

## Regelung Nr. EMV 02

# Technische Regeln zur Elektromagnetischen Verträglichkeit; Störstromgrenzwerte für elektrische Energieversor- gungsanlagen auf Reisezugwagen

Rev.-Nr.	Datum	Verantwortung	Bemerkungen
0.1	16.02.2010	AG Störströme	Entwurf zur Vorlage beim AK EMV
0.2	11.03.2010	AG Störströme	Entwurf zur Vorlage beim LK Fahrzeuge
1.0	26.05.2010	AK EMV	Freigabe durch LK Fahrzeuge

Die Mitglieder der Arbeitsgruppe Störströme im Gleis zum Stand der Regelung EMV 02, Rev. 0.2 sind im Anhang B aufgeführt.

## Inhalt

	Seite
1 Abkürzungen .....	3
2 Allgemeines .....	4
3 Begriffe, allgemeine Definitionen zur Nachweisführung.....	4
4 Grenzwerte .....	5
5 Durchführung der Untersuchung.....	7
6 Anforderungen.....	9
7 Normative Verweise .....	10
Anhang A (informativ).....	11
Anhang B.....	12

## 1 Abkürzungen

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
AE	Antriebseinheit
BE	Beeinflussende Einheit
EBO	Eisenbahn Bau- und Betriebsordnung
EE	Einspeisende Einheit
$I_{zulWagenzug}$	Zulässiger Störstromanteile für einen Wagenzug
$I_{zulBE}$	Zulässiger Störstromanteil für eine BE
$n_{AE}$	Anzahl der Antriebseinheiten
n	Anzahl der Wagen
ZS	Zugsammelschiene

## 2 Allgemeines

### Anwendungsbereich

- (1) Die in den vorliegenden Technischen Regeln gestellten Anforderungen betreffen Fahrzeuge des Eisenbahnverkehrs, die einer Inbetriebnahmegenehmigung nach TEIV oder einer Abnahme nach §32 Abs. 1 EBO bedürfen. Sie gelten für die Summe aller Verbraucher (Lasten) auf Reisezugwagen mit einpoliger Zugsammelschiene (ZS) und Rückleitung über die Fahrschiene. Es werden Grenzwertgrößen und Ermittlungsbedingungen aus beeinflussungsschutztechnischer Sicht zur Zugenergieversorgung über Zugsammelschiene für den Bereich der Nahbeeinflussung und Fernbeeinflussung von Gleisstromkreisen festgelegt.

#### *Erläuterung:*

*Reisezugwagen emittieren wegen des fehlenden separaten Rückleiters Störstromanteile auch in das Nachbargleis (Nahbeeinflussung) und können dort befindliche Gleisstromkreise unzulässig beeinflussen. Die Beeinflussung unter dem Zug ist nicht relevant und wird hier nicht weiter betrachtet. Weitere Begriffserklärungen siehe Ril 807.0200<sup>1</sup> [1], 807.0201<sup>1</sup> [2] und 807.0205<sup>1</sup> [3] sowie EN 50238:2003 [4].*

### Normative Grundlagen

- (2) Diese Technische Regeln gelten in Zusammenhang und Ergänzung der EN 50238:2003 [4].
- (3) Die Anforderungen dieser Technischen Regeln sind zur Sicherstellung des störungs- und fehlerfreien Einsatzes von neuen oder umgebauten Fahrzeugen einzuhalten.

## 3 Begriffe, allgemeine Definitionen zur Nachweisführung

### Allgemeine Vorgaben

- (1) Das zu bewertende Fahrzeug ist unter „üblichen“ Einsatzbedingungen, d. h. im Verband mit anderen Fahrzeugen zu bewerten. Bei den Nachweismessungen können diese Einsatzbedingungen labormäßig nachgebildet werden.

Die Bewertung aus Sicht der Störstromemission erfolgt nach der Größe einer „Beeinflussenden Einheit“ - im Weiteren als „BE“ bezeichnet.

