

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Elektromagnetische Kompatibilität zwischen den Stromrichtern und Gleisfreimeldeanlagen in Bahnstromnetzen . . . . .	1
1.2	Motivation und Zielsetzung . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Stand der Technik bei Bahnstromversorgung und Signalanlagen</b>	<b>4</b>
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
<b>3</b>	<b>Übersicht der bekannten Netzberechnungsverfahren</b>	<b>17</b>
3.1	Anforderungen an einem Netzberechnungsverfahren . . . . .	17
3.2	Computergestützte Netzsimulation . . . . .	17
3.3	Netzberechnungsverfahren mit den Leitungsgleichungen . . . . .	17
3.4	Mehrpolverfahren . . . . .	19
<b>4</b>	<b>Neuartiges Berechnungsverfahren für die Tonfrequenzen</b>	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>Vergleich der Netzberechnungsverfahren</b>	<b>28</b>
<b>6</b>	<b>Modellierung von Betriebsmitteln</b>	<b>31</b>
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
<b>7</b>	<b>Bestimmung der Übertragungsmatrizen von Betriebsmitteln und Anlagen</b>	<b>46</b>
7.1	Spannweiten . . . . .	46
7.2	Andere Betriebsmittel . . . . .	49
7.3	Zusammenfassung von Leitern . . . . .	50
7.4	Tunnelstrecken . . . . .	53
<b>8</b>	<b>Überprüfung des Berechnungsverfahrens mit Hilfe von Messungen</b>	<b>55</b>
8.1	Versuchsbeschreibung . . . . .	55
8.2	Vergleich von Mess- und Berechnungsergebnissen . . . . .	57
<b>9</b>	<b>Einfluss der Fahrleitungsparameter und der Netzkonfiguration</b>	<b>61</b>
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
<b>10</b>	<b>Ausbreitung des Oberschwingungsstromes im Fahrleitungsnetz</b>	<b>70</b>
<b>11</b>	<b>Das kritischste Netzmodell</b>	<b>77</b>
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
<b>12</b>	<b>Empfehlung für die Durchführung des Kompatibilitätsnachweises</b>	<b>96</b>
<b>13</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>98</b>
	<b>Literatur</b>	<b>100</b>
	<b>Lebenslauf</b>	<b>105</b>
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	<b>107</b>
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