

Elektromagnetische Verträglichkeit von Kunststoffgehäusen

INFOS

- Einleitung
- Elektromagnetische Verträglichkeit
- Die Bestimmung der EMV-Abschirmungswirksamkeit
- Abschirmverfahren für Kunststoffbauteile
- Elektrische Leitfähigkeit mittels Leitfähigkeitsruss
- Elektrische Leitfähigkeit mittels Kohlenstofffasern
- Elektrische Leitfähigkeit mittels Edelstahlfasern *HERA-SHIELD*
- Leistungsspektrum der HERA AG bei EMV-Anwendungen
- EMV-Normen

Einleitung

Standardkunststoffe besitzen typischerweise einen sehr hohen Oberflächenwiderstand von ca. 10^{14} Ohm. Darüber hinaus setzen Standardkunststoffe der Durchdringung von elektromagnetischen Wellen praktisch keinen Widerstand entgegen, so dass zur Erreichung der heute vorgeschriebenen EMV-Abschirmungswerte bei Kunststoffgehäusen und anderen Bauteilen geeignete Vorkehrungen getroffen werden müssen.

Die Lösung des Problems sind elektrisch leitfähige Kunststoffe.

Die HERA AG Lyss hat umfassende Erfahrung auf dem Gebiet der Verarbeitung von elektrisch leitfähigen Kunststoffen.

Zur Gewährleistung einer wirksamen EMV - Abschirmung stellt das HERA-SHIELD eine technisch wegweisende Methode dar. HERA-SHIELD erlaubt die Herstellung von Kunststoffspritzgussteilen mit sehr hoher und dauerhafter elektromagnetischer Abschirmung ohne farbliche Einschränkungen und ohne merkliche Beeinträchtigung der übrigen Basispolymereigenschaften, insbesondere der Zug- und Schlagfestigkeit.

Begriffe:

EMV = Elektromagnetische Verträglichkeit

EMI = Elektromagnetische Interferenzen

RFI = Radiofrequenz Interferenzen

ESE/ESD = Elektrostatische Entladung

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) ist der moderne Oberbegriff für eine ständig wachsende Problematik, die schon seit den Anfängen der Elektrotechnik besteht. Typische Schlagworte wie Überspannungen, Funkstörungen, Einstreuungen, 50 Hz-Brummen, Erdschleifen, Netzurückwirkungen usw. fallen in dieses Fachgebiet.

Die Abhängigkeit unserer Gesellschaft von elektrischer Energie und Signalen, die durch elektrische Schaltungen bereitgestellt, verarbeitet und übertragen werden, hat enorm zugenommen. Durch unzureichende EMV kann beträchtlicher persönlicher oder volkswirtschaftlicher Schaden entstehen. Man denke nur an die Störung oder den Ausfall eines Rechners, des Telefonnetzes oder an die umfangreiche Elektronik in einem Kraftfahrzeug. In der Medizintechnik wird von den Geräten und Systemen ein sehr hohes Schutzniveau bezüglich der EMV verlangt, denn "Unverträglichkeiten" können zu Betriebsstörungen führen und Diagnose-, Therapie- oder Überwachungsprozesse von Patienten negativ beeinflussen.

Die Europäische Kommission hat die EMV als Schutzziel für den Europäischen Binnenmarkt erklärt und eine eigene Richtlinie (89/336/EWG) veröffentlicht, die in nationales Recht umgesetzt wurde. Darüber hinaus wird in der Richtlinie für Medizinpro-

dukte (93/42/EWG) innerhalb der "Grundlegenden Anforderungen" die EMV noch einmal ausführlich behandelt.

Grundsätzlich besteht die Aufgabe, in einem elektromagnetischen Umfeld die Funktionstüchtigkeit von elektrischen Einrichtungen innerhalb bestimmter Grenzen zu gewährleisten.

Der Begriff der EMV wird wie folgt definiert:

Die Fähigkeit eines Apparates, einer Anlage oder eines Systems, in der elektromagnetischen Umwelt zufriedenstellend zu arbeiten, ohne dabei selbst elektromagnetische Störungen zu verursachen, die für alle in dieser Umwelt vorhandenen Apparate, Anlagen oder System unannehmbar wären.

