

# Elektromagnetische Verträglichkeit – Rückwirkungsfreiheit auf Systeme der Telekommunikation und Sicherungstechnik

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

## Änderungsverzeichnis

Lfd. Nr.	Änderungen gemäß Zahl	Gegenstand	Gültig ab
1		Erstausgabe (als TR S10)	18.10.2010
2		1. Änderung	21.01.2013
3	BL-FT-51705-0002-16	2. Ausgabe (Neuaufgabe)	01.10.2016
4	BL-FT-51705-0002-18	2. Ausgabe, 1. Änderung	05.12.2018
5	NZ-DKS-TN-51705-0003-23	3. Ausgabe (V3.0)	04.12.2023

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	6
1.1	6	
1.2	Anwendungsbereich.....	6
1.3	Umsetzung und Übergangsbestimmungen .....	6
1.4	Ausnahmeregelungen .....	6
2	Normative Verweisungen .....	7
3	Begriffe.....	8
4	Netzzugangsbestimmungen zum Netz der ÖBB- Infrastruktur AG .....	9
4.1	Zielsetzung.....	9
4.2	zulässige Messverfahren.....	9
4.3	Anforderungen zur Nachweiserbringung.....	10
4.3.1	Übersicht der Anforderungen für die Zulassung (Genehmigung) von Fahrzeugen: .....	10
4.3.2	Übersicht der Anforderungen für Probe- und Messfahrten (unabhängig vom Zweck):.....	10
4.3.3	Infrastruktureingangsprüfung IEP .....	11
4.3.4	Messobjekt.....	12
5	Störstrommessungen .....	13
5.1	Allgemeine Definitionen .....	13
5.2	Berechnungsmethoden .....	15
5.2.1	Additionsverfahren .....	15
5.3	Eingangsfiler .....	15
5.4	Zugsammelschiene.....	15
5.5	Messbedingungen bzw. Betriebszustände .....	16
5.6	Transiente Vorgänge .....	16
5.7	Umrichter und Wandler mit getakteter Ansteuerung.....	16
5.8	Grenzwerte der Störstrommessungen .....	17
5.8.1	Psophometrischer Störstrom lt. VDE 0845-6-1 .....	17
5.8.2	Anwendung der Störgrenzen auf fahrleitungsunabhängige Triebfahrzeuge.....	17
5.8.3	100Hz-Schnellabschaltung / Gleisstromkreise.....	17
5.8.4	Störfrequenzen – Achszähleinrichtungen/Radsensoren .....	18
6	Magnetfeldmessungen .....	19
6.1	Allgemeine Definition .....	19
6.2	Grenzwerte für Magnetfeldmessungen .....	19
7	Beeinflussung von Zugsicherungs- und Zugbeeinflussungssystemen .....	20
7.1	LZB – Linienförmige Zugbeeinflussungssysteme.....	20
7.2	PZB – Punktförmige Zugbeeinflussungssysteme .....	20

7.3	<b>ETCS – European Train Control System .....</b>	<b>20</b>
8	<b>Sanden .....</b>	<b>21</b>
8.1	<b>Bremsbeläge .....</b>	<b>21</b>
9	<b>Abkürzungen / Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>22</b>

# 1 Einleitung

## 1.1

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.

## 1.2 Anwendungsbereich

Dieses Regelwerk gilt im gesamten Streckennetz der ÖBB-Infrastruktur AG für Fahrzeuge mit elektrischer Ausrüstung, sofern diese eingeschaltet/aktiv ist, sowie für alle Betriebszustände. Für fahrleitungsungebundene Fahrzeuge (z.B.: Dieselfahrzeuge) ist dieses Regelwerk ebenso anzuwenden.

Dieses Regelwerk gilt für:

- a) die Zulassung von Fahrzeugen (Genehmigung für das Inverkehrbringen, Erweiterung des Verwendungsgebietes)
- b) Durchführung von Probe-, Versuchs- und Messfahrten am Netz der ÖBB-Infrastruktur AG

## 1.3 Umsetzung und Übergangsbestimmungen

Dieses Regelwerk ist ab Inkraftsetzungsdatum ohne Übergangsbestimmungen anzuwenden.

