

Workshop Messtechnik bei Kontakt Systeme

Walter Häusler

hnb häusler netzwerk-beratung gmbh
guggenbühlstr. 13
8953 dietikon
Tel: 044 740 60 07
Natel: 079 33 55 44 9
E-Mail: walter.haeusler@whnb.ch
Web: www.whnb.ch

hnb

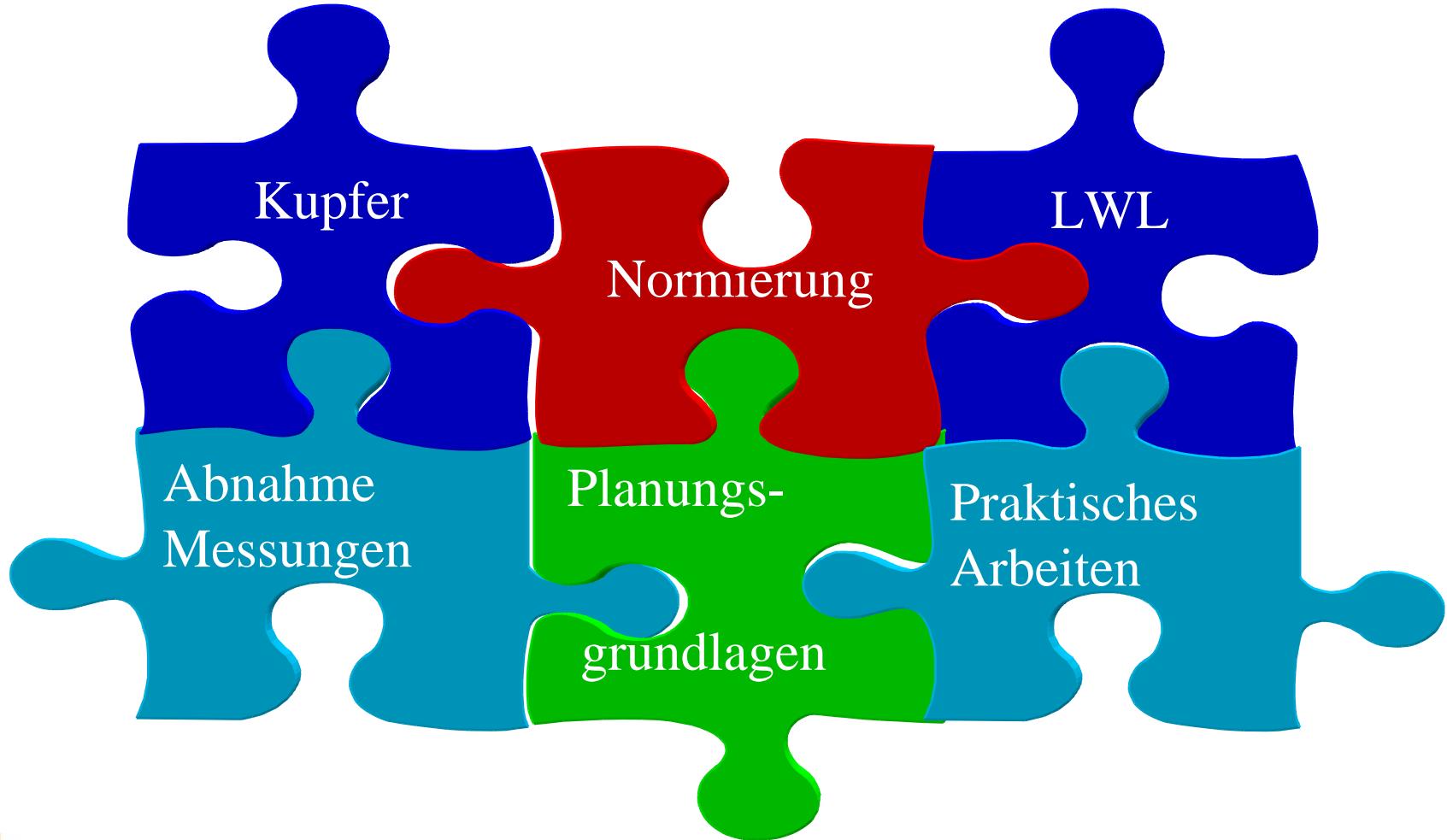
Ziel diese Workshops

- Übersicht über die Normen
- Definitionen der Netzwerktechnik
- Wie messe ich richtig?
- Messresultate richtig interpretieren

Traktanden

- 1. Normierung
- 2. Link Aufbau
- 3. Elektrische Eigenschaften
- 4. Link Messung
- 5. Fehleranalyse
- 6. EMV Problematik
- 7. Praktische Arbeiten

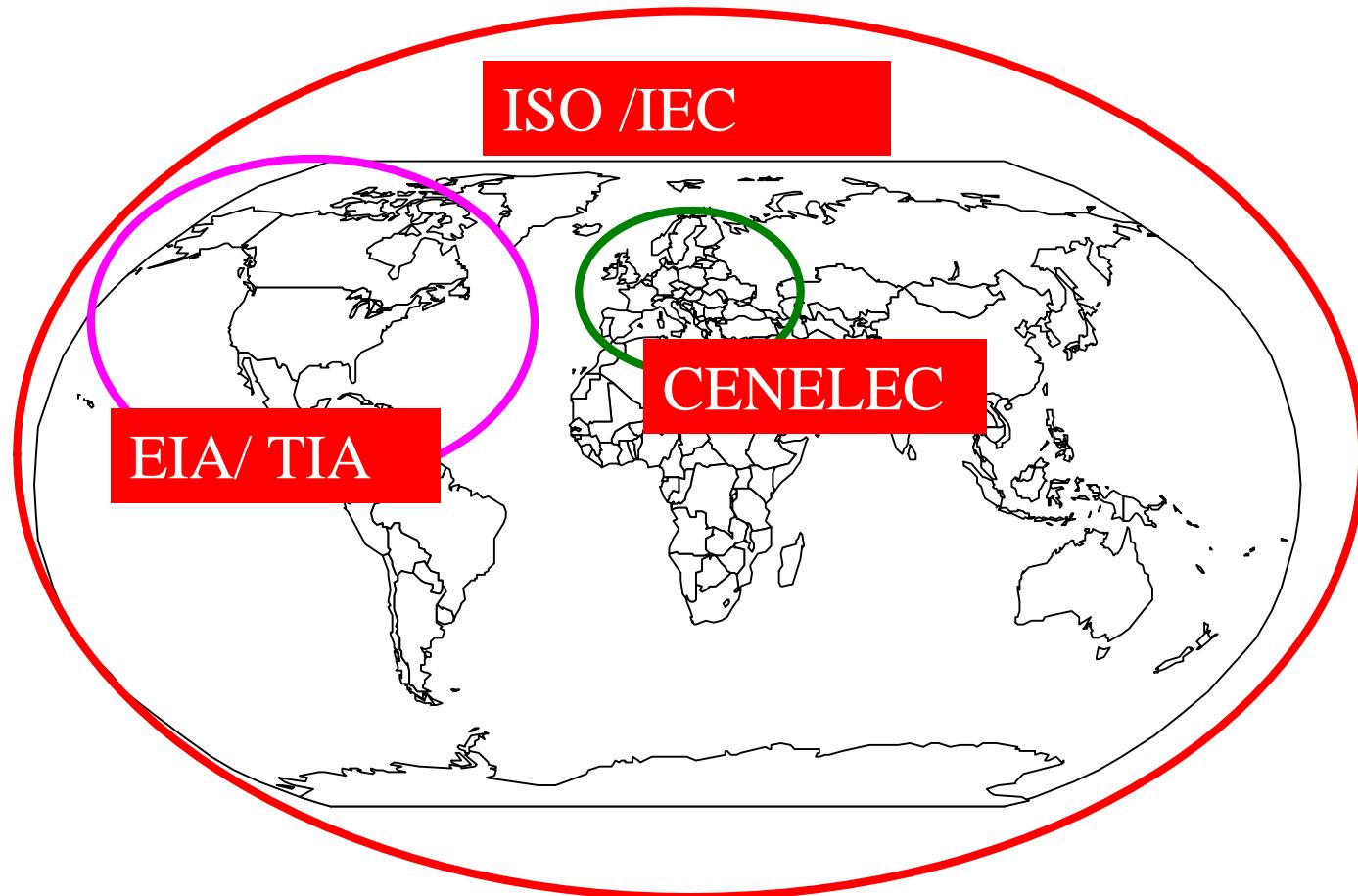
Übersichts Puzzle



1. Normierung

- Welche Normengremien sind Aktiv?
- EU Normen
- Detailnormen

•Normengremien



•Normen

Seit Herbst 2002 habe sich die drei Normengremien auf die gleichen Standards geeinigt.

