Test report based on DIN EN ISO/IEC 17025:2018

Prüfbericht nach der DIN EN ISO/IEC 17025:2018

GHMT Type Approval

2 Connector Permanent Link, copper, Class E

2 Connector Permanent Link, Kupfer, Klasse E

according to ISO/IEC 11801-1 Ed.1.0 / nach ISO/IEC 11801-1 Ed.1.0

Project No.: / Projekt-Nr.: OPTDA0122

DAkkS
Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-17559-01-00

Document No.: / Dokument-Nr.: R7539a-22

This test report consists of 45 pages, including measurements.

GHMT AG and the customer shall grant each other an unlimited right to copy and disclose this report insofar as the measuring results and specifications published are neither altered by way of including or removing information nor changed in a way that does not correspond to the original meaning of the report.

Table of Contents / Inhaltsverzeichnis

1 General statements / Allgemeine Angaben 4
1.1 Test laboratory / Prüflabor 4
1.2 Test date / Datum der Prüfung 4
1.3 Environmental conditions during tests / Umgebungsbedingungen bei Prüfung 4
1.4 Test conducted by / Durchführung der Prüfung 4
1.5 Persons present at test / Anwesende Personen 4
2 Customer / Auftraggeber 5
2.1 Address / Anschrift 5
2.2 Specialist department in charge / Zuständige Fachabteilung 5
3 Device under test (DUT) / Prüfling 6
3.1 Description of the components / Beschreibung der Komponenten 6
3.2 Acquisition of samples / Probenbeschaffung 8
3.3 Definition of the Device Under Test (DUT) / Definition des Prüflings 9
4 Tests / Prüfungen 10
4.1 Type of test / Art der Prüfung 12
4.2 Definition of test parameters / Definition der Prüfparameter 13
4.2.1 Insertion loss / Einfügedämpfung 13
4.2.2 Near-end crosstalk attenuation (NEXT) / Nahnebensprechdämpfung (NEXT) 14
4.2.3 Power-sum near-end crosstalk (PS NEXT) / Leistungssummierte Nahnebensprechdämpfung (PS NEXT) 15
4.2.4 Attenuation-to-crosstalk ratio (ACR-N) / Dämpfungs-Nahnebensprechdämpfungs-Verhältnis (ACR-N) 16
4.2.5 Power-sum attenuation-to-crosstalk ratio (PS ACR-N) / Leistungssummiertes Dämpfungs-Nahnebensprechdämpfungsverhältnis (PS ACR-N) 17
4.2.6 Equal-level far-end crosstalk (EL FEXT) / Fernnebensprechdämpfung (EL FEXT) 18
4.2.7 Power-sum equal-level far-end crosstalk (PS EL FEXT) / Leistungssummiertes Fernnebensprechdämpfungs- Verhältnis (PS EL FEXT) 19
4.2.8 Propagation delay / Laufzeit 20
4.2.9 Delay skew / Laufzeitunterschied 22
4.2.10 Return loss / Rückflussdämpfung 23
4.2.11 Unbalance attenuation / Unsymmetriedämpfung 24
4.2.12 Impedance / Impedanz 25
4.2.13 Coupling attenuation / Kopplungsdämpfung 26
5 Applied standards / Bewertungsstandards 27
5.1 Rules and regulations applied / Angewendete Vorschriften 27
5.2 Applied limits / Angewendete Grenzwerte 27
5.1 Decision rule for conformity statement / Entscheidungsregel für Konformitätsaussage 28
5.2 Deviations / Abweichungen 29
5.3 Non-standardised test procedures / Nicht genormte Prüfverfahren 29

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

6 Test equipment / Prüfmittel 30
7 Summary / Zusammenfassung 31
8 ANNEX: Documentation of measurements / Anhang: Meßprotokolle 32
8.1 Settings / Einstellungen 33
8.2 Measurement results overview / Zusammenstellung der Messergebnisse 34
8.3 Measurement results of the LF parameters / Zusammenstellung der gemessenen NF-Parameter 35
8.4 Measurement results of the RF parameters / Zusammenstellung der gemessenen HF-Parameter 36
8.5 Measurement results of the EMC parameters / Zusammenstellung der gemessenen EMV-Parameter 45

Revision history / Änderungshistorie

Document number / Prüfbericht	**Date / Datum**	**Content Changes / Inhaltliche Änderung**
R7539a-22	31.08.2022	Initial version / Ersterstellung

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

1 General statements / Allgemeine Angaben

1.1 Test laboratory / Prüflabor

GHMT AG
In der Kolling 320

66450 Bexbach, Germany / Deutschland

Telephone / Telefon: +49 / 68 26 / 92 28 – 0
Telefax / Telefax: +49 / 68 26 / 92 28 – 290

E-mail: info@ghmt.de
Internet: www.ghmt.de

1.2 Test date / Datum der Prüfung

Receipt of goods / Wareneingang:		31.05.2022
Test number / Prüfnummer:		22-CS360
Testing / Prüfung	from / vom:	22.08.2022
	until / bis:	30.08.2022

1.3 Environmental conditions during tests / Umgebungsbedingungen bei Prüfung

Ambient temperature / Umgebungstemperatur:	(23 ± 3)°C
Relative humidity / Relative Luftfeuchte:	(50 ± 25)%

1.4 Test conducted by / Durchführung der Prüfung

Mr. / Herr Maximilian Kaiser, GHMT AG

1.5 Persons present at test / Anwesende Personen

Mr. / Herr Stefan Grüner, GHMT AG (present temporarily / zeitweise)

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

2 Customer / Auftraggeber

2.1 Address / Anschrift

OPTRONICS PLUS LIMITED
Grand Millennium Plaza, 1501 181 Queens Road Central

HONG KONG

Telephone / Telefon: +852 / 5808 - 2426

Internet: www.optronicsplus.net

2.2 Specialist department in charge / Zuständige Fachabteilung

Optronics Trading LLC

Mrs. / Frau Khushbu Solanki
Senior Product Manager
Rega Al Buteen Str, Office403, Damas Tower

Deira, Dubai, United Arab Emirates / Vereinigte Arabische Emirate

Telephone / Telefon: +971 / 4 / 228 - 0378
Telefax / Telefax: +971 / 4 / 228 - 0379

E-Mail: khushbu.solanki@optronicsplus.net
Internet: www.optronicsplus.net

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

3 Device under test (DUT) / Prüfling

3.1 Description of the components / Beschreibung der Komponenten

The following component(s) was/were used for the test /
Für die Durchführung der Prüfung lag(en) folgende Komponente(n) vor:

data cable*: **symmetrisches Kupferkabel:**	**CAT6 U/UTP 23 AWG Cable**
Part No*.: **Art.-Nr*.:**	OCC-6-1X-XXX (first "X" = 1-LSZH, 2-PVC, 3-PE)
Batch No.: **Chargen-Nr.:**	./.

The cable was marked with an imprinted meter counter.
Dieses Kabel ist versehen mit einer aufgeprägten Längenangabe.

Cable end A: **Kabelende A:**	196m
Cable end B: **Kabelende B:**	285m
Cable length: **Kabellänge:**	89m determined on the basis of the imprinted length counter Resultiert aus der Metrierungsangabe des Kabelaufdruckes
Test length: **Prüflänge:**	90m determined by cable length measuring machine Ermittelt durch Kabellängenmessmaschine

Picture:
Bild:

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

connecting hardware*: **Steckverbinder:**	**CAT6 UTP Keystone Jack**
Part No*.: **Art.-Nr*.:**	OKJ-6-1-X
Batch No.: **Chargen-Nr.:**	./.
Picture: **Bild:**	
patch panel*: / **Patchpanel:**	**CAT6 UTP 1U 24 Port Patch Panel**
Part No*.: **Art.-Nr*.:**	OPPC-6-1-24
Batch No.: **Chargen-Nr.:**	./.
Picture: **Bild:**	

*) This information was provided by the customer
***) Diese Informationen wurden vom Kunden bereitgestellt**

Condition: **Zustand:**	The device/s under test (DUT) did not show any visible damage. Der/Die Prüfling(e) wies(en) keine sichtbaren Beschädigungen auf.

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

3.2 Acquisition of samples / Probenbeschaffung

The DUT was / were...
Der/Die Prüfling(e) wurde(n)...

☐ ... drawn on-site. The sampling process was thus unbiased and not influenced by the customer.
... vor Ort bezogen. Die Probenbeschaffung erfolgte somit neutral und vom Auftraggeber unbeeinflusst.

☐ ... obtained by GHMT through resellers. The sampling process was thus unbiased and not influenced by the customer.
... durch GHMT über Reseller bezogen. Die Probenbeschaffung erfolgte somit neutral und vom Auftraggeber unbeeinflusst.

■ ... obtained by GHMT through the client.
... über den Auftraggeber bezogen.

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

3.3 Definition of the Device Under Test (DUT) / Definition des Prüflings

According to the specifications laid down in the document ISO/IEC 11801-1 Ed. 1.0,
a Permanent Link was assembled in order to conduct the test:
Gemäß der Spezifikation ISO/IEC 11801-1 Ed. 1.0 wurde eine Installationsstrecke aufgebaut und geprüft:

end A:
Ende A:

connecting hardware I: **CAT6 UTP 1U 24 Port Patch Panel**
Steckverbinder I:

data cable (90m):
symmetrisches Datenkabel (90m): **CAT6 U/UTP 23 AWG Cable**

connecting hardware II: **CAT6 UTP Keystone Jack**
Steckverbinder II:

end B:
Ende B:

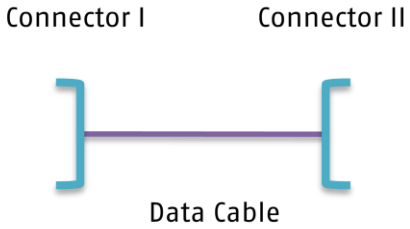


Figure 1: / Abbildung 1: **2- Connector Permanent Link /** Installationsstrecke

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

4 Tests / Prüfungen

- Independently tested - Safety for quality-conscious customers –
- Unabhängig geprüft – Sicherheit für qualitätsbewusste Kunden -

Whether copper or fiber optic cabling products and systems like:
Egal ob Kupfer- oder Lichtwellenleiter-Verkabelungsprodukte und Systeme wie:

- Connectors / Steckverbinder
- Data cables / Datenkabel
- Patch cables / Patchkabel
- Pigtails / Pigtails
- Cable assemblies (Trunk) / Kabelkonfektionen (Trunk)
- Channels / Übertragungsstrecken
- Permanent Links / Installationsstrecken
- etc. / usw.

by means of our well-founded and manufacturer-independent GHMT type examination, we check on behalf of the suppliers and in the interest of the quality-conscious user, the compliance of:
durch unsere fundierte und herstellerunabhängige *GHMT Typmusterprüfung* überprüfen wir im Auftrag der Anbieter und im Sinne des qualitätsbewussten Anwenders, messtechnisch die Einhaltung von:

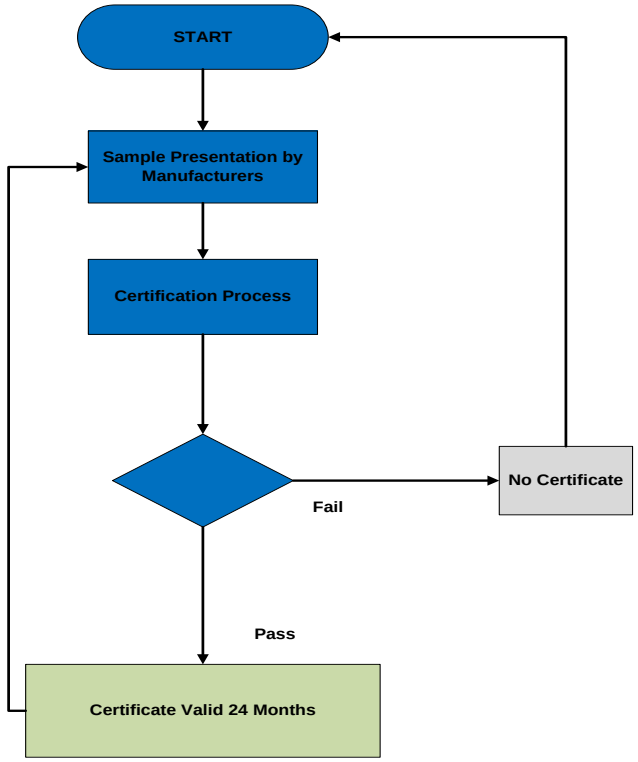
- national & international standards (e.g.: EN 50173-x; ISO/IEC 11801-x; ANSI TIA-x; etc...) /
  nationalen & internationalen Normen (z.B.: EN 50173-x; ISO/IEC 11801-x; ANSI TIA-x; usw....)
- work standards /
  Werkstandards
- individual delivery specification /
  individuellen Liefervorschriften

as well as blank details for all conceivable applications in local or wide area networks, data networks or building services engineering, in industrial plants, computer centres or administrative buildings.
sowie von Blank Details für alle denkbaren Einsatzbereiche im lokalen oder Weitvehrsnetz, im Datennetz oder in der Gebäudetechnik, in Industrieanlagen, Rechenzentren oder Verwaltungsgebäuden.

The test samples for the **GHMT Type Approval** tests are provided to GHMT by the customer for testing and evaluation.
Die Prüfmuster für die ***GHMT Type Approval***- *Prüfungen* werden jeweils durch den Auftraggeber der GHMT zur Prüfung und Bewertung beigestellt.

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016



If the test result is positive, the client will be provided with a standard and product-related **GHMT Type Approval** Certificate.

Bei positivem Prüfergebnis wird dem Auftraggeber ein Normen- und Produktmuster bezogenes

GHMT Type Approval-*Zertifikat* ausgestellt.

On a website specially set up to list the positively tested products:

Auf einer speziell für die Auflistung der positiv geprüften Produkte eingerichteten Website:

https://typeapproval.ghmt.de/index.php/ta-pub

these are presented transparently for all market participants.

werden diese transparent für alle Marktteilnehmer dargestellt.