## 1.4 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.

## 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.

- ERA/ERTMS/033281 Version 5.0, Interfaces between Control-Command and Signalling Trackside and other Subsystems
- OVE EN 50121-2 Bahnanwendungen – Elektromagnetische Verträglichkeit, Teil 2: Störaussendungen des gesamten Bahnsystems in die Außenwelt
- OVE EN 50238-1, Bahnanwendungen - Kompatibilität zwischen Fahrzeugen und Gleisfreimeldesystemen - Teil 1: Allgemeines
- OVE CLC TS 50238-2, Bahnanwendungen - Kompatibilität zwischen Fahrzeugen und Gleisfreimeldesystemen - Teil 2: Kompatibilität mit Gleisstromkreisen
- OVE CLC TS 50238-3, Bahnanwendungen - Kompatibilität zwischen Fahrzeugen und Gleisfreimeldesystemen - Teil 3: Kompatibilität mit Achszähler
- OVE EN 50592, Bahnanwendungen – Prüfung von Schienenfahrzeugen auf elektromagnetische Verträglichkeit mit Achszählern
- 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

### 3 Begriffe

Psophometrisch: nach der Gehörkurve bewertet

Zulassung: Im Sinne dieses Regelwerks ist unter Zulassung der europäische Fahrzeugzulassungsprozess gemäß den Bestimmungen des 4.EP (Genehmigung für das Inverkehrbringen, Erweiterung des Verwendungsgebietes), inklusive des Nachweises der Kompatibilität des Fahrzeuges mit dem Netz im Verwendungsgebiet auf Basis der NTR (Nationalen Technischen Regeln), zu verstehen.

Probe- und Messfahrten: Im Sinne dieses Regelwerkes sind unter Probe- und Messfahrten nicht nur jene zu verstehen, die zum Zwecke des Nachweises der EMV und Rückwirkungsfreiheit durchgeführt werden, sondern auch solche, die aus anderen Gründen (z.B. Bremsversuche, ETCS, Stromabnehmer, ...) durchgeführt werden.



## 4 Netzzugangsbestimmungen zum Netz der ÖBB-Infrastruktur AG

### 4.1 Zielsetzung

Es muss gewährleistet werden, dass durch zugelassene Fahrzeuge bzw. Fahrzeuge in Probe- und Messfahrten 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)
  - in systemtechnischen Anlagen und
  - in allen anderen technischen Einrichtungen

durch

- sämtliche, im Netz der ÖBB-Infrastruktur AG zulässigen,
  - Betriebsarten der jeweiligen Fahrzeuge (in den zulässigen Konfigurationen),
  - 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.

Es muss gewährleistet sein, dass alle Bahnfunkdienste sowie andere beeinflussbare Einrichtungen der Telekommunikation von Störaussendungen von Schienenfahrzeugen unbeeinträchtigt sind (Funkverträglichkeit).

### 4.2 zulässige Messverfahren

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

Hierbei werden zwei Messverfahren unterschieden bzw. angewendet:

- a) Störstrommessungen gemäß den in der EN 50238 ff festgelegten Messmethoden und Messaufbauten Eine Auflistung der relevanten Frequenzen, Parameter und mitgeltenden Bedingungen erfolgt im Kapitel 5 und wird auch im RW 50.02.01 „Anforderungskatalog 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

- b) Magnetfeldmessungen gemäß der in der OVE EN 50592 festgelegten Messmethode und Bewertung

Eine Auflistung der Frequenzen, Parameter und mitgeltenden Bedingungen erfolgt in Kapitel 6 und wird auch im RW 50.02.01 „Anforderungskatalog Triebfahrzeuge“ veröffentlicht.

- c) Funkstörfeldmessungen gemäß der in der EN 50121-2 festgelegten Messmethode und Bewertung

Eine Auflistung der Grenzwerte, Frequenzen und Bedingungen ist dem im RW 50.02.01 „Anforderungskatalog Triebfahrzeuge“, Kapitel 12.3.2 zu entnehmen.

