

FORTSCHRITT-
BERICHTE **VDI**

Dipl.-Ing. Gerhard Karl Walter Vohla, Winterthur

Werkzeuge zur realitäts- nahen Simulation der Laufdynamik von Schienen- fahrzeugen



Reihe **12**: Verkehrstechnik/
Fahrzeugtechnik

Nr. **270**

HLuHB Darmstadt



13106207

VDI VERLAG

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	VIII
Abstract	X
Formelzeichen und Symbole	XII
1. Einführung	1
1.1 Einleitung und Motivation	1
1.2 Ziele	4
1.3 Aufbau der Arbeit	5
1.4 Zusammenfassung	7
2. Simulation der Laufdynamik – Stand der Technik	8
2.1 Einleitung	8
2.2 Tieffrequente Dynamik	9
2.2.1 Kurvenlauf	11
2.2.1.1 Grundlagen	11
2.2.1.2 Überblick über die Berechnungsmethoden	16
2.2.2 Geradeauslauf	19
2.2.2.1 Grundlagen	19
2.2.2.2 Überblick über die Berechnungsmethoden	25
2.2.3 Einfluß der Rad- und Schienenprofile	28
2.2.3.1 Profilerfassung und Aufarbeitung	28
2.2.3.2 Eigenschaften verschlissener Profile	31
2.2.3.3 Charakterisierung einer Profilvereinigung	33
2.3 Hochfrequente Dynamik	38
2.4 Zusammenfassung	39
3. Elastische Körper in der Mehrkörperdynamik	40
3.1 Einleitung	40
3.2 Elastische Körper in Mehrkörpersystemen starrer Körper	41
3.3 Elastische Körper im linearen Formalismus von MEDYNA	43
3.3.1 Abriß der Theorie	44
3.3.2 Zu Fragen der Anwendung	50
3.4 Beispiele	52
3.5 Zusammenfassung	57

4. Große Rotationen in der linearen Mehrkörperdynamik	58
4.1 Einleitung	58
4.2 Die Idee und ihre Konsequenzen	59
4.3 Nichtlineare Koppellemente für große Rotationen	63
4.3.1 Relativkinematik	63
4.3.2 Verallgemeinerte Kräfte	68
4.3.3 Diskussion der Ergebnisse	71
4.4 Beispiel: Kurbeltrieb	73
4.4.1 Kurbeltrieb mit starrer Treibstange	74
4.4.2 Kurbeltrieb mit elastischer Treibstange	75
4.5 Zusammenfassung	78
5. Die Entwicklung eines neuen Rad/Schiene-Kontaktmoduls für eine Mehrkörpersystem-Umgebung	79
5.1 Einleitung	79
5.2 Überblick über die Kontaktmechanik	80
5.3 Modulare Einbettung der Kontaktmechanik – Stand der Technik	88
5.4 Ein neues modulares Rad/Schiene-Koppellement für starre Räder	92
5.4.1 Aufbau und Gliederung	92
5.4.2 Voraussetzungen und Annahmen	93
5.4.3 Das Geometrieproblem	99
5.4.3.1 Modellbildung und Grundsätzliches	99
5.4.3.2 Koordinatensysteme und Bezeichnungen	102
5.4.3.3 Zur Lösung des räumlichen Geometrieproblems für elastischen Kontakt	104
5.4.3.4 Erweiterungen für Bogenfahrt	111
5.4.3.5 Berücksichtigung von Schienenlagefehlern	116
5.4.3.6 Berührgeometrietabellen zur Rechenbeschleunigung	117
5.4.4 Das Normalkontaktproblem	118
5.4.5 Das Tangentialkontaktproblem	119
5.4.6 Zur Realisierung in MEDYNA	122
5.5 Die Erweiterung für elastische Räder	124

5.6 Testresultate	127
5.6.1 Dynamischer Geradeauslauf eines Einzelradsatzes.	127
5.6.2 Quasistatischer Kurvenlauf des EUROFIMA-Reisezug- wagens	131
5.6.3 Laufdynamik eines elastischen Radsatzes mit großer Rotation	133
5.6.4 Stationäre Verschleißberechnungen	133
5.7 Zusammenfassung	141
6. Schlußbemerkungen und Ausblick	142
Anhang A: Zentrale Begriffe aus dem Eisenbahnwesen	146
A.1 Begriffe am Gleisrost und an der Schiene	146
A.2 Hauptabmessungen wichtiger Schienenprofile	146
A.3 Begriffe am Radsatz und am Einzelrad	147
A.4 Hauptabmessungen einiger Räder.	147
A.5 Vergleich des Radprofils S1002 mit SBB28-2	148
A.6 Koordinatensysteme und Bewegungsbezeichnungen	148
Anhang B: Beziehung zwischen der Winkelgeschwindigkeit und den Ableitungen der Kardanwinkel.	149
Anhang C: Die Hertz'sche Theorie im Normalkontaktproblem - eine Formelsammlung	151
Literaturverzeichnis	154