Die BE besteht aus mindestens einer V-Lok ("Einspeisende Einheit" im Weiteren als "EE" bezeichnet, Energieerzeugung für die Zugsammelschiene auf dem Fahrzeug über Umrichter) oder E-Lok ("Antriebs Einheit" im Weiteren gem. [2] als "AE" bezeichnet), die die Zugsammelschiene speist, sowie einem Wagenzug, in dem Verbraucher an die Zugsammelschiene angeschlossen

---

<sup>1</sup> Regelwerk der DB Netz AG

sind. Ein Wagenzug besteht aus maximal 15 Wagen ohne eigenen Antrieb.

- |   |   |
|---|---|
| <p>(2) Die BE darf die in der bisherigen Ril 807.0201 [2] festgelegten Emissionsgrenzwerte für Fernbeeinflussung nicht überschreiten. Der Wagenzug ist bezüglich Störstromemission wie eine AE innerhalb einer BE zu betrachten. Dabei ist in der Regel davon auszugehen, dass die BE aus mehreren AE besteht.</p>  | <p><b>Grenzwert-<br/>rahmen für<br/>Fern-<br/>beeinflussung</b></p> |
| <p>(3) Der Wagenzug darf die hier im Abschnitt 4 festgelegten Emissionsgrenzwerte für Nahbeeinflussung nicht überschreiten.</p>   | <p><b>Grenzwert-<br/>rahmen für Nah-<br/>beeinflussung</b></p>      |
| <p>(4) Jeder Wagen wird innerhalb des Wagenzuges hinsichtlich der zulässigen Störstromemission als gleichwertig angenommen.</p>   | <p><b>Fahrzeugwer-<br/>tung</b></p>                                 |
| <p>(5) Die Einhaltung der Störstrom-Grenzwerte ist für die vorgesehenen Einsatzbedingungen, für die die aktiven elektrischen Verbraucher an der Zugsammelschiene (z.B. Umrichter) konzipiert worden sind, messtechnisch nachzuweisen. Als Einsatzbedingungen sind z.B. die Auswirkung der Batterieladung, Heizung (über Umrichter gespeist), Klimaanlage und der Kombinationen in den unterschiedlichen Belastungsstufen des Normal- und Ausfallbetriebs anzusehen.</p> | <p><b>Untersuchungs-<br/>ziel</b></p>                               |
| <p>(6) Besteht das Risiko, dass Fehlerzustände zu erhöhten Störstromemissionen führen können, dann ist darzulegen, dass sich nicht offenbarende störstromrelevante Fehlerzustände des Wagenzuges zu keiner Grenzwertüberschreitung führen können (siehe bisherige Ril 810.0250, 2 (2) [5]).</p>   |   |
| <p>(7) Fahrzeuge/Anordnungen, die von den in diesen Technischen Regeln definierten Randbedingungen bzw. Parametern abweichen, sind bezüglich der Nachweisführung der Grenzwerteinhaltung gesondert zu betrachten (Einbeziehung Betreiber und Aufsichtsbehörde).</p>   |   |

## 4 Grenzwerte

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| <p>(1) Die Emissionsgrenzwerte für Wagen gelten unter folgenden Bedingungen:</p> <p>1. Die passive Impedanz des Wagens zwischen Zugsammelschienenkupplung und Schiene muss im Frequenzbereich 4 kHz – 17 kHz induktiv sein (Phase der passiven Impedanz größer 0 Grad). Der Betrag der Eingangsimpedanz des Wagens muss im Frequenzbereich 4 kHz – 17 kHz größer dem Betrag der ohmschen Ersatzlast sein, die sich bei 1 kV (Nennspannung) der Zugsammelschienenspannung aus der Umrichtermaximaleistung des Wagens ergibt. Hierzu muss vor der Durchführung von Störstrom-</p> | <p><b>Voraussetzungen</b></p> |
|---|-------------------------------|

messungen ein Nachweis in schriftlicher Form vorliegen.

*Hinweis:*

*Dieser Nachweis kann rechnerisch mit den Nennwerten der passiven Filterelemente oder messtechnisch erfolgen. Umrichter können idealisiert angenommen werden.*

Auf das Nachweisdokument muss im EMV-Plan des Fahrzeugs referenziert werden.

