

Störstromverhalten und elektrische Rückwirkungsfreiheit

50

Regelwerk

02.04

Netzverträglichkeit von Schienenfahrzeugen
Triebfahrzeuge, Triebzüge und Reisezugwagen

Impressum

ÖBB-Infrastruktur AG

1020 Wien, Praterstern 3

Alle Rechte vorbehalten

Nachdruck auch auszugsweise und mittels elektronischer Hilfsmittel verboten

Im Selbstverlag der ÖBB-Infrastruktur AG

Klassifizierungsstufe: Öffentlich

1	Einleitung	6
1.1	Anwendungsbereich.....	6
1.2	Umsetzung und Übergangsbestimmungen	6
1.3	Ausnahmeregelungen	6
2	Normative Verweisungen	7
3	Begriffe.....	8
4	Netzzugangsbestimmungen zum Netz der ÖBB- Infrastruktur AG	9
4.1	Beeinflussung im Nieder- und Mittelfrequenzbereich	9
4.1.1	Zielsetzung	9
4.1.2	Verfahren	9
4.1.3	Zulassungsbereich.....	10
4.1.4	Messobjekt.....	10
4.1.5	Netzeingangsprüfung	10
4.2	Beeinflussung im Hochfrequenzbereich	11
5	Erläuterungen zu den Messalgorithmen	12
5.1	Allgemeine Definitionen	12
5.2	Berechnungsmethoden	14
5.2.1	Additionsverfahren	14
5.3	Eingangsfiler	14
5.4	Zugsammelschiene.....	14
5.5	Messbedingungen bzw. Betriebszustände	15
5.6	Transiente Vorgänge	15
5.7	Umrichter und Wandler mit getakteter Ansteuerung.....	15
6	Grenzwerte.....	16
6.1	Psophometrischer Störstrom lt. VDE 0845-6-1	16
6.2	Anwendung der Störgrenzen auf fahrleitungsunabhängige Triebfahrzeuge	16
6.3	100Hz-Schnellabschaltung.....	16
6.4	Störfrequenzen – Achszähleinrichtungen/Radsensoren	17
7	Beeinflussung von Zugsicherungs- und Zugbeeinflussungssystemen	18
7.1	LZB – Linienförmige Zugbeeinflussungssysteme.....	18
7.2	PZB – Punktförmige Zugbeeinflussungssysteme	18
7.3	ETCS – European Train Control System	18
8	Sandstreueinrichtung	19
8.1	Bremsbeläge	19

9 Abkürzungen / Abkürzungsverzeichnis.....20

1 Einleitung

Dieses Regelwerk definiert die Bedingungen für den Nachweis und die Sicherstellung der Rückwirkungsfreiheit von Fahrzeugen in das Netz der ÖBB-Infrastruktur AG und ist der Richtliniengruppe 50 (Fahrzeugtechnik – Netzverträglichkeit von Schienenfahrzeugen) zugeordnet.

1.1 Anwendungsbereich

Dieses Regelwerk gilt im gesamten Streckennetz der ÖBB-Infrastruktur AG sowie für sämtliche Fahrzeuge, welche dieses Streckennetz befahren.

1.2 Umsetzung und Übergangsbestimmungen

Dieses Regelwerk ist ab Inkraftsetzungsdatum ohne Übergangsbestimmungen anzuwenden.

1.3 Ausnahmeregelungen

Abweichungen bzw. Ausnahmeregelungen zu den in diesem Dokument definierten Anforderungen sind möglich. Hierfür müssen Ersatzmaßnahmen nachgewiesen werden, welche die Einhaltung des sicheren und gleichzeitig reibungslosen Eisenbahnbetriebes gewährleisten.

Diese Abweichungen bzw. Ausnahmeregelungen müssen ausnahmslos mit der ÖBB-Infrastruktur AG abgestimmt und von dieser genehmigt werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Regelwerks erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen). Rechtsvorschriften sind immer in der jeweils geltenden Fassung anzuwenden.

EN 50238-1, Bahnanwendungen - Kompatibilität zwischen Fahrzeugen und Gleisfreimeldesystemen - Teil 1: Allgemeines

EN 50238-2, Bahnanwendungen - Kompatibilität zwischen Fahrzeugen und Gleisfreimeldesystemen - Teil 2: Kompatibilität mit Gleisstromkreisen

EN 50238-3, Bahnanwendungen - Kompatibilität zwischen Fahrzeugen und Gleisfreimeldesystemen - Teil 3: Kompatibilität mit Achszähler

RW 50.02.01, ÖBB Regelwerk – Anforderungskatalog Triebfahrzeuge, Triebzüge und Reisezugwagen

