

Testing? **Treo.**

EMV-Überblick über die
Prüfverfahren:
MIL-STD-461G

- Vorstellung des Vortragenden
- Vorstellung von TREO
- Historisches und Quellen
- Allgemeine Informationen
- Prüfmatrix
- Verfahren
- Fragen



Carsten Möller
EMV - Laborleiter

Mobil: +49 (0)152 2882 0800
E-mail: carsten.moeller@treo.de
Web: www.treo.de



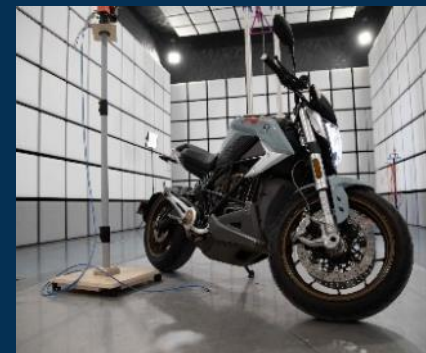
Umweltsimulation



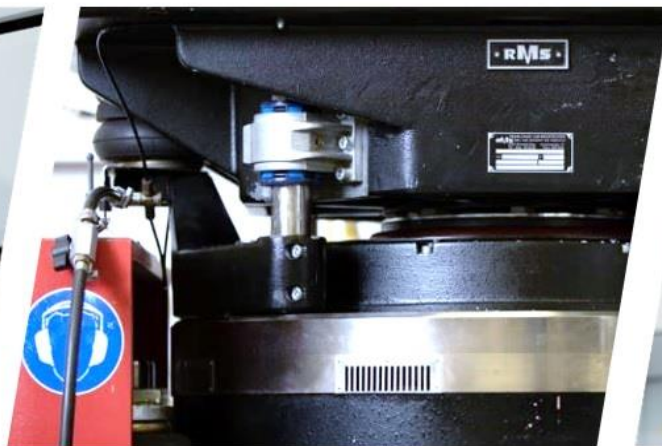
Material Prüfung



Elektrische Sicherheit



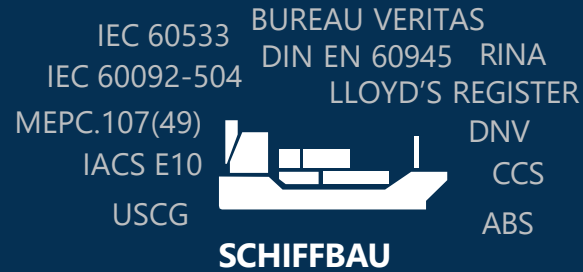
EMV





ABD0100 D6-16050-5
RTCA DO-160 RTCA DO-313
D6-36440 RTCA DO-357

LUFTFAHRT



IEC 60533 BUREAU VERITAS
IEC 60092-504 DIN EN 60945 RINA
MEPC.107(49) LLOYD'S REGISTER
IACS E10 DNV
USCG CCS
ABS

SCHIFFBAU



DIN EN 50155
DIN EN 50121-3-2
DIN EN 50121-4
DIN EN 61373
DB REGELUNG
NR. EMV 06
DIN EN 50125-3
DIN EN 50125-1

BAHN



VG 96916 AECTP 300
BV 0430 MIL-STD-1275E VG 95370
MIL-STD 461 VG 95373
MIL-STD 167 MIL-STD 810
AECTP 400

VERTEIDIGUNG



DIN EN ISO 9227
DIN EN 60068-2-X
EN 15194
DIN SPEC 79009

E-BIKE



IEC 62262 DIN EN 61000-3-X
DIN EN 55016-2-X DIN EN 61000-4-X
DIN EN 61010-2-030 DIN EN 55014-X
DIN EN 61010-1 DIN EN 55015 DIN EN 55024
ISO 20653 DIN EN 55032
DIN EN 6052 DIN EN 61326-1
DIN EN 50102 ETSI EN 301 489-1
DIN EN ISO 9227 DIN EN ISO 4892-2
DIN EN 60068-2-X DIN EN 61000-6-X

INDUSTRIE



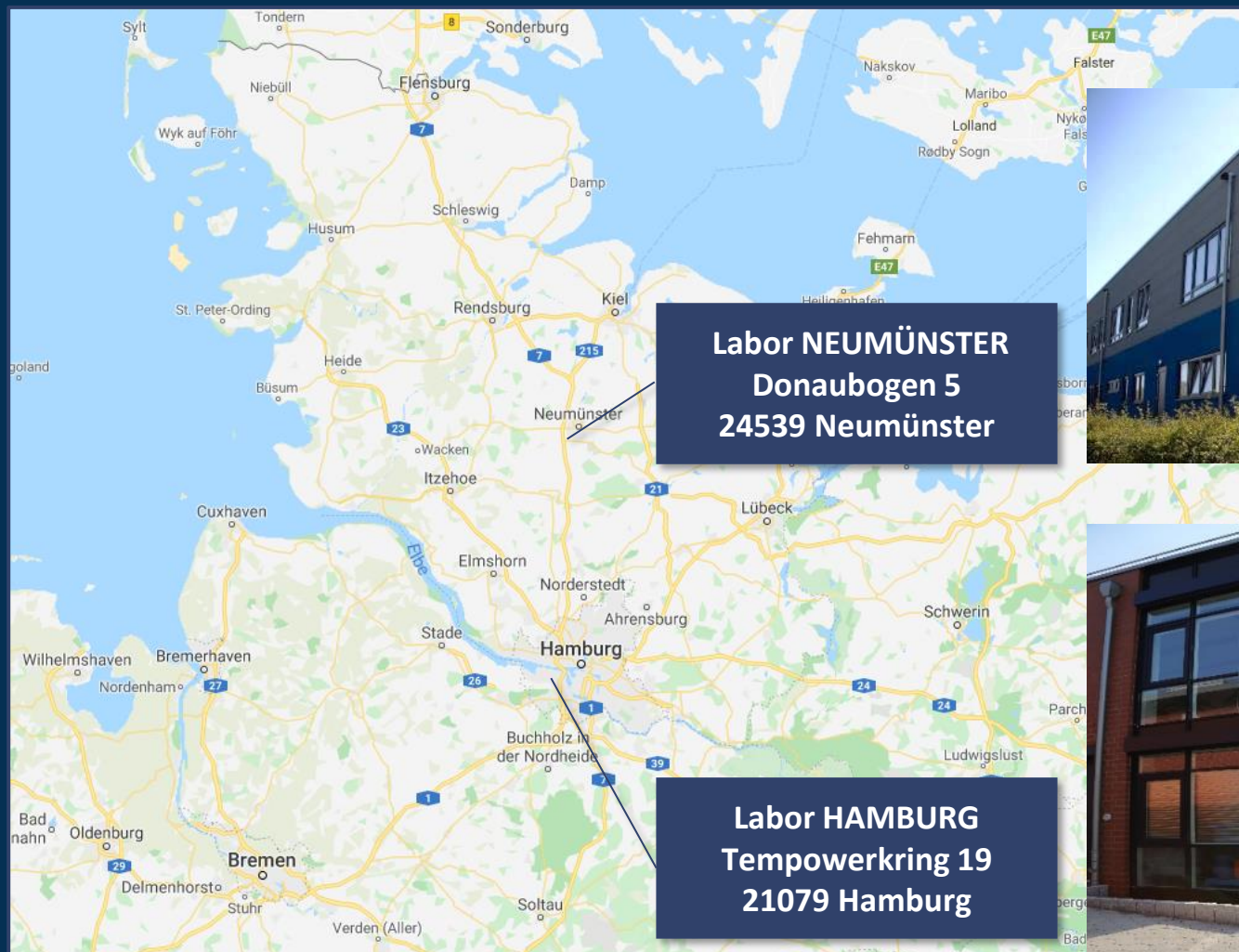
DIN EN 60068-2-X
FGW TR09

ERNEUERBARE ENERGIEN



ISO 16750-X
ISO 20653
LV 124

AUTOMOTIVE



Der MIL-STD-461 beschreibt EMV-Anforderungen an militärische Geräte und wurde seit seiner ersten Veröffentlichung 1967 stetig weiterentwickelt, aktuell ist die Version G seit 2015 der Stand der Technik.

Der Standard kann kostenlos im Internet heruntergeladen werden unter:

http://everyspec.com/MIL-STD/MIL-STD-0300-0499/MIL-STD-461_8678/

Die Verfahren werden unterteilt in:

- Feldgebundene Prüfungen/Messungen (R)
- Leitungsgebundene Prüfungen/Messungen (C)
- Emissions Messungen (E)
- Störfestigkeits Prüfungen (S)

Bsp.: RE = Feldgebundene Emissions Messung

Die Verfahren werden dann eindeutig Nummeriert mit drei Stellen beginnen bei 101:

Bsp.: RE101 = Feldgebundene Emissions Messung Prüfverfahren 101

Da im Laufe der Jahre einige Verfahren entfallen sind, sind die Nummern nicht fortlaufend im aktuellen Stand. Außerdem war die Nummerierung bis zum Stand C noch Zweistellig.

Welche der Verfahren angewendet werden müssen, unterscheidet sich zunächst einmal nach der Plattform, auf der das Gerät eingesetzt werden soll:

- Die Norm gibt dazu eine Prüfmatrix an in der es zwingend erforderliche Verfahren (gekennzeichnet mit einem A)
- Begrenzt anzuwendende Verfahren (gekennzeichnet mit einem L)*
- Nur auf besonderen Wunsch des Kunden anzuwenden Verfahren (gekennzeichnet mit einem S).

*Bei Verfahren mit einem L ist im jeweiligen Verfahrenskapitel im Unterpunkt „Anwendbarkeit“ beschrieben welche Kriterien erfüllt sein müssen.

Die Prüfmatrix wird mit den Ausgabeständen auch verändert! Die Plattform hat einen großen Einfluss auf die anzuwendenden Verfahren und die Grenzwerte bzw. genauen Anforderungen.

Gerne steht in Datenblättern mal die Info:

Erfüllt MIL-STD-461

ACHTUNG BEI DIESER AUSSAGE! Keine Plattform und kein Ausgabestand !

Die Verfahren **CS103, CS104 und CS105** sind im Standard nicht ausdefiniert, was genau gemacht und was genau erfüllt werden soll, muss mit dem Kunden jedes Mal festgelegt werden.

Dieser Verfahren sind für Antennenanschlüsse, stehen sie in Vertragsanforderungen sollte man nach den Details fragen!

ACHTUNG bei Geräten die auf verschiedenen Frequenzen oder in mehreren Bändern arbeiten können (beim Senden und Empfangen!), es gilt:

4.3.9.1 Operating frequencies for tunable RF equipment.

Measurements shall be performed with the EUT tuned to not less than three frequencies within each tuning band, tuning unit, or range of fixed channels, consisting of one mid-band frequency and a frequency within ± 5 percent from each end of each band or range of channels.

ACHTUNG bei Geräten für die Navy ist die Filterkapazität gegen Erde begrenzt in Kapitel 4.2.2:

- 0,1 μF für 60 Hz Netze
- 0,02 μF für 400 Hz Netze
- 0,03 μF für DC Netze bis 500 W Leistung
- 0,075 $\mu\text{F}/\text{kW}$ für DC Netze bei über 500 W Leistung

Für schaltende Transienten gilt:

4.2.6 Switching transients.

Switching transient emissions that result at the moment of operation of manually actuated switching functions are exempt from the requirements of this standard. Other transient type conditions, such as automatic sequencing following initiation by a manual switching function, shall meet the emissions requirements of this standard.

Im Standard selbst werden zunächst die Verfahren und Anforderungen beschrieben, jedoch folgt im Anhang A dann noch eine extrem nützliche Detailbeschreibung zu diversen Erfahrungen und Problemen.

Es ist dringend zu empfehlen den Anhang A zu lesen.

MIL-STD-461G	CE101	CE102	CE106	CS101	CS103	CS104	CS105	CS109	CS114	CS115	CS116	CS117	CS118	RE101	RE102	RE103	RS101	RS103	RS105
Surface Ships	A	A	L	A	S	L	S	L	A	S	A	L	S	A	A	L	L	A	L
Submarines	A	A	L	A	S	L	A	L	A	S	L	S	S	A	A	L	L	A	L
Aircraft, Army, Including Flight Line	A	A	L	A	S	S	S		A	A	A	L	A	A	A	L	A	A	L
Aircraft, Navy	L	A	L	A	S	S	S		A	A	A	L	A	L	A	L	L	A	L
Aircraft, Air Force		A	L	A	S	S	S		A	A	A	L	A		A	L		A	
Space Systems, Including Launch Vehicles		A	L	A	S	S	S		A	A	A	L			A	L		A	
Ground, Army		A	L	A	S	S	S		A	A	A	S	A		A	L	L	A	
Ground, Navy		A	L	A	S	S	S		A	A	A	S	A		A	L	L	A	L
Ground, Air Force		A	L	A	S	S	S		A	A	A		A		A	L		A	

A: Applicable

L: Limited as specified in the individual section of this standard

S: Procuring activity must specify in procurement documentation

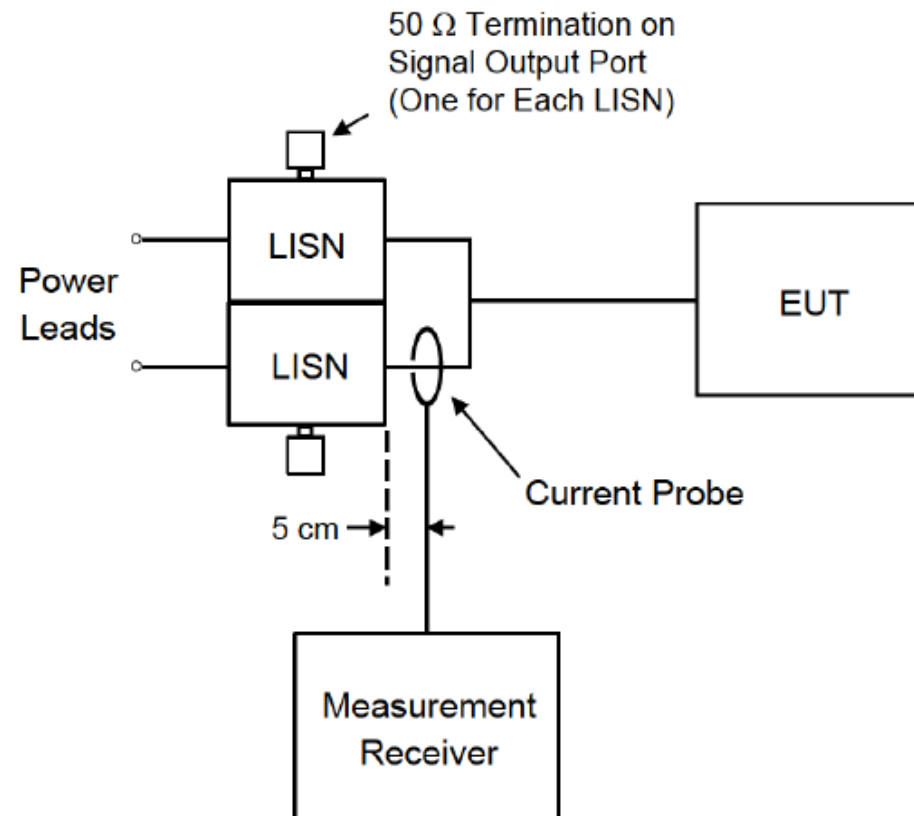
CE101, conducted emissions, audio frequency currents, power leads
(30 Hz bis 10 kHz)

Bei diesem Verfahren wird mittels Strommesszange auf den
Stromversorgungsleitungen im Differential-Mode gemessen.

