

	DIN EN IEC 62228-3 (VDE 0847-28-3)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
<p>ICS 31.200</p> <p>Integrierte Schaltungen – Bewertung der elektromagnetischen Verträglichkeit von Sende- Empfangsgeräten – Teil 3: CAN-Sende-Empfangsgeräte (IEC 62228-3:2019); Deutsche Fassung EN IEC 62228-3:2019</p> <p>Integrated circuits – EMC evaluation of transceivers – Part 3: CAN transceivers (IEC 62228-3:2019); German version EN IEC 62228-3:2019</p> <p>Circuits intégrés – Évaluation de la CEM des émetteurs-récepteurs – Partie 3: Émetteurs-récepteurs CAN (IEC 62228-3:2019); Version allemande EN IEC 62228-3:2019</p> <p>Gesamtumfang 80 Seiten</p> <p>DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE</p>		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2019-04-15 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2020-02-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 62228-3 (VDE 0847-28-3):2017-06.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 631 „Halbleiterbauelemente“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 47A „Integrated circuits“ erarbeitet. Sie ersetzt die in Deutschland nicht veröffentlichte IEC/TS 62228:2007.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieses Dokuments bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu diesem Dokument angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees das Dokument

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 55016-1-1	CISPR 16-1-1	DIN EN 55016-1-1 (VDE 0876-16-1-1)	VDE 0876-16-1-1
EN 61000-4-4	IEC 61000-4-4	DIN EN 61000-4-4 (VDE 0847-4-4)	VDE 0847-4-4
EN IEC 61967-1	IEC 61967-1	DIN EN IEC 61967-1 (VDE 0847-21-1)	VDE 0847-21-1
EN 61967-4	IEC 61967-4	DIN EN 61967-4	–
EN 62132-1	IEC 62132-1	DIN EN 62132-1 (VDE 0847-22-1)	VDE 0847-22-1
EN 62132-4	IEC 62132-4	DIN EN 62132-4	–
EN 62215-3	IEC 62215-3	DIN EN 62215-3 (VDE 0847-23-3)	VDE 0847-23-3
EN IEC 62228-1	IEC 62228-1	DIN EN IEC 62228-1 (VDE 0847-28-1)	VDE 0847-28-1
–	ISO 7637-2	–	–
–	ISO 10605	–	–
–	ISO 11898-1	–	–
–	ISO 11898-2	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 55016-1-1 (VDE 0876-16-1-1), Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Teil 1-1: Geräte und Einrichtungen zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Messgeräte

DIN EN 61000-4-4 (VDE 0847-4-4), Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-4: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst

DIN EN 61967-4, Integrierte Schaltungen – Messung von elektromagnetischen Aussendungen im Frequenzbereich von 150 kHz bis 1 GHz – Teil 4: Messung der leitungsgeführten Aussendungen – Messung mit direkter 1 Ohm/150 Ohm-Kopplung

DIN EN 62132-1 (VDE 0847-22-1), Integrierte Schaltungen – Messung der elektromagnetischen Störfestigkeit – Teil 1: Allgemeine Bedingungen und Begriffe

DIN EN 62132-4, Integrierte Schaltungen – Messung der elektromagnetischen Störfestigkeit im Frequenzbereich von 150 kHz bis 1 GHz – Teil 4: Verfahren direkter Einspeisung der HF-Leistung

DIN EN 62215-3 (VDE 0847-23-3), Integrierte Schaltungen – Messung der Störfestigkeit gegen Impulse – Teil 3: Asynchrones Transienteneinspeisungs-Verfahren

DIN EN IEC 61967-1 (VDE 0847-21-1), Integrierte Schaltungen – Messung von elektromagnetischen Aussendungen – Teil 1: Allgemeine Bedingungen und Definitionen

DIN EN IEC 62228-1 (VDE 0847-28-1), Integrierte Schaltungen – Bewertung der elektromagnetischen Verträglichkeit von Sende-Empfangsgeräten – Teil 1: Allgemeine Bedingungen und Festlegungen

**Integrierte Schaltungen –
Bewertung der elektromagnetischen Verträglichkeit von
Sende-Empfangsgeräten –
Teil 3: CAN-Sende-Empfangsgeräte
(IEC 62228-3:2019)**

Integrated circuits –
EMC evaluation of transceivers –
Part 3: CAN transceivers
(IEC 62228-3:2019)

Circuits intégrés –
Évaluation de la CEM des
émetteurs-récepteurs –
Partie 3: Émetteurs-récepteurs CAN
(IEC 62228-3:2019)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2019-04-15 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

© 2019 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN IEC 62228-3:2019 D

Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 47A/1050/CDV, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 62228-3, erarbeitet vom SC 47A „Integrated circuits“ des IEC/TC 47 „Semiconductor devices“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN IEC 62228-3:2019 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2020-01-15
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2022-04-15

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 62228-3:2019 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 61000-4-4	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61000-4-4 .
CISPR 16-1-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 55016-1-1 .

Anhang ZA (normativ)

Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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).

ANMERKUNG 1 Ist eine internationale Publikation durch gemeinsame Abänderungen modifiziert worden, gekennzeichnet durch (mod.), dann gilt die entsprechende EN oder das HD.

ANMERKUNG 2 Aktualisierte Informationen über die in diesem Anhang aufgeführten aktuellen Fassungen der Europäischen Normen sind hier verfügbar: www.cenelec.eu.

<u>Publikation</u>	<u>Jahr</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Jahr</u>
IEC 61967-1	–	Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions – Part 1: General conditions and definitions	EN IEC 61967-1	–
IEC 61967-4	–	Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions, 150 kHz to 1 GHz – Part 4: Measurement of conducted emissions, 1 ohm/150 ohm direct coupling method	EN 61967-4	–
IEC 62132-1	–	Integrated circuits – Measurement of electromagnetic immunity – Part 1: General conditions and definitions	EN 62132-1	–
IEC 62132-4	–	Integrated circuits – Measurement of electromagnetic immunity 150 kHz to 1 GHz – Part 4: Direct RF power injection method	EN 62132-4	–
IEC 62215-3	–	Integrated circuits – Measurement of impulse immunity – Part 3: Non-synchronous transient injection method	EN 62215-3	–
IEC 62228-1	–	Integrated circuits – EMC evaluation of transceivers – Part 1: General conditions and definitions	EN IEC 62228-1	–
ISO 7637-2	–	Road vehicles – Electrical disturbances from conduction and coupling – Part 2: Electrical transient conduction along supply lines only	–	–
ISO 10605	–	Road vehicles – Test methods for electrical disturbances from electrostatic discharge	–	–
ISO 11898-1	–	Road vehicles – Controller area network (CAN) – Part 1: Data link layer and physical signalling	–	–
ISO 11898-2	–	Road vehicles – Controller area network (CAN) – Part 2: High-speed medium access unit	–	–