Ein Gerät vollständig gegen alle Störgrößen störfest zu machen, wäre mit einem unverhältnismäßig hohen technischen und finanziellen Aufwand verbunden. Die Störaussendungen von Geräten sind ebenfalls auf ein technisch und wirtschaftlich vertretbares Maß zu begrenzen. Der Stand der Technik spiegelt sich in internationalen Normen wieder, die durch Gremien geschaffen werden, in denen Experten nahezu aller betroffenen Kreise beteiligt sind. Darüber hinaus können auf nationaler Ebene entsprechend dem gesellschaftspolitischen Empfinden Vorsorgewerte in Verordnungen vorgeschrieben werden.

Grenzwerte und Messtechnik elektromagnetischer Störfelder sind im europäischen Raum durch die Hochfrequenzgesetze und die CE-Kennzeichnung und in den USA durch Vorschriften der FCC (Federal Communications Commission) geregelt. Für den Medizinproduktebereich gilt das Medizinproduktegesetz.

Die Geräte sind in zwei Geräteklassen unterteilt.

Gerätekategorie	Frequenzbereich (MHz)	Messabstand (m)	Störfeldstärke ($\mu\text{V/m}$)
A	30 - 88	30	30
B	30 - 88	3	100
A	88 - 216	30	50
B	88 - 216	3	150
A	216 - 1000	30	70
B	216 - 1000	3	200

Die Bestimmung der EMV-Abschirmungswirksamkeit

Die Abschirmungswirksamkeit wird am Grad der von der Abschirmung erzielten Dämpfung einer Signalstärke bei unterschiedlichen Frequenzen (typisch im Bereich zwischen 14 KHz und 1 GHz) gemessen und in Dezibel (dB) ausgedrückt.

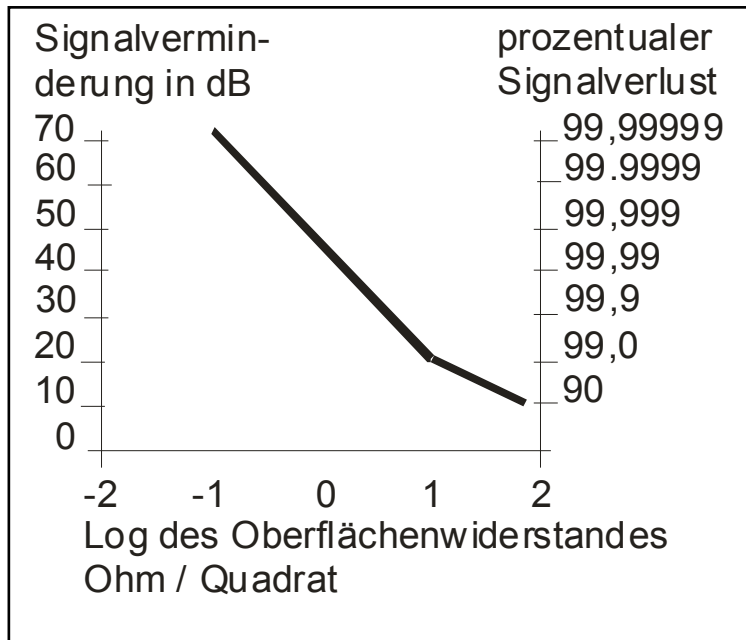
Die Dezibeleinheit wird verwendet, um das Verhältnis zwischen zwei gemessenen Werten der EMI-Feldstärke auszudrücken. Die Dezibel-Skala ist logarithmisch aufgebaut, d. h., dass 30 dB zehn mal weniger effektive Dämpfung bedeutet als 60 dB. Die typischen Abschirmungswerte können in die folgenden fünf Stufen eingeteilt werden:

Stufe 1	0 dB bis 10 dB	wenig bis keine Abschirmung
Stufe 2	10 dB bis 30 dB	minimaler Bereich für wirkungsvolle Abschirmung
Stufe 3	30 dB bis 60 dB	durchschnittliche Abschirmung
Stufe 4	60 dB bis 90 dB	überdurchschnittliche Abschirmung
Stufe 5	90 dB bis 120 dB	maximale Abschirmung bis über den neusten Stand der Technik hinaus