In diesem Fall können die Emissionen von Wagen unabhängig von Emissionen der E-Lok bzw. V-Lok betrachtet werden. Bei Abweichen von diesem Grundsatz sind E-Lok bzw. V-Lok und Wagenzug als Einheit zu betrachten und zu qualifizieren.

2. Der Wagen ist für den Einsatz in einem Wagenzug, bestehend aus maximal 15 Wagen vorgesehen.
3. Der bei Nahbeeinflussung (V- und E-Traktion) relevante Rückstromanteil eines Wagenzuges im Nachbargleis beträgt max. 20 % des Zugsammelschienenstromes.
4. Bei Fernbeeinflussung (nur relevant bei E-Traktion) wird vorausgesetzt, dass der Störstrom des Wagenzuges von der ZS mit dem Übersetzungsverhältnis 1/15 der ZS-Wicklung auf die (15 kV-) Primärseite übertragen wird.
5. Die verwendete Messtechnik und die Randbedingungen entsprechen - mit Ausnahme der Festlegungen des folgenden Punktes 6 - den Anforderungen der bisherigen Ril 807.0205 [3].
6. Abweichend von den Festlegungen in der bisherigen Ril 807.0205 [3] gilt für die Messung der Störstromemission eines Wagens folgendes:
  - Der Strom ist an der Zugsammelschiene zu messen.
  - Die Untersuchungen müssen nicht auf besonderen Referenzstrecken durchgeführt werden.
  - Die Untersuchungen können im Stand durchgeführt werden.
  - Die relevanten Lastzustände sind abzudecken.
  - Die Nachweisführung muss für alle für den Wagen vorgesehenen ZS-Speisespannungen/-frequenzen im Geltungsbereich der EBO durchgeführt werden.

**Grenzwerte für Wagenzug bei Nahbeeinflussung**

- (2) Der Grenzwert für die Störströme bei Nahbeeinflussung einer BE (gemessen an der Zugsammelschiene) entspricht dem 5-fachen des Grenzwertes einer BE gemäß Abschnitt 2 der Ril 807.0201 [2]. Die Grenzwerte werden

zwischen E-Lok(s) bzw. V-Lok(s) und Wagenzug quadratisch aufgeteilt.

Nahbeeinflussung ist sowohl bei E- als auch V-Traktion relevant.

$$I_{zulWagenzug} = 5 * I_{zulBE} * \frac{1}{\sqrt{2}}$$

Für 15 Wagen sind die Grenzwerte beispielhaft im Anhang A dargestellt.

- |  |   |
|--|---|
| <p>(3) Zur Sicherstellung der Verträglichkeit mit 50-Hz-Gleichstromkreisen, die nur auf nichtelektrifizierten Strecken eingesetzt sind, ist ein Grenzwert einzuhalten, der bezüglich Effektivwert, Messbandbreite und Integrationszeit mit dem Grenzwert für 42 Hz und 100 Hz gemäß bisherigen Richtlinien 807.0201 [2] und 807.0205 [3] identisch ist.</p>  | <p><b>50-Hz-Grenzwert bei V-Traktion</b></p>                |
| <p>(4) Wenn der Wagen für den Einsatz in Zügen mit von der bisherigen Ril 810.0200A02 [6] abweichenden Zugsammelschienenfrequenzen (Standardfrequenzen sind 22 Hz sowie 60 Hz) vorgesehen ist, dann ist für den 100-Hz-Grenzwert eine von [2] und [3] abweichende Betrachtungsbandbreite anzuwenden - siehe Abschnitt 5(3). Effektivwert und Integrationszeit bleiben unverändert.</p>   | <p><b>Erweiterter 100-Hz-Grenzwert bei V-Traktion</b></p>   |
| <p>(5) Die Einhaltung der Grenzwerte für die Nahbeeinflussung stellt für <math>n_{AE} \leq 5</math> (<math>n_{AE}</math> ist Anzahl der AE) hinreichend sicher, dass die Grenzwerte für die Fernbeeinflussung ebenfalls eingehalten werden. In diesem Fall ist es ausreichend, die Einhaltung der Grenzwerte für die Nahbeeinflussung nachzuweisen.</p>  | <p><b>Grenzwerte für Wagenzug bei Fernbeeinflussung</b></p> |
| <p>(6) Die Störstromemissionen mehrerer Wagen sind arithmetisch zu addieren. Der Grenzwert für einen einzelnen Wagen entspricht in der Regel dem 15-ten Teil des Grenzwertes eines Wagenzuges (arithmetische Addition). Wenn sichergestellt ist, dass der Wagen später nie in einem Wagenzug mit mehr als n Wagen zum Einsatz kommt, dann entspricht der Grenzwert für einen einzelnen Wagen dem n-ten Teil des Grenzwertes des Wagenzuges. In diesem Fall ist die eingeschränkte Zahl der max. kuppelbaren Wagen in der Fahrzeugdokumentation festzuhalten.</p> | <p><b>Grenzwerte für einen einzelnen Wagen</b></p>          |

