



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Bundesnetzagentur

Eisenbahn-Bundesamt



DIE BAHNINDUSTRIE.

VDB VERBAND DER BAHNINDUSTRIE IN DEUTSCHLAND E.V.



VERBAND DER GÜTERWAGENHALTER IN DEUTSCHLAND E.V.



Die Verkehrs-
unternehmen

Technische Regelung für den Nachweis der elektromagnetischen Verträglichkeit zwischen Schienenfahrzeugen und der Infrastruktur im Geltungsbereich der EBO (TR-EMV)

Teil 1 – Allgemeines

Inhaltsverzeichnis

0	Ausgabenübersicht.....	3
1	Geltungsbereich	3
2	Einführungsbestimmungen.....	4
3	Überblick	4
4	Begriffe und Definitionen	4
5	Anforderungen an Fahrzeuge.....	9
6	Abkürzungen	10
7	Referenzen, Normen und Gesetze	12
	Anlage 1: Zuordnung des ehemaligen Regelwerks zu den Teilen der TR-EMV	13

0 Ausgabenübersicht

Ausgabe	Datum	Änderungen
1.0	01.10.2015	Freigabe LK Fahrzeuge (Sitzung 09.09.2015)
2.0	01.06.2017	Freigabe LK Fahrzeuge (Sitzung 17.05.2017)

1 Geltungsbereich

Die in der Technischen Regelung (TR-EMV) gestellten Anforderungen betreffen Fahrzeuge des Eisenbahnverkehrs im Geltungsbereich der EBO.

Die TR-EMV beschreibt in Ergänzung zu europäischen Vorgaben (TSI, EN) nationale Regelungen (NNTR) für Mess- und Bewertungsverfahren zum Nachweis der elektromagnetischen Verträglichkeit von Schienenfahrzeugen mit signal- und kommunikationstechnischen Einrichtungen der Eisenbahninfrastruktur.

Die Einhaltung der Anforderungen der TR-EMV dient dem sicheren, störungs- und fehlerfreien Einsatz von Eisenbahnfahrzeugen auf Infrastrukturen der EBO.

Der Teil 1 der TR-EMV regelt übergeordnete Aspekte. Die einzelnen weiteren Teile der TR-EMV gelten jeweils im Zusammenhang mit diesem Teil 1.

Die Grenzwerte und Prüfvorgaben zum Nachweis der Kompatibilität mit den hier betrachteten signal- und kommunikationstechnischen Einrichtungen basieren auf den Ergebnissen und Beratungen in den einzelnen Arbeitsgruppen des Arbeitskreises EMV, die sich u.a. auf Untersuchungsergebnisse der ehemaligen Bahnverwaltungen von DB und DR sowie auf Untersuchungen der Hersteller und der Betreiber stützen.

Die in TR-EMV Teil 2 ff. beschriebenen Anforderungen decken grundsätzlich die Infrastruktur der Strecken im Geltungsbereich der EBO ab.

Die Infrastruktur von Strecken im Geltungsbereich der EBO von nicht bundeseigenen Eisenbahnen kann unter Umständen Technologien umfassen, die davon abweichen. Für den Verkehr auf solchen Strecken ist die Verträglichkeit von Schienenfahrzeugen zu diesen abweichenden Technologien gemäß EN 50238 in Anlehnung an die Verfahren der TR-EMV gesondert zu betrachten.

Aufgrund der Komplexität der elektromagnetischen Verträglichkeit von Schienenfahrzeugen und den infrastrukturseitigen Systemen der Gleisfreimeldung kann es auch nach Durchführung der in den Teilen 2 und 3 geforderten Untersuchungen und des Nachweises der Einhaltung der erforderlichen Grenzwertvorgaben nicht zu 100 % ausgeschlossen werden, dass es zu Störungen im Bahnsystem durch elektromagnetische Unverträglichkeiten kommen kann. Diese sind dann bezüglich ihrer Auswirkungen auf das Gesamtsystem Bahn betrieblich-technisch zu bewerten und ggf. in einer Einzelfalllösung abzustellen.

2 Einführungsbestimmungen

Die TR-EMV löst für den Bereich der Schienenwege der DB Netz AG die Richtlinien 807.0200, 807.0201 und 807.0205 - einschließlich der Bekanntgaben EMV 01 und EMV 02 – ab.