VDE 0845-6-1, Maßnahmen bei Beeinflussung von Telekommunikationsanlagen durch Starkstromanlagen - Teil 1: Grundlagen, Grenzwerte, Berechnungs- und Messverfahren

UIC-Kodex 737-2, Maßnahmen zur Verbesserung der Nebenschlussempfindlichkeit der Gleisstromkreise

UIC-Kodex 512, Fahrzeuge – einzuhaltende Bedingungen für das Ansprechen von Gleisstromkreisen und Schienenkontakten

ERA/ERTMS/033281 Version 2.0, Interfaces between Control-Command and Signalling Track-side and other subsystems

3 Begriffe

Psophometrisch: nach der Gehörkurve bewertet

Zulassung: im Sinne dieses Regelwerks sind unter Zulassung die ÖBB-Infrastruktur AG Zustimmungsprüfung und die damit verbundene Zustimmungserklärung zu verstehen

4 Netzzugangsbestimmungen zum Netz der ÖBB-Infrastruktur AG

4.1 Beeinflussung im Nieder- und Mittelfrequenzbereich

4.1.1 Zielsetzung

Es muss gewährleistet werden, dass durch zugelassene Fahrzeuge Rückwirkungen

- a) direkt durch galvanische Beeinflussung
- b) indirekt durch kapazitive/induktive Einstreuung
- c) indirekt durch Interferenzen und Wechselwirkungen mit anderen ortsfesten oder beweglichen Einrichtungen (=Fahrzeugen)
 - im Oberleitungsnetz,
 - in systemtechnischen Anlagen und
 - in allen anderen technischen Einrichtungen

durch

- sämtliche, im Netz der ÖBB vorkommenden,
- Betriebsarten der jeweiligen Fahrzeuge,
- aus deren direktem Betriebsverhalten oder
- aus Sekundäreinflüssen besonderer Betriebsbedingungen ausgeschlossen werden.

Unter systemtechnischen Anlagen werden hierbei alle sicherungstechnischen Einrichtungen zusammengefasst, welche zur betriebssicheren Abwicklung des Eisenbahnverkehrs erforderlich sind.

4.1.2 Verfahren

Durch standardisierte Messungen muss nachgewiesen werden, dass Anlagen und Einrichtungen der Infrastruktur in ihrer ordnungsgemäßen Funktion nicht beeinträchtigt, gestört oder außer Funktion gesetzt werden.

Die Verfahren müssen nachweislich gemäß den in der EN 50238 ff festgelegten Messmethoden und Messaufbauten gewählt werden.

Die standardisierten Messungen beruhen darauf, dass Störströme in vorgegebenen, taxativ aufgelisteten Frequenzbereichen nach ihrer Amplitude und ihrer Zeitdauer unter Verwendung vorgegebener Messalgorithmen und –anordnungen bewertet werden.

Eine Auflistung der Frequenzen und Parameter wird auch im RW 50.02.01 „Anforderungskatalog an Triebfahrzeuge“ veröffentlicht.

Die Frequenzen, Parameter und Filterkurven ergeben sich aus:

- Herstellerangaben über Störspektren zu einzelnen Produkten/Komponenten zum Einsatz in Anlagen der Eisenbahnsicherungstechnik, welche bei der ÖBB-Infrastruktur AG im Einsatz sind
- Empirisch ermittelten Störspektren einzelner sicherungstechnischer Anlagen
- Arbeitsfrequenzbereichen eingesetzter Anlagen sowie
- Erkenntnissen zur Beeinflussbarkeit einzelner Außenkomponenten in Abhängigkeit von bestehenden Anlagen
- Einklang mit den in der EN 50238 festgelegten Grenzwerten

Vor der Durchführung abgestimmter Messungen ist es zulässig, durch den Hersteller/Inverkehrbringen/Zulassungswerber Simulationsrechnungen (auch Simulation/Berechnung von

Beeinflussungsgrößen/-toleranzen und die dadurch resultierenden Störströme) beizubringen, welche zur Netzeingangsprüfung (siehe 4.1.5) herangezogen werden können. Bedingt durch Eigenarten des Netzes der ÖBB-Infrastruktur AG (oberwellenbehaftetes Speisernetz, Speisebereichsabschnitte, unterschiedliche Erdungs- und Rückstromverhältnisse – vor allem auf Steilstrecken) sind Messfahrten unerlässlich. Dies sind empirisch messtechnische Nachweis der einzelnen Störstromwerte je Frequenzbereich. Dies gilt jedenfalls dann, wenn gleichartige anerkennbare Messungen in anderen vergleichbaren Netzen nicht bereits erfolgreich absolviert wurden.

