

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen	3
2.1	Der Wanderwellenmotor	3
2.1.1	Aufbau und Funktionsprinzip	3
2.1.2	Eigenschaften	6
2.2	Kontaktmechanik und Reibung	9
2.2.1	Kontakt	9
2.2.2	Reibung	11
2.2.3	Reibung der Materialpaarungen Polymere-Stahl	15
2.2.4	Reibung unter Ultraschalleinfluss	17
3	Modelle des Stator-Rotor-Kontaktes	27
3.1	Stator	28
3.2	Rotor	30
3.3	Kontaktschicht	31
3.3.1	Punktmodell	31
3.3.2	Linienmodell mit tangential starrer Kontaktschicht	33
3.3.3	Linienmodell mit tangential elastischer Kontaktschicht	35
3.3.4	Flächenmodell	39
4	Analyse und Weiterentwicklung der Kontaktmodelle	41
4.1	Kontaktmodellvalidierung	41
4.1.1	Drehzahl-Motormoment-Messungen	42
4.1.2	Vergleich von Messung und Rechnung	43
4.1.3	Diskussion und Bewertung	44
4.2	Coulombsche Reibung bei Ultraschallanwendungen	46

4.2.1	Prüfstand	47
4.2.2	Longitudinaleffekt	48
4.2.3	Transversaleffekt	50
4.2.4	Diskussion und Bewertung	51
4.3	Statortrajektorie	52
4.3.1	Abschätzung	53
4.3.2	Messung	55
4.4	Diskussion und Bewertung	57
5	Kontaktmodell mit dreidimensionaler Kinematik	59
5.1	Modellstruktur	59
5.1.1	Statorkinematik	59
5.1.2	Kontaktschicht	60
5.1.3	Rotor	62
5.1.4	Reibung	63
5.2	Mathematische Formulierung	63
5.2.1	Kinematik	63
5.2.2	Kinetik	68
5.3	Validierung und Parametervariation	72
5.3.1	Simulation	72
5.3.2	Plausibilitätsprüfung der berechneten Kontaktschichtauslenkung, Reibungskräfte und Relativgeschwindigkeit	74
5.3.3	Motorcharakteristik	78
5.3.4	Parametereinfluss auf die Motorcharakteristik	79
5.3.5	Bewertung	82
6	Funktionsmuster mit optimierter Kontaktkinematik	83
6.1	Aufbau eines Prototyps	83
6.2	Experimentelle Untersuchung	87
7	Zusammenfassung und Ausblick	91