### 4.3 Anforderungen zur Nachweiserbringung

#### 4.3.1 Übersicht der Anforderungen für die Zulassung (Genehmigung) von Fahrzeugen:

Hinweis: dieser Teil gilt auch für Probe- und Messfahrten von Schienenfahrzeugen, die den Zweck haben, die EMV-Anforderungen für das Verwendungsgebiet Österreich nachzuweisen.

Nachweis der EMV-Verträglichkeit zwischen Schienenfahrzeug und System/Anlagen	zulässiges Messverfahren	Anmerkungen
Achszähleinrichtungen (Frequenzbereiche <10kHz und >10kHz)	MF oder **) ST	bei MF: Messfahrten *)  bei ST: Standversuch (IEP) <u>und</u> Messfahrten; beide am Netz der ÖBB-Infrastruktur AG
Gleisstromkreise, Frequenzbereiche 100 und 106,7 Hz	ST	Standversuch (IEP) <u>und</u> Messfahrten; beide am Netz der ÖBB-Infrastruktur AG
Systemtechnische Anlagen, Psophometrischer Störstrom	ST	Standversuch (IEP) <u>und</u> Messfahrten; beide am Netz der ÖBB-Infrastruktur AG
Bahnfunksysteme	FSTF	Standmessung

Legende:

MF: Magnetfeldmessung

ST: Störstrommessung

FSTF: Messung der Funkstörfeldstärke

IEP: Infrastruktureingangsprüfung (siehe auch 4.3.3)

\*) Messfahrten für Magnetfeldmessungen gem. OVE EN 50592 können auch im Ausland (Testring, Werksgleis, etc.) durchgeführt werden, jedoch müssen die für Österreich relevanten Taktfrequenzen (gemessen unter 15kV/16,7 Hz) an diesen Standorten am Fahrzeug eingestellt werden.

\*\*) Infolge der unterschiedlichen und miteinander nicht vergleichbaren Grenzwerte von Magnetfeld- und Störstrommessung gilt der Nachweis jedenfalls als erfüllt, wenn die Rückwirkungsfreiheit durch Magnetfeldmessung bestätigt ist. **Eine Mischung der Messverfahren ist nicht zulässig!**

#### 4.3.2 Übersicht der Anforderungen für Probe- und Messfahrten (unabhängig vom Zweck):

*Hinweis: dieser Teil gilt für Probe- und Messfahrten von Schienenfahrzeugen (jedoch nicht für den Zweck zum Nachweis der EMV-Anforderungen für die Fahrzeugzulassung / Genehmigung für das Verwendungsgebiet Österreich), wenn für das Verwendungsgebiet Österreich die EMV noch nicht nachgewiesen ist bzw. das Schienenfahrzeug mit einer neuen oder geänderten Fahrzeug- bzw. Stromrichtersoftware (mit Veränderung der Stromrichter- oder Hilfsbetriebbetaktung) ausgerüstet wurde, die ein unbekanntes bzw. ein geändertes EMV- bzw. Störstromverhalten des Schienenfahrzeuges nach außen hin ins Netz der ÖBB-Infrastruktur AG erwarten lässt.*

Vor Beginn von Probe- und Messfahrten muss jedenfalls vorliegen:

- positives Ergebnis der Magnetfeldmessungen, sofern als Nachweisführung gewählt
- positives Ergebnis der Störstrommessungen im Stand (siehe auch IEP – Infrastruktureingangsprüfung) für die restlichen nachzuweisenden Anlagenteile

Bei nicht vorhandenen oder negativen Ergebnissen dieser Prüfungen sind Mess- bzw. Probefahrten am Netz der ÖBB-Infrastruktur AG nicht zulässig.

Während Probe- und Messfahrten sind begleitende Störstromüberwachungen für die entsprechenden Frequenzbereiche erforderlich, sofern die Einhaltung der Grenzwerte nicht bereits (bspw. durch Magnetfeldmessungen) positiv nachgewiesen wurde.