Um die Vergleichbarkeit zu anderen Fahrzeugen zu gewährleisten, sind Messungen im Rahmen einer Messkampagne an folgenden Streckenabschnitten durchzuführen:

Standversuch Wien Kledering Zvbf. Va Gl.564
Fahrversuch Wien Hbf. – Salzburg Hbf. VzG-Strecke Nr. 101.01, 101.02, 103.01 bzw. 130.01
Fahrversuch Salzburg Hbf – Villach Hbf. VzG-Strecken-Nr. 101.03, 222.01
Fahrversuch Villach Hbf. – Wien Hbf. VzG-Strecken-Nr. 413.01, 105.01
Fahrversuch Wien Meidling – Hohenau VzG-Strecken-Nr. 122.01, 114.01

Projektspezifisch können mit der ÖBB-Infrastruktur AG (Zulassungsstelle) auch andere Strecken vereinbart werden.

4.1.3 Zulassungsbereich

Der Zulassungsantrag kann für das gesamte Netz der ÖBB-Infrastruktur AG oder für definierte Streckenbereiche gestellt werden.

Im Zuge des Zulassungsantrages wird der erforderliche Umfang festgelegt und angepasst. Eine Streckenzulassung lediglich in Abhängigkeit vom Tauglichkeitsverhalten des Fahrzeuges kann nicht erwirkt werden (d.h. Grenzwertüberschreitungen in betrachteten Frequenzbereichen sind auch bei Mindertauglichkeit des Fahrzeuges nicht zulässig).

4.1.4 Messobjekt

Das Messobjekt – in der Regel ein Triebfahrzeug oder ein Fahrzeugverband – muss im Zulassungsantrag insoweit detailliert deklariert werden, als die Verkehrsarten in Einfachtraktion bzw. Doppeltraktion – insbesondere bei Triebzügen – gesondert angegeben werden müssen.

Eine Ausweitung der Zulassung von bspw. Einfach- auf Doppeltraktion zieht ggf. weitere Messungen nach sich. Als Kalkulationsgrundlage sind hierfür die entsprechenden Additionsverfahren anzuwenden.

Die Übereinstimmung der Additionstheoreme ist auf Anforderung des Infrastrukturbetreibers auf einem geeigneten erdfreiaschaltbaren Messgleis, möglichst nahe einer Oberleitungseinspeisung (also einstreuarmlinien) messtechnisch nachzuweisen.

Die zu betrachtenden Fahrzeuge/Messobjekte müssen in einem serienreifen Zustand zur Prüfung bereitgestellt werden, sodass sie im betrachteten elektrischen Verhalten (Hardware und Software) keine Veränderungen zum Serienfahrzeug mehr erfahren. Diese Fahrzeugdaten (Rahmenbedingungen des Zulassungsverfahrens: Softwarestände, Antriebsart und -steuerung, Stromrichtertyp, Taktungsfrequenzen, Trafobauart, Drosseln, Filter, Fahrmotoren, ...) sind dann verbindliche Basisdaten für die zugelassene Fahrzeugreihe. Änderungen dieser Parameter können weitere Nachweise erforderlich machen.

4.1.5 Netzeingangsprüfung

Vorab sind im Übernahmehof Einganguntersuchungen in Form einer Standmessung (volltauglich und mindertauglich) durchzuführen.

Danach wird entschieden, ob und in welcher Form aus sicherungstechnischer Sicht die Messkampagne begonnen werden kann.

4.2 **Beeinflussung im Hochfrequenzbereich**

Beeinflussung im Hochfrequenzbereich wird durch die EN 50238-3 abgedeckt.