EN 50173

Information technology – Generic cabling systems

ISO/IEC 11801: 2002, cor.2

Information technology- Generic cabling for customer premises

ISO/IEC 11801: 2002/FPDAmd 1

Information technology- Generic cabling for customer premises
draft amendment 1.1, Anhang 10Gbit/s

EIA/TIA 568-B.2-1

Transmission Performance Specification for 4-Pair 100Ω
Category 6 Cabling

•EU Normen

Aufteilung der Zuständigkeit der Normen

EN50173:2002

Anwender neutrale Kommunikationsanlagen

EN50174

Installationsplanung und Installationspraktiken

EN50310

Anwendung von Massnahmen für Potentialausgleich und Erdung in Gebäuden

EN50346

Prüfen installierter Verkabelung (Abnahmemessungen Kupfer und LWL)

•Detailnormen

En 50173-1

Information technology – Generic cabling systems –

Part 1: General

Part 2: Büro Umgebung

Part 3: Industrie Umgebung

Part 4: Haus Umgebung

Part 5: Rechenzenter Umgebung

En 50174-1

Information technology – Generic cabling systems –

Part 1: Spezifikation und Qualitätssicherung (Konzept und Ausführung)

Part 2: Installationsplanung und –Praktiken in Gebäuden

Part 3: Installationsplanung und –Praktiken im Freien

•Detailnormen

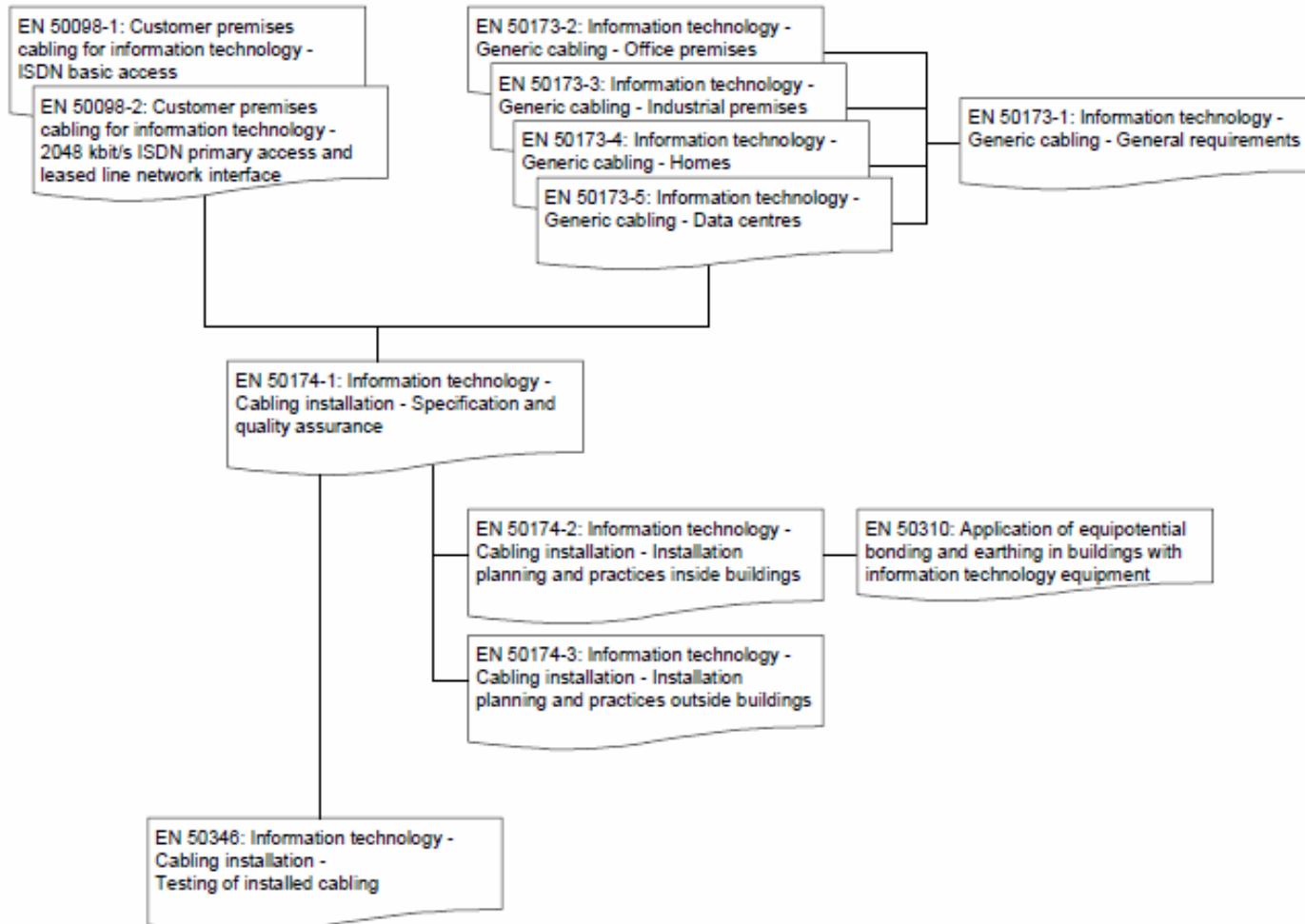


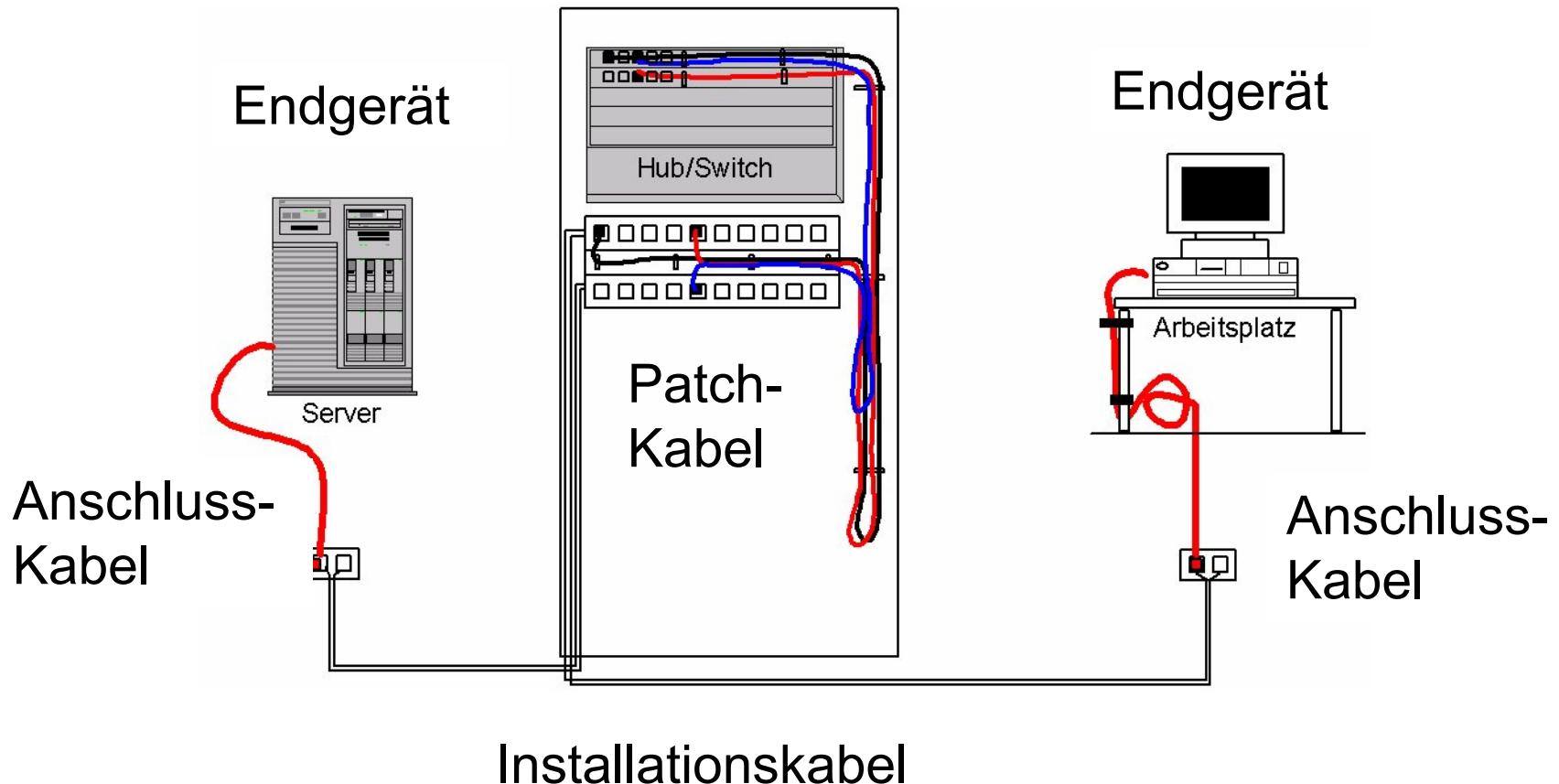
Figure 1 - Schematic relationship between the EN 50173 series and other standards relevant for information technology cabling systems

2. Link Aufbau

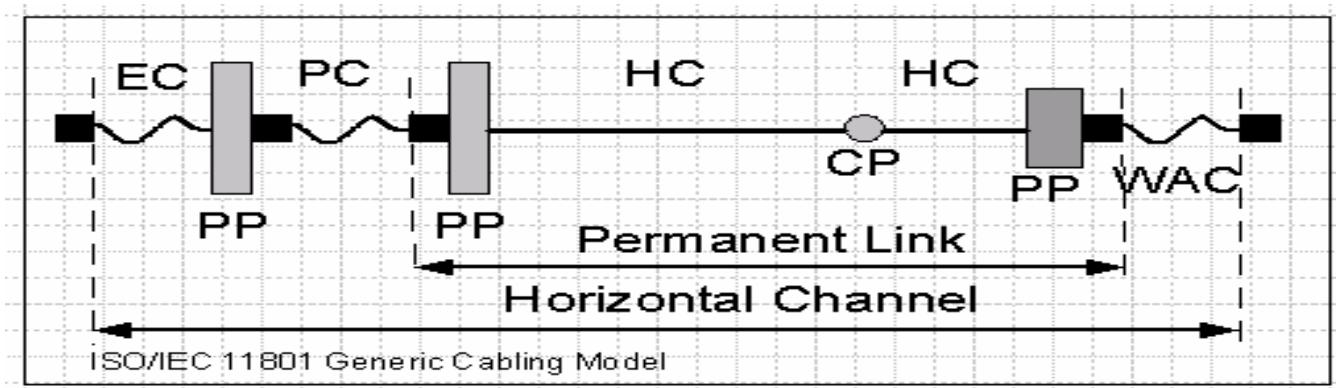
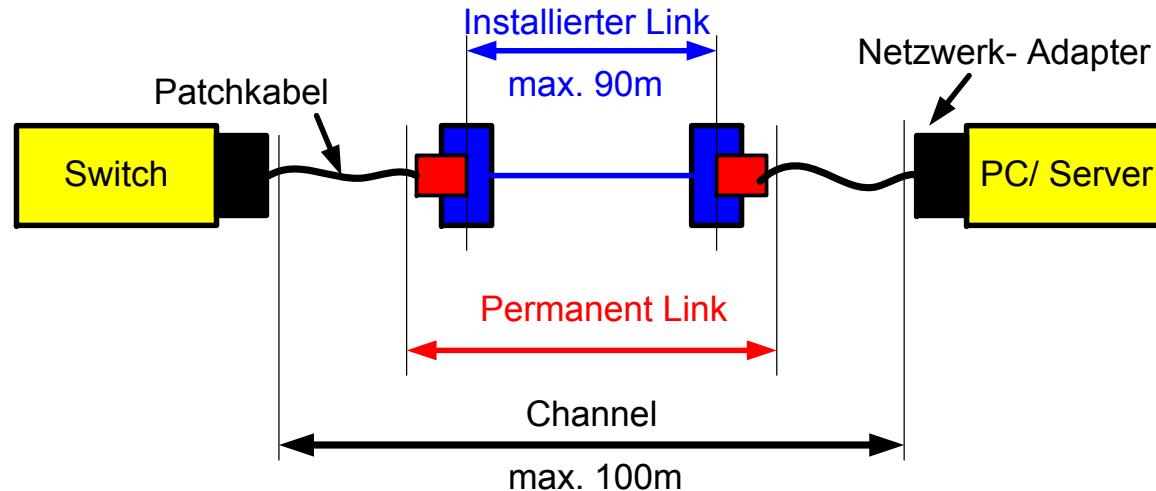
- Aus welchen Komponenten setzt sich ein Link zusammen?
 - Channel
 - Permanentlink
 - Patchkabel
- Welche elektrischen Eigenschaften sind von Bedeutung?
 - Dämpfung
 - Next
 - ACR
 - ...

