

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen	VIII
Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen	IX
Zusammenfassung	X
1 Einleitung	1
1.1 Aufbau der Arbeit	1
1.2 Grundgedanke des Verfahrens	2
1.3 Arbeitshypothesen	3
1.4 Einflußgrößen für die Schallentstehung am Rad	4
1.5 Überlegungen zur praktischen Realisierung des Verfahrens	5
1.5.1 Anforderungen an die Ausrüstung	5
1.5.2 Auswahl eines geeigneten Meßsignals	6
1.5.3 Bildung einer Klassifizierungsfunktion	7
2 Diagnosemethoden	8
2.1 Maschinendiagnose	8
2.2 Eisenbahnoberbaudiagnose	10
2.2.1 Historische Entwicklung der Oberbauüberwachung	10
2.2.2 Stand der Technik an zwei Beispielen	12
2.3 Zusammenfassung	15
3 Messungen an Eisenbahnrädern und Eisenbahngleisen	16
3.1 Messung des Körperschalls am Rad einer Meßdraisine	16
3.2 Messung von Körperschall an fahrenden Eisenbahnzügen	17
3.2.1 Meßeinrichtungen am Fahrzeug	17
3.2.2 Meßstrecke und deren Zustand	18
3.2.3 Durchführung der Meßfahrten	19
3.2.4 Auswertung der Ergebnisse	19
3.2.5 Ergebnisse der Messungen	19
3.3 Laboruntersuchungen an einem Radsatz	30
3.4 Parameteruntersuchungen am Gleis	31
3.4.1 Admittanzmessungen	31
3.4.2 Überfahrtmessungen	34
3.5 Laboruntersuchungen an einer Modellrollbahn	41
3.5.1 Die Modellrollbahn	41
3.5.2 Die Meßeinrichtungen	41
3.5.3 Die Meßergebnisse	42

3.6	Zusammenfassung	43
4	Simulationsrechnungen für Körperschall an Gleis und Fahrzeug	44
4.1	Die Simulation des Schwingungsverhaltens des Gleises	45
4.1.1	Die Grundzüge des Rechenmodells für den Bewegungsverlauf einer gestützten Schiene	46
4.1.2	Eingabeparameter für die Modellrechnungen	48
4.2	Die Radimpedanz	51
4.3	Die Simulation des Überrollvorganges	51
4.3.1	Der Anregungsmechanismus zwischen Rad und Schiene	51
4.3.2	Das Kontaktfilter	53
4.3.3	Die Fahrflächenrauigkeiten	53
4.4	Einschränkungen durch das vereinfachte Modell	54
4.5	Zusammenfassung	55
5	Methoden der Klassifizierung	56
5.1	Statistische Verfahren	57
5.1.1	Faktorenanalyse	57
5.1.2	Diskriminanzanalyse	58
5.2	Konnektionistische Verfahren	58
5.2.1	Neurobiologisch inspirierte Netze	59
5.2.2	Lernfähigkeit	59
5.2.3	Lernverfahren für Neuronale Netze	60
5.2.4	Der Lernprozeß	62
5.2.5	Das Gradientenverfahren	63
5.2.6	Struktur Neuronaler Netze	63
5.2.7	Erweiterte Verfahren	64
5.3	Zusammenfassung	66
6	Bildung einer Klassifizierungsregel „Körperschall am Fahrzeug — Oberbauparameter“ aus simulierten Meßdaten	67
6.1	Parametervariation des Oberbaus im Simulationsmodell	67
6.2	Kenngrößen und statistische Beschreibung der Datensätze	70
6.3	Definition der Bewertungsbereiche und Bildung der Trainingsdatensätze	76
6.4	Diskriminanzanalyse	79
6.4.1	Datenaufbereitung für die Diskriminanzanalyse	79
6.4.2	Anwendung der Diskriminanzanalyse	79
6.5	Neuronale Netze	80
6.5.1	Datenaufbereitung für die Neuronalen Netze	80
6.5.2	Anwendung der Neuronalen Netze	80
6.6	Einfluß des Preprocessing	81
6.7	Ergebnisse der Klassifizierung mit simulierten Meßdaten	82
6.8	Zusammenfassung	85
7	Bewertung von realen Meßdaten	86
7.1	Datenaufbereitung für die Klassifizierung	86
7.2	Kenngrößen und statistische Beschreibung der Datensätze	86
7.2.1	Variabilität der Frequenzbänder	86
7.2.2	Hauptkomponentenanalyse der Frequenzbänder	86

7.3	Klassifizierung der Daten	89
7.3.1	Ergebnisse der Diskriminanzanalyse	90
7.3.2	Ergebnisse der Neuronalen Netze	97
7.4	Zusammenfassung	97
8	Diskussion der Ergebnisse und Perspektiven	104
8.1	Die Klassifizierung der realen Meßwerte	104
8.2	Die Klassifizierung der simulierten Meßwerte	105
8.3	Gültigkeit der Arbeitshypothesen	106
8.4	Problemstellungen	107
8.5	Perspektiven	109
8.6	Zusammenfassung	110
A	Tabellen und Listen	111
A.1	Auswertung der simulierten Klassifizierung	111
A.1.1	Auswertung der SPSS-Resultfiles	111
A.1.2	Auswertung der SNNS-Resultfiles	114
A.2	Auswertung der Meßdaten mit den simulierten Klassifizierungsfunktionen	117
B	Eingesetzte Softwarepakete	118
B.1	Statistik	118
B.2	Neuronale Netze	118
	Literaturverzeichnis	119
	Schlagwortverzeichnis	124