Um die minimalen Funktionsanforderungen an Abschirmung, Erdung und statischem Verlust (Dämpfung) zu genügen, wird die benötigte Leitfähigkeit als typischer Oberflächenwiderstand (Ohm / Quadrat) für jede Funktion wie folgt ausgedrückt:

EMI - Abschirmung < 1 Ohm / Quadrat
 RFI – Abschirmung < 10 Ohm / Quadrat

Wie aus dem nebenstehenden Diagramm hervorgeht ist die Abschirmung eine direkte (logarithmische) Funktion des Oberflächenwiderstandes, weshalb in der Praxis die Abschirmungsfähigkeit meistens mit dem elektrischen Oberflächenwiderstand gemessen wird. Zu beachten ist, dass die Abschirmwirkung der verschiedenen Kunststoffe frequenzabhängig ist, sowie die Verminderung der Schirmdämpfung eines Gehäuses im magnetischen Nahfeld der Störquelle und die Aufteilung der Schirmwirkung in Reflexions- und Absorptionsdämpfung, wobei letzterer eine besondere Bedeutung im Mikrowellenbereich zukommt.



Abschirmungsverfahren für Kunststoffbauteile

Eine effiziente Abschirmung von elektromagnetischen Wellen ist mit allen den elektrischen Strom leitenden Gehäusen, welche die elektromagnetischen Emissionsquellen im Stile von Faradayschen Käfigen umschliessen, erreichbar.

Metallgehäuse bieten in dieser Hinsicht einleuchtende Vorteile, sind jedoch hinsichtlich Preis, Gewicht, und Gestaltungsvielfalt solchen aus Kunststoff weit unterlegen. Damit jedoch Kunststoffe für die Herstellung abschirmender Gehäuse verwendbar wurden, mussten Mittel und Wege gefunden werden, um die elektromagnetischen Wellen am Kunststoff weitgehend zu reflektieren und/oder zu absorbieren.

Insbesondere bei dünnwandigen Gehäusen bedeutet dies, dass die Kunststoffabschirmungen elektrisch leitend, d. h. dass der elektrische Volumenwiderstand metallähnliche Werte annehmen muss. Als elektrisch leitfähig gilt ein Kunststoff in der Regel, wenn sein spezifischer Durchgangswiderstand (gemessen nach DIN 53482 oder ISO/DIS 3915.2) 10^6 Ohm nicht übersteigt. Um wirksame elektromagnetische Abschirmungen zu gewährleisten, sind jedoch meistens Durchgangswiderstandswerte unter 10^3 Ohm gefragt.

Um Kunststoffbauteile elektrisch leitfähig zu gestalten, stehen mehrere Methoden der Füllung mit leitfähigen Materialien zur Verfügung.

Dabei werden Polymere mit hohen Volumenanteilen von elektrisch leitenden Fremdstoffen versetzt und in der Regel damit bezüglich der mechanischen Eigenschaften verändert. Alle Füllstoffe haben ihre Vor- und Nachteile.

Im folgenden einige gebräuchliche Füllstoffe:

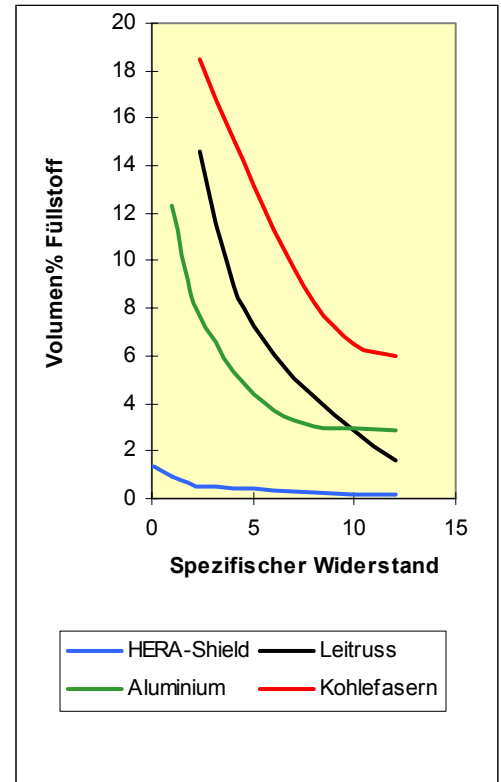
- Leitfähigkeitsruss
- Graphit
- Eisenoxid- oder Aluminiumteilchen
- Silberpulver
- Kohlenstofffasern
- Edelstahlfasern **HERA SHIELD**