Bei einer Überschreitung der zulässigen Störstromgrenzwerte während dieser Probe- und Messfahrten ist ein Abbruch der Fahrten erforderlich. Das Fahrzeug darf in diesem Fall nur mit abgebügelten Stromabnehmern bzw. kalt geschleppt befördert werden.

Nachweis der EMV-Verträglichkeit zwischen Schienenfahrzeug und System/Anlagen	zulässiges Messverfahren	Art/Umfang der Nachweiserbringung
Achszähleinrichtungen (Frequenzbereichen <10kHz und >10kHz)	MF oder **) ST	bei MF: Messfahrten *)  bei ST: Standversuch im Zuge der IEP am Netz der ÖBB-Infrastruktur AG <u>und</u> begleitende Störstromüberwachungen bei der Probefahrt
Gleisstromkreise, Frequenzbereiche 100 und 106,7 Hz	ST	Standversuch im Zuge der IEP am Netz der ÖBB-Infrastruktur AG <u>und</u> begleitende Störstromüberwachungen bei der Probefahrt
Systemtechnische Anlagen, Psophometrischer Störstrom	ST	Standversuch im Zuge der IEP am Netz der ÖBB-Infrastruktur AG <u>und</u> begleitende Störstromüberwachungen bei der Probefahrt
Bahnfunksysteme	FSTF	Standmessung vor oder im Zuge der IEP

Legende:

MF: Magnetfeldmessung

ST: Störstrommessung

FSTF: Messung der Funkstörfeldstärke

IEP: Infrastruktureingangsprüfung (siehe auch Kapitel 4.3.3)

\*) Magnetfeldmessungen gem. OVE EN 50592 können auch im Ausland (Testring, Werksgleis, etc.) durchgeführt werden, jedoch müssen die für Österreich relevanten Taktfrequenzen (gemessen unter 15kV/ 16,7 Hz) an diesen Standorten am Fahrzeug eingestellt werden.

\*\*) Infolge der unterschiedlichen und miteinander nicht vergleichbaren Grenzwerte von Magnetfeld- und Störstrommessung gilt der Nachweis jedenfalls als erfüllt, wenn die Rückwirkungsfreiheit durch Magnetfeldmessung bestätigt ist. **Eine Mischung der Messverfahren ist nicht zulässig!**

### 4.3.3 Infrastruktureingangsprüfung IEP

Die Infrastruktureingangsprüfung IEP dient zur Erstbeurteilung eines Schienenfahrzeuges, bei welchem die Grenzen der EMV noch nicht nachgewiesen wurden.

Sie stellt ein Verfahren auf Basis von Störstrommessungen im Stillstand dar.

Der Umfang der IEP ist abhängig von der Art der gewählten Messverfahren für Achszählereinrichtungen (Magnetfeldmessungen oder Störstrommessungen - **eine Mischung der Messverfahren ist nicht zulässig!**)

*Hinweis: Nachweise der Rückwirkungsfreiheit auf Achszählereinrichtungen auf Basis von Magnetfeldmessungen bzw. Funkstörfeldmessungen sind nicht Teil der IEP und müssen vor Durchführung von Probe- und Messfahrten bzw. Fahrversuchen erfolgt und nachgewiesen sein.*

Um unzulässige Beeinflussungen von Infrastrukturanlagen zu vermeiden, darf das Schienenfahrzeug bis zur erfolgreichen Absolvierung der IEP nur mit abgebügelten Stromabnehmern kalt geschleppt im Netz der ÖBB-Infrastruktur AG befördert werden.

Die IEP kann im Übernahmehnhof oder in Wien Kledering Zvbf. Va Gl.564 durchgeführt werden.

#### 4.3.4 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 kann ggf. weitere Messungen nach sich ziehen. Als Kalkulationsgrundlage dürfen hierfür die entsprechenden Additionsverfahren (gem. Kap. 5.2.1) angewendet werden.

Die erforderlichen Nachweise dürfen auf einem geeigneten erdfreischaltbaren Messgleis des Infrastrukturbetreibers messtechnisch nachgewiesen werden.

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.