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort.....	2
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	3
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe und Abkürzungen	9
3.1 Begriffe	9
3.2 Abkürzungen	10
4 Allgemeines	11
5 Prüf- und Betriebsbedingungen.....	13
5.1 Stromversorgung und Umgebungsbedingungen	13
5.2 Zu prüfende Betriebsarten.....	13
5.3 Prüfanordnung.....	13
5.3.1 Allgemeine Prüfanordnung für Prüfungen in Sende-Empfangsgeräte-Netzwerken	13
5.3.2 Allgemeine Prüfanordnung für die Prüfung der elektrostatischen Entladung ohne Stromversorgung	14
5.3.3 Prüfungen von Sende-Empfangsgeräte-Netzwerken – Koppelstecker und -netzwerke.....	15
5.3.4 Prüfungen zur elektrostatischen Entladung – Koppelstecker und -netzwerke.....	17
5.4 Prüfsignale.....	17
5.4.1 Allgemeines	17
5.4.2 Prüfsignale für den Normalbetrieb.....	18
5.4.3 Prüfsignal zum Aufwachen aus einer Betriebsart mit geringer Leistungsaufnahme.....	19
5.5 Bewertungskriterien.....	23
5.5.1 Allgemeines	23
5.5.2 Bewertungskriterien für aktive Betriebsarten	23
5.5.3 Bewertungskriterien im Zustand ohne Stromversorgung nach Belastung mit Störgrößen	30
5.5.4 Zustandsklassen.....	31
6 Prüfung und Messung	31
6.1 Aussendung von HF-Störungen	31
6.1.1 Prüfverfahren.....	31
6.1.2 Prüfaufbau	32
6.1.3 Prüfverfahren und -parameter	32
6.2 Störfestigkeit gegen HF-Störungen	34
6.2.1 Prüfverfahren.....	34
6.2.2 Prüfaufbau	34
6.2.3 Prüfverfahren und -parameter	35

6.3	Störfestigkeit gegen Impulse.....	39
6.3.1	Prüfverfahren	39
6.3.2	Prüfaufbau.....	39
6.3.3	Prüfverfahren und -parameter.....	40
6.4	Elektrostatische Entladung (ESD).....	43
6.4.1	Prüfverfahren	43
6.4.2	Prüfaufbau.....	43
6.4.3	Prüfverfahren und -parameter.....	45
7	Prüfbericht	46
	Anhang A (normativ) CAN-Prüfschaltungen.....	47
A.1	Allgemeines.....	47
A.2	Prüfschaltung für CAN-Sende-Empfangsgeräte für Funktionsprüfungen.....	47
A.3	Prüfschaltung für CAN-Sende-Empfangsgeräte für die ESD-Prüfung.....	52
	Anhang B (normativ) Prüfleiterplatten	53
B.1	Prüfleiterplatten für Funktionsprüfungen.....	53
B.2	ESD-Prüfung	54
	Anhang C (informativ) Beispiele für Prüfgrenzwerte für CAN-Sende-Empfangsgeräte bei Anwendungen im Automobilbereich	55
C.1	Allgemeines.....	55
C.2	Aussendung von HF-Störungen.....	55
C.3	Störfestigkeit gegen HF-Störungen.....	56
C.4	Störfestigkeit gegen Impulse	59
C.5	Elektrostatische Entladung (ESD).....	59
	Anhang D (informativ) Charakterisierung von Gleichtaktdrosseln für CAN-Bus-Schnittstellen	60
D.1	Allgemeines.....	60
D.2	Abkürzungen	60
D.3	CMC-Prüfung	60
D.3.1	Allgemeines.....	60
D.3.2	Messung von Abweichungen der Selbstinduktivität.....	61
D.3.3	Mixed-Mode-Übertragung für S-Parameter-Messung.....	65
D.3.4	ESD-Schaden.....	70
D.3.5	Sättigungsprüfung bei HF-Störungen	73
	Literaturhinweise	76
	Bilder	
	Bild 1 – Allgemeine Prüfanordnung für Prüfungen in Sende-Empfangsgeräte-Netzwerken	14
	Bild 2 – Allgemeine Prüfanordnung für die Prüfung der elektrostatistischen Entladung ohne Stromversorgung.....	14
	Bild 3 – Prüfungen von Sende-Empfangsgeräte-Netzwerken – Koppelstecker und -netzwerke.....	15
	Bild 4 – Koppelstecker und -netzwerke für Prüfungen der elektrostatistischen Entladung	17

Bild 5 – Definitionen für Trigger-Punkte und Verstoßmasken für CAN-Sende-Empfangsgeräte mit flexibler Datenübertragung	28
Bild 6 – Grundlegende Zeichnung der maximalen Abweichung auf einer <i>I-U</i> -Kennlinie.....	31
Bild 7 – Prüfaufbau für die Messung von HF-Störgrößen.....	32
Bild 8 – Prüfaufbau für DPI-Prüfungen	34
Bild 9 – Prüfaufbau für Prüfungen der Störfestigkeit gegen Impulse	39
Bild 10 – Prüfaufbau für direkte ESD-Prüfungen – Grundsätzliche Anordnung.....	44
Bild 11 – Prüfaufbau für direkte ESD-Prüfungen – Anregung und Überwachung.....	45
Bild A.1 – Prinzipdarstellung des Prüfstromlaufplans zur Prüfung von standardmäßigen CAN-Sende-Empfangsgeräten für die Funktionsprüfung.....	49
Bild A.2 – Prinzipdarstellung des Prüfstromlaufplans zur Prüfung von CAN-PN-Sende-Empfangsgeräten für die Funktionsprüfung	51
Bild A.3 – Prinzipdarstellung des Prüfstromlaufplans für direkte ESD-Prüfungen von CAN-Sende-Empfangsgeräten ohne Stromversorgung	52
Bild B.1 – Beispiel von IC-Verbindungen eines CAN-Signals	53
Bild B.2 – Beispiel für eine ESD-Prüfleiterplatte für CAN-Sende-Empfangsgeräte	54
Bild C.1 – Beispiel von Grenzwerten für die HF-Aussendung – CAN mit Bus-Filter	55
Bild C.2 – Beispiel von Grenzwerten für die HF-Aussendung – sonstige globale Anschlussstifte	56
Bild C.3 – Beispiel von Grenzwerten für die HF-Aussendung – lokale Versorgung.....	56
Bild C.4 – Beispiel von Grenzwerten für die HF-Störfestigkeit der Funktionszustandsklasse A_{IC} – CAN mit Bus-Filter	57
Bild C.5 – Beispiel für Grenzwerte für HF-Störfestigkeit der Funktionsleistungsstufe A_{IC} – CAN	57
Bild C.6 – Beispiel für Grenzwerte für HF-Störfestigkeit der Funktionszustandsklasse A_{IC} – sonstige globale Anschlussstifte	58
Bild C.7 – Beispiel von Grenzwerten für die HF-Störfestigkeit der Funktionszustandsklassen C_{IC} oder D_{IC} – CAN mit Bus-Filter.....	58
Bild C.8 – Beispiel für Grenzwerte für HF-Störfestigkeit der Funktionszustandsklassen C_{IC} oder D_{IC} – sonstige globale Anschlussstifte	59
Bild D.1 – Allgemeiner Schaltplan einer CMC	61
Bild D.2 – Prüfaufbau für Zwei-Port-S-Parameter-Messungen zur Bewertung von Selbstinduktivitäten.....	61
Bild D.3 – Beispiel einer Zwei-Port-Prüfleiterplatte für die Charakterisierung der CMC-Selbstinduktivität	62
Bild D.4 – Beispiel von Messergebnissen einer CMC-Charakterisierung	65
Bild D.5 – Prüfaufbau für S-Parameter-Messungen	65
Bild D.6 – Beispiel für eine Prüfleiterplatte für S-Parameter-Messung, Mixed-Mode, obere Lage	66
Bild D.7 – Beispiel für eine Prüfleiterplatte für S-Parameter-Messung, unsymmetrisch, obere Lage	67
Bild D.8 – Empfohlene Kennwerte für S_{dd21} (IL).....	69
Bild D.9 – Empfohlene Kennwerte für S_{cc21} (CMR).....	70
Bild D.10 – Empfohlene Kennwerte für S_{sd21} und S_{sd12} (DCMR).....	70
Bild D.11 – Prüfaufbau für ESD-Schadensprüfungen	71