Im nebenstehenden Diagramm ist die Wirksamkeit von Edelstahlfasern bezüglich Leitfähigkeit mit anderen Füllstoffen dargestellt.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, dem Basispolymer elektrisch leitende Stoffe beizumischen, welche nach der Verarbeitung des Kunststoffes an die Oberfläche migrierten.

Dies Verfahren, wie auch die antistatischen Sprays, die auf die fertigen Bauteile aufgebracht werden, ist nur bedingt wirksam und weist eine recht eingeschränkte Wirkungsdauer auf. Im Bereich der Lebensmittelverarbeitung erweisen sich derartige Antistatika auch deshalb als kritisch, weil bei ausreichender Dosierung die vom BGA empfohlenen Richtwerte kaum einzuhalten sind.

Unter den Methoden der antistatischen Ausrüstungen sind der Vollständigkeit halber auch die Lackierung mit leitenden Lacken und die Galvanisierung bzw. die Aufdampfung von Metallen im Hochvakuum auf Kunststoffbauteilen zu erwähnen. Die letztgenannten Verfahren sind recht aufwendig und technisch nur limitiert anwendbar.



In Tabelle 1 werden die Vor- und Nachteile der wichtigsten Leitfähigkeitsadditive dargestellt.

Füllstoff	Vorteile	Nachteile
Leitruß	<ul style="list-style-type: none"> • Niedriger Preis • Zunahme der Oberflächenhärte und Steifigkeit • Schwindungsanisotropie 	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung der Viskosität • Abnahme Festigkeit und Zähigkeit • Steile Leitfähigkeitskurve • Schwarz, nicht einfärbbar • Schwarzer Abrieb • Änderung der Leitfähigkeit nach Temperaturwechseln
Kohlefasern	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung der Festigkeit • Verringerung der Ausdehnung • Kopplung an Polymer, keine Entmischung 	<ul style="list-style-type: none"> • Verminderung der Kerbschlagfähigkeit • Erhöhte Schwindungsanisotropie • Nur in dunklen Farben einfärbbar • Höherer Preis
HERA-SHIELD	<ul style="list-style-type: none"> • Inhärente Leitfähigkeit • EMV-Abschirmung möglich • Compounds einfärbbar • Geringe Beeinflussung der Schwindungsanisotropie 	<ul style="list-style-type: none"> • Bei sehr geringen Zusätzen Schwankung des Oberflächenwiderstands • Höherer Preis

Tabelle 1

Elektrische Leitfähigkeit mittels Leitfähigkeitsruß

Elektrische Leitfähigkeit von Polymeren kann durch Zugabe von speziellen Struktur-Ruß-Masterbatchen erreicht werden. Beim Überschreiten einer relativ hohen, vom Kunststoff- und Pigmentrußtyp abhängigen Grenzkonzentration, ca. 14-15 %, wird ein plötzliches und mit weiterer Konzentrationserhöhung stetiges Abnehmen des elektrischen Widerstandes beobachtet.

Für die antistatische bzw. elektrisch leitfähige Modifizierung von Kunststoffen eignen sich insbesondere hochstrukturierte/ hochoberflächige Colour Furnaceruße und Leitfähigkeitsruße bzw. Hochleitfähigkeitsruße. Die erforderliche Pigmentrußkonzentration ist abhängig von dem verwendeten Pigment- bzw. Leitfähigkeitsruß, dem Bindemittel, der Verarbeitungsmethode und den gestellten Anforderungen.