Das Verfahren kennt dabei erleichterungen abhängig vom Stromverbrauch,
sprich die Grenzwerte beschreiben mehr eine Kurvenform als einen
absoluten Grenzwert!

Außerdem wird bei der Netzfrequenz nicht bewertet.

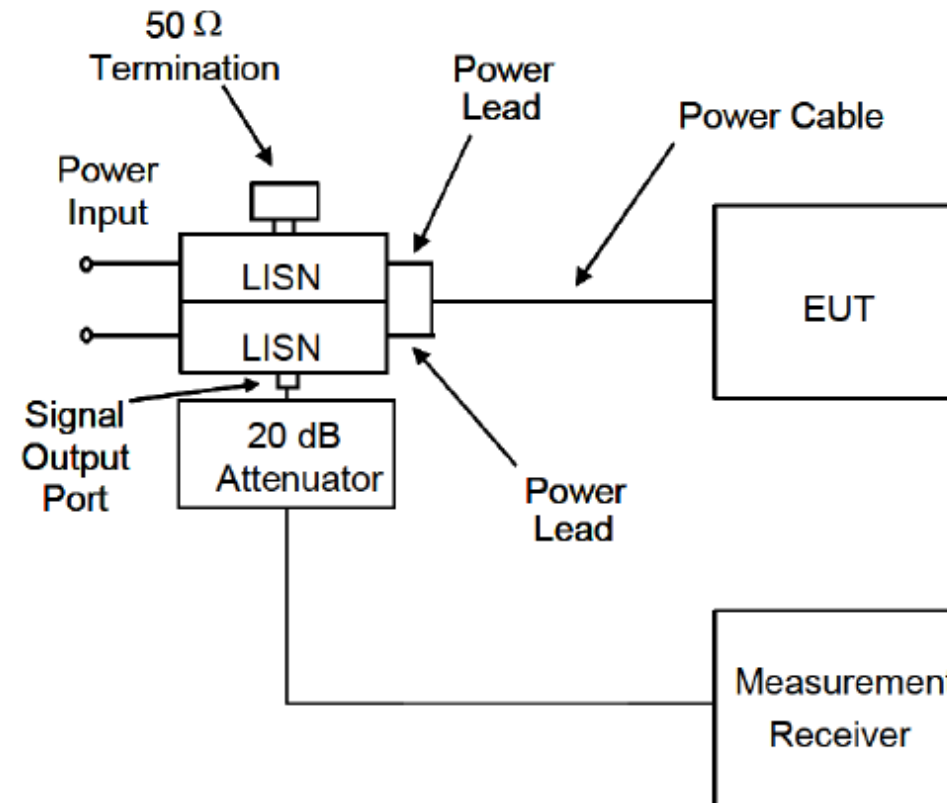
Die Messung erfolgt 5 cm entfernt von der Netznachbildung, ein möglicher Schirm muss entfernt werden, darf aber auf den Messtisch aufgelegt werden.



CE102, conducted emissions, radio frequency potential, power leads
(10 kHz bis 10 MHz)

Bei diesem Verfahren wird an der Netznachbildung die ausgekoppelte Störspannung auf den Stromversorgungsleitungen im Differential-Mode gemessen.

Das Verfahren kennt dabei erleichterungen abhängig von der Netzspannung, sprich die Grenzwerte beschreiben auch hier mehr eine Kurvenform als einen absoluten Grenzwert!



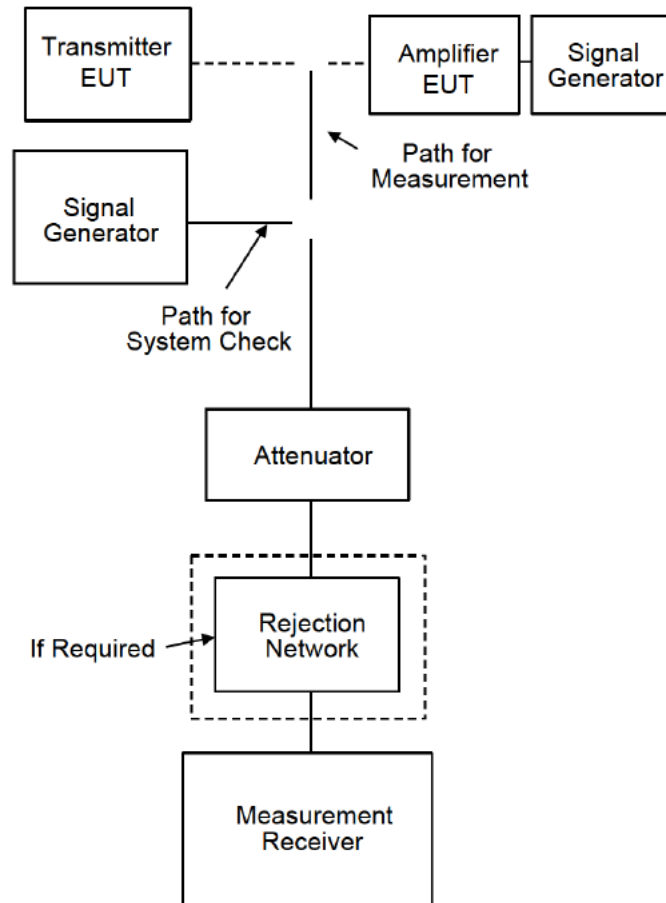
CE106, conducted emissions, antenna ports
(10 kHz bis 40 MHz)

Bei diesem Verfahren wird mit einem Messempfänger direkt am Antennenanschluss die Störspannung gemessen.

Das Verfahren kennt Ausschlussbänder für Sendeanchlüsse und weitere erleichterungen von besonders starke Sendeleistungen.

Allgemein zählt der Standard die Grundwelle bei allen Verfahren als erste harmonische, die erste Oberwelle ist somit die 2nd harmonic ! Beachtet man dies nicht, kann es schnell zu Fehlbewertungen führen.

Für stärkere Funksender mit mehr als 0 dBm Sendeleistung sind spezielle Aufbauten und Maßnahmen zu treffen um den Messempfänger nicht zu zerstören, bsp. dafür sind Bandsperren, Dämpfungsglieder oder Richtkoppler.



CS101, conducted susceptibility, power leads.
(30 Hz bis 150 kHz)

Bei diesem Verfahren wird mit einem Trafo eine niederfrequente Störung im Differential-Mode auf die Netzversorgungs eingekoppelt.

Solche Störungen werden beispielsweise durch Brückengleichrichter erzeugt.

Die Prüfstörgröße ist dabei eine Störspannung die durch eine maximale Störleistung begrenzt wird.

Die Messung der Störspannung darf dabei nicht an der Monitorwicklung des Trafos erfolgen sondern muss an den Prüflingsanschlüssen erfolgen.

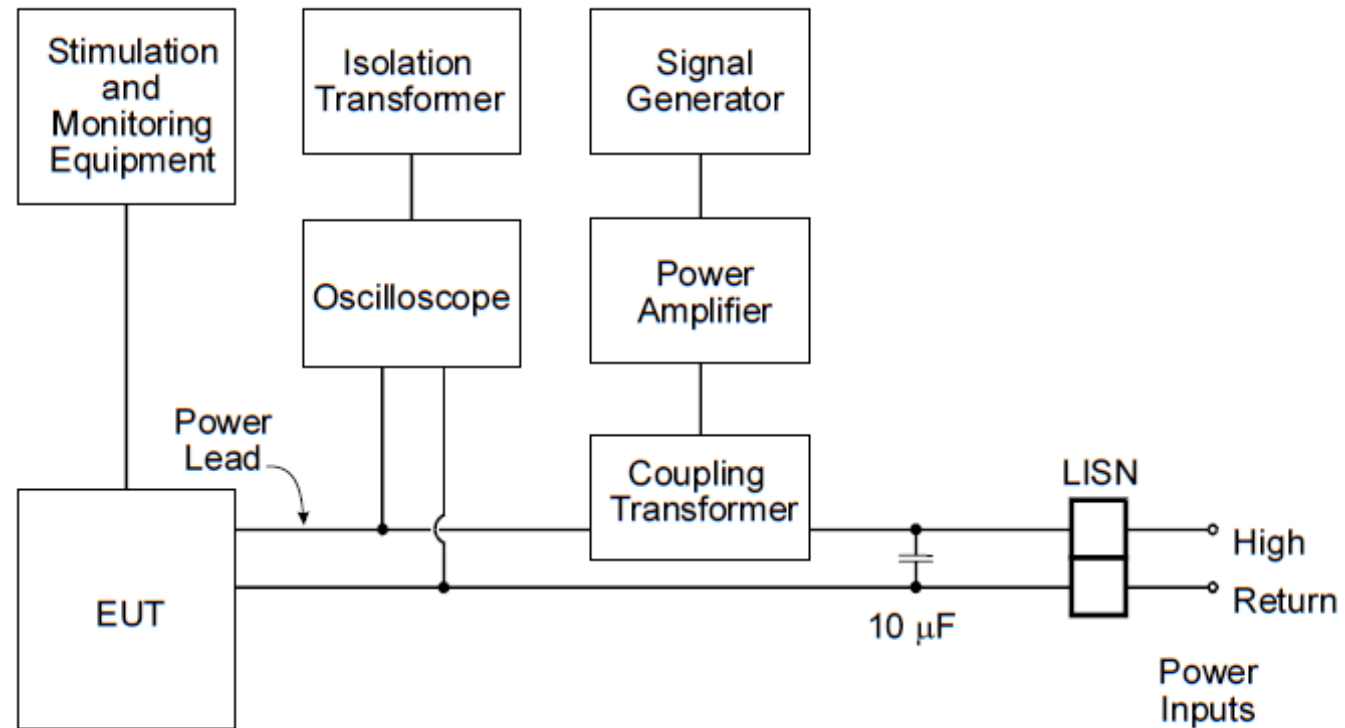
Die ermittlung der eingepprägten Störspannung (teilweise wenige mV) in Anwesenheit von 115 V AC Netzspannung sind quasi nicht sinnvoll möglich, das Verfahren hat daher einige Probleme.

Die mögliche Lösung für dieses Problem ist einen zweiten identischen Prüfling zu nehmen und über Phasenschiebung die Netzfrequenz auszublenden, dies ist aber in der Realität quasi nicht umsetzbar.

Die einzig sinnvolle Möglichkeit ist also die kalibrierte Leistung ohne Regulierung einzukoppeln und somit ggf zu übertesten, da sonst nicht klar ist ob der Test korrekt durchgeführt wurde.

Bei stark gepulsten Stromaufnahmen kann der Prüfling den Audioverstärker durch Rückkopplung über den Trafo beschädigen.

Mit dem im Bild beschriebenen Trenntrafo zum Betriebs des Oszilloskops besteht Lebensgefahr ! Die Nutzung einer Differential-Sonde wird dringend empfohlen. Lässt man ihn einfach aus, wird bei hohen Netzspannungen das Messgerät zerstört.

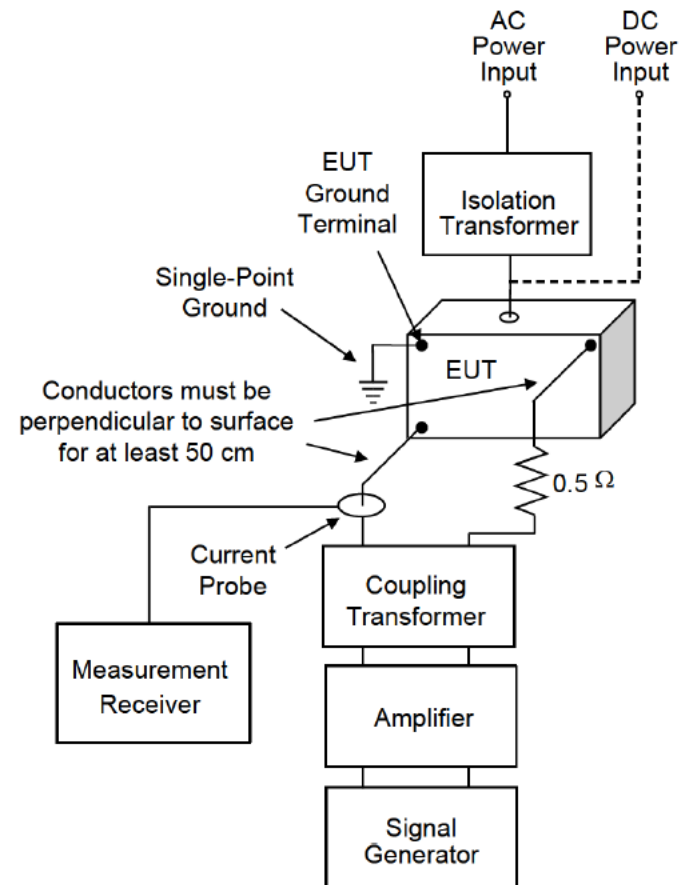


CS109, conducted susceptibility, structure current.
(60 Hz bis 100 kHz)

Bei diesem Verfahren wird mit einem Trafo eine niederfrequente Störung über die Gehäuseoberfläche des Prüflings fließen gelassen.

Die Lackierung bzw. nicht leitende Schutzschichten müssen dafür entfernt werden.

