, Kinematik und Schmierung des Bordkontaktes im Kegelrollenlager	101
7.4	TEHD Simulationsmodell des Bordkontaktes im Kegelrollenlager	104
7.5	Maschinelles Lernen	105
7.6	Optimierung	106
7.7	Ergebnis der Optimierung des Bordkontaktes im Kegelrollenlager	107
7.7.1	Kontaktdruck, Schmierfilmhöhe und Reibungskoeffi- zient aus der TEHD Simulation	107
7.7.2	Einfluss der Geometrieparameter	110
7.7.3	Optimum	113
7.7.4	Überprüfung der Ergebnisse aus der Optimierung	115
7.7.5	Diskussion	117
8	Zusammenfassung und Ausblick	121
9	Summary and Outlook	127
Anhang		131
	Auflösung der Gleichung 39	131
	Ergebnisdaten der trockenen Kontaktberechnung	132
	Kontaktflächen Im Vergleich	155
	Ergebnisdaten der geschmierten Kontaktberechnungen für die Optimierung	178
Literaturverzeichnis		187