Since experience shows that design or design details can change during the product life cycle and thus influence the performance of the cabling components and systems, the online availability of the respective products is limited to 24 months.

Da sich erfahrungsgemäß Konstruktion bzw. Konstruktionsdetails während der Produktlaufzeit ändern und somit Einfluss auf die Performance der Verkabelungskomponenten und Systeme haben können, ist die Onlinestellung der jeweiligen Produkte mit einer Gültigkeit von 24 Monaten befristet.

As a supplier of standard-compliant products with quality-conscious customers, **GHMT Type Approval**, which is recognised on the market, offers convincing sales arguments and provides the necessary differentiation from a large number of suppliers without up-to-date and independent proof of quality.

Als Anbieter von normgerechten Produkten mit qualitätsbewussten Kunden bietet das am Markt anerkannte **GHMT Type Approval** überzeugende Verkaufsargumente und bietet die notwendige Abgrenzung zu einer Vielzahl von Anbietern ohne aktuellen und unabhängigen Qualitätsnachweis.

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

4.1 Type of test / Art der Prüfung

Test of transmission characteristics of a Permanent Link for compliance with the specifications for Class E according to ISO/IEC 11801-1 Ed.1.0.

Prüfung von Übertragungseigenschaften eines Permanent Links entsprechend der Spezifikationen für Klasse E nach ISO/IEC 11801-1 Ed.1.0.

The following parameters are included in the test performed.

Folgende Prüfparameter sind Bestandteil der durchgeführten Prüfung.

LF parameters: / NF-Parameter:

- Conductor loop resistance / Leiterwiderstand
- Conductor resistance unbalance[1] / Leiterwiderstand-Unsymmetrie[1]

RF parameters: / HF-Parameter

- Insertion loss / Einfügedämpfung
- NEXT / Nahnebensprechdämpfung
- Power sum NEXT (PS NEXT) / Leistungssummierte Nahnebensprechdämpfung
- Attenuation-to-crosstalk ratio at the near end (ACR-N) /
  Dämpfungs- Nahnebensprechdämpfungs-Verhältnis
- Power-sum ACR-N (PS ACR-N) /
  Leistungssummiertes Dämpfungs-Nahnebensprechdämpfungs- Verhältnis
- Attenuation-to-crosstalk ratio at the far end (EL FEXT) /
  Dämpfung-Fernnebensprechdämpfung- Verhältnis
- Power-sum attenuation-to-crosstalk ratio at the far end (PS EL FEXT) /
  Leistungssummiertes Dämpfung-Fernnebensprechdämpfung- Verhältnis
- Propagation delay / Laufzeit
- Delay skew[1] /Laufzeitunterschied
- Return loss / Reflexionsdämpfung

EMC parameters: / EMV-Parameter:

- Coupling attenuation / Kopplungsdämpfung

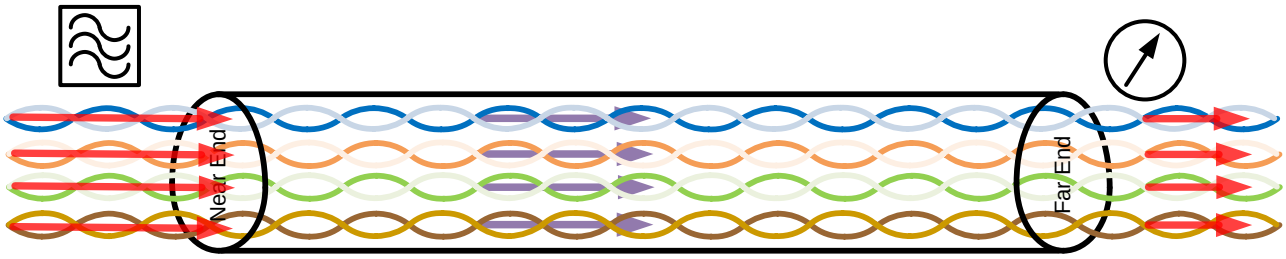
[1] All power-sum parameters are calculated on the basis of individual pair-to-pair measurements. Conductor resistance unbalance and propagation delay skew are determined by calculation.
Alle Prüfparameter mit kumulierten Leistungsgrößen wurden aus den einzelnen Messungen berechnet. Des Weiteren sind die Leiterwiderstand-Unsymmetrie und die Laufzeitdifferenz berechnete Parameter.

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

4.2 Definition of test parameters / Definition der Prüfparameter

4.2.1 Insertion loss / Einfügedämpfung



Definition
Definition

Attenuation is determined by the ratio of the power supplied to the port A and the measured power at the port B as specified below:

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

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

Both the input and the output of the two-port network must be terminated with the nominal impedance in order to avoid return loss.

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

Influencing variables
Einflussgrößen

The attenuation of cables is primarily determined by the cross-sectional area and the conductivity of the copper wires. Especially in very high frequency ranges, the dielectric loss of the core insulation material contributes to an increase in attenuation in proportion to the frequency.
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 Aderisolationsmaterials proportional mit der Frequenz zu einem Anstieg der Vierpoldämpfung bei.

The attenuation depends on length, frequency and temperature.

Die Vierpoldämpfung ist längen-, frequenz- und temperaturabhängig.

Meaning
Bedeutung

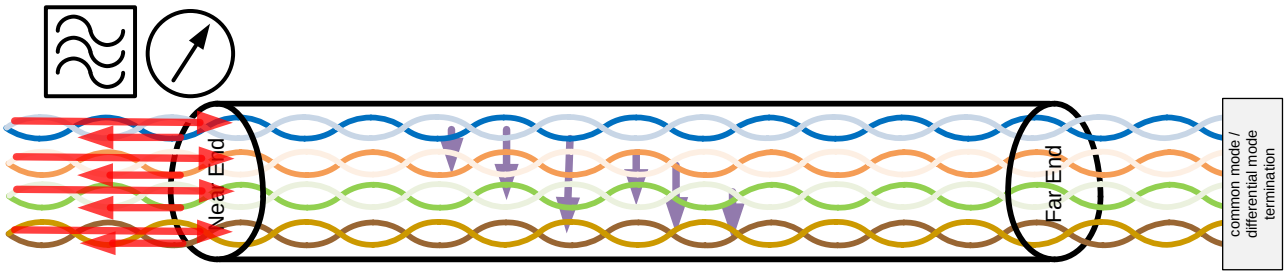
A low attenuation level improves the transmission reliability of the cabling system. The attenuation values of cables and connecting devices are accumulative although they are largely determined by those of the cables.

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

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

4.2.2 Near-end crosstalk attenuation (NEXT) /
Nahnebensprechdämpfung (NEXT)



Definition
Definition

The near-end crosstalk attenuation is determined by the ratio of the power supplied to the port A and the measured power at the port B as specified below:

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

$$a_{NEXT}\,[\mathrm{dB}] = 10\ \log\left(\frac{P_A}{P_B}\right)$$

Both sides of the DUT must be terminated with the nominal impedance. If the sender and the receiver are located at the same end of the DUT, this is referred to as near-end crosstalk (NEXT) attenuation.

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).

Influencing variables
Einflussgrößen

The near-end crosstalk attenuation of cables is primarily determined by the stranding of the cores and the paired foil screen (if applicable).

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

Near-end crosstalk attenuation largely depends on the frequency used and – to a minor extent – also on the cabling length.

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

Meaning
Bedeutung

A high degree of near-end crosstalk attenuation improves transmission reliability. Within the cabling system, transmission reliability is largely determined by the component with the lowest degree of near-end crosstalk attenuation.

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

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

4.2.3 Power-sum near-end crosstalk (PS NEXT) /
Leistungssummierte Nahnebensprechdämpfung (PS NEXT)

Definition
Definition

The power sum of the near-end crosstalk is defined on the basis of the ratio of the power input at the three pairs A, B and C to the power output at pair D. The power-sum NEXT value of cables can be measured by means of a phase-correlated 4-port power splitter. On the basis of the pair-to-pair NEXT measurements, the power sum can also be calculated according to the following formula:

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:

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

Influencing variables
Einflussgrößen

The power-sum NEXT value of cables is decisively influenced by the stranding and the foil pair shield (if applicable). Power-sum NEXT strongly depends on the frequency used and – only to a minor extent – on the cabling length.

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.

Meaning
Bedeutung

With regard to network protocols that distribute the bi-directional data load over all four pairs, power-sum NEXT is of great importance for transmission reliability since power-sum crosstalk is expected to impair transmission via the data channel.

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.

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

4.2.4 Attenuation-to-crosstalk ratio (ACR-N) /
Dämpfungs-Nahnebensprechdämpfungs-Verhältnis (ACR-N)

Definition
Definition

The ratio of the level of the incoming useful signal to the noise level at the opposite end of the measured link is referred to as Attenuation-to-Crosstalk Ratio (abbr. ACR).

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 may be interpreted as the signal-to-noise ratio with the near-end crosstalk being regarded as the interfering signal or noise.

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

$$ACR\,[dB] = a_N\,[dB] - a_V\,[dB]$$

Calculation
Berechnung

As agreed, the ACR value is calculated for every frequency response of the near-end crosstalk with the two relevant frequency responses of attenuation.

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

Alternatively, the minimum value of the ACR calculation may be allocated to every measuring point of the two attenuation values involved. The determination of the double-ended system dynamics thus results in 12 ACR frequency responses for a four-pair specimen.

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

Meaning
Bedeutung

The ACR value is of decisive importance to system designers, system manufacturers and operators of data communications equipment since it provides immediate insight into system dynamics and system reserve. The larger the distance between the useful signal and the noise signal over the entire frequency range, the larger the infrastructural reserve.

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, umso größer ist die Reserve der Infrastruktur.

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

4.2.5 Power-sum attenuation-to-crosstalk ratio (PS ACR-N) /
Leistungssummiertes Dämpfungs-Nahnebensprechdämpfungsverhältnis (PS ACR-N)

Definition
Definition

The power sum of the ACR reserve is calculated as follows:

Die Leistungssumme der ACR Reserve berechnet sich zu:

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

Meaning
Bedeutung

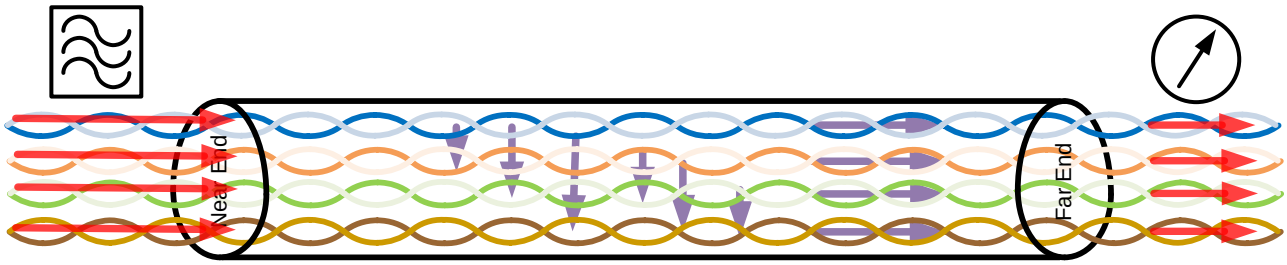
With regard to network protocols that distribute the bi-directional data load over all four pairs, power-sum ACR is of great importance for transmission reliability since crosstalk is expected to impair transmission via the data channel.

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

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

4.2.6 Equal-level far-end crosstalk (EL FEXT) /
Fernnebensprechdämpfung (EL FEXT)



Definition
Definition

The equal-level far-end crosstalk (abbr. EL FEXT) is determined by the ratio of the power measured at the remote port B to the power measured at the remote port C. The measuring signal is supplied to the near end of the cable.

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.

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

All pairs of the DUT are terminated with their characteristic impedance.

Alle Paare des Prüflings werden mit ihrem Wellenwiderstand abgeschlossen.

Influencing factors
Einflussgrößen

The EL FEXT value of cables is decisively influenced by the stranding and the foil pair shield (if applicable).

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

EL FEXT strongly depends on the frequency used.

Das EL FEXT ist stark frequenzabhängig.

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

4.2.7 Power-sum equal-level far-end crosstalk (PS EL FEXT) /
Leistungssummiertes Fernnebensprechdämpfungs- Verhältnis (PS EL FEXT)

Definition
Definition

The power-sum EL FEXT value can be calculated on the basis of the pair-to-pair EL FEXT measurements according to the following formula:

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

$$a_{PSELFEXT}[\mathrm{dB}] = 10 \log \sum_{i=1}^{3} 10^{-0{,}1 \cdot a^{i}_{ELFEXT}}$$

Meaning
Bedeutung

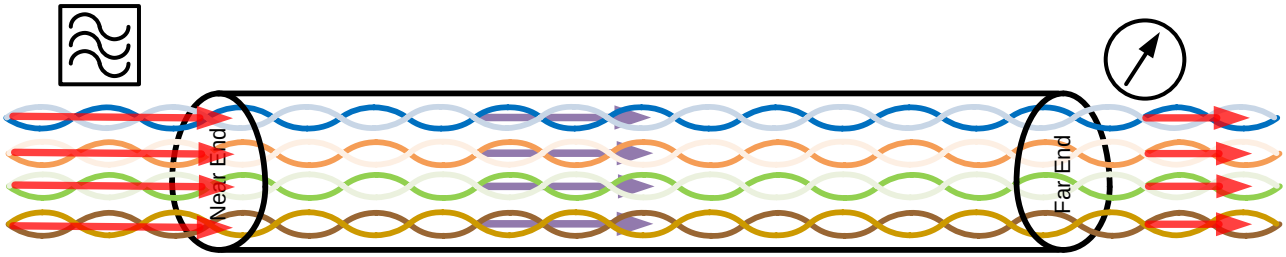
With regard to network protocols that distribute the bi-directional data load over all four pairs, power-sum EL FEXT is of great importance for transmission reliability since crosstalk is expected to impair transmission via the data channel.

In Hinblick auf Netzwerkprotokolle mit Aufteilung der bi-direktionalen 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.

