

# Prüfbericht nach der DIN EN ISO/IEC 17025

Verfasser:



**Nr.: P2347a-10-D**

**Steckverbinder Kat. 6<sub>A</sub>  
nach Vorgaben der  
2nd FPDAM 2 to ISO/IEC 11801 AMD 2 (2009-04)**

Projekt-Nummer: **SETSA0310**



Dieser Bericht besteht aus 34 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.



# 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

Prüfung von: 12. April 2010

bei: (23 ± 3)°C

## 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 Malte Onnenga, technischer Assistent der Laborleitung, GHMT AG

## 1.5 Anwesende Personen

Herr Dipl.-Ing. Stefan Grüner, Leiter akkreditiertes Prüflabor, 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 65-10

Telefax: +423 / 2 39 65-11

## 3 Prüfling

### 3.1 Beschreibung der Komponenten

Für die Durchführung der Prüfung wurde der GHMT AG vom Auftraggeber folgende Komponente beigestellt:

**Prüfling:**                    **SE<sub>siX</sub> eXtra Cat.6<sub>A</sub> Keystone Jack (X<sub>A</sub>KJ)  
RJ45, Kategorie 6<sub>A</sub>, geschirmt**

**Art.-Nr.:**                    501414, 501415

### 3.2 Bestellung der Komponenten

Die Komponente wurde über den Auftraggeber bezogen. Es lag keine neutrale Stichprobenentnahme durch die GHMT AG vor.

### 3.3 Eingang der Komponenten

Die Komponente ging am 12. April 2010 bei der GHMT AG ein und wies keine erkennbaren Schäden auf.

## 4 Prüfung

### 4.1 Art der Prüfung

Prüfung einer Anschlusskomponente für den Einsatz in informationstechnischen Anlagen. Die Bewertung erfolgte nach den Vorgaben der 2nd FPDAM 2 to ISO/IEC 11801 AMD 2. Geprüft wurden alle geforderten übertragungstechnischen Parameter.

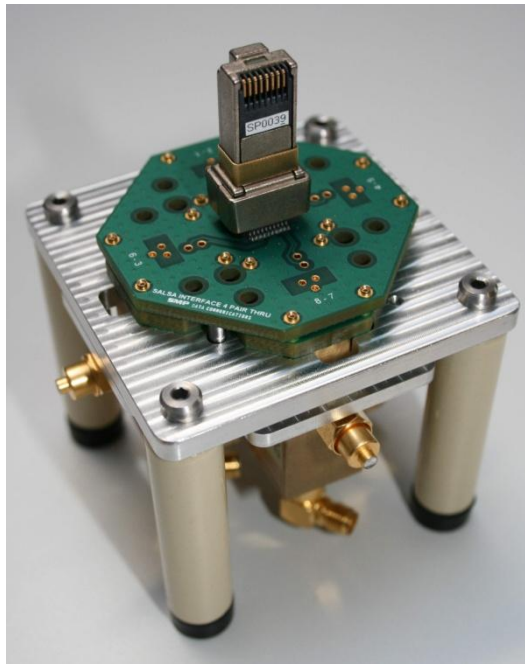


Abbildung 1: Kategorie 6<sub>A</sub>-Messaufbau der GHMT AG

### 4.2 Prüfparameter

**Folgende Prüfparameter sind Bestandteil der durchgeführten Prüfung nach Abschnitt 4.1:**

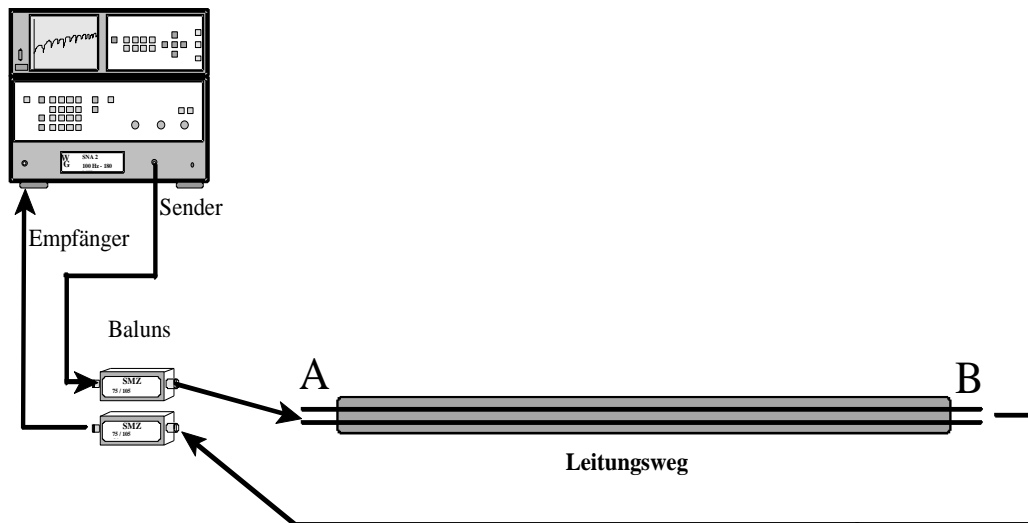
**HF-Parameter:**

- Einfügedämpfung
- Nahnebensprechdämpfung (NEXT)
- Fernnebensprechdämpfung (FEXT)
- Reflexionsdämpfung
- Laufzeit
- Laufzeitunterschied

**EMV-Parameter:**

- Transferimpedanz
- Coupling Attenuation

## 4.2.1 Vierpoldämpfung



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

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

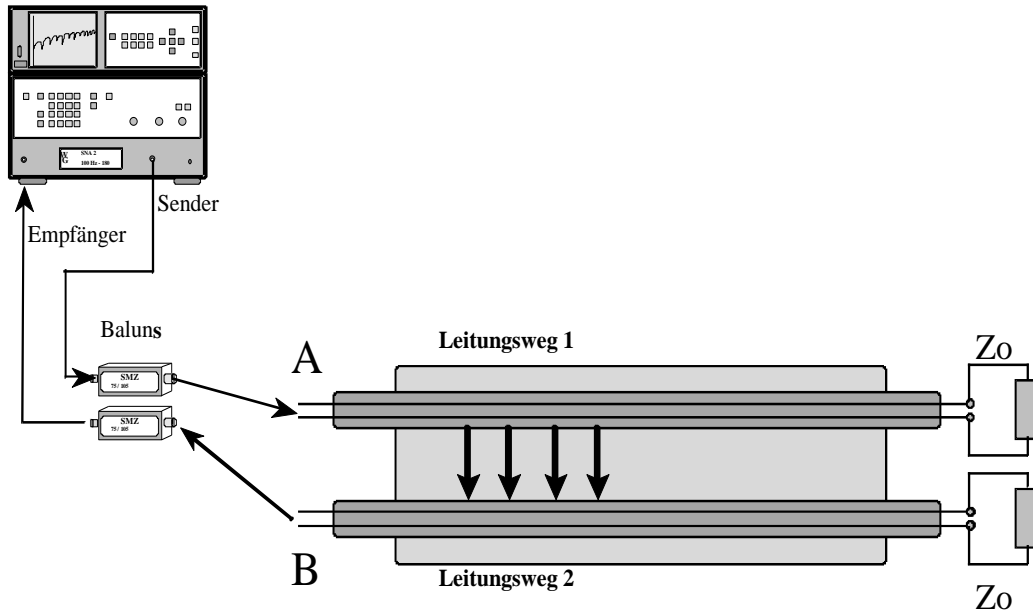
Eingang und Ausgang des Vierpols müssen mit dem Nennwellenwiderstand der Leitung abgeschlossen sein, um Reflexionsverluste zu vermeiden.