• Komponenten eines Links

EDV-Schrank - Aktivkomponenten
- Anschlusspanel



• Link Definitionen



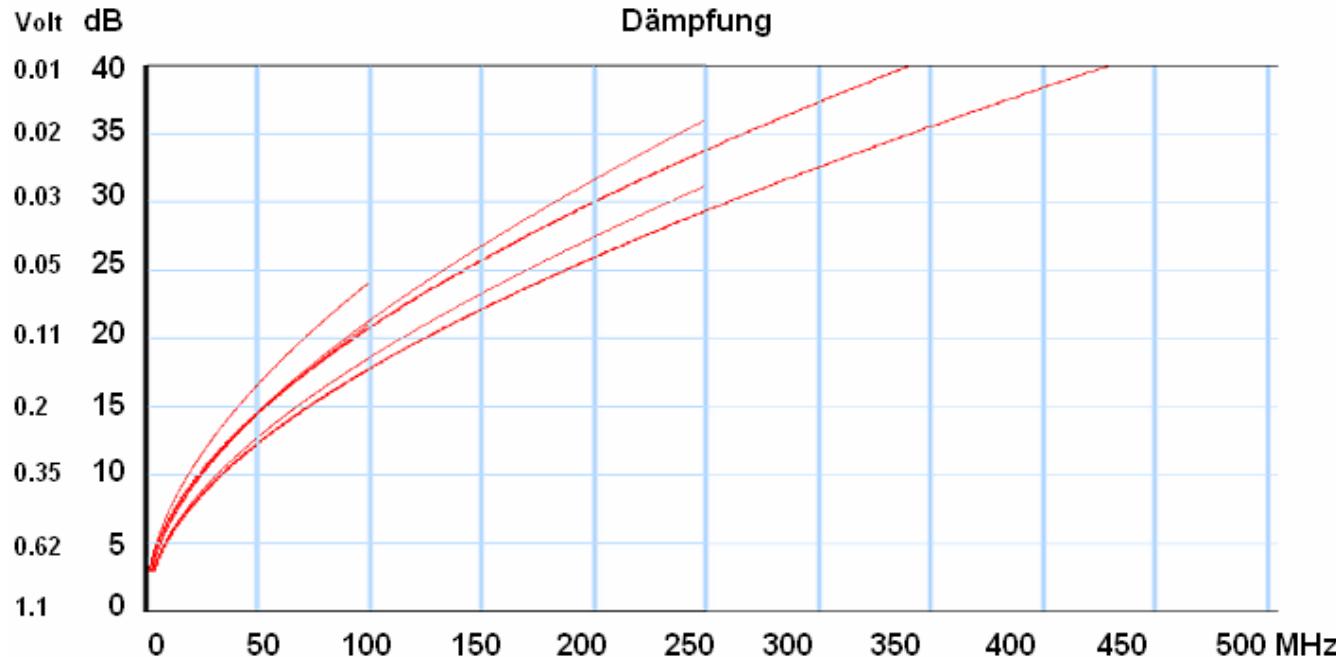
3. Elektrische Eigenschaften

- Dämpfung
- De-empedded Werte
- NVP
- NEXT
- PSNext
- ACR
- PSACR
- RL
- FEXT
- PSFEXT
- ELFEXT
- PSELFEXT
- Alien NEXT/FEXT
- TLC

• Dämpfung

Dämpfung (attenuation, insertion loss)

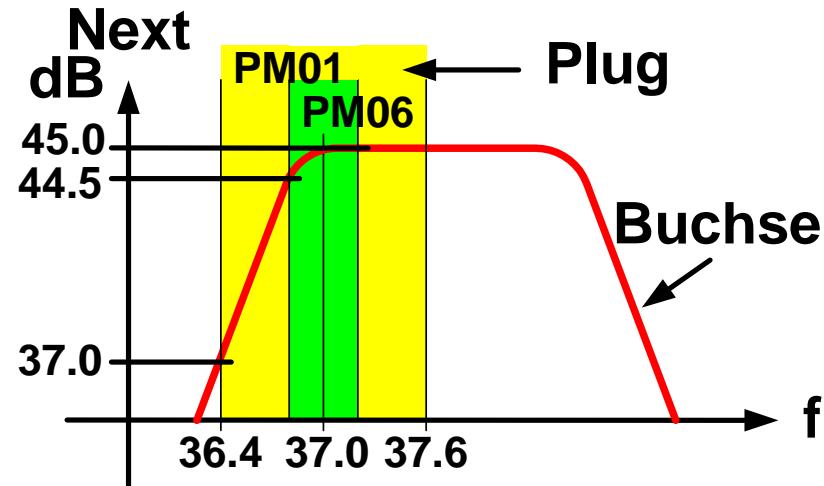
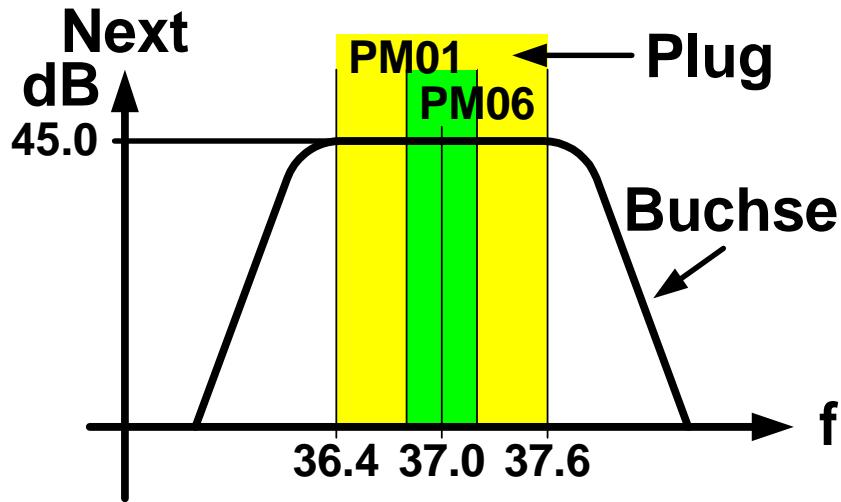
Ist der Signalverlust auf dem Link.



Dämpfung < 3dB nicht normiert

• De-embedded Werte

Der de-embedded Wert gibt an, wie gut Buchse und Stecker aufeinander abgestimmt sind.



Bei „Generic“- Lösungen ist der Plug und die Buchse gut auf einander abgestimmt.

- **NVP**

Nennausbreitungsgeschwindigkeit (nominal velocity of propagation).

Der NVP wird in Prozenten zur Lichtgeschwindigkeit angegeben.

Normalerweise liegt die Geschwindigkeit eines Signals durch ein Kabel bei 60- 80% der Lichtgeschwindigkeit.

$$\text{NVP(%) = } \frac{\text{Geschwindigkeit im Kabel}}{\text{Lichtgeschwindigkeit}} \times 100\%$$

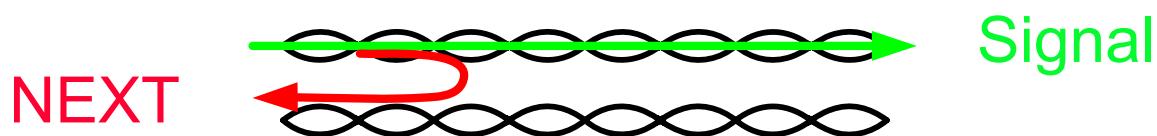
(300.000.000 m/s)

• **NEXT**

Nahnebensprechen (near-end Crosstalk)

Ist die unerwünschte Signalübertragung zwischen zwei aneinander grenzende Kabelpaare.

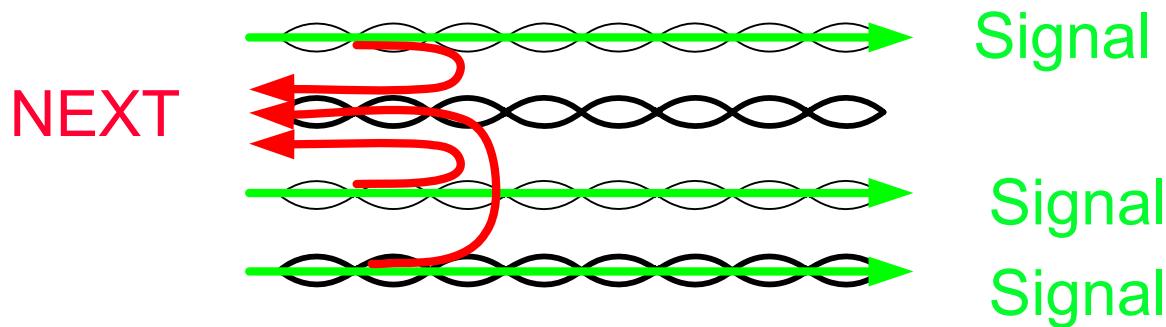
Die elektrischen Signale erzeugen ein elektromagnetisches Feld, das Signal an das nahe liegende Aderpaare überträgt.