## 5 Störstrommessungen

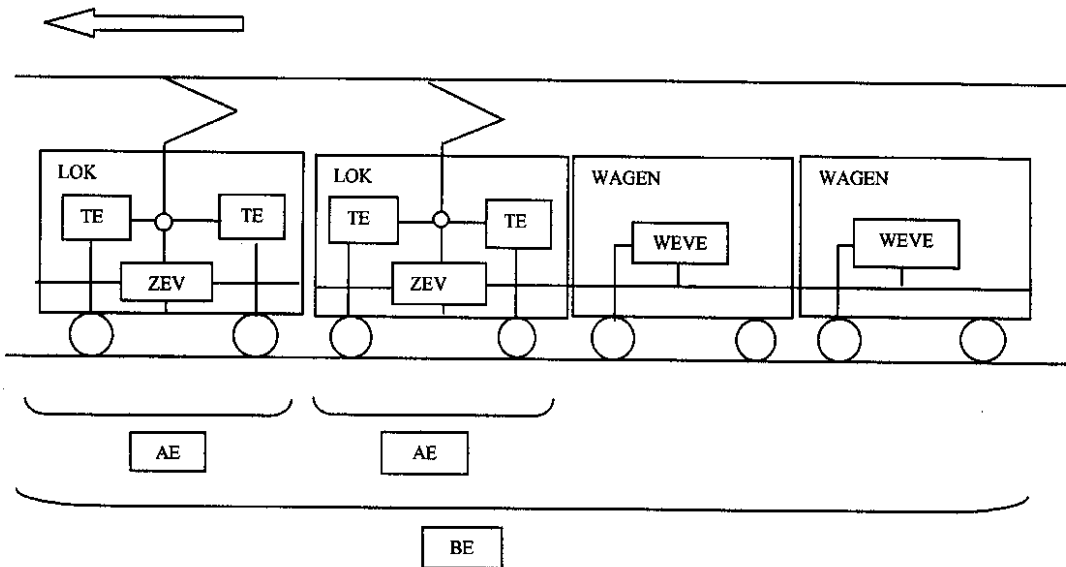
### 5.1 Allgemeine Definitionen

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

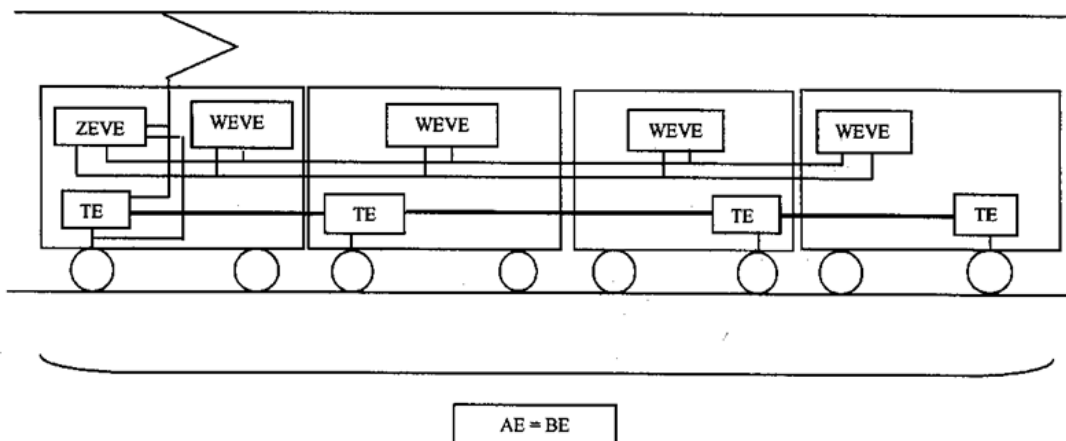
Es werden, bezogen auf die Frequenzen der Störströme, jeweils maximal zulässige Werte für

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

Reisezug Doppeltraktion (AE + AE + Wagenzug = BE)



Triebwagen in Einzeltraktion, daher AE=BE



Erklärungen:

<u>Traktionseinheit TE:</u>	Der kleinste Teil der Antriebseinheit, der eigenständig Zugkraft bzw E-Bremskraft (elektrische Bremse) entwickeln kann.
<u>Zug-Energieversorgungseinheit ZEVE:</u>	Einheit, die über eine mehrphasige Leitung die Verbraucher in der Zuggarnitur versorgt, wobei die Fahrschienen an der Rückstromführung nicht beteiligt sind.
<u>Wagen-Energieversorgungseinheit WEVE</u>	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.
<u>Antriebseinheit AE:</u>	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.
<u>Beeinflussbare Einheit BE</u>	<p>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).</p> <p>Es ist dabei sicherzustellen, dass innerhalb einer BE kein einzelnes AE den zulässigen Grenzwert je AE übersteigt.</p>
<u>Energieversorgungseinheit EVE</u>	<p>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.</p> <p>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.</p>
<u>Zugkonfiguration</u>	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 Netz der ÖBB-Infrastruktur AG relevante Frequenz anzugeben und muss durch Messprotokolle nachgewiesen werden können (Vgl.: OVE-CLC-TS-50238-2:2022, B.8.2)

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

Eingangsfiler 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-Infrastruktur AG 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 Volllast mit zu berücksichtigen. Es gelten die gleichen Bewertungskriterien. Diese können – bei entsprechender Lage der Sammelschiene im Zugverband – auch als Nahfeldstörer einer gesonderten Bewertung unter-zogen 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).

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. 10101, 10102, 10301 bzw. 130.01

Fahrversuch Salzburg Hbf – Villach Hbf. VzG-Strecken-Nr. 10103, 22201

Fahrversuch Villach Hbf. – Wien Hbf. VzG-Strecken-Nr. 41301, 10501

Fahrversuch Wien Meidling – Hohenau VzG-Strecken-Nr. 12201, 11401

## 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/Schleuderschutzmaßnahmen zu Grenzwertüberschreitungen, oder treten diese gehäuft auf, so sind sie mitzubetrachten.

Antriebsregelung: Treten Instabilitäten in der Antriebsregelung 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 phasenstarreren 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.



## 5.8 Grenzwerte der Störstrommessungen

### 5.8.1 Psophometrischer Störstrom lt. VDE 0845-6-1

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

Erfasster Frequenzbereich 300 Hz bis 3,4 kHz

Überlagerungsverhalten

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

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

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).

### 5.8.2 Anwendung der Störgrenzen auf fahrleistungsunabhängige 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 punktförmigem 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.

### 5.8.3 100Hz-Schnellabschaltung / Gleisstromkreise

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

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

Messung der Zeitverläufe

#### 5.8.4 Störfrequenzen – Achszähleinrichtungen/Radsensoren

Bewertete Frequenzen:

##### Filtergeometrie: Bessel-Filter

Type	Mittenfrequenz $f_0$ [Hz]	RMS- Strom $I_0$ [A]	Frequenzbereich $\Delta f$ -3dB [Hz]	Frequenzbereich $\Delta f$ -10dB [Hz]	Integrationszeit $t$ [ms]
SK11 (Alcatel)	4150	0,1	300	517	5
SK11 (Alcatel)	5060	0,1	300	517	5
ZP 70 (Siemens)	9850	0,06	500	860	5
SK30 (Alcatel)	28k-30k	0,3	7000	11940	5
ZP43 (Siemens)	43000	0,06	3000	5160	5

Messung der Zeitverläufe

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

## 6 Magnetfeldmessungen

### 6.1 Allgemeine Definition

Es werden bezogen auf die Frequenzen der relevanten Achszähler die jeweils maximal zulässigen Magnetfeldkenngrößen gemessen.

Messverfahren und Bewertungen sind gemäß OVE EN 50592 durchzuführen.