Bei homogener Verteilung des Leitfähigkeitsrußes im System ist in der Regel ein Rußgehalt zwischen 5 und 35 Gew.-% erforderlich. Der Widerstand kann von ca. 10^{14} Ohm auf 10^2 Ohm abgesenkt werden. Die Methode der Einarbeitung und der Grad der Dispergierung des Leitfähigkeitsrußes spielen dabei eine wesentliche Rolle. Bei gleicher Leitfähigkeitsrußkonzentration können durch veränderte Verarbeitungsbedingungen u.U. deutliche Streuungen der elektrischen Werte festgestellt werden. Dies ist insbe-

sondere auf prozeßbedingte Orientierungsphänomene der Rußpartikelchen in der Matrix sowie auf Veränderungen an deren Bruttovolumen zurückzuführen. Außerdem kann sich je nach verwendetem Polymersystem ein unterschiedlicher Verlauf der elektrischen Widerstandskurve ergeben.

Neben der beabsichtigten Reduzierung des Widerstandes von Polymersystemen treten bei Einsatz von Ruß verschiedene, meist unerwünschte Begleiterscheinungen auf. Das bedeutet der Basiskunststoff ändert mehr oder weniger, anhängig von der Füllstoffmenge seine Eigenschaften.

- Erhöhung der Viskosität,
- Zunahme der Oberflächenhärte und Steifigkeit
- Verringerung der Flexibilität und Zähigkeit,
- Beeinträchtigung der thermischen Stabilität

Diese Begleiterscheinungen lassen sich durch Auswahl geeigneter Zusätze oder durch Modifizierung der Rezeptur jedoch meist auf ein akzeptables Maß reduzieren. Ein weiterer Nachteil ist, das die Teile unabdingbar die Farbe schwarz haben, womit farbige leitfähige Kunststoffteile mit diesem Verfahren nicht hergestellt werden können.

Als Alternative zu den Leitfähigkeitsrußen in reiner Form stehen ein umfangreiches Sortiment an verarbeitungsfertigen Leitfähigkeitsruß/ Polymer-Compounds bzw. sonstiger Präparationen bei diversen Anbietern zur Verfügung.

Elektrische Leitfähigkeit mittels Kohlenstofffasern

Lange Zeit wurden kohlenfaserverstärkte Kunststoffe wegen ihres sehr hohen Preises ausschliesslich in High-tech-Anwendungen, wo die hervorragenden mechanischen Eigenschaften Kohlenstofffaser verstärkter Hochpolymere den Ausschlag gaben, eingesetzt. Heute sind bereits hochwertige Kohlenfasern zu Preisen erhältlich, welche die Herstellung von günstigen Kohlenstofffaser verstärkter Kunststoffrohmaterialien zu Preisen, die um die 25 Franken pro Kg liegen, zulassen. Zu diesen Gestehungskosten und vor allem zu den in Zukunft zu erwartenden noch wesentlich tieferen Preisen kohlenfaserarmerter Kunststoffe stellt sich das Preis/Leistungsverhältnis dieses Werkstoffes für eine Vielzahl von Anwendungen, wo hohe mechanische Festigkeitswerte oder äusserst geringer Formschwund und damit hohe Verarbeitungsgenauigkeit gefordert sind, sehr interessant dar. Bei den üblichen Kohlenfaseranteilen von zwischen 10 und 40% der kohlenfaserarmierten Kunststoffe sind diese in jedem Falle als vollständig antistatisch zu betrachten und in den meisten Fällen ist bei Gehäusen aus diesen Kunststoffen auch die elektromagnetische Abschirmung ausreichend gewährleistet.

Elektrische Leitfähigkeit mittels Edelstahlfasern *HERA-SHIELD*

Mit dem **HERA-SHIELD**-Verfahren ist es möglich Edelstahlfaser mit nur 8 µ Durchmesser in praktisch allen thermoplastischen Kunststoffen zu dispergieren. Derartige Fasern sind ihres hauchfeinen Aufbaus wegen in der Lage, in der Kunststoffmatrix ein leitfähiges

ges Netzwerk in bis anhin unerreichter Dichte zu bilden. Im Gegensatz zu den vorab genannten Zusatzstoffen, mit denen Kunststoffe leitend ausgerüstet werden können, genügt wegen der extremen Feinheit der Edelstahlfasern ein sehr geringer Volumenanteil von 0,5 - 1,5 %, um bei spritzgegossenen Kunststoffbauteilen sowohl den elektrischen Oberflächen- als auch den Volumenwiderstand auf einen bis anhin nie erreichten niedrigen Wert zu reduzieren. Bei einem Volumenanteil von ca. 0,5 % Stahlfasern kann der Oberflächenwiderstand von ca. 10^{14} Ohm auf $<10^5$ Ohm abgesenkt werden.