• PSNEXT

Power Sum NEXT (power sum near-end Crosstalk)

Gibt an, wie stark ein Kabelpaar durch die kombinierten NEXT-Werte im nahen Ende beeinträchtigt wird.



- **ACR**

Dämpfungs-/Nebensprechverhältnis (attenuation to crosstalk ratio).

Die Differenz zwischen Next in dB und Dämpfung in dB.

Eine gute Kabelleistung entspricht einem hohen ACR –Wert.

Dieser entsteht, wenn der Next- Wert viel höher ist als die Dämpfung.

$$\text{ACR (dB)} = \text{Next (dB)} - \text{Dämpfung (dB)}$$

- **PSACR**

Power sum ACR (power sum attenuation to crosstalk ratio)

Gibt an, wie stark ein Kabelpaar durch die kombinierten ACR- Werte der nahe liegenden Aderpaare beeinträchtigt wird.

• Returnlos RL

Rückflussdämpfung (return loss)

Ein Teil des Signals wird bei den Impedanzänderungen reflektiert.

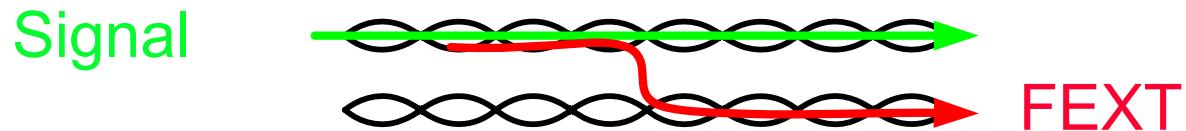
Durch Signalreflexionen im eigenen Aderpaar verursacht
Signalstärkenverlust.



- **FEXT**

Fernnebensprechen (far-end Crosstalk)

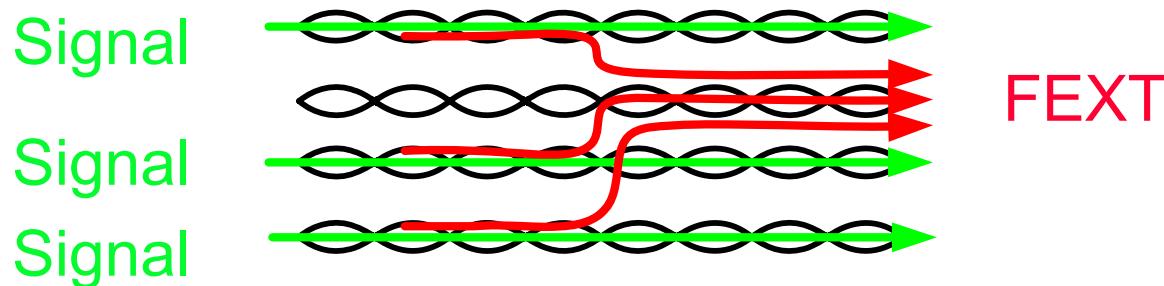
Ist die unerwünschte Signalübertragung zwischen zwei Kabelpaaren, die auf der fernen Seite empfangen wird.



- **PSFEXT**

Power Sum FEXT (power sum far-end Crosstalk)

Gibt an, wie stark ein Kabelpaar durch die kombinierten FEXT- Werte am fernen Ende beeinträchtigt wird.



- **ELFEXT**

Niveaugleiches Fernnebensprechen (equal level far-end Crosstalk)

Ist die Differenz zwischen dem FEXT und der Dämpfung des gestörten Leiterpaars (in dB).

Eine gute Kabelleistung entspricht hohen ELFEXT- Werten, das FEXT ist viel grösser als die Dämpfung.

$$\text{ELFEXT (dB)} = \text{FEXT (dB)} - \text{Dämpfung (dB)}$$

- **PSELFEXT**

Power Sum ELFEXT (power sum equal level far-end Crosstalk)

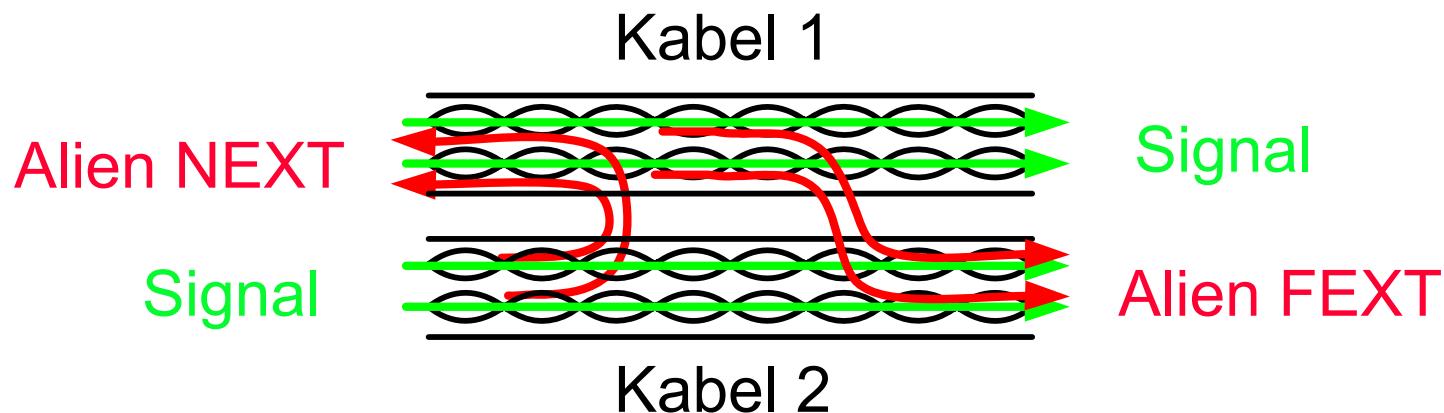
Ist die Differenz zwischen dem PSFEXT und der Dämpfung des gestörten Leiterpaars (in dB).

• Alien Crosstalk

Nah oder Fernnebensprechen (alien crosstalk)

Ist die unerwünschte Signalübertragung zwischen aneinanderliegenden Datenkabeln.

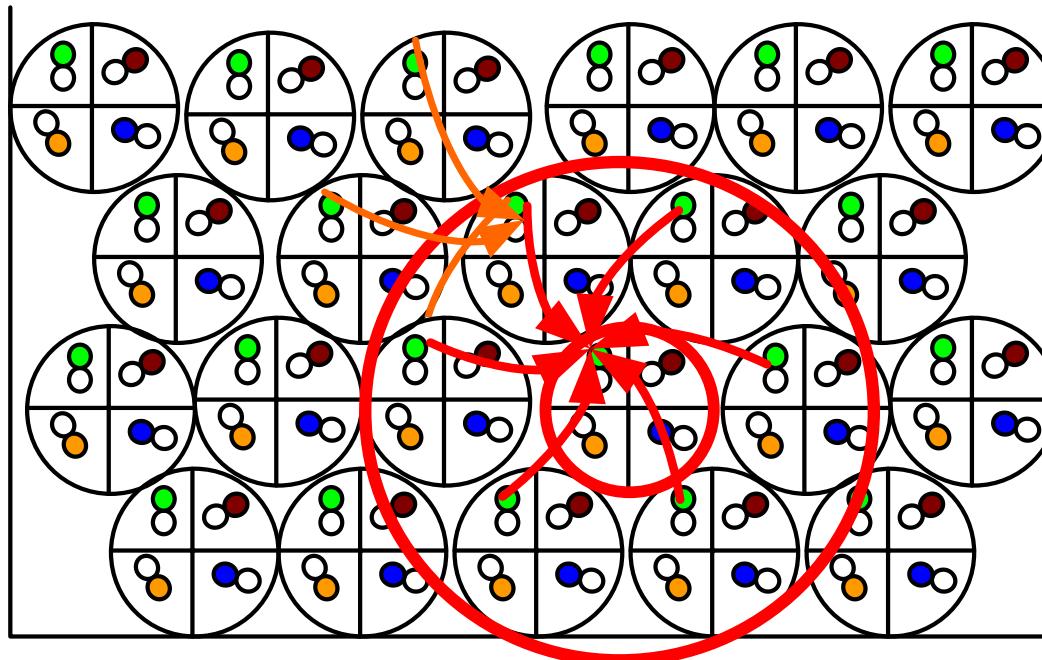
Ist nur für 10Gbit/s festgelegt



• Alien Crosstalk 10Gbit/s

Bei 500MHz führen die Unsymmetrien im Kabel zu erhöhtem Übersprechen auf dem benachbarten Kabel.

Für die Messung des Alien Crosstalk hat sich das 6/1 Model durchgesetzt.



- **TLC**

Unsymmetrische Dämpfung (transverse conversion loss)