Bild D.12 – Beispiel für ESD-Prüfleiterplatte, obere Lage	72
Bild D.13 – Prüfaufbau für HF-Sättigungsmessungen	74
Bild D.14 – Beispiel für eine Prüfleiterplatte für HF-Sättigung/S-Parameter, obere Lage	74

Tabellen

Tabelle 1 – Überblick über Messungen und Prüfungen	12
Tabelle 2 – Stromversorgung und Umgebungsbedingungen für den aktiven Betrieb	13
Tabelle 3 – Prüfungen von Sende-Empfangsgeräte-Netzwerken – Definitionen der Werte für Bauteile von Koppelsteckern und -netzwerken	16
Tabelle 4 – Definitionen von Koppelsteckern für Prüfungen der elektrostatischen Entladung (ESD)	17
Tabelle 5 – Kommunikations-Prüfsignal TX1	18
Tabelle 6 – Kommunikations-Prüfsignal TX2a	19
Tabelle 7 – Kommunikations-Prüfsignal TX2b	19
Tabelle 8 – Aufwachprüfsignal TX3	20
Tabelle 9 – Kommunikations-Prüfsignal TX4a	20
Tabelle 10 – Kommunikations-Prüfsignal TX4b	20
Tabelle 11 – Kommunikations-Prüfsignal TX4c	21
Tabelle 12 – Kommunikations-Prüfsignal TX4d	21
Tabelle 13 – Kommunikations-Prüfsignal TX4e	21
Tabelle 14 – Kommunikations-Prüfsignal TX4f1	22
Tabelle 15 – Kommunikations-Prüfsignal TX4f2	22
Tabelle 16 – Kommunikations-Prüfsignal TX4g	22
Tabelle 17 – Kommunikations-Prüfsignal TX4h	23
Tabelle 18 – Kommunikations-Prüfsignal TX4i	23
Tabelle 19 – Bewertungskriterien für die Standardfunktionen von CAN-Sende-Empfangsgeräten	24
Tabelle 20 – Bewertungskriterien für CAN-Sende-Empfangsgeräte mit Teilnetz-Funktion	25
Tabelle 21 – Besondere Definition eines Prüfverfahrens zur Bewertung von CAN-Sende-Empfangsgeräten mit Teilnetz-Funktion	26
Tabelle 22 – Bewertungskriterien für CAN-Sende-Empfangsgeräte mit flexibler Datenübertragung	27
Tabelle 23 – Definitionen für Verstoßmasken für CAN-Sende-Empfangsgeräte mit flexibler Datenübertragung	29
Tabelle 24 – Definition von Funktionszustandsklassen	31
Tabelle 25 – Einstellungen der HF-Messeinrichtung	33
Tabelle 26 – Messung der HF-Aussendungen	33
Tabelle 27 – Festlegungen für DPI-Prüfungen	35
Tabelle 28 – DPI-Prüfungen für die Bewertung der Funktionszustandsklasse A_{IC} von CAN-Sende-Empfangsgerät mit Standardfunktion	36
Tabelle 29 – DPI-Prüfungen für die Bewertung der Funktionszustandsklasse A_{IC} von CAN-Sende-Empfangsgeräten mit Teilnetz-Funktion	37
Tabelle 30 – DPI-Prüfungen für die Bewertung der Funktionszustandsklasse A_{IC} von einem CAN-Sende-Empfangsgerät mit CAN-FD-Funktion	38

Tabelle 31 – DPI-Prüfungen für die Bewertung der Funktionszustandsklasse C_{IC} oder D_{IC} von CAN-Sende-Empfangsgeräten.....	38
Tabelle 32 – Festlegungen für Prüfungen der Störfestigkeit gegen Impulse	40
Tabelle 33 – Parameter für die Prüfung der Störfestigkeit gegen Impulse.....	40
Tabelle 34 – Prüfungen zur Störfestigkeit gegen Impulse für die Bewertung der Funktionszustandsklasse A_{IC} von einem CAN-Sende-Empfangsgerät mit Standardfunktion	41
Tabelle 35 – Prüfungen zur Störfestigkeit gegen Impulse für die Bewertung der Funktionszustandsklasse A_{IC} von einem CAN-Sende-Empfangsgerät mit Teilnetz-Funktion.....	42
Tabelle 36 – Prüfungen zur Störfestigkeit gegen Impulse für die Bewertung der Funktionszustandsklasse A_{IC} von einem CAN-Sende-Empfangsgerät mit CAN-FD-Funktion.....	43
Tabelle 37 – Prüfungen zur Störfestigkeit gegen Impulse für die Bewertung der Funktionszustandsklassen C_{IC} oder D_{IC} von CAN-Sende-Empfangsgeräten	43
Tabelle 38 – Festlegungen für direkte ESD-Prüfungen.....	45
Tabelle 39 – ESD-Prüfungen im Zustand ohne Stromversorgung für die Funktionszustandsklasse D_{IC} Bewertung von CAN-Sende-Empfangsgeräten	46
Tabelle B.1 – Parameter der ESD-Prüfleiterplatte.....	54
Tabelle C.1 – Beispiel für Grenzwerte der Störfestigkeit gegen Impulse für die Funktionsleistungs-klassen C_{IC} oder D_{IC}	59
Tabelle D.1 – Prüfverfahren und -parameter zur Bewertung der Selbstinduktivität	62
Tabelle D.2 – Messungen der Selbstinduktivität	64
Tabelle D.3 – Abweichungsklassen der Selbstinduktivitäten	64
Tabelle D.4 – Prüfverfahren und -parameter für die Charakterisierung von Drei-Port-Prüfleiterplatten	66
Tabelle D.5 – Prüfverfahren und -parameter für S-Parameter-Messungen	68
Tabelle D.6 – Erforderliche S-Parameter-Messungen.....	69
Tabelle D.7 – Prüfparameter für ESD-Schadensprüfungen	72
Tabelle D.8 – Erforderliche ESD-Schadensprüfungen	73
Tabelle D.9 – Prüfverfahren und -parameter für HF-Sättigungsprüfungen	75
Tabelle D.10 – Erforderliche HF-Sättigungsprüfungen.....	75

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 62228 legt die Prüf- und Messverfahren für die Bewertung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) von integrierten Schaltungen von CAN-Sende-Empfangsgeräten unter Netzwerkbedingungen fest. Er definiert Prüfanordnungen, Prüfbedingungen, Prüfsignale, Ausfallkriterien, Prüfverfahren, Prüfaufbauten und Prüfleiterplatten. Er ist für standardmäßige CAN-Sende-Empfangsgeräte, für CAN-Sende-Empfangsgeräte mit Teilnetz-Funktion sowie für CAN-Sende-Empfangsgeräte mit flexibler Datenübertragungsrate anwendbar und behandelt

- die Aussendung von HF-Störungen,
- die Störfestigkeit gegen HF-Störungen,
- die Störfestigkeit gegen Impulse und
- die Störfestigkeit gegen elektrostatische Entladungen (ESD; en: electrostatic discharge).