Hinsichtlich der elektromagnetischen Abschirmung erweisen sich die mit Edelstahlfasern durchsetzten Kunststoffe als außergewöhnlich effizient. Zusätzlich zur starken Reflexion der elektromagnetischen Wellen an den Gehäusewänden mit niedrigem elektrischem Volumenwiderstand wirken die ca. 4 mm langen Stahlfasern in der Kunststoffmatrix als Dipole und können somit, im Gegensatz zu pulverförmigen Zusatzstoffen, elektromagnetische Strahlung absorbieren. Das eindruckliche Resultat ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

Spezifischer Volumenwiderstand und typische elektromagnetische Abschirmung von HERA-SHIELD -Gehäusen		
Vol.% von Inox-Fasern	Volumenwiderstand Ohm/cm ³	Elektromagnetische Abschirmung dB bei einer Referenzfrequenz von 400 MHz
0,5	< 105	Schutz vor statischer Ladung
1,0	1 - 10	EMV-Abschirmung: 30 - 50 dB
1,5	0,1 – 1	EMV-Abschirmung: 50 - 60 dB
> 1,5	< 0,1	EMV-Abschirmung: > 60 dB

Die Einbringung der rostfreien Edelstahlfasern in die Kunststoffmatrix ist insbesondere wegen der extremen Brüchigkeit der Fasern äusserst heikel und erforderte umfangreiche Versuchsserien bei der HERA AG.

Eine kompromisslose Überwachung der Verarbeitungsparameter ist unabdingbare Voraussetzung beim Einsatz dieser neuen Methode. Die HERA AG hat das Verfahren der Stahlfaser-Kunststoffe auf einen sehr hohen Stand gebracht, der es ihr ermöglicht, praktisch alle Kunststoffe, einschliesslich solcher einer vorgängigen Glas-oder Kohlenstofffaser versehenen, in Verbindung mit anforderungsspezifischen Edelstahlfaserkonzentrationen und beliebiger Einfärbung zu verarbeiten.

Das Verfahren, welches gesamtheitlich mit der Bezeichnung **HERA-SHIELD** gekennzeichnet ist, hat es bereits in zahlreichen Fällen erlaubt, strengste Anforderungen, welche in der Technik an antistatische Bauteile gestellt werden mussten, effizient und kostengünstig zu erfüllen. Im Zusammenhang mit den physikalischen Eigenschaften der Stahlfasern ist auch der Konstrukteur angehalten, gewisse spezielle Konstruktionsaspekte zu berücksichtigen.

Eine enge Zusammenarbeit zwischen den Konstrukteuren der Auftraggeber und den Spezialisten der HERA AG hat sich bei vielen erfolgreich realisierten Projekten mit **HERA-SHIELD**Anwendungen als von ausschlaggebender Bedeutung erwiesen.

In Tabelle 2 werden die Charakteristika typischer mit dem **HERA-SHIELD**-Verfahren elektrisch leitend modifizierter Kunststoffe dargestellt.

Physikalische Eigenschaft	Einheit	Prüfmethode	ABS & IF	PC & IF	PA 6.6 & IF
Zugfestigkeit	MPa	D638	57	80	77
Zugdehnung	%	D638	5-10	10-20	5-10
Biegefestigkeit	MPa	D790	80	110	103
E-Modul (Biegung)	MPa	D790	3000	3200	4000
IZOD-Schlagzähigkeit - gekerbt 6 mm - ungekerbt	J/m	D256	50-60 250-300	50-60 700-800	50-60 350-400

Tabelle 2

Leistungsspektrum der HERA AG bei EMV-Anwendungen

Anwendungstechnische Beratung von der Idee über Entwicklung, Konstruktion, Werkzeugbau und Produktion