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

4.2.8 Propagation delay / Laufzeit



Definition
Definition

The velocity of propagation v of cables is stated in relation to the maximum velocity of propagation of electromagnetic waves in the vacuum co. The parameter "Nominal Velocity of Propagation" (abbr. NVP) is defined as follows:

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:

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

The delay τ is the period of time the signal requires in order to travel through a cabling link with a length of l. The delay is calculated on the basis of the NVP value (Nominal Velocity of Propagation) of the cable and the velocity of light c0 according to the following formula:

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:

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

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

Influencing factors
Einflussgrößen

The delay of cables is decisively influenced by the dielectric loss of the core insulation material. This material-induced loss may be minimised by selecting various compounds and by varying the degree of foaming.

The impact of the addition of dyes on the NVP value is not to be neglected since dyes vary strongly in their dielectric constants, which are considerably higher than in the basic compound.

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

The velocity of propagation does not depend on the cable length and may be calculated on the basis of the measurement of the length-dependent group delay. The reference length used for calculation is the cable length and not the lay length of the twisted pairs. Different lay length values in the four pairs lead to different NVP values.

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 zu NVP-Wert Differenzen.

Meaning
Bedeutung

In order to ensure distortion-free signal transmission, the velocity of propagation must not fall below a lower limiting value, which is determined by the system requirements. The velocity of propagation has to be virtually independent of the frequency within the signal bandwidth in order to avoid a divergence of the spectral signal components.

High-bit rate network protocols that use parallel data transmission via the four pairs, moreover, require a highly consistent velocity of propagation in order to avoid synchronisation errors. Future normative standards will define this so-called "delay skew".

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.

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

4.2.9 Delay skew / Laufzeitunterschied

Definition
Definition

The delay skew $\Delta\tau$ of cables with a length of l marks the time difference between signals travelling along the individual transmission links at the propagation velocity v_i, v_j.

Die Laufzeitdifferenz $\Delta\tau$ kennzeichnet bei Kabeln der Länge l den zeitlichen Unterschied, den die Signale mit den Ausbreitungsgeschwindigkeiten v_i, v_j in den einzelnen Übertragungswegen zueinander aufweisen.

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

Influencing factors
Einflussgrößen

The delay skew of cables is decisively influenced by the dielectric loss of the core insulation material and the various lay length values.

Bei Kabeln wird die Laufzeitdifferenz maßgeblich durch die dielektrischen Verluste des Aderisolationsmaterials und durch die unterschiedlichen Schlaglängen bestimmt.

Meaning
Bedeutung

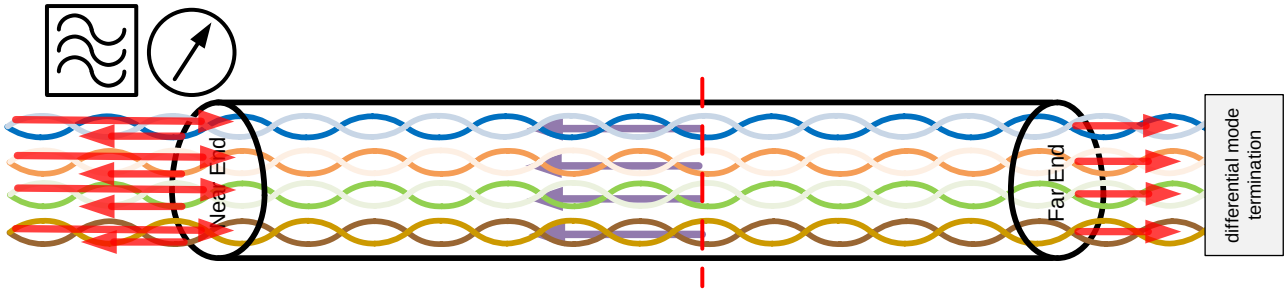
The delay skew will be an important parameter for a distortion-free data transmission in balanced cables in view of future network protocols.

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

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

4.2.10 Return loss / Rückflussdämpfung



Definition
Definition

The return loss represents the ratio of the power supplied to the DUT to the power reflected by the DUT.

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

$$a_R\,[\mathrm{dB}] = 10\ \log\left(\frac{P_{input}}{P_{output}}\right)$$

The DUT end is terminated with the characteristic impedance in order to absorb any non-reflected power. The DUT and the test-value transmitter must have the same rated impedance in the broadband range.

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

Influencing factors
Einflussgrößen

The return loss value of cables is decisively influenced by the homogeneity of the conductors and the core of the cable. Mechanical load during the manufacturing or installation of the cables may impair the return loss.

The parameters return loss and characteristic impedance correlate.

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.

Meaning
Bedeutung

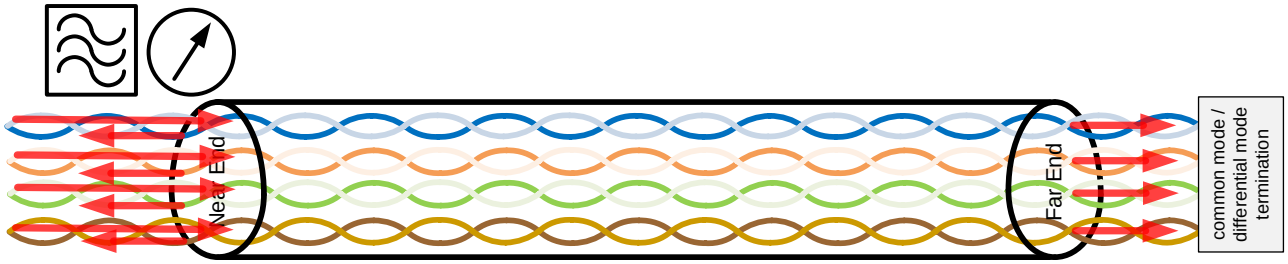
A high degree of return loss improves transmission reliability. A low degree of return loss may lead to an unwanted overlap of returning signal components.

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

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

4.2.11 Unbalance attenuation / Unsymmetriedämpfung



Definition
Definition

The unbalance attenuation represents the ratio of the differential-mode wave input in the DUT to the common-mode wave output from the DUT. Unbalance attenuation is also referred to as longitudinal to differential conversion loss, abbreviated as LCL.

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

The DUT end is terminated with the corresponding characteristic impedance for both waveforms.

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

Influencing factors
Einflussgrößen

The unbalance attenuation value of data cables is decisively influenced by the homogeneity of the cores and the uniform stranding. An ideally balanced data cable would also be resistant to external electromagnetic interference without any shielding.

The unbalance attenuation value and earth coupling correlate.

Bei Datenkabeln wird die Unsymmetriedämpfung 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 Unsymmetriedämpfung korreliert mit der Erdkopplung.

Meaning
Bedeutung

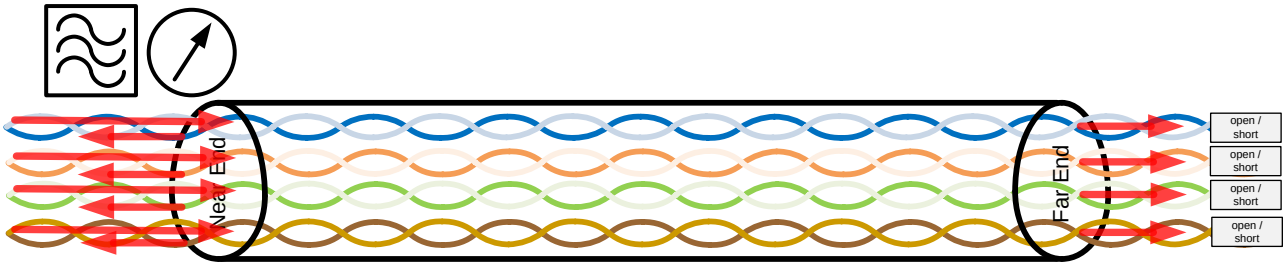
A high degree of unbalance attenuation reduces the susceptibility of the DUT to any disturbing electromagnetic interference.

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

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

4.2.12 Impedance / Impedanz



Definition
Definition

The input impedance Z corresponds to the complex input impedance of a theoretically infinite line. For a finite cable length, as used in service, the amount of input impedance |Z| can be derived from the geometric mean of the short-circuit impedance and the open-circuit impedance:

Die Eingangsimpedanz entspricht der komplexen Eingangsimpedanz einer theoretisch endlosen Leitung. Im Falle einer endlichen Kabellänge, die im praktischen Betrieb vorkommt, ist der Betrag der Impedanz |Z| aus dem geometrischen Mittel einer Offen-Kurzschluß-Messung zu errechnen:

$$|Z|[\Omega] = \sqrt{|Z|_{Open} \quad |Z|_{Short}}$$

Contrary to loop resistance, impedance does not depend on the cable length.

Im Gegensatz zum Schleifenwiderstand ist der Wellenwiderstand unabhängig von der Kabellänge.

Influencing factors
Einflussgrößen

For cables, the characteristic impedance primarily depends on the homogeneity of the inner conductors. Any mechanical load during the manufacturing or installation of the cables may impair characteristic impedance.

Im Falle der Kabel ist die charakteristische Impedanz in erster Linie abhängig von der Homogenität der Innenleiter. Mechanische Beanspruchungen während der Kabelproduktion oder der Installation können die charakteristische Impedanz beeinflussen.

Meaning
Bedeutung

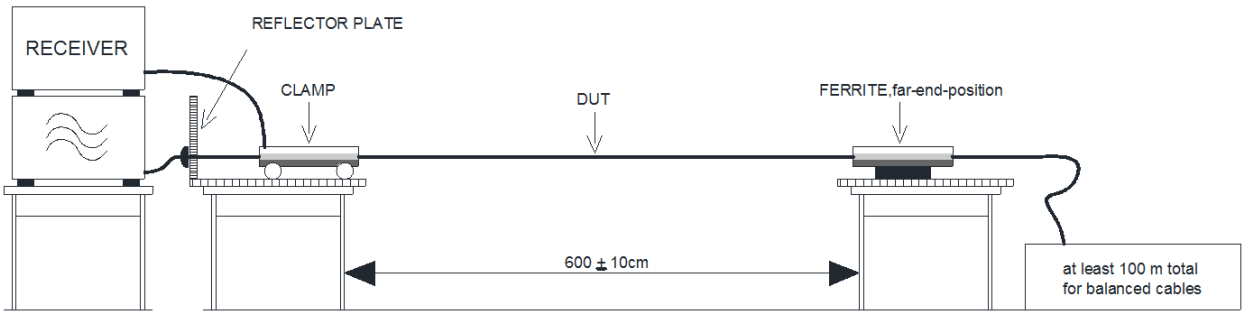
Within the analyzed frequency range, the characteristic impedance of a cable should deviate as little as possible from the nominal impedance. Significant fluctuations lead to a partial reflection of the signal which may be superimposed as noise and impair the quality of signal transmission.

Innerhalb des analysierten Frequenzbereiches soll die charakteristische Impedanz eines Kabels so gering wie möglich von der nominellen Impedanz abweichen. Impedanzveränderungen führen zu Reflexionen des Signals und beeinträchtigen die Qualität der Signalübertragung.

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

4.2.13 Coupling attenuation / Kopplungsdämpfung



Definition
Definition

Description derived from the standard (EN 50289-1-6 or, as the case may be, IEC 62154).
Beschreibung aus Norm (EN 50289-1-6 bzw. IEC 62154)

Coupling attenuation is defined as the ratio of the power transmitted through the inner conductor and the maximum radiated peak power.

Die Kopplungsdämpfung ist das Verhältnis zwischen der in den Innenleiter gespeisten Leistung und der maximal abgestrahlten Leistung.

Influencing factors
Einflussgrößen

Coupling attenuation is primarily determined by the mechanical structure of the cable. Coupling attenuation strongly depends on frequency.

Die Kopplungsdämpfung wird durch die Symmetrie des Kabels bestimmt. Die Kopplungsdämpfung ist stark frequenzabhänig.

Meaning
Bedeutung

The higher the coupling attenuation of a cable, the smaller the exposure to radio service interference in the environment. Vice versa, cables with a high level of coupling attenuation reduce the exposure of the data signals transmitted to any interference from the environment. Therefore, high levels of coupling attenuation are particularly important in systems with stringent availability requirements and in environments that are subject to a strong electromagnetic interference.

Je höher die Kopplungsdämpfung eines Kabels ist, desto geringer ist die Gefahr einer Störung von Funkdiensten in der Umgebung. Umgekehrt vermindern Kabel mit hoher Kopplungsdämpfung die Gefahr einer Beeinträchtigung der übertragenen Datensignale durch in der Umgebung herrschende Störsingale . Deshalb sind hohe Kopplungsdämpfungen ganz besonders wichtig in Anlagen mit hohen Verfügbarkeitsanforderungen und in Umgebungen mit hohen elektromagnetischen Belastungen.

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

5 Applied standards / Bewertungsstandards

5.1 Rules and regulations applied / Angewendete Vorschriften

- **ISO/IEC 11801-1 Ed. 1.0 (2017-11)**
  Information technology – Generic cabling for customer premises

5.2 Applied limits / Angewendete Grenzwerte

- **ISO/IEC 11801-1 Ed. 1.0 (2017-11)**
  Information technology – Generic cabling for customer premises

Note: **In Chapter 8 "ANNEX: Documentation of measurements", the applied limits are indicated within the measurement results.**

Hinweis: In Kapitel 8 "Anhang: Messprotokolle", sind die angewendeten Grenzwerte innerhalb der Messergebnisse dargestellt.

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

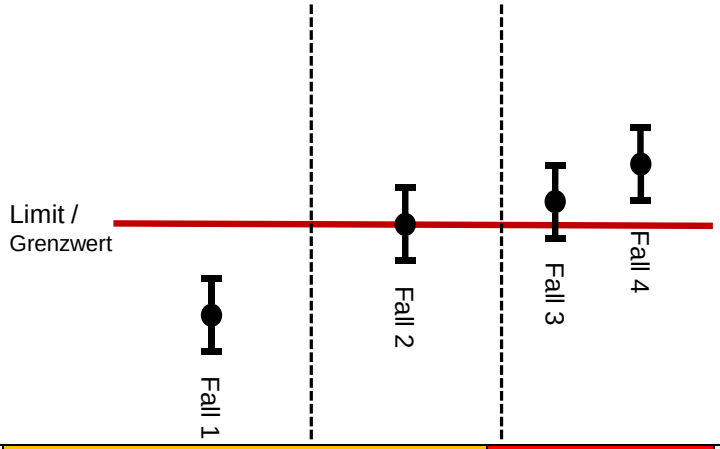
5.1 Decision rule for conformity statement / Entscheidungsregel für Konformitätsaussage

According to DIN EN ISO/IEC 17025:2018, the applicable decision rule for conformity statements in test documentation must be agreed with the client during the commissioning process.

Gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 muss bei Konformitätsaussagen in Prüfdokumentationen die zutreffende Entscheidungsregel im Zuge der Beauftragung mit dem Auftraggeber abgestimmt werden.

By the contracting authority under section 2, the following decision rule was chosen for the conformity statement:

Durch den Auftraggeber unter Abschnitt 2 wurde folgende Entscheidungsregel zur Konformitätsaussage gewählt:



				Selected decision rule of the Client / Gewählte Entscheidungsregel des Auftraggebers	
Decision rule 1a Entscheidungsregel 1a	Compliant without representation of the measurement uncertainty Risk: High Konform ohne Darstellung der Messunsicherheit Risiko: Hoch		Non compliant Nicht konform		X
Decision rule 1b Entscheidungsregel 1b	Compliant with representation of Uncertainty of measurement Risk: Medium Konform mit Darstellung der Messunsicherheit Risiko: Mittel		Non compliant Nicht konform		
Decision rule 2a Entscheidungsregel 2a	Conform without Uncertainty of measurement Risk: Low Konform ohne Messunsicherheit Risiko: Niedrig	Non compliant Nicht konform	Non compliant Nicht konform		
Decision rule 2b Entscheidungsregel 2b	Conforms to Uncertainty of measurement Risk: Low Konform mit Messunsicherheit Risiko: Niedrig	Non compliant Nicht konform	Non compliant Nicht konform		

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

5.2 Deviations / Abweichungen

None.
Keine.

5.3 Non-standardised test procedures / Nicht genormte Prüfverfahren

None.
Keine.

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

6 Test equipment / Prüfmittel

The following test equipment was used by GHMT AG:
Folgende Prüfmittel wurden von der GHMT AG verwendet:

Equipment / Messmittel	**Manufacturer/** Hersteller	**Equipment ID /** Messmittel ID
Network Analyzer I	Rohde & Schwarz	GHMTA0280
Network Analyzer II	Keysight	GHMTA0164
LCR Meter	Agilent	GHMTA0034
Digital Multimeter I	Keithley	GHMTA0235
Digital Multimeter II	Keithley	GHMTA0236
Absorbing clamp	Lüthi	GHMTA0070
Decoupling clamp	Lüthi	GHMTA0071
Switch unit I	Novotronik	GHMTA0281
Switch unit II	Novotronik	GHMTA0037

Table 1: Test equipment used
Tabelle 1: Verwendete Messmittel

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

7 Summary / Zusammenfassung

Customer:
Auftraggeber:
OPTRONICS PLUS LIMITED
181 Queens Road Central
HONG KONG

Description:
Beschreibung:
data cable: / Symmetrisches Kupferkabel:
CAT6 U/UTP 23 AWG Cable
Part No.:
Artikelnummer: OCC-6-1X-XXX (first "X" = 1-LSZH, 2-PVC, 3-PE).

connecting hardware: / Steckverbinder:
CAT6A UTP Keystone Jack
Part No.:
Artikelnummer: OKJ-6-1-X

patch panel: / Patch-Panel:
CAT6A UTP 1U 24 Port Patch Panel
Part No.:
Artikelnummer: OPPC-6-1-24

Applied standards:
Bewertungsstandards:
ISO/IEC 11801-1 Ed. 1.0 (2017-11)
Information technology – Generic cabling for customer premises

Results:
Resultat:
The device under test (DUT) complies with the limits laid down in the applied standards and regulations with respect to the parameters specified in the test report.
Der Prüfling hält bei den im Prüfbericht genannten Prüfparametern die Grenzwerte der besagten Bewertungsstandards ein.

The results determined during the test refer exclusively to the device under test as described and provided by the customer.
Die bei der Prüfung ermittelten Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die beschriebenen und vom Auftraggeber vorgelegten Prüflinge.

Bexbach, 31.08.2022

By order of Stefan Grüner,
engineer (Dipl.-Ing.)
(Head of accredited test laboratory)
(Leiter akkreditiertes Prüflabor)

GHMT AG
In der Kolling 320
D-66450 Bexbach
info@ghmt.de
www.ghmt.de

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

8 ANNEX: Documentation of measurements / Anhang: Meßprotokolle

The following annex includes the measurement results for the test parameters defined in chapter 4.2.

Nachfolgend werden die Messergebnisse für die unter Abschnitt aufgeführten Prüfparameter aufgeführt 4.2.

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

8.1 Settings / Einstellungen

	RF parameters / HF-Parameter		**EMC PARAMETERS/** EMV-Parameter
	S11	**S21**	**Coupling attenuation /** Kopplungsdämpfung
Output power / Speiseleistung	0 dBm	0 dBm	7 dBm
Frequency range/ Frequenzbereich	1-300 MHz	1-300 MHz	30-1000 MHz
Bandwidth / Messbandbreite	100 Hz	100 Hz	30 Hz
NOP / Messpunktdichte	1601	1601	971
AVG / Mittelwertbildung	-	-	-
Smoothing / Glättung	0.3%	0.3%	0.3%

LF parameters / NF-Parameter	
	Conductor Resistance / Leiterwiderstand
Voltage: / Spannung:	1V
Frequency: / Frequenz:	Rdc
Bandwidth / Messbandbreite	-
Test time: / Prüfdauer:	-
Requirements: / Anforderungen:	Ω ≤ 9.5 Ω

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

8.2 Measurement results overview / Zusammenstellung der Messergebnisse

According to section 5.3, **"Decision rule 1a"** was selected for the documentation of the results.
Gemäß Abschnitt 5.3 wurde die **„Entscheidungsregel 1a"** zur Dokumentation der Ergebnisse gewählt.

Presentation of the results / Darstellung der Ergebnisse Decision rule / Entscheidungsregel						1a
Parameter	Value	Uncertainty [%]	Upper Value	Lower Value	Limit	Compliant
IL [dB]	-3,75	---	---	---	≥-4	PASS
NEXT A [dB]	-42,18	---	---	---	≤-36,09	PASS
NEXT B [dB]	-42,02	---	---	---	≤-35,48	PASS
PS NEXT A [dB]	-39,69	---	---	---	≤-33,01	PASS
PS NEXT B [dB]	-39,89	---	---	---	≤-32,82	PASS
ACR-N A [dB]	-16,44	---	---	---	≤-7,5	PASS
ACR-N A [dB]	-15,05	---	---	---	≤-5,48	PASS
PS ACR-N A [dB]	-13,07	---	---	---	≤-3,39	PASS
PS ACR-N A [dB]	-12,85	---	---	---	≤-2,76	PASS
RL A [dB]	-25,18	---	---	---	≤-21	PASS
RL B [dB]	-25,01	---	---	---	≤-21	PASS
ACR-F A [dB]	-75,29	---	---	---	≤-65,23	PASS
ACR-F B [dB]	-74,97	---	---	---	≤-63,4	PASS
PS ACR-F A [dB]	-73,46	---	---	---	≤-62,23	PASS
PS ACR-F B [dB]	-73,80	---	---	---	≤-61,98	PASS
Delay [ns]	457,80	---	---	---	≤487,92	PASS
Delay Skew [ns]	24,07	---	---	---	≤43	PASS

Presentation of the results / Darstellung der Ergebnisse						1a
Parameter	Value	Uncertainty [%]	Upper Value	Lower Value	Limit	Compliant
CA [dB]	52,35	---	---	---	≥40	PASS

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

8.3 Measurement results of the LF parameters / Zusammenstellung der gemessenen NF-Parameter

22-CS360

DC loop resistance	
Limit:	17,90 Ω
Pair 12	15,44 Ω
Pair 36	15,39 Ω
Pair 45	14,97 Ω
Pair 78	14,96 Ω

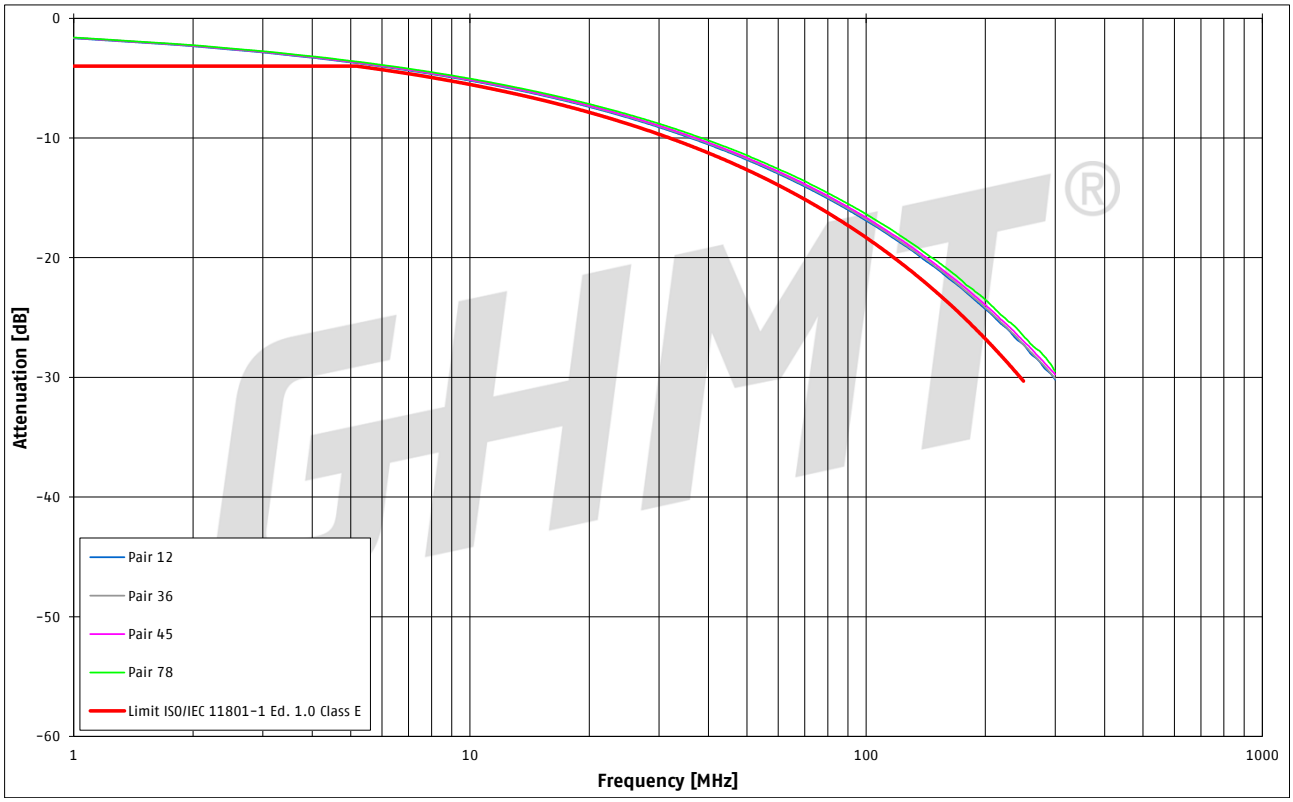
DC Δ loop resistance	
Limit:	0,54 Ω
Pair 12-36	0,05 Ω
Pair 12-45	0,47 Ω
Pair 12-78	0,48 Ω
Pair 36-45	0,42 Ω
Pair 36-78	0,43 Ω
Pair 45-78	0,01 Ω

Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

8.4 Measurement results of the RF parameters /
Zusammenstellung der gemessenen HF-Parameter

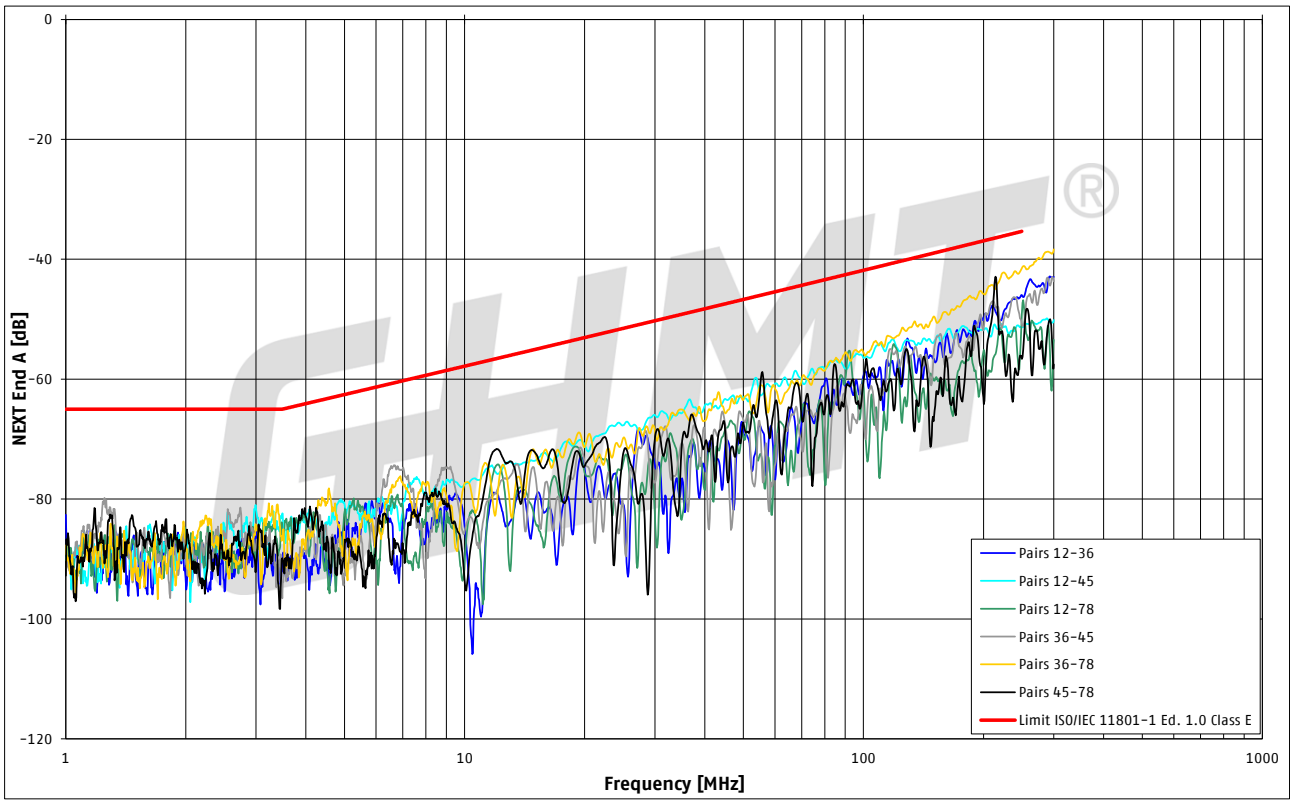
Attenuation / Dämpfung



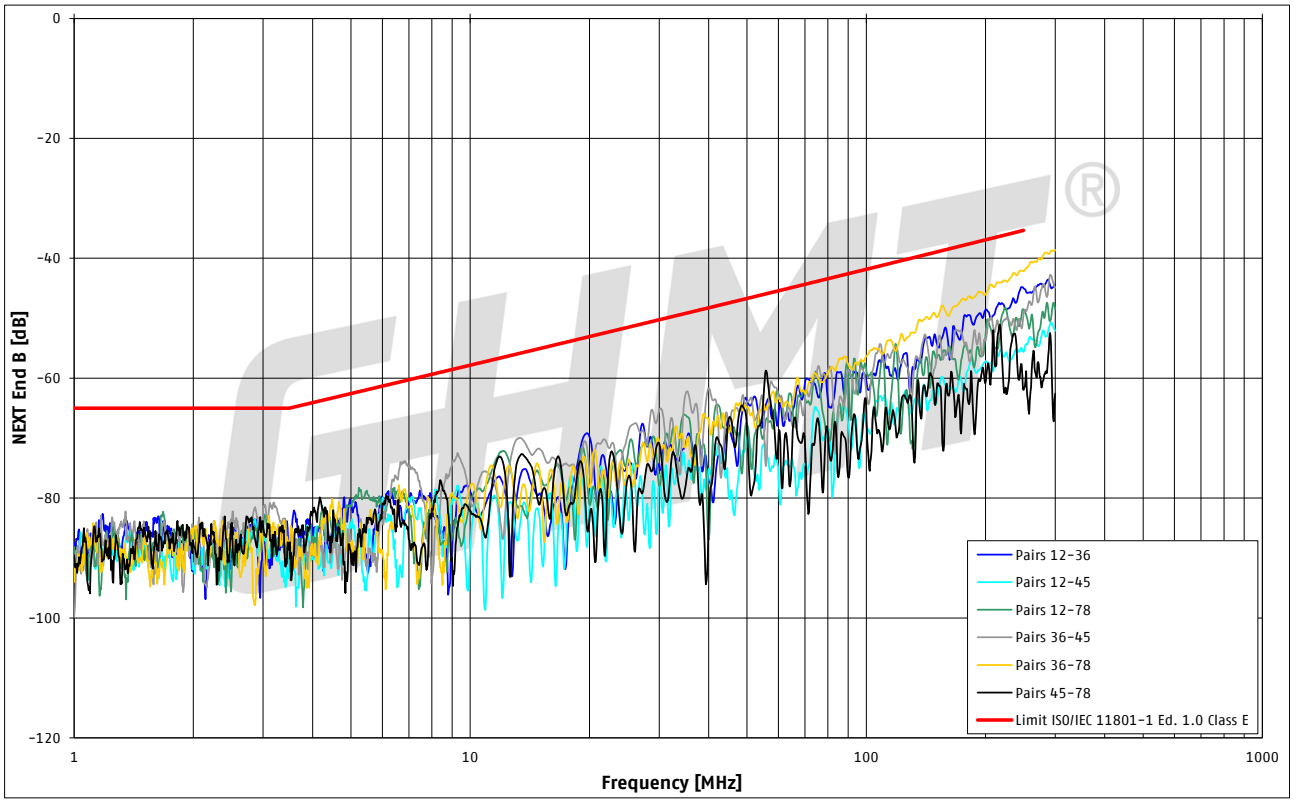
Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

NEXT (End A) / NEXT (Ende A)



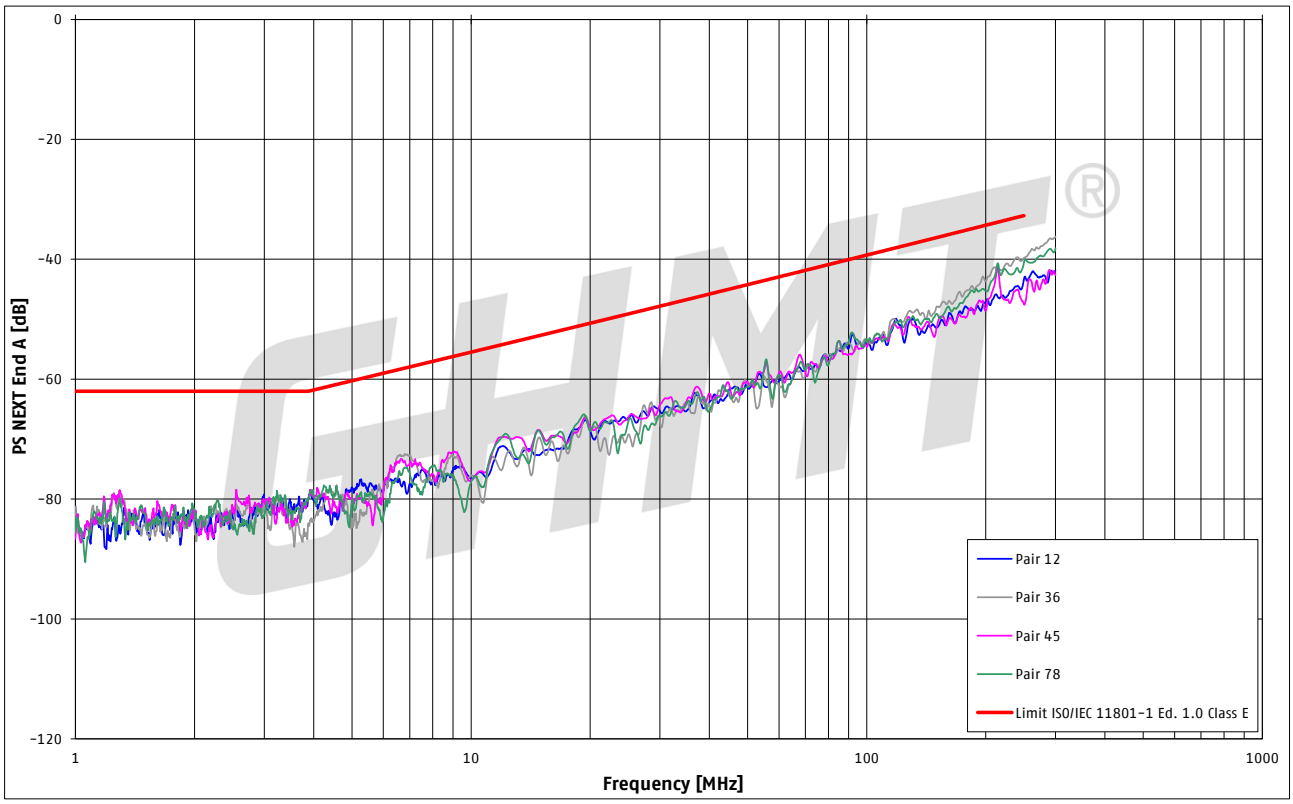
NEXT (End B) / NEXT (Ende B)



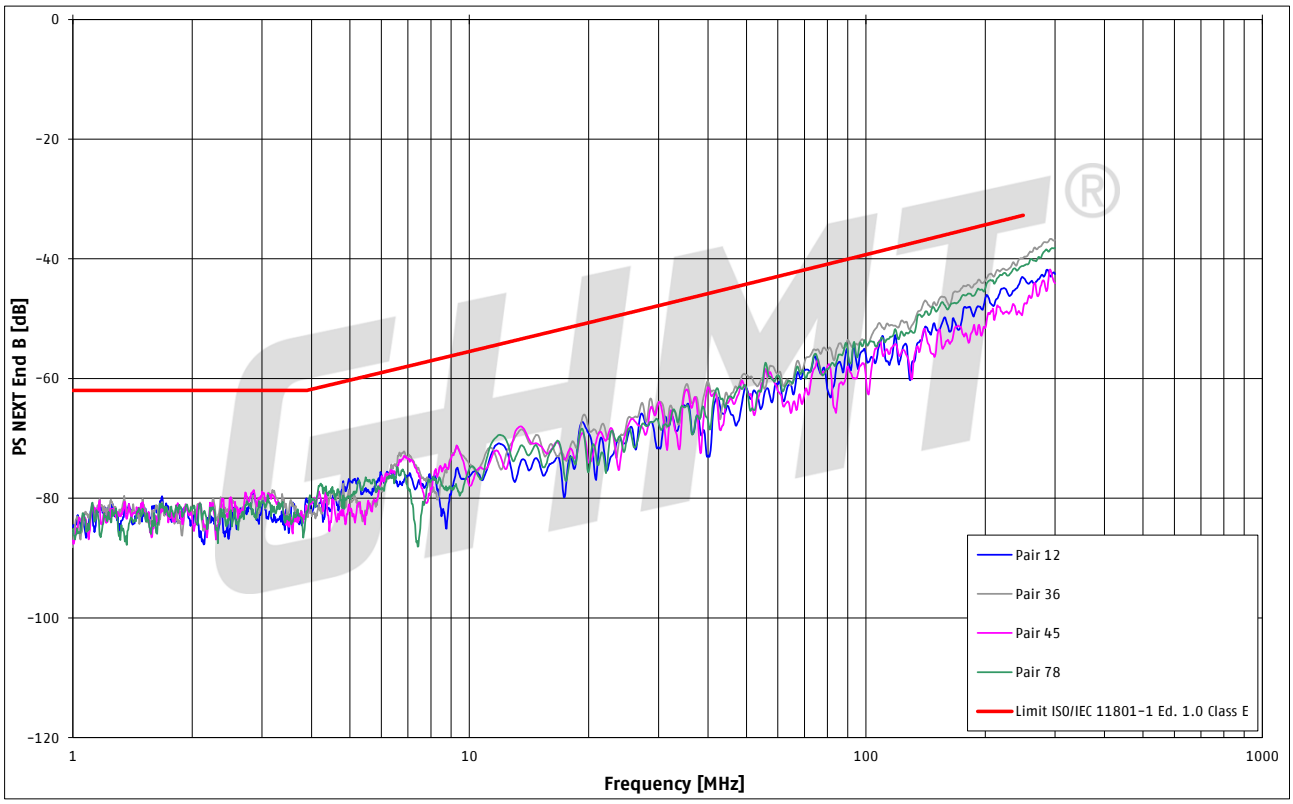
Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

PS NEXT (End A) / PS NEXT (Ende A)



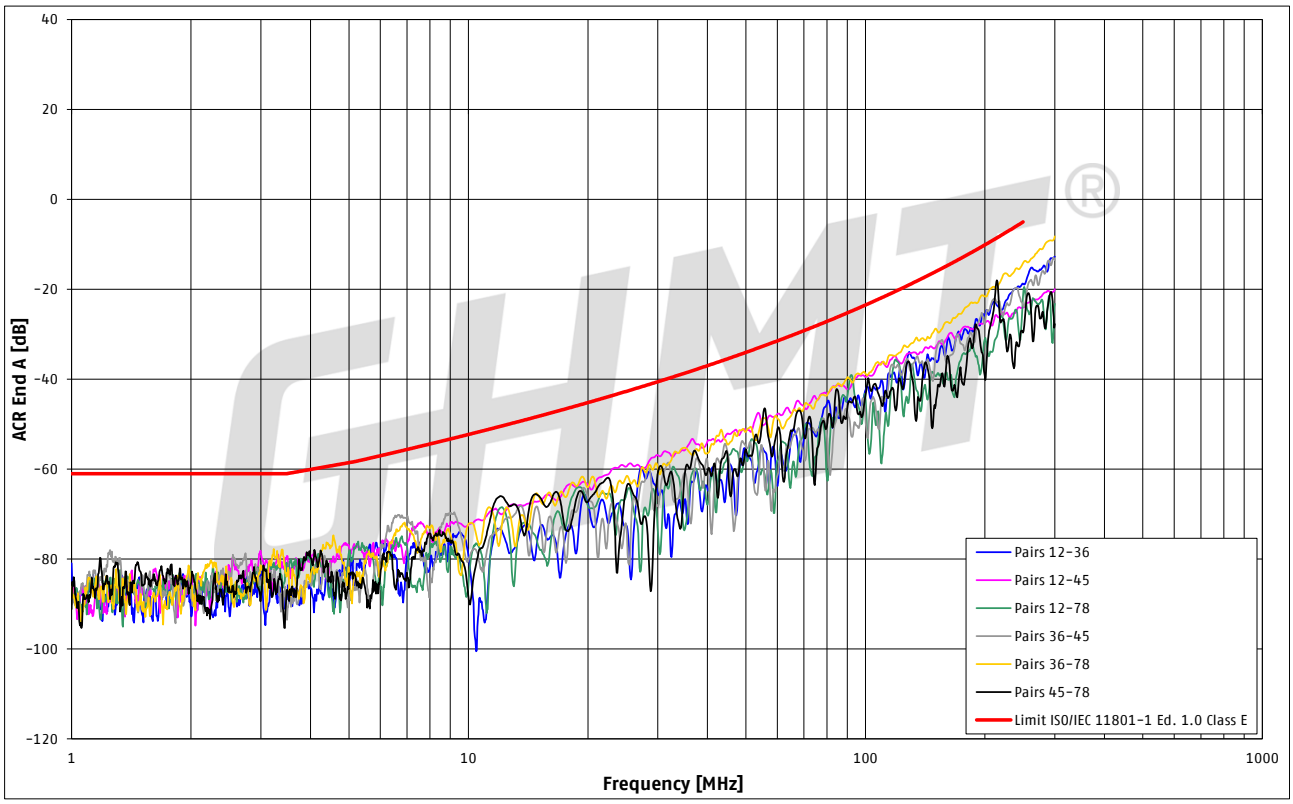
PS NEXT (End B) / PS NEXT (Ende B)