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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).

IEC 61967-1, *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions – Part 1: General conditions and definitions*

IEC 61967-4, *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions, 150 kHz to 1 GHz – Part 4: Measurement of conducted emissions – 1 Ω /150 Ω direct coupling method*

IEC 62132-1, *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic immunity – Part 1: General conditions and definitions*

IEC 62132-4, *Integrated circuits – Measurement of electromagnetic immunity 150 kHz to 1 GHz – Part 4: Direct RF power injection method*

IEC 62215-3, *Integrated circuits – Measurement of impulse immunity – Part 3: Non-synchronous transient injection method*

IEC 62228-1, *Integrated circuits – EMC evaluation of transceivers – Part 1: General conditions and definitions*

ISO 7637-2, *Road vehicles – Electrical disturbances from conduction and coupling – Part 2: Electrical transient conduction along supply lines only*

ISO 10605, *Road vehicles – Test methods for electrical disturbances from electrostatic discharge*

ISO 11898-1, *Road vehicles – Controller area network (CAN) – Part 1: Data link layer and physical signalling*

ISO 11898-2, *Road vehicles – Controller area network (CAN) – Part 2: High speed medium access unit*

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach **IEC 62228-1**, **IEC 61967-1**, **IEC 62132-1** und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1.1

globaler Anschlussstift

Anschlussstift, der ein Signal oder Energie führt, das bzw. die der Anwendungsleiterplatte ohne ein zwischengeschaltetes aktives Bauteil zugeführt oder von dieser abgeführt wird

3.1.2

Standard-CAN-Sende-Empfangsgerät

Sende-Empfangsgerät mit Standardfunktionen nach ISO 11898-2 mit Datenraten von bis zu 1 MBit/s und Zugriff auf die Signale RxD und TxD

3.1.3

CAN-PN-Sende-Empfangsgerät

Sende-Empfangsgerät mit Teilnetz-Funktion nach ISO 11898-2 mit Zugriff auf die Signale RxD und TxD

3.1.4

CAN-FD-Sende-Empfangsgerät

Sende-Empfangsgerät mit flexibler Datenübertragung nach ISO 11898-2 mit Datenraten von bis zu 2 MBit/s oder 5 MBit/s und Zugriff auf die Signale RxD und TxD

3.1.5

Geringe Leistungsaufnahme – Bereitschaftsbetrieb

funktionale Betriebsart des Sende-Empfangsgeräts bei niedriger Leistung mit aktivem Bus-Spannungspegel

3.1.6

Geringe Leistungsaufnahme – Schlafmodus

funktionale Betriebsart des Sende-Empfangsgeräts bei niedriger Leistung mit inaktivem Bus-Spannungspegel

3.1.7

Geringe Leistungsaufnahme – PN-Bereitschaftsbetrieb

funktionale Betriebsart des Sende-Empfangsgeräts bei niedriger Leistung mit aktivem Bus-Spannungspegel und aktiver Frame-Erfassung

3.1.8

Geringe Leistungsaufnahme – PN-Schlafmodus

funktionale Betriebsart des Sende-Empfangsgeräts bei niedriger Leistung mit inaktivem Bus-Spannungspegel und konfigurierter Frame-Erfassung

3.1.9

zwingend erforderliche Bauteile, pl

für den ordnungsgemäßen Betrieb der integrierten Schaltung benötigte Bauteile, wie vom Hersteller der integrierten Schaltung festgelegt

3.2 Abkürzungen

ASIC	anwendungsspezifische integrierte Schaltung (en: application specific integrated circuit)
CMC	Gleichtaktdrossel (en: common mode choke)
DUT	zu prüfendes Bauelement (en: device under test)
DPI	direkte Einspeisung der HF-Leistung (en: direct RF power injection)
ERR	Fehlerzustand (en: error)

FD	flexible Datenrate (en: flexible data rate)
INH	Sperren (en: inhibit)
CAN	Steuergerätenetz (en: controller area network)
PCB	Leiterplatte (en: printed circuit board)
PN	Teilnetzbetrieb (en: partial networking)
RxD	Daten empfangen (en: receive data)
SBC	Systembasis-Chip (en: system base chip)
TxD	Daten senden (en: transmit data)
WUF	Aufwach-Frame (en: wake-up frame)

4 Allgemeines

Ziel dieses Dokuments ist es, das Verhalten von CAN-Sende-Empfangsgeräten hinsichtlich ihrer elektromagnetischen Verträglichkeit unter Anwendungsbedingungen in einem Kleinstnetzwerk zu bewerten.

Die Bewertung der EMV-Eigenschaften von CAN-Sende-Empfangsgeräten muss in den funktionalen Betriebsarten unter den Netzwerkbedingungen für HF-Aussendung, HF-Störfestigkeit und Störfestigkeit gegen Impulse sowie an einem einzelnen Sende-Empfangsgerät für die Prüfungen der elektrostatischen Entladung durchgeführt werden.

Ziel dieser Prüfungen ist es, das EMV-Verhalten an bestimmten Anschlussstiften der CAN-Sende-Empfangsgeräte zu bestimmen, die in der Anwendung als relevant für die elektromagnetische Verträglichkeit zu bewerten sind. Bei einer integrierten Schaltung mit CAN-Sende-Empfangsgerät sind diese Anschlussstifte CAN_H, CAN_L, V_{BAT} und WAKE. Je nach integrierter Schaltung und deren Funktionen sollten auch andere Anschlussstifte, wie z. B. V_{CC} , in Betracht gezogen werden.

Die Prüfverfahren, die für die Charakterisierung der elektromagnetischen Verträglichkeit verwendet werden, basieren auf den Internationalen Normen für EMV-Prüfungen von integrierten Schaltungen und werden in [Tabelle 1](#) beschrieben.

Tabelle 1 – Überblick über Messungen und Prüfungen

	Prüfung	Prüfverfahren	Bewertung	Funktionale Betriebsart
Sende-Empfangsgerät-Netzwerk	HF-Aussendung (elektromagnetische Störung, EMI)	direkte 150-Ω-Kopplung (IEC 61967-4)	Spektrum	Normal
				geringe Leistungsaufnahme – Bereitschaftsbetrieb ^a
	HF-Störfestigkeit (HF)	DPI (IEC 62132-4)	Funktion	Normal
				geringe Leistungsaufnahme – Bereitschaftsbetrieb ^a
	Störfestigkeit gegen Impulse (IMP)	asynchrones Transienteneinspeisungs-Verfahren (IEC 62215-3)	Funktion	geringe Leistungsaufnahme – Schlafmodus ^a
				Normal
Einzelnes Sende-Empfangsgerät	elektrostatistische Entladung	Kontaktentladung (ISO 10605)	Beschädigung	ohne Stromversorgung
^a Falls von der praktischen Anwendung bereitgestellt.				