Für die Eisenbahnen im Geltungsbereich der EBO werden mit der TR-EMV die Regelungen Nr. EMV 01, 02, 03 und 04 inklusive der Bekanntgaben EMV 01, EMV 02 und EMV 03 abgelöst.

Eine Übersicht der Zuordnung des ehemaligen Regelwerks zu den Teilen der TR-EMV gibt Anlage 1.

3 Überblick

Signal- und kommunikationstechnische Einrichtungen können durch Eisenbahnfahrzeuge beeinflusst werden. Folgende Mechanismen können nach derzeitigem Kenntnisstand zu unzulässigen Beeinflussungen dieser Einrichtungen führen:

- Beeinflussung von Gleisstromkreisen durch Störströme und
- Beeinflussung von Gleisschaltmitteln durch magnetische Felder.

In Anlehnung an die verschiedenen Beeinflussungsmechanismen ist die TR-EMV wie folgt strukturiert:

- | | |
|------------------------|--|
| - Teil 1 – Allgemeines | Enthält u.a. allgemeine Vorgaben und Definitionen die übergreifend auch für alle anderen Teile des Regelwerks gelten; |
| - Teil 2 – Störströme | Definiert u.a. die Grenzwerte sowie die Verfahren zum Nachweis der Kompatibilität von Fahrzeugen mit Gleisstromkreisen; |
| - Teil 3 – Sensorik | Definiert u.a. die Grenzwerte sowie die Verfahren zum Nachweis der Kompatibilität von Fahrzeugen mit Gleisschaltmitteln. |

4 Begriffe und Definitionen

Achszählsystem

Ein Achszählsystem ist eine Gleisfreimeldeanlage, die auf der Basis des Vergleichs der ein- bzw. ausgezählten Achsen (Räder) von Schienenfahrzeugen den Frei- bzw. Belegzustand eines Gleisabschnittes ermittelt.

Antriebseinheit (AE)

Eine Antriebseinheit (AE) ist ein Bestandteil einer Beeinflussenden Einheit (BE). Die einzelne AE besteht dabei aus der Gesamtheit aller Traktionskreise und Bordnetze, die über einen Stromabnehmer (Pantograph) aus dem Fahrleitungsnetz mit Energie versorgt werden. Ein über die Zugsammelschiene mit Energie versorgter Wagenzug gilt ebenfalls als eine einzelne AE. Bei Stromschienen-Fahrzeugen kann eine AE auch über mehrere Stromabnehmer parallel aus der Stromschiene mit Energie versorgt werden.

Arbeitsfrequenz

Ist die Frequenz, bei der das einzelne Gleisschaltmittel bzw. der einzelne Gleisstromkreis arbeitet.

Ausfallbetrieb

Der Ausfallbetrieb ist eine Betriebsart, bei der ein Fahrzeug auch bei Ausfall von einzelnen beeinflussungsrelevanten Komponenten / Systemen (z.B. Traktionsumrichter, Fahrmotor) noch betrieblich genutzt werden darf.

Beeinflussende Einheit (BE)

Eine Beeinflussende Einheit umfasst die Gesamtheit aller maximal zulässigen, miteinander gekuppelten/verbundenen Schienenfahrzeuge, die einen Zug bilden können.


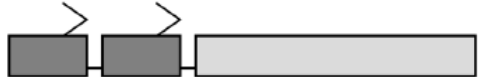
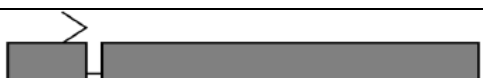


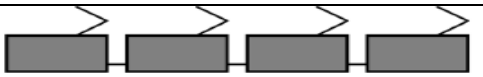
BE	1AE		1 Lokomotive + Wagenzug ohne ZS
BE	2AE		2 Lokomotiven + Wagenzug ohne ZS
BE	2AE		1 Lokomotive + Wagenzug mit ZS
BE	1AE		1 elektrischer Triebzug
BE	2AE		2 elektrische Triebzüge
BE	4AE		4 Lokomotiven

Abbildung 1: Beispiele für die Beeinflussende Einheit

Beeinflussungsfrequenzbereich

Entspricht dem Frequenzbereich, in dem das Gleisschaltmittel bzw. der Gleisstromkreis potentiell beeinflusst werden kann.