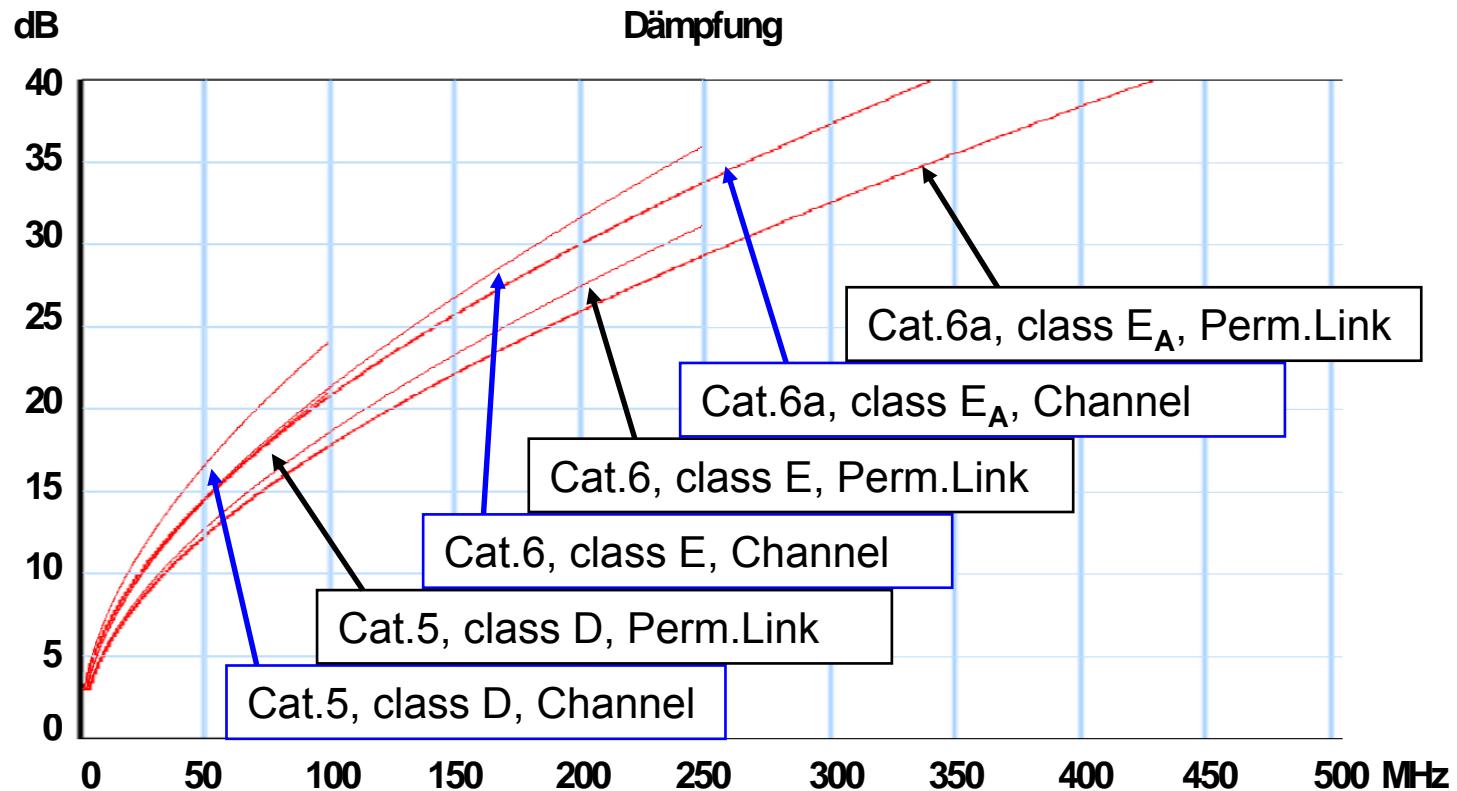
Dieser Effekt tritt bei den unsymmetrischen Kabel auf

Die TCL Werte können, bei geeigneter Wahl von Kabel und Buchsen und Stecker, auch mit niedriger Klassifizierten Komponenten erreicht werden.

Ist nur für 10Gbit/s festgelegt

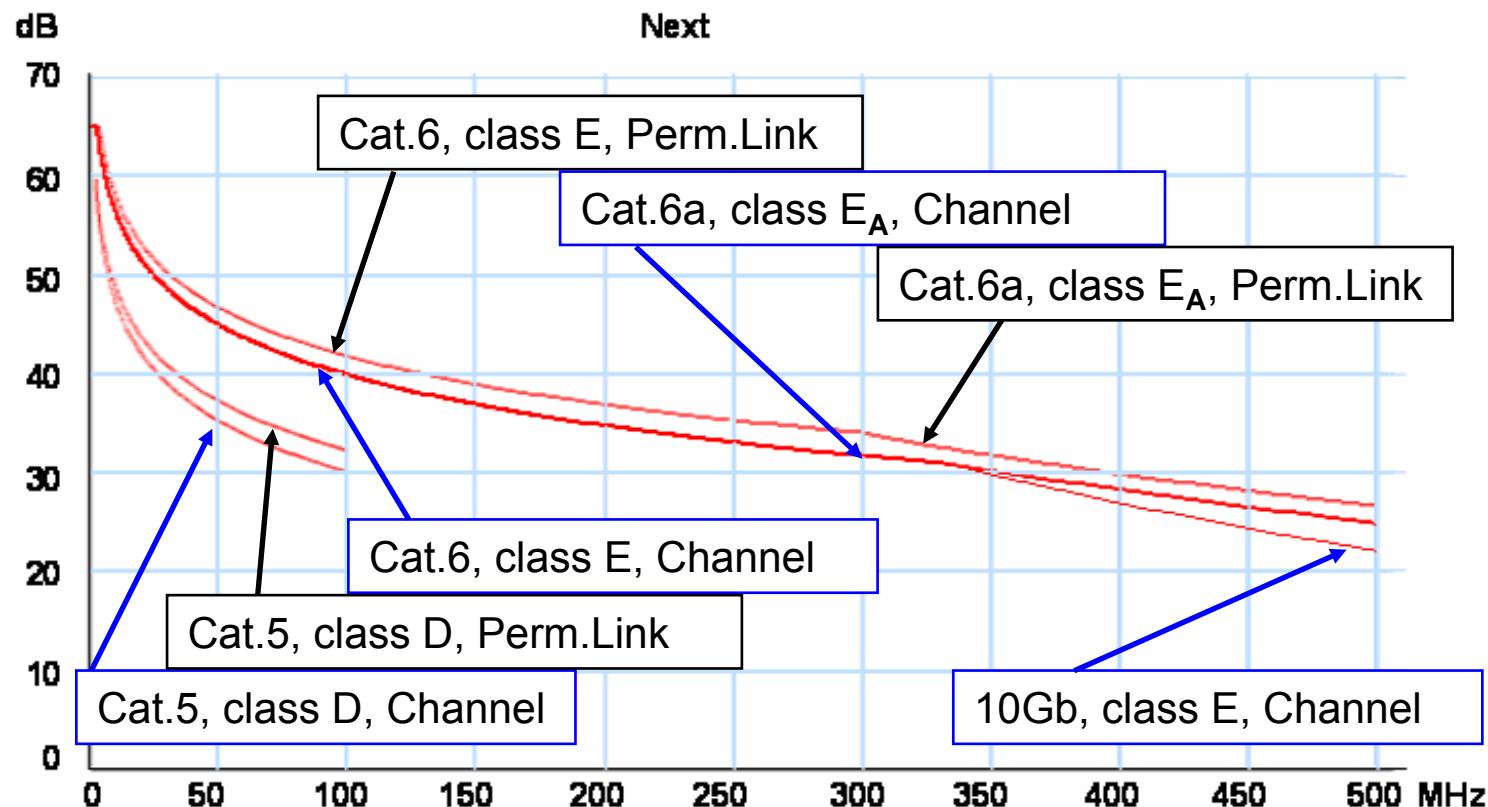
• Vergleich der Grenzwerte

Dämpfung



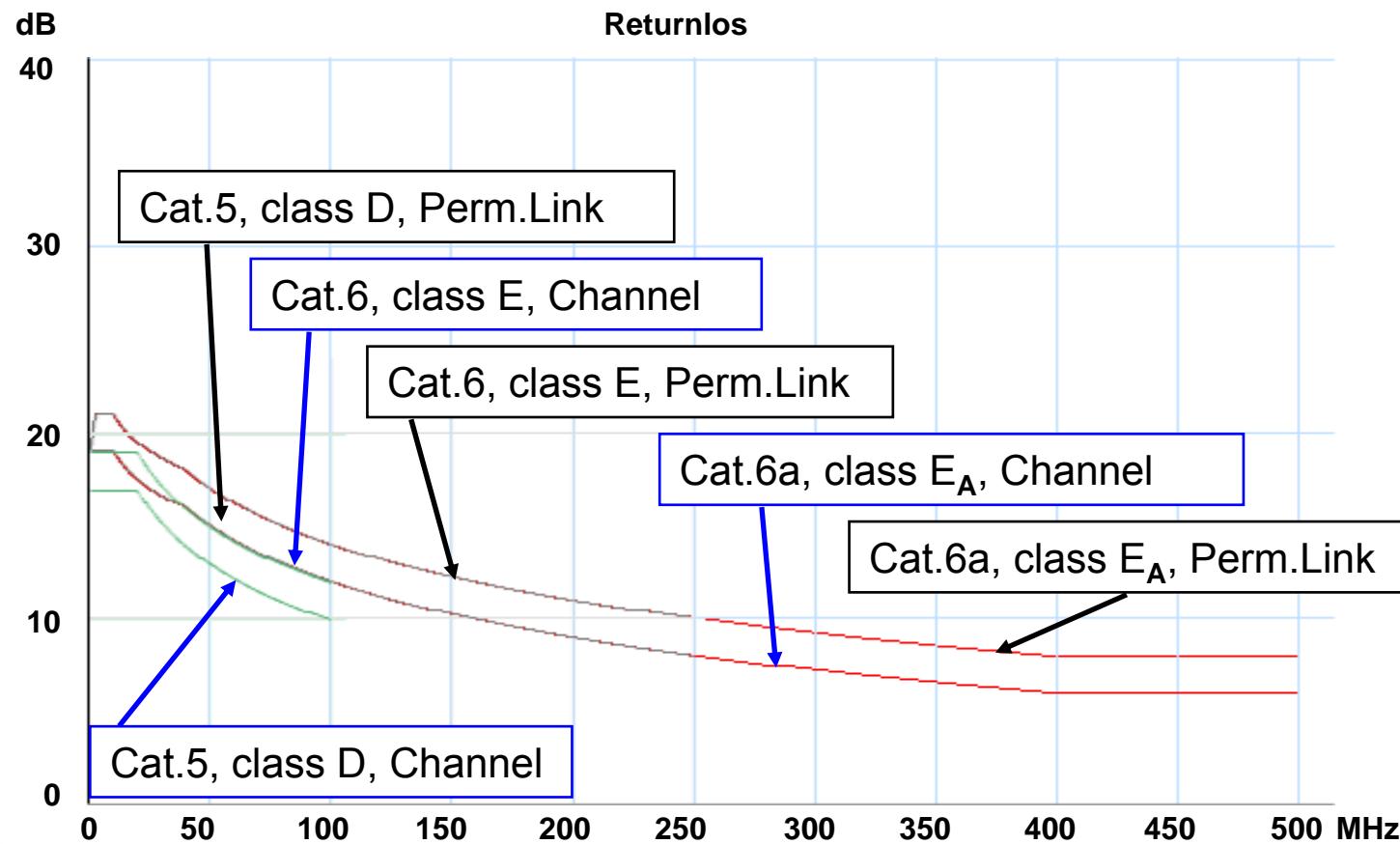
• Vergleich der Grenzwerte

Next



• Vergleich der Grenzwerte

Returnlos



4. Link Messung

- **Was muss gemessen werden?**
 - Permanent Link
 - Channel
 - Patchkabel
- **Vergleich der Messgeräte**
 - Fluke DTX
 - Lantek 7G
- **Dokumentation**
- **Messanordnung**
- **Messresultate**

• Was muss gemessen werden?