**Einflußgrößen** Bei Komponenten werden aufgrund der geringen Abmessungen sehr kleine Meßwerte ermittelt. Bei der Ermittlung der Vierpoldämpfung muß der Meßaufbau und die korrekte Normalisierung besonders beachtet werden.

Die Vierpoldämpfung ist längen-, frequenz- und temperaturabhängig.

**Bedeutung** Eine geringe Vierpoldämpfung verbessert die Übertragungssicherheit der Verkabelungsstrecke.

## 4.2.2 Nahnebensprechdämpfung (NEXT)



**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).

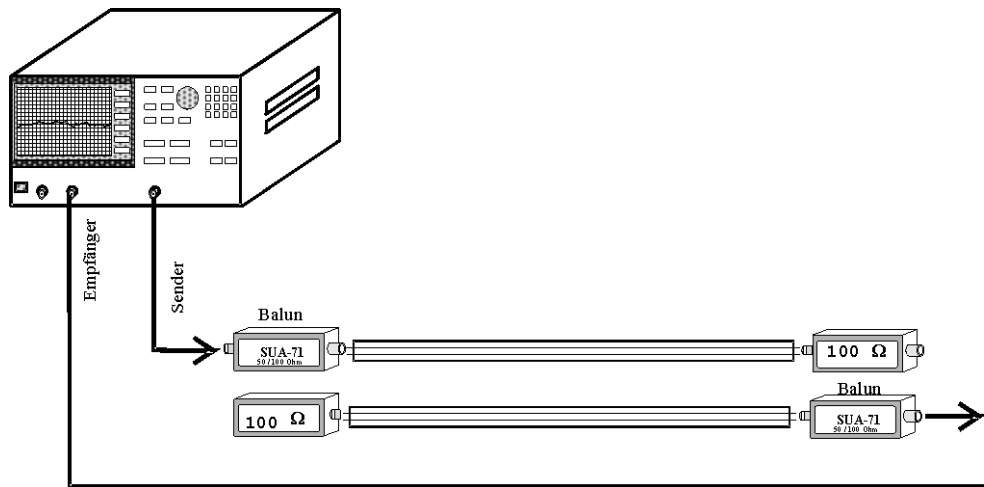
**Einflußgrößen** Bei Komponenten wird die Nahnebensprechdämpfung maßgeblich durch den mechanischen Aufbau und (wenn vorhanden) durch die Abschirmung der Leitungswege untereinander bestimmt.

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

**Bedeutung** Eine hohe Nahnebensprechdämpfung verbessert die Übertragungssicherheit.



### 4.2.3 Fernnebensprechdämpfung (FEXT)



**Definition** Die Fernnebensprechdämpfung (engl. FEXT) wird durch das Verhältnis der am fernen Ports B ausgekoppelten und am nahen Port A eingekoppelten Leistung bestimmt.

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

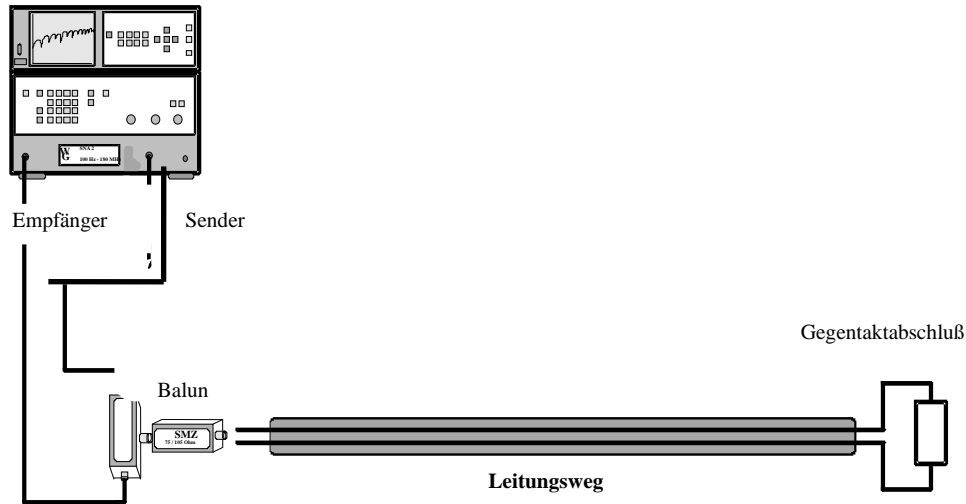
Alle Paare des Prüflings werden mit ihrem Wellenwiderstand abgeschlossen.

**Einflußgrößen** Bei Komponenten wird das FEXT maßgeblich durch den mechanischen Aufbau und (wenn vorhanden) durch die Abschirmung der Leitungswege untereinander bestimmt.

Das FEXT ist stark frequenzabhängig.

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

## 4.2.4 Reflexionsdämpfung



### Definition

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

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

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

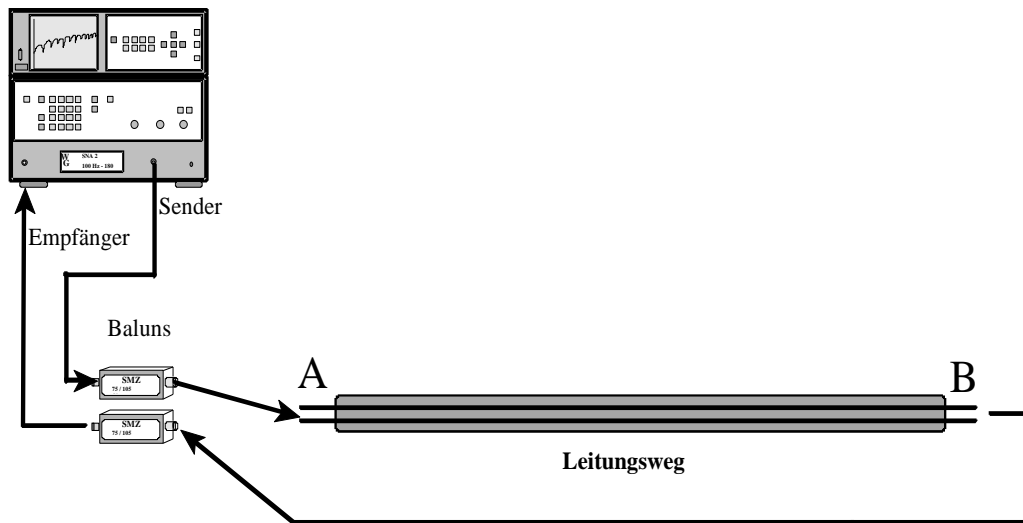
Bei Komponenten wird die Reflexionsdämpfung maßgeblich durch die Homogenität der Leitungswege bestimmt. Inhomogenitäten können die Reflexionsdämpfung verschlechtern.

Reflexionsdämpfung und Wellenwiderstand sind korrelierte Parameter.

### Bedeutung

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

## 4.2.5 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  $\tau$  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 Komponenten wird die Ausbreitungsgeschwindigkeit maßgeblich durch den mechanischen Aufbau und die eingesetzten Isolationsmaterialien bestimmt.