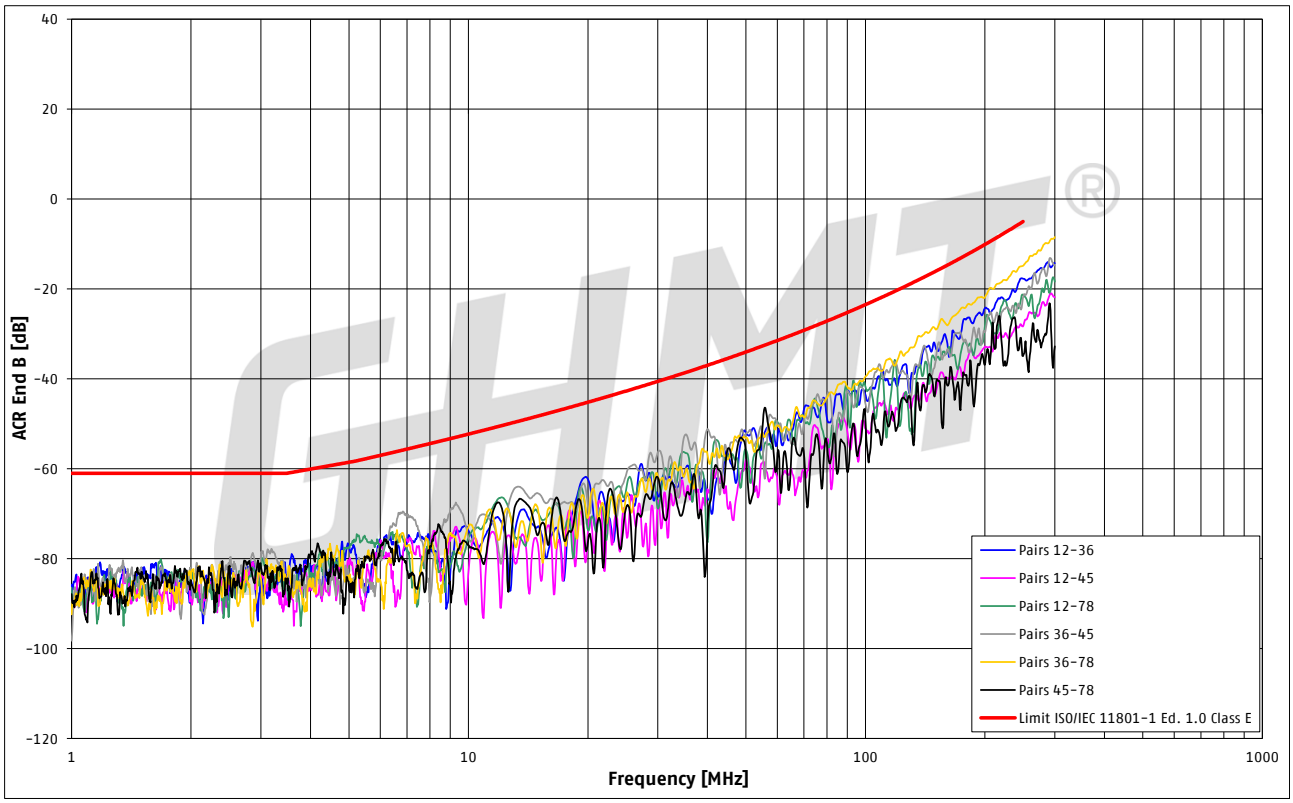
Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

ACR-N (End A) / ACR-N (Ende A)



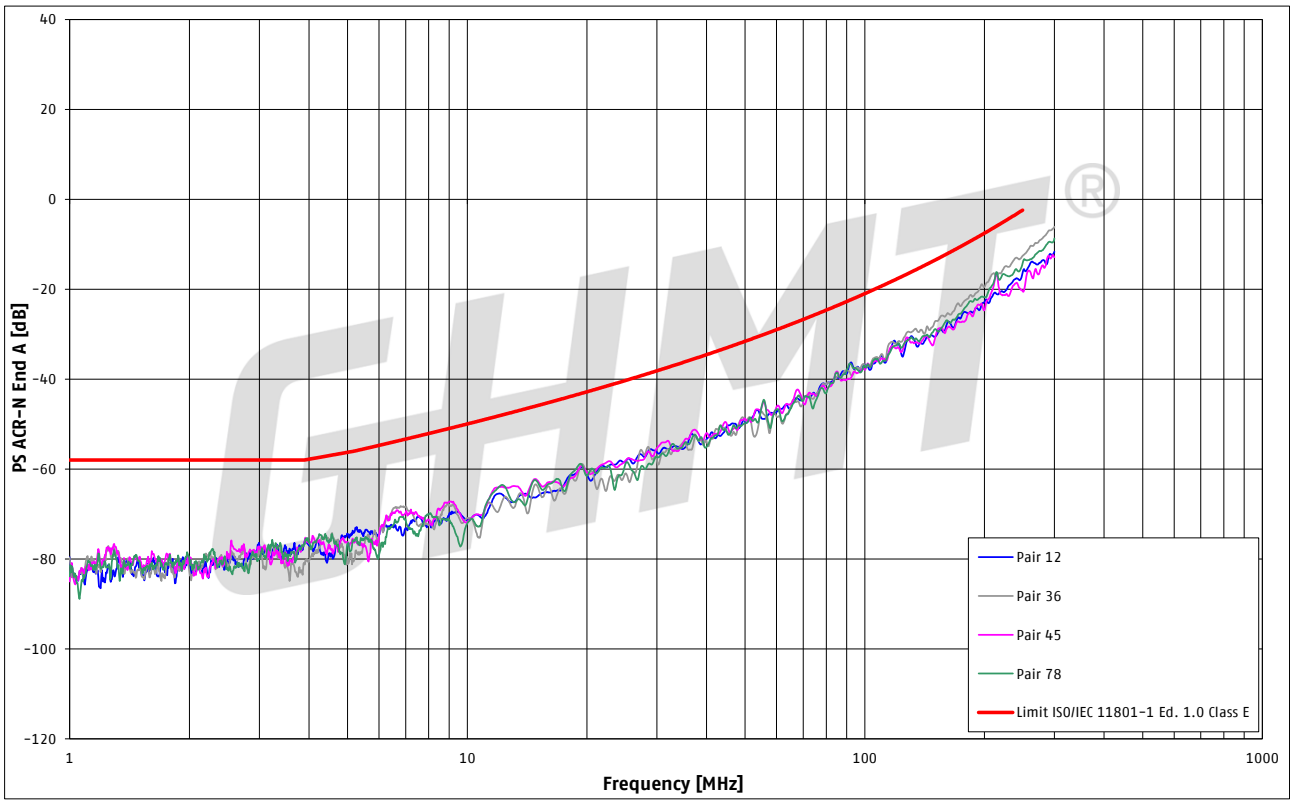
ACR-N (End B) / ACR-N (Ende B)



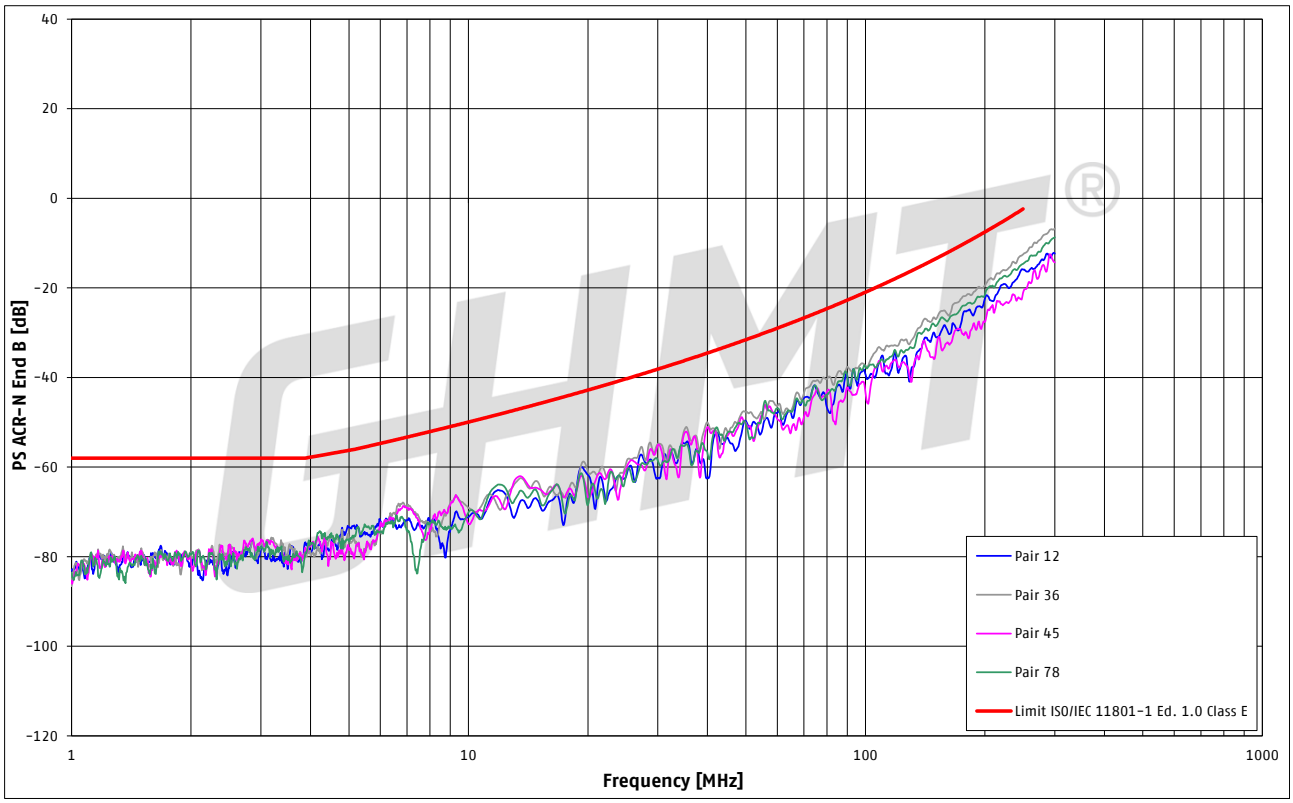
Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

PS ACR-N (End A) / PS ACR-N (Ende A)



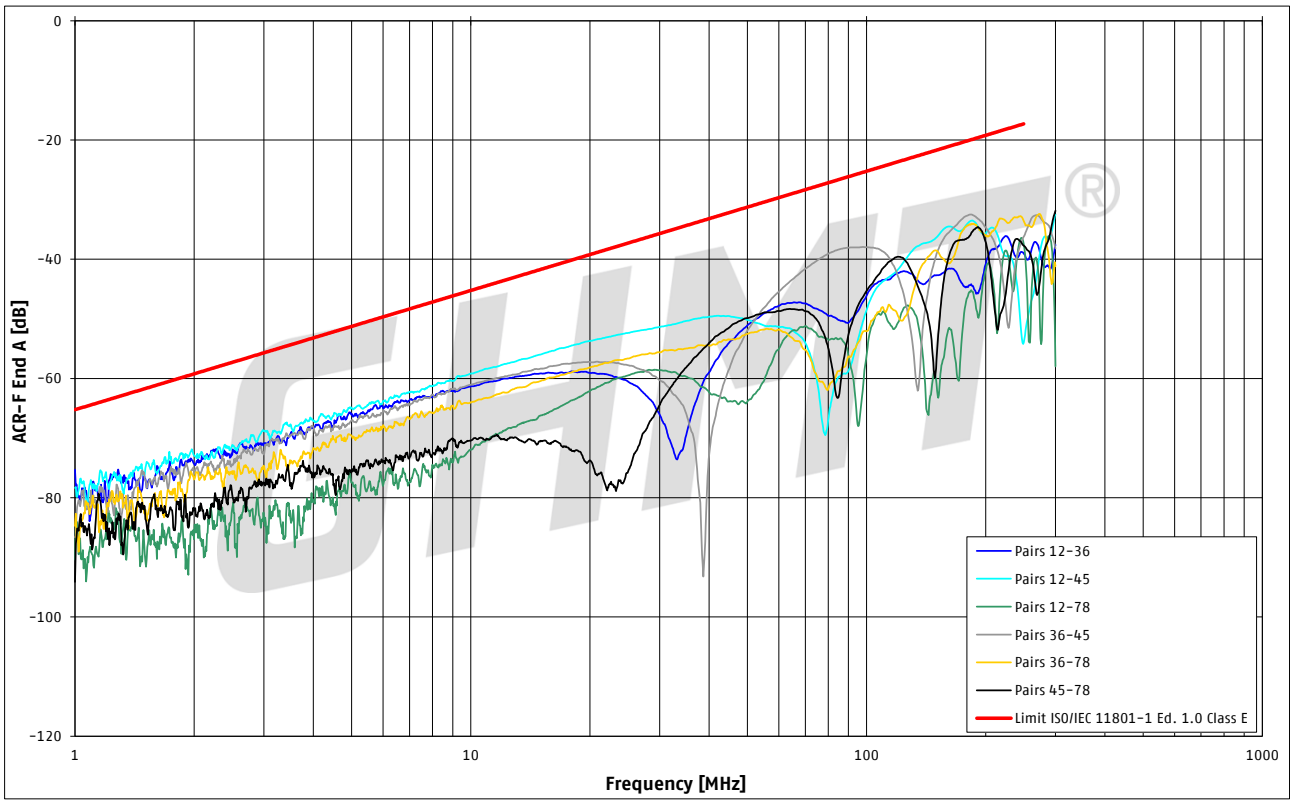
PS ACR-N (End B) / PS ACR-N (Ende B)