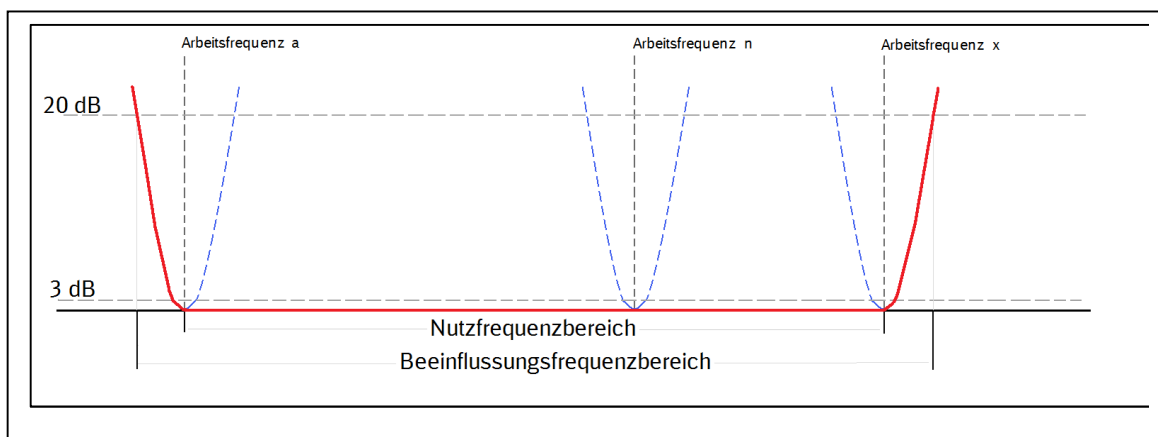


Abbildung 2: Nutz- und Beeinflussungsfrequenzbereich

Der Beeinflussungsfrequenzbereich entspricht dem Nutzfrequenzbereich inklusive der Bandpass-Charakteristik an den Bereichsrändern.

Einspeisende Einheit (EE)

Eine einspeisende Einheit ist eine Einrichtung auf Schienenfahrzeugen, welche zur Erzeugung elektrischer Energie für die Versorgung elektrischer Einrichtungen weiterer Fahrzeuge dient und unabhängig von der Fahrleitung ist. Insbesondere sind hier Verbrennungstriebfahrzeuge (z.B. Diesellokomotiven) mit Generator und/oder Umrichter für die Zugenergieversorgung über eine einpolige Zugsammelschiene (ZS) mit Rückleitung über die Fahrschienen gemeint, sinngemäß aber auch Generatorwagen.

Einwirklänge

Die Empfindlichkeit der permanentmagnetisch arbeitenden Gleisschaltmittel MK und DMK kann mittels einer Lehre justiert werden. Die Lehre bildet den magnetischen Einfluss eines Rades nach. Der Verschiebebereich der Lehre, in dem das Schaltmittel anspricht, wird als Einwirklänge bezeichnet. Eine steigende Einwirklänge vergrößert den Einflussbereich gegenüber ferromagnetischen Komponenten (z.B. Räder) sowie magnetischen Feldern. Dadurch erhöht sich die Empfindlichkeit des Magnetschienenkontaktes.

EMV-Plan

Der EMV-Plan ist ein Dokument oder Dokumentensatz, in welchem die EMV-Anforderungen, EMV-Gestaltungsrichtlinien und die EMV-Nachweisführung für ein Fahrzeug beschrieben werden. Der EMV-Plan muss alle relevanten Informationen zur Durchführung der in der TR-EMV adressierten Prüfinhalte enthalten.

Es sollten die folgenden Punkte behandelt werden:

- EMV-Anforderungen auf Fahrzeug- und Komponentenebene
- Technische Fahrzeugdaten
- Zusammenstellung der durchzuführenden Tests inkl. EMV-Prüfplan
- Beschreibung grundsätzlicher Konstruktionsregeln
- Übersicht/Klassifikation der EMV-relevanten Systeme und Maßnahmen.

EMV-relevante Änderungen bzw. Modifikationen, die sich während des Planungs- bzw. Herstellungsprozesses ergeben, sind im EMV-Plan nachzuführen.

Fernbeeinflussung

Bei einer Fernbeeinflussung befindet sich der beeinflusste Gleisstromkreis zwischen der beeinflussenden Einheit und den speisenden Unterwerken.