Die Prüfverfahren für die direkte 150-Ω-Kopplung, das Verfahren direkter Einspeisung der HF-Leistung und das asynchrone Transienteneinspeisungs-Verfahren werden zur Bewertung der EMV-Eigenschaften von Sende-Empfangsgeräten unter Netzwerkbedingungen ausgewählt. Diese drei Prüfverfahren beruhen auf dem gleichen Ansatz der galvanischen Kopplung. Daher ist es möglich, dieselbe Prüfliterplatte für alle Prüfungen in der funktionalen Betriebsart zu verwenden, wodurch der Aufwand verringert und die Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit der Prüfergebnisse erhöht wird.

Die Prüfung zur elektrostatischen Entladung wird an einem einzelnen Sende-Empfangsgerät an einer separaten Prüfliterplatte ausgeführt.

Alle Messungen und Prüfungen sollten mit Sende-Empfangsgeräten erfolgen, die auf spezielle Prüfliterplatten gelötet sind – wie in [Anhang B](#) beschrieben – um anwendungsähnliche Bedingungen sicherzustellen und Aufbaueffekte durch Sockel zu verhindern. Beispiele für die Prüfgrenzwerte bei Anwendungen im Automobilbereich sind in [Anhang C](#) beschrieben.

Im Allgemeinen ist die Definition der Prüfung für unabhängige CAN-Sende-Empfangsgeräte gemacht. In SBCs oder ASICs eingebettete CAN-Sende-Empfangszellen müssen den Prüfverfahren für CAN-Sende-Empfangsgeräte entsprechen und dabei die Prüfbedingungen und -ziele nach Bedarf anpassen. Diese Anpassungen müssen individuell für die jeweilige integrierte Schaltung vorgenommen werden, müssen jedoch allgemeine Definitionen befolgen.

Um Filterwirkungen auf das EMV-Verhalten von CAN-Sende-Empfangsgeräten zu untersuchen, werden in diesem Dokument Konfigurationen mit und ohne Bus-Filter (z. B. Gleichtaktdrosseln, Kondensatoren) an den Anschlussstiften CAN_H und CAN_L festgelegt. Folglich müssen die Frequenzkennwerte dieser Filterglieder bei der Auslegung der Prüfergebnisse berücksichtigt werden. Für Informationen zur Charakterisierung von Gleichtaktdrosseln siehe [Anhang D](#).

5 Prüf- und Betriebsbedingungen

5.1 Stromversorgung und Umgebungsbedingungen

Die Einstellungen für alle Prüfungen und Messungen unter Betriebsbedingungen beruhen auf Systemen mit einer Stromversorgung von 12 V, was der Hauptanwendung von CAN-Sende-Empfangsgeräten entspricht. Wenn ein Sende-Empfangsgerät für andere Versorgungsspannungen ausgelegt oder vorgesehen ist, müssen die Prüfbedingungen und -ziele entsprechend angepasst und dokumentiert werden. Die definierten Versorgungs- und Umgebungsbedingungen für den aktiven Betrieb sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2 – Stromversorgung und Umgebungsbedingungen für den aktiven Betrieb

Parameter	Wert
Versorgungsspannung V_{BAText}^a	$(14 \pm 0,2)$ V (Standard)
Versorgungsspannung V_{CCext}^a	$(5 \pm 0,1)$ V (Standard)
Versorgungsspannung V_{IOext}^a	$(3,3 \pm 0,1)$ V (Standard)
Prüftemperatur	(23 ± 5) °C
^a V_{ext} bezeichnet die Spannung am äußeren Anschluss der Prüfleiterplatte. Siehe hierzu das Beispiel in Bild A.1 .	

Für Messungen der HF-Aussendung muss das Umgebungs-Rauschen mindestens 6 dB unter dem angewendeten Sollwert liegen und im Prüfbericht dokumentiert werden.

Für ESD-Prüfungen müssen die Anforderungen von ISO 10605 an die klimatischen Umgebungsbedingungen angewendet werden.

5.2 Zu prüfende Betriebsarten

Das CAN-Sende-Empfangsgerät muss in den aktiven Betriebsarten und ohne Stromversorgung nach [Tabelle 1](#) geprüft werden.

5.3 Prüfanordnung

5.3.1 Allgemeine Prüfanordnung für Prüfungen in Sende-Empfangsgeräte-Netzwerken

Die Prüfanordnung besteht im Allgemeinen aus CAN-Sende-Empfangsgeräten mit zwingend notwendigen äußeren Bauteilen sowie Bauteilen zur Filterung und Entkopplung (CAN-Knoten) in einem Kleinstprüfnetzwerk, in dem gefilterte Stromversorgungen, Signale, Überwachungssonden und Koppelnetzwerke wie in [Bild 1](#) dargestellt angeschlossen sind.

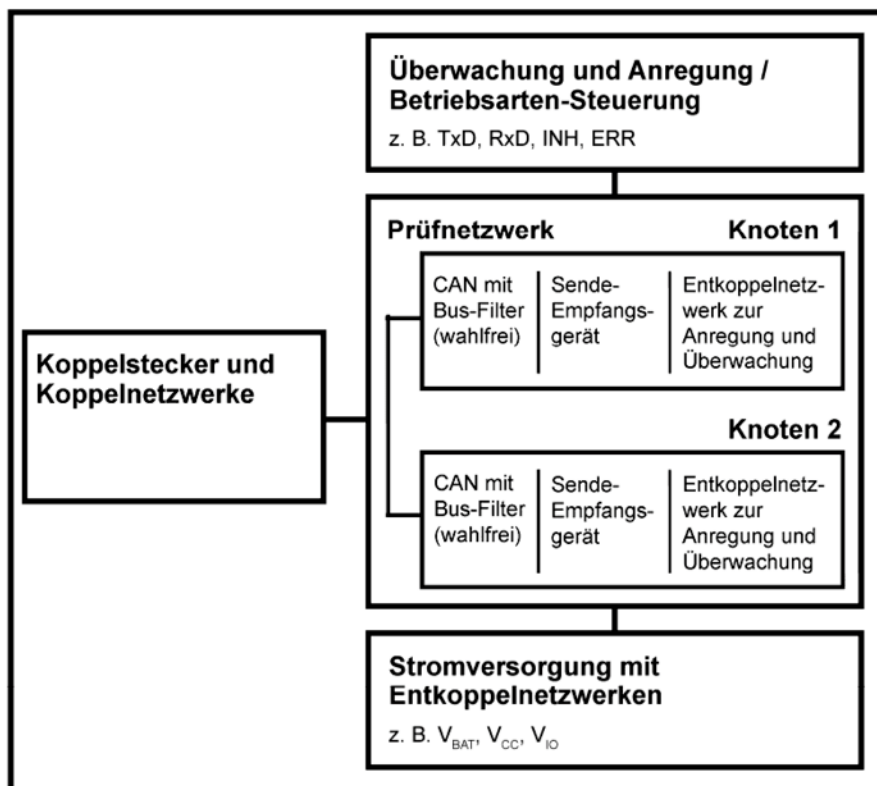


Bild 1 – Allgemeine Prüfanordnung für Prüfungen in Sende-Empfangsgeräte-Netzwerken

Zur Bewertung der Kennwerte der HF-Aussendung, HF-Störfestigkeit und der Störfestigkeit gegen Impulse eines CAN-Sende-Empfangsgeräts in der funktionalen Betriebsart muss ein CAN-Kleinstprüfnetzwerk aus zwei integrierten Schaltungen mit CAN-Sende-Empfangsgeräten des gleichen Typs verwendet werden.