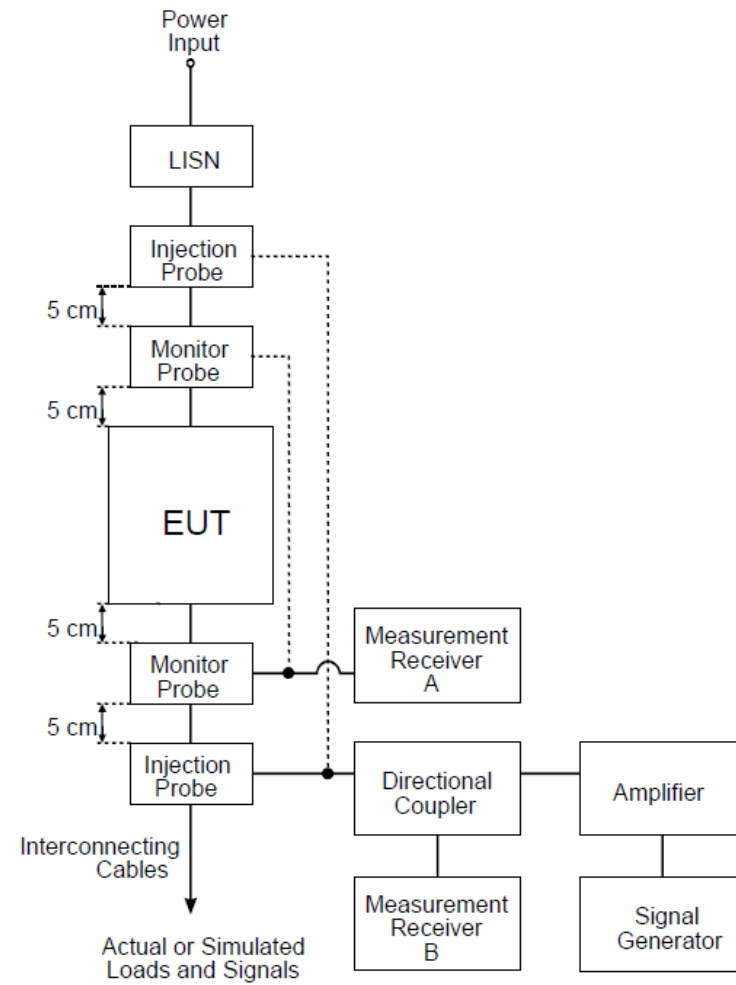
Der Test wird auch für die Stecker angewendet!



CS114, conducted susceptibility, bulk cable injection.
(4 kHz bis 200 MHz)

Bei diesem Verfahren wird mit einer Koppelzange auf alle Kabel ein Störstrom eingekoppelt, dieser ist in seiner maximalen Leistung begrenzt.

Bei Stromleitungen ist der Test zusätzlich zum Common-Mode auch im Differential-Mode anzuwenden (Ausnahmen beachten!)

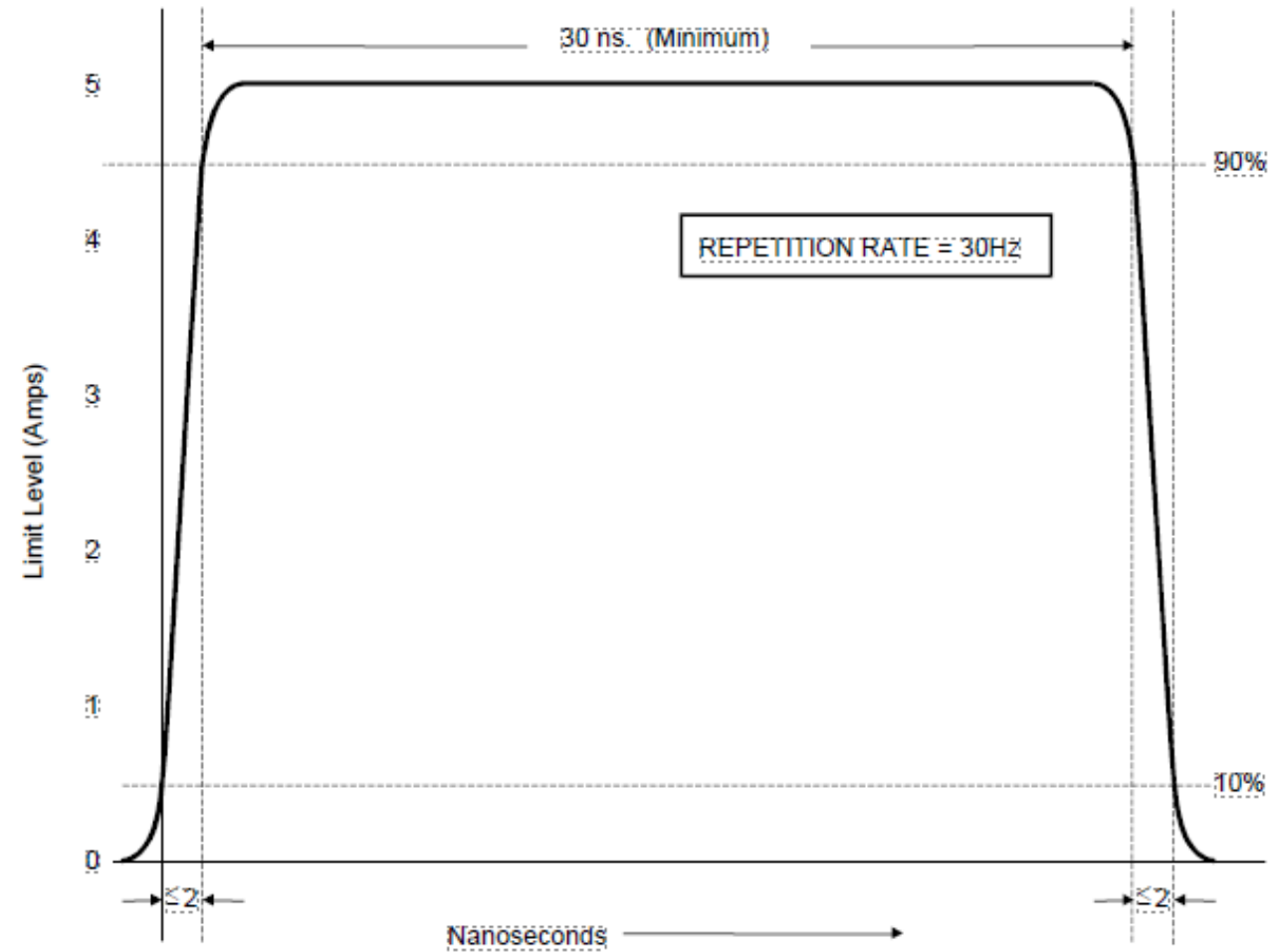


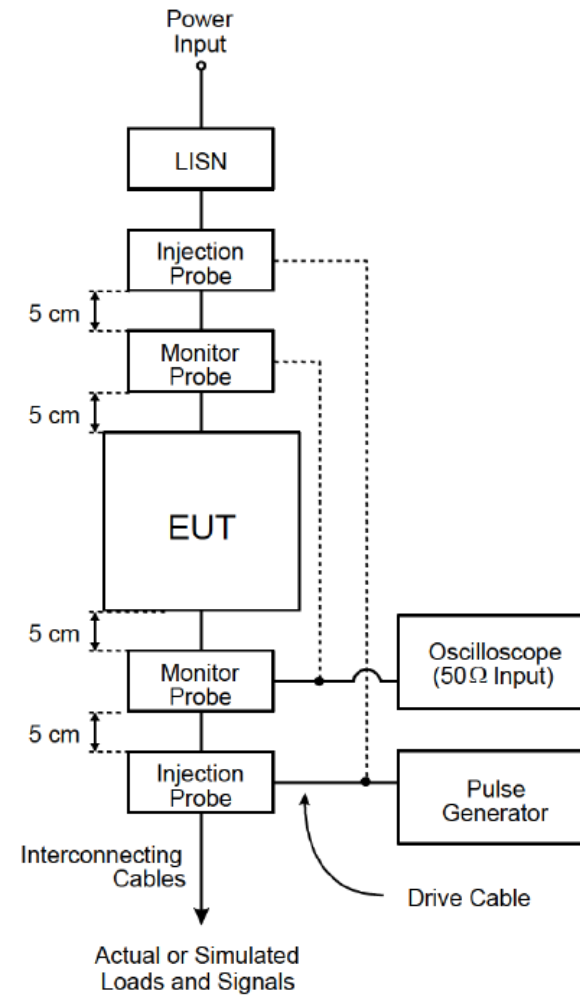
CS115, conducted susceptibility, bulk cable injection, impulse excitation.
(NEMP)

Bei diesem Verfahren wird mit einer Koppelzange auf alle Kabel ein transientes Störsignal (5 A, $t_r < 2 \text{ ns}$, $t_d > 30 \text{ ns}$) eingekoppelt, dieses ist in seiner maximalen Leistung begrenzt.

Bei Stromleitungen ist der Test zusätzlich zum Common-Mode auch im Differential-Mode anzuwenden (Ausnahmen beachten!)

Verfahren – CS115





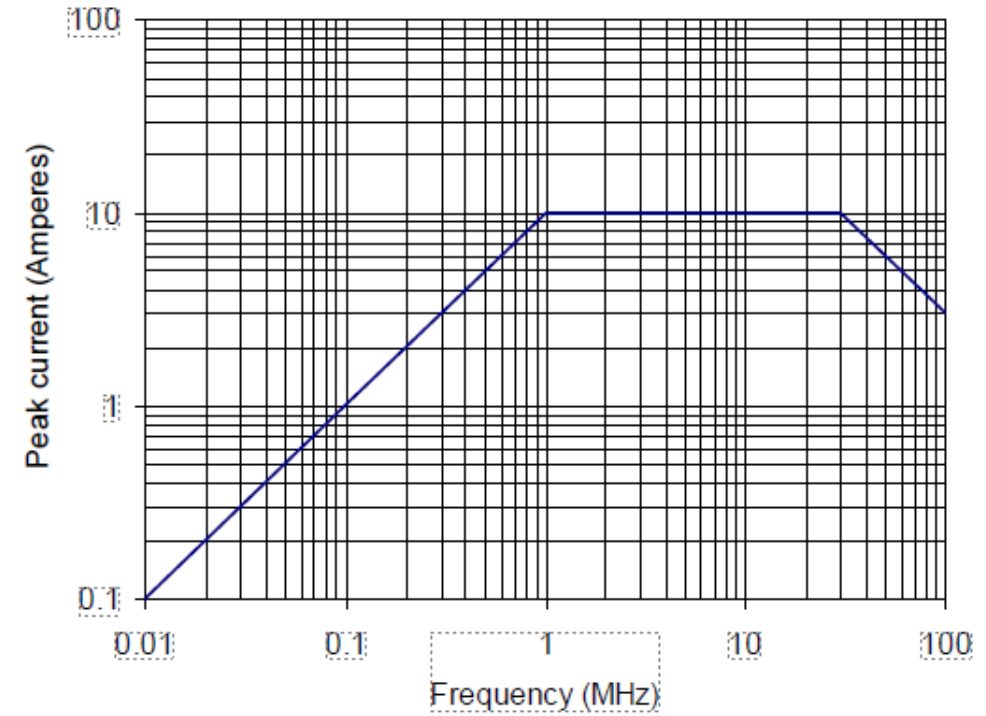
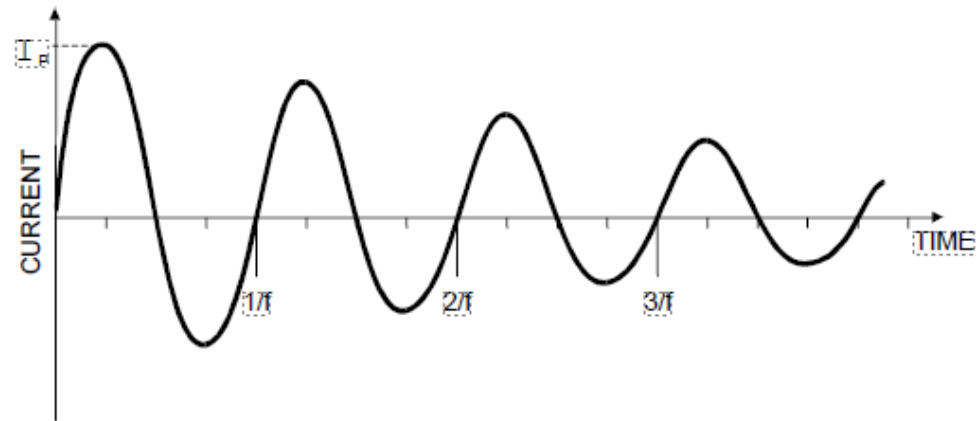
CS116, conducted susceptibility, damped sinusoidal transients, cables and power leads.

(LEMP)

Bei diesem Verfahren wird mit einer Koppelzange auf alle Kabel ein transientes Störsignal (gedämpfte Sinusschwingung) eingekoppelt, dieses ist in seiner maximalen Leistung begrenzt und muss bei mindestens 6 Frequenzen erfolgen.

Bei Stromleitungen ist der Test zusätzlich zum Common-Mode auch im Differential-Mode anzuwenden (Ausnahmen beachten!)

Verfahren – CS116

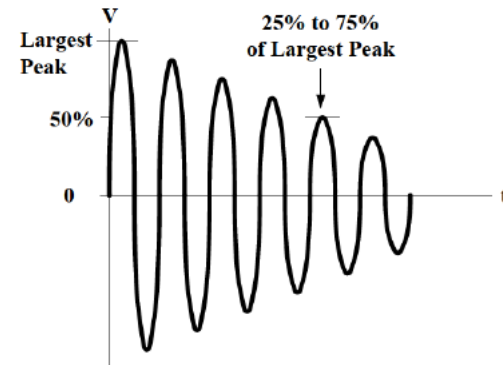


CS117, conducted susceptibility, lightning induced transients, cables and power leads.

Bei diesem Verfahren wird mit einer Koppelzange auf alle Kabel ein transientes Störsignal (diverse Kurvenformen) eingekoppelt.

Die Pulse haben dabei bis zu 1500 V bzw. 1500 A und sind sehr Energiereich.

Verfahren – CS117



NOTE:
The waveshape may have either a damped sine or cosine waveshape.

FIGURE CS117-3. Voltage Waveform 3.

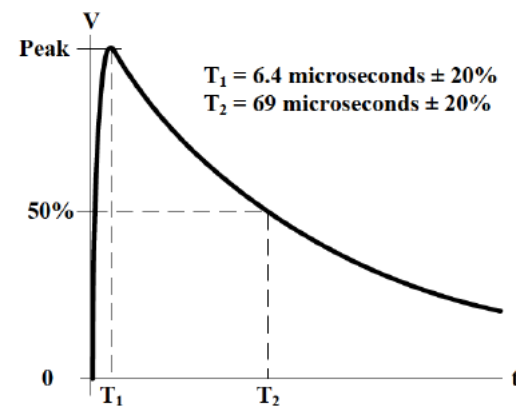


FIGURE CS117-4. Voltage Waveform 4.