Filtereckfrequenz

Die Filtereckfrequenz entspricht der Frequenz, bei welcher die Dämpfung des Filters einen Wert von 3 dB annimmt.

Flügelzugbetrieb

Im Flügelzugbetrieb werden in einem Zug zwei - in Bezug auf die Zugsammelschiene – unabhängige Zugteile, bestehend aus jeweils einer Einspeisenden Einheit (EE) mit Wagen betrieben.

Gleisschaltmittel

Das Gleisschaltmittel ist die Sensorik am Gleis, welche durch Fahrzeugbeeinflussung (Rad, Eisenmasse) Schaltimpulse erzeugt bzw. zur Achszählung dient. Zu Gleisschaltmitteln zählen u.a. Zählpunkte, Radsensoren und Induktionsschleifen.

Gleisstromkreis

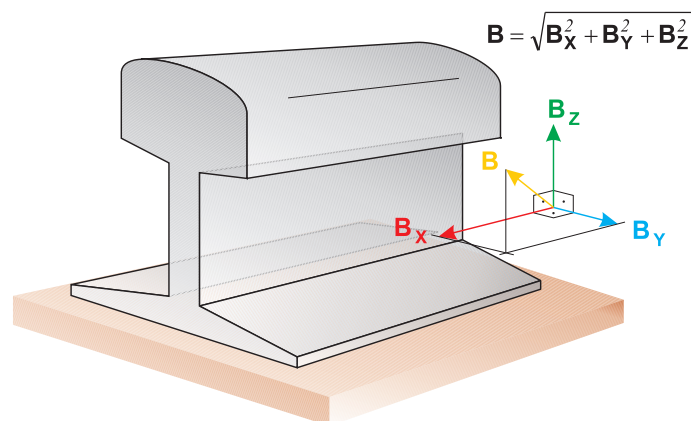
Ein Gleisstromkreis ist eine Gleisfreimeldeanlage, die durch Erzeugung eines Nebenschlusses durch die Radsätze eines Schienenfahrzeuges den Frei- bzw. Belegzustand eines Gleisabschnittes ermittelt.

Induktionsschleifen

Eine Induktionsschleife ist eine im Gleis verlegte Leiterschleife, welche zur Erfassung der Eisenmassen von Eisenbahnfahrzeugen dient, um z.B. Bahnübergangssicherungsanlagen zu steuern.

Koordinatensystem

Die betrachteten Feldvektoren werden axial (Feldorientierung x) bzw. orthogonal aufgenommen. Alle Feldvektoren stehen im rechten Winkel zueinander.



$x \triangleq$ x-Komponente – Schienenparallele (längs zur Fahrtrichtung)

$y \triangleq$ y-Komponente – Schienenhalsnormale (quer zur Fahrtrichtung und parallel zum Boden)

$z \triangleq$ z-Komponente – Bodennormale (senkrecht zur Fahrtrichtung und senkrecht zum Boden)

Abbildung 3: Koordinatensystem der Schiene

Magnetschienenbremse (Mg-Bremse)

Siehe Ergänzungsregelung Nr. B 012 für die technische Gestaltung der Magnetschienenbremse in Schienenfahrzeugen [B 012]. Es wird grundsätzlich zwischen hoch- bzw. tiefaufgehängten Magnetschienenbremsen unterschieden.

Nahbeeinflussung

Bei einer Nahbeeinflussung befindet sich der beeinflusste Gleisstromkreis unter dem beeinflussenden Zug oder im Nachbargleis. Betrachtet wird bei der Nahbeeinflussung die Beeinflussung im Nachbargleis.

Normalbetrieb

Der Normalbetrieb ist die Betriebsart des Fahrzeugs ohne Ausfall von beeinflussungsrelevanten Komponenten / Systemen.

Nutzfrequenzbereich

Der Nutzfrequenzbereich ist der Frequenzbereich, innerhalb dessen ein Gleisschaltmittel bzw. Gleisstromkreis unter Berücksichtigung von Einstell-/Fertigungstoleranzen, Temperatureinfluss und sonstiger Effekte mit seiner Arbeitsfrequenz liegen kann, siehe Abbildung 2.

Radbereich

Bereich in Schienenlängsrichtung (x-Richtung), innerhalb von ± 250 mm von Radmitte aus gesehen.