## 5 Durchführung der Untersuchung

- |  |  |
|--|--|
| <p>(1) Für 16,7 Hz kann die Messung über die Zugsammelschiene einer E-Lok bzw. mit einer Speiseanordnung mit einer Induktivität von kleiner 1 mH bei der Grundfrequenz durchgeführt werden.</p> <p>Für andere Frequenzen kann die Messung über die Zugsammelschiene einer V-Lok bzw. mit einer Speiseanordnung mit einer Induktivität von kleiner 1 mH bei der jeweiligen Grundfrequenz durchgeführt werden.</p> | <p><b>Eigenschaften der Speisequelle</b></p> |
|--|--|

Wenn die Speisequelle am Ausgang über ein passives Filter verfügt, ist sicherzustellen, dass die Resonanzfrequenz, bei der die Bedingung niedriger Quellenimpedanz nicht erfüllt werden kann, nicht in die Bereiche der zu untersuchenden (Gleisstromkreis-) Frequenzen fällt.

*Empfehlung:*

*Die Speisung sollte mit einer Sinusquelle mit möglichst geringen Störspannungsanteilen erfolgen. Bei Abschluss mit ohmscher Ersatzlast des Wagens bei Nominalleistung sollte der Störstromanteil der Quelle in den Frequenzbereichen der einzelnen Gleisstromkreise 50 % des jeweiligen Grenzwertes nicht überschreiten.*

Zur Gewährleistung einer ausreichenden Qualität der Speisequelle kann auch eine Filterung (ausreichend niedrige Impedanz, siehe Forderung für E-Lok) des Quellsignals durchgeführt werden.

*Hinweis:*

*Bezüglich der Bewertung der Messergebnisse Aufgrund unterschiedlicher Impedanzverhältnisse kann bei der Messung mit Reisezugwagen ein niedrigerer Wert der Störstromanteile der Quelle als bei Abschluss mit ohmscher Ersatzlast ermittelt werden.*

**Oberschwingungen der Speisequelle**

- (2) Treten Grenzwertüberschreitungen auf, die auf die Speisequelle zurückzuführen sein könnten, dann bestehen folgende Möglichkeiten:

- Wiederholungsmessung mit verbesserter Speisequelle
- durch Quantifizierung des Einflusses der von der Speisequelle erzeugten Oberschwingungen kann eine erneute Bewertung der Messergebnisse vorgenommen werden.

Die von der Speisequelle verursachten Oberschwingungen werden nicht bewertet.

**Betrachtungsbandbreite bei erweitertem 100-Hz-Grenzwert**

- (3) Der erweiterte 100-Hz-Grenzwert gemäß Abschnitt 4 (4) ist mit einer erweiterten Betrachtungsbandbreite von 92 Hz - 105 Hz nachzuweisen. Bei auftretenden Grenzwertüberschreitungen kann die Bewertung auch mit sich zu 25 % bis 75 % überlappenden Bandpassfiltern mit einer Bandbreite von jeweils 4 Hz erfolgen.