**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 darüberhinaus sehr gleichmäßige Ausbreitungsgeschwindigkeiten, um Synchronisationsfehler am Empfänger zu vermeiden. In zukünftigen normativen Standards wird dieser sogenannte „Delay-skew“ definiert sein.

## 4.2.6 Laufzeitdifferenz

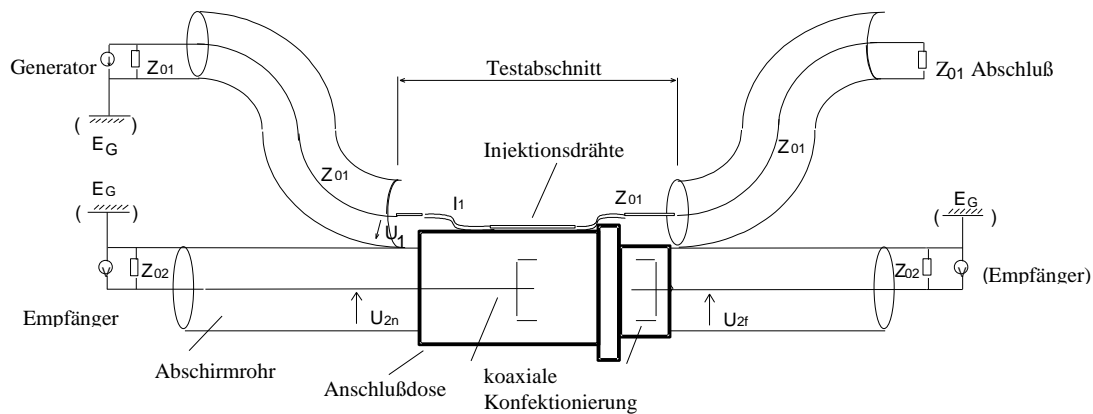
**Definition** Die Laufzeitdifferenz  $\Delta\tau$  kennzeichnet bei Leitungslängen der Länge  $l$  den zeitlichen Unterschied, den die Signale mit den Ausbreitungsgeschwindigkeiten  $v_{i,j}$  in den einzelnen Leitungswegen zueinander aufweisen.

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

**Einflußgrößen** Bei Komponenten wird die Laufzeitdifferenz maßgeblich durch den mechanischen Aufbau und die eingesetzten Isolationsmaterialien bestimmt.

**Bedeutung** Die Laufzeitdifferenz wird in Hinblick auf zukünftige Netzwerkprotokolle ein wichtiger Parameter bei symmetrischen Kabeln für eine verzerrungsfreie Datenübertragung sein.

## 4.2.7 Transferimpedanz



$$Z_T = 2\sqrt{Z_{01} \cdot Z_{02}} \cdot 10^{\left(-\frac{a_T}{20}\right)}$$

### 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

$$Z_T = \frac{U_{\text{Stör}}}{I_{\text{Stör}}}$$

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  $\text{m}\Omega$ .

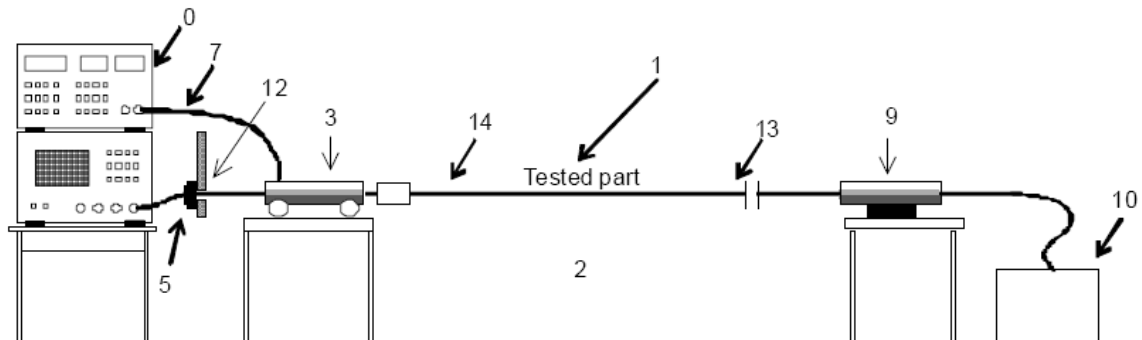
### Einflußgrößen

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.

## 4.2.8 Kopplungsdämpfung



**Definition** Die Kopplungsdämpfung ist das Verhältnis zwischen der in den Innenleiter gespeisten Leistung  $P_1$  und der maximal abgestrahlten Leistung  $P_2$ .

Die maximale Leistung wird durch eine Messung, jeweils am nahen und am fernen Ende an dem bewerteten Messabschnitt ermittelt. Die Abstrahlung einer Komponente ist umso niedriger, je höher die Kopplungsdämpfung ist. Je höher die Kopplungsdämpfung, umso niedriger ist die Einstrahlung in die Komponente.

**Einflußgrößen** Die Kopplungsdämpfung ist durch die Symmetrie der Komponente bestimmt.  
Im Falle geschirmter Komponente ist die Kopplungsdämpfung zusätzlich durch den mechanischen Aufbau des Gehäuses bestimmt.

**Bedeutung** Je höher die Kopplungsdämpfung einer Komponente ist, desto kleiner ist die Gefahr der Geräuschstörung in Datennetzwerken mit hohen Datenraten. Besonders in einer elektromagnetisch belasteten Umgebung werden Komponenten mit hoher Kopplungsdämpfung empfohlen.

## 5 Vorschriften

### 5.1 Angewendete Vorschriften

- **2nd FPDAM 2 to ISO/IEC 11801 AMD 2 (2009-04)**  
 Information technology – Generic cabling for customer premises
- **IEC 60603-7-51 Ed. 1 (IEC 48B/1977/CDV, 12/2008)**  
 Connectors for electronic equipment –  
 Part 7-51:Detail specification for 8-way, shielded, free and fixed connectors, for data transmissions with frequencies up to 500MHz and with specified exogenous crosstalk
- **TIA/EIA-568-C.2 (2009-08)**  
 Balanced Twisted-Pair  
 Telecommunications Cabling and Components Standards

### 5.2 Grenzwerte der Kategorie 6<sub>A</sub> für die Verbindungstechnik

Frequenz / MHz	Dämpfung / dB	NEXT / dB	PS NEXT / dB	FEXT / dB	PS FEXT / dB	Return Loss / dB	Delay / ns	Delay Skew / ns
<b>1,0</b>	0,10	75,0	72,0	75,0	72,0	30,0	2,5	1,25
<b>100</b>	0,20	54,0	50,0	43,1	40,1	28,0	2,5	1,25
<b>250</b>	0,32	46,0	42,0	35,1	32,1	20,0	2,5	1,25
<b>500</b>	0,45	37,0	33,0	29,1	26,1	14,0	2,5	1,25

Tabelle 1: Grenzwerte der 2nd FPDAM 2 to ISO/IEC 11801 AMD2 (2009-04)

Parameter	Frequency [MHz] (f)	Limit
<b>Transfer Impedance</b>	$1 \leq f \leq 10$	$0,1 * f^{0,3} [\Omega]$
	$10 \leq f \leq 80$	$0,02 * f [\Omega]$
<b>Coupling Attenuation</b>	$30 \leq f \leq 100$	$\geq 45$ [dB]
	$30 \leq f \leq 500$	$85-20 * \lg(f)$ [dB]