Spezifische werkstofftechnische Beratung hinsichtlich Basispolymer und Füllstoffen zur EMV-Abschirmung und Verbesserung der technischen / physikalischen Eigenschaften

Verarbeitung von

- Standartkunststoffen
- Technischen Kunststoffen
- Hochtemperaturkunststoffen
- Teflon

gefüllt mit

- Leitfähigkeitsruss
- Kohlefasern
- Stahlfaser (*HERA SHIELD*)

Zertifiziert nach SN EN ISO 9001 : 2000

ISO 9001:2000 zertifiziert durch



EMV-Normen

DIN EN 61000-3-2 (VDE 0838 Teil 2)

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Teil 3-2: Grenzwerte - Grenzwerte für Oberschwingungsströme (Geräteeingangsstrom \leq 16 A je Leiter)

DIN EN 61000-3-3 (VDE 0838 Teil 3)

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Teil 3-3: Grenzwerte - Begrenzung von Spannungsänderungen, Spannungsschwankungen und Flicker in öffentlichen Niederspannungsversorgungsnetzen für Geräte mit einem Bemessungsstrom

DIN EN 61000-4-2 (VDE 0847 Teil 4-2)

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Teil 4-2: Prüf- und Messverfahren - Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität

DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847 Teil 4-3)

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Teil 4-3: Prüf- und Messverfahren - Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder

DIN EN 61000-4-4 (VDE 0847 Teil 4-4)

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Teil 4-4: Prüf- und Messverfahren - Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst

DIN EN 61000-4-5 (VDE 0847 Teil 4-5)

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Teil 4-5: Prüf- und Messverfahren - Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen

DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847 Teil 4-6)

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Teil 4-6: Prüf- und Messverfahren Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder

DIN EN 61000-4-8 (VDE 0847 Teil 4-8)

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Teil 4-8: Prüf- und Messverfahren - Prüfung der Störfestigkeit gegen Magnetfelder mit energietechnischen Frequenzen

DIN EN 61000-4-9 (VDE 0847 Teil 4-9)

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Teil 4-9: Prüf- und Messverfahren - Prüfung der Störfestigkeit gegen impulsförmige Magnetfelder

DIN EN 61000-4-11 (VDE 0847 Teil 4-11)

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Teil 4-11: Prüf- und Messverfahren - Prüfung der Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen

DIN EN 61000-6-1 (VDE 0839 Teil 6-1)

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Teil 6-1: Fachgrundnormen - Störfestigkeit für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe

DIN EN 61000-6-2 (VDE 0839 Teil 6-2)

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Teil 6-2: Fachgrundnormen - Störfestigkeit für Industriebereich

DIN EN 61000-6-3 (VDE 0839 Teil 6-3)

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Teil 6-3: Fachgrundnormen – Fachgrundnorm Störsendung für Wohnbereich, geschäftsbereich und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe

DIN EN 61000-6-4 (VDE 0839 Teil 6-4)

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Teil 6-4: Fachgrundnormen - Fachgrundnorm Störaussendung für Industriebereich

DIN EN 55011 (VDE 0875 Teil 11)

Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Hochfrequenzgeräte (ISMGeräte) - Elektromagnetische Störeigenschaften - Grenzwerte und Messverfahren

DIN EN 55014-1 (VDE 0875 Teil 14-1)

Elektromagnetische Verträglichkeitanforderungen an Haushaltgeräte, Elektrowerkzeuge und ähnliche Elektrogeräte Teil 1 : Störaussendung

DIN EN 55014-2 (VDE 0875 Teil 14-2)

Elektromagnetische Verträglichkeitanforderungen an Haushaltgeräte, Elektrowerkzeuge und ähnliche Elektrogeräte Teil 2: Störfestigkeit – Produktfamiliennorm

DIN EN 55022 (VDE 0878 Teil 22)

Einrichtungen der Informationstechnik Funkstöreigenschaften - Grenzwerte und Messverfahren

DIN EN 55024 (VDE 0878 Teil 24)

Einrichtungen der Informationstechnik Störfestigkeitseigenschaften - Grenzwerte und Prüfverfahren

DIN EN 60601-1-2 (VDE 0750 Teil 1-2)