- **Permanent Link**

Mit dieser Messung wird die Qualität des Installateurs geprüft

- **Channel**

Für die Systemgarantie ist diese Messung notwendig.

- **Patchkabel**

Diese Messung ist wichtig, wenn bei verschiedenen Herstellern die Kabel eingekauft werden

•Vergleich der Messgeräte

Fluke DTX 1800



Lantek 1G



hnb

• Permanentlink Messung

Definition des Permanentlinks

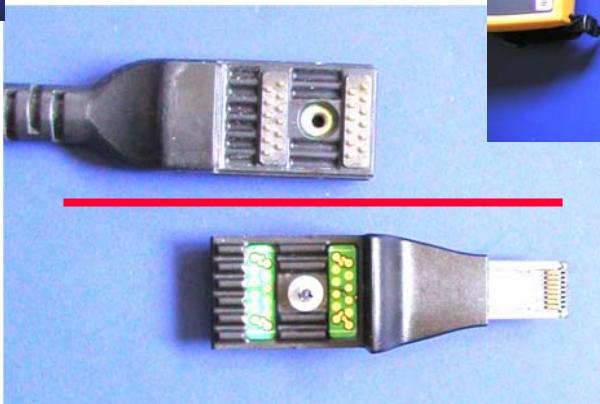
Lantek 7G



Universeller Adapter,
es ist kein spezieller
Permanentlink-
Adapter erforderlich



Spezieller
Permanentlink-
Adapter



Fluke DTX



Mit PM06-Modul,
der de-empedded
Wert liegt bei
37.0dB, +/- 0.2dB

•Channel Messung

Die Buchse im Messgerät darf nicht mit gemessen werden.

Lantek 7G



Es wird mit den gleichen universellen Adapter und Patchkabel gemessen

Fluke DTX



Spezieller Channel-Adapter mit Patchkabel

•Patchkabel Messung

Bei jeder Messung kann nur ein Stecker gemessen werden.
Pro Patchkabel sind zwei Messungen notwendig

Lantek 7G



Ein spezieller Patchkabel-
Adapter ist erforderlich

Fluke DTX



Spezieller Patchkabel-Adapter
Die Buchse im Remoteadapter
ist mit präzisen 100Ohm
Widerständen abgeschlossen

• Dokumentationen

Übersicht

Fluke

Kabelkennung	Übersicht	Test-Standard	Länge	Reserve	Datum/Uhrzeit
6702-AMA-DSP-PL-03	PASS	TIA Cat 6 Perm. Link	70.1 (m)	7.6 dB	09.11.2005 18:07
6702-AMA-DSP-PL-04	PASS	TIA Cat 6 Perm. Link	70.1 (m)	7.1 dB	09.11.2005 18:08
6702-AMA-DTX-01	FAIL	TIA Cat 6 Perm. Link	69.4 (m)	7.3 dB	08.11.2005 17:20
6702-AMA-DTX-02	FAIL	TIA Cat 6 Perm. Link	69.4 (m)	7.5 dB	08.11.2005 17:21
6702-ITP-DSP-PL-01	PASS	TIA Cat 6 Perm. Link	70.5 (m)	2.4 dB	08.11.2005 16:30
6702-ITP-DSP-PL-02	PASS	TIA Cat 6 Perm. Link	70.5 (m)	3.3 dB	08.11.2005 16:32
6702-ITP-DTX-01	PASS	TIA Cat 6 Perm. Link	69.8 (m)	3.6 dB	08.11.2005 16:30
	PASS	TIA Cat 6 Perm. Link	69.8 (m)	4.2 dB	08.11.2005 16:32
	PASS	TIA Cat 6 Perm. Link	70.1 (m)	2.3 dB	08.11.2005 17:04
	PASS	TIA Cat 6 Perm. Link	70.1 (m)	2.5 dB	08.11.2005 17:06
	FAIL	TIA Cat 6 Perm. Link	69.4 (m)	-0.1 dB	08.11.2005 16:58
	PASS	TIA Cat 6 Perm. Link	69.4 (m)	0.6 dB	08.11.2005 16:59
Gesamte Länge:	2601.3 m				
Anzahl der Berichte:	37				
Zahl der Fehlerfrei-Berichte:	30				
Zahl der Fehler-Berichte:	7				
Warnung: Anzahl der Berichte	0				

IDEAL Industries, Inc. Certified - Übersichtsliste

Projekt-Name: ISATEL
Kunde:

Bericht-Datum: 24.04.2006
S/W Version: 3.255

Zusammenfassung:

Alle Strecken	Twisted Pair	Koax/Twinax	Glasfaser	Kundenspezifisch
Gesamt: 4	Gesamt: 4	Gesamt: 0	Gesamt: 0	Gesamt: 0
OK: 3	OK: 3	OK: 0	OK: 0	OK: 0
Fehler: 1	Fehler: 1	Fehler: 0	Fehler: 0	Fehler: 0

Gesamte Länge: 49.70m Gesamte Länge: 0.00m Gesamte Länge: 0.00m

Lantek

Streckenname	Strecke nach	Länge	Status	Datum	Link-Klasse	Test-Standard	Grenzwerte
GV0000		2.60 m	OK	04.04.2006	TIA 568-B.2 STP Patchcord	TIA 568-B.2	250 MHz
GV0001		5.20 m	OK	04.04.2006	TIA 568-B.2 STP Patchcord	TIA 568-B.2	250 MHz
GV0002		21.60 m	Fehler	11.04.2006	TIA 568-B.2 STP Patchcord	TIA 568-B.2	250 MHz
GV0003		20.30 m	OK	11.04.2006	ISO E STP Perm	ISO/IEC 11801:2002 N753	250 MHz

Die Gesamtlänge wird oft als Länge für das Ausmass verwendet, es ist daher wichtig, dass der NVP richtig eingestellt wird.

hnb

• Wichtige Merkmale

Lantek 7G

Alle Messungen werden mit dem gleichen Adapter ausgeführt.
Ausnahme: Patchkabelmessung

Bei Verwendung von verschiedenen Patchkabel werden verschiedene Messwerte ausgewiesen

Ist ein Level IV Messgerät

Dauer einer Messung: 18sec.

Fluke DTX

Für jede Messung wird ein Spezieller Adapter benötigt.

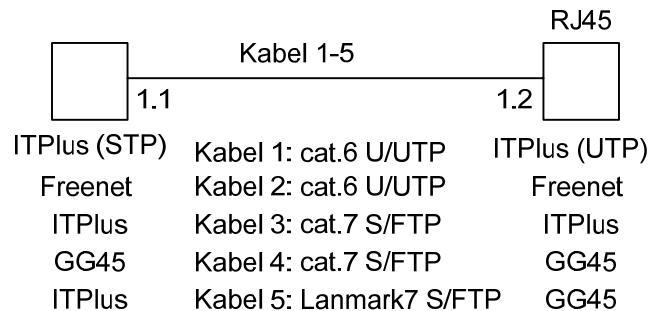
Mit dem PM06-Module sind normierte Messungen möglich

Ist ein Level IV Messgerät

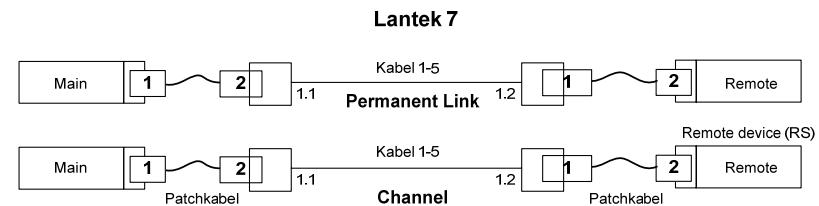
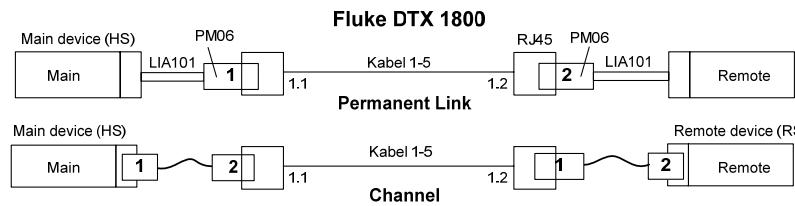
Dauer der Messung: 12sec.