Tabelle 2: Grenzwerte der 2nd FPDAM 2 to ISO/IEC 11801 AMD2 (2009-04)

## **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	ENA E5071B	Agilent	50 Ω 300 kHz – 8,5 GHz
Spektrum/ Netzwerk- analysator	ZVRE	Rohde & Schwarz	50 Ω 9 kHz - 4 GHz
RLC-Meter	PM 6304	Fluke	0,10 % Genauigkeit
Cat. 6A Test-Setup	---	Superior	50/100 Ω 1 MHz – 500 MHz
SALSA-Plug Referenzstecker	SP0039	Superior	100 Ω 1 MHz – 500 MHz
Diverses Meßequipment	---	GHMT	---

**Tabelle 3:** Messmittel GHMT

## 7 Zusammenfassung des Prüfberichtes

**Auftraggeber:** SETEC Netzwerke AG  
Rietacker 26  
FL-9494 Schaan

**Prüfling:** **SE<sub>siX</sub> eXtra Cat.6<sub>A</sub> Keystone Jack (X<sub>A</sub>KJ)  
RJ45, Kategorie 6<sub>A</sub>, geschirmt**

**Art-Nr.:** 501414, 501415

**Bewertungsstandards:** 2nd FPDAM 2 to ISO/IEC 11801 "Amendment 2 to ISO/IEC 11801  
Information technology – Generic cabling for customer premises"  
(ISO/IEC JTC1 SC25 N1645, 04/2009)  
TIA/EIA-568-C.2 (2009-08)  
Balanced Twisted-Pair  
Telecommunications Cabling and Components Standards  
IEC 60603-7-51 Ed. 1 (IEC 48B/1977/CDV, 12/2008)  
Connectors for electronic equipment –  
Part 7-51:Detail specification for 8-way, shielded, free and fixed connectors, for  
data transmissions with frequencies up to 500MHz and with specified exogenous  
crosstalk

**Resultat:** Der Prüfling hält bei den im Prüfbericht genannten Prüfparametern die  
Grenzwerte der besagten Vorgabedokumente nach **Kategorie 6<sub>A</sub> bis 500 MHz**  
ein.

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

Bexbach, 12. April 2010



i.A. Dipl.-Ing. Stefan Grüner  
(Leiter akkreditiertes Prüflabor)



GHMT AG  
In der Kolling 13  
D-66450 Bexbach  
Phone: +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.

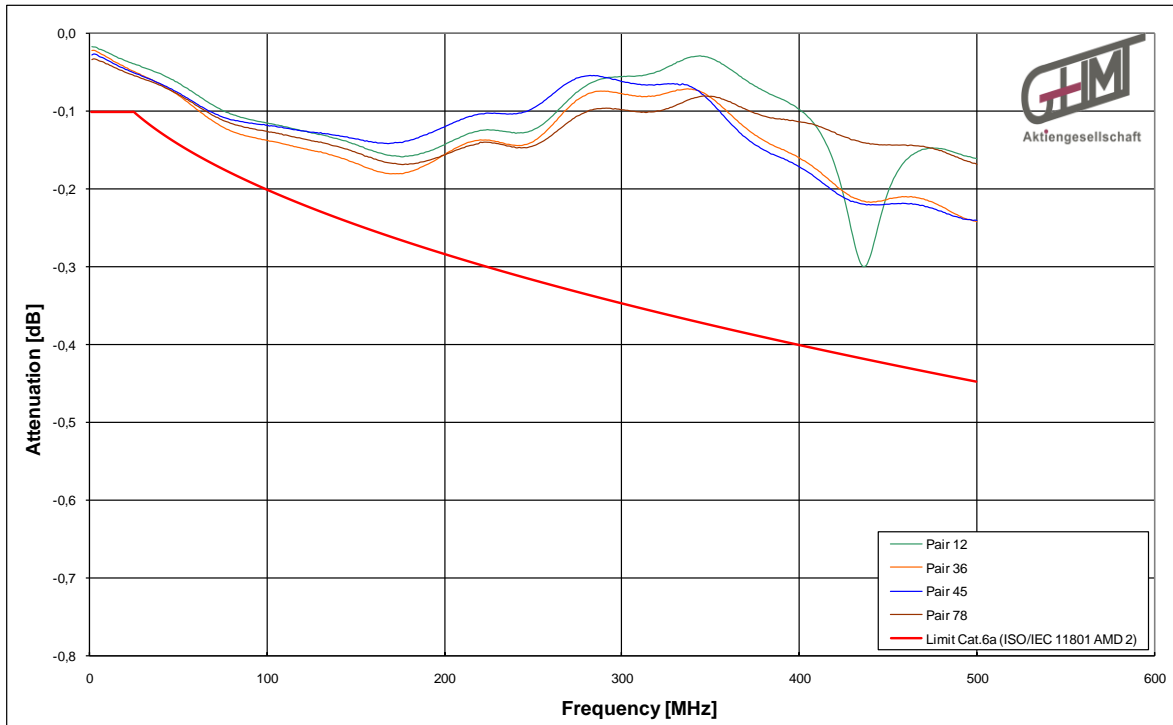
## **Zusammenstellung der gemessenen HF-Parameter**

### **Dämpfung**

Folgende Einstellungen des Meßgerätes lagen zugrunde:

<b>Speiseleistung</b>	0 dBm
<b>Frequenzbereich</b>	1 MHz – 500 MHz
<b>IF-Filter</b>	100 Hz
<b>Meßpunktdichte</b>	500 Meßpunkte, linear verteilt
<b>Mittelwertbildung</b>	Keine
<b>Glättung</b>	0,3%
<b>Meßdynamik</b>	110 dB
<b>Impedanz</b>	50 Ω
<b>Bemerkungen</b>	keine