Medizinische elektrische Geräte. Teil 1-2: Allgemeine Festlegungen für die Sicherheit - Ergänzungsnorm: Elektromagnetische Verträglichkeit Anforderungen und Prüfungen

DIN ETS 300127 (VDE 0878 Teil 127)

Geräteentwicklung (EE) - Messung der Abstrahlung von Großanlagen der Telekommunikationstechnik

ETSI EN 300132-2

Environmental engineering (EE) - Power supply interface at the input to telecommunications equipment
Part 2: Operated by direct current (dc)

DIN EN 300386-2 (VDE 0878 Teil 386-2)

Elektromagnetische Verträglichkeit und Funkspektrumangelegenheiten (ERM) Einrichtungen für Telekommunikationsnetzes - Anforderungen zur Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) Teil 2: Produktfamilienorm

EN 300386 V1.2.1

Electromagnetic compatibility and Radio spectrum matters (ERM) - Telecommunication network equipment - Electromagnetic Compatibility (EMC) requirements

EN 300386 V1.3.1

Electromagnetic compatibility and Radio spectrum matters (ERM) - Telecommunication network equipment - Electromagnetic Compatibility (EMC) requirements

EN 300386 V1.3.2

Electromagnetic compatibility and Radio spectrum matters (ERM) - Telecommunication network equipment - Electromagnetic Compatibility (EMC) requirements

ETSI ES 201468 V1.2.1

Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM), Additional Electromagnetic Compatibility (EMC) requirements and resistibility requirements for telecommunications equipment for enhanced availability of service in specific applications

DIN EN 300339 (VDE 0878 Teil 339)

Elektromagnetische Verträglichkeit und Funkspektrumangelegenheiten (ERM) Allgemeine Anforderungen zur Elektro Magnetischen Verträglichkeit (EMV) von Funk-Kommunikationseinrichtungen

DIN ETS1300342-3 (VDE 0878 Teil 342-3)

Elektromagnetische Verträglichkeit und Funkspektrumangelegenheiten (ERM) Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) für das Europäische digitale zellulare Funkfernsprechsystem (GSM 900 MHz und DCS 1800 MHz) Teil 3: Stationäre Funkeinrichtungen (Feststationen), Zusatz-/Hilfseinrichtungen und Repeater, die den Anforderungen der GSM Phase 2 GSM entsprechen

EN 301489-1

Electromagnetic compatibility and Radio spectrum matters (ERM) – Electro Magnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services Part 1: Common technical requirements

EN 301489-8

Electromagnetic compatibility and Radio spectrum matters (ERM) – Electro Magnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services Part 8: Specific requirements for GSM base stations

EN 301489-23

Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM), Electro Magnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services Part 23: Specific conditions for IMT-2000 CDMA Direct Spread (UTRA) Base Station (BS) radio, repeater and ancillary equipment

EN 301489-26

Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM), Electro Magnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services Part 26: Specific conditions for IMT-2000 CDMA Multi-carrier Base Stations and ancillary equipment

ETSI EN 301908-1

Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM), Base Stations (BS) and User Equipment (UE) for IMT-2000 Third Generation cellular networks Part 1: Harmonized standard for IMT -2000, introduction and common requirements. Covering essential requirements of article 3.2 of the R& TTE Directive

ANSI C63.4

American National Standard for Methods of Measurement of Radio-Noise Emissions from Low-Voltage Electrical and Electronic Equipment in the Range of 9 kHz to 40 GHz

ANSI C63.022

American National Standard for Limits and Methods of Measurement of Radio Disturbance Characteristics of Information Technology Equipment

47 CFR 2

Part 2 - Frequency Allocations and Radio Treaty Matters, General Rules and Regulations

47 CFR 15

Part 15 - Radio Frequency Devices

47 CFR 18

Part 18 - Industrial, Scientific, and Medical Equipment

47 CFR 24

Part 24 - Personal Communications Services

VCCI

Instruction for Test Conditions for Requirement

V-4 Normativ Annex 1-1

under Test

RL 95/54/EG

Kfz.-Richtlinie

Telcordia GR-1089-Core

Electromagnetic Compatibility and Electrical Safety - Generic Criteria for Network Telecommunications Equipment