ANMERKUNG In bestimmten Fällen oder zu Analysezwecken kann zwischen den Anwendern dieses Dokuments ein abweichender Prüfaufbau vereinbart und im Prüfbericht dokumentiert werden.

Allgemeine Schaltbilder mit weiteren Einzelheiten sind in [Anhang A](#) angegeben.

5.3.2 Allgemeine Prüfanordnung für die Prüfung der elektrostatischen Entladung ohne Stromversorgung

Die allgemeine Prüfanordnung für die Prüfung der elektrostatischen Entladung ohne Stromversorgung bei CAN-Sende-Empfangsgeräten besteht aus einem einzelnen CAN-Sende-Empfangsgerät mit zwingend erforderlichen äußeren Bauteilen sowie Bauteilen zur Filterung auf einer Prüfleiterplatte mit Koppelnetzwerken für die Entladung, wie in Bild 2 dargestellt.

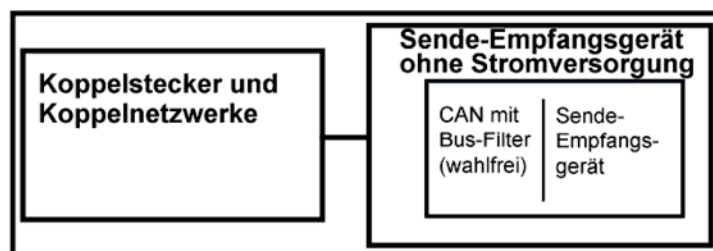


Bild 2 – Allgemeine Prüfanordnung für die Prüfung der elektrostatischen Entladung ohne Stromversorgung

5.3.3 Prüfungen von Sende-Empfänger-Netzwerken – Koppelstecker und -netzwerke

Die Koppelstecker und -netzwerke dienen der Übertragung von Störungen an das oder vom Prüfnetzwerk mit einer bestimmten Übertragungskennlinie. Ein Schaltbild der Koppelstecker, Koppelnetzwerke und Anschlussstifte ist in Bild 3 dargestellt. Die Werte der Bauteile hängen vom Prüfverfahren ab und sind in [Tabelle 3](#) festgelegt. Die Grenzabweichung der Bauteile darf maximal 1 % betragen. Für die Widerstände R_{CP1a} und R_{CP1b} , die für die symmetrische Entkopplung verwendet werden, wird eine maximale Abweichung von 0,1 % empfohlen.

ANMERKUNG Bauteile können nach der Messung ihres Werts ausgewählt werden.

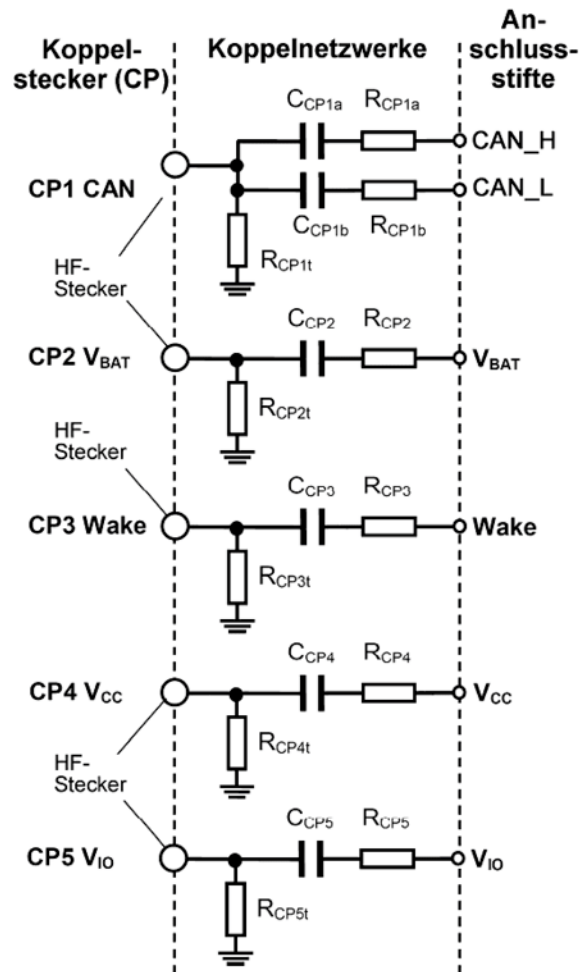


Bild 3 – Prüfungen von Sende-Empfänger-Netzwerken – Koppelstecker und -netzwerke

Tabelle 3 – Prüfungen von Sende-Empfangsgeräte-Netzwerken – Definitionen der Werte für Bauteile von Koppelsteckern und -netzwerken

Stecker	Bauart	Zweck	Bauteil		
			$R_{CP1..3}$	$C_{CP1..3}$	$R_{CP1..3t}$
CP1	EMI1	Messung der HF-Aussendung an CAN	$R_{CP1a} = 120 \Omega$ $R_{CP1b} = 120 \Omega$	$C_{CP1a} = 4,7 \text{ nF}$ $C_{CP1b} = 4,7 \text{ nF}$	$R_{CP1t} = 51 \Omega$
	RF1	Symmetrische HF-Kopplung für Störfestigkeitsprüfung an CAN	$R_{CP1a} = 120 \Omega$ $R_{CP1b} = 120 \Omega$	$C_{CP1a} = 4,7 \text{ nF}$ $C_{CP1b} = 4,7 \text{ nF}$	nicht verwendet
	RF1a	Asymmetrische HF-Kopplung für Prüfung der Störfestigkeit am CAN (+20 %)	$R_{CP1a} = 132 \Omega$ $R_{CP1b} = 108 \Omega$	$C_{CP1a} = 4,7 \text{ nF}$ $C_{CP1b} = 4,7 \text{ nF}$	nicht verwendet
	RF1b	Asymmetrische HF-Kopplung für Prüfung der Störfestigkeit am CAN (-20 %)	$R_{CP1a} = 108 \Omega$ $R_{CP1b} = 132 \Omega$	$C_{CP1a} = 4,7 \text{ nF}$ $C_{CP1b} = 4,7 \text{ nF}$	nicht verwendet
	IMP1	Impulskopplung an CAN	$R_{CP1a} = 0 \Omega$ $R_{CP1b} = 0 \Omega$	$C_{CP1a} = 1 \text{ nF}$ $C_{CP1b} = 1 \text{ nF}$	nicht verwendet
CP2	EMI2	HF-Aussendungsmessung an V_{BAT}	$R_{CP2} = 120 \Omega$	$C_{CP2} = 6,8 \text{ nF}$	$R_{CP2t} = 51 \Omega$
	RF2	HF-Kopplung für Prüfung der Störfestigkeit an V_{BAT}	$R_{CP2} = 0 \Omega$	$C_{CP2} = 6,8 \text{ nF}$	nicht verwendet
	IMP2	Impulseinspeisung an V_{BAT}	$R_{CP2} = 0 \Omega$	kurzgeschlossen	nicht verwendet
CP3	EMI3	HF-Aussendungsmessung an WAKE	$R_{CP3} = 120 \Omega$	$C_{CP3} = 6,8 \text{ nF}$	$R_{CP3t} = 51 \Omega$
	RF3	HF-Kopplung für Prüfung der Störfestigkeit an WAKE	$R_{CP3} = 0 \Omega$	$C_{CP3} = 6,8 \text{ nF}$	nicht verwendet
	IMP3	Impulskopplung an WAKE	$R_{CP3} = 0 \Omega$	$C_{CP3} = 1,0 \text{ nF}$	nicht verwendet
CP4	EMI4	Messung der HF-Aussendung an V_{CC}	$R_{CP4} = 120 \Omega$	$C_{CP4} = 6,8 \text{ nF}$	$R_{CP4t} = 51 \Omega$
CP5	EMI5	Messung der HF-Aussendung an V_{IO}	$R_{CP5} = 120 \Omega$	$C_{CP5} = 6,8 \text{ nF}$	$R_{CP5t} = 51 \Omega$
ANMERKUNG R_{CP1a} und R_{CP1b} können aus zwei Widerständen derselben Bauart kombiniert werden. Sie dienen dazu, eine Moduskommunikation auf der Bus-Leitung zu simulieren.					