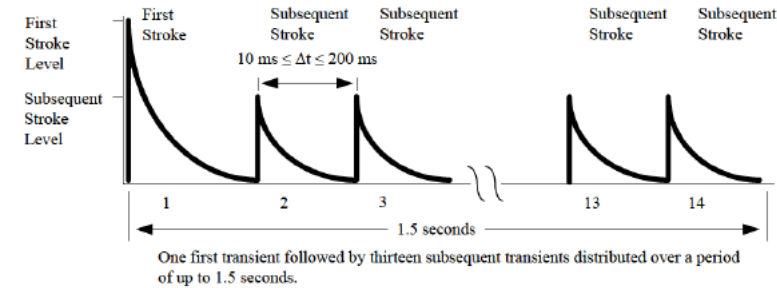


FIGURE CS117-7. Multiple stroke application.

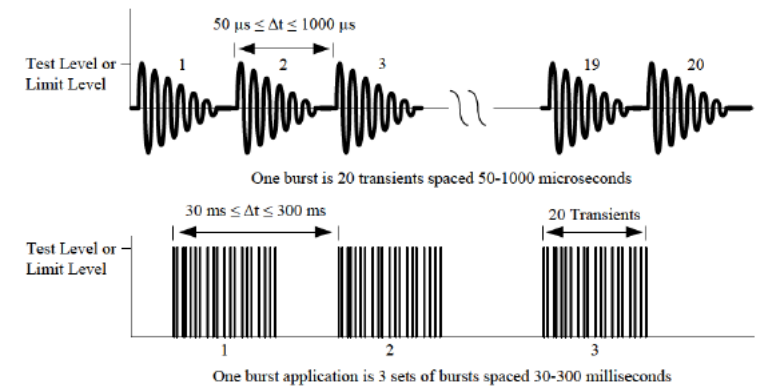


FIGURE CS117-8. Multiple burst application.

CS118, personnel borne electrostatic discharge.
(ESD)

Bei diesem Verfahren wird mit einer ESD-Pistole auf die Oberflächen des Prüflings ein transientes Störsignal eingekoppelt.

Die ESD-Pistole ist dabei identisch mit der IEC 61000-4-2, zur Kalibrierung wird das alte Targe (vor 2008!) verwendet. Der Aufbau ist aber unterschiedlich, es gibt auch keine hochohmigen Koppelplatten.

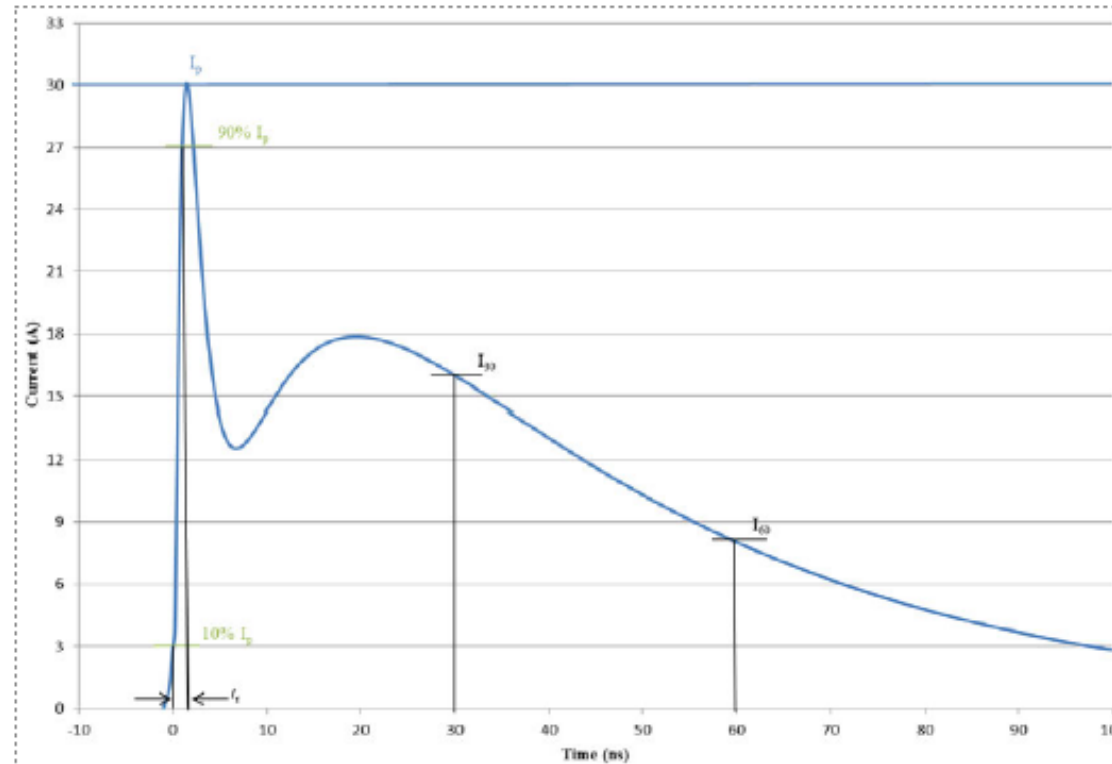


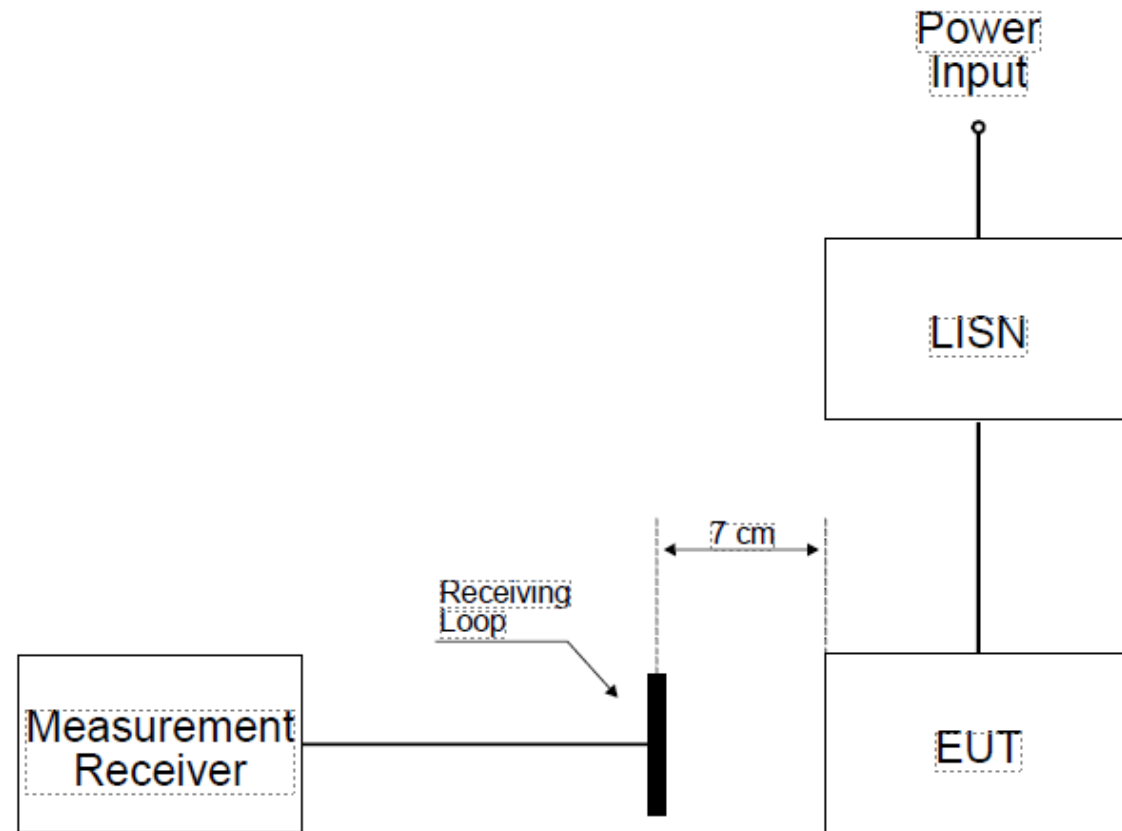
FIGURE CS118-4. Ideal contact discharge current waveform at 8 kV.

RE101, radiated emissions, magnetic field
(30 Hz bis 100 kHz)

Bei diesem Verfahren wird mit einer Magnetfeldspule die Oberfläche des Prüflings **und die Stecker** sondiert.

Da sich magnetische Felder mit niedrigen Frequenzen nur schwer schirmen lassen, ist es zu empfehlen Induktivitäten in denen starke Ströme fließen nicht zu dicht an die Außenseiten der Geräte zu bauen (A/m!).

Bei einigen Prüflingen, z.B. Elektromotoren kann es unmöglich sein diesen Test zu bestehen, dann wird ein Sicherheitsabstand ermittelt und im Bericht vermerkt, der Systemintegrator hat dann zu entscheiden ob der Prüfling akzeptiert werden kann.



RE102, radiated emissions, electric field
(10 kHz bis 18 GHz)

Bei diesem Verfahren wird mit bestimmten E-Feld Antennen das vom Prüfling und seinen Kabeln emittierte elektrische Feld gemessen.

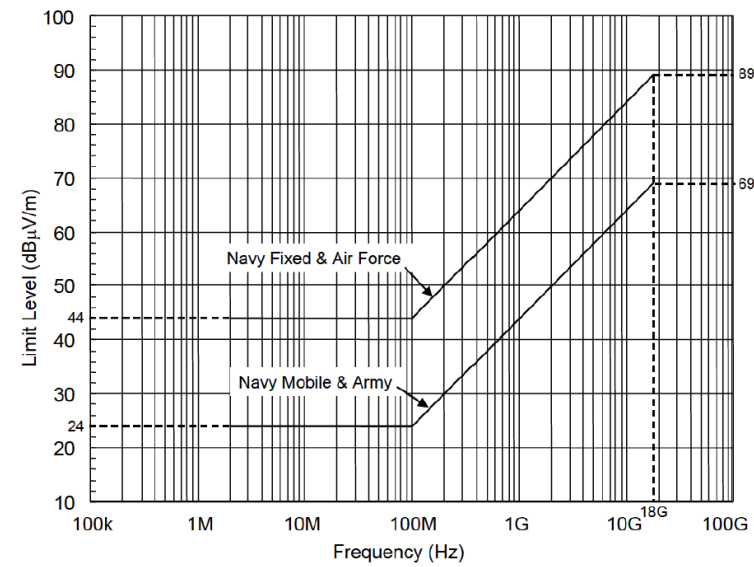
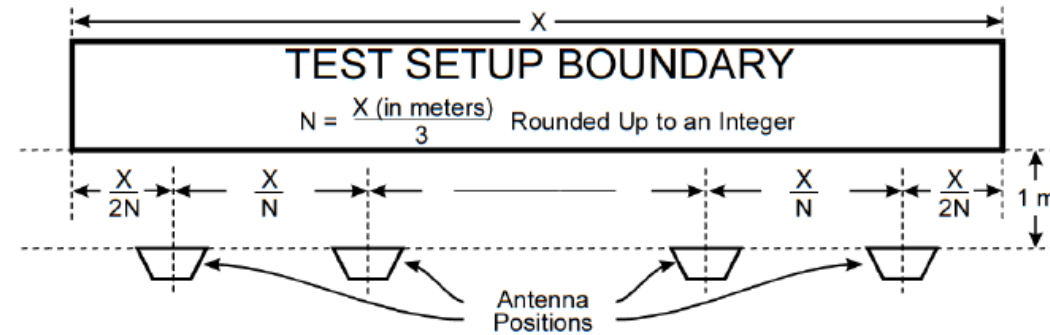
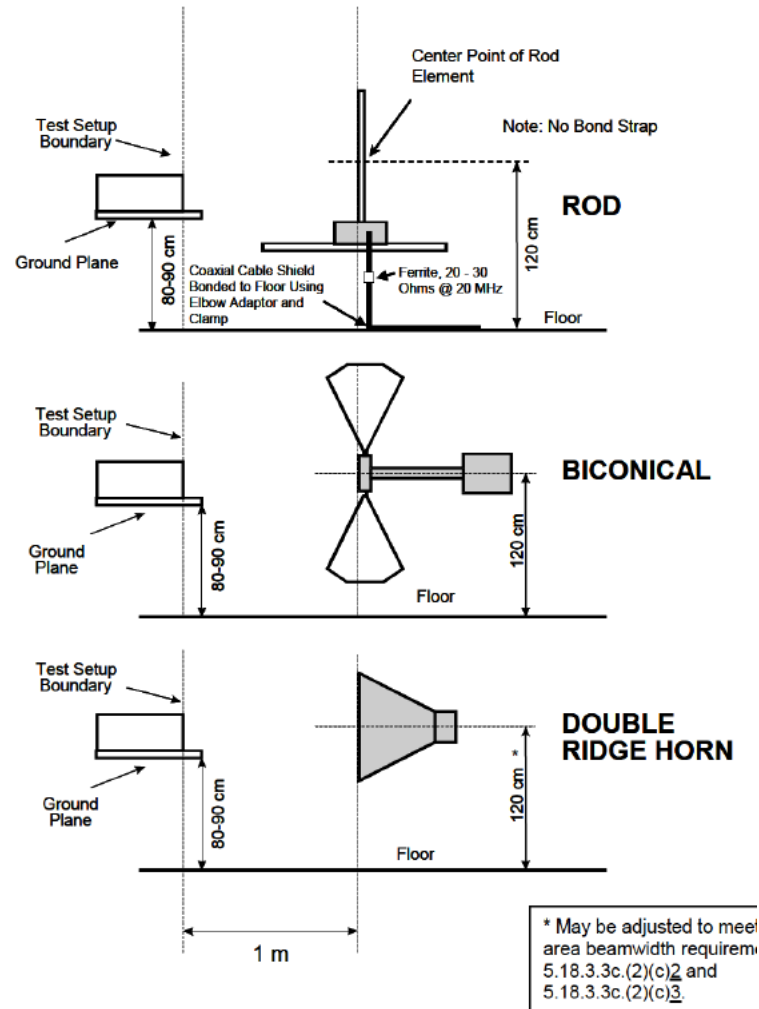
Da sich magnetische Felder mit niedrigen Frequenzen nur schwer schirmen lassen, ist es zu empfehlen Induktivitäten in denen starke Ströme fließen nicht zu dicht an die Außenseiten der Geräte zu bauen (A/m!).

Ein Ethernet Cat. 7 Kabel hält die Grenzwerte für Army, Ground nicht ein, hier sind besondere Kabelaufbauten nötig.

Auch HDMI oder USB sind in diesem Bereich nicht geeignet.

Bei Funksendern mit hohen Leistungen (über 500 W) sind einfache Coaxialkabel (ca. 60 dB Schirmdämpfung) für die meisten Anwendungen ebenfalls nicht mehr nutzbar, auch hier sollte rechtzeitig ein Augenmerk drauf gelegt werden in der Entwicklung.