• Messanordnung

Permanent Link 1-5



Patchkabel 1-4

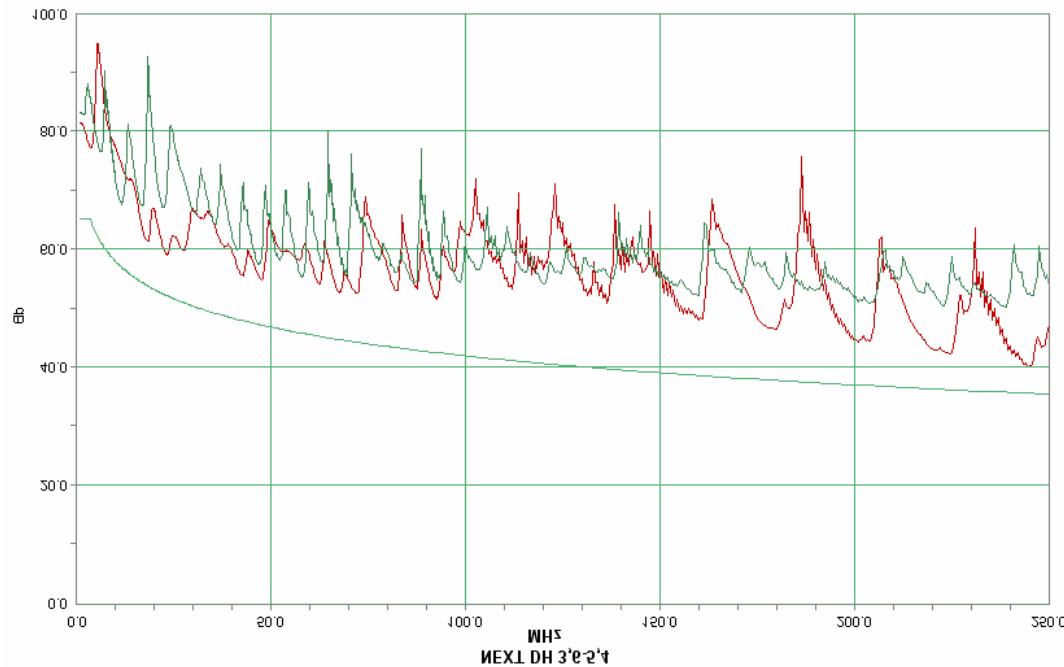


• Messresultate

Permanentlink
1- UTP

Kabel 1: mit zwei verschiedenen Patchkabel

Lantek



Next Aderpaare 36-45

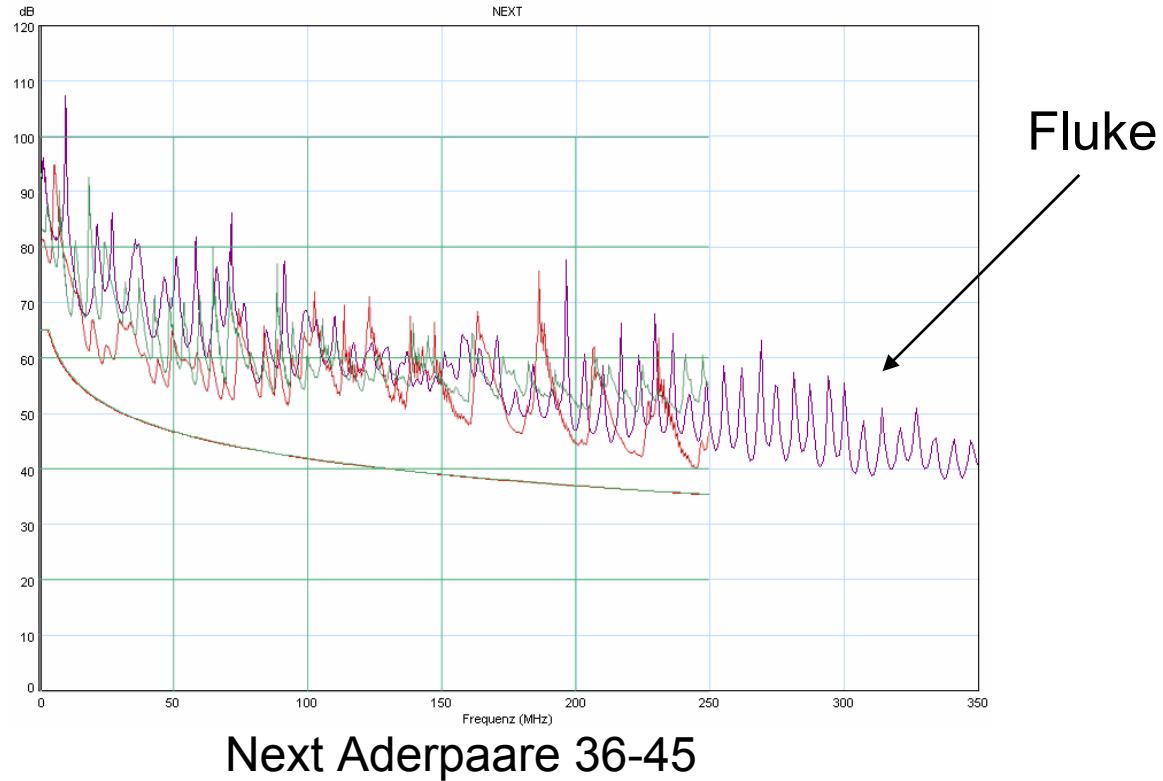
1.1 PM 3.1-4.1 (rot) mit 1.1-2.1(grün)

• Messresultate

Permanentlink 1- UTP

Kabel 1: mit zwei verschiedenen Patchkabel und mit Fluke-Messung

Lantek



Next Aderpaare 36-45

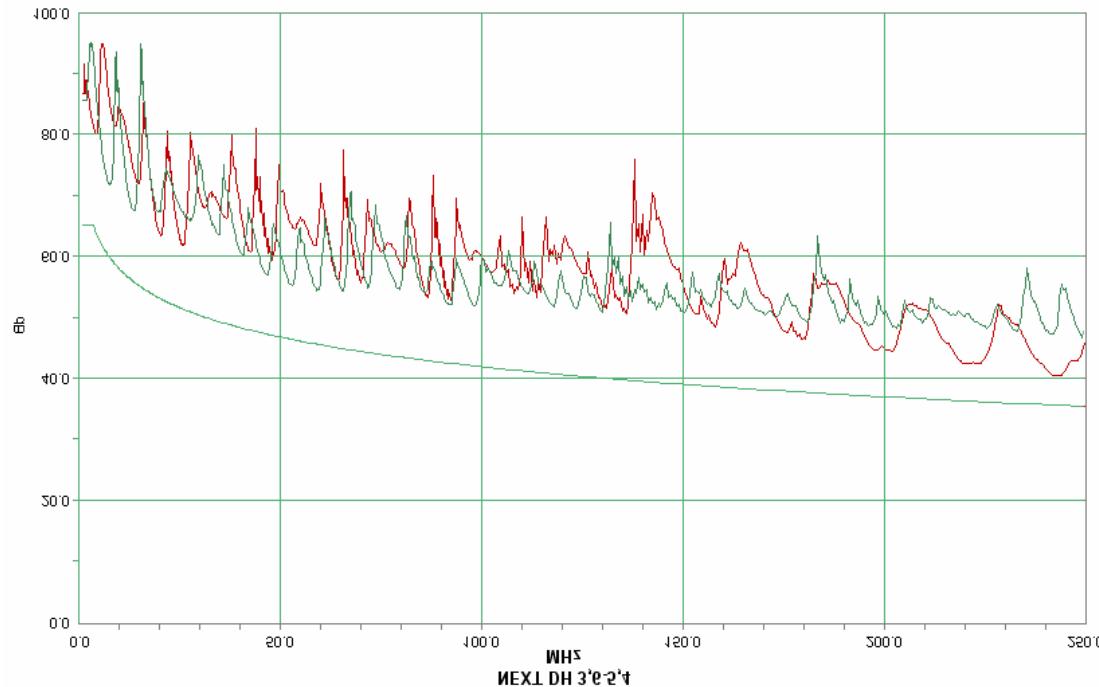
1.1 PM 3.1-4.1 (rot) mit 1.1-2.1(grün)und DTX Messung