Die Prüfanordnungen mit an das CAN-Prüfnetzwerk angeschlossenen Koppelsteckern und -netzwerken sind in der allgemeinen schematischen Zeichnung in [Bild A.1](#) angegeben.

Die Charakterisierung der Koppelstecker und -netzwerke wird wie folgt durchgeführt.

Die Größe der Einfügungsdämpfungen (S_{21} -Messung) zwischen den Steckern CP1 bis CP5 sowie die entsprechenden Signal-Anschlussflächen des Sende-Empfangsgeräts auf der Prüfliterplatte müssen gemessen und im Prüfbericht dokumentiert werden. Die Verbindung von Signalanschlussflächen mit direkter Nutzung koaxialer 50- Ω -Sonden und Masseverbindung muss so kurz wie möglich sein. Für diese Charakterisierung muss der Koppelstecker für Prüfungen der HF-Störfestigkeit oder der HF-Aussendung konfiguriert werden, und die CAN-Sende-Empfangsgeräte müssen entfernt werden. Alle anderen Bauteile, die direkt an den Koppelstecker angeschlossen sind (z. B. Filter für Stromversorgung oder Lasten) bleiben an der Prüfliterplatte.

5.3.4 Prüfungen zur elektrostatischen Entladung – Koppelstecker und -netzwerke

Die Entladepunkte sind durch die Koppelnetzwerke mit der Prüfschaltungsanordnung der CAN-Sende-Empfangsgeräte verbunden. Das Schaltbild und die Definitionen der Koppelstecker, Koppelnetzwerke und Anschlussstifte sind in Bild 4 und Tabelle 4 angegeben.

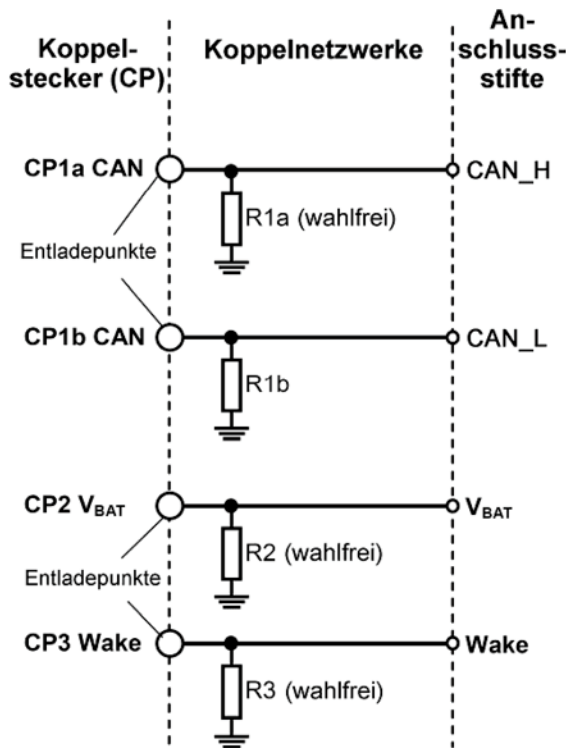


Bild 4 – Koppelstecker und -netzwerke für Prüfungen der elektrostatischen Entladung

Tabelle 4 – Definitionen von Koppelsteckern für Prüfungen der elektrostatischen Entladung (ESD)

Stecker	Bauart	Zweck	Bauteile
CP1a	ESD1a	ESD-Kopplung an CAN_H	Metallleiterbahn für galvanische Verbindung ^a
CP1b	ESD1b	ESD-Kopplung an CAN_L	Metallleiterbahn für galvanische Verbindung ^a
CP2	ESD2	ESD-Einkopplung an V _{BAT}	Metallleiterbahn für galvanische Verbindung ^a
CP3	ESD3	ESD-Einkopplung an WAKE	Metallleiterbahn für galvanische Verbindung ^a

^a Die wahlfreien Widerstände R1a, R1b, R2 und R3 mit $R \geq 200 \text{ k}\Omega$ werden verwendet, um eine statische Vorladung des Entladepunkts zu verhindern, die durch den ESD-Generator verursacht wird. Das Überspringen von Funken an diesen Widerständen bei hohen Prüfamplituden muss vermieden werden. Wenn die Konstruktion des ESD-Generators eine statische Vorladung verhindert, sind diese Widerstände nicht erforderlich. Alternativ kann ein äußerer Widerstand verwendet werden, um vor jeder einzelnen Prüfung die statischen Vorladungen an jedem Entladepunkt zu entfernen.

5.4 Prüfsignale

5.4.1 Allgemeines

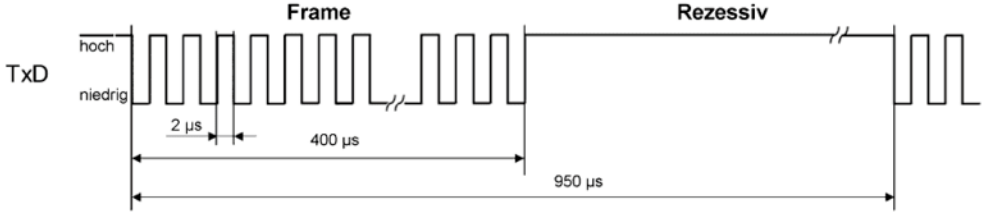
Je nach Bauart des Sende-Empfangsgeräts werden verschiedene Prüfsignale für die Kommunikation der CAN-Sende-Empfangsgeräte im Normalbetrieb und beim Aufwachen aus dem Schlaf- oder Bereitschaftsmodus festgelegt.

5.4.2 Prüfsignale für den Normalbetrieb

5.4.2.1 Standard-CAN-Sende-Empfangsgerät

Für die Prüfung von Standard-CAN-Sende-Empfangsgeräten muss das Prüfsignal TX1 zur Kommunikation im Normalbetrieb verwendet werden. Die Parameter dieses periodischen Signals sind in Tabelle 5 definiert.

Tabelle 5 – Kommunikations-Prüfsignal TX1

Prüfsignal	TX1
Signaltyp	Standard-Prüfsignal (periodisch) 
Frequenz	250 kHz
Zykluszeit	950 µs
Frame-Länge	400 µs
Amplitude	$V_{IO} \pm 0,1 \text{ V}$ oder $V_{CC} \pm 0,1 \text{ V}$ (je nach CAN-Sende-Empfangsgerät)

5.4.2.2 CAN FD

Für die Prüfung der integrierten Schaltungen von CAN-FD-Sende-Empfangsgeräten mit flexibler Datenübertragung im Normalbetrieb muss das Kommunikations-Prüfsignal TX2 verwendet werden. Das Signal wird als CAN-Frame mit den in Tabelle 6 für CAN FD 2 Mbit/s und in Tabelle 7 für CAN FD 5 Mbit/s angegebenen Parametern definiert. Entsprechend des Testziels sollte ein Bereich des in Bild 5 dargestellten Frames ausreichend sein.