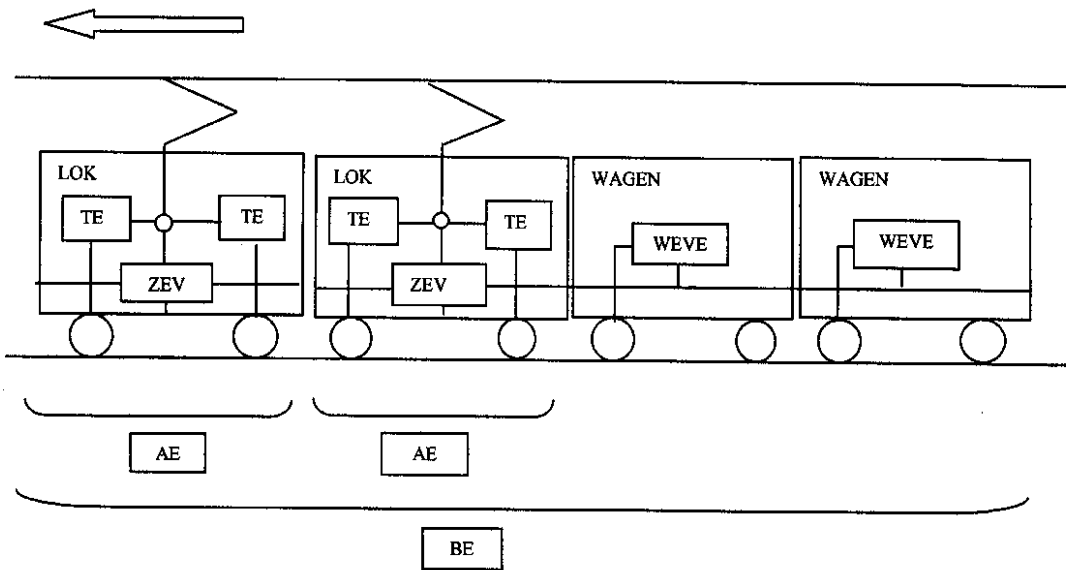
5 Erläuterungen zu den Messalgorithmen

5.1 Allgemeine Definitionen

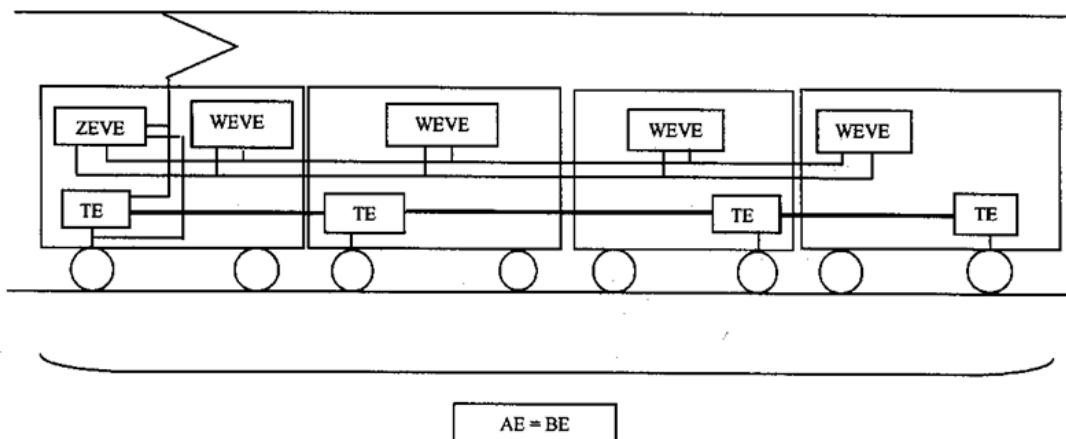
Es werden, bezogen auf die Frequenzen der Störströme, jeweils maximal zulässige Werte für

- eine beeinflussende Einheit (BE)
 - eine einzelne Antriebseinheit (AE)
- angegeben.

Reisezug Doppeltraktion (AE + AE + Wagenzug = BE)



Triebwagen in Einzeltraktion, daher AE=BE



Erklärungen:

Traktionseinheit TE:

Der kleinste Teil der Antriebseinheit, der eigenständig Zugkraft bzw E-Bremskraft (elektrische Bremse) entwickeln kann.

Zug-Energieversorgungseinheit
ZEVE:

Einheit, die über eine mehrphasige Leitung die Verbraucher in der Zugsgarnitur versorgt, wobei die Fahrschienen an der Rückstromführung nicht beteiligt sind.

Wagen-Energieversorgungseinheit
WEVE

Übernimmt die auf der ein- oder mehrphasigen Zugsammelschiene bereitgestellte elektrische Leistung und wandelt sie in die von den verschiedenen Verbrauchern am Wagen benötigten Form um, bzw gibt sie an diese weiter.

Antriebseinheit AE:

ist immer ein messtechnisch erfassbarer Teil einer BE. Die kleinste AE ist eine Lok oder eine in einem Triebzug gemeinsam vom Netz trennbare Gruppe von Antrieben, sofern diese Einheit eine im Betrieb volltauglich einsetzbare Konfiguration ergibt. Elektrisch unabhängige Teilsysteme einer solchen AE dürfen dem Sinn nach nur als „mindertaugliche AE“ betrachtet und bewertet werden.

Beeinflussbare Einheit BE

Eine BE ist die Gesamtheit aller miteinander verbundenen Triebeinrichtungen, welche zur Zulassung anstehen. Dies können mehrere unabhängig volltauglich betreibbare AE oder auch fix gekuppelte Wagen eines Zuges oder die Mehrfachtraktion von Triebzügen oder Lokomotiven sein. (Bei Versuchen am mindertauglichen Fahrzeug müssen ähnlich einer Zulassung von Einzelfahrzeugen dieselben Grenzwerte eingehalten werden).