*Bandbreite z.B. von 92-96 Hz, dann 94-98 Hz usw.*

**Untersuchungsfälle**

- (4) Die Untersuchungen sind in den technisch möglichen stationären Lastzuständen gemäß den unter 3 (5) genannten Untersuchungszielen durchzuführen.

## 6 Anforderungen

- (1) Die vorgenannten Störstromgrenzwerte dürfen bei keinem Betriebszustand (Normal- und Ausfallbetrieb) des Wagens überschritten werden.
- (2) Das Fahrzeug muss sich zum Zeitpunkt der Untersuchung im endgültigen zuzulassenden Zustand befinden.
- (3) Das Fahrzeug muss die Anforderungen dieser Technischen Regeln auch nach einer Änderung einhalten. Die Nachweispflicht liegt beim Halter.
- (4) Der Fahrzeughalter hat die Einhaltung der Grenzwerte sicherzustellen.

**Überschreitungsabschluss**

**Einfluss von Änderungen am Fahrzeug**

**Pflichten des Fahrzeughalters**

*Hinweis:*

*Der Nachweis kann vom Fahrzeughalter oder einer vom Fahrzeughalter beauftragten Stelle z.B. anhand von Messberichten, Messprotokollen und Einschätzungen zum Einfluss von ggfs. seit der Messung eingetretenen oder durchgeführten Änderungen am Fahrzeug geführt werden.*

## 7 Normative Verweise

Diese Technischen Regeln gelten in Zusammenhang und Ergänzung mit:

- [1] Ril 807.0200<sup>2</sup>; Ausgewählte Maßnahmen und Anforderungen an das System Fahrweg/Fahrzeug; Elektromagnetische Verträglichkeit; Übersicht
- [2] Ril 807.0201<sup>2</sup>; Ausgewählte Maßnahmen und Anforderungen an das System Fahrweg/Fahrzeug; Elektromagnetische Verträglichkeit; Störstromgrenzwerte für Triebfahrzeuge
- [3] Ril 807.0205<sup>2</sup>; Ausgewählte Maßnahmen und Anforderungen an das System Fahrweg/Fahrzeug; Elektromagnetische Verträglichkeit; Messverfahren für Störströme auf Triebfahrzeugen
- [4] DIN EN 50238:2003; Bahnanwendungen, Kompatibilität zwischen Fahrzeugen und Gleisfreimeldesystemen
- [5] Ril 810.0250<sup>2</sup>; Technischer Netzzugang für Fahrzeuge; Kompatibilität mit den Anforderungen des Netzes - Elektromagnetische Verträglichkeit
- [6] Ril 810.0200 A02<sup>2</sup>; Technischer Netzzugang für Fahrzeuge; Kompatibilität mit den Anforderungen des Netzes - Gleisfreimeldeeinrichtungen, Gleisschaltmittel