• Messresultate

Permanentlink
4- SFTP

Kabel 4: mit zwei verschiedenen Patchkabel

Lantek



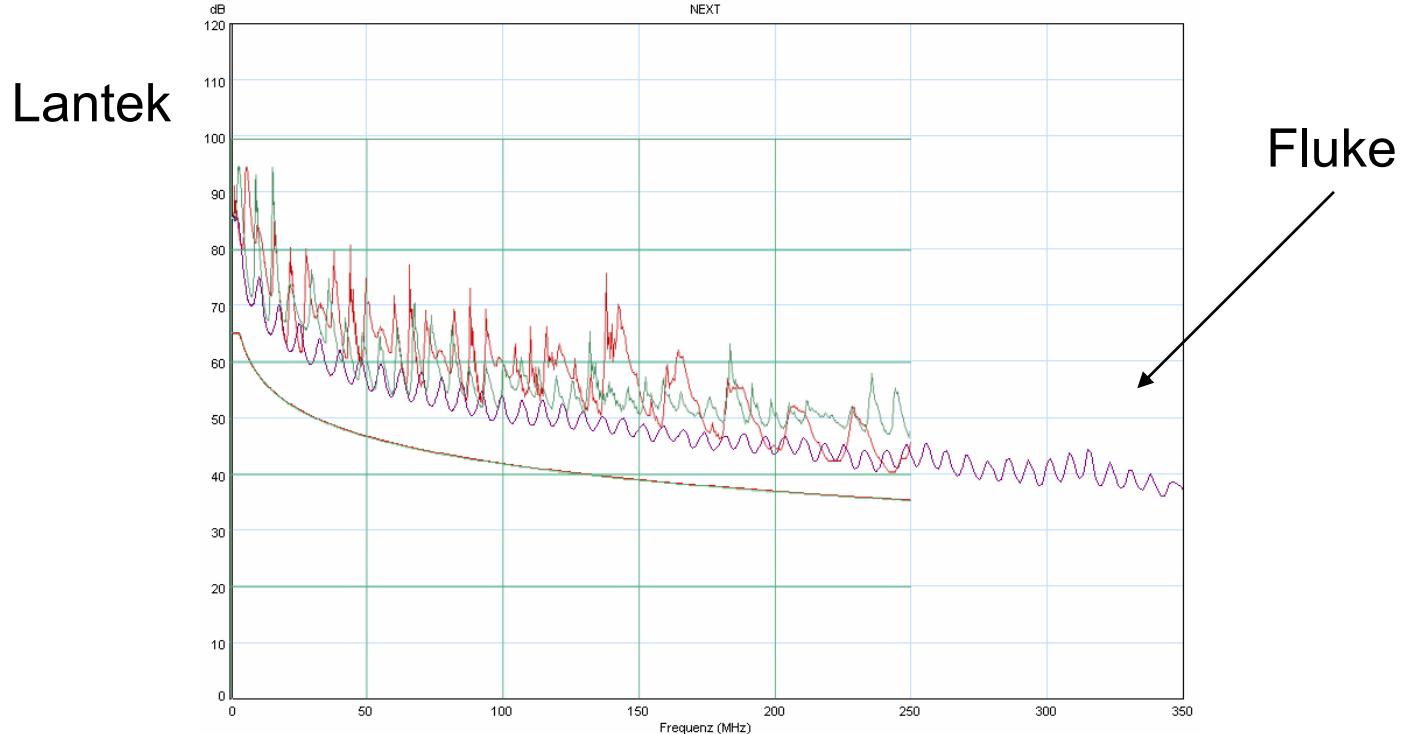
Next Aderpaare 36-45

4.1 PM 3.1-4.1 (rot) mit 1.1-2.1(grün)

• Messresultate

Permanentlink
4- SFTP

Kabel 4: mit zwei verschiedenen Patchkabel und mit Fluke-Messung



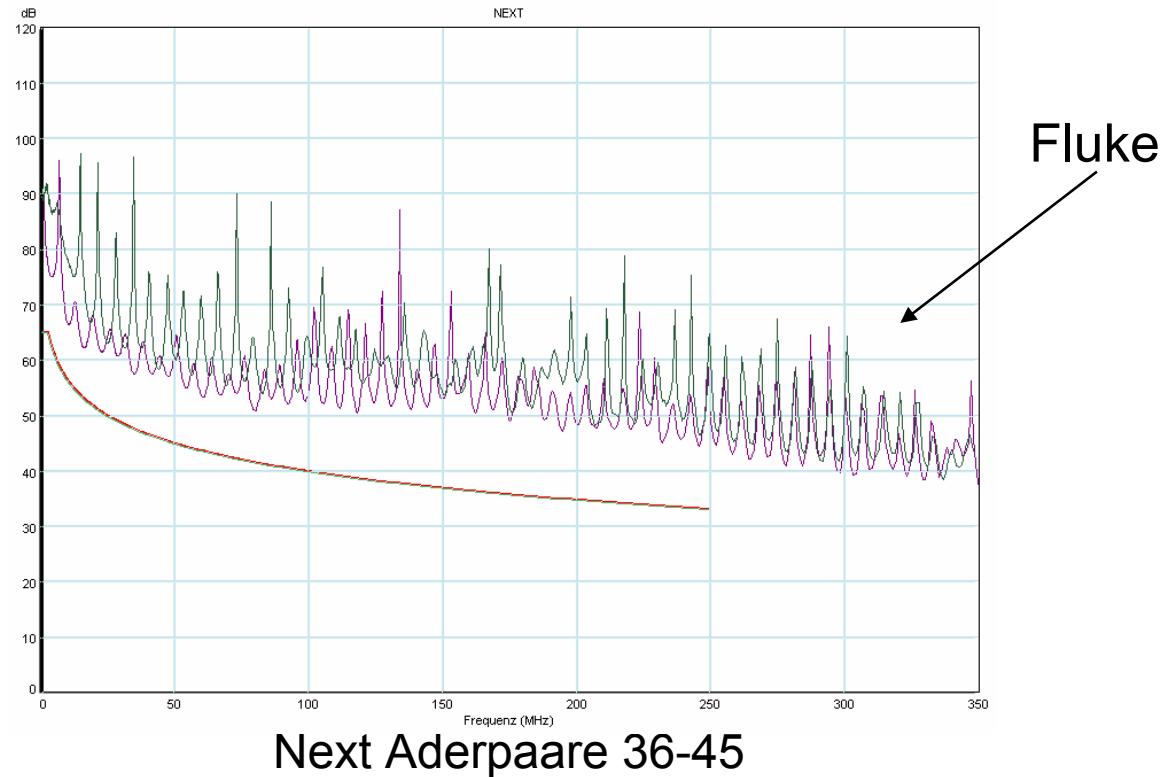
Next Aderpaare 36-45

4.1 PM 3.1-4.1 (rot) mit 1.1-2.1(grün)und DTX Messung

• Messresultate

Channel
1- UTP

Kabel 1: mit zwei verschiedenen Patchkabel



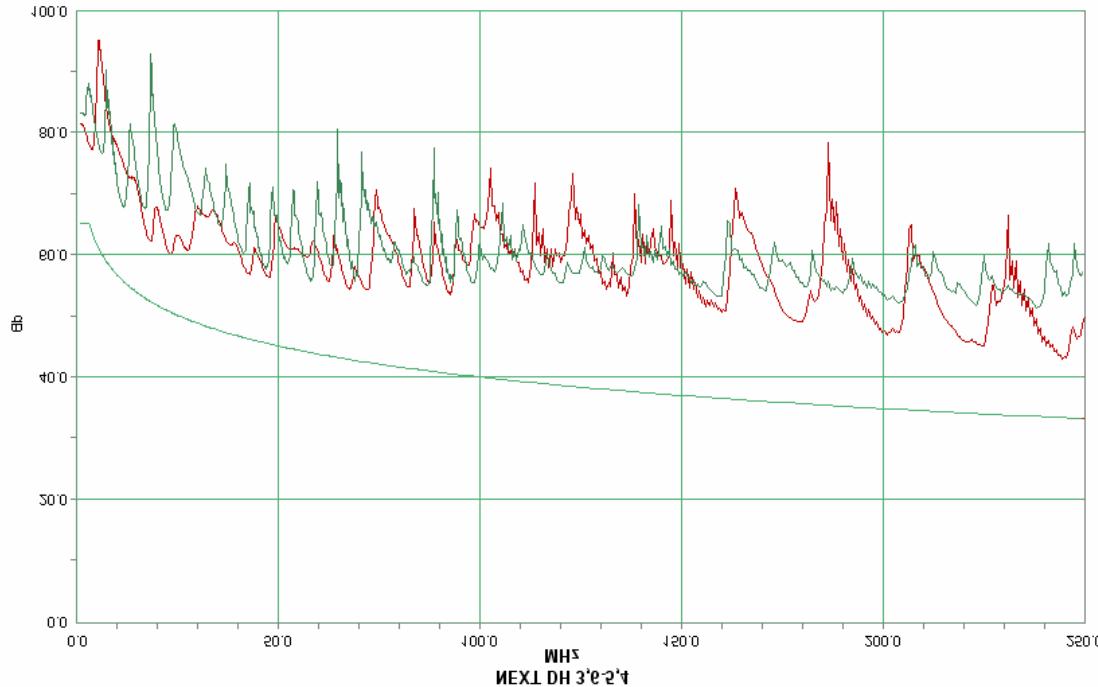
1.1 CH 3.1-4.1(violet) mit 1.1-2.1(grün)

• Messresultate

Channel
1- UTP

Kabel 1: mit zwei verschiedenen Patchkabel

Lantek

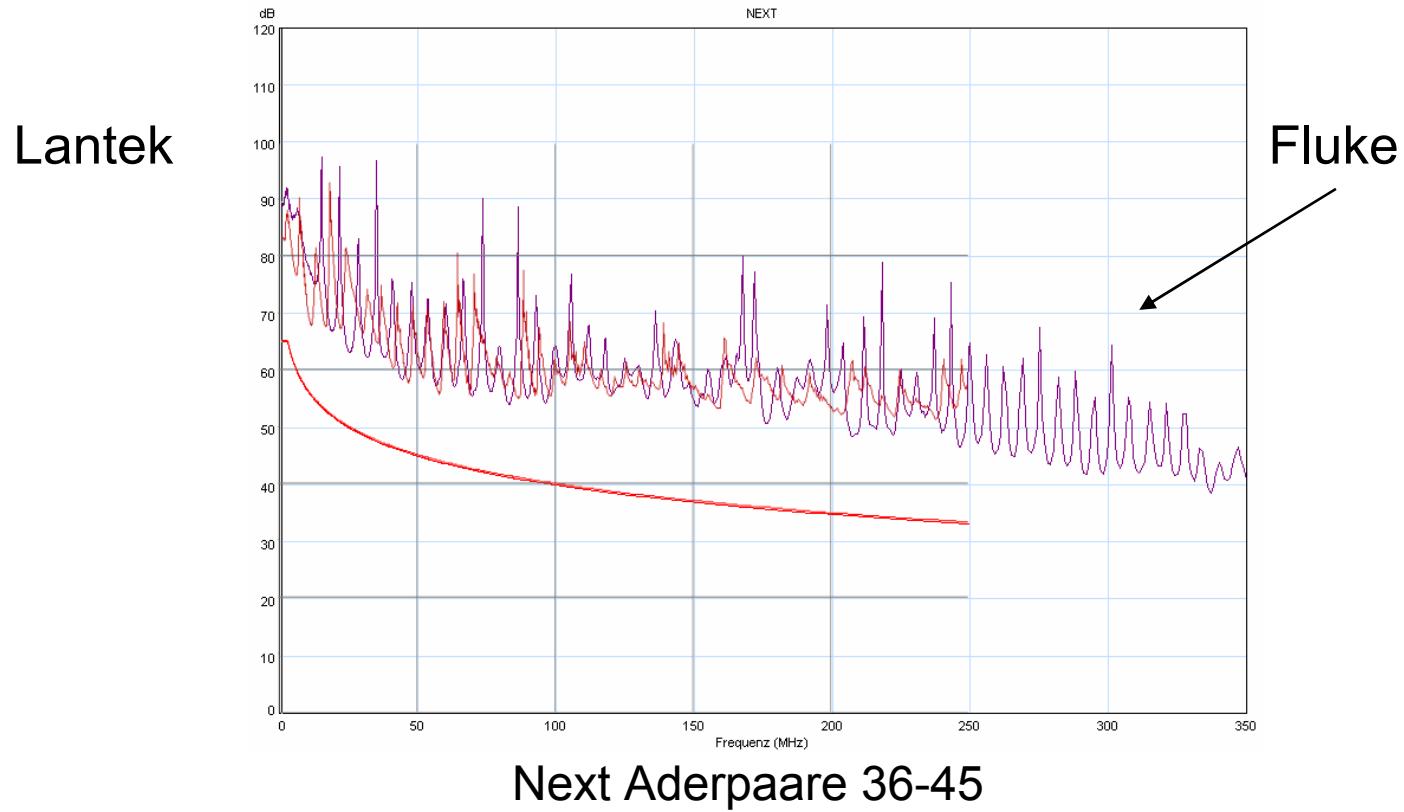


1.1 CH 3.1-4.1 (rot) mit 1.1-2.1(grün)

• Messresultate

Channel
1- UTP

Kabel 1: mit Patchkabel 1.1-2.1 und mit Fluke-Messung



1.1 CH 1.1-2.1 (rot) mit 1.1-2.1(violet)