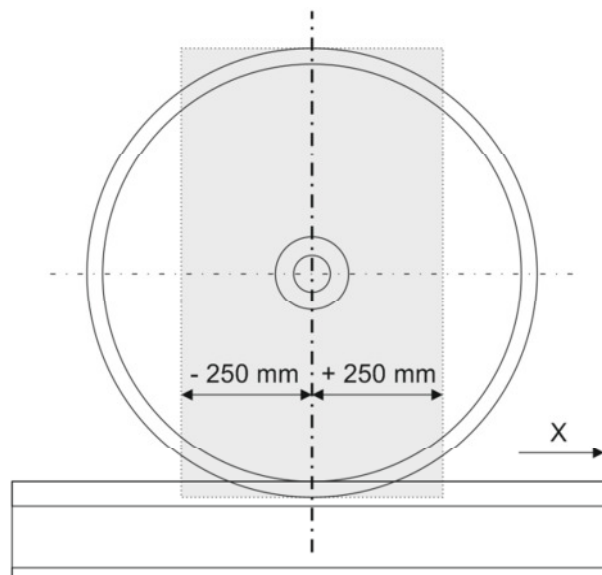


Abbildung 4 – Radbereich

Radsensor

Ein Radsensor ist eine am Gleis montierte Einrichtung, die Räder von Schienenfahrzeugen erfasst und daraus elektrische Signale erzeugt.

Tandembetrieb

Im Tandembetrieb wird die Zugsammelschiene eines Zuges von zwei parallel betriebenen Einspeisenden Einheiten (EE) gespeist.

Verhältnis v/f_i

Für drehende Maschinen wie Drehstrommotoren entspricht f_i der Motorgrundschwingungsfrequenz, d.h. v/f_i bildet einen konstanten Wert. Für Drehstrommotoren auf Bahnfahrzeugen ist v/f_i in den meisten Fällen kleiner als 2.

Zählpunkt

Ein Zählpunkt ist eine Einrichtung, welche aus den von den Sensoren am Gleis erzeugten Signalen Daten übermittelt, aus denen die Anzahl der Räder sowie die Fahrtrichtung eines Schienenfahrzeugs bestimmt werden kann.

Zugsammelschiene

Eine Zugsammelschiene ist eine Einrichtung auf Schienenfahrzeugen zur Verteilung von elektrischer Energie zwischen und in Fahrzeugen. Die hier betrachtete Ausführung der Zugsammelschiene wird in einpoliger Form ausgeführt. Die Rückleitung erfolgt über die Fahr-schienen.

5 Anforderungen an Fahrzeuge

Die Anforderungen der TR-EMV sind bei allen beeinflussungsrelevanten Betriebszuständen (Normal- und Ausfallbetrieb) des Fahrzeugs einzuhalten.

Durch den Nachweis, dass der Fahrzeugtyp die in der TR-EMV definierten Grenzwerte einhält, soll sichergestellt werden, dass die Störschwellen der signal- und kommunikationstechnischen Einrichtungen bei keiner betrieblich möglichen Fahrzeugkonstellation überschritten werden.

Fahrzeuge bzw. deren Anordnungen, die von den in der TR-EMV definierten Randbedingungen bzw. Parametern abweichen, sind bezüglich der Nachweisführung der Grenzwerteinhalten gesondert zu betrachten.

6 Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
AE	Antriebseinheit
AG	Arbeitsgruppe
AK	Arbeitskreis
B	Magnetische Flussdichte / Bremskraft
B_{\max}	Maximale Bremskraft
BE	Beeinflussende Einheit
BNetzA	Bundes Netz Agentur
BP	Bandpass
B_{peak}	Scheitelwert der bei Überfahrt eines Fahrzeugs gemessenen magnetischen Flussdichte
DB	Deutsche Bundesbahn / Deutsche Bahn
DC	Gleichstrom
DMK	Doppel-Magnetschienenkontakt
DR	Deutsche Reichsbahn
EAK	Elektronischer Anschlusskasten
E-Bremse	Elektrodynamische Bremse / elektrische Bremse
EE	Einspeisende Einheit
EBA	Eisenbahn-Bundesamt
EBO	Eisenbahn Bau- und Betriebsordnung
EIU	Eisenbahninfrastrukturunternehmen
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
EN	Europäische Norm
EON	Tonfrequente Gleisstromkreise der Fa. ZWUS (jetzt Bombardier Transportation)
ETCS	European Train Control System
EVA	Energieversorgungsanlage
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
EWL	Einwirklänge des MK
F	Frequenz
FB	Fernbeeinflussung
FFT	Fast Fourier Transformation
f_{GSK}	Gleisstromkreisfrequenz
f_i	Resultierende Frequenz im Bereich von B_{peak}
f_k	Kanalmittenfrequenz (für GSK)

