

Forschungsberichte aus dem
wbk Institut für Produktionstechnik
Universität Karlsruhe (TH)

Hrsg.: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Fleischer
Prof. Dr.-Ing. Hartmut Weule

Ulf Dambacher

Kugelgewindetriebe mit hohem Druckwinkel

ISSN 0724-4967
Band 128



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Motivation	1
2	Stand der Technik und Forschung	5
2.1	Aufbau des Kugelgewindetriebes	5
2.2	Geometriedefinition von Kugelgewindetrieben	8
2.3	Stand der Technik und Patente	11
2.3.1	Auslegung und Berechnung	11
2.3.2	Herstellungsverfahren für Gewinde	13
2.3.3	Industrielle Forschung und Patentsituation	18
2.4	Stand der Forschung	20
2.4.1	Optimierung am Kugelgewindetrieb	20
2.4.2	Mathematische Beschreibungen und Simulation des Kugelgewindetriebes	22
2.5	Zusammenfassung zum Stand der Technik und Forschung	23
3	Zielsetzung und Vorgehensweise	25
4	Simulation der Kugelgewindetrieb-Kinematik	27
4.1	Aufbau der Simulationsumgebung	27
4.1.1	Vereinfachende Annahmen zur Modellierung	29
4.1.2	Koordinatensysteme und Freiheitsgrade	30
4.1.3	Mathematische Beschreibung der Geometrie	32
4.1.4	Bestimmung der Kontaktpunkte	35
4.1.5	Berechnung der Flächenpressung um den Berührungspunkt	36
4.1.6	Kräfte und Momente	38
4.1.7	Bewegungsgleichungen	41

4.1.8	Numerische Integration	42
4.2	Simulat. Überprüfung von Optimierungsmöglichkeiten	43
4.2.1	Virtueller Steifigkeitsversuch	43
4.2.2	Virtuelle Messung der Sprungantwort	45
4.2.3	Virtuelle Messung der Laufeigenschaften	48
4.3	Zusammenfassung der Simulationsergebnisse	53
5	Konzeptfindung, Auslegung und Berechnung	57
5.1	Konzeption einer Profilform	57
5.2	Fertigungsverfahren und Herstellbarkeit	59
5.3	Auslegung	61
5.3.1	Bestimmung des maximal möglichen Druckwinkels	62
5.3.2	Optimierung des Kraftflusses	63
5.4	Ergebnis der Konzeptfindung und Auslegung	64
5.5	Berechnungen zur Kugelbewegung	66
5.5.1	Kugelschwingung innerhalb der Kontaktzone	66
5.5.2	Schwingungen der Mutter	66
5.5.3	Frequenz der Kugeldrehung und der Kette umlaufender Kugeln	67
5.5.4	Frequenz der Kugeldurchgänge in der Umlenkung	68
6	Experimentelle Charakterisierung	71
6.1	Beschreibung der Prüftriebe	71
6.2	Charakterisierung der Profile der Prüftriebe	72
6.3	Vergleich der Reibmomente im Leerlauf	78
6.4	Vergleich der Steifigkeiten	80
6.5	Schwingungs- und Geräuschverhalten	83
6.6	Zusammenfassung experimentelle Charakterisierung	92
7	Vergleich von Simulation und Experiment	93
7.1	Was die Simulation derzeit leisten kann	94
7.2	Grenzen der Simulation und Entwicklungsmöglichkeiten	95
7.3	Was die Simulation nicht leisten kann	96
8	Zusammenfassung und Ausblick	99

A	Zusätzliche Formeln	103
A.1	Bestimmung der Steifigkeit $R_{b/t}$ nach DIN 69051 Teil 6	103
A.2	Schalleistungspegel	104
B	Simulation des Kugelgewindetriebes mittels FEM	105
C	Literaturverzeichnis	109
