

	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Teil 5-7: Installationsrichtlinien und Abhilfemaßnahmen – Schutzarten durch Gehäuse gegen elektromagnetische Störgrößen (EM-Code) (IEC 61000-5-7:2001) Deutsche Fassung EN 61000-5-7:2001	DIN EN 61000-5-7
VDE	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekannt gegeben worden.	Klassifikation VDE 0847 Teil 5-7
ICS 33.100.20 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5-7: Installation and mitigation guidelines – Degrees of protection provided by enclosures against electromagnetic disturbances (EM code) (IEC 61000-5-7:2001); German version EN 61000-5-7:2001 Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 5-7: Guide d'installation et d'atténuation – Degrés de protection procurés par les enveloppes contre les perturbations électromagnétiques (Code EM) (CEI 61000-5-7:2001); Version allemande EN 61000-5-7:2001 Die Europäische Norm EN 61000-5-7:2001 hat den Status einer Deutschen Norm. Beginn der Gültigkeit Die EN 61000-5-7 wurde 2001-01-01 angenommen. Nationales Vorwort Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 767.3 „Hochfrequente Störgrößen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig. Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN EN 61000-5-7 (VDE 0847 Teil 5-7):2001-01. Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 77C „High power transient phenomena“ erarbeitet. Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zum Jahr 2007 unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation – bestätigt, – zurückgezogen, – durch eine Folgeausgabe ersetzt oder – geändert. Fortsetzung Seite 2 und 3 und 27 Seiten EN DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Diese Norm enthält die Deutsche Fassung der Europäischen Norm EN 61000-5-7:2001-04 „Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 5-7: Installationsrichtlinien und Abhilfemaßnahmen – Schutzarten durch Gehäuse gegen elektromagnetische Störgrößen (EM-Code)“, in die die Internationale Norm IEC 61000-5-7:2001-01 „Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5-7: Installation and mitigation guidelines – Degree of protection provided by enclosures against electromagnetic disturbances (EM code)“ übernommen worden ist.

Sie legt Kennzeichnungen für das elektromagnetische Schirmverhalten und Prüfanforderungen und –verfahren in Bezug auf das elektromagnetische Schirmverhalten von leeren Gehäusen von elektrischen und elektronischen Einrichtungen (Betriebsmitteln, Geräten) fest.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050-161:1990 A1:1997 A2:1998	Deutsche Ausgabe des Internationalen Elektrotechnischen Wörterbuchs – Kapitel 161: Elektromagnetische Verträglichkeit:1999	–
–	IEC 60050-826 ¹⁾	E DIN IEC 60050-826 (VDE 0100 Teil 200):2001-05	VDE 0100 Teil 200
EN 60068-1:1994	IEC 60068-1:1988 + A1:1992	DIN EN 60068-1:1995-03	–
EN 60529:1991 + A1:2000	IEC 60529:1989 + A1:1999	DIN EN 60529 (VDE 0470-1):2000-09	VDE 0470 Teil 1
EN 61000-4-3:1996 + A1:1998 + A2:2001	IEC 61000-4-3:1995 +A1:1998 + A2:2001	DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847-4-3):2001-12	VDE 0847 Teil 4-3
EN 61000-4-23:2000	IEC 61000-4-23:2000	DIN EN 61000-4-23 VDE 0847 Teil 4-23:2001-12	VDE 0847 Teil 4-23

¹⁾ z. Z. Entwurf

Nationaler Anhang NB (informativ) Literaturhinweise

Deutsche Ausgabe des Internationalen Elektrotechnischen Wörterbuchs – Kapitel 161: Elektromagnetische Verträglichkeit, *Deutsche Ausgabe des Internationalen Elektrotechnischen Wörterbuchs – Kapitel 161: Elektromagnetische Verträglichkeit; Konsolidierte Fassung aus IEC 60050-161:1990-08, Änderung 1:1997-10 und Änderung 2:1998-04*