Tabelle 6 – Kommunikations-Prüfsignal TX2a

Prüfsignal	TX2a
Signaltyp	2 Mbit/s-Daten-Frame in FBFF (Frame-Format auf FD-Basis) nach ISO 11898-1 ^a
CAN-Takt:	40 MHz (Grenzabweichung $\pm 0,05$ % ohne Jitter)
Bitrateneinstellungen	Zeitquant: $t_{qA} = t_{qD} = 25$ ns Nennbitrate: 500 kbit/s (SP bei 80 %) Datenbitrate: 2 Mbit/s (SP bei 60 %, SSP bei 55 %) TDC = aktiviert
Übertragungsart	periodisch, ≤ 730 μ s
CAN-ID	0
Datenfeld	MSB zu LSB: 21 Byte (55 ₁₆), 21 Byte (00 ₁₆), 21 Byte (FF ₁₆), 1 Byte (Zähler um 1 je Übertragung erhöht)
Amplitude	$V_{IO} \pm 0,1$ V oder $V_{CC} \pm 0,1$ V (je nach CAN-Sende-Empfangsgerät)
Zur Erzeugung und Überwachung der CAN-FD-Daten-Frames wird ein CAN-FD-Steuergerät im aktiven Fehlermodus verwendet. Um den Jitter einzuschränken, wird die Oszillatorfrequenz mit der CAN-Taktfrequenz gleichgesetzt. Für die Rx-Maskenprüfung kann ein Signalgenerator mit passendem Zeitverhalten verwendet werden, um Signal-Jitter zu minimieren. ^a Bei einem Datenlängencode von F16 (was ein Datenfeld von 64 Byte angibt).	

Tabelle 7 – Kommunikations-Prüfsignal TX2b

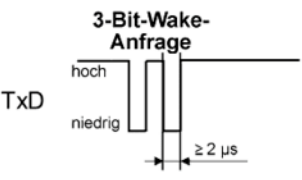
Prüfsignal	TX2b
Signaltyp	5 Mbit/s-Daten-Frame in FBFF (Frame-Format auf FD-Basis) nach ISO 11898-1 ^a
CAN-Takt:	Standardmäßig 80 MHz (Grenzabweichung $\pm 0,05$ % ohne Jitter), wahlfrei 40 MHz ^b
Bitrateneinstellungen	Zeitquant: Standardmäßig ist $t_{qA} = t_{qD} = 12,5$ ns, wahlfrei 25 ns ^b Nennbitrate: 500 kbit/s (SP bei 80 %) Datenbitrate: 5 Mbit/s (SP bei 75 %, SSP bei 75 %) TDC = aktiviert
Übertragungsart	periodisch, ≤ 380 μ s
CAN-ID	0
Datenfeld	MSB zu LSB: 21 Byte (55 ₁₆), 21 Byte (00 ₁₆), 21 Byte (FF ₁₆), 1 Byte (Zähler um 1 je Übertragung erhöht)
Amplitude	$V_{IO} \pm 0,1$ V oder $V_{CC} \pm 0,1$ V (je nach CAN-Sende-Empfangsgerät)
Zur Erzeugung und Überwachung der CAN-FD-Daten-Frames wird ein CAN-FD-Steuergerät im aktiven Fehlermodus verwendet. Um den Jitter einzuschränken, wird die Oszillatorfrequenz mit der CAN-Taktfrequenz gleichgesetzt. Für die Rx-Maskenprüfung kann ein Signalgenerator mit passendem Zeitverhalten verwendet werden, um Signal-Jitter zu minimieren. ^a Bei einem Datenlängencode von F16 (was ein Datenfeld von 64 Byte angibt). ^b Doppelter Zeitanteils wert, t_{qA} und t_{qD} , führt zu niedrigerer Genauigkeit.	

5.4.3 Prüfsignal zum Aufwachen aus einer Betriebsart mit geringer Leistungsaufnahme

5.4.3.1 Standard-CAN-Sende-Empfangsgerät

Für die Prüfung eines gewünschten Aufwachvorgangs aus einer Betriebsart mit geringer Leistungsaufnahme muss für Standard-CAN-Sende-Empfangsgeräte das Aufwachprüfsignal TX3 verwendet werden. Die Parameter dieses Signals sind in [Tabelle 8](#) bestimmt. Es darf nur einmal als Aufwachenfrage gesendet werden.

Tabelle 8 – Aufwachprüfsignal TX3

Prüfsignal	TX3
Signaltyp	Einzelnes Standard-Aufwachprüfsignal <div style="text-align: center;">  </div>
Amplitude	$V_{IO} \pm 0,1 \text{ V}$ oder $V_{CC} \pm 0,1 \text{ V}$ (je nach Sende-Empfangsgerät)
<p>ISO 11898-2 bestimmt zwei unterschiedliche Filterzeiten für das Aufwachen am Bus ($t_{\text{filter_short}}$ von 150 ns bis 1,8 µs, $t_{\text{filter_long}}$ von 500 ns bis 5 µs). Das TX-Signal dient dazu, dieses Signal auf Bus-Ebene darzustellen. Falls das Sende-Empfangsgerät dieses Aufwachsignal nicht unterstützt, sollte es angepasst werden. Alternativ kann auch das gleiche Signal mit einer längeren Bitzeit von 5 µs verwendet werden.</p>	

5.4.3.2 CAN PN

Für Prüfungen von CAN-Sende-Empfangsgeräten mit Teilnetz-Funktion müssen die Prüfsignale TX4a bis TX4h verwendet werden. Die Parameter des Prüfsignals sind in Tabelle 9 bis [Tabelle 18](#) festgelegt.

Tabelle 9 – Kommunikations-Prüfsignal TX4a

Prüfsignal	TX4a
Signaltyp	einzelnes CAN-Frame 500 kbit/s
Protokoll	ISO 11898-1
Taktfrequenz	251 kHz (250 kHz + 0,4 %)
Parameter CAN ID	CAN-ID-Wert: $3C2_{16}$ DLC: 0 Byte Daten: nicht verfügbar
Amplitude	$V_{IO} \pm 0,1 \text{ V}$ oder $V_{CC} \pm 0,1 \text{ V}$ (je nach Sende-Empfangsgerät)
ANMERKUNG	Das Prüfsignal wird mit einem Patterngenerator erzeugt.

Tabelle 10 – Kommunikations-Prüfsignal TX4b

Prüfsignal	TX4b
Signaltyp	einzelnes CAN-Frame 500 kbit/s
Protokoll	ISO 11898-1
Taktfrequenz	251 kHz (250 kHz + 0,4 %)
Parameter CAN ID	CAN-ID-Wert: 784_{16} DLC: 0 Byte Daten: nicht verfügbar
Amplitude	$V_{IO} \pm 0,1 \text{ V}$ oder $V_{CC} \pm 0,1 \text{ V}$ (je nach Sende-Empfangsgerät)
ANMERKUNG	Das Prüfsignal wird mit einem Patterngenerator erzeugt.