Verfahren – RE102



RE103, radiated emissions, antenna spurious and harmonic outputs.
(10 kHz bis 40 GHz)

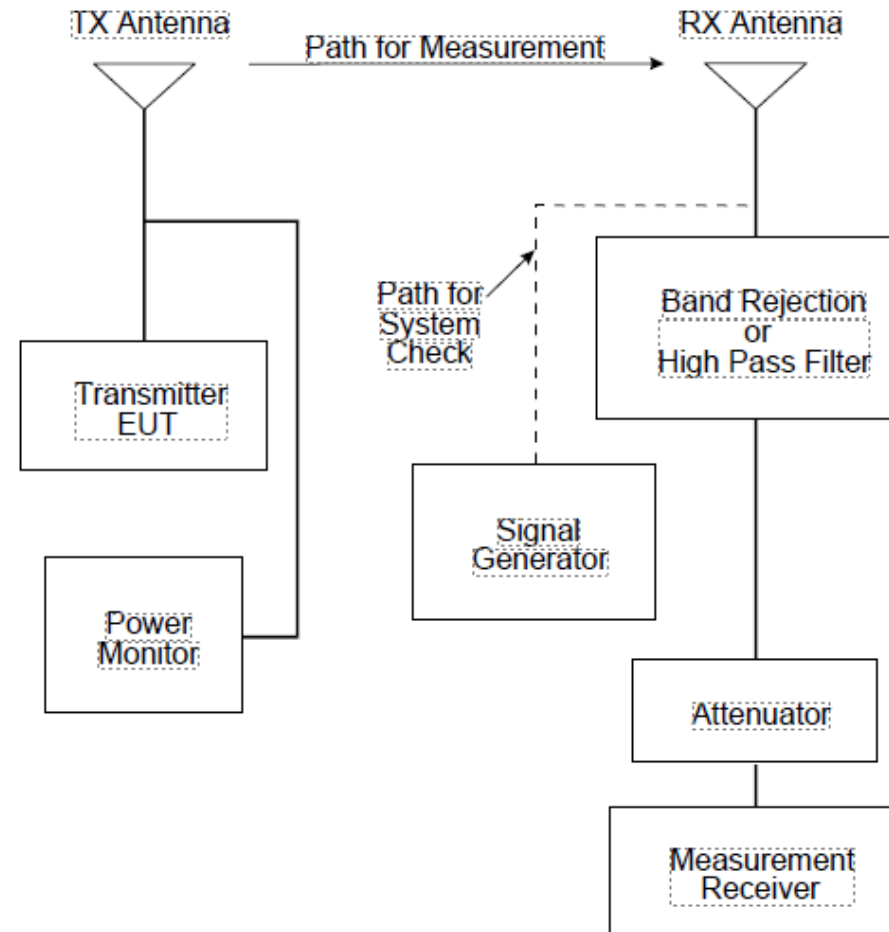
Bei diesem Verfahren wird mit bestimmten E-Feld Antennen das vom Prüfling und seinen Antennen emittierte elektrische Feld gemessen.

Das Verfahren ist anzuwenden, wenn CE106 nicht möglich ist (nicht abnehmbare Antennen), sonst wird CE106 bevorzugt.

Da im Fernfeld gemessen werden muss, ist dieses Verfahren bei niedrigen Frequenzen teilweise nur sehr schwer und teuer zu realisieren.

Werden im aktiven Betrieb die Grenzwerte von RE102 eingehalten, gilt diese Anforderung immer als erfüllt.

Auch hier werden oft wie schon bei der CE106 Bandsperren für die speziellen Fälle benötigt.



RS101, radiated susceptibility, magnetic field
(30 Hz bis 100 kHz)

Bei diesem Verfahren wird mit einer Loop-Antenne ein starkes magnetisches Feld in den Prüfling eingeprägt.

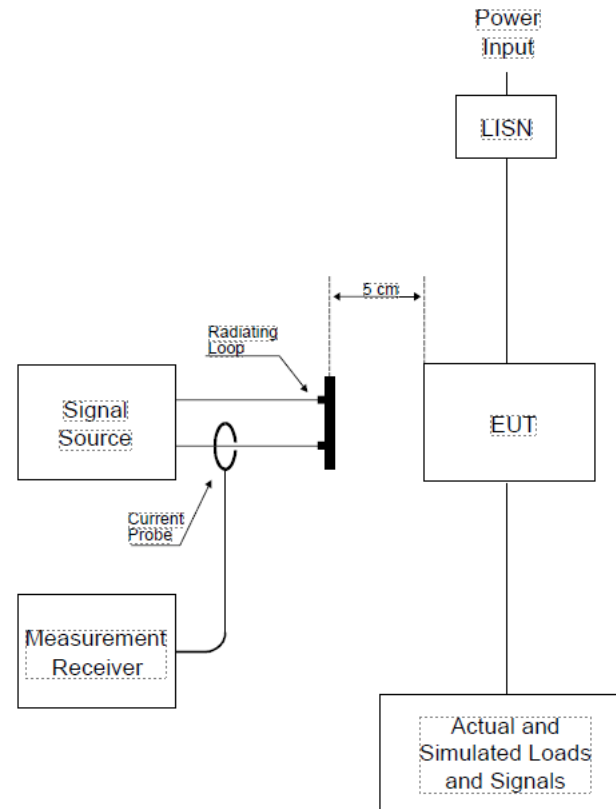
Dieser Test kann bei großen Prüflingen sehr zeitintensiv und daher teuer werden, da die Ausleuchtung in 30 x 30 cm Fenstern erfolgt.

Bei großen Prüflingen empfiehlt es sich daher mit dem Kunden konkrete Testpunkte abzustimmen um den Aufwand und die Kosten in Grenzen zu halten, damit haben wir bei TREO bisher gute Erfahrungen gemacht.

Der Standard selbst beschreibt diese Reduzierung auf sensible Punkte leider nicht, es handelt sich um eine “Best Practice”.

Der Test wird auch auf die Stecker angewendet!

Verfahren – RS101



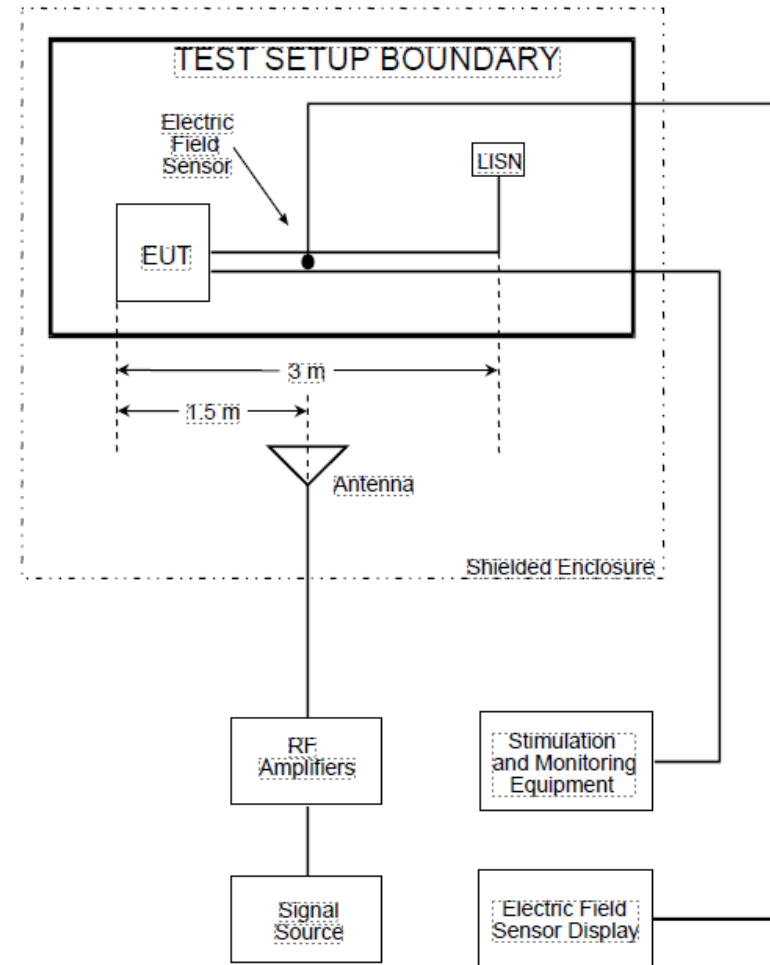
RS103, radiated susceptibility, electric field
(10 kHz bis 18 GHz)

Bei diesem Verfahren wird mit Antennen ein starkes elektrisches Feld in den Prüfling eingeprägt.

Dieser Test kann bei großen Prüflingen mit hohen Feldstärkeanforderungen sehr zeitintensiv und daher teuer werden, da die Ausleuchtung ggf. in Fenstern erfolgt muss.

Dieses Verfahren regelt nicht wie meistens üblich auf die Leistung die während einer Leerfeldkalibrierung ermittelt wurde sondern auf eine Feldsonde die während der Prüfung im ausgeleuchteten Feld positioniert wird.

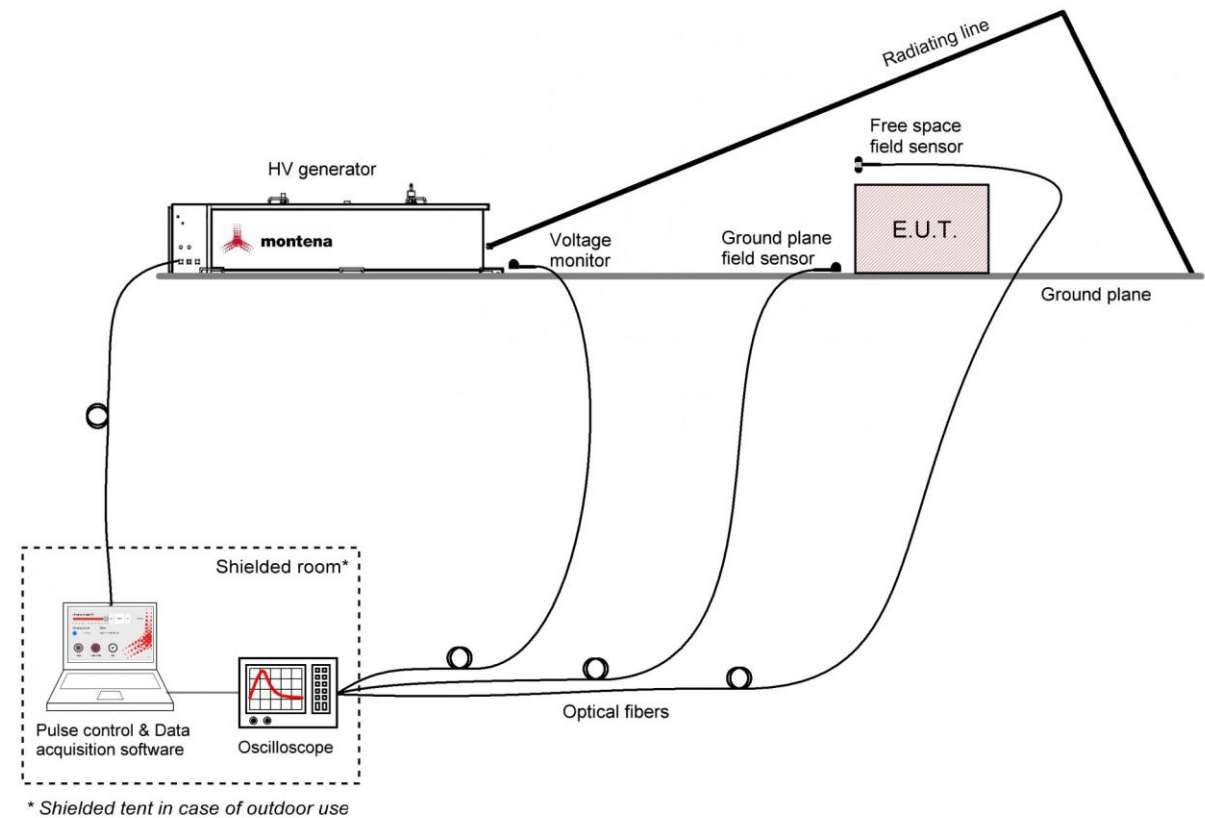
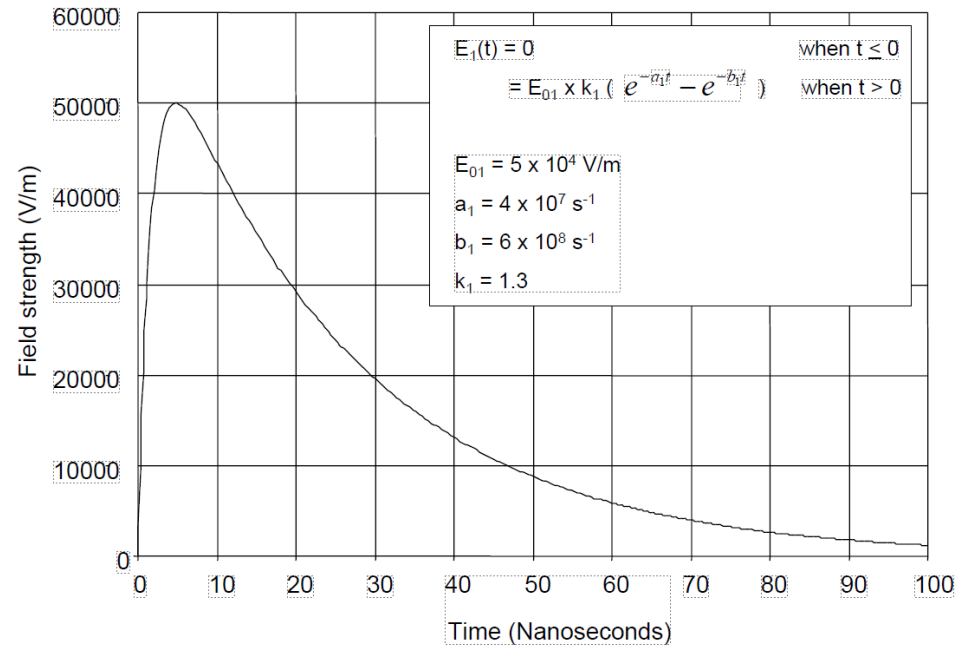
Die Prüfung ist mit moduliertem Signal zu durchlaufen, regelt man zunächst auf ein CW Signal bei den hohen Feldstärken, kann es zu einem ungewollten “Fail” führen, hier sollte ein besonderes Augenmerk drauf gelegt werden, da nicht alle Softwares auf dem Markt dieses auch korrekt umsetzen!

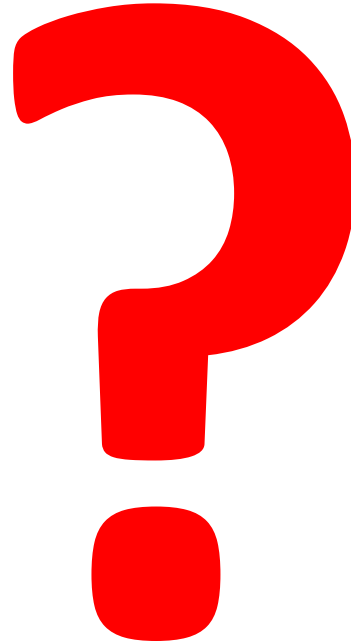


RS105, radiated susceptibility, transient electromagnetic field.
(EMP)

Bei diesem Verfahren wird unter einer Stripline ein extrem starkes transients elektrisches Feld (50.000 V/m) in den Prüfling eingeprägt.

Verfahren – RS105





Testing? **Treo.**



EMV-Überblick über die
Prüfverfahren:
VG 95373:2021

- Historisches und Quellen
- Allgemeine Informationen
- Prüfmatrix
- Verfahren
- Fragen

Die VG95373 beschreibt EMV-Anforderungen an militärische Geräte und wurde seit seiner ersten Veröffentlichung 1986 stetig weiterentwickelt, aktuell ist von 2021 und der Stand der Technik.

Der Standard kann bei DIN Media kostenpflichtig erworben werden unter:

[VG 95373-1 - 2021-05 - DIN Media](#)

Die Verfahren werden unterteilt in:

- Feldgebundene Prüfungen /Messungen (S)
- Leitungsgebundene Prüfungen/Messungen (L)
- Emissions Messungen (A)
- Störfestigkeits Prüfungen (F)

Bsp.: SA = Feldgebundene Emissions Messung

Außerdem werden dort auch indirekte EMV-Verfahren beschrieben:

- Koppel Verfahren (KS)

Bsp.: KS = Koppel Verfahren

Diese Verfahren beschreiben Schirmdämpfungsmaße und werden in dieser Präsentation erstmal nicht weiter betrachtet. Ihre Endung ist ein B für Kabel und G für Gehäuse.

Die Verfahren werden dann eindeutig Nummeriert mit zwei Stellen beginnen bei 04:

Bsp.: SA 04 = Feldgebundene Emissions Messung Prüfverfahren 04

Da im Laufe der Jahre einige Verfahren entfallen sind, sind die Nummern nicht fortlaufend im aktuellen Stand.

Zusammen mit der VG 95373 welche für Geräte gilt, gibt es noch die VG 95370 welche für Systeme gilt.

Verfahren auf Geräteebeane werden daher noch mit einem G gekennzeichnet, Verfahren auf Systemebene dann mit einem S

Bsp.: SA 04 G = Feldgebundene Emissions Messung Prüfverfahren 04 auf Geräteebeane

Welche der Verfahren angewendet werden und welche Grenzwerte unterscheidet sich zunächst einmal nach der Plattform, auf der das Gerät eingesetzt werden soll:

- Die Norm gibt dazu keine Prüfmatrix an wie MIL-STD-461, vielmehr gibt Sie Empfehlungen für Plattformtypen.
- Außerdem müssen nicht zwingend alle Frequenzbereiche voll geprüft werden, die Idee ist hier mit einer für das spezielle Projekt zugeschnittenen Prüfmatrix zu arbeiten die vom Kunden vorgegeben werden soll.

Die Plattform und somit die Prüfmatrix hat einen großen Einfluss auf die anzuwendenden Verfahren und die Grenzwerte bzw. genauen Anforderungen.

Gerne steht in Datenblättern mal die Info:

Erfüllt VG 95373

ACHTUNG BEI DIESER AUSSAGE! Keine Plattform und kein Ausgabestand !

Die Norm VG 95373 ist weiter in Teile untergliedert und nicht wie der MIL-STD-461 in einem einzigen Dokument zusammengefasst:

Die Grundlegenden Anforderungen sind dabei im Teil -1 beschrieben.

Dann folgen die Prüfverfahren selbst in den Teilen -1X und die dazugehörigen Grenzwerte in den entsprechenden Teilen -2X.

Übersicht der Verfahren in den einzelnen Teilen:

Teil -10	LA 01 G
Teil -12	SA 02 G, SA 04 G
Teil -13	SF 02 G, SF 03 G
Teil -14	LF 01 G, LF 03 G, LF 04 G, LF 05, G, LF 07 G

Teil -15	KS 02 G, KS 03 G, KS 04 G
Teil -40	KS 01 B
Teil -41	KS 04 B, KS 06 B

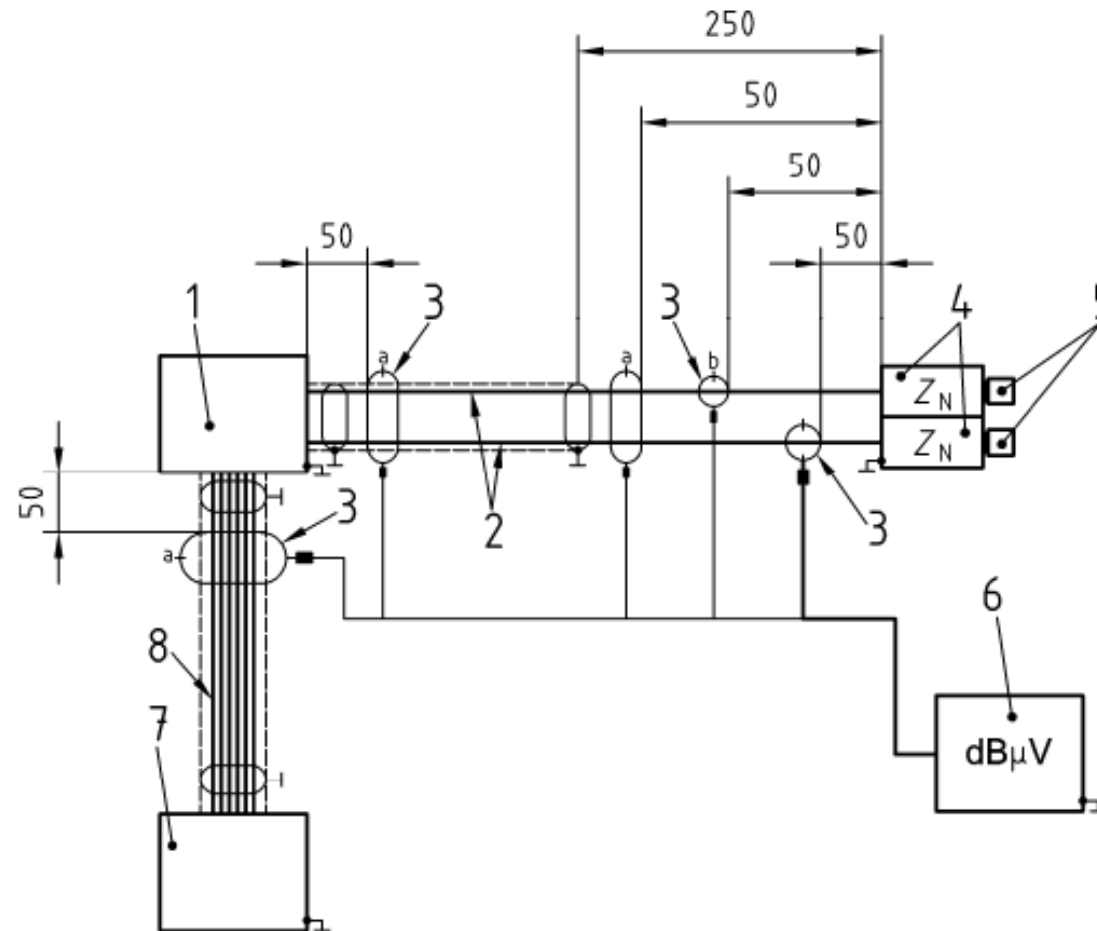
Prüfmatrix

EMV für „Fiktiv“	AC-Netz	DC-Netz	Signal	Gehäuse	Anmerkungen
LA 01 G	GWK 2 120 Hz – 10 MHz	./.	GWK 3 10 MHz – 30 MHz	./.	Aufbau nach Stand 1989 mit 5 µH LISN
SA 02 G	./.	./.	./.	GWK 1	Grenzwert nach Stand 2008
SA 04 G	./.	./.	./.	GWK 2 30 MHz – 10 GHz	
SF 02 G	./.	./.	./.	GWK 2	
SF 03 G	./.	./.	./.	GWK 2 30 MHz – 10 GHz	Modulation: 80% AM, 1 kHz zusammen mit 50 % PM, 0,5 Hz
LF 01 G	GWK 2	GWK 3	./.	./.	
LF 03 G	GWK 2	./.	./.	./.	
LF 04 G	GWK 2	GWK 3	GWK 3	./.	
LF 05 G	./.	./.	./.	GWK 2	
LF 07 G	GWK 2 1 MHz – 100 MHz	GWK 3	GWK 3	./.	Modulation: 80% AM, 1 kHz zusammen mit 50 % PM, 0,5 Hz

LA 01 G , Messung von Störströmen
(30 Hz bis 100 MHz)

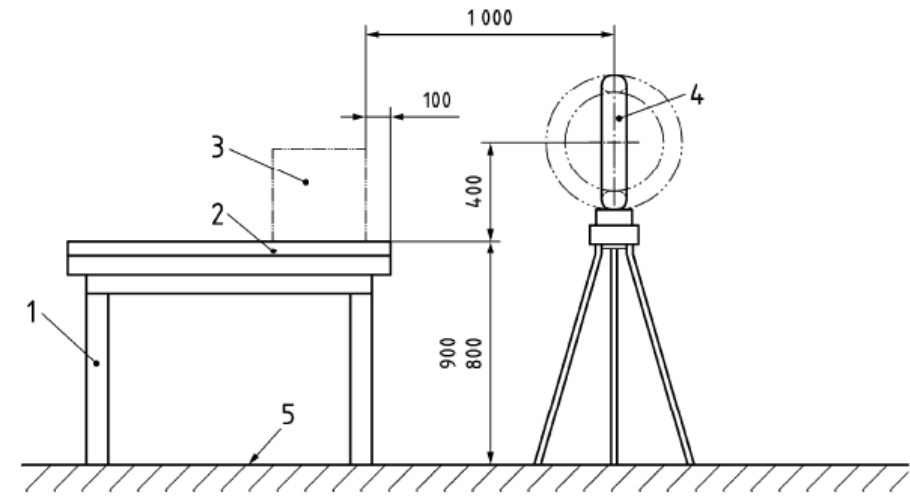
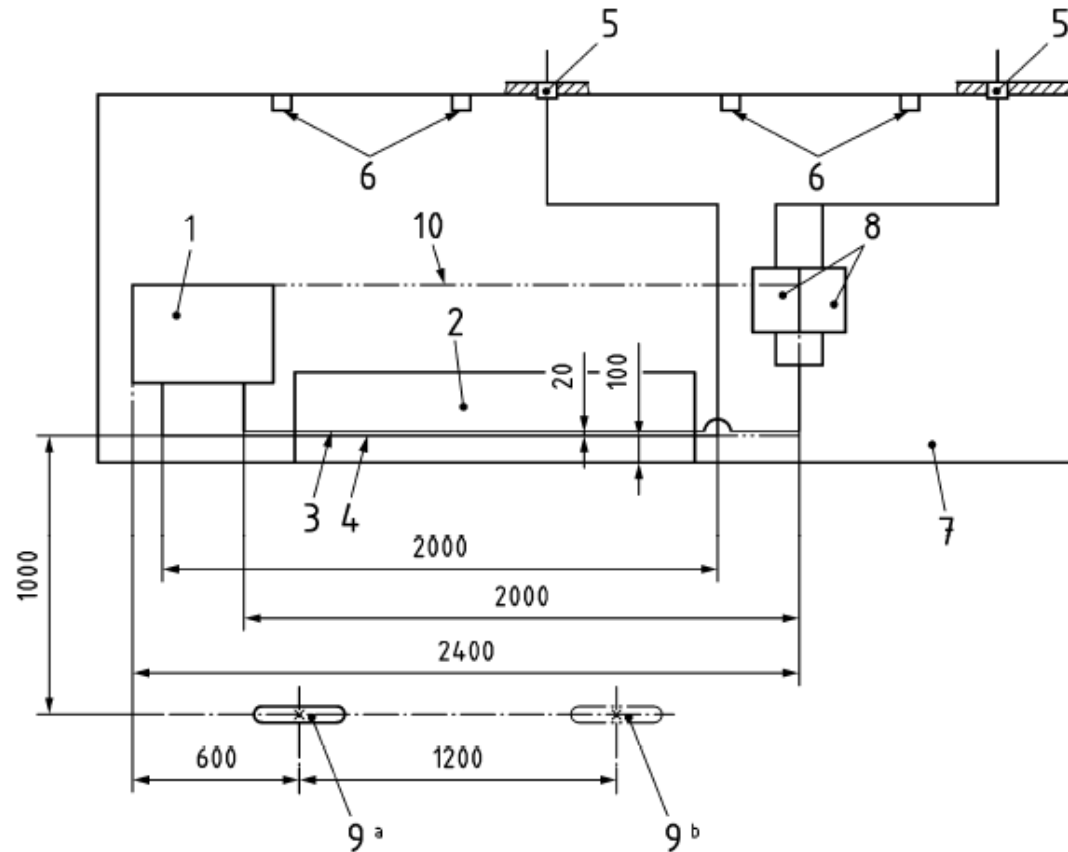
Bei diesem Verfahren wird mittels Strommesszange auf den Stromversorgungsleitungen im Differential-Mode gemessen, zusätzlich auch im Common-Mode ohne Schirm und für Signalleitungen nur im Common-Mode.

Ab 30 MHz wird die 50 μ H LISN instabil, dies führt zu hohen unschärfen, 1989 wurde hierfür noch eine 5 μ H LISN genommen.