E DIN IEC 60050-826 (VDE 0100 Teil 200), *Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 200: Begriffe (IEC 64/1169/CD:2001)*

DIN EN 60068-1, *Umweltprüfungen – Teil 1: Allgemeines und Leitfaden (IEC 60068-1:1988 + Corrigendum Oktober 1988 + A1:1992); Deutsche Fassung EN 60068-1:1994*

DIN EN 60529 (VDE 0470 Teil 1), *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529:1989 + A1:1999); Deutsche Fassung EN 60529:1991 + A1:2000*

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 (IEC 61000-4-3:1995 + A1:1998 + A2:2000); Deutsche Fassung EN 61000-4-3:1996 + A1:1998 + A2:2001*

DIN EN 61000-4-23 (VDE 0847-4-23), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-23: Prüf- und Messverfahren – Prüfverfahren für Geräte zum Schutz gegen HEMP und andere gestrahlte Störgrößen (IEC 61000-4-23:2000); Deutsche Fassung EN 61000-4-23:2000*

– Leerseite –

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
Teil 5-7: Installationsrichtlinien und Abhilfemaßnahmen – Schutzarten durch
Gehäuse gegen elektromagnetische Störgrößen (EM-Code)
(IEC 61000-5-7:2001)

Electromagnetic compatibility (EMC)
Part 5-7: Installation and mitigation guidelines –
Degrees of protection provided by enclosures
against electromagnetic disturbances (EM code)
(IEC 61000-5-7:2001)

Compatibilité électromagnétique (CEM)
Partie 5-7: Guide d'installation et d'atténuation –
Degrés de protection procurés par les
enveloppes contre les perturbations
électromagnétiques (Code EM)
(CEI 61000-5-7:2001)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2001-01-01 angenommen. Die 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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 77C/96/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 61000-5-7, ausgearbeitet von dem SC 77C „High power transient phenomena“ des IEC TC 77 „Electromagnetic compatibility“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2001-01-01 als EN 61000-5-7 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2001-11-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2004-01-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.
Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.
In dieser Norm ist Anhang ZA normativ und sind die Anhänge A bis D informativ.
Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61000-5-7:2000 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 60297-1	ANMERKUNG Harmonisiert als HD 493.1 S1:1988 (nicht modifiziert).
IEC 60297-2	ANMERKUNG Harmonisiert als HD 493.2 S1:1988 (nicht modifiziert).
IEC 60297-3	ANMERKUNG Harmonisiert als HD 493.3 S1:1988 (nicht modifiziert).
IEC 60297-4	ANMERKUNG Harmonisiert als EN 60297-4:1995 (nicht modifiziert).
IEC 60917-1	ANMERKUNG Harmonisiert als EN 60917-1:1998 (nicht modifiziert).

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Normative Verweisungen.....	5
3 Allgemeines.....	6
4 Definitionen	7
5 Bezeichnungen für das Schirmverhalten	10
6 Allgemeiner Prüfansatz.....	11
7 Prüfanforderungen	12
7.1 Atmosphärische Bedingungen.....	12
7.2 Prüfmuster.....	12
7.3 Analyseanforderungen.....	13
7.4 Auswahl der Prüffrequenz.....	13
7.5 Festlegung der Prüfmatrix.....	13
7.6 Anforderungen an die Prüfeinrichtung	14
7.7 Sicherheitsanforderungen.....	14
7.8 Anforderungen an den Prüfplan.....	14
7.9 Durchführung der Prüfung	15
7.10 Schlussfolgerungen aus der Prüfung.....	21
7.11 Prüfbericht.....	21
8 Klasseneinteilung.....	21
Anhang A (informativ) Einige Gesichtspunkte zur Auswahl der Anforderungen an den elektromagnetischen Schutz durch Gehäuse	22
Anhang B (informativ) Zusammenfassung der Verantwortlichkeiten von entsprechenden Produktkomitees	23
Anhang C (informativ) Andere Prüfverfahren – TEM-Wellenleiter und Streifenleitungen.....	24
Anhang D (informativ) Antennen.....	25
D.1 Bikonische Antenne (30 MHz bis 1 GHz).....	25
D.2 Logarithmisch periodische Antenne (30 MHz bis 1 GHz)	25
Literaturhinweise	26
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....	27
 Bild 1 – Prüfaufbau für die Schirmdämpfungsmessung im Niederfrequenzbereich – Lichtwellenleiter	17
Bild 2 – Prüfaufbau für die Schirmdämpfungsmessung im Niederfrequenzbereich – Festdraht (wie in Bild 1 werden mehrere Polarisationen verwendet)	18
Bild 3 – Beispiel einer Anordnung zur Messung des Rauschens für Prüfungen im Niederfrequenzbereich.....	19

Bild 4 – Beispiel eines Kalibrierungsaufbaus für Prüfungen im Niederfrequenzbereich	20
Tabelle 1 – Bezeichnungen für den EM-Code	10
Tabelle 2 – Typische Anforderungen an Einrichtungen zur Prüfung der Schirmdämpfung des Gehäuses	14

Einleitung

Diese Norm ist ein Teil der Reihe IEC 61000 entsprechend der folgenden Struktur:

Teil 1: Allgemeines

- Allgemeine Betrachtungen (Einleitung, Grundprinzipien)
- Definitionen, Begriffe

Teil 2: Umgebung

- Umgebungsbeschreibung
- Einteilung der Umgebung in Klassen
- Verträglichkeitspegel

Teil 3: Grenzwerte

- Grenzwerte der Störaussendung
- Grenzwerte der Störfestigkeit (soweit sie nicht in den Zuständigkeitsbereich der Produktkomitees fallen)

Teil 4: Prüf- und Messverfahren

- Messverfahren
- Prüfverfahren

Teil 5: Installationsrichtlinien und Abhilfemaßnahmen

- Installationsrichtlinien
- Abhilfemaßnahmen und Geräte

Teil 9: Verschiedenes

Jeder Teil ist darüber hinaus in Hauptabschnitte unterteilt, die entweder als Internationale Normen, Technische Spezifikationen oder als Technische Berichte veröffentlicht werden, einige von ihnen wurden bereits als Hauptabschnitte veröffentlicht. Andere werden noch veröffentlicht, wobei der Teilnummer ein Bindestrich folgt und eine zweite Nummer die Unterteilung kennzeichnet (Beispiel: 61000-6-1).

Dieser Teil der IEC 61000 legt Kennzeichnungen für das elektromagnetische Schirmverhalten und Prüfanforderungen und -verfahren in Bezug auf das elektromagnetische Schirmverhalten von leeren Gehäusen von elektrischen und elektronischen Einrichtungen (Betriebsmitteln, Geräten) fest.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 61000 legt Leistungsanforderungen, Prüfverfahren und Verfahren der Klasseneinteilung entsprechend der Schutzgrade fest, die durch leere Gehäuse gegen elektromagnetische Störgrößen mit Frequenzen zwischen 10 kHz und 40 GHz bereitgestellt werden. Das Schirmverhalten muss vor der Installation (dem Einbau) der inneren elektrischen und/oder elektronischen Einrichtungen (Betriebsmittel, Geräte) und Komponenten (Bauteile) gemessen werden. Der durch die Schirmung bereitgestellte Schutz wird gemessen, um zu zeigen, dass das Gehäuse eine angemessene Abschirmung von elektromagnetischer Energie zur Verfügung stellt, um eine akzeptable Funktion der insgesamt zusammengestellten Einheiten zu unterstützen, wenn jene nach anwendbaren IEC-Normen geprüft werden. Es sollte jedoch beachtet werden, dass das zufrieden stellende (Schirm-)Verhalten eines leeren Gehäuses nicht notwendigerweise sicherstellt, dass die vervollständigten Einheiten alle EMV-Prüfungen nach den für die zu betreibende Einrichtung (das zu betreibende Betriebsmittel, Gerät) geltenden Normen bestehen werden.

Zweck dieser Norm ist die Bereitstellung von wiederholbaren Mitteln (Verfahren) zur Ermittlung des elektromagnetischen Schirmverhaltens von leeren mechanischen Gehäusen einschließlich Kabinen und Unterstellte, und einen Code für die Kennzeichnung festzulegen, der es einem Hersteller erlaubt, ein Gehäuse mit bekannter Fähigkeit zur Dämpfung von elektromagnetischen Feldern auszuwählen. Die Anforderungen zur Störfestigkeit gegen verschiedene Arten von elektromagnetischen Störgrößen einschließlich Blitz und in großer Höhe (außeratmosphärisch) erzeugtem nuklear-elektromagnetischem Impuls (en: HEMP) müssen von Herstellern beraten werden, wenn sie die Notwendigkeit zur Anwendung dieser Norm bei spezifischen Einrichtungen (Betriebsmitteln, Geräten) und Anwendungen bestimmen, sowie zur Bestimmung der spezifischen Anforderungen an das Schirmverhalten, die in Abhängigkeit von der Frequenz notwendig sind.

Die Übernahme des Codesystems nach dieser Norm, soweit dies möglich ist, fördert die Einheitlichkeit bei den Verfahren zur Beschreibung des Schutzes gegen elektromagnetische Belastungen, der durch Gehäuse bereitgestellt wird. Dieser schließt sowohl den Schutz von Einrichtungen (Betriebsmitteln, Geräten) im Inneren des Gehäuses gegen äußere elektromagnetische Belastungen wie auch den Schutz von äußeren Einrichtungen (Betriebsmitteln, Geräten) gegen intern erzeugte elektromagnetische Belastungen ein.

Technische Komitees, die für Gehäuse zuständig sind, können über das Ausmaß und die Weise entscheiden, inwieweit die in dieser Norm definierte Klasseneinteilung in ihren Normen verwendet wird, und das „Gehäuse“ definieren, das für ihre Einrichtungen (Betriebsmitteln, Geräten) verwendet wird. Jedoch dürfen die Prüfungen und Kategorien der Leistungsmerkmale nicht von denjenigen abweichen, die in dieser Norm festgelegt werden. Ein informativer Leitfaden in Bezug auf Einzelheiten, die in entsprechenden Produktnormen für Gehäuse festgelegt werden müssen, ist in [Anhang B](#) gegeben.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil dieses Teiles der IEC 61000 sind. Bei datierten Verweisungen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nicht. Anwender dieses Teiles der IEC 61000 werden jedoch gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, die jeweils neuesten Ausgaben der nachfolgend angegebenen normativen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen normativen Dokuments. Mitglieder von ISO und IEC führen Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

IEC 60050(161), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*.

IEC 60050(826), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 826: Electrical installations of buildings*

IEC 60068-1, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*.

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*.

IEC 61000-4-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 3: Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test.*

IEC 61000-4-23, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-23: Testing and measurement techniques – Test methods for protective devices for HEMP and other radiated disturbances.*

3 Allgemeines

Andere IEC-Normen legen Anforderungen zur Konstruktion und zur Störfestigkeitsprüfung von elektrischen und elektronischen Einrichtungen (Betriebsmitteln, Geräten), die den durch elektromagnetische Störgrößen einschließlich schneller transients elektrischer Störgrößen und Entladungen statischer Elektrizität (ESD) erzeugten Belastungen standhalten müssen, fest. Zusätzlich gibt es ähnliche Anforderungen zum Nachweis der Störfestigkeit gegen in großer Höhe (außeratmosphärisch) erzeugten nuklear-elektromagnetischen Impuls (en: HEMP). Auch sind Normen für diese Gehäuse, die andere Gesichtspunkte abdecken, vorhanden, in erster Linie [IEC 60529](#).

Jedoch müssen Hersteller dieser elektrischen und elektronischen Einrichtungen (Betriebsmittel, Geräte) für jene entweder Gehäuse konstruieren oder beschaffen, bevor die in dem vorhergehenden Abschnitt erwähnte Prüfung der Störfestigkeit gegen elektromagnetische Störgrößen durchgeführt wird. Die Hersteller werden mit ihrer Erfahrung in der Lage sein, das jeweilige spezielle elektromagnetische Schirmdämpfungsmaß zu bestimmen, das ausreichend ist, um es ihrem fertiggestellten Produkt zu ermöglichen, die erforderlichen EMV-Störfestigkeits- und Störaussendungsprüfungen zu bestehen.

Die Schirmdämpfung (en: „shielding effectiveness“, SE) ist ein weit verbreiteter Ausdruck zur Beschreibung der Fähigkeit eines elektromagnetischen Schirms, äußere (oder intern erzeugte) elektromagnetische Felder und äußere (oder interne) Oberflächenströme zu verringern oder zu dämpfen, bevor sie das Innere (Äußere) des Schirms erreichen. Typischerweise umhüllt der Schirm empfindliche elektronische Einrichtungen (Betriebsmittel, Geräte), die gegen äußere elektromagnetische Störgrößen geschützt werden müssen. Jedoch werden Schirme auch verwendet, um die durch die Einrichtung (das Betriebsmittel, Gerät) im Inneren erzeugten elektromagnetischen Felder zu verringern, bevor sie das Äußere des Schirmes erreichen. Der elektromagnetische Schutz (EM-Schutz) wird durch eine gesamte Topologie (Struktur) bereitgestellt, die nicht nur aus einer metallischen Hülle, die das geschirmte Volumen umgibt, besteht, sondern auch ordnungsgemäße Behandlungen von erforderlichen elektrischen Durchführungen (für Strom-, Kommunikations-, Antennen-, Signal-, Alarmleitungen usw.) und mechanischen Durchdringungen (Türe, Lüftungen, Rohre usw.) einschließt. Die Prüfung von Schutzgeräten mit nichtlinearer Kennlinie für elektrische Durchdringungen liegt außerhalb des Anwendungsbereichs dieser Norm und ist Gegenstand anderer IEC-Normen. Hersteller von Einrichtungen (Betriebsmitteln, Geräten) sollten den Schutz, der durch elektromagnetische Schirme und Geräte zum Schutz von Leitungsdurchführungen wie z. B. Filter und nichtlineare Elemente bereitgestellt wird, aufeinander abstimmen, um vergleichbare Schutzpegel sowohl gegen gestrahlte elektromagnetische Felder als auch leitungsführte Transiente zu erzeugen.

Die Schirmdämpfung eines Gehäuses ist als das Verhältnis der empfangenen Leistung mit und ohne das zwischen einer Empfangs- und einer Sendeantenne eingefügte Schirmsystem definiert. Die Schirmdämpfung an einem gegebenen Punkt erfordert somit einen Kalibrierungs-Durchlauf (ohne Barriere) und einen Mess-Durchlauf (mit Barriere) und ergibt sich als das Verhältnis (Differenz in dB) der beiden sich ergebenden Leistungen. Unter der Annahme, dass die Antennenspannung festgestellt ist, ist

$$SE = \frac{V_c}{V_m} \quad (1a)$$

$$SE(\text{dB}) = 20 \log_{10} \frac{V_c}{V_m} = 10 \log_{10} \frac{P_c}{P_m} \quad (1b)$$

Dabei ist:

- V_m die gemessene Signalspannung bei anwesender Barriere;
- V_c die gemessene Kalibrierungsspannung bei gleicher Leistung, Frequenz, Antennenpolarisation und Abstand ohne die Barriere;
- P_c und P_m die V_c und V_m entsprechenden Leistungen An den 50-Ω-Eingängen des Netzwerkanalysators.