Es ist dabei sicherzustellen, dass innerhalb einer BE kein einzelnes AE den zulässigen Grenzwert je AE übersteigt.

Energieversorgungseinheit EVE

Darunter sind Speiseeinrichtungen innerhalb des Zugverbandes zu verstehen, sofern die Schiene einen Teil des Strompfades darstellt, wie dies bspw. bei der Zugsammelschiene der Fall ist.

Die Messungen erfolgen unter Zugrundelegung derselben Richtlinien und Grenzwerte wie bei der AE. Vorhandene Messergebnisse gleichartiger Fahrzeuge können hier, bei entsprechendem Nachweis, als ausreichend anerkannt werden.

Zugkonfiguration

Die im Zulassungsantrag festgelegten Konfigurationen werden als Grundlage für die Messung herangezogen. Eine Herabteilung (Zurückrechnen) auf kleinere BE (Doppelgarnitur auf Einzelgarnitur) ist unter Einhaltung bestimmter Bedingungen rechnerisch zulässig

5.2 Berechnungsmethoden

Aus den maximal zulässigen Störstromgrenzwerten für eine BE kann rechnerisch auf den zulässigen Wert einer AE zurückgerechnet werden. Diese Rückrechnung hat nach den da-für vom Hersteller angegebenen Formeln zu erfolgen und ist bis zu 6 AE zulässig.

Umgekehrt kann aus den Messergebnissen einer einzelnen AE auf die maximale Anzahl der zulässigen AE je Triebzugzusammenstellung hochgerechnet werden, ein messtechnischer Nachweis ist in diesem Fall jedoch erforderlich.

5.2.1 Additionsverfahren

Das Additionsverhalten der Oberschwingungen ist für jede im ÖBB-Netz relevante Frequenz anzugeben und muss durch Messprotokolle nachgewiesen werden können.

Die Grenzwerte sind auch bei Betrieb mit abgeschalteten Anlagenteilen (Stromrichter, Fahrmotor) einzuhalten, sofern ein solcher Betrieb technisch vorschriftsmäßig zulässig („mindertauglich“) ist. Die Bedingungen für den zulässigen Grad der Mindertauglichkeit werden durch Messungen festgelegt.

Folgende Vorgangsweisen sind zum Nachweis der Nichtüberschreitung der Störstromgrenzwerte zulässig und werden anerkannt:

- Erfassung des Gesamtstörstromes einer betrachteten BE und Vergleich mit den zulässigen Grenzwerten
- Grenzwerte der einzelnen AE, hochgerechnet auf die jeweilige BE: Wurzelgesetz für 100Hz (100 Hz -10% bis 106,7 Hz +10%) und psophometrisch zu betrachtende Störer
- Bei Nahfeldstörern, welche eine punktförmige Beeinflussung im Gleis hervorrufen (relevant z.B. für Radsensoren), ist die Anwendung des Wurzelgesetzes nicht zulässig.

hier gilt: Grenzwert AE = Grenzwert BE.

5.3 EingangsfILTER

EingangsfILTER führen grundsätzlich zu einer Verbesserung am betrachteten Fahrzeug, jedoch zu Verzerrungen des Ableitverhaltens im Nahbereich des Fahrzeuges.

Bei Zusammentreffen unterschiedlicher Fahrzeuge in gleichen Speisebereichen können sich diese nachteilig auswirken. Da eine Veränderung dieses Ableitverhaltens zu Beeinträchtigungen in der Funktion technischer Bahnanlagen führen kann, aber aufgrund der Zufälligkeit des Zusammentreffens nicht kalkuliert werden kann, ist der Einsatz von Frequenz-/Saugfiltern im Eingangsbereich in Fahrzeugen im Streckennetz der ÖBB generell nicht gestattet.

Die zur Zulassung vorgesehenen Fahrzeuge werden in allen vorgesehenen Konfigurationen (inklusive mindertauglichen Betriebszuständen) bewertet.

Bemerkung: Wiewohl der serienreife Zustand des Fahrzeuges in Bezug auf die elektrotechnischen Komponenten für eine Abnahmemessung in diesem Zusammenhang ausreichend ist, muss darauf hingewiesen werden, dass derartige Messungen, auch aus Kostengründen, nahezu immer im Gesamtpaket mit bremstechnischen und lauftechnischen Messserien stattfinden. Aus diesem Grund ist die seriennahe Zusammenstellung des gesamten Zulassungsobjektes vorteilhaft, da in Summe kostengünstiger.

5.4 Zugsammelschiene

Bei Einsatz einer Zugsammelschiene ist diese unter Vollast mit zu berücksichtigen. Es gelten die gleichen Bewertungskriterien. Diese können – bei entsprechender Lage der Sammelschiene im Zugverband – auch als Nahfeldstörer einer gesonderten Bewertung unterzogen werden.

Für Zugsammelschienen bei Einsatz in nicht elektrisch gespeisten Fahrzeugen als Einzelstörer gelten gesonderte Bedingungen – siehe „psophometrischer Störstrom“.

5.5 Messbedingungen bzw. Betriebszustände

Bei den Messungen sind Fahrkurven (Bremsen/Beschleunigen, ...) zu durchlaufen, welche alle Geschwindigkeiten vom Stillstand bis zur Höchstgeschwindigkeit (VzG bzw. eingereichte Netzzulassungsgeschwindigkeit) bei unterschiedlichem Lastverhalten beinhalten. Es sind dabei neben dem Normalbetrieb auch alle vorgesehen Konfigurationen im teiltauglichen Betrieb zu untersuchen (Mindertauglichkeit).

Die Messungen sind grundsätzlich bei belasteter Zugsammelschiene durchzuführen (Rückwirkung der Zugstromkreise auf den Traktionskreis und die Gleisrückströme).

Die betrachteten Fahrten und die Standmessung stellen den statischen Teil der Messungen dar.

5.6 Transiente Vorgänge

Einmalige und stochastische Vorgänge, wie „HS ein, HS aus“ werden grundsätzlich nicht betrachtet. Tritt aber bei den Messfahrten eine außergewöhnliche Häufung von Einschaltvorgängen auf, so sind diese Vorgänge auf ihr Störpotential hin mitzubetrachten.

Schleuderschutz: Es wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass diese Einrichtungen soweit optimiert sind, dass Schleudervorgänge, welche Auswirkungen auf das Frequenz-Störspektrum haben, äußerst selten auftreten. Führen Schleudervorgänge/Schleuderschutzzeinsätze zu Grenzwertüberschreitungen, oder treten diese gehäuft auf, so sind sie mit zu betrachten.

Antriebsregelung: Treten Instabilitäten in der Antriebsregelung (z. B. Makroschlupf) auf, so sind diese Vorgänge zu berücksichtigen und messtechnisch in Bezug auf ihr Störspektrum zu betrachten.

5.7 Umrichter und Wandler mit getakteter Ansteuerung

Werden in einem Fahrzeug zur Ansteuerung der Fahrmotoren mehrere Umrichter eingesetzt, welche zur Ansteuerung getaktet werden, so sind folgende Nachweise zu erbringen:

- Dienen Taktfrequenz und Phasenlage der einzelnen Umrichter – oder gleichartiger Komponenten – dazu, das Summenstörstromverhalten einer TE zu beeinflussen, bzw. zu verbessern, so ist der Nachweis über die Art der Phasenkopplung und das Verhalten über den gesamten Lastbereich sowie bei Mindertauglichkeit zu erbringen.
- Es ist nachzuweisen, dass eine fahrzeugseitige Veränderung der Phasenlage dieser Komponenten zueinander oder Verlust des phasenstarrten Verhaltens (Synchronisierung,...) sich auf dem Fahrzeug offenbart und als Störung angezeigt wird.
- Es ist nachzuweisen, dass die Phasenlage der Umrichter zueinander derart gekoppelt ist, dass das Verändern beliebiger baugleicher Hardware im Fahrzeug im Zuge von Instandhaltungs-/Instandsetzungsmaßnahmen keinerlei Auswirkungen auf das Störstromverhalten haben kann.
- Ist dies trotzdem der Fall, so entspricht der Komponententausch in der Auswirkung jenem einer Softwareänderung, und es ist die störstrommäßige Unbedenklichkeit nachzuweisen.

6 Grenzwerte

6.1 Psophometrischer Störstrom lt. VDE 0845-6-1

1,5 A permanent, Mittelungsdauer: 2 Sekunden, Erfassung gleitend (analoge Erfassung)

Überlagerungsverhalten

Die Addition der psophometrischen Störströme mehrerer, zusammengeschalteter AE muss nach dem Wurzelgesetz erfolgen (quadratischer Mittelwert)

$$I_{Stör} = \sqrt{\sum I_{Stör - Einzellok}^2}$$

Ermittlung durch Bildung des quadratischen Mittelwertes über die bewerteten Terzsprünge.

Die Anwendung des Wurzelgesetzes ist ausschließlich für Frequenzbereiche zulässig, welche dem Ausbreitungsverhalten nach eine weitreichende Wirkung haben können. Das sind 100Hz; 106,7Hz sowie die Frequenzen des Psophometers. Alle anderen betrachteten Frequenzen sind als punktförmige Einzelstörer zu betrachten und unterliegen nicht dem Wurzelgesetz.