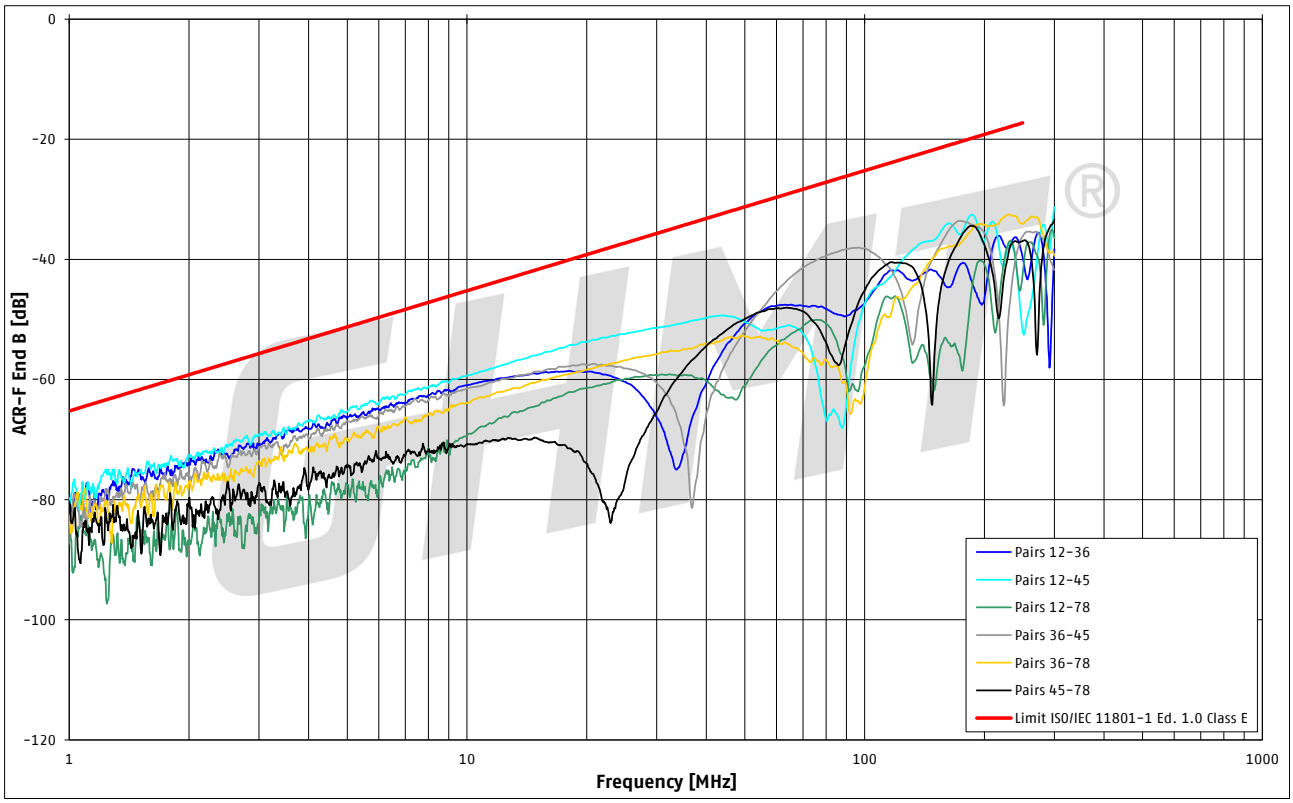
Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

ACR-F (End A) / ACR-F (Ende A)



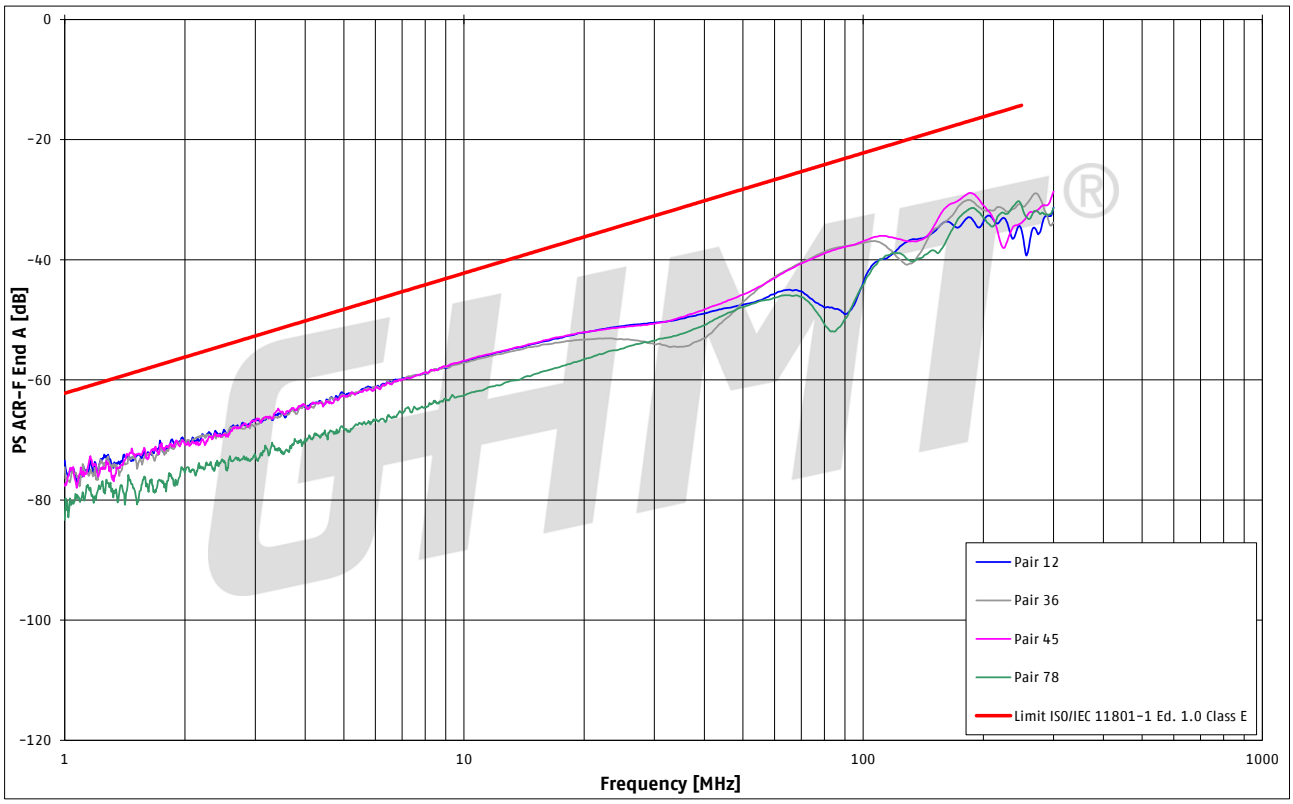
ACR-F (End B) / ACR-F (Ende B)



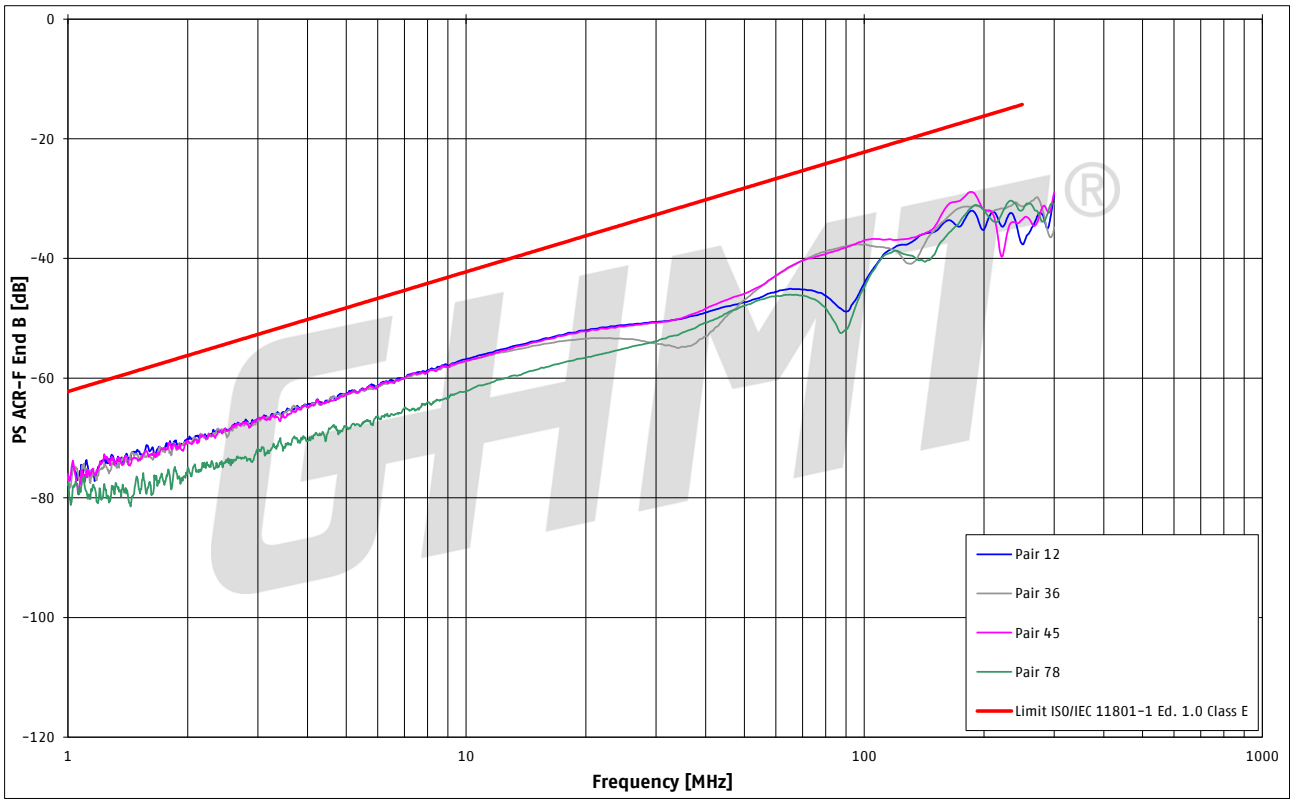
Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

PS ACR-F (End A) / PS ACR-F (Ende A)



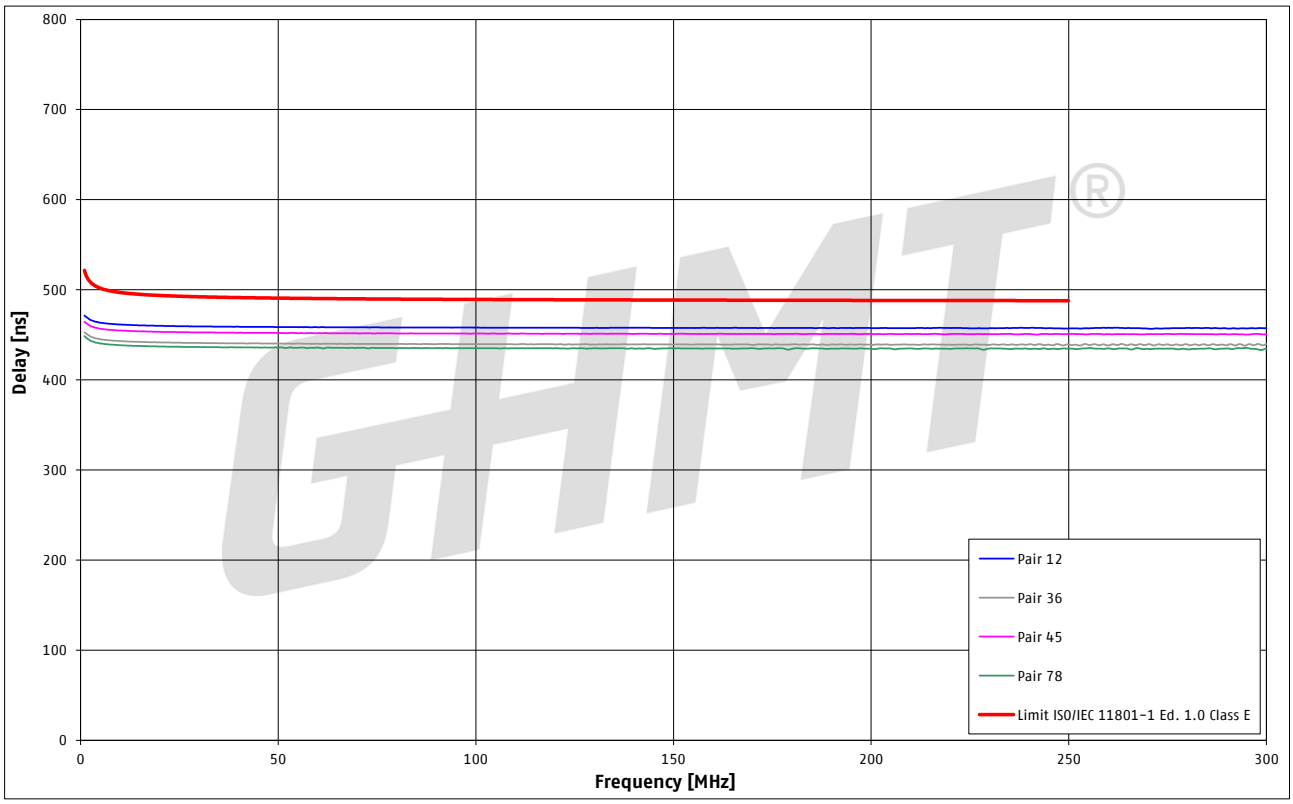
PS ACR-F (End B) / PS ACR-F (Ende B)



