

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Elektromagnetische Kompatibilität zwischen den Stromrichtern und Gleisfreimeldeanlagen in Bahnstromnetzen	1
1.2	Motivation und Zielsetzung	2
2	Stand der Technik bei Bahnstromversorgung und Signalanlagen	4
2.1	Das Bahnstromversorgungssystem der DB	4
2.2	Elektrische Triebfahrzeuge	6
2.3	Gleisfreimeldeanlagen	6
2.4	Störquellen im Wechselstrom-Bahnnetz	10
2.5	Durchführung des Kompatibilitätsnachweises zwischen den Stromrichtern und Gleisfreimeldeanlagen	11
3	Übersicht der bekannten Netzberechnungsverfahren	17
3.1	Anforderungen an einem Netzberechnungsverfahren	17
3.2	Computergestützte Netzsimulation	17
3.3	Netzberechnungsverfahren mit den Leitungsgleichungen	17
3.4	Mehrpolverfahren	19
4	Neuartiges Berechnungsverfahren für die Tonfrequenzen	23
5	Vergleich der Netzberechnungsverfahren	28
6	Modellierung von Betriebsmitteln	31
6.1	Impedanz einer Leiterschleife mit Rückleitung über die Erde	31
6.2	Innere Impedanzen und Ersatzradien der Leiter	33
6.3	Fahrleitungskapazitäten	37
6.4	Erdungsanlagen	39
6.5	Triebfahrzeuge	39
6.6	Unterwerke und Kabelleitungen	41
6.7	Grundlegender Ansatz bei der Modellierung von Anlagen und Betriebsmitteln	44
7	Bestimmung der Übertragungsmatrizen von Betriebsmitteln und Anlagen	46
7.1	Spannweiten	46
7.2	Andere Betriebsmittel	49
7.3	Zusammenfassung von Leitern	50
7.4	Tunnelstrecken	53
8	Überprüfung des Berechnungsverfahrens mit Hilfe von Messungen	55
8.1	Versuchsbeschreibung	55
8.2	Vergleich von Mess- und Berechnungsergebnissen	57
9	Einfluss der Fahrleitungsparameter und der Netzkonfiguration	61
9.1	Fahrleitungsparameter und -konfiguration	61
9.2	Oberschwingungsfrequenz und Streckenlänge	65
9.3	Bahnhöfe und Tunnel	66

Inhaltsverzeichnis

9.4	Versorgungswerke und Triebfahrzeuge	66
9.5	Innere Impedanz der Oberschwingungsquelle	69
10	Ausbreitung des Oberschwingungsstromes im Fahrleitungsnetz	70
11	Das kritischste Netzmodell	77
11.1	Das kritischste Netzmodell	77
11.2	Der maximale Strom der Betrachtungsstrecke	79
11.3	Einfluss der Netzkonfiguration auf den maximalen Schienenstrom . .	82
11.4	Berücksichtigung der unausgeglichenen Gleis-Erde-Stromaufteilung .	85
11.5	Überlagerung der Oberschwingungsströme mehrerer Störquellen im kritischsten Netzmodell	90
11.6	Berechnungsergebnisse mit dem kritischsten Netzmodell für einige Triebfahrzeuge	91
12	Empfehlung für die Durchführung des Kompatibilitätsnachweises	96
13	Zusammenfassung	98
	Literatur	100
	Lebenslauf	105
A	Anhang	107
A.1	Überlagerung von Oberschwingungsströmen unterschiedlicher Stör- quellen	107
A.2	Konfiguration und Leiteranordnung einer elektrifizierten Eisenbahn- strecke	108
A.3	Leitungsbeläge für die Netzberechnung mit den Leitungsgleichungen	108
A.4	Aufteilung des Rückstromes auf die Leiter der Bahnrückstromführung	110