### Dämpfung:

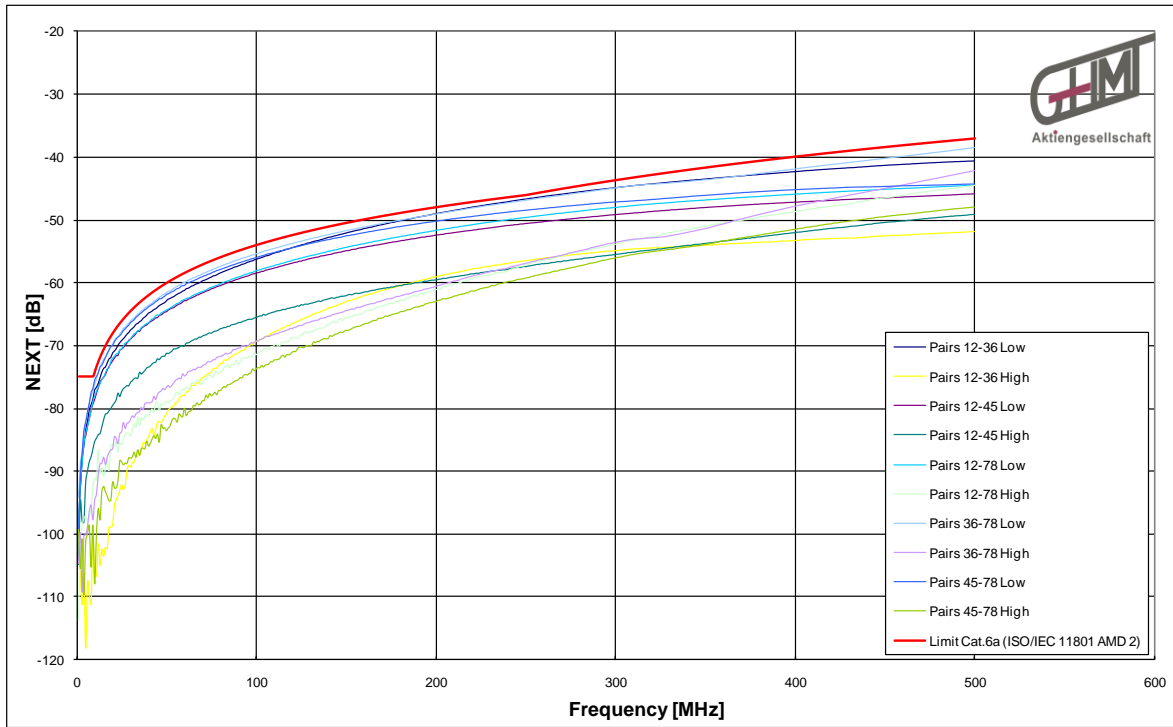


## **Nahnebensprechdämpfung**

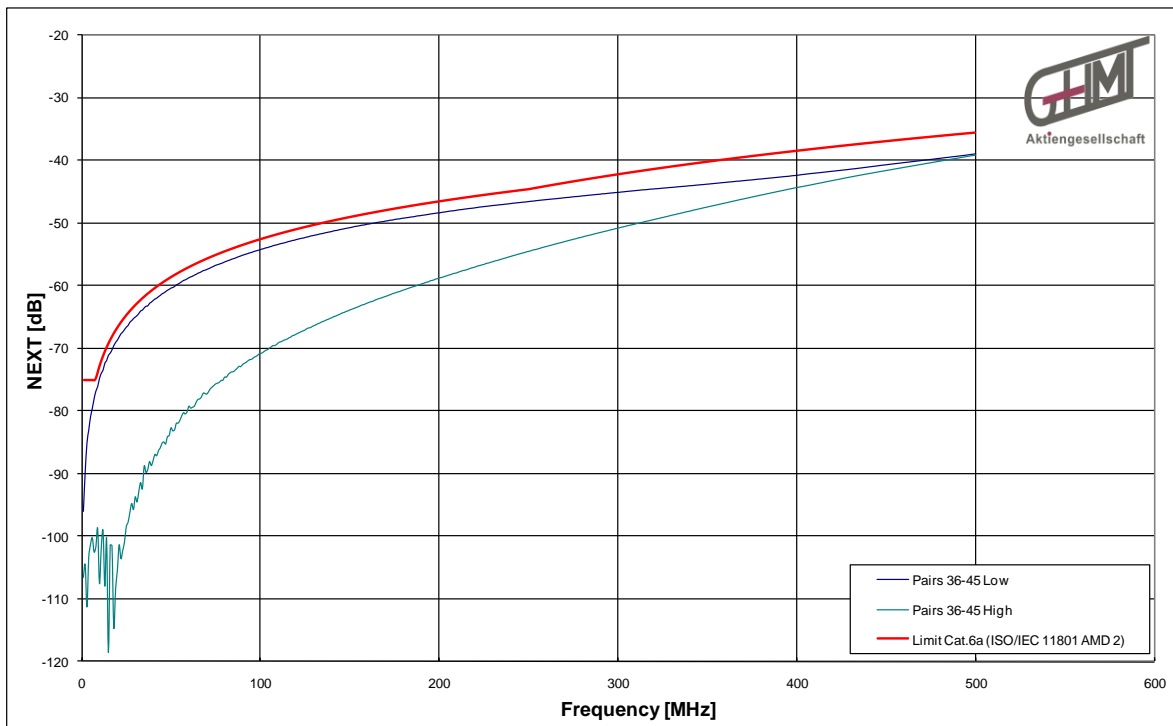
Folgende Einstellungen des Meßgerätes lagen zugrunde:

<b>Speiseleistung</b>	0 dBm
<b>Frequenzbereich</b>	1 MHz – 500 MHz
<b>IF-Filter</b>	100 Hz
<b>Meßpunktdichte</b>	500 Meßpunkte, linear verteilt
<b>Mittelwertbildung</b>	Keine
<b>Glättung</b>	0,3%
<b>Meßdynamik</b>	110 dB
<b>Impedanz</b>	50 Ω
<b>Bemerkungen</b>	keine

