

**Untersuchung eines selbsterregten Roll-Reibschwingers mit zwei
Freiheitsgraden**

--- Theoretische Studienarbeit ---

Institut für technische Mechanik , Technische Universität Braunschweig

Jan Delfs , Matr. Nr. 2074256

**Pockelsstr. 21
3300 Braunschweig**

Betreuung :

**Prof. Dr. Brommundt
Dr.-Ing. Awrejcewicz**

6. März 1989

Inhalt

Zusammenfassung	ii
Vorwort	v
Abschnitt 1: Aufgabenstellung	1
1.1 Das zu untersuchende physikalische System	1
1.2 Art der betrachteten Bewegungen	1
1.3 Weitere Annahmen	2
1.3.1 Art der Reibwertkennlinie	2
1.3.2 Annahmen über die Bandbewegung und Anfangsbedingungen	2
1.3.3 Mechanisches Modell des Gebildes	2
Abschnitt 2: Die mathematische Beschreibung der Bewegungen	2
2.1 Wahl eines Koordinatensystems	2
2.2 Zahl der Freiheitsgrade der Bewegung	3
2.3 Kinematik des Systems	4
2.3.1 Federarm	4
2.3.2 Kreisscheibe	5
2.3.3 Relativgeschwindigkeit	5
2.4 Aufstellen der Bewegungsgleichungen	6
2.4.1 Reibzustand	8
2.4.2 Haftzustand	9
2.5 Gültigkeitsbereich der Bewegungsgleichungen	9
2.6 Diskussion der Dgls-Systeme	9
2.7 Entdimensionieren der Bewegungsgleichungen	10
2.7.1 Dimensionslose Bewegungsgleichungen "Reiben"	10
2.7.2 Dimensionslose Bewegungsgleichungen "Haften"	11
2.7.3 Transformation	11
2.8 Anwendung des Satzes von Liouville	13
Abschnitt 3: Die trivialen Lösungen und ihre Stabilität	16
3.1 Berechnung der trivialen Lösungen	16
3.1.1 Das zu lösende Gleichungssystem	16
3.1.2 Abgrenzung von Lösungsgebieten	17
3.1.3 Ergebnisse aus den Lösungsskizzen	28
3.1.4 Parameterbeschränkung	29
3.1.5 Konkrete Berechnung	29
3.1.6 Beispielrechnungen	36
3.1.7 Programm-Realisation zur Bestimmung der stat. Lagen	41
3.2 Die Stabilität der stationären Punkte	43
3.2.1 Vorgehen	43
3.2.2 Charakterisierung der stationären Punkte	44
3.2.3 Satz von Liouville im stationären Fall	45
3.2.4 Programm-Realisation	46
3.2.5 Beispielrechnung und Interpretation der Ergebnisse	46
Abschnitt 4: Die Integration der Bewegungsdifferentialgleichungen	54
4.1 Betrachtung des Wechsels der Dgln	54

4.1.1	Übergang Reihen-Haften	54
4.1.2	Übergang Reiben-Reiben	55
4.1.3	Übergang Haften-Reiben	56
4.2	Wahl eines Integrationsverfahrens	59
4.2.1	Integration in Gebieten ohne Übergänge	59
4.2.2	Integration der Übergangssituationen der Dgl'n	59
4.3	Programmrealisation	60
4.4	Test der Integrationsgenauigkeit	61
Abschnitt 5: Periodische Lösungen und ihre Stabilität.		63
5.1	Berechnungsverfahren	63
5.2	Stabilität der Fixpunkte	64
5.2.1	Bemerkung zur Stabilität bei autonomen Systemen	65
5.2.2	Bemerkung zu Systemen mit Reib-Haftübergängen	66
5.3	Programm-Realisation	68
5.4	Allgemeines zur praktischen Suche nach Lösungen	68
5.5	Praktische Ergebnisse	71
5.6	Diskussion der Grenzykel	73
Abschnitt 6: Chaotische Bewegungen des Roll-Reibschwingers		89
6.1	Beurteilung einer chaotischen Bewegung	89
6.2	Praktische Ergebnisse	92
6.2.1	Chaos 1 : Übergang von GZ1 auf GZ2	94
6.2.2	Chaos 2 : Übergang von GZ2 auf GZ3	99
6.2.3	Chaos 3 : Übergang von GZ3 auf GZ4	105
6.3	Offene Fragen	107
Anhang A: Mathematische Umformungen		108
A.1	Differentiation des Winkels zwischen Relativ- und Absolutverdrehung	108
A.2	Diskussion der Extremafunktion der Parameterkurven für stat. Lösungen	110
A.3	Zeitableitungen für den Wechsel der Dgl'n	114
Anhang B: Programme		115
B.1	Programme zur Berechnung der stationären Lösungen und ihrer Stabilität	115
B.2	Programme zur Integration des Anfangswertproblem	131
B.3	Programme zur Bestimmung von periodischen Lösungen und ihrer Stabilität	159
Anhang C: Integrationsfehlertest für die Integration der Dgl'n		173
Anhang D: Datenblätter zu den aufgetretenen Verzweigungen		179
Literaturverzeichnis		195