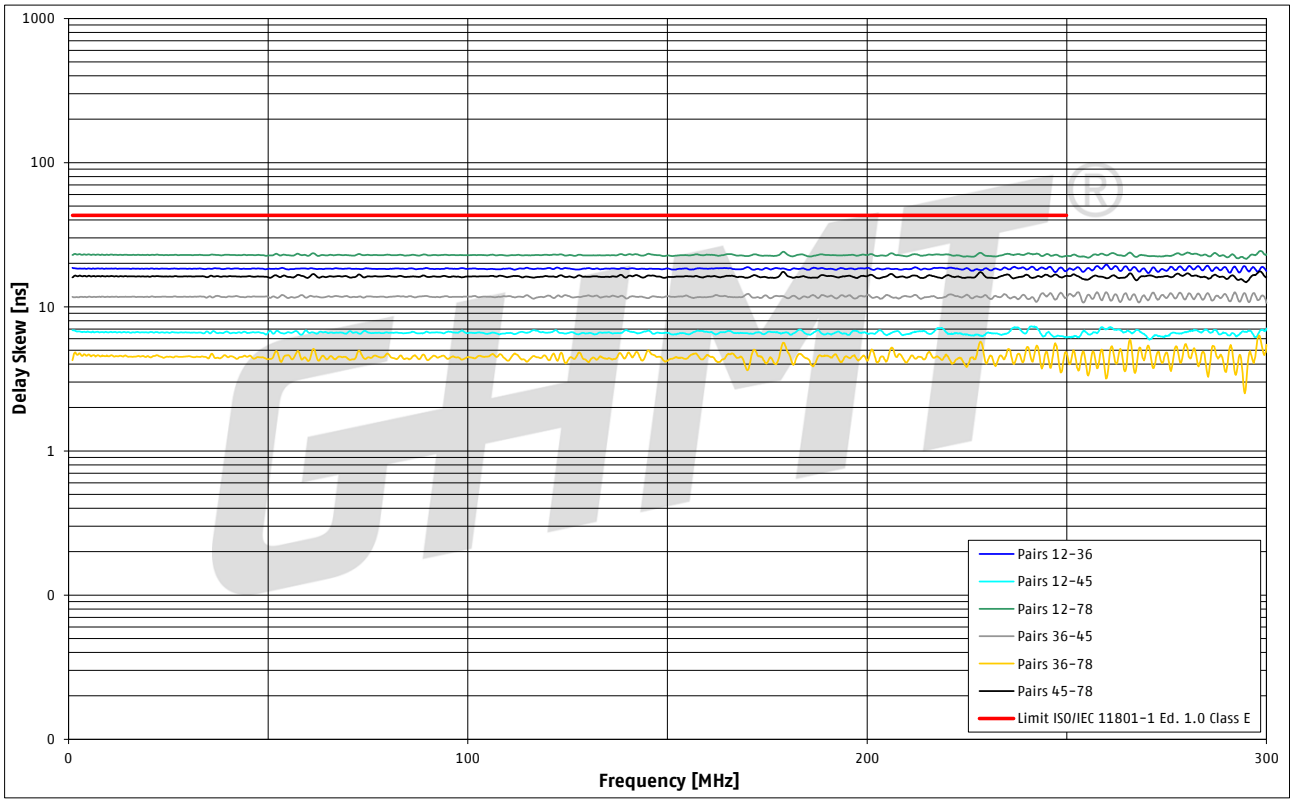
Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

Propagation delay / Laufzeit



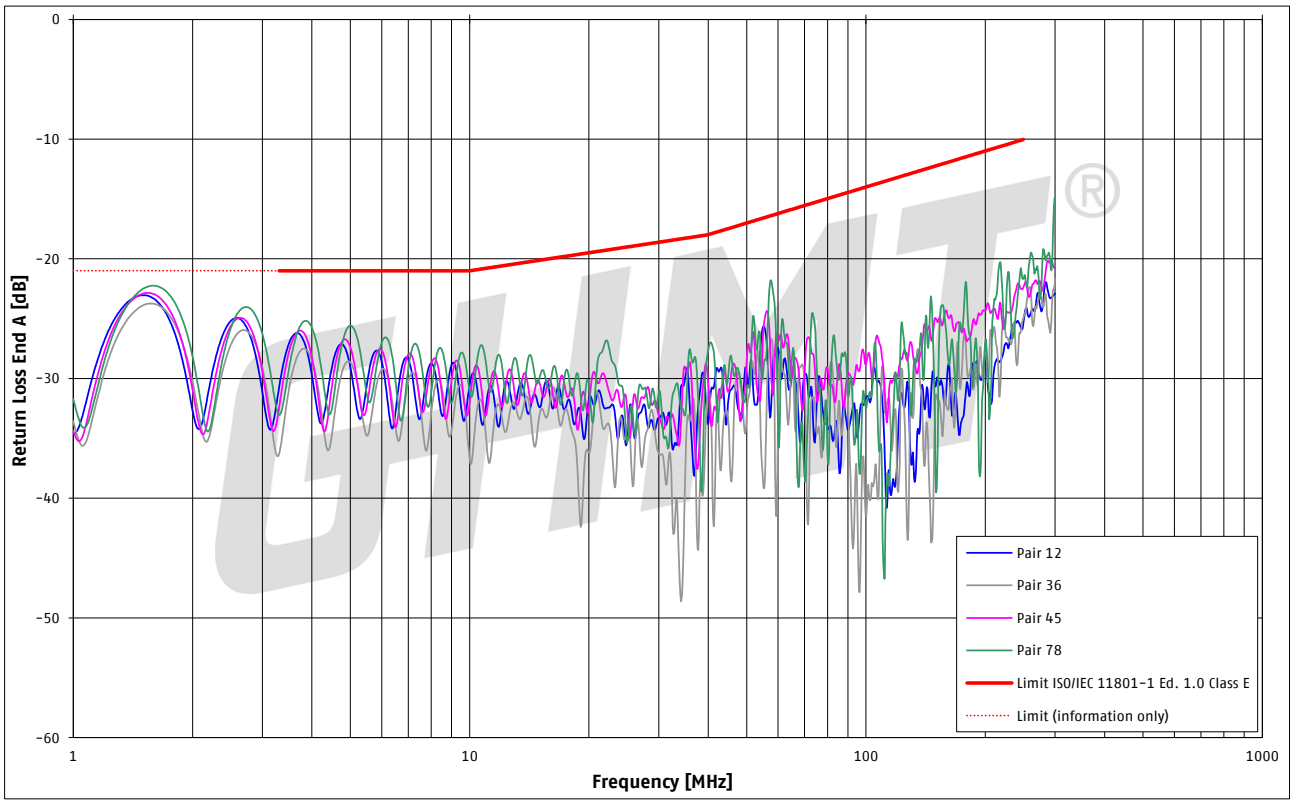
Delay skew / Laufzeitunterschied



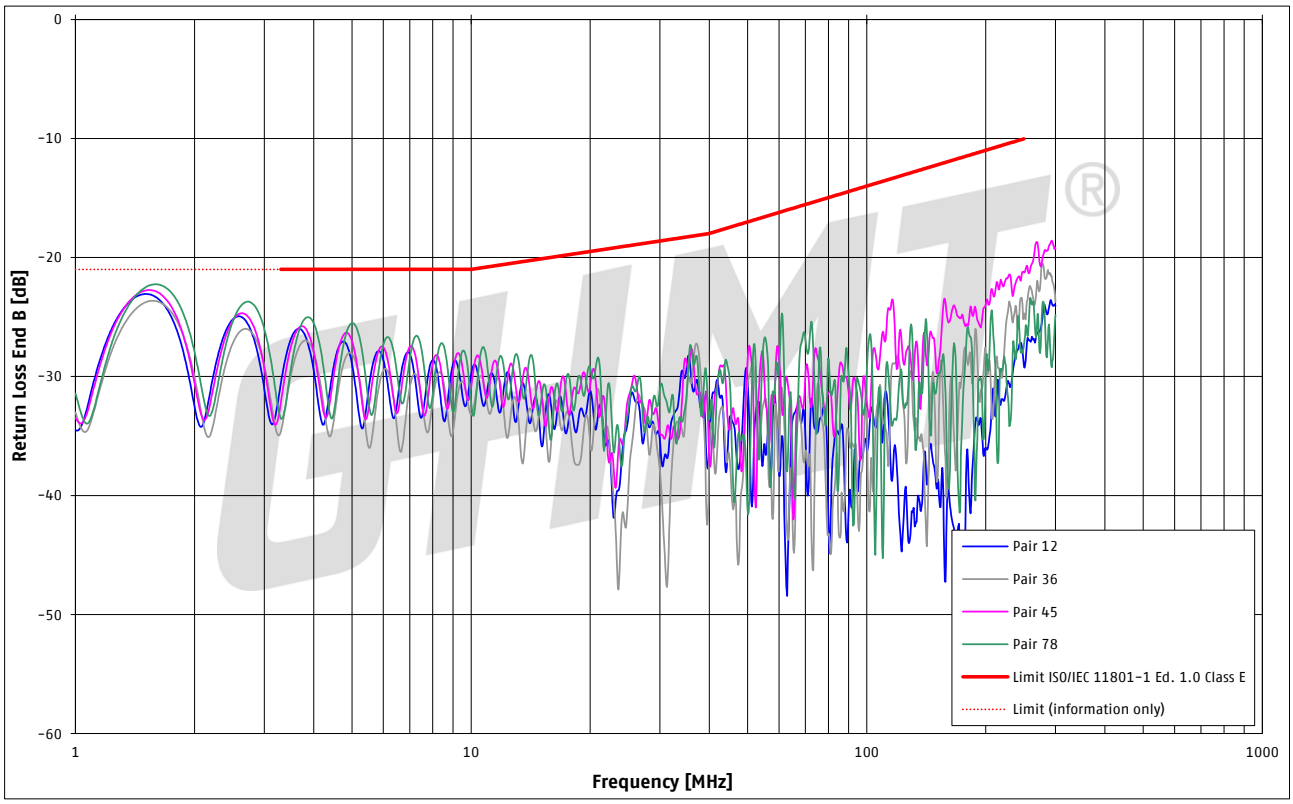
Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

Return loss (End A) / Rückflussdämpfung (Ende A)



Return loss (End B) / Rückflussdämpfung (Ende B)

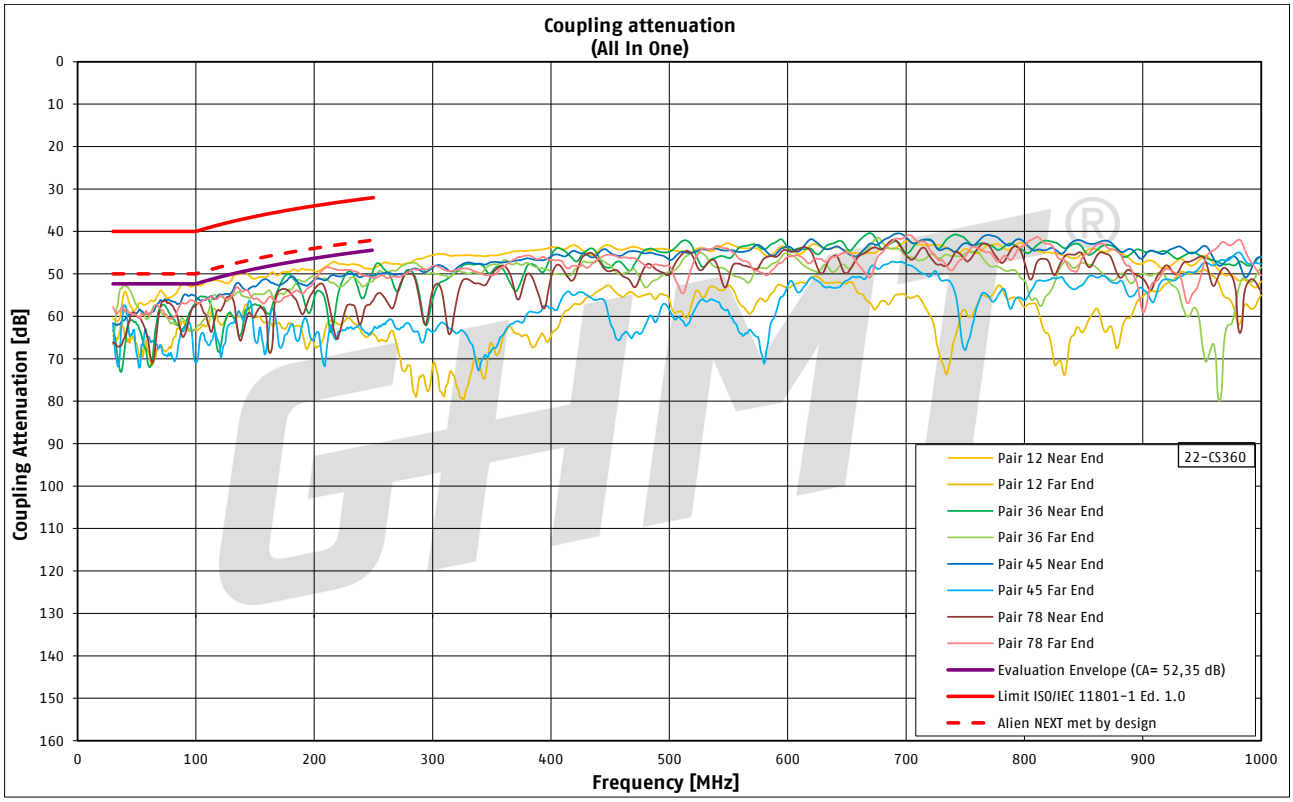


Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016

8.5 Measurement results of the EMC parameters /
Zusammenstellung der gemessenen EMV-Parameter

Coupling attenuation / Kopplungsdämpfung



Test laboratory accredited by DAkkS in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate **D-PL-17559-01-00**. Certificate of qualification to perform system- and product-related quality assurance according to the KTA 1401 safety standard of the Nuclear Safety Standards Commission (KTA).

©2020, GHMT AG. Please observe note on industrial property rights pursuant to DIN ISO 16016