### 6.2 Grenzwerte für Magnetfeldmessungen

Für Achszähler im Hochfrequenzbereich (>10 kHz) gelten die Grenzwerte gem. ERA ERTMS 033281 Ver. 5.0

Für Achszähler im Audiofrequenzbereich (<10 kHz) gelten nationale Grenzwerte

Typ Achszähler	Frequenzbereich [kHz]			Magnetfeldgrenzwert			Integrationszeit $T_{int}$ [ms]	Konform zu TSI CCS (ERA ERTMS)
		3 dB / 20 dB Bandbreite <sup>i)</sup> [kHz]	Ordnung <sup>ii)</sup>	X-Richtung (RMS) [dB $\mu$ A/m]	Y-Richtung (RMS) [dB $\mu$ A/m]	Z-Richtung (RMS) [dB $\mu$ A/m]		
<b>SK11</b> <sup>iv)</sup>	4,15 $\pm 0,15$	$\pm 0,085$ / $\pm 0,15$	4	147	102	105	4	–
<b>SK11</b> <sup>iv)</sup>	5,06 $\pm 0,15$	$\pm 0,085$ / $\pm 0,15$	4	147	102	105	4	–
<b>ZP70</b>	9,85 $\pm 0,25$	$\pm 0,08$ / $\pm 0,45$	2	118	91	105	4	–
<b>SK30</b>	28,0 - 30,0	$\pm 0,15$ / $\pm 0,45$	4	93	93	98	1	ja
<b>ZP43</b>	43,0 $\pm 1,7$	$\pm 0,16$ / $\pm 0,35$	4	93	83 / 90 <sup>iii)</sup>	98	1	ja

#### Fußnoten:

i) Angabe jeweils  $\pm$  von der Mittenfrequenz; die 20 dB-Werte sind nur informativ

ii) Filtertyp: Butterworth

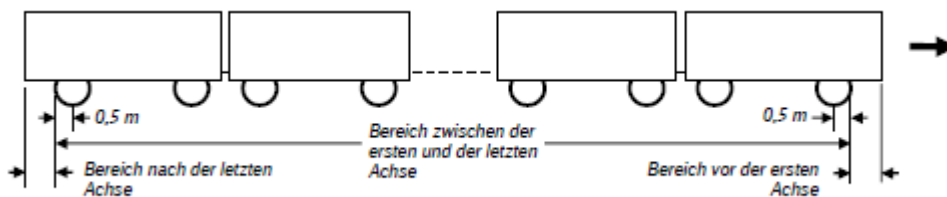
iii) 83 dB $\mu$ A/m gilt für Emissionen, die gemessen werden, bevor die erste Achse und nachdem die letzte Achse des Zuges den Messsensor passiert hat; siehe nachfolgende Abbildung

90 dB $\mu$ A/m gilt für Emissionen unter dem Zug, definiert durch den Abstand zwischen der Mitte der ersten und der letzten Achse des Zuges +0,5m auf beiden Seiten, unabhängig vom Radius der Räder; siehe nachfolgende Abbildung

iv) Grenzwerte gelten im Bereich zwischen der ersten und der letzten Achse (siehe nachfolgende Abbildung). Grenzwerte vor erster und nach letzter Achse sind (noch) nicht definiert.

#### Abbildung: Definition der Bereiche am Fahrzeug

(Hinweis: diese Abbildung ist ident mit Abbildung 9 aus ERA ERTMS 0388281 bzw. Abbildung G.1 aus TR-EMV, Teil 3, Anhang G)



## 7 Beeinflussung von Zugsicherungs- und Zugbeeinflussungssystemen

### 7.1 LZB – Linienförmige Zugbeeinflussungssysteme

Störungen, welche durch das T<sub>fz</sub> in das System LZB eingekoppelt werden. Bei einem minimalen Empfangspegel des Nutzsignals von

20 mV<sub>eff</sub>: 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 da-her – 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<sub>fz</sub> 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 Sanden

Sanden ist eine essenzielle Teilfunktion der Bremseinrichtung von Triebfahrzeugen, um unter bestimmten Umständen die Traktions- und Bremswirkung zu erhöhen. Es wird dazu Sand vor die Räder des Tz 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: Gleisfreimeldung), 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 (pro Sandstreuungseinrichtung) gelten die Werte gemäß Dokument ERA/ERTMS/033281 Version 5.0, Kap. 3.1.4.1:

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
IEP	Infrastruktureingangsprüfung
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