Abkürzung	Bedeutung
FrM	Frequenzmanagement für Achszähler/Radsensoren, siehe [ERA/ERTMS]
FTGS	Ferngespeister Tonfrequenz Gleisstromkreis Siemens
GF	Gleisfreimeldeanlage, Teil der Typenbezeichnung von Gleisstromkreisen der Bauform WSSB (jetzt Siemens)
GLS	Gleisstromkreis Siemens
GNT	Geschwindigkeitsüberwachung für Neigetechnik-Züge
GSK	Gleisstromkreis
HOA	Heißläuferortungsanlage
h_s	Höhenmaß für Bahnräumer/Sandstreueinrichtungen [DIN EN 15273]
LST	Leit- und Sicherungstechnik
LZB	Linienförmige Zugbeeinflussung
Mg-Bremse	Magnetschienenbremse
MK	Magnetschienenkontakt
NB	Nahbeeinflussung
NF-GSK	Niederfrequente Gleisstromkreise
NNTR	Notified National Technical Rules
PZB	Punktförmige Zugbeeinflussung
Sk	Schienenkontakt
SO	Schienenoberkante
TF-GSK	Tonfrequente Gleisstromkreise
Tfz	Triebfahrzeug (Lok oder Triebwagen)
t_i	Impulsdauer im Bereich von B_{peak}
TR-EMV	Technische Regelung-Elektromagnetische Verträglichkeit
TSI	Technical Specification Interoperability
UIC	Internationaler Eisenbahnverband (Union internationale des chemins de fer)
V	Geschwindigkeit
VDB	Verband der Bahnindustrie in Deutschland e.V.
VDV	Verband Deutscher Verkehrsunternehmen
WB	Wirbelstrombremse
WZ	Wagenzug
Z	Zugkraft
Z_{max}	Maximale Zugkraft
Zp	Zählpunkt
ZS	Zugsammelschiene

7 Referenzen, Normen und Gesetze

Referenz	Normen / Gesetz	Name
[EBO]	EBO	Eisenbahn Bau- und Betriebsordnung
[EN 50238]	DIN EN 50238:2003	Bahnanwendungen Kompatibilität zwischen Fahrzeugen und Gleisfreimeldesystemen
[EN 50592]	DIN EN 50592:2016	Bahnanwendungen – Prüfung von Fahr- zeugen auf elektromagnetische Verträglich- keit mit Achszählern
[EN 15273]	DIN EN 15273:2014	Bahnanwendungen - Begrenzungslinien
[TSI CCS]	TSI CCS	Technische Spezifikation für die Interope- rabilität der Teilsysteme „Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung“ des Ei- senbahnsystems der Europäischen Union
[ERA/ERTMS]	ERA/ERTMS/033281	Interfaces between Control-command and Signalling trackside and other subsystems; ERA ERTMS/ETCS Unit, (Interface Dokument TSI CCS)
[UIC 626]	UIC 626:2004	Elektrische Energieversorgung auf Diesel- triebfahrzeugen für die Versorgung von Wagen über die Zugsammelschiene 3. Ausgabe, April 2004
[B 012]	B 012:2012	Ergänzungsregelung Nr. B 012 für die technische Gestaltung der Magnetschie- nenbremse in Schienenfahrzeugen Rev. 5.4, 22.05.2012
[Bekanntgabe 04]	Bekanntgabe 04 - AK EMV:2013	Ergänzende Regelungen zur Kompatibilität mit Systemen der Gleisfreimeldung

Aus den aufgeführten, datierten Regelwerken werden konkrete technische Parameter/Vorgaben verwendet.

Für alle weiteren zulassungsrelevanten Anforderungen gelten die in der Regelwerksfest-
schreibung festgelegten Ausgabestände.

Anlage 1: Zuordnung des ehemaligen Regelwerks zu den Teilen der TR-EMV