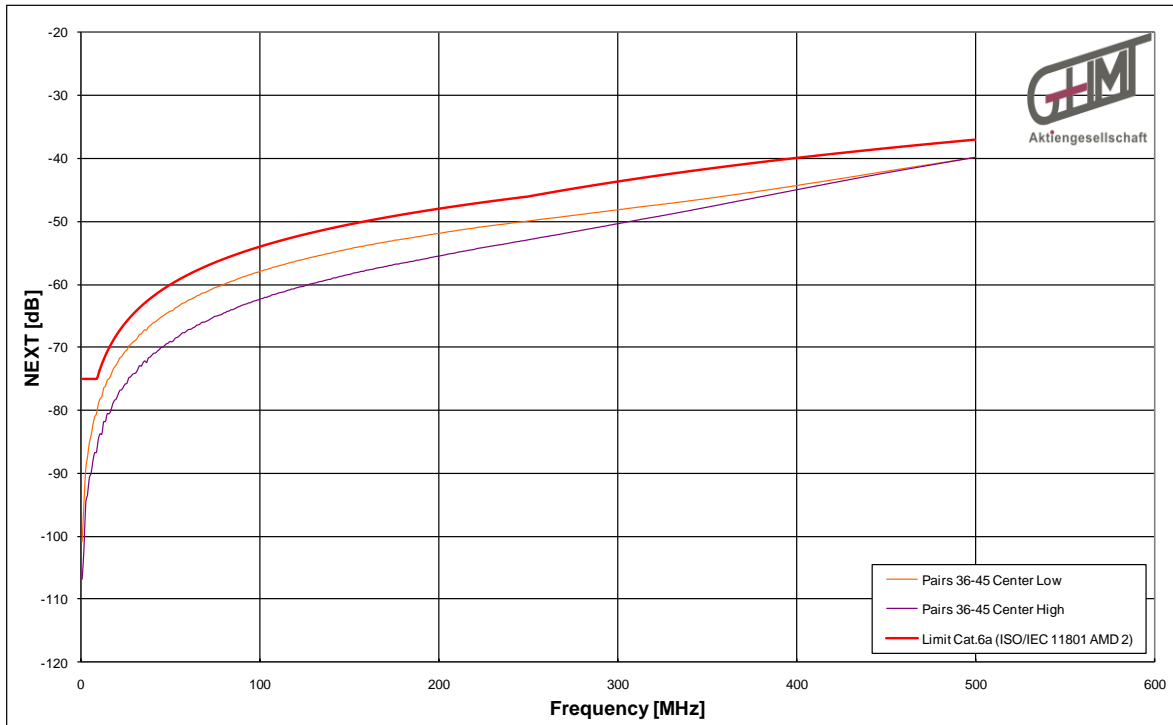
**NEXT:**



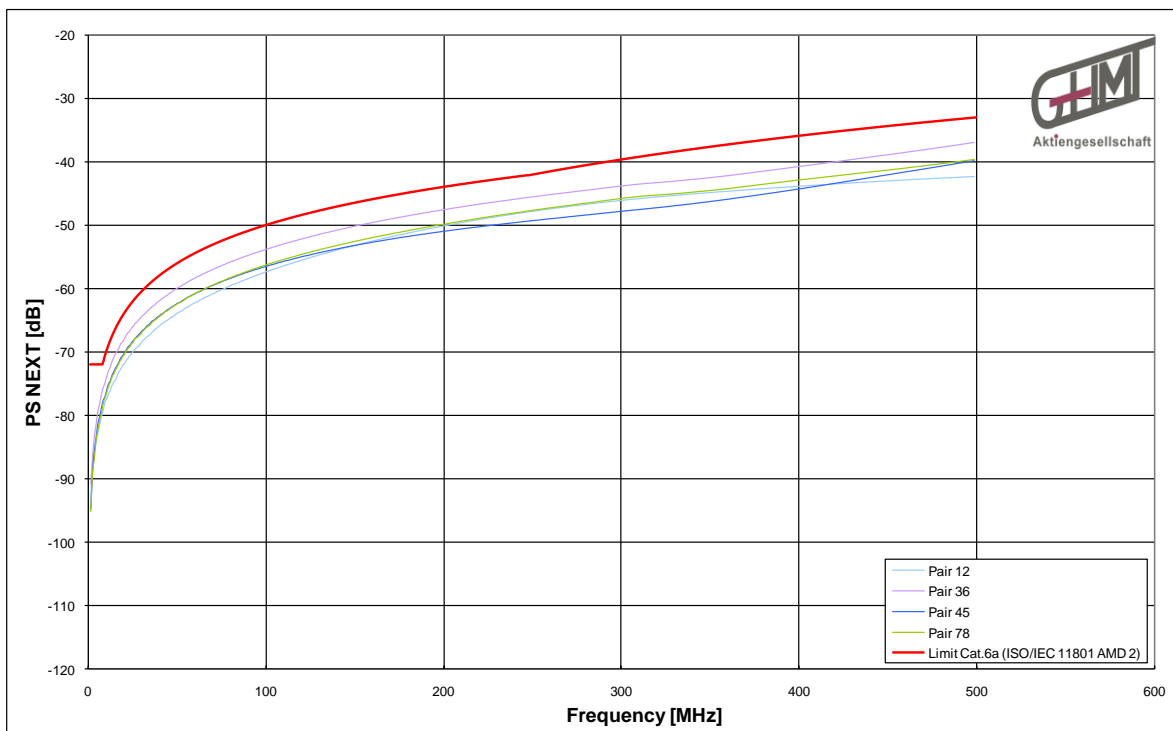
**NEXT 36-45 (low, high):**



**NEXT 36-45 (center low, center high):**



**PS NEXT:**



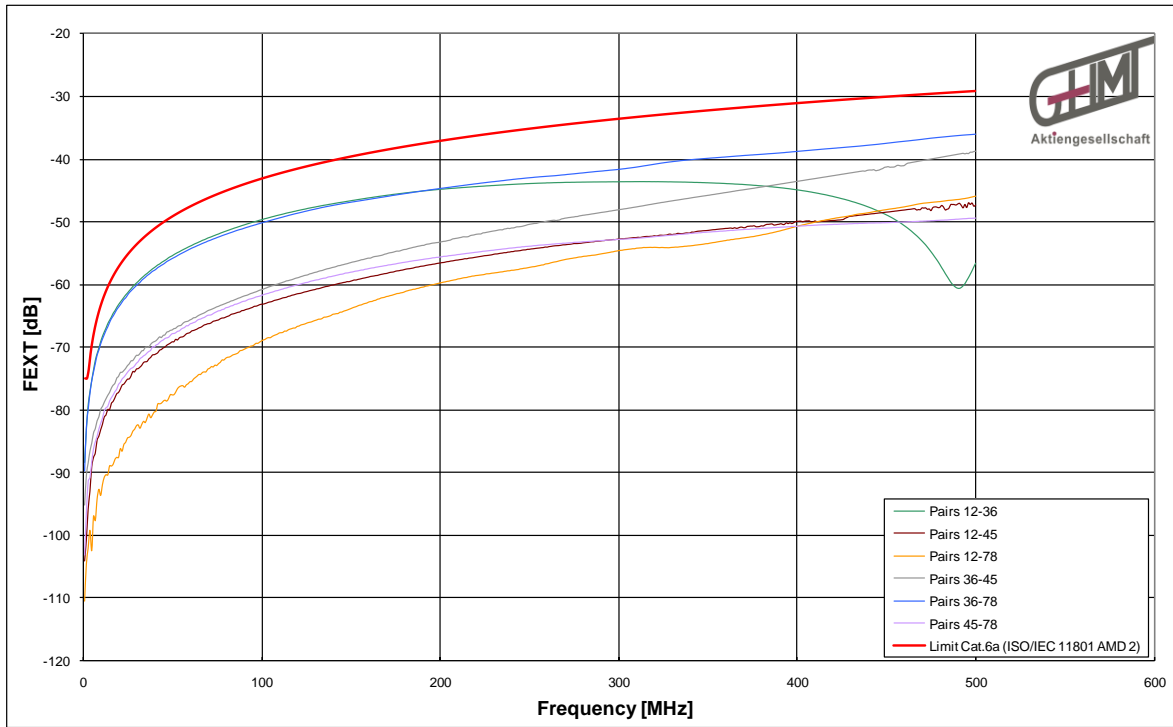


## **Fernnebensprechdämpfung**

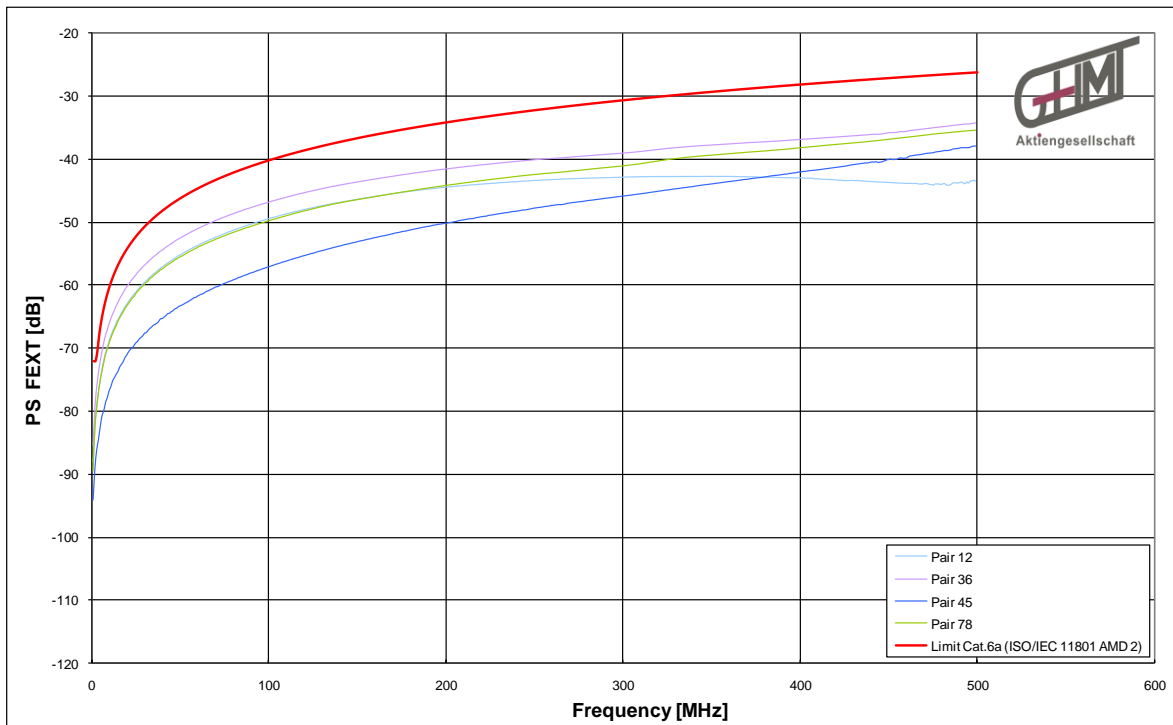
Folgende Einstellungen des Meßgerätes lagen zugrunde:

<b>Speiseleistung</b>	0 dBm
<b>Frequenzbereich</b>	1 MHz – 500 MHz
<b>IF-Filter</b>	100 Hz
<b>Meßpunktdichte</b>	500 Meßpunkte, linear verteilt
<b>Mittelwertbildung</b>	Keine
<b>Glättung</b>	0,3 %
<b>Meßdynamik</b>	110 dB
<b>Impedanz</b>	50 Ω
<b>Bemerkungen</b>	keine

**FEXT:**



**PS FEXT:**

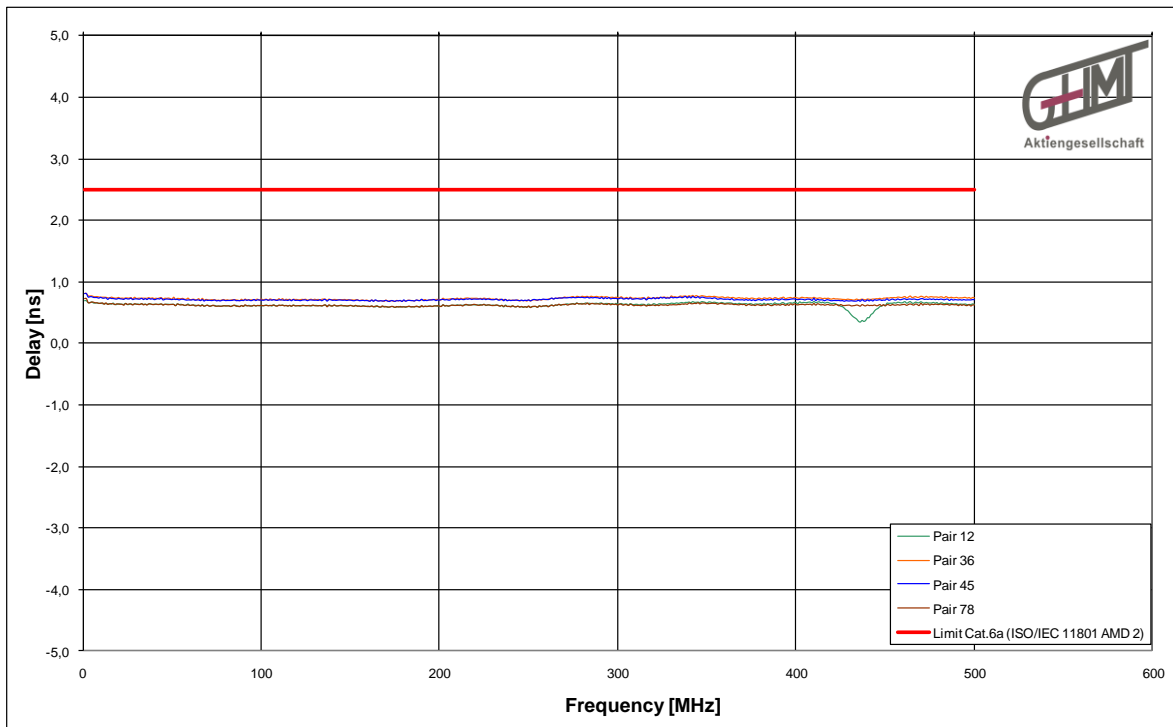


## **Gruppenlaufzeit**

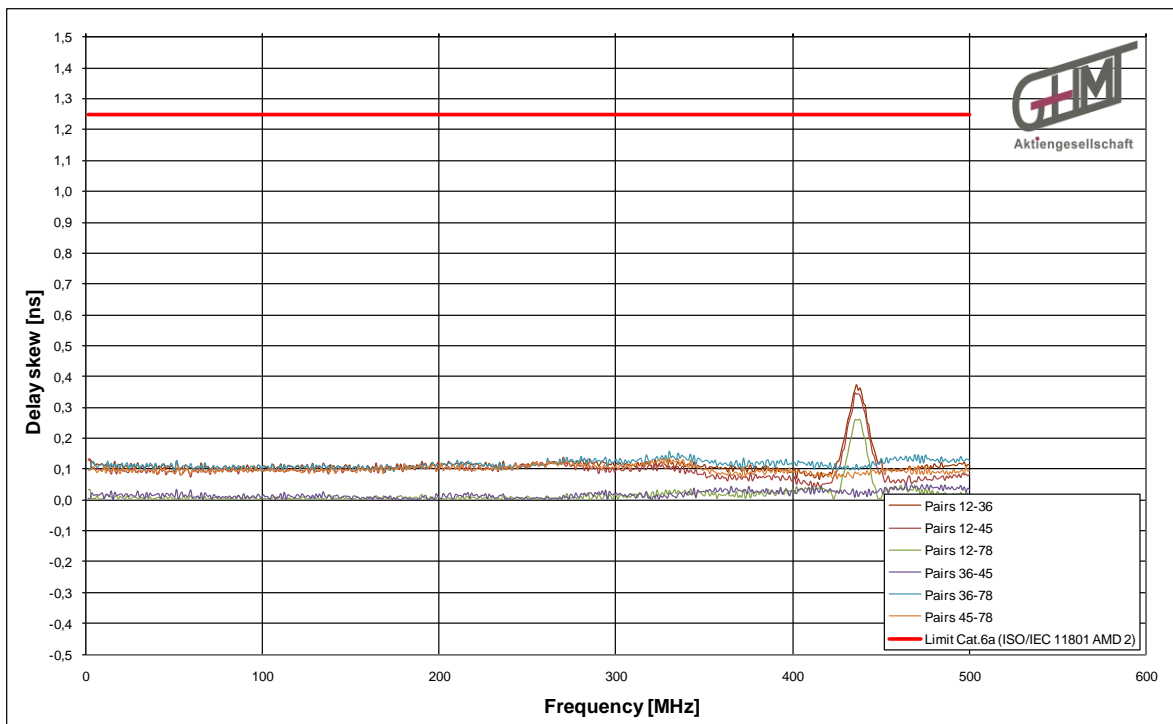
Folgende Einstellungen des Meßgerätes lagen zugrunde:

<b>Speiseleistung</b>	0 dBm
<b>Frequenzbereich</b>	1 MHz – 500 MHz
<b>IF-Filter</b>	100 Hz
<b>Meßpunktdichte</b>	500 Meßpunkte, linear verteilt
<b>Mittelwertbildung</b>	Keine
<b>Glättung</b>	0,3 %
<b>Meßdynamik</b>	110 dB
<b>Impedanz</b>	50 Ω
<b>Bemerkungen</b>	keine