Anmerkung zum Superpositionsverhalten: Befinden sich mehrere (der betrachteten, zuzulassenden) Triebfahrzeuge im gleichen Bereich, z.B. Bahnhof, so sind die Oberwellenanteile > 400 Hz sowie die Werte für den psophometrischen Störstrom geometrisch zu addieren (Effektivwertsumme).

6.2 Anwendung der Störgrenzen auf fahrleitungsunabhängige Triebfahrzeuge

Bei derartigen Fahrzeugen ist als Störer derzeit einzig die Zugsammelschiene (ZSS) zu betrachten. Da der Einsatz einer einzelnen ZSS nur einen Störstromkreis unter dem Fahrzeug bildet, können die geringen Ferneinflüsse, welche die geringen zulässigen Psophometerstörströme begründen, vernachlässigt werden. Bei Betrachtung der ZSS als punktförmiger Störer und unter der Voraussetzung, dass es sich um nur eine Einrichtung handelt, dürfen daher die zulässigen Grenzwerte im Psophometerbereich verdoppelt werden. Wird eine Kombination von Störern/ZSS oder auch anderen beeinflussenden Einrichtungen eingesetzt, gelten jedenfalls die gleichen Grenzwerte wie bei elektrischer Traktion.

6.3 100Hz-Schnellabschaltung

Für die 100Hz - 106,7Hz, **Filtergeometrie: Butterworth-Filter**

Dämpfung a [dB]	Frequenz f [Hz]	RMS-Strom I _o [A]	Integrationszeit t [s]
-10	96	6,3	
-3	98	2,82	
0	100	2	2
-3	102	2,82	
-10	104	6,3	
-10	102,7	6,3	
-3	104,7	2,82	
0	106,7	2	2
-3	108,7	2,82	
-10	110,7	6,3	

Messung der Zeitverläufe

6.4 Störfrequenzen – Achszähleinrichtungen/Radsensoren

Bewertete Frequenzen:

Filtergeometrie: Bessel-Filter

Type	Mittenfrequenz fo [Hz]	RMS- Strom Io [A]	Frequenzbereich Δf -3dB [Hz]	Frequenzbereich Δf -10dB [Hz]	Integrationszeit t [s]
SK11 (Alcatel)	4150	0,1	300	517	0,005
SK11 (Alcatel)	5060	0,1	300	517	0,005
ZP 70 (Siemens)	9850	0,06	500	860	0,005
SK30 (Alcatel)	28k-30k	0,3	7000	11940	0,005
ZP43 (Siemens)	43000	0,06	3000	5160	0,005

Messung der Zeitverläufe

Für höherfrequente Störer (von 46 bis 100 kHz) gilt ein Grenzwert von max. 40 mA

7 Beeinflussung von Zugsicherungs- und Zugbeeinflussungssystemen

7.1 LZB – Linienförmige Zugbeeinflussungssysteme

Störungen, welche durch das T_{fz} in die eigenen LZB-Antennen eingekoppelt werden. Bei einem minimalen Empfangspegel des Nutzsignals von

20 mV_{eff}: Störabstand bei 4 kHz Bandbreite mindestens 15 dB

Als wegweisende Mess-Richtwerte können die Störstrommaximalwerte

10 mA bei 35kHz bis 37kHz und

40 mA bei 55kHz bis 57kHz

angesehen werden.

Die Überprüfung erfolgt durch Aufnahme der Telegrammfehlerrate, sowohl fahrzeugseitig, als auch infrastrukturseitig. Liegt diese zu hoch (z.B. infrastrukturseitige Schleifenstörungen), müssen Entstörungsmaßnahmen bei sonstigem Verlust der Zulassung getroffen werden.

7.2 PZB – Punktförmige Zugbeeinflussungssysteme

PZB-Anlagen arbeiten im Bereich der drei Frequenzen 500Hz, 1000Hz und 2000Hz, wobei diese passive Kreise darstellen und durch Resonanzverhalten und induktive Kopplung Aktionen in passierenden, mit PZB ausgerüsteten, Fahrzeugen auslösen.

Das Auftreten von messbaren Magnetfeldern an beliebigen Punkten des zuzulassenden Fahrzeuges (mit Ausnahme der Fahrzeugeinrichtung, welche diese drei Frequenzen für PZB abgibt) mit Betrachtungsschwerpunkt im Bereich bis zu 1000mm über SOK ist daher – konstruktiv oder schaltungstechnisch – zu unterbinden.

Die Frequenzspektren werden im Zusammenhang mit Zulassungsmessungen in Form einer Standmessung an konstruktiv plausiblen Punkten des Wagenunterbaus erfasst (Fahrzeugtrafo, Zugsammelschiene, Generatoren, ...), eine vollständige Erfassung über sämtliche Betriebs- und Lastzustände (beschleunigen, bremsen) ist im Zuge einer Standmessung nicht möglich, diese Parameter haben durch den Hersteller nachgewiesen zu werden.

Prüf- und Messprotokolle bezgl. induktiver Emissionen im Frequenzbereich von 500 Hz (-10%) bis 2000 Hz (+10%) sind ggf. beizubringen.

Auch nach Fahrzeugzulassung auftretende Störungen oder Fehlfunktionen an PZB-Einrichtungen sind jedenfalls durch Behebung der Störungsursache am verursachenden Fahrzeug zu Lasten des Zulassungswerbers zu beheben.

7.3 ETCS – European Train Control System

Im Zusammenhang mit dem Einsatz des European Train Control System sind die damit verbundenen Arbeitsfrequenzen systembedingt im Frequenzbereich

27,115 MHz im Downlink (vom T_{fz} zur Funktion der BALISE [=Gleiswegpunkte] gesendet)

und

4,24 MHz im Uplink (Datenübertragung von der BALISE zum Fahrzeug) sowie

13,5 MHz im Uplink (Datenübertragung Euroloop zum Fahrzeug)

angesiedelt. Diese Frequenzbereiche sind daher +/- 10% von fahrzeugspezifischen, bisher in ihren Höchstwerten nicht gesondert evaluierten, Störern freizuhalten.

Diese Maßnahme greift unabhängig davon, ob das Fahrzeug selbst ETCS-tauglich ist, oder nicht.

8 Sandstreueinrichtung

Sanden ist eine essentielle Teilfunktion der Bremseinrichtung von Triebfahrzeugen, um unter bestimmten Umständen die Traktions- und Bremswirkung zu erhöhen. Es wird dazu Sand vor die Räder des Tfz geblasen, um die Reibung zur Schiene zu erhöhen.

Da die elektrisch leitfähige Verbindung zwischen Fahrzeug und beiden Schienen sicherungstechnisch relevant ist, sind beim Sanden bestimmte Bedingungen zu beachten.

Durch das Fahrzeug muss aus sicherungstechnischen Gründen ein Kurzschluss („Nebenschluss“) zwischen beiden Schienensträngen eines Gleises hergestellt werden, welcher signaltechnisch als Besetztmeldung (wenn nicht kurzgeschlossen: Gleisfrei-Meldung), ausgewertet wird.

Unter bestimmten Bedingungen kann das Streumittel einen auf den Schienen verbleibenden Belag bilden, welcher für Fahrzeugräder isolierend wirkt und daher unter Umständen zu einer falschen Auswertung führen kann.

Begründungen und Auswirkungen sind im UIC-Kodex 737-2, Abschnitt 8 beschrieben. Neben der Einhaltung der Körnigkeitsgrenzen gem. Siebkennlinie ist die wesentliche Bedingung die Unterschreitung der Grenzwerte des Anteils an Ton (<2%), die körnige Struktur des Sandes sowie der empfohlene zulässige Maximalausstoß.

Als Grenzwerte für den zulässigen Maximalausstoß in 30 Sekunden (pro Sandstreueinrichtung) gelten die Werte gemäß Dokument ERA/ERTMS/033281 Version 2.0:

für $v < 140 \text{ km/h}$: 400g+100g

für $v > 140 \text{ km/h}$: 650g+150g

Bei Einzelfahrzeugen kann auf Anforderung des Infrastrukturbetreibers der Nebenschlusswiderstand vor/nach Sanden einer Messung unterzogen werden.

Voraussetzung für die Gültigkeit der Grenzwerte ist die Einhaltung des elektrischen Widerstandes eines jeden Radsatzes gemäß UIC Kodex 512 VE (elektrische Nebenschlussbedingung).

8.1 Bremsbeläge

Aus denselben Gründen kann die Verwendung bestimmter Bremssohlen von Backenbremsen eingeschränkt werden, wenn deren Beschaffenheit dazu geeignet ist, einen isolierenden Film auf dem Radreifen zu hinterlassen.

9 Abkürzungen / Abkürzungsverzeichnis

ERTMS	European Rail Traffic Management System
ETCS	European Train Control System
LZB	Linienzugbeeinflussung
ÖBB	Österreichische Bundesbahnen
PZB	Punktförmige Zugbeeinflussung
Tfz	Triebfahrzeug
UIC	Union internationale des chemins de fer (Internationaler Eisenbahnverband)
VzG	Verzeichnis der örtlich zulässigen Geschwindigkeit
ZSS	Zugsammelschiene