

DIN EN 61726

ICS 33.120.10; 33.120.30

Einsprüche bis 2012-09-09
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 61726:2000-08**Entwurf****Konfektionierte Kabel, Kabel, Steckverbinder und passive
Mikrowellenbauteile –
Messung der Schirmdämpfung mit dem Strahlungskammerverfahren
(IEC 46A/1061/CD:2011)**

Cable assemblies, cables, connectors and passive microwave components –
screening attenuation measurement by the reverberation chamber method
(IEC 46A/1061/CD:2011)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2012-07-02 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses
Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an dke@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann
im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter
www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im
DIN und VDE (Hausanschrift: Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 30 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Inhalt

	Seite
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Grundlegende Beschreibung des Strahlungskammervfahrens	5
3 Messung der Schirmdämpfung des zu prüfenden Bauelements (DUT)	6
4 Beschreibung des Prüfaufbaus	6
4.1 Die Strahlungskammer	6
4.2 Antennen	6
4.3 Prüfeinrichtung	7
4.4 Prüfling (DUT)	7
4.5 Verbindungselemente	8
5 Messverfahren	8
5.1 Allgemeines	8
5.2 Messung des Prüflings(DUT)	8
5.3 Messung der Einfügedämpfung des Innenraums	9
5.4 Prüfung des Messaufbaus	10
5.5 Drehzahl des Moden-Mischers	11
5.6 Prüffrequenzen	11
5.7 Stehwellenverhältnis (VSWR)	11
6 Auswertung der Messergebnisse	11
6.1 Schirmdämpfung	11
Anhang A (informativ) Beziehung zwischen Kopplungswiderstand und Schirmdämpfung	12
Anhang B (informativ)	13
Beispiel eines Kalibrierelements	13
Literaturverzeichnis	15
 Bild 1 – Beispiel einer Prüfeinrichtung	 7
Bild C.1 – Grundlegende Einzelheiten der Konstruktion	13

— Entwurf —

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 46A/1061/CD:2011 „Cable assemblies, cables, connectors and passive microwave components“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom SC 46A „Coaxial cables“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 412.3 „Koaxialkabel und -Leitungen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 61726:2000-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die ausführliche Beschreibung der Strahlungskammer in den Anhängen A und B wurde gestrichen.
- b) Die eingesetzte Strahlungskammer muss jetzt mit den Anforderungen der IEC 61000-4-21 übereinstimmen.
- c) Das Standard Messverfahren wurde um eine „schnelle Messung“ erweitert, um die Messzeit abzukürzen (5.2.2).
- d) Die Beziehung zwischen Kopplungswiderstand und Schirmdämpfung wurde vollständig überarbeitet und ist jetzt im Anhang A (informativ) beschrieben.
- e) Das Beispiel eines Kalibrierelements ist jetzt in Anhang B (informativ) beschrieben.

Einleitung

Die Anforderungen an moderne elektronische Einrichtungen kennzeichnen die Forderung nach einem Verfahren, die Schirmdämpfung von Mikrowellenbauteilen über deren gesamten Frequenzbereich zu prüfen. Für niedrige Frequenzen und Bauelemente mit regelmäßiger Form existieren praktische Prüfverfahren, die in den entsprechenden Produktnormen beschrieben werden.

Für höhere Frequenzen und Bauelemente mit unregelmäßiger Form wird ein neues Verfahren benötigt. Ein solches Prüfverfahren wird in dieser Internationalen Norm beschrieben.

— Entwurf —

Konfektionierte Kabel, Kabel, Steckverbinder und passive Mikrowellenbauteile – Messung der Schirmdämpfung mit dem Strahlungskammervverfahren

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm beschreibt die Messung der Schirmdämpfung mit dem Strahlungskammervverfahren, gelegentlich auch als Verfahren mit Modenmischer-Kammer (mode stirred chamber) bezeichnet, das praktisch für jedes Mikrowellenbauteil theoretisch ohne Frequenzobergrenze geeignet ist. Es ist bei niedrigen Frequenzen nur durch die Größe der Strahlungskammer begrenzt, die frequenzabhängig ist. Das Strahlungskammervverfahren ist nur ein Verfahren von vielen, um die Schirmdämpfung zu messen.

Beispiele von Mikrowellenbauteilen für die Anwendung dieser Norm sind Wellenleiter, Phasenschieber, Zweifach-/Mehrfachkoppler, Leistungsteiler/-kombinierer usw.

2 Grundlegende Beschreibung des Strahlungskammervverfahrens

Beim Strahlungskammervverfahren zur Messung der Schirmdämpfung von Mikrowellenbauteilen wird das zu prüfende Bauelement (DUT) einem nahezu homogenen und isotropen elektromagnetischen Feld ausgesetzt und das dabei in das Bauelement eingestreute Signal gemessen.

Diese Messbedingungen werden durch den Einsatz eines abschirmenden Gehäuses erreicht, das in Bezug auf die Wellenlänge, als überdimensionale abgeschlossene Kammer mit hoher Güte wirkt. Die Randbedingungen werden durch eine in der Kammer angebrachte, sich drehende, reflektierende Fläche (Moden-Mischer) kontinuierlich verändert, wodurch näherungsweise während einer Umdrehung die Bedingungen eines homogenen und isotropen Feldes gegeben sind.

Die Einspeisung der elektromagnetischen Leistung in die Kammer erfolgt über eine Sende- oder Übertragungsantenne.

Die Feldstärke in der Kammer wird mit einer Referenzantenne gemessen. Das Verhältnis der eingespeisten Leistung (an der Sendeantenne) zur empfangenen Leistung (an der Referenzantenne) ist die Einfügedämpfung des Innenraums. Sie ist stark frequenzabhängig, weiterhin hängt sie noch von der elektrischen Güte des Innenraums ab. Eine ausführliche Erklärung der Messeinrichtung ist in IEC 61000-4-21 [5] beschrieben.

Es hat sich gezeigt, dass durch die Isotropie des Feldes jede Antenne innerhalb des Innenraums sich so verhält, als hätte sie ein gleichförmiges Richtdiagramm [1]¹⁾. Daher ist keine Richtwirkung zu erwarten. Ist das zu prüfende Bauelement elektrisch kurz, kann seine Schirmdämpfung direkt auf die üblichen Kopplungswiderstände Z_t und Z_f bezogen werden. Ist das zu prüfende Bauelement elektrisch nicht kurz, dann kann es in einigen einfachen Fällen (gleichmäßig verteilte Streuung, periodisch verteilte Streuung) auch auf Z_t und Z_f bezogen werden, wobei die aus der Antennen-Netzwerktheorie abgeleiteten Summenfunktionen verwendet werden

¹⁾ Die Ziffern in eckigen Klammern beziehen sich auf das Literaturverzeichnis.

3 Messung der Schirmdämpfung des zu prüfenden Bauelements (DUT)

Die Messung der Schirmdämpfung basiert auf dem Vergleich der Leistung des elektromagnetischen Feldes außerhalb des zu prüfenden Bauelements (DUT) zur Leistung des in das zu prüfende Bauelement (DUT) eingekoppelten elektromagnetischen Feldes. Die Schirmdämpfung ergibt sich somit als:

$$a_s = -10 \log_{10} \left(\frac{P_{\text{DUT}}}{P_{\text{REF}}} \right) \quad (1)$$

oder

$$a_s = -10 \log_{10} \left(\frac{P_{\text{DUT}}}{P_{\text{INJ}}} \right) - A_{\text{ins}} \quad (2)$$

Dabei ist:

P_{DUT} die in das zu prüfende Bauelement eingekoppelte Leistung (W);

P_{REF} die in die Referenz-Antenne eingekoppelte Leistung (W);

P_{INJ} die in die Kammer eingekoppelte Leistung (W);

A_{ins} die Einfügedämpfung des Innenraums in Dezibel (dB)).

4 Beschreibung des Prüfaufbaus

4.1 Die Strahlungskammer

Die eingesetzte Strahlungskammer muss mit den Anforderungen der IEC 61000-4-21 übereinstimmen.

Die Strahlungskammer besteht im Allgemeinen aus einem abgeschirmten Gehäuse von beliebiger Form, lediglich ihr kleinstes Maß sollte größer als die dreifache Wellenlänge der niedrigsten Prüffrequenz sein. Eine absolut kubische Form sollte, hinsichtlich des Verhaltens bei niedrigen Frequenzen vermieden werden. Die Strahlungskammer muss aus leitenden Materialien (Kupfer, Aluminium oder Stahl) hergestellt sein und darf keine verlustbehafteten Werkstoffe enthalten

Die Größe der Strahlungskammer hängt von der niedrigsten, zu messenden Frequenz ab. Um ein zufriedenstellendes Prüfergebnis zu erreichen, ist es erforderlich, dass bei dieser Frequenz mindestens 100 Moden vorhanden sind. Die obere Grenzfrequenz der Strahlungskammer hängt von der Qualität der Schirmung des Gehäuses der Kammer und von den Kabeln ab. Zusätzlich begrenzt die Empfindlichkeit der eingesetzten Messgeräte die maximal nutzbare Frequenz.

Der Moden-Mischer muss in Bezug auf die Wellenlänge groß sein und zu den Kammerwänden winklig abgebogen sein. Der Moden-Mischer muss mindestens zwei Wellenlängen (Spitze-Spitze) der niedrigsten Frequenz betragen.

4.2 Antennen

Die Strahlungskammer ist mit einer Eingangsantenne und einer Referenzantenne ausgestattet. Beide Antennen dürfen im betrachteten Frequenzbereich keine überhöhten Resonanzstellen aufweisen und dürfen nicht verlustbehaftet sein. Ihre Rückflussdämpfung muss besser als 6 dB sein.

Die Messung wird erleichtert, wenn für den gesamten Frequenzbereich die gleiche Antenne benutzt wird. Es ist zu beachten, dass stark polarisierte Antennen und Antennen mit Richtwirkung durch den damit verbundenen Isotropie Verlust des Feldes die Messung stören können. Diese Eigenschaft wird während des Kalibrierens nach IEC 61000-4-21 geprüft.

— Entwurf —

4.3 Prüfeinrichtung

Bild 1 zeigt das Blockschaltbild für eine automatische Messung der Schirmdämpfung. Es ist zu beachten, dass Vorverstärker, Verstärker und andere Regeleinrichtungen von ihrer Qualität her auch für höhere Messanforderungen eingesetzt werden dürfen.

Der Generator und der Spektrumanalysator müssen durch eine gemeinsame hochstabile Referenzfrequenz aufweisen.

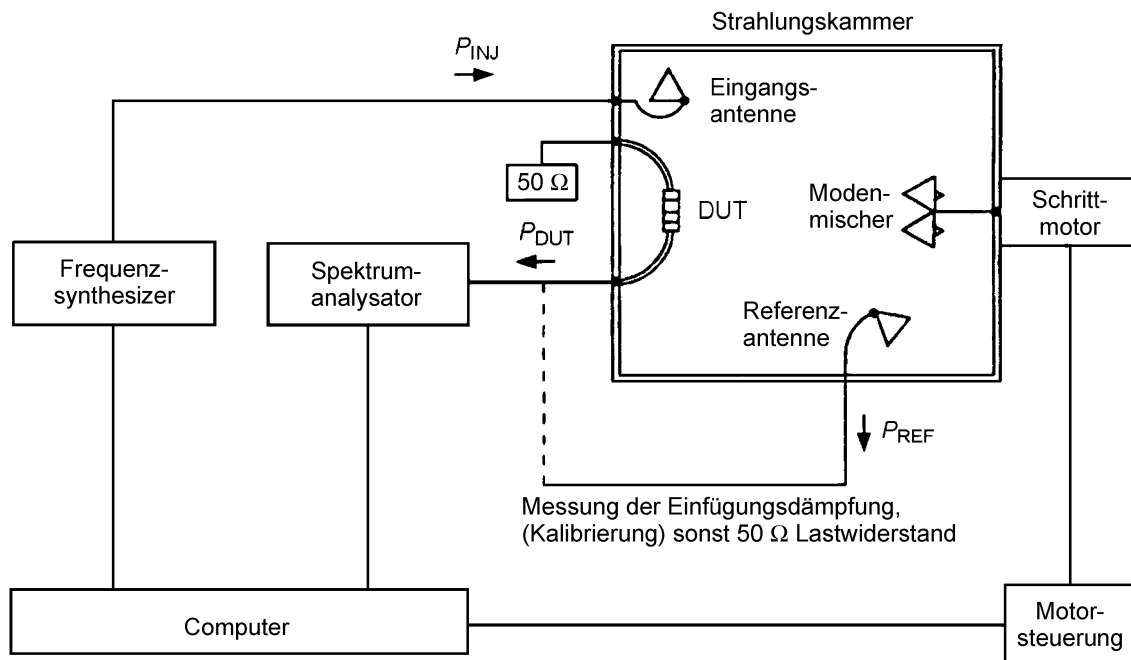


Bild 1 – Beispiel einer Prüfeinrichtung

4.4 Prüfling (DUT)

Um Resonanzstellen zu vermeiden, wird das zu prüfende Bauelement (DUT) in eine Leitung aus halbstarrem Koaxialkabel eingeschleift, deren Länge größer als fünf Wellenlängen bei kleinster Prüffrequenz sein sollte. Die anderen Ausgänge des zu prüfenden Bauelements (DUT) sollten angepasst abgeschlossen sein, wobei die Schirmdämpfung dieses Abschlusses um mindestens 10 dB besser als die des zu prüfenden Bauelements (DUT) sein sollte.

Dieser Aufbau wird dann in der Kammer in jeder Orientierung und an jedem Ort innerhalb des Bereiches des homogenen Feldes nach IEC 61000-4-21 angebracht.

Dies ist üblicherweise gewährleistet, wenn die Kopplungszone den kleinsten Abstand von einer Wellenlänge bei kleinster Frequenz von den Kammerwänden aufweist. Ist das zu prüfende Bauelement (DUT) ein Kabel, muss sichergestellt sein, dass die verwendeten Steckverbinder für die entsprechende Art von Kabel empfohlen sind, um Schnittstellenverluste zu reduzieren. Wird das Kabel gebogen verwendet, muss es in dieser Form innerhalb der durch die entsprechende Norm oder der vom Hersteller festgelegten Grenzen geprüft werden.

Beide Enden der Leitung sind an die Ausgänge der Kammer angeschlossen. Ein Ende liegt an einem Anpassungswiderstand. Das andere Ende ist an den Spektrumanalysator angeschlossen. Es ist auch zulässig, das zu prüfende Bauelement (DUT) in der Kammer abzuschließen. In diesem Fall sollte der zweite Teil der Leitung durch einen einzelnen Draht ersetzt werden, dessen Ende an einer Seite mit dem zu prüfenden Bauelement (DUT) und das andere Ende mit der Kammerwand verbunden ist.

Für die Anwendung dieses Messverfahrens sind Wellenleiter und Wellenleiterzubehör (WUT) keine koaxialen Bauelemente. Für die Prüfung in der Strahlungskammer ist es ein geeigneter Wellenleiter mit koaxialem(n) Anschluss (Anschlüssen) erforderlich.

Die Prüfung des Dynamikbereiches, der Einfügedämpfung und des Koaxial-Kalibriergerätes muss mit koaxial verbundenem Wellenleiter im Prüfkreis, wie bei der Prüfung von Wellenleitern und Wellenleiterzubehör, (WUT), ausgeführt werden.

Die koaxiale Verbindung zum Wellenleiter muss so ausgelegt sein, dass ihre Eingangs- und Ausgangs-Rückflussdämpfung besser als 15 dB ist. Die Verbindung muss so ausgelegt sein, dass, wenn sie im Prüfkreis mit einem Wellenleiter hoher Schirmdämpfung an Stelle des Wellenleiters oder Wellenleiterzubehörs (WUT) verbunden ist, die absolute Abschirmung (Messbereich) um 10 dB besser ist als in der angegebenen Norm für Wellenleiter und Wellenleiterzubehör (WUT).

4.5 Verbindungselemente

Als Verbindungselemente werden üblicherweise 50 Ω Koaxialkabel eingesetzt mit einer um mindestens 10 dB besseren Schirmdämpfung als das zu prüfende Bauelement (DUT). Aus praktischen Gründen dürfen halbstarre oder halbflexible Koaxialkabel verwendet werden.

Vor Beginn der Prüfung müssen alle Verbindungselemente (Dämpfungsglieder, konfektionierte Kabel) bezüglich ihrer Schirmdämpfung bei allen Prüffrequenzen untersucht werden.

Gleichung (2) muss um die Einfügedämpfung aller Verbindungselemente wie folgt korrigiert werden:

$$a_s = -10 \log_{10} \left(\frac{P_{DUT}}{P_{INJ}} \right) - \Delta_{ins} - X_L \quad (3)$$

Dabei X_L ist die Einfügedämpfung aller Verbindungselemente innerhalb und außerhalb der Kammer und wird in dB angegeben.

Diese Korrekturen dürfen intern als Teil eines automatisierten Prüfprogramms durchgeführt werden. Sie müssen wiederholt überprüft werden, mindestens jedoch während der Kalibrierung des Prüfsystems

5 Messverfahren

5.1 Allgemeines

- Abhängig von der Art der Prüfgeräte sind verschiedene Vorgehensweisen zulässig:
- Diskreter Abgleich (stufenweise Einstellung des Moden-Mischers);
- Stetiger Abgleich (kontinuierliche Drehung des Mischers);
- Erfassung der Spitzenleistung während einer Umdrehung des Moden-Mischers;
- Berechnung der mittleren Leistung während einer Umdrehung des Moden-Mischers.

Für die Auswahl eines Messverfahrens muss auf folgendes hingewiesen werden:

- Der diskrete Abgleich ist langwierig, je Umdrehung des Moden-Mischers ist es erforderlich eine hohe Anzahl von Messwerten aufzunehmen (bei 20 GHz üblicherweise 200 Messwerte). Andererseits sind damit sehr genaue Messungen möglich.
- Die Berechnung der mittleren Leistung während einer Umdrehung des Moden-Mischers reduziert erheblich den möglichen Messbereich des Verfahrens. In diesem Fall müssen die Werte in Watt (W) und nicht in dBm angegeben werden.

Das hier beschriebene Messverfahren ist in kurzer Zeit durchzuführen, es erfordert allerdings einen modernen, stabilen Spektrumanalysator.

5.2 Messung des Prüflings(DUT)

Abhängig von den verfügbaren Messinstrumenten und die Anforderungen an den Dynamikbereich gibt es zwei mögliche Messverfahren.

— Entwurf —

5.2.1 Standard Messverfahren

Das Standard Messverfahren bietet einen hohen Dynamikbereich insbesondere, wenn am Ausgang des Generators Verstärker mit geregelter Leistung eingesetzt werden.

Der Frequenzsynthesizer ist mit der Sendeantenne verbunden und liefert eine konstante Leistung mit fester Frequenz. Der Moden-Mischer rotiert mit konstanter Drehzahl (z. B. eine Umdrehung in 5 s).

Der Spektrumanalysator ist an den Ausgang des zu prüfenden Bauelements (DUT) angeschlossen, sein Eingangsfilter ist auf die Ausgangsfrequenz des Synthesizers fest eingestellt (SPAN 0: Demodulator Modus).

Auf dem Schirm wird eine Zeitdauer gleich einer Umdrehung des Moden-Mischers dargestellt.

Bei dieser Einstellung wird auf dem Schirm die Leistung als Funktion der Winkelstellung des Moden-Mischers dargestellt.

Nach einer vollständigen Umdrehung des Moden-Mischers wird die größte gemessene Leistung aufgezeichnet.

Damit kann die Schirmdämpfung berechnet werden, wobei die Dämpfung von Verbindungsteilen und die Einfügedämpfung der Kammer berücksichtigt wird (Gleichung (3)).

Dieses Verfahren wird bei allen erforderlichen Prüffrequenzen wiederholt.

5.2.2 Schnelle Messung

Für eine schnellere Messung wird ein Spektrumanalysator mit synchronisiertem Mitlaufgenerator eingesetzt [6]. Die Auflösungsbreite wird gemäß den Anforderungen an den Dynamikbereich eingestellt. Zusätzlich wird die „maximum hold“ Funktion benutzt.

Um die Kammer zu kalibrieren und um die Einfügedämpfung zu bestimmen, wird eine erste Messung durchgeführt, bei der der Eingang des Spektrumanalysators mit der Referenzantenne und der Empfangsantenne verbunden wird. Der Moden-Mischer rotiert mit konstanter Drehzahl, z. B. mit einer Umdrehung in 5 s. Der Analysator muss mit kontinuierlicher Ablaufgeschwindigkeit und mit „maximum hold“ Funktion eingestellt werden.

Um sicherzustellen, dass eine zufriedenstellende Anzahl von Stichproben aufgenommen wurde, dürfen die Ablaufgeschwindigkeit des Spektrumanalysators und die Drehzahl des Moden-Mischers nicht gleich sein oder ganzzahlige Vielfache der Ablaufgeschwindigkeit des Spektrumanalysators betragen. Falls keine Änderungen der Maximalwerte beobachtet werden, ist die Einfügedämpfung der Kammer bestimmt. Dazu sind mindestens 20 Abläufe erforderlich.

Zur Bestimmung der Schirmdämpfung muss der Ausgang des Mitlaufgenerators anstelle der Empfangsantenne mit dem Prüfling verbunden werden und die Mess-Sequenz vom ersten Schritt an wiederholt werden. Die Schirmdämpfung kann dann als Subtraktion des Ergebnisses der ersten Messung vom Ergebnis der zweiten Messung berechnet werden. Dies kann entweder in einem zweiten Prozessschritt erfolgen oder durch Anwenden der Durchgangskalibrierung moderner Netzwerkanalysatoren mit eingebautem Mitlaufgenerator. (daher wird der erste Schritt zum Kalibrieren des Systems eingesetzt).

Um den maximalen Dynamikbereich zu ermitteln ist der Prüfling durch eine geschirmte, angepasste Last zu ersetzen und die zweite Messung ist mit dieser Konfiguration durchzuführen. Falls das Ergebnis die Anforderungen an den Dynamikbereich nicht erfüllt, ist die Auflösungsbreite zu reduzieren. Es ist zu beachten, dass dies die Messzeit erheblich verlängern kann, da eine reduzierte Auflösungsbreite eine längere Ablaufzeit zur Folge hat.

5.3 Messung der Einfügedämpfung des Innenraums

Der Frequenzsynthesizer ist mit der Eingangsantenne verbunden und so eingestellt, dass er eine konstante Leistung mit fester Frequenz liefert. Der Moden-Mischer rotiert mit konstanter Drehzahl. Alle Parameter (Drehzahl, Einstellung des Spektrumanalysators, ausgenommen die Eingangsdämpfungsglieder und der Referenzpegel) müssen dieselben wie bei der Messung des zu prüfenden Bauelements (DUT) sein.