

Klaus Knothe

Gleisdynamik

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
1 Einleitung	1
2 Festigkeit von Schienen (Timoshenko 1915)	5
2.1 Schiene auf elastischen Stützen	6
2.2 Balken auf kontinuierlicher elastischer Bettung	9
2.3 Anwendungen auf die Berechnung von Schienen	13
2.4 Dynamische Wirkungen des rollenden Rades	18
2.5 Schwingungen bei der Bewegung des Rades	20
2.6 Einfluss der Irregularitäten	25
2.7 Wirkung eines Systems bewegter Lasten auf die Schiene	36
2.8 Über die Vibrationen der Schiene	40
3 Gleismodellierung und Fahrzeug-Fahrweg-Wechselwirkung	45
3.1 Einleitung und historischer Hintergrund	45
3.2 Probleme der Wechselwirkung von Fahrzeug und Fahrweg	48
3.2.1 Probleme der Fahrzeugdynamik	49
3.2.2 Probleme bei Drehgestellkomponenten und beim Radsatz	51
3.2.3 Schäden in der Lauffläche von Rad und Schiene	52
3.2.4 Schädigung von Gleiskomponenten	57
3.2.5 Lärm und Erschütterungen	59
3.2.6 Interessierende Frequenzbereiche	60
3.3 Komponentenmodelle, Gleismodelle, Interaktionsmodelle	62
3.3.1 Übersicht über Probleme bei der Modellierung	62
3.3.2 Modellierung der Gleiskomponenten	65
3.3.3 Modellierung der Fahrbahnplatte bei einer Festen Fahrbahn	81
3.3.4 Modellierung des Systems Gleis	81
3.3.5 Erregungsmechanismen und Erregermodelle	84
3.3.6 Modellierung des Kontaktvorganges	86
3.4 Lösungsalgorithmen	88
3.4.1 Frequenzbereichslösung für eine harmonische Einzellast	89
3.4.2 Frequenzbereichslösung für harmonische Wanderlast	103
3.4.3 Anmerkungen zu Wellenausbreitungslösungen	109
3.4.4 Zeitbereichslösungen	109
3.4.5 Parametererregung und Selbsterregung	115

3.5	Historischer Überblick	119
3.6	Empfehlungen	121
3.7	Schlussfolgerungen und offene Fragen	125
4	Ein einfaches Frequenzbereichsverfahren	127
4.1	Einleitung	127
4.1.1	Wozu benötigt man Einfachmodelle?	127
4.1.2	Voraussetzungen und Einsatzgrenzen	128
4.1.3	Das Konzept des einfachen Frequenzbereichsverfahrens	129
4.2	Modell für das Schottergleis	131
4.2.1	Ausgangsmodell	131
4.2.2	Verschmieren	131
4.2.3	Frequenzabhängigkeit von Steifigkeit und Dämpfung	132
4.2.4	Differenzialgleichung bei statischer Beanspruchung	132
4.2.5	Differenzialgleichung bei dynamischer Beanspruchung	133
4.3	Lösung im Frequenzbereich	134
4.3.1	Statische Lösung für das mathematisch-mechanische Modell	134
4.3.2	Dynamische Erweiterung für das Zweischichtmodell	136
4.3.3	Analytische Lösung und Approximation der Eingangsrezeptanz	140
4.4	Fahrzeug- und Kontaktrezeptanzen	143
4.5	Gleichungen des Systems Fahrzeug/Gleis	147
4.5.1	Aufstellen und Lösen der Systemgleichungen	147
4.5.2	Ermittlung von Beanspruchungen	149
4.6	Drehgestell mit zwei Radsätzen	150
4.7	Ein Beispiel	153
4.8	Parameteridentifikation	157
4.9	Übergang in den Zeitbereich	158
5	Anhang	159
5.1	Zwischenlagen- und Schotterparameter	159
5.1.1	Vorbemerkungen	159
5.1.2	Parameter aus Rezeptanzmessungen im Gleis oder Labormessungen	160
5.1.3	Parameter aus Messungen bei Zugüberfahrt	162
5.2	Weitere elastisch gebettete Balken	162
5.2.1	Schubweicher Balken	163
5.2.2	Gleis mit Schienen unter Vorspannung	169
5.2.3	Schottergleis mit Rahmenschwellen oder breiten Schwellen	174
5.2.4	Feste Fahrbahn und Langschwengleis (Doppelbalken)	177
6	Bezeichnungen	183
	Literaturverzeichnis	187
	Sachregister	215