### Delay:



### Delay Skew:

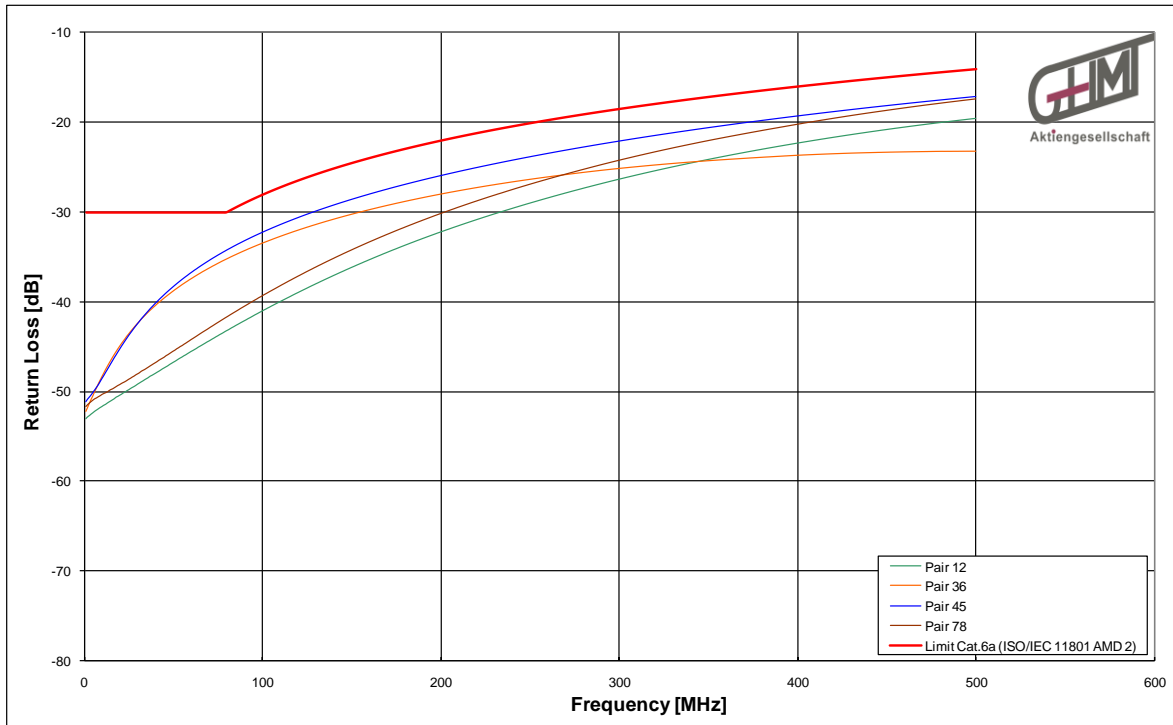


## **Rückflußdämpfung**

Folgende Einstellungen des Meßgerätes lagen zugrunde:

<b>Speiseleistung</b>	0 dBm
<b>Frequenzbereich</b>	1 MHz – 500 MHz
<b>IF-Filter</b>	100 Hz
<b>Meßpunktdichte</b>	500 Meßpunkte, linear verteilt
<b>Mittelwertbildung</b>	keine
<b>Glättung</b>	0,3%
<b>Meßdynamik</b>	70 dB
<b>Impedanz</b>	50 Ω
<b>Bemerkungen</b>	keine

### Rückflussdämpfung:

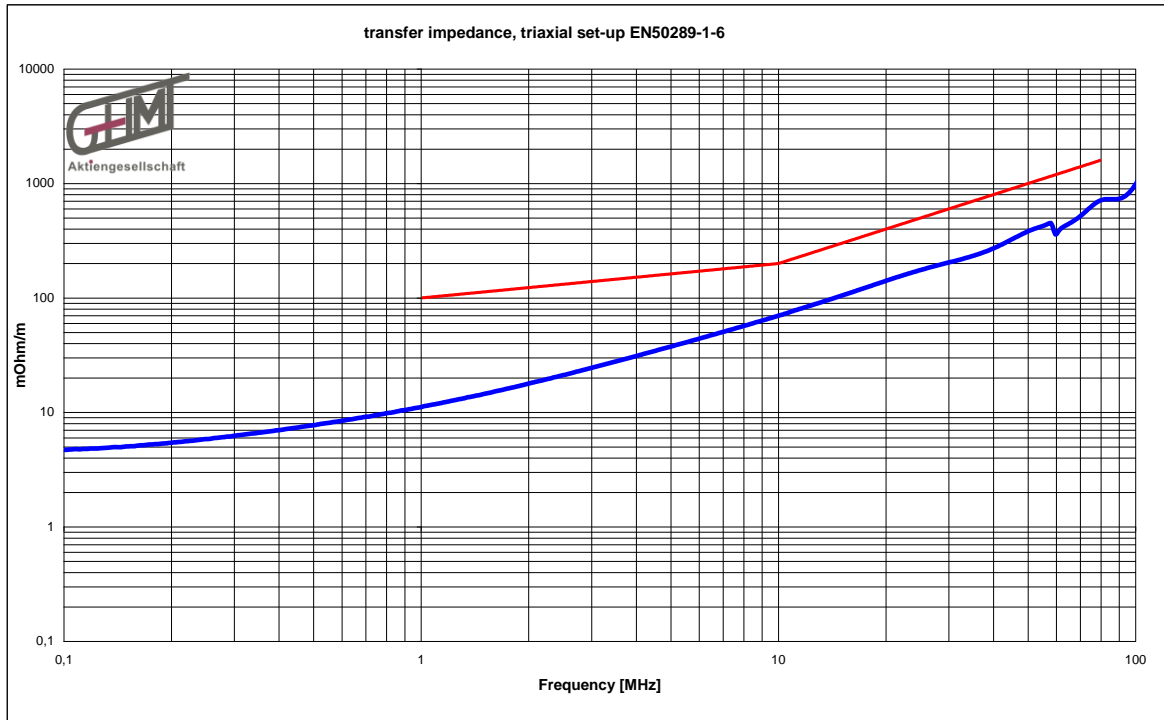


## **Transferimpedanz**

Folgende Einstellungen des Meßgerätes lagen zugrunde:

<b>Speiseleistung</b>	+7 dBm
<b>Frequenzbereich</b>	0,1 MHz – 100 MHz
<b>IF-Filter</b>	30 Hz
<b>Meßpunktdichte</b>	971 Meßpunkte, logarithmisch verteilt
<b>Mittelwertbildung</b>	Keine
<b>Glättung</b>	0,3%
<b>Meßdynamik</b>	115 dB
<b>Impedanz</b>	50 Ω
<b>Bemerkung</b>	keine

## Transferimpedanz:





## **Coupling Attenuation**

Folgende Einstellungen des Meßgerätes lagen zugrunde:

<b>Speiseleistung</b>	+7 dBm
<b>Frequenzbereich</b>	30 MHz – 1000 MHz
<b>IF-Filter</b>	30 Hz
<b>Meßpunktdichte</b>	971 Meßpunkte, linear verteilt
<b>Mittelwertbildung</b>	Keine
<b>Glättung</b>	0,3%
<b>Meßdynamik</b>	115 dB
<b>Impedanz</b>	50 Ω
<b>Bemerkung</b>	Keine

### Coupling Attenuation:

