

Prüfbericht nach der DIN EN ISO/IEC 17025

Verfasser:



Nr.: P1171a-03-D

**Linkprüfung nach Vorgaben der ISO/IEC 11801: 2002
Geschirmter Channel der Klasse D**

Projekt-Nummer: **SETSA0303**



Dieser Bericht besteht aus 43 Seiten.

Die GHMT AG vereinbart mit dem Auftraggeber ein uneingeschränktes Recht auf Vervielfältigung und Weitergabe dieses Berichtes, sofern die veröffentlichten Meßergebnisse und Spezifikationen durch zusätzliche Angaben nicht verfremdet oder unvollständig dargestellt werden. Ohne unsere schriftliche Genehmigung darf dieser Bericht oder Auszüge daraus nicht von dritten Personen vervielfältigt oder auch nicht anderweitig mißbräuchlich genutzt werden.

Inhaltsverzeichnis

1	ALLGEMEINE ANGABEN	3
1.1	PRÜFLABOR	3
1.2	DATUM DER PRÜFUNG	3
1.3	ORT DER PRÜFUNG	3
1.4	DURCHFÜHRUNG DER PRÜFUNG	3
1.5	ANWESENDE PERSONEN.....	3
2	AUFTRAGGEBER	4
2.1	ANSCHRIFT	4
2.2	ZUSTÄNDIGE FACHABTEILUNG.....	4
3	PRÜFLING.....	5
3.1	BESCHREIBUNG DER KOMPONENTEN	5
3.2	BESTELLUNG DER KOMPONENTEN	5
3.3	EINGANG DER KOMPONENTEN	5
3.4	DEFINITION DES PRÜFLINGS	6
4	PRÜFUNG	7
4.1	ART DER PRÜFUNG	7
4.2	PRÜFFPARAMETER.....	7
4.2.1	<i>Vierpoldämpfung.....</i>	<i>8</i>
4.2.2	<i>Nahnebenschredämpfung.....</i>	<i>9</i>
4.2.3	<i>Kumulierte Nahnebenschredämpfung PS NEXT</i>	<i>10</i>
4.2.4	<i>Systemreserve ACR</i>	<i>11</i>
4.2.5	<i>Kumulierte Systemreserve PS ACR</i>	<i>11</i>
4.2.6	<i>Pegelgleiche Fernnebenschredämpfung EL FEXT</i>	<i>12</i>
4.2.7	<i>Kumulierte pegelgleiche Fernnebenschredämpfung PS EL FEXT</i>	<i>13</i>
4.2.8	<i>Reflexionsdämpfung</i>	<i>14</i>
4.2.9	<i>Erdunsymmetriedämpfung</i>	<i>15</i>
4.2.10	<i>Laufzeit.....</i>	<i>16</i>
4.2.11	<i>Laufzeitdifferenz.....</i>	<i>17</i>
4.2.12	<i>Transferimpedanz am Mini-Link (nicht gemessen)</i>	<i>18</i>
5	VORSCHRIFTEN.....	19
5.1	ANGEWENDETE VORSCHRIFTEN.....	19
5.2	GRENZWERTE DER KLASSE D IM CHANNEL	19
5.3	ABWEICHUNGEN	20
5.4	NICHT GENORMTE PRÜFVERFAHREN.....	20
6	PRÜFMITTEL	21
6.1	MEßUNSIKERHEITEN	22
6.1.1	<i>Meßunsicherheit ZVRE</i>	<i>22</i>
6.1.2	<i>Meßunsicherheit externes Meßzubehör.....</i>	<i>23</i>
7	ZUSAMMENFASSUNG DES PRÜFBERICHTES	25
8	ANHANG: MEßPROTOKOLLE.....	26

1 Allgemeine Angaben

1.1 Prüflabor

GHMT AG

In der Kolling 13

D-66450 Bexbach

Telefon: +49 / 68 26 / 92 28 - 0

Telefax: +49 / 68 26 / 92 28 - 99

1.2 Datum der Prüfung

Die Prüfung wurde am 08.10.2003 durchgeführt.

1.3 Ort der Prüfung

Akkreditiertes Prüflabor der GHMT AG, Bexbach

1.4 Durchführung der Prüfung

Herr Bernd Jung, technischer Assistent der Laborleitung, GHMT AG

Herr Dipl.-Ing. Stefan Grüner, technischer Assistent der Laborleitung, GHMT AG

1.5 Anwesende Personen

Herr Dipl.-Ing. Frank Streibert, Vorstand, GHMT AG

2 **Auftraggeber**

2.1 **Anschrift**

SETEC Netzwerke AG
Rietacker 26

FL-9494 Schaan

Telefon: +423 / 2 39 / 65 – 10

Telefax: +423 / 2 39 / 65 – 11

2.2 **Zuständige Fachabteilung**

SETEC Netzwerke AG
Herr Franz Neff
Rietacker 26

FL-9494 Schaan

Telefon: +423 / 2 39 / 65 – 13

Telefax: +423 / 2 39 / 65 – 11

3 **Prüfling**

3.1 **Beschreibung der Komponenten**

Für die Durchführung der Prüfung wurden der GHMT AG vom Auftraggeber folgende Komponenten beigestellt:

Anschlussdose	SETEC EK-D. SePatch Cat.5e Art.-Nr.: 50 12 0x x: Farbvarianten x= 0: reinweiss, RAL 9010 x= 1: perlweiss, RAL 1013
Verteilerfeld	SETEC 6er Modul SePatch Cat.5e Art.-Nr.: 56 60 84
Patchkabel 60m	Brand-Rex GIGAPLUS 26AWG S-FTP Art.-Nr.: GPC-PC-S-600-888-H
Patchkabel 2x 5m	Brand-Rex GIGAPLUS 26AWG S-FTP Art.-Nr.: GPC-PC-S-050-888-H

3.2 **Bestellung der Komponenten**

Die gelisteten Kabel und Komponenten wurden über den Auftraggeber bezogen. Es lag keine neutrale Stichprobenentnahme durch die GHMT AG vor.

3.3 **Eingang der Komponenten**

Die Komponenten gingen am 08.10.2003 bei der GHMT AG ein. Das gelieferte Paket wies keine erkennbaren Schäden auf.

3.4 Definition des Prüflings

Für die Durchführung der Prüfung wurde nach Vorgaben des Dokumentes ISO/IEC 11801: 2002 eine Übertragungsstrecke (Channel) aufgebaut:

Patchkabel 5m	Brand-Rex GIGAPLUS 26AWG S-FTP Art.-Nr.: GPC-PC-S-050-888-H
Anschlussdose	SETEC EK-D. SePatch Cat.5e Art.-Nr.: 50 12 0x Belegung nach TIA/EIA 568 B Belegung B
Patchkabel 60m	Brand-Rex GIGAPLUS 26AWG S-FTP Art.-Nr.: GPC-PC-S-600-888-H
Verteilerfeld	SETEC 6er Modul SePatch Cat.5e Art.-Nr.: 56 60 84 Belegung nach TIA/EIA 568 B Belegung B
Patchkabel 5m	Brand-Rex GIGAPLUS 26AWG S-FTP Art.-Nr.: GPC-PC-S-050-888-H

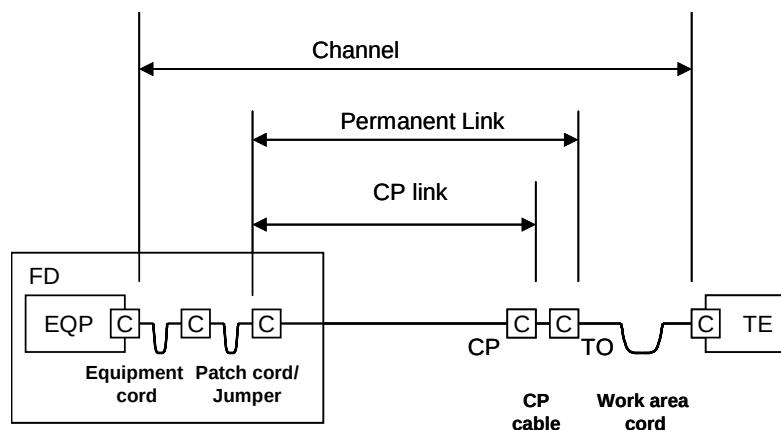


Abbildung 1: Definition eines Channel nach ISO/IEC 11801: 2002

4 Prüfung

4.1 Art der Prüfung

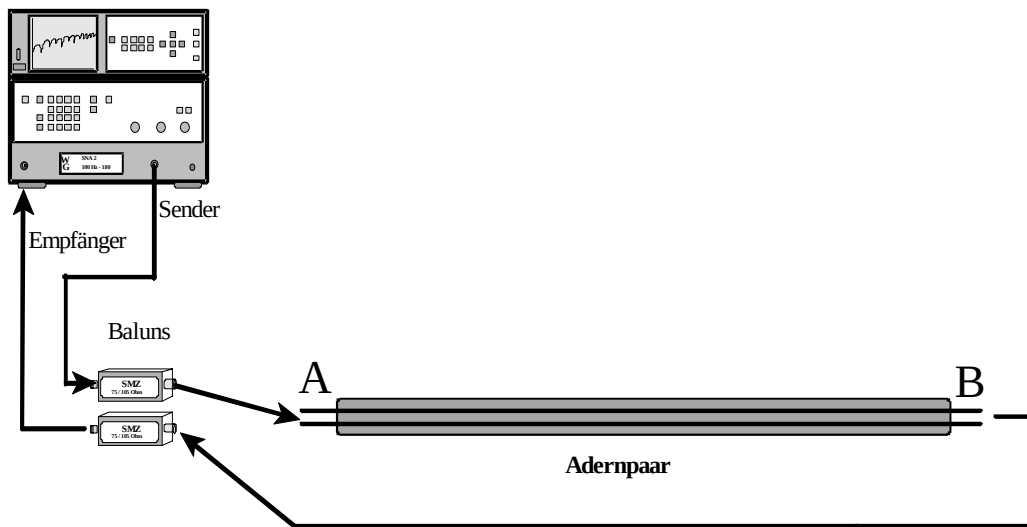
Prüfung einer Übertragungsstrecke (Channel) nach ISO/IEC 11801: 2002. Die Bewertung erfolgte nach Vorgaben der Klasse D, gemäß ISO/IEC 11801: 2002. Geprüft wurden alle geforderten übertragungstechnischen Parameter.

4.2 Prüfparameter

Folgende Prüfparameter sind Bestandteil der durchgeführten Prüfung nach Abschnitt 4.1

- Vierpoldämpfung a_V
- Nahnebensprechdämpfung NEXT
- Kumulierte Nahnebensprechdämpfung PS NEXT
- Systemreserve ACR
- Kumulierte Systemreserve PS ACR
- Pegelgleiche Fernnebensprechdämpfung EL FEXT
- Kumulierte pegelgleiche Fernnebensprechdämpfung PS EL FEXT
- Reflexionsdämpfung a_R
- Erdunsymmetriedämpfung LCL
- Laufzeit τ
- Laufzeitdifferenz $\Delta\tau$
- Schleifenwiderstand
- Schleifenwiderstandsunsymmetrie

4.2.1 Vierpoldämpfung



Definition

Die Vierpoldämpfung wird durch das Verhältnis der eingespeisten Leistung am Tor A zur gemessenen Leistung am Tor B bestimmt.

$$a_V [\text{dB}] = 10 \log \left(\frac{P_A}{P_B} \right)$$

Eingang und Ausgang des Vierpols müssen mit dem Nennwellenwiderstand der Leitung abgeschlossen sein, um Reflexionsverluste zu vermeiden.

Einflußgrößen

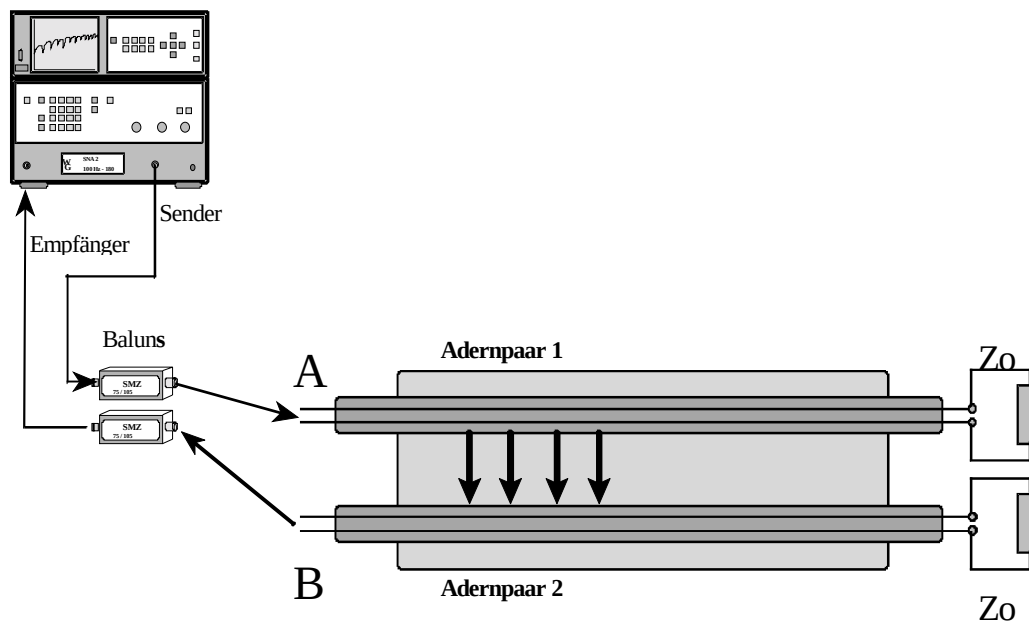
Bei Kabeln wird die Vierpoldämpfung maßgeblich durch die Querschnittsfläche und durch die Leitfähigkeit der Kupferleiter bestimmt. Besonders in sehr hohen Frequenzbereichen tragen dielektrische Verluste des Aderisulationsmaterials proportional mit der Frequenz zu einem Anstieg der Vierpoldämpfung bei.

Die Vierpoldämpfung ist längen-, frequenz- und temperaturabhängig.

Bedeutung

Eine geringe Vierpoldämpfung verbessert die Übertragungssicherheit der Verkabelungsstrecke. Die Vierpoldämpfungen von Kabeln und Verbindungstechnik sind additiv, werden aber durch die Kabel maßgeblich bestimmt.

4.2.2 Nahnebensprechdämpfung



Definition

Die Nahnebensprechdämpfung wird durch das Verhältnis der eingespeisten Leistung am Tor A zur gemessenen Leistung am Tor B bestimmt.

$$a_N [\text{dB}] = 10 \log \left(\frac{P_A}{P_B} \right)$$

Der Prüfling muß beidseitig mit dem Wellenwiderstand abgeschlossen sein. Befinden sich Sender und Empfänger am gleichen Ende des Prüflings, so spricht man von Nahnebensprechdämpfung (NEXT).

Einflußgrößen

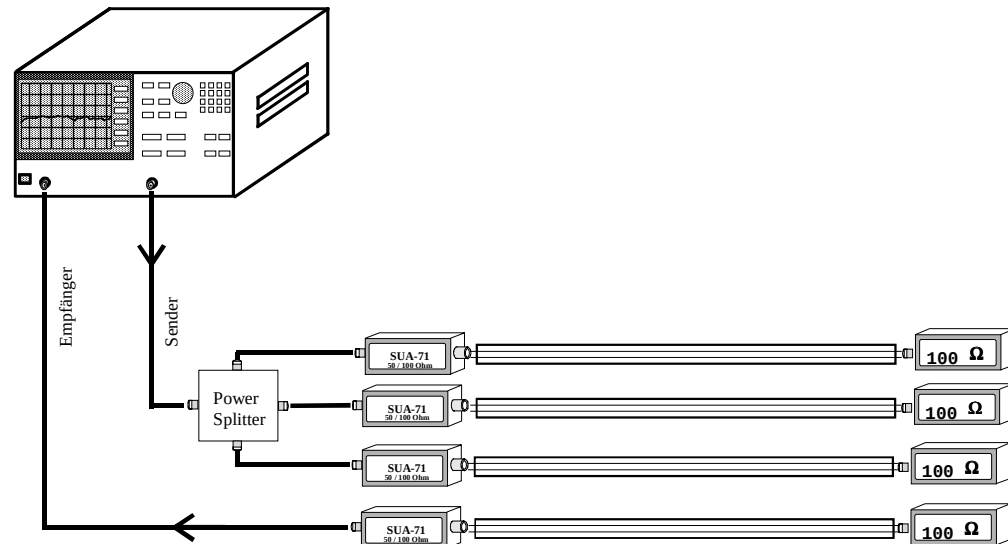
Bei Kabeln wird die Nahnebensprechdämpfung maßgeblich durch die Verseilung der Adern und (wenn vorhanden) durch die paarweise Folienschirmung bestimmt.

Die Nahnebensprechdämpfung ist stark frequenz- und in geringem Maße auch längenabhängig.

Bedeutung

Eine hohe Nahnebensprechdämpfung verbessert die Übertragungssicherheit. Innerhalb der Verkabelungstrecke wird die Übertragungssicherheit maßgeblich durch die Komponente mit der geringsten Nebensprechdämpfung bestimmt.

4.2.3 Kumulierte Nahnebensprechdämpfung PS NEXT



Definition

Die Leistungssumme der Nahnebensprechdämpfung wird durch das Verhältnis der in die drei Paare A, B und C eingespeisten Leistungen zu der an dem Paar D ausgekoppelten Leistung definiert. Die Messung des (engl.) Power-sum NEXT an Kabeln kann mit einem phasenkorrelierten 4-Tor Leistungsteiler erfolgen. Aus den Paar-zu-Paar NEXT Messungen läßt sich die Leistungssumme auch nach folgender Formel berechnen:

$$a_{PSNEXT} \text{ [dB]} = 10 \log \sum_{i=1}^3 10^{-0,1 \cdot a_{NEXT}^i}$$

Einflußgrößen

Bei Kabeln wird das Power-sum NEXT maßgeblich durch die Verseilung der Adern und (wenn vorhanden) durch die paarweise Folienschirmung bestimmt. Das Power-sum NEXT ist stark frequenz- und in geringem Maße auch längenabhängig.

Bedeutung

In Hinblick auf Netzwerkprotokolle mit Aufteilung der bi-direktionalen Datenmenge auf alle vier Paare besitzt das Power-sum NEXT hohe Bedeutung für die Übertragungssicherheit, da von kumulierter Beeinträchtigung des Datenkanals durch Übersprechen auszugehen ist.

4.2.4 Systemreserve ACR

Definition Das Verhältnis des Pegels vom ankommenden Nutzsignal und des am gegenüberliegenden Ende der Meßstrecke anliegenden Störpegels bezeichnet man als Attenuation to Crosstalk Loss Ratio, abkürzend ACR genannt.

ACR ist als das Verhältnis von Signal zu Rauschen interpretierbar, wobei das Nahnebensprechen hier als Störsignal bzw. Rauschen betrachtet wird.

$$\text{ACR [dB]} = a_N \text{ [dB]} - a_V \text{ [dB]}$$

Berechnung Das ACR wird vereinbarungsgemäß für jeden Frequenzgang der Nahnebensprechdämpfung mit den zwei dazugehörigen Frequenzgängen der Vierpoldämpfung rechnerisch ermittelt.

Alternativ kann für jeden Meßpunkt der beiden beteiligten Vierpoldämpfungen der minimale Wert der ACR-Berechnung zugeordnet werden. Für einen vierpaarigen Prüfling ergeben sich bei beidseitiger Bestimmung der Systemdynamik somit 12 ACR Frequenzgänge.

Bedeutung Für Systemplaner, Systemhersteller und für den Betreiber von Datenübertragungseinrichtungen ist der ACR-Wert von entscheidender Bedeutung, da er direkt eine Aussage über die Systemdynamik und die Systemreserve erlaubt. Je größer der Abstand zwischen Nutzsignal und Störsignal über dem gesamten Frequenzbereich ist, um so größer ist die Reserve der Infrastruktur.

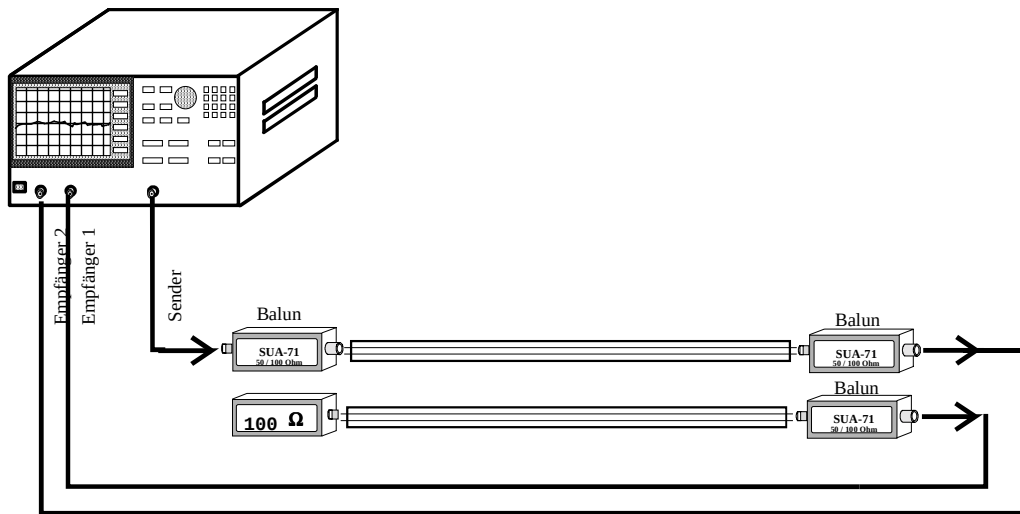
4.2.5 Kumulierte Systemreserve PS ACR

Definition Die Leistungssumme der ACR Reserve berechnet sich zu:

$$\text{PS ACR [dB]} = a_{PSNEXT} \text{ [dB]} - a_V \text{ [dB]}$$

Bedeutung In Hinblick auf Netzwerkprotokolle mit Aufteilung der bidirektionalen Datenmenge auf alle vier Paare besitzt das Power-sum ACR hohe Bedeutung für die Übertragungssicherheit, da von kumulierter Beeinträchtigung des Datenkanals durch Übersprechen auszugehen ist.

4.2.6 Pegelgleiche Fernnebensprechdämpfung EL FEXT



Definition Die pegelgleiche Fernnebensprechdämpfung (engl. Equal Level FEXT) wird durch das Verhältnis der an den fernen Ports B und C ausgekoppelten Leistungen bestimmt. Das Kabel wird dabei am nahen Ende mit dem Meßsignal gespeist.

$$a_{ELFEXT} \text{ [dB]} = 10 \log \left(\frac{P_B}{P_C} \right)$$

Alle Paare des Prüflings werden mit ihrem Wellenwiderstand abgeschlossen.

Einflußgrößen Bei Kabeln wird das EL FEXT maßgeblich durch die Verseilung der Adern und (wenn vorhanden) durch die paarweise Folienschirmung bestimmt.

Das EL FEXT ist stark frequenzabhängig.

Bedeutung In Hinblick auf Netzwerkprotokolle mit bidirektionaler Nutzung der vier Paare muß neben dem NEXT gleichermaßen das EL FEXT die vorgegebenen Grenzwerte einhalten, da Sender und Empfänger am Kanalausgang über einen Echoentzerrer die Sende-, Empfangs- und Störsignale selektieren.

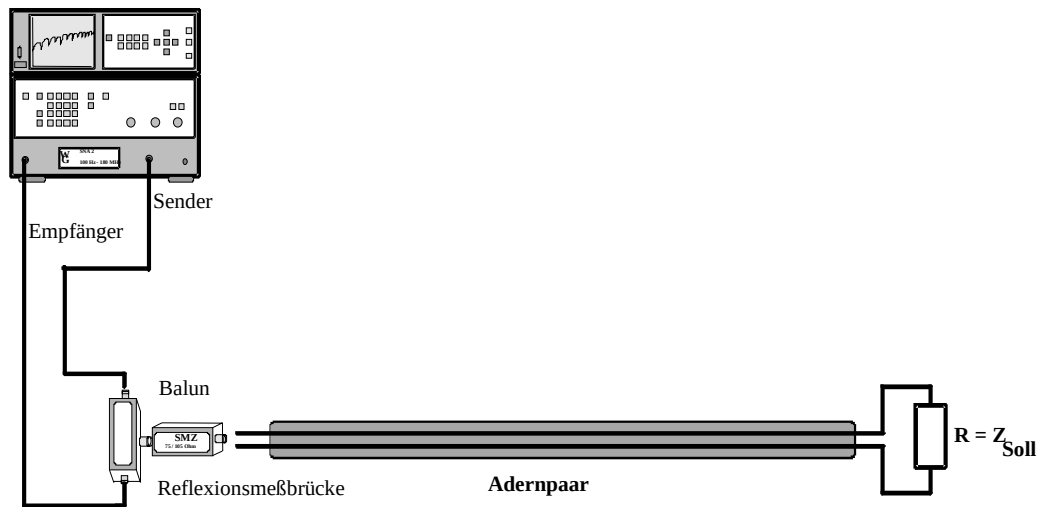
4.2.7 Kumulierte pegelgleiche Fernnebensprechdämpfung PS EL FEXT

Definition Aus den Paar-zu-Paar EL FEXT Messungen läßt sich das Power-sum EL FEXT nach folgender Formel berechnen:

$$a_{PS\,EL\,FEXT} \text{ [dB]} = 10 \log \sum_{i=1}^3 10^{-0,1 \cdot a_{EL\,FEXT}^i}$$

Bedeutung In Hinblick auf Netzwerkprotokolle mit Aufteilung der bidirektionalen Datenmenge auf alle vier Paare besitzt das Power-sum EL FEXT hohe Bedeutung für die Übertragungssicherheit, da von kumulierter Beeinträchtigung des Datenkanals durch Übersprechen auszugehen ist.

4.2.8 Reflexionsdämpfung



Definition

Die Reflexionsdämpfung stellt das Verhältnis der in den Prüfling eingespeisten Leistung zu der vom Prüfling reflektierten Leistung dar.

$$a_R \text{ [dB]} = 10 \log \left(\frac{P_{ein}}{P_{aus}} \right)$$

Das Prüflingsende wird dabei mit dem Wellenwiderstand abgeschlossen, um die nicht reflektierte Leistung zu absorbieren. Prüfling und Meßübertrager müssen breitbandig die gleiche Nennimpedanz besitzen.

Einflußgrößen

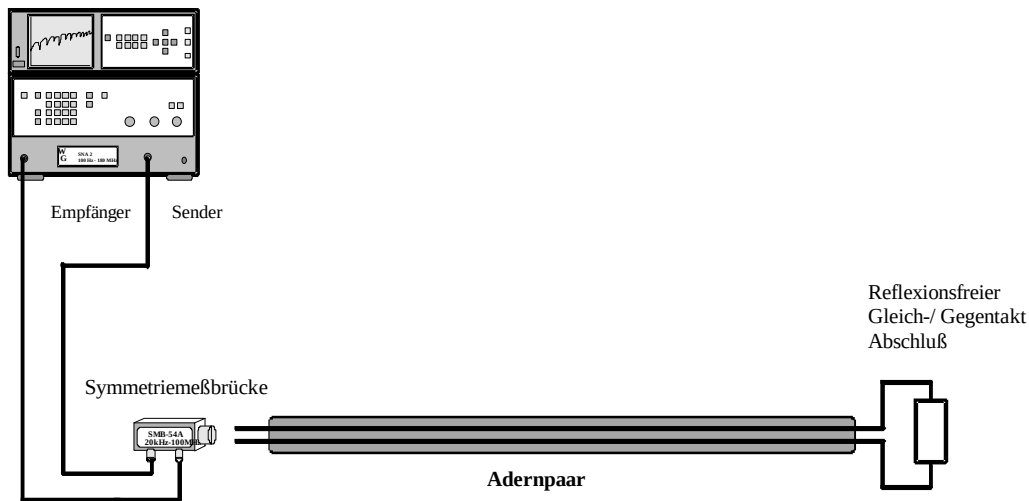
Bei Kabeln wird die Reflexionsdämpfung maßgeblich durch die Homogenität der Adern und der Kabelseele bestimmt. Mechanische Belastungen während der Kabelproduktion oder während der Installation können die Reflexionsdämpfung verschlechtern.

Reflexionsdämpfung und Wellenwiderstand sind korrelierte Parameter.

Bedeutung

Eine hohe Reflexionsdämpfung verbessert die Übertragungssicherheit. Bei geringer Reflexionsdämpfung können sich rücklaufende Signalanteile störend überlagern.

4.2.9 Erdunsymmetriedämpfung



Definition

Die Erdunsymmetriedämpfung stellt das Verhältnis der in den Prüfling eingespeisten Gegentaktwelle zu der aus dem Prüfling gekoppelten Gleichtaktwelle dar. Die Erdunsymmetriedämpfung wird auch als „Longitudinal to Differential Conversion Loss“, kurz LCL, bezeichnet.

$$\text{LCL [dB]} = 10 \log \left(\frac{P_{\text{Gegentakt}}}{P_{\text{Gleichtakt}}} \right)$$

Das Prüflingsende wird dabei für beide Wellenformen mit dem jeweiligen Wellenwiderstand abgeschlossen.

Einflußgrößen

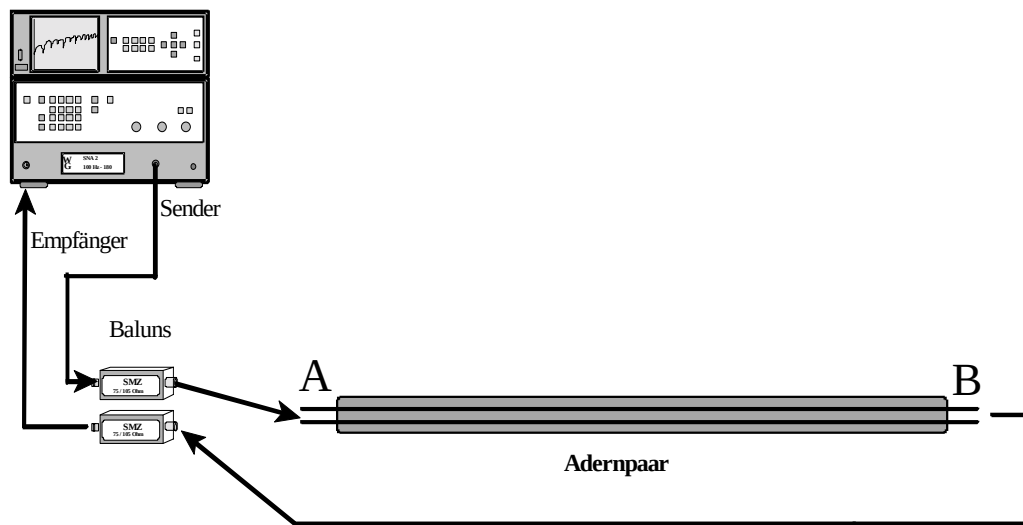
Bei Datenkabeln wird die Erdunsymmetriedämpfung maßgeblich durch die Homogenität der Adern und durch eine gleichmäßige Verseilung bestimmt. Ein idealsymmetrisches Datenkabel wäre auch ohne Schirmung resistent gegen eine äußere elektromagnetische Beeinflussung.

Die Erdunsymmetriedämpfung ist mit der Erdkopplung korreliert.

Bedeutung

Eine hohe Erdunsymmetriedämpfung verringert die Empfindlichkeit des Prüflings gegenüber störenden elektromagnetischen Einkopplungen.

4.2.10 Laufzeit



Definition

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit v wird bei Kabeln in Relation zu der maximal möglichen Ausbreitungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen im Vakuum c_0 angegeben. Der Parameter “Nominal Velocity of Propagation”, kurz NVP genannt, ist definiert zu:

$$NVP = \frac{v}{c_0}$$

Die Laufzeit τ ist das Zeitintervall, welches das Signal benötigt, eine Verkabelungsstrecke der Länge l zu passieren. Die Laufzeit berechnet sich aus dem NVP-Wert (Nominal Velocity of Propagation) des Kabels und der Lichtgeschwindigkeit c_0 nach:

$$\tau = \frac{l}{NVP \cdot c_0}$$

Einflußgrößen

Bei Kabeln wird die Ausbreitungsgeschwindigkeit maßgeblich durch die dielektrischen Verluste des Aderisulationsmaterials bestimmt. Diese Materialverluste können konstruktiv durch die Wahl verschiedener Compounds und durch Variation des Aufschäumungsgrades minimiert werden.

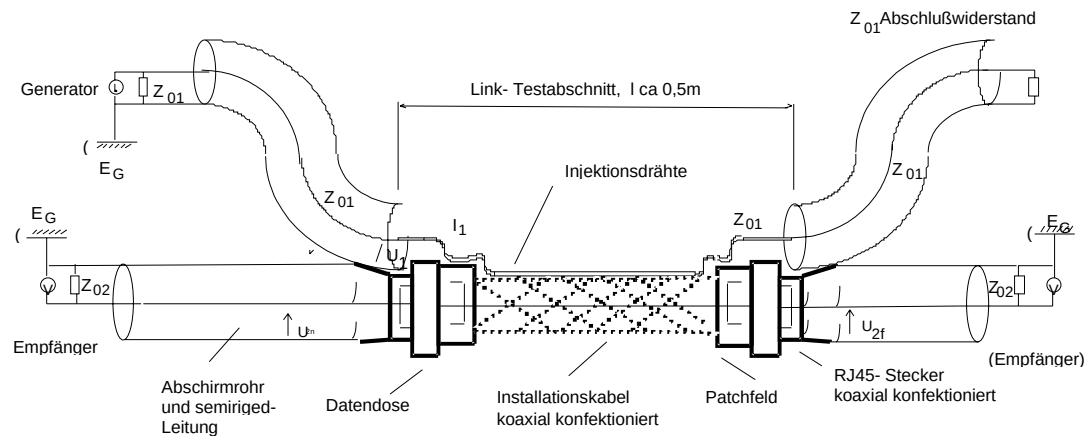
Einflußgrößen (Fortsetzung)	Nicht zu vernachlässigen ist der Einfluß der Farbstoffbeimengung auf den NVP-Wert, da die Farbstoffe sehr unterschiedliche Permittivitäten aufweisen, die deutlich höher sind als beim Basiscompound. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit ist unabhängig von der Kabellänge und kann aus der Messung der längenabhängigen Gruppenlaufzeit berechnet werden. Bezugslänge für die Berechnung ist die Kabellänge, nicht die Verseillänge der getwisteten Paare. Unterschiedliche Schlaglängen innerhalb der vier Paare eines Datenkabels führen auf NVP-Wert Differenzen.
Bedeutung	Für eine verzerrungsfreie Signalübertragung darf die Ausbreitungsgeschwindigkeit einen unteren Grenzwert, der durch die Systemanforderungen bedingt ist, nicht unterschreiten. Innerhalb der Signalbandbreite muß die Ausbreitungsgeschwindigkeit nahezu frequenzunabhängig sein, um eine Divergenz der spektralen Signalanteile zu verhindern. Hochbitratige Netzwerkprotokolle, die eine parallele Datenübertragung auf den vier Paaren nutzen, erfordern darüber hinaus sehr gleichmäßige Ausbreitungsgeschwindigkeiten, um Synchronisationsfehler am Empfänger zu vermeiden. In zukünftigen normativen Standards wird dieser sogenannte „Delay-skew“ definiert sein.

4.2.11 Laufzeitdifferenz

Definition	Die Laufzeitdifferenz $\Delta\tau$ kennzeichnet bei Kabeln der Länge l den zeitlichen Unterschied, den die Signale mit den Ausbreitungsgeschwindigkeiten $v_{i,j}$ in den einzelnen Übertragungswegen zueinander aufweisen.
-------------------	---

$$\Delta\tau = l \cdot \left(\frac{v_i - v_j}{v_i \cdot v_j} \right)$$

Einflußgrößen	Bei Kabeln wird die Laufzeitdifferenz maßgeblich durch die dielektrischen Verluste des Aderisolationsmaterials und durch die unterschiedlichen Schlaglängen bestimmt.
Bedeutung	Die Laufzeitdifferenz wird in Hinblick auf zukünftige Netzwerkprotokolle ein wichtiger Parameter bei symmetrischen Kabeln für eine verzerrungsfreie Datenübertragung sein.



Definition

Trifft eine elektromagnetische Welle auf einen Schirm, induziert sie einen Strom $I_{\text{Stör}}$. Dieser Strom ruft in dem Primärkreis eine Spannung $U_{\text{Stör}}$ hervor. Der Koppelfaktor

$$Z_T = \frac{U_{Stör}}{I_{Stör}}$$

hat die Dimension eines komplexen Widerstandes und heißt Transferimpedanz Z_T . Die Transferimpedanz setzt sich aus dem reellen Anteil – dem Kopplungswiderstand R_K - und einem imaginären Anteil zusammen. Für die Bewertung der Schirmwirkung ist häufig nur der Kopplungswiderstand von praktischer Bedeutung.

Der Kopplungswiderstand hat die Dimension $\text{m}\Omega$.

Einflußgrößen

Bei Komponenten wird der Kopplungswiderstand maßgeblich durch den konstruktiven Aufbau der Schirmung bestimmt. Der Kopplungswiderstand ist stark frequenzabhängig. Bei tiefen Frequenzen geht der Kopplungswiderstand allgemein in den Gleichstromwiderstand der Schirmung über. Bei hohen Frequenzen erfolgt bei Komponenten eine stetige Zunahme des Kopplungswiderstandes.

Bedeutung

Die Wirkung eines Schirmes ist umso besser, je kleiner der Wert des Kopplungswiderstandes ist.

5 Vorschriften

5.1 Angewendete Vorschriften

- EN 50173-1: 2002
Informationstechnik - Anwendungsneutrale Verkabelungssysteme
- ISO/IEC 11801:2002
Information technology - Generic cabling for customer premises

5.2 Grenzwerte der Klasse D im Channel

Die Anforderungen der Klasse D werden im folgendem bei Eckfrequenzen angegeben, sind aber durch eine geeignete Interpolation der Grenzwerte innerhalb der gesamten Übertragungsbandbreite einzuhalten. Der formelmäßige Grenzwertverlauf ist in den Meßprotokollen wiedergegeben.

Die Grenzwertkurve für die Rückflußdämpfung beginnt entsprechend Punkt 6.5.2. der ISO/IEC11801: 2002 erst ab der Frequenz, ab der die Dämpfung der Strecke den Wert 3 dB überschreitet. Die Meßwerte unterhalb dieses 3 dB-Punktes sind bei der Rückflußdämpfung rein informativ.

Die Grenzwertkurve für NEXT und PS NEXT beginnen entsprechend Punkt 6.5.4. der ISO/IEC 11801: 2002 erst ab der Frequenz, ab der die Dämpfung der Strecke den Wert 4 dB überschreitet. Die Meßwerte unterhalb dieses 4 dB-Punktes sind bei NEXT und PS NEXT rein informativ.

Frequenz / MHz	Dämpfung / dB	Nahnebensprech- dämpfung / dB	PS NEXT / dB	ACR / dB	PS ACR / dB	EL FEXT / dB	PS EL FEXT / dB	Reflexionsdämp- fung / dB	Unsymmetriedämp- fung / dB	Laufzeit / µs	Laufzeitdifferenz / µs
1	4,0	60,0	57,0	56,0	53,0	57,4	54,4	17,0	40,0	0,580	0,050
16	9,1	43,6	40,6	34,5	31,5	33,3	30,3	17,0	27,9	0,553	0,050
100	24,0	30,1	27,1	6,1	3,1	17,4	14,4	10,0	20,0	0,548	0,050

- Schleifenwiderstand: max. 25 Ohm
- Schleifenwiderstandsunsymmetrie: max. 0,75 Ohm

Tabelle 1: Grenzwerte der ISO/IEC 11801: 2002, Klasse D

5.3 Abweichungen

Keine

5.4 Nicht genormte Prüfverfahren

Keine

6 Prüfmittel

Folgende Prüfmittel wurden von der GHMT AG verwendet:

Gerät	Bezeichnung	Hersteller	techn. Daten
Spektrum/ Netzwerk- analysator	ZVRE	Rohde & Schwarz	50 Ω 9 kHz - 4 GHz
RLC-Meter	PM 6304	Fluke	0,10 % Genauigkeit
Meßadapter	KRMZ 1500-A	GHMT	50 / 100 Ω 1 MHz - 1,5 GHz
Meßadapter	KRMZ 1200-A	GHMT	50 / 100 Ω 1 MHz - 1,2 GHz
Symmetrie- meßbrücke	SMB-61	Analog Elektronik	50 Ω 100 kHz - 350 MHz
Time-Domain- Reflektometer	1502 C	Tektronix	0,025 m Auflösung
Diverses Meßequipment	---	GHMT	---

6.1 Meßunsicherheiten

6.1.1 Meßunsicherheit ZVRE

Parameter	Frequenzbereich / Meßfrequenz	Relative Meßunsicherheit
Frequenzgenauigkeit (Referenzfrequenz)	4 Std. 10 MHz	5×10^{-9}
Frequenzgenauigkeit (Generatorfrequenz)	1 MHz – 3,999 GHz	5×10^{-9}
Absolute Genauigkeit des Generatorpegels	20 KHz – 4 GHz	0,2 dB
Linearität des Generatorpegels	20 KHz; 300 KHz; 1 MHz; 100 MHz; 1 GHz; 2 GHz; 3 GHz; 4 GHz	0,2 dB
Messung der Generatoreichleitung	1 MHz; 2 GHz; 4 GHz	0,2 dB
Messung des Generatorfrequenzganges	9 KHz – 4 GHz	0,2 dB
Messung der Linearität des Empfängers (Magnitude)	1,5 MHz; 4 GHz	0,015 dB
Messung der Linearität des Empfängers (Phase)	1,5 MHz; 4 GHz	0,05°
Messung der Empfängereichleitung	1 MHz; 2 GHz; 4 GHz	0,2 dB
Messung der absoluten Amplitudengenauigkeit (Empfänger)	9 KHz – 4 GHz	0,2 dB
Messung des Rauschpegels	10 KHz – 4 GHz	2 dB
Messung der Portanpassung	9 KHz – 4 GHz	1 dB
Messung der Richtschärfe	40 kHz – 4 GHz	2 dB
Übersprechen (>105 dB) Port 1 nach Port 2 Port 2 nach Port 1	20 KHz – 4 GHz	2 dB

6.1.2 Meßunsicherheit externes Meßzubehör

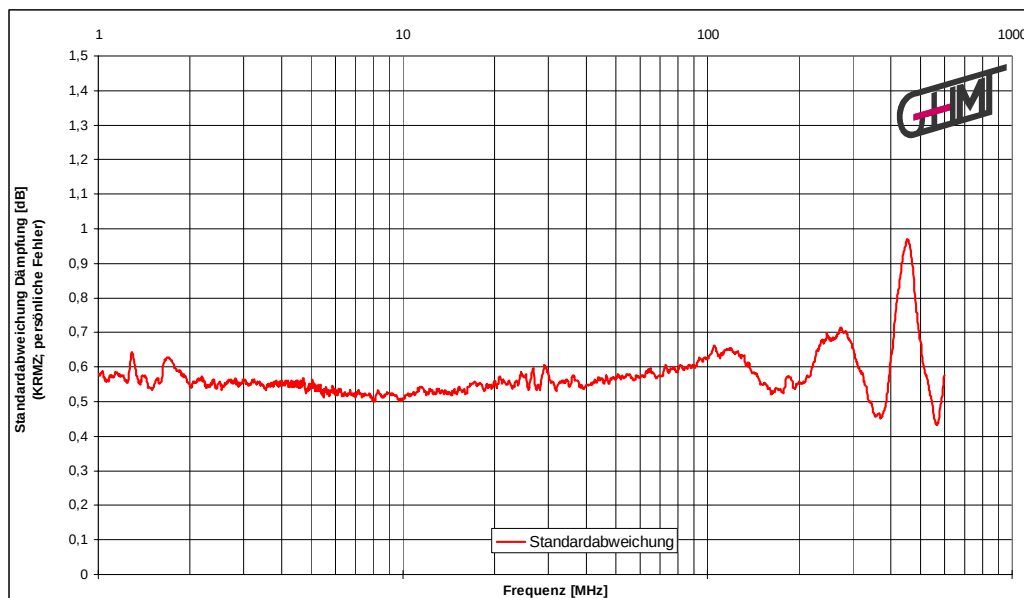
Folgende Faktoren werden bei der Angabe der Meßunsicherheit durch
Externes Meßzubehör betrachtet:

- Koaxiale Anschlußleitungen
- Kabelreferenzmeßzange mit Übertragern
- Persönliche Fehler durch Kontaktierung des Prüflings

Folgende Standardabweichungen sind bei der Bewertung der durchgeführten
Messungen zu berücksichtigen:

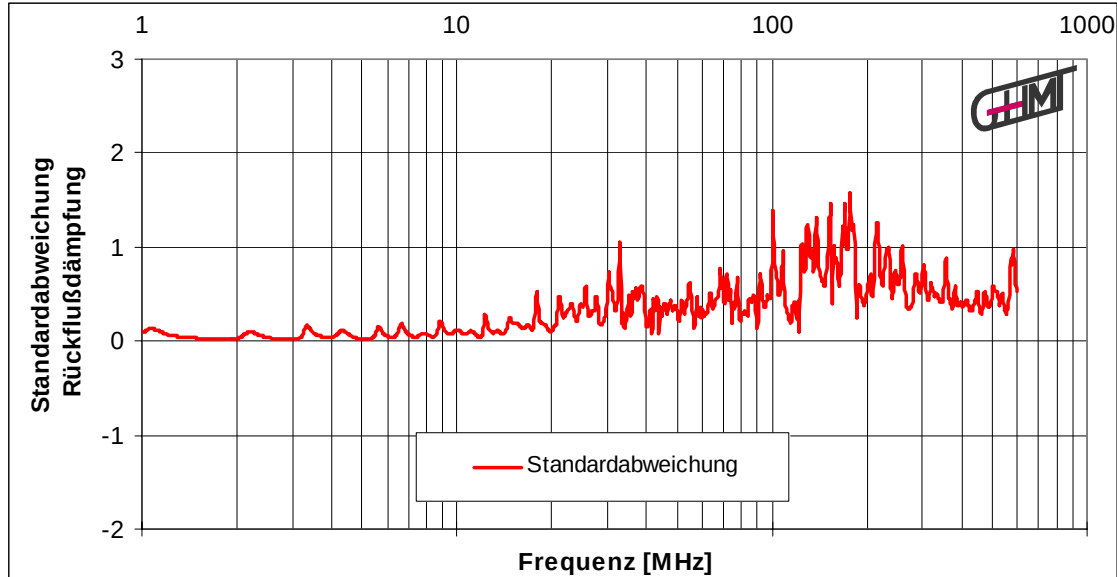
Standardabweichung Messung Transmission:

Frequenzbereich 1 MHz – 600 MHz: max. 1 dB



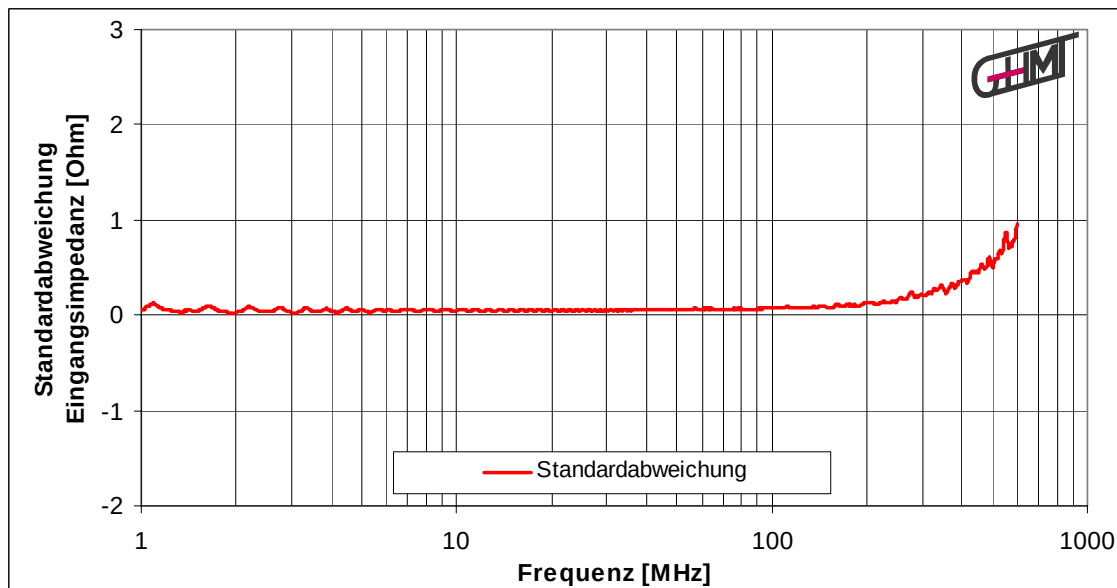
Standardabweichung Messung Reflexionsmessung:

Frequenzbereich 1 MHz – 600 MHz: max. 1,6 dB



Standardabweichung Messung Eingangsimpedanz:

Frequenzbereich 1 MHz – 600 MHz: max. 1 Ohm



7 Zusammenfassung des Prüfberichtes

Auftraggeber: SETEC Netzwerke AG
Rietacker 26
FL-9494 Schaan

Prüfling:

Se_{patch} ClassD Channel

Anschlussdose: SETEC EK-D. SePatch Cat.5e
Art.-Nr.: 50 12 0x

Verteilerfeld: SETEC 6er Modul SePatch Cat.5e
Art.-Nr.: 56 60 84

Patchkabel: Brand-Rex GIGAPLUS 26AWG S-FTP
60m
Art.-Nr.: GPC-PC-S-600-888-H

Patchkabel: Brand-Rex GIGAPLUS 26AWG S-FTP
2x 5m
Art.-Nr.: GPC-PC-S-050-888-H

Bewertungsstandards: ISO/IEC 11801: 2002
Information technology – Cabling for customer premises.
EN 50173-1: 2002
Information technology – Generic cabling systems –
Part 1: General requirements and office areas

Resultat: Der Prüfling hält bei den im Prüfbericht genannten Prüfparametern die Grenzwerte der besagten Vorgabedokumente **nach Klasse D im Channel von 70m** ein.

Die bei der Prüfung ermittelten Ergebnisse beziehen sich auf den beschriebenen und vom Auftraggeber vorgelegten Prüfling. Zukünftige technische Änderungen der Datenkabel und Steckverbinder unterliegen dem Verantwortungsbereich der Hersteller.

Bexbach, 08. Oktober 2003



Dipl.-Ing. Stefan Grüner
(technischer Assistent der Laborleitung)



GHMT AG
In der Kolling 13
D-66450 Bexbach
Tel.: +49 (0) 68 26 / 92 28 – 0
Fax: +49 (0) 68 26 / 92 28 – 99
E-Mail: info@ghmt.de
<http://www.ghmt.de>

8 Anhang: Meßprotokolle

Die Meßprotokolle sind im Anhang dieses Prüfberichtes, wie unter Abschnitt 4.2 beschrieben, als graphische Darstellung wiedergegeben.

Zusammenstellung der gemessenen NF-Parameter

Schleifenwiderstand

Paar	Schleifenwiderstand Ω
12	18,87
36	18,86
45	18,48
78	18,73

Schleifenwiderstandsunsymmetrie

Paare	Widerstandsunsymmetrie Ω
12-36	0,01
12-45	0,39
12-78	0,14
36-45	0,38
36-78	0,13
45-78	0,25

Folgende Einstellungen des Meßgerätes und Grenzwerte zur Bewertung lagen zugrunde:

Meßgerät	Fluke PM 6304 RLC-Meter
Spannungspegel	50 mV
Meßfrequenz	DC bei Widerstandsmessungen
Mittelwertbildung	ja

Meßlänge	70 m (Channel)
-----------------	----------------

Grenzwerte	Der normative Grenzwert für den Schleifenwiderstand nach ISO/IEC 11801: 2002 liegt für die Klasse D bei 25 Ω . Der normative Grenzwert für den Schleifenwiderstandsunsymmetrie nach ISO/IEC 11801: 2002 liegt für die Klasse D bei 0,75 Ω .
-------------------	--

Zusammenstellung der gemessenen HF-Parameter

Anmerkung

Alle Prüfparameter mit kumulierten Leistungsgrößen (PS NEXT, PS EL FEXT, PS ACR) wurden aus den einzelnen Messungen berechnet.

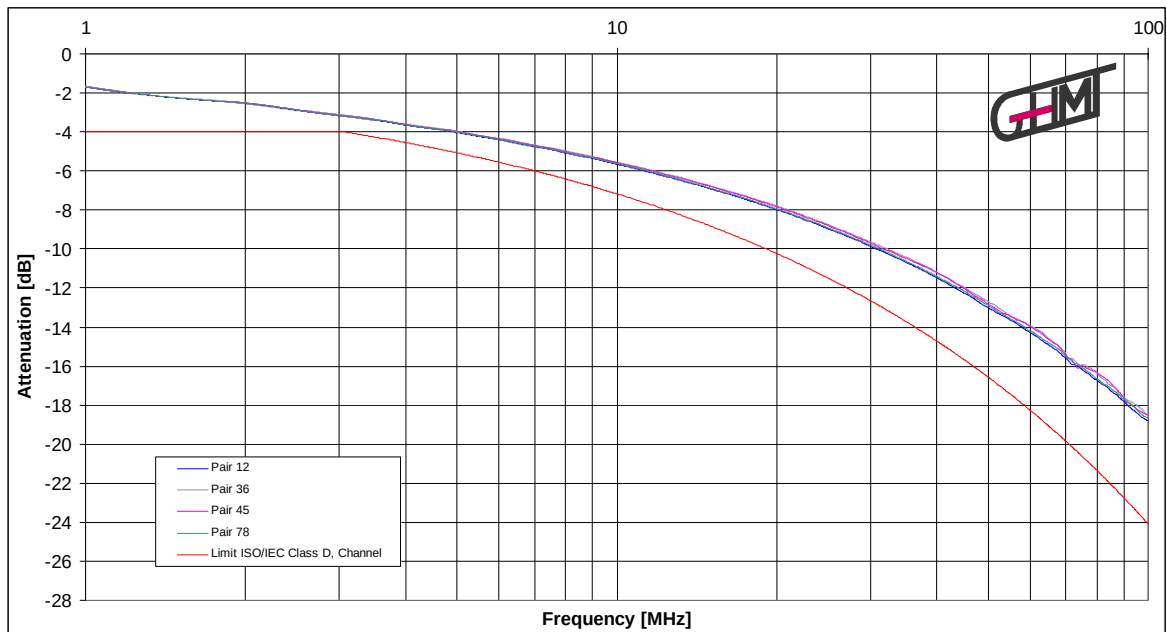
Dämpfung

Folgende Einstellungen des Meßgerätes lagen zugrunde:

Netzwerkanalysator	Rohde & Schwarz ZVRE 10 Hz – 4 GHz
Speiseleistung	0 dBm
Frequenzbereich	1 MHz – 300 MHz
IF-Filter	100 Hz
Meßpunktdichte	2000 Meßpunkte, logarithmisch verteilt
Mittelwertbildung	Keine
Glättung	Keine
Meßdynamik	135 dB
Impedanz	50 Ω
Anpassung des Prüflings	Der Prüfling wurde beidseitig mit zwei Kabelreferenz-Meßzangen vom Typ KRMZ 1200 angepaßt.
Bemerkungen	Die Meßlänge betrug 70 m. Die Temperatur des Kabels betrug 21° C. Eine rechnerische Temperaturkompensation wurde nicht durchgeführt.

Es folgt: Ein Meßprotokoll mit der Darstellung der Dämpfung

Dämpfung



Nahnebensprechdämpfung

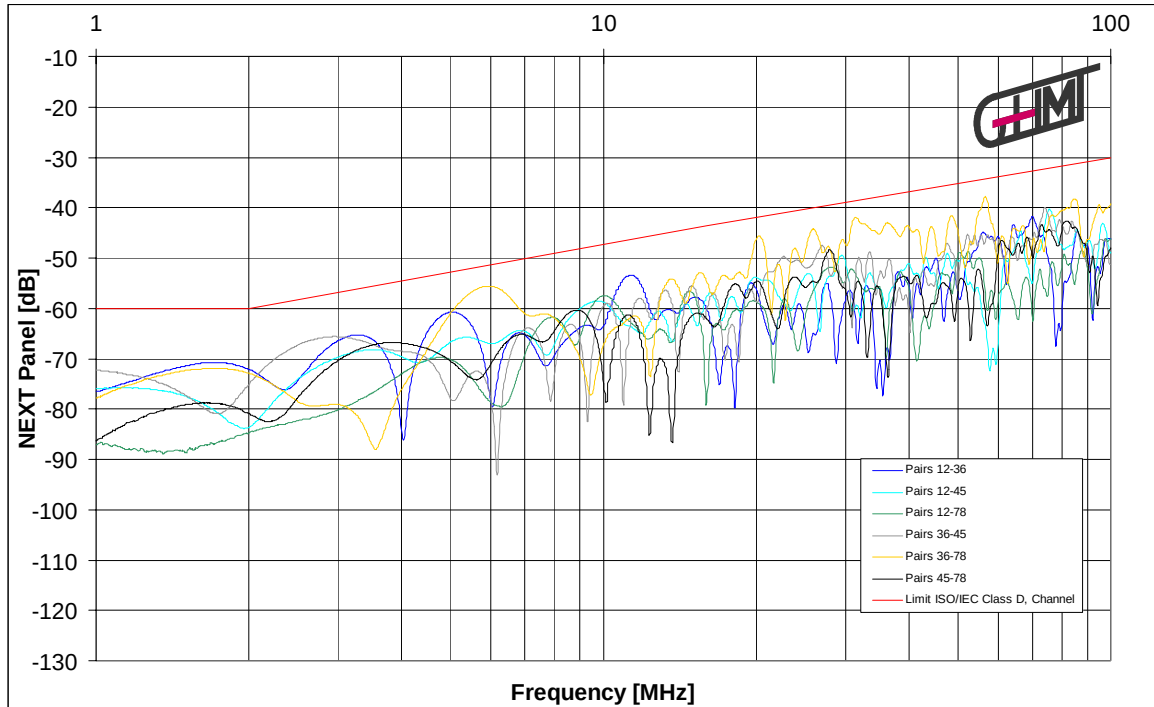
Folgende Einstellungen des Meßgerätes lagen zugrunde:

Netzwerkanalysator	Rohde & Schwarz ZVRE 10 Hz – 4 GHz
Speiseleistung	0 dBm
Frequenzbereich	1 MHz – 100 MHz
IF-Filter	30 Hz
Meßpunktdichte	2000 Meßpunkte, logarithmisch verteilt
Mittelwertbildung	Keine
Glättung	Keine
Meßdynamik	135 dB
Impedanz	50 Ω
Anpassung des Prüflings	Der Prüfling wurde beidseitig mit zwei Kabelreferenz-Meßzangen vom Typ KRMZ 1200 angepaßt.
Bemerkungen	Die Meßlänge betrug 70 m.

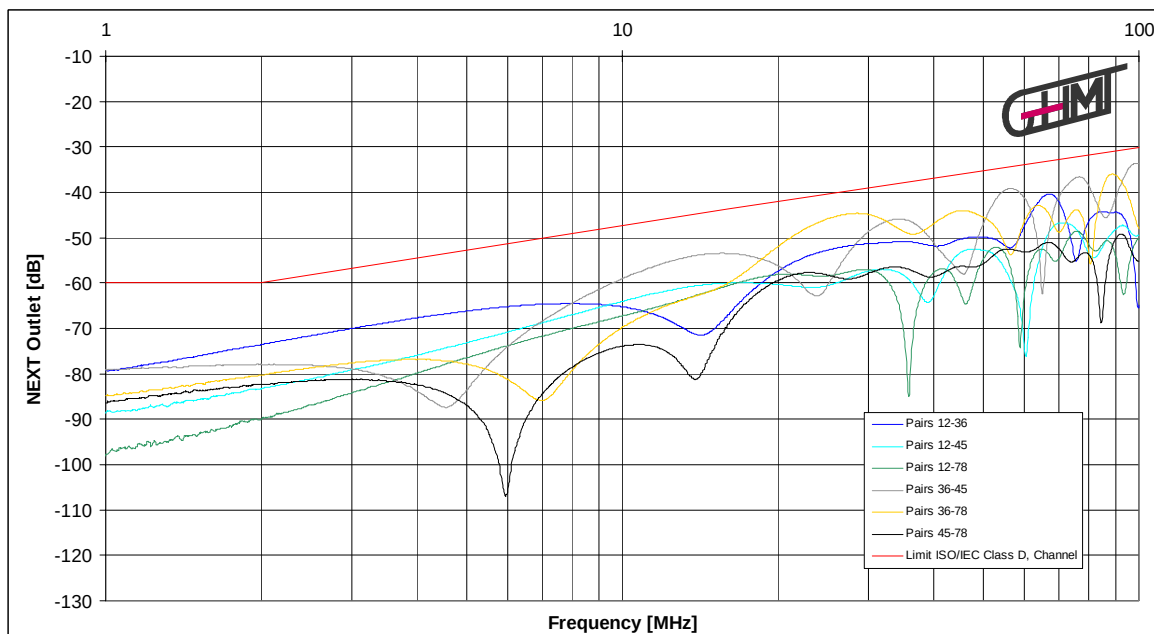
Es folgen: Zwei Meßprotokolle mit der Darstellung NEXT.
 Zwei Meßprotokolle mit der Darstellung PS-NEXT.
 Zwei Meßprotokolle mit der Darstellung ACR.
 Zwei Meßprotokolle mit der Darstellung PS-ACR.

Die Grenzwerte bis 5,04 MHz sind nur informativ, da die gemessene Dämpfung < 4dB ist.

NEXT von der Verteilerfeldseite

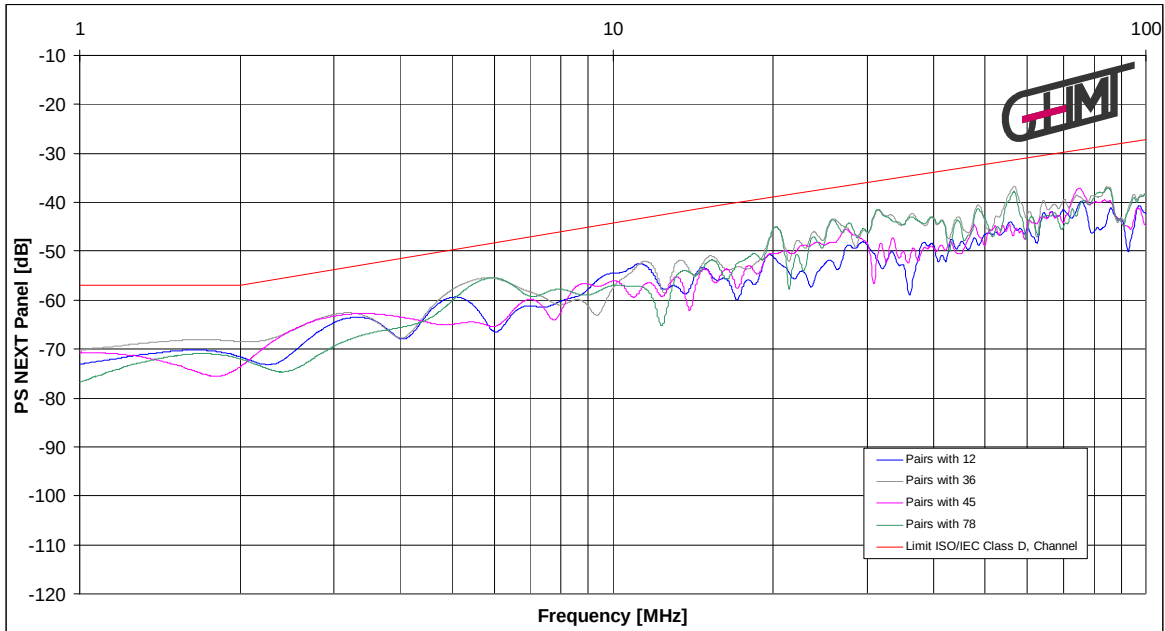


NEXT von der Anschlußdosenseite

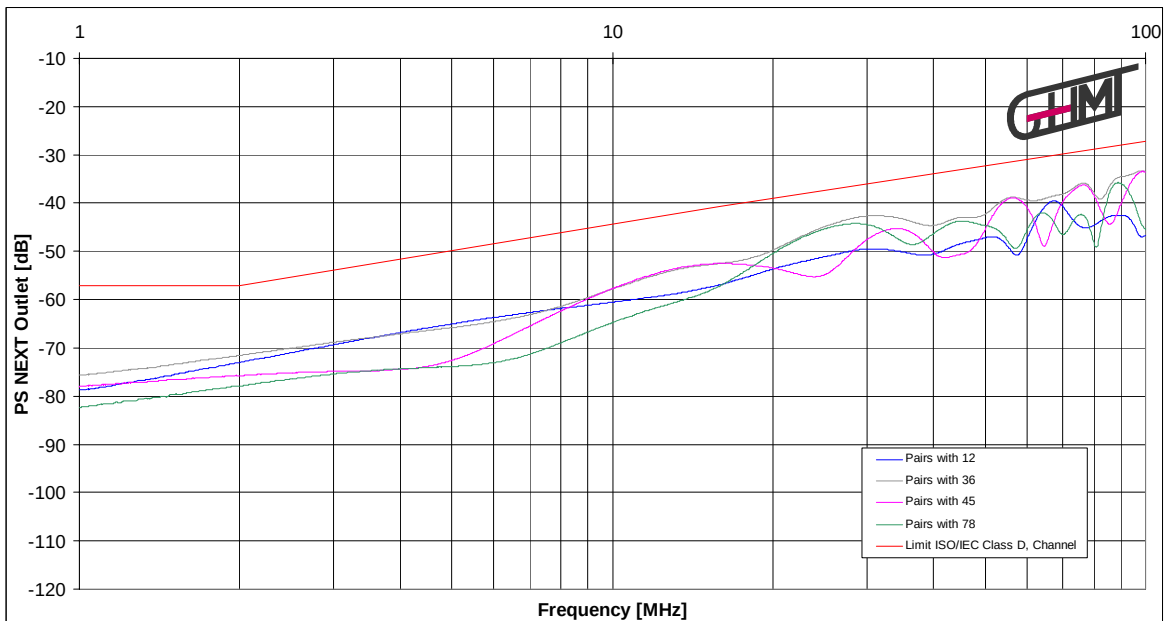


Die Grenzwerte bis 5,04 MHz sind nur informativ, da die gemessene Dämpfung < 4dB ist.

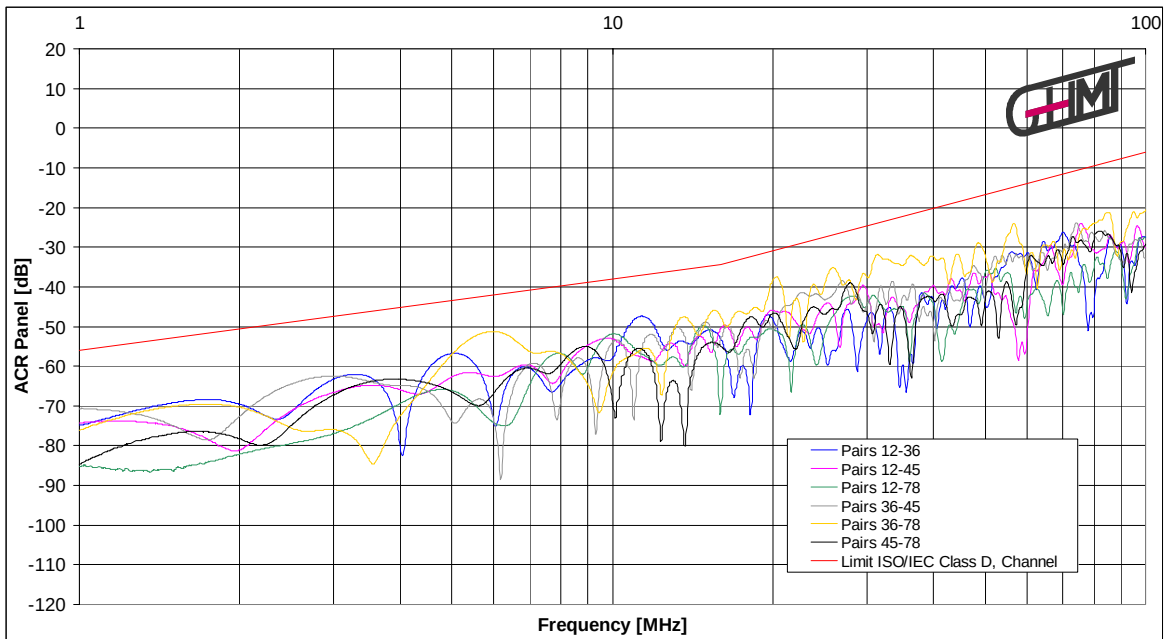
PS NEXT von der Verteilerfeldseite



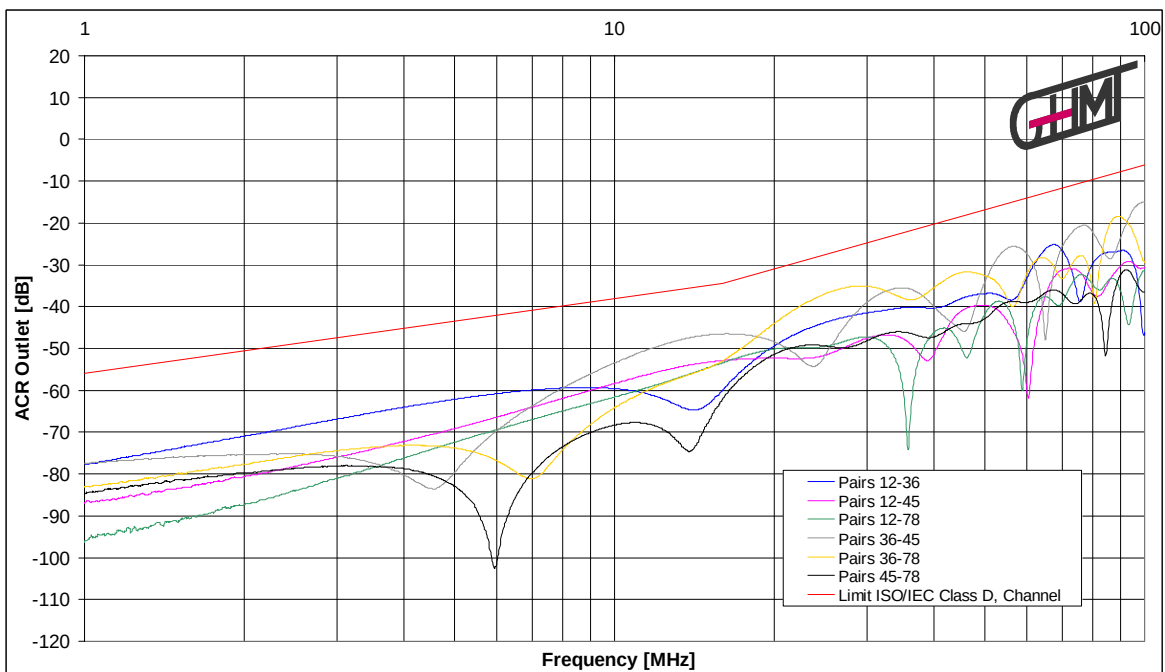
PS NEXT von der Anschlußdosenseite



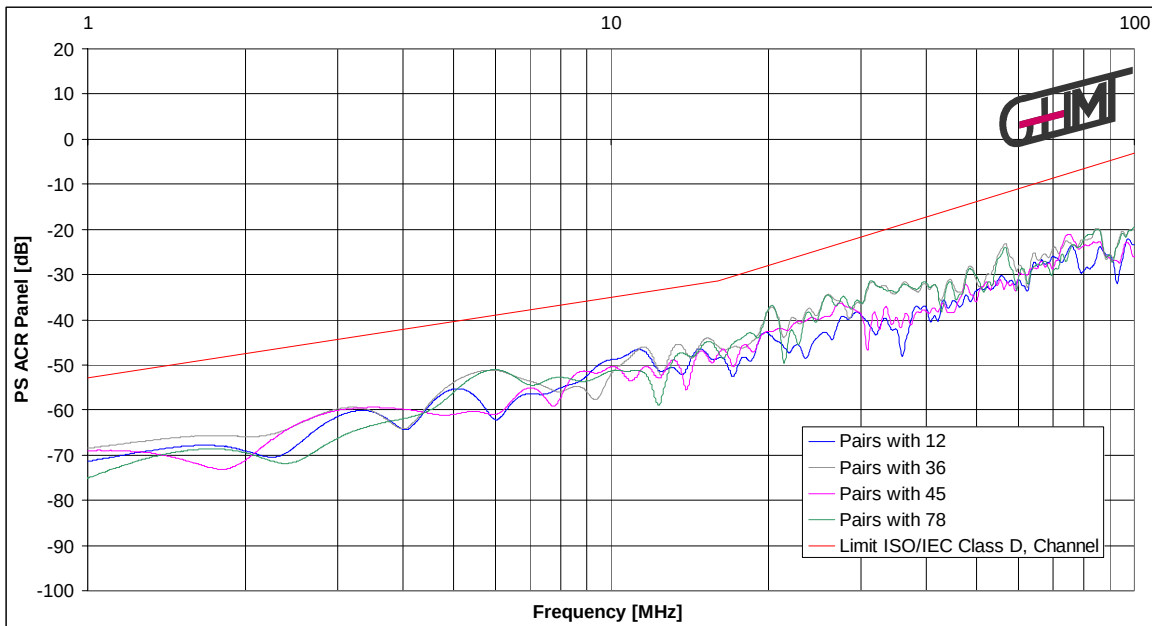
ACR von der Verteilerfeldseite



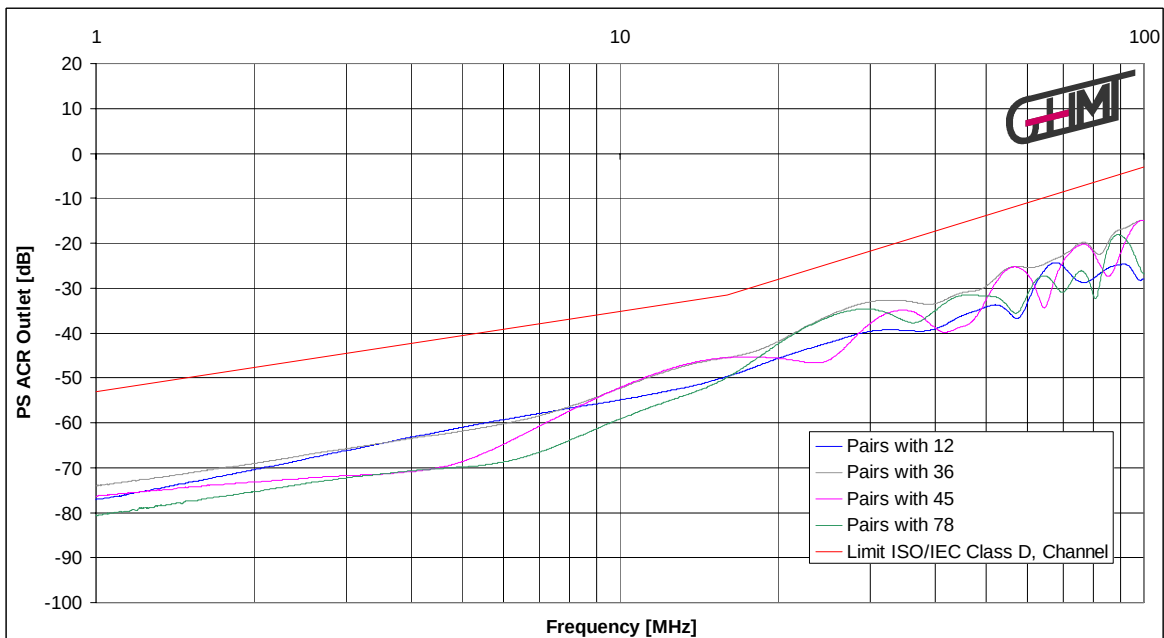
ACR von der Anschlußdosenseite



PS ACR von der Verteilerfeldseite



PS ACR von der Anschlußdosenseite



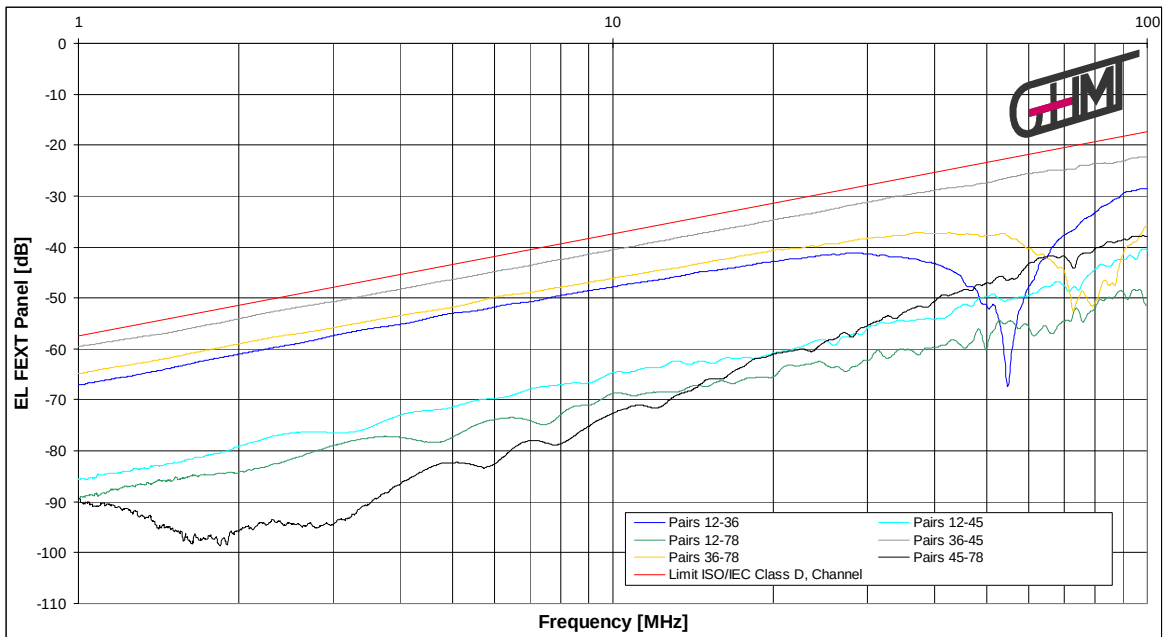
Pegelgleiche Fernnebensprechdämpfung

Folgende Einstellungen des Meßgerätes lagen zugrunde:

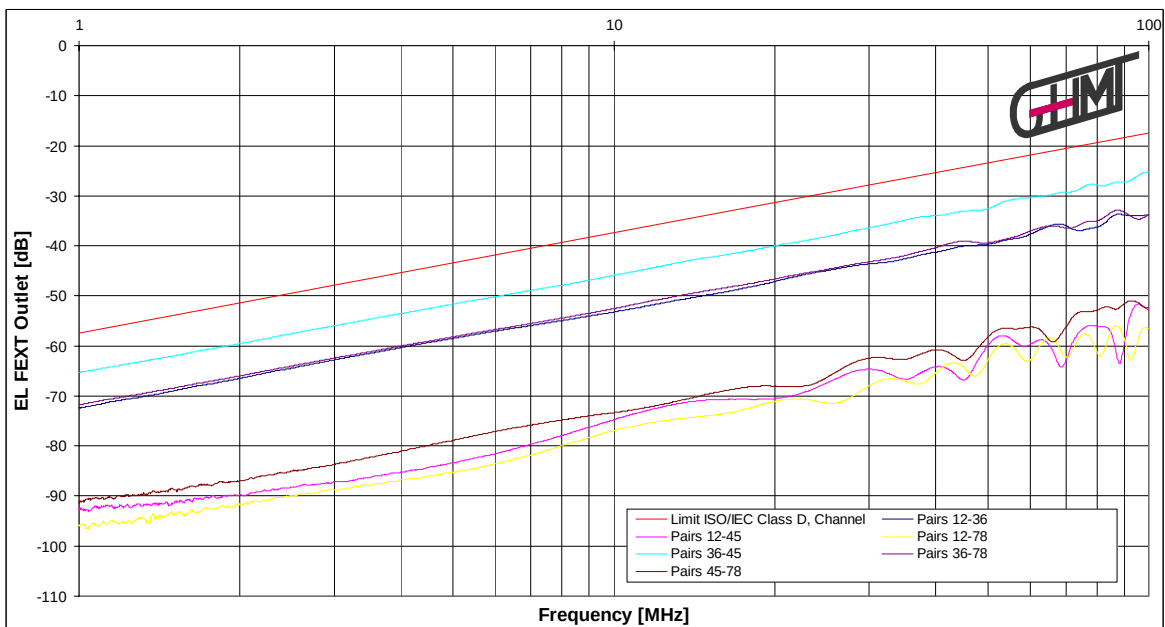
Netzwerkanalysator	Rohde & Schwarz ZVRE 10 Hz – 4 GHz
Speiseleistung	0 dBm
Frequenzbereich	1 MHz – 100 MHz
IF-Filter	10 Hz
Meßpunktdichte	2000 Meßpunkte, logarithmisch verteilt
Mittelwertbildung	Keine
Glättung	0,3 %
Meßdynamik	125 dB
Impedanz	50 Ω
Anpassung des Prüflings	Der Prüfling wurde beidseitig mit zwei Kabelreferenz-Meßzangen vom Typ KRMZ 1200 angepaßt.
Bemerkungen	Die Meßlänge betrug 70 m.

Es folgen: Zwei Meßprotokolle mit der Darstellung EL FEXT.
 Zwei Meßprotokolle mit der Darstellung PS EL FEXT.

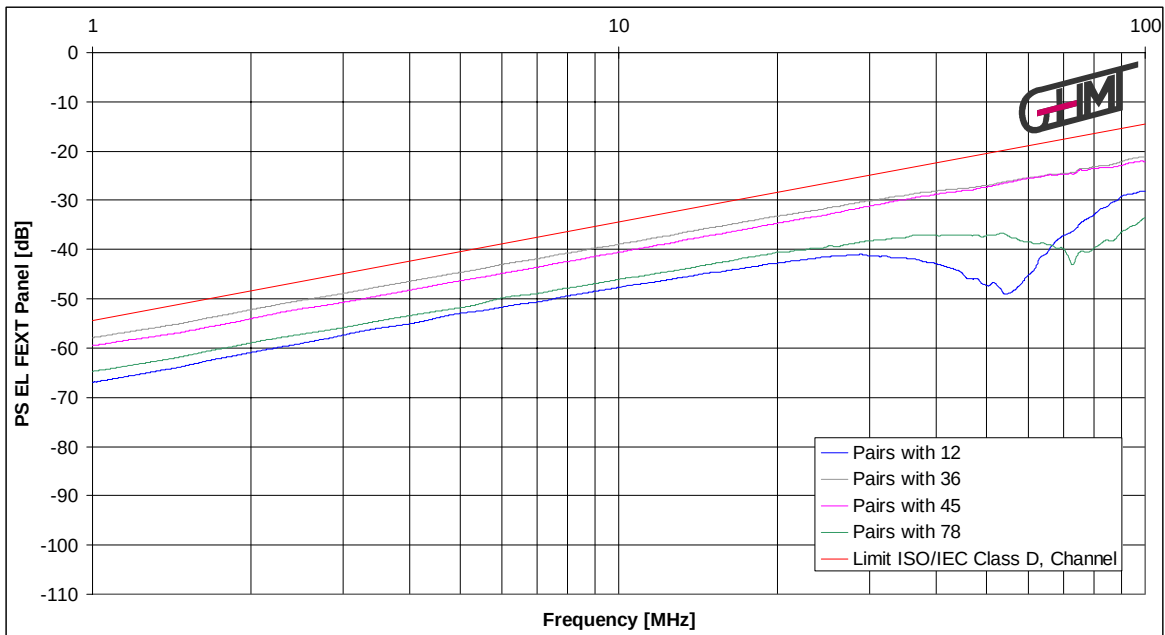
ELFEXT von der Verteilerfeldseite



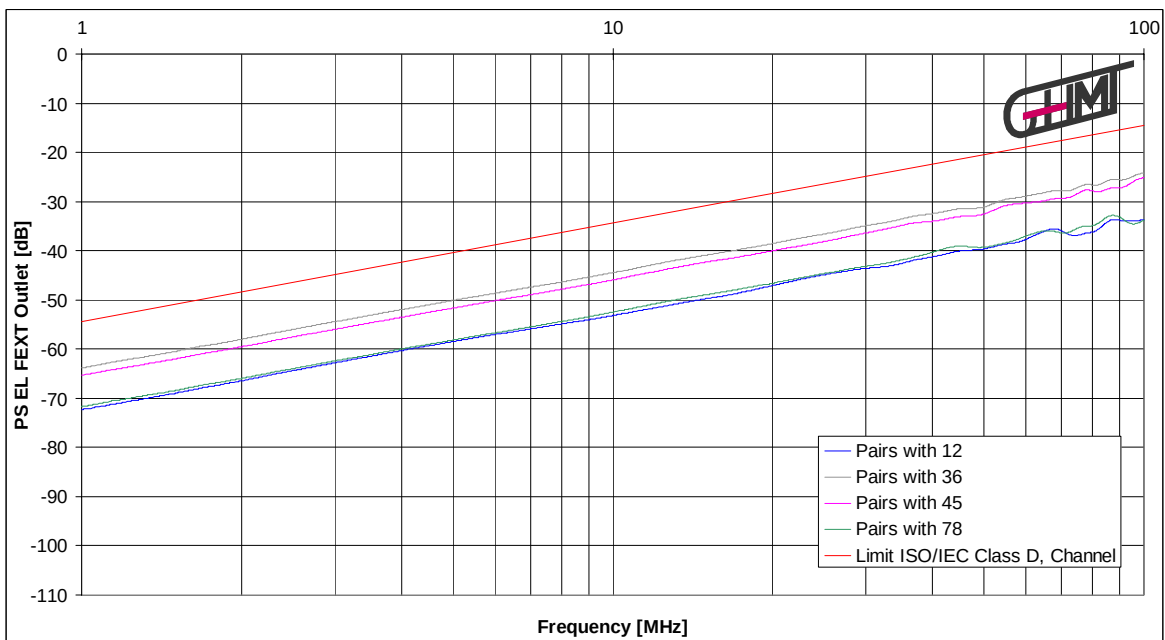
ELFEXT von der Anschlußdosenseite



PS ELFEXT von der Verteilerfeldseite



PS ELFEXT von der Anschlußdosenseite



Rückflußdämpfung

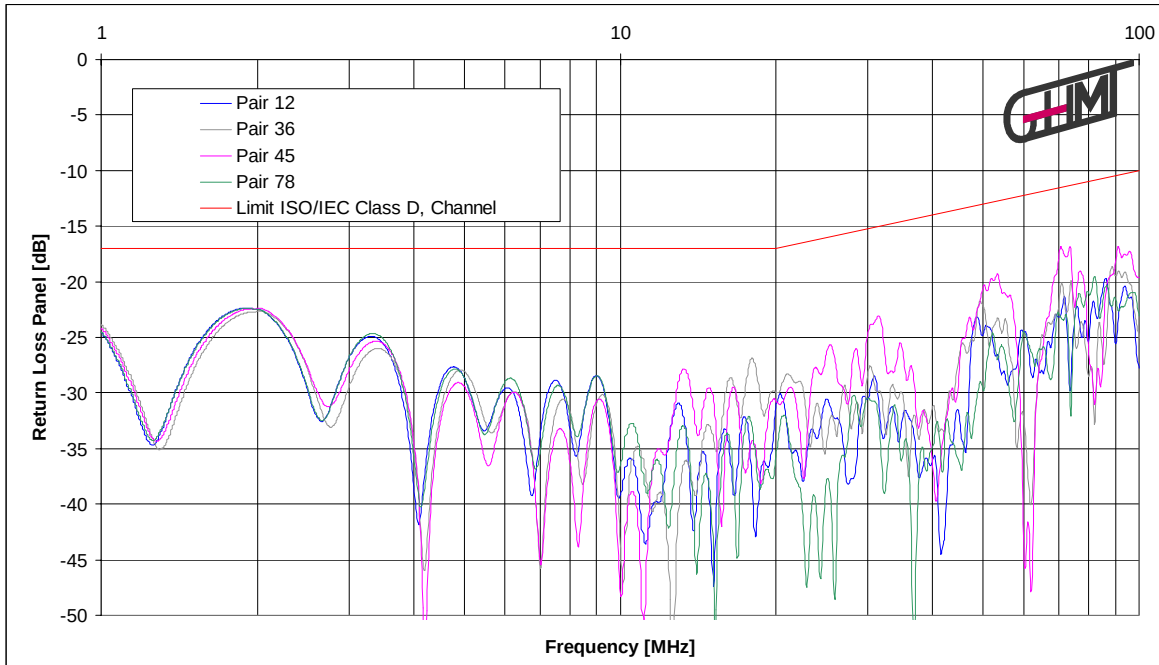
Folgende Einstellungen des Meßgerätes lagen zugrunde:

Netzwerkanalysator	Rohde & Schwarz ZVRE 10 Hz – 4 GHz
Speiseleistung	0 dBm
Frequenzbereich	1 MHz – 100 MHz
IF-Filter	300 Hz
Meßpunktdichte	2000 Meßpunkte, logarithmisch verteilt
Mittelwertbildung	keine
Glättung	keine
Meßdynamik	55 dB bei 100 MHz (kalibriert)
Impedanz	50 Ω
Anpassung des Prüflings	Der Prüfling wurde einseitig mit der Kabelreferenz-Meßzange vom Typ KRMZ 1200 angepaßt. Als 100 Ω Abschlußwiderstand wurde am Kabelende der Kalibrierungswiderstand angelötet.
Bemerkungen	Die Meßlänge betrug 70 m.

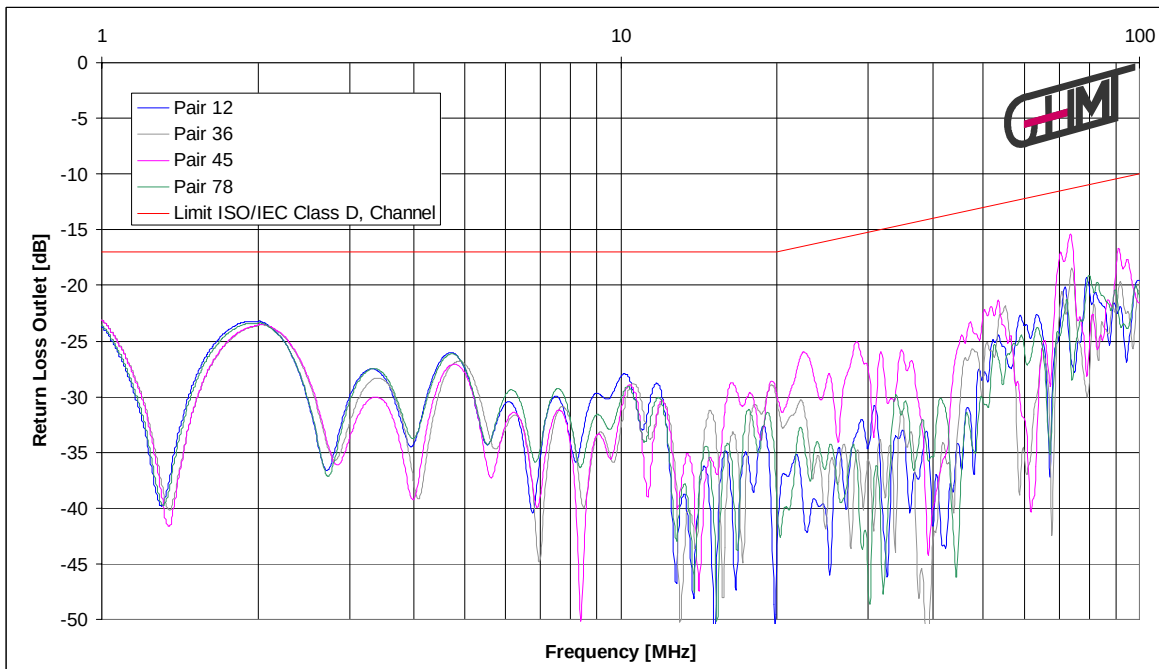
Es folgen: Zwei Meßprotokolle mit der Darstellung der Rückflußdämpfung.

Die Grenzwerte bis 2,73 MHz sind nur informativ, da die gemessene Dämpfung < 3dB ist.

Rückflußdämpfung von der Verteilerfeldseite



Rückflußdämpfung von der Anschlußdosenseite



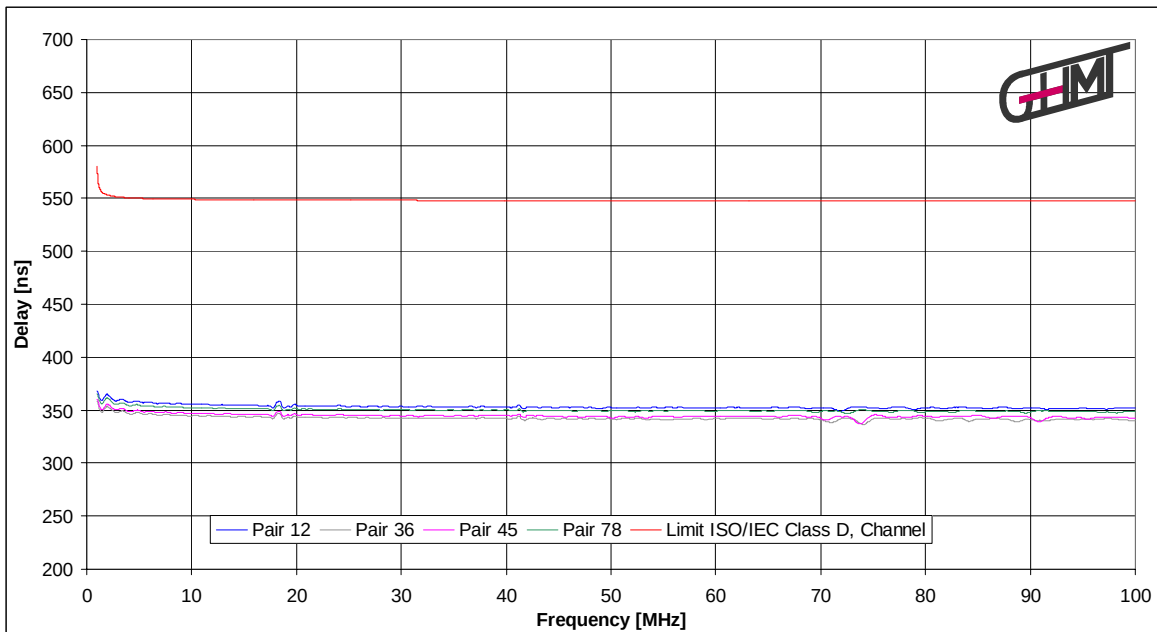
Gruppenlaufzeit

Folgende Einstellungen des Meßgerätes lagen zugrunde:

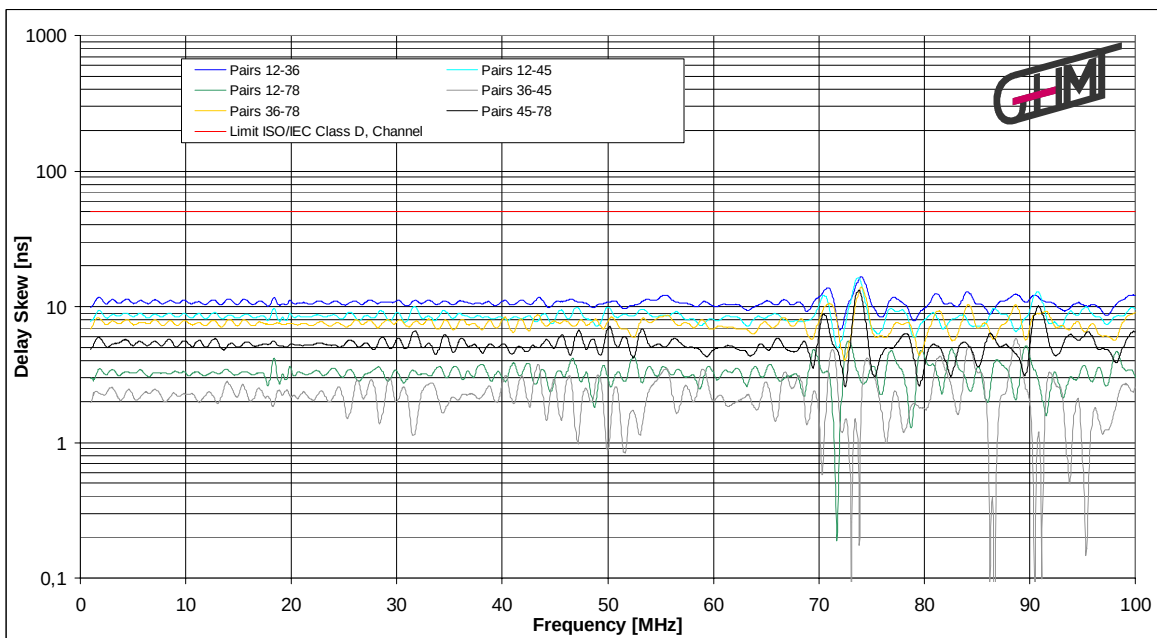
Netzwerkanalysator	Rohde & Schwarz ZVRE 10 Hz – 4 GHz
Speiseleistung	0 dBm
Frequenzbereich	1 MHz - 100 MHz
IF-Filter	30 Hz
Meßpunktdichte	2000 Meßpunkte, linear verteilt
Mittelwertbildung	Keine
Glättung	0,1 %
Meßdynamik	135 dB
Impedanz	50 Ω
Anpassung des Prüflings	Der Prüfling wurde beidseitig mit zwei Kabelreferenz-Meßzangen vom Typ KRMZ 1200 angepaßt.
Bemerkungen	Die Meßlänge betrug 70 m. Die Temperatur des Kabels betrug 21° C.

Es folgen: Ein Meßprotokoll mit der Darstellung der Delay.
 Ein Meßprotokoll mit der Darstellung der Delay Skew.

Laufzeit



Laufzeitdifferenz



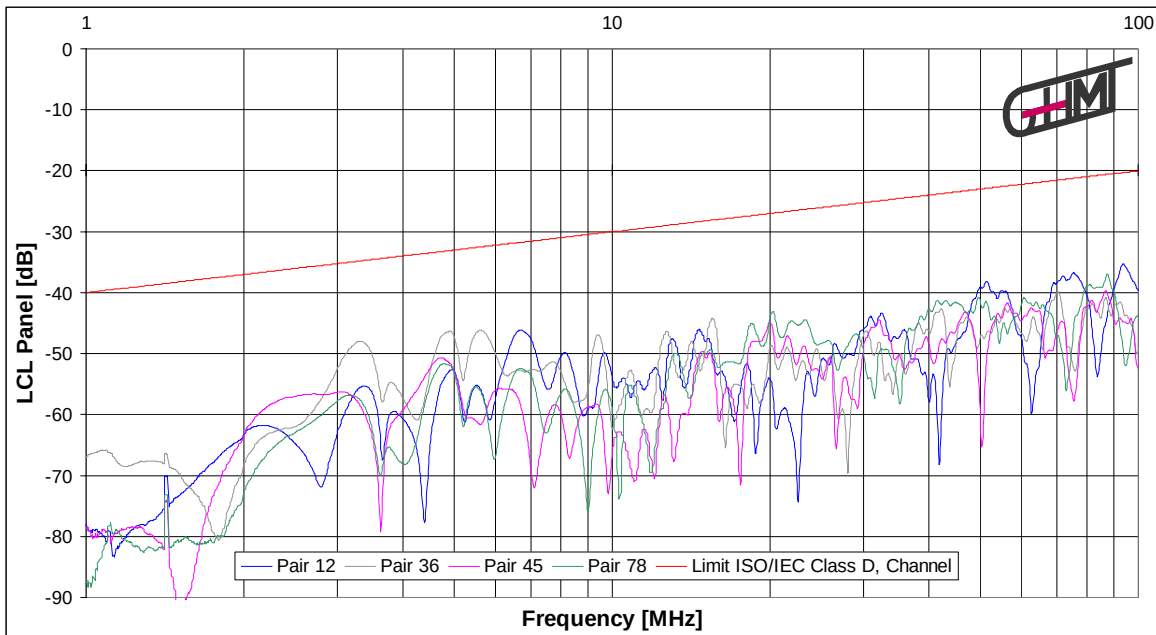
Erdunsymmetriedämpfung

Folgende Einstellungen des Meßgerätes lagen zugrunde:

Netzwerkanalysator	Rohde & Schwarz ZVRE 10 Hz – 4 GHz
Speiseleistung	0 dBm
Frequenzbereich	1 MHz – 100 MHz
IF-Filter	30 Hz
Meßpunktdichte	2000 Meßpunkte, logarithmisch verteilt
Mittelwertbildung	keine
Glättung	0,1 %
Meßdynamik	40 dB bei 100 MHz (kalibriert)
Impedanz	50 Ω
Anpassung des Prüflings	Der Prüfling wurde einseitig mit der Symmetriemeßbrücke SMB 61 angepaßt. Als Gleich-/Gegentaktabschluß am fernen Kabelende wurde eine 50 Ω /50 Ω Y-Schaltung verwendet.
Bemerkungen	Die Meßlänge betrug 70 m.

Es folgt: Zwei Meßprotokolle mit der Darstellung der Unsymmetriedämpfung.

Unsymmetriedämpfung von der Verteilerfeldseite



Unsymmetriedämpfung von der Anschlußdosenseite