---

<sup>2</sup> Regelwerk der DB Netz AG

## Anhang A (informativ)

EMV 02 Mittelfrequenz [Hz]	Nahbeeinflussung Normalbetrieb		Nahbeeinflussung Tandembetrieb		Nahbeeinflussung Flügelzugbetrieb	
	BE	Wagenzug Wagen (1/15)	BE	Wagenzug Wagen (1/15)	BE	Wagenzug Wagen (1/15)
	Wagenzug = $BE / \sqrt{15}$ Wagen = Wagenzug / 15		Wagenzug = $BE / \sqrt{2} \cdot 5$ Wagen = Wagenzug / 15		Wagenzug (1+2) = $5 \cdot BE / \sqrt{2}$ Wagen = Wagenzug (1+2) / 15	
	Zeitkriterium: $t \geq 500$ ms, Grenzwerte [A]		Zeitkriterium: $t \geq 500$ ms, Grenzwerte [A]		Zeitkriterium: $t \geq 500$ ms, Grenzwerte [A]	
NF Motorrelais						
42	2,8	9,90	0,66	2,8	9,90	0,66
50	2,8	9,90	0,66	2,8	9,90	0,66
100	2,8	9,90	0,66	2,8	9,90	0,66
92-105	2,8	9,90	0,66	2,8	9,90	0,66
EON7						
7000	106	375	25	106	375	25
8000	95	336	22	95	336	22
12150	59	209	14	59	209	14
14600	48	170	11	48	170	11
16800	44	156	10	44	156	10
GLS9/15						
9500	113	400	27	113	400	27
10500	104	368	25	104	368	25
11500	91	322	21	91	322	21
12500	86	304	20	86	304	20
13500	71	251	17	71	251	17
14500	67	237	16	67	237	16
FTGS46						
4750	1000	3536	236	1000	3536	236
5250	1000	3536	236	1000	3536	236
5750	1000	3536	236	1000	3536	236
6250	1000	3536	236	1000	3536	236
FTGS917						
9500	330	1167	78	330	1167	78
10500	330	1167	78	330	1167	78
11500	330	1167	78	330	1167	78
12500	330	1167	78	330	1167	78
13500	330	1167	78	330	1167	78
14500	330	1167	78	330	1167	78
15500	330	1167	78	330	1167	78
16500	330	1167	78	330	1167	78

Anmerkung: Kursiv gedruckte Frequenzen müssen bei elektrifizierten Strecken nicht betrachtet werden.

**Anhang B**

Mitglieder der Arbeitsgruppe Störströme im Gleis zum Stand der Regelung EMV 02, Rev. 0.2

Baldauf, Wilhelm, Dr.-Ing. Deutsche Bahn AG DB Systemtechnik, TTZ 127 Völckerstraße 5 80939 München	Bohlmann, Peer Siemens AG I MO RA OP OCD4 Elsenstr. 87-96 12435 Berlin
Burandt, Jens Deutsche Bahn AG DB Systemtechnik, TTZ 127.1 Völckerstraße 5 80939 München	Dietrich, Matthias Deutsche Bahn AG DB Systemtechnik, TTZ 122 Ruschestraße 104 10365 Berlin
Geißler, Gerd (Vertretung VDV) Veolia Verkehr GmbH Georgenstraße 22 10117 Berlin	Hemmer, Bernhard Siemens AG I MO RS PT EN M TA E Werner-von-Siemens-Str. 67 91052 Erlangen
Jäger, Stefan Deutsche Bahn AG DB Systemtechnik, TTZ 127 Völckerstraße 5 80939 München	Kappel, Udo, Dr.-Ing. Ing. Büro Rörden Europaplatz 2 44269 Dortmund
Meyer, Wolfgang Eisenbahn-Bundesamt, Ref. 31 Heinemannstraße 6 53175 Bonn	Möller, Monika DB Netz AG, I.NMN 1 Theodor-Heuss Allee 7 60486 Frankfurt
Peter, Gerd Bombardier Transportation GmbH LOC/PHP Holländische Straße 195 34127 Kassel	Redmann, Reiner Bombardier Transportation GmbH PGR/3HEDT Prüfstelle für Schienenfahrzeuge Am Rathenaupark D-16761 Hennigsdorf
Rörden, Uwe Ing. Büro Rörden Europaplatz 2 44269 Dortmund	Sauer, Carsten Eisenbahn-Bundesamt, Ref. 22 Steglitzer Damm 117 12169 Berlin
Schmitt, Anton DB Netz AG, I.NMN 1 Theodor-Heuss Allee 7 60486 Frankfurt	Struß, Thorsten ALSTOM Transport Deutschland GmbH RES - Product Engineering Linke-Hofmann-Busch-Straße 1 38239 Salzgitter
Thiele, Birgit DB Netz AG, I.NVT 34 Mainzer Landstraße 201 60326 Frankfurt	Weber, Jürgen Siemens AG I DT LD T EC PLM S Duisburgerstraße 145 47829 Krefeld
Zimmer, Gerhard, Dr.-Ing. Siemens AG, I IA CE DE EMC 2 Günther-Scharowsky-Str. 21 91058 Erlangen	

q