SA 02 G , Messung von Störfeldstärken
(10 kHz bis 30 MHz)

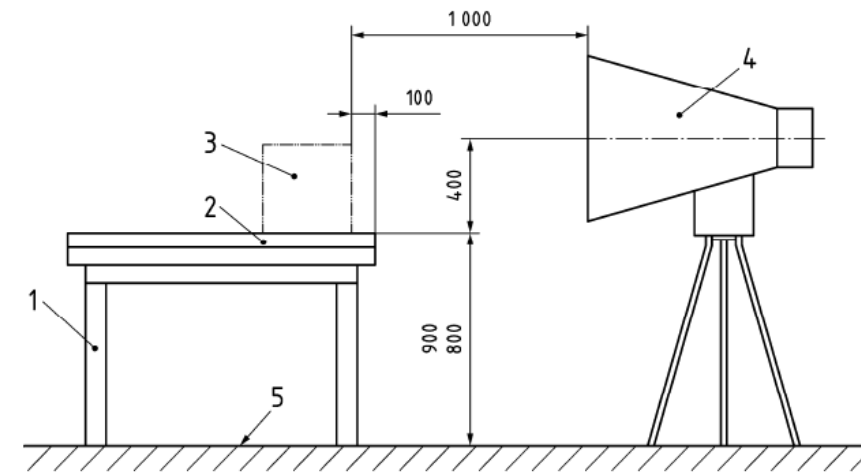
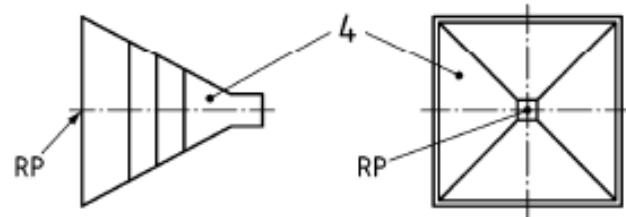
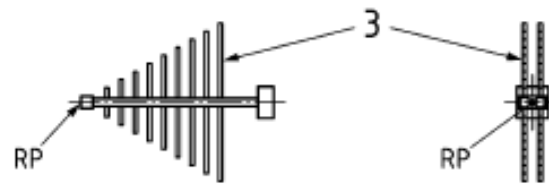
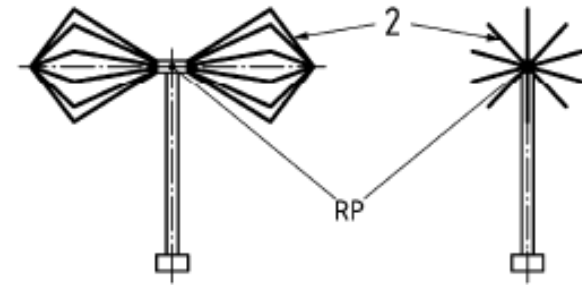
Bei diesem Verfahren wird mit einer Loop-Antenne das magnetische Feld vom Prüfling gemessen.



SA 04 G , Messung von Störfeldstärken
(30 MHz bis 40 GHz)

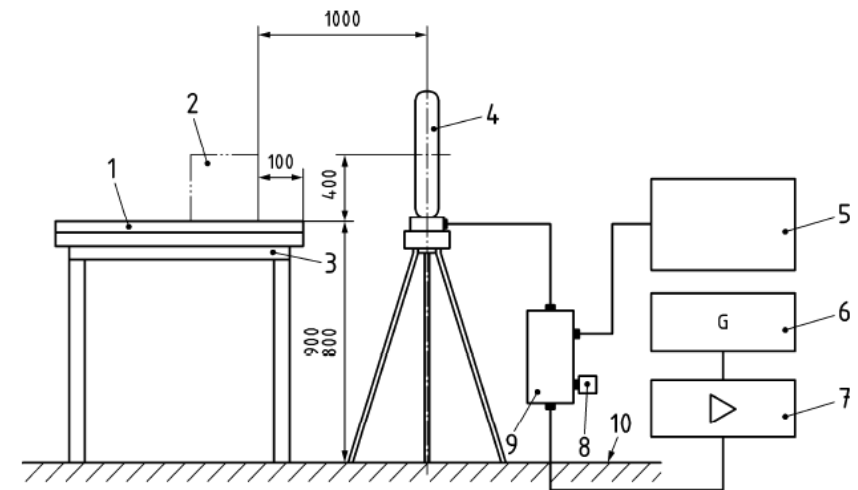
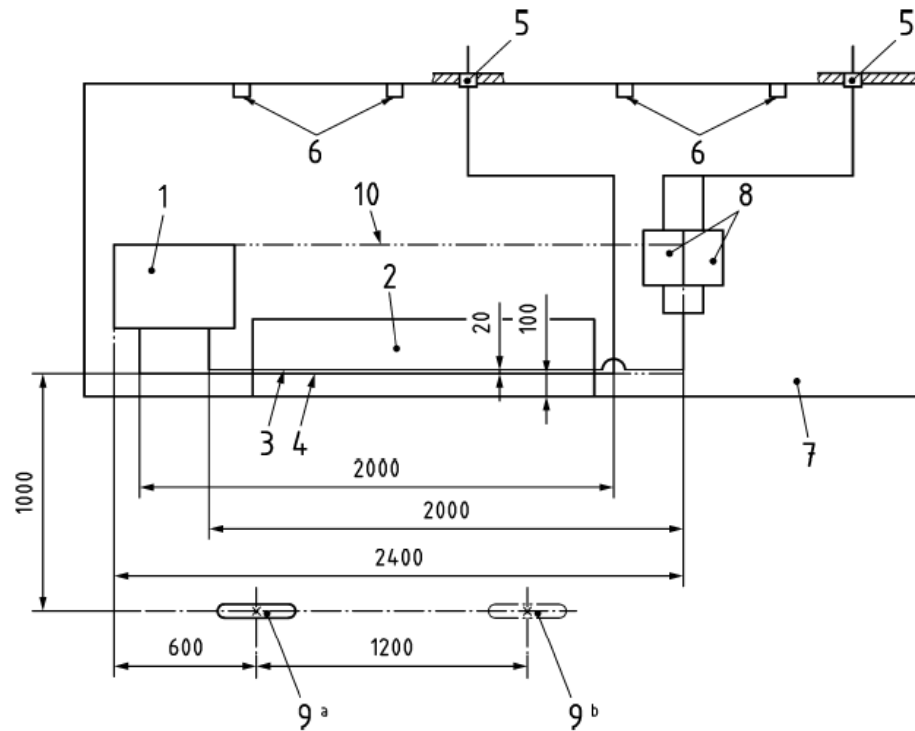
Bei diesem Verfahren wird mit diversen Antennen das elektrische Feld vom Prüfling gemessen.

Verfahren – SA 04 G



SF 02 G , Störfestigkeit gegen gestrahlte Störgrößen (Magnetfeld)
(10 kHz bis 30 MHz)

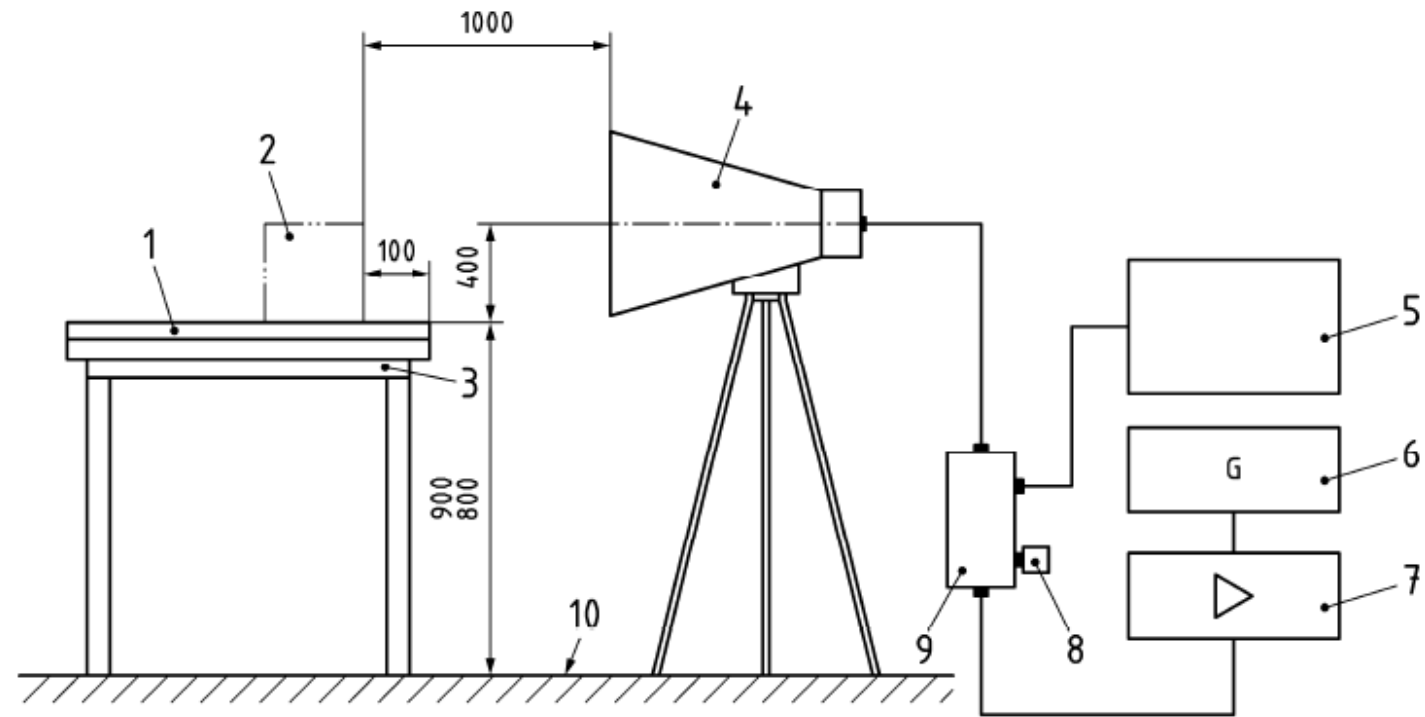
Bei diesem Verfahren wird einer Loop-Antenne ein magnetisches Feld auf den Prüfling eingeprägt.



SF 03 G , Störfestigkeit gegen gestrahlte Störgrößen (Elektrisches Feld)
(30 MHz bis 40 GHz)

Bei diesem Verfahren wird mittels diverser Antennen ein elektrisches Feld auf den Prüfling eingeprägt.

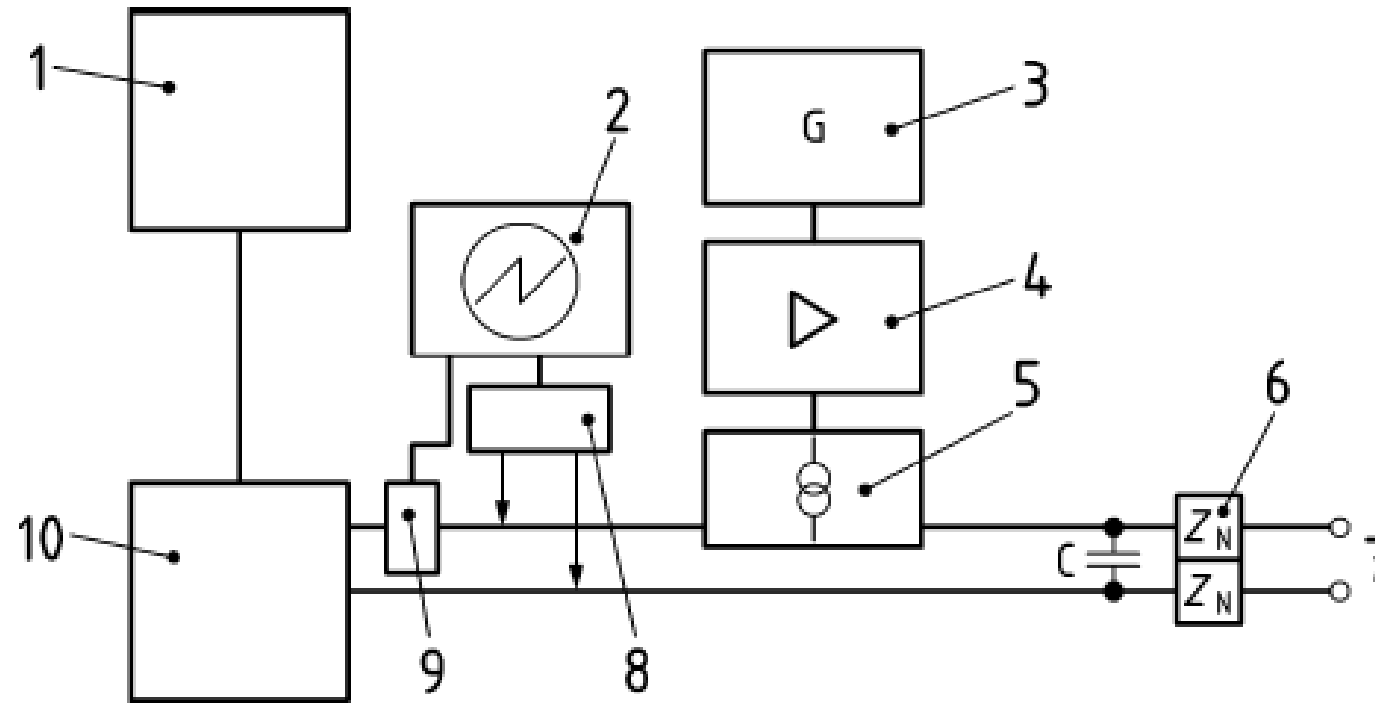
Verfahren – SF 03 G



LF 01 G , Störfestigkeit von Stromversorgungsleitungen gegen
leitungsgeführte Störgrößen
(30 Hz bis 100 kHz)

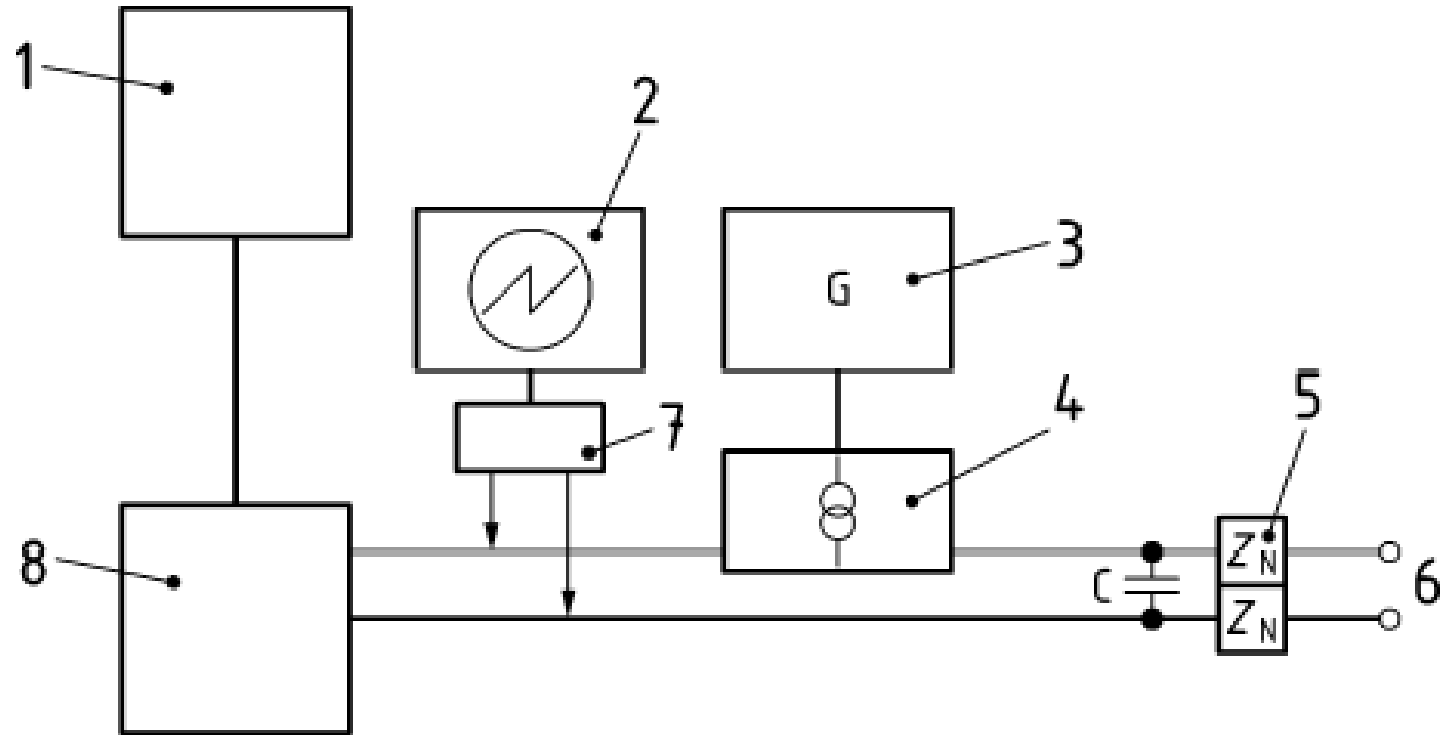
Bei diesem Verfahren wird mit einem Trafo eine niederfrequente Störung
im Differential-Mode auf die Netzversorgung eingekoppelt.

Solche Störungen werden beispielsweise durch Brückengleichrichter
erzeugt.



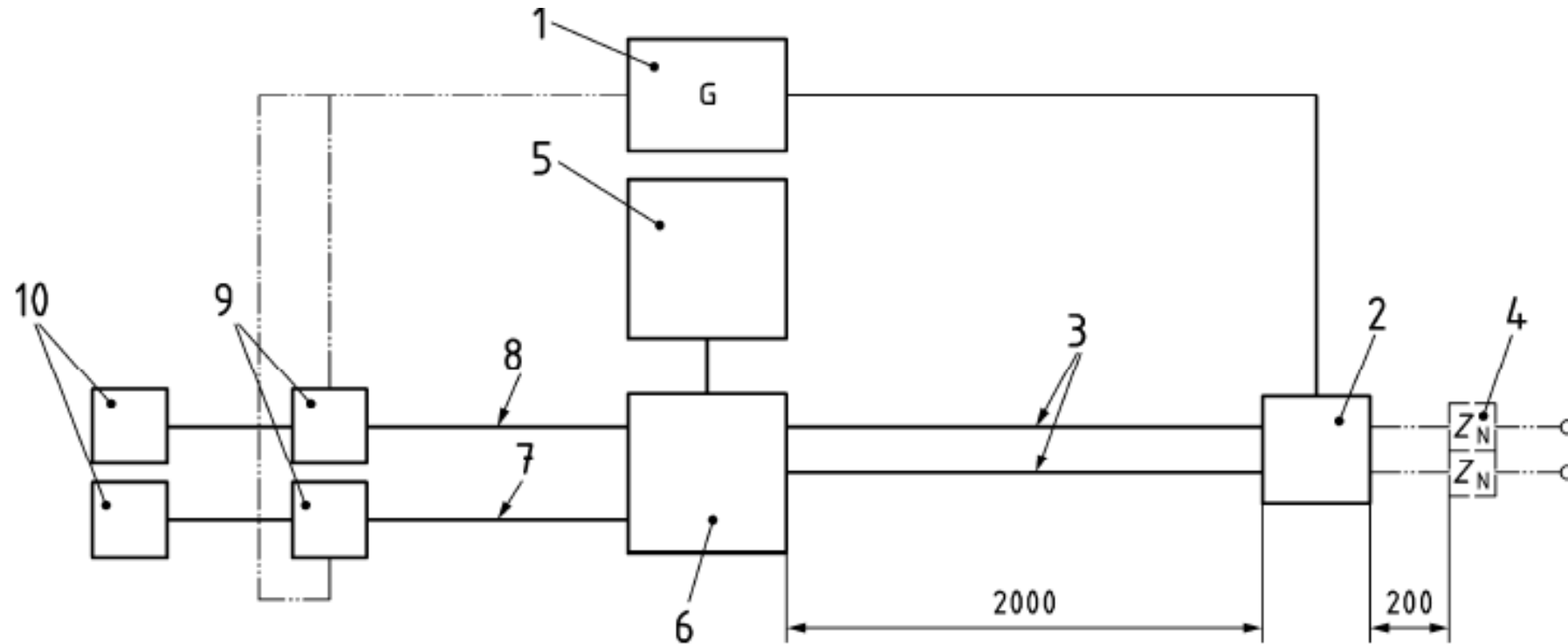
LF 03 G , Störfestigkeit gegen Mikrosekunden-Impulse an den Anschlüssen für Stromversorgungsleitungen
(Zeitbereich)

Bei diesem Verfahren wird eine Transiente im Differential-Mode auf die Stromversorgungsanschlüsse gekoppelt.



LF 04 G , Störfestigkeit gegen Nanosekunden-Impulse (Burst) an den Anschlüssen für Leitungen und Schirme
(Zeitbereich)

Diese Prüfung entspricht der IEC 61000-4-4 (Burst)

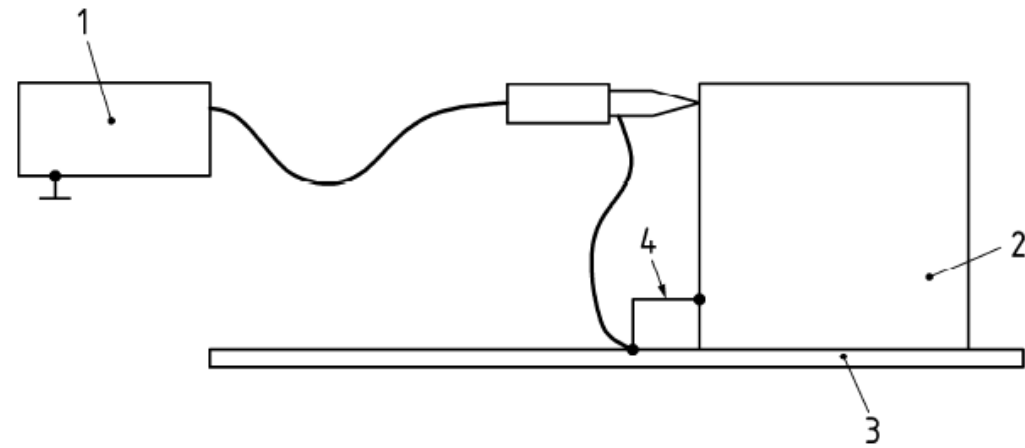


LF 05 G , Störfestigkeit gegen Entladungen statischer Elektrizität
(Zeitbereich)

Diese Prüfung entspricht der IEC 61000-4-2 (ESD)

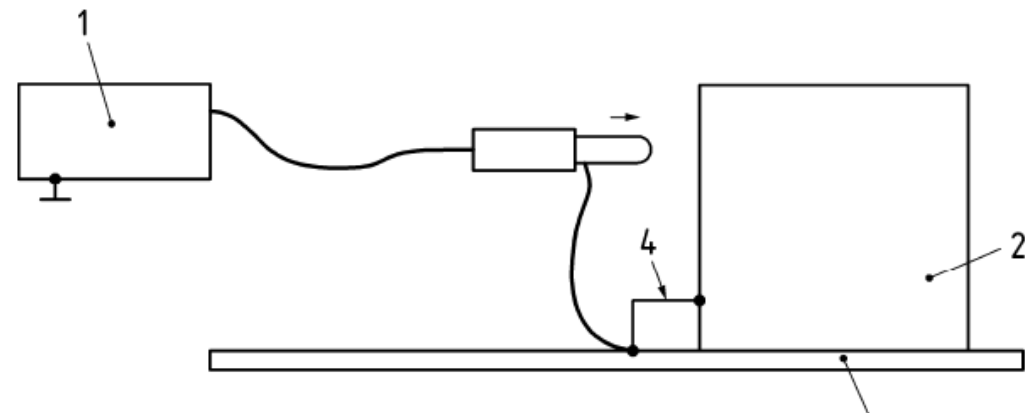
Bei geerdeten Geräten wird auf die Koppelplatten verzichtet, außerdem auf den Hochohmigen Prüftisch.

Verfahren – LF 05 G



a) Kontaktentladung

a) Contact discharge



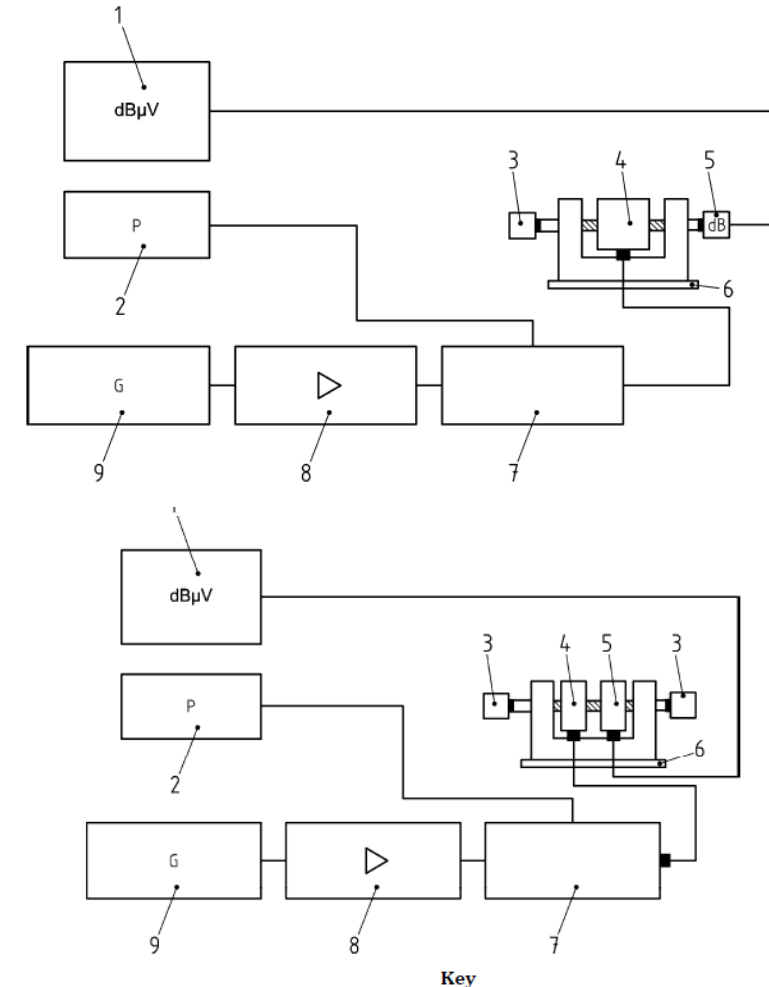
LF 07 G , Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen
(10 kHz – 400 MHz)

Bei diesem Verfahren wird mit einer Koppelzange auf alle Kabel ein Störstrom eingekoppelt, dieser ist in seiner maximalen Leistung begrenzt.

In diesem Verfahren wird auch eine Funktionsprüfung der Messkette durchgeführt, hier ist ein Fehler in der Norm Welcher schnell zu einer fehlerhaften Funktionsprüfung führen kann.

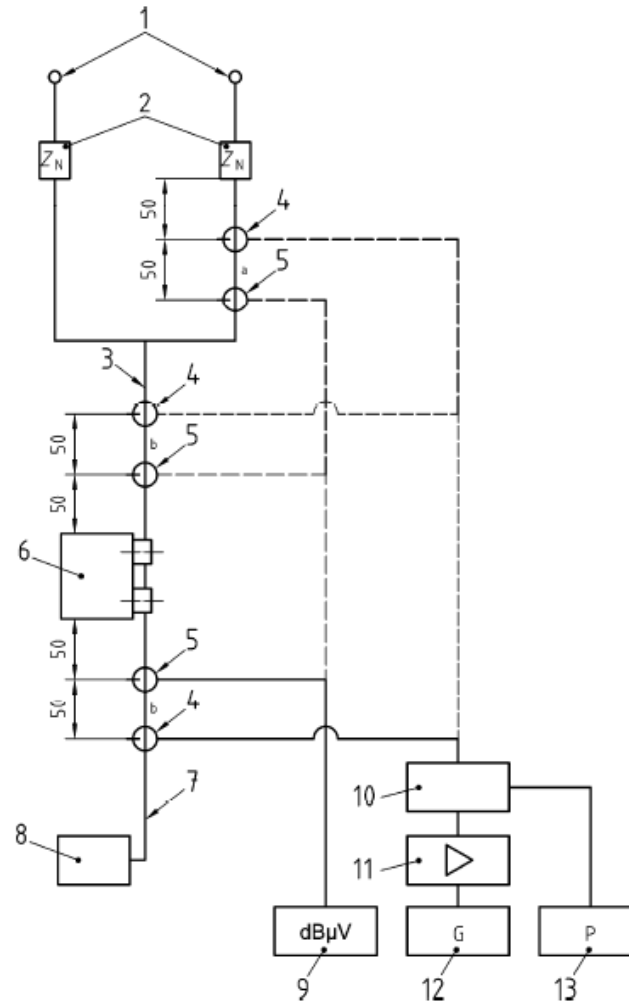
Während der Kalibrierung (Bild oben) fehlt die Strommesszange die bei hohen Frequenzen eine signifikante Impedanz darstellt.

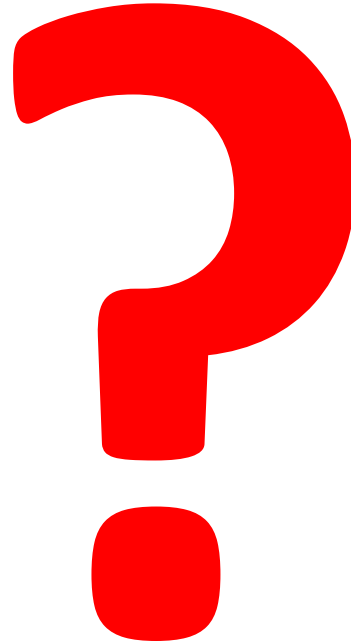
Bei der Funktionsprüfung (Bild unten) ist diese dann dabei und reduziert den erreichten Strom Prüfstrom.



Um dieses Problem zu lösen, muss die Strommesszange auch schon bei der Kalibrierung dabei sein.

Ab 200 MHz wird der Einfluss der Zange so stark, dass die Funktionsprüfung sonst nicht gelingt. Der Prüfling wird sonst auch in diesem Bereich ggf. untertestet.





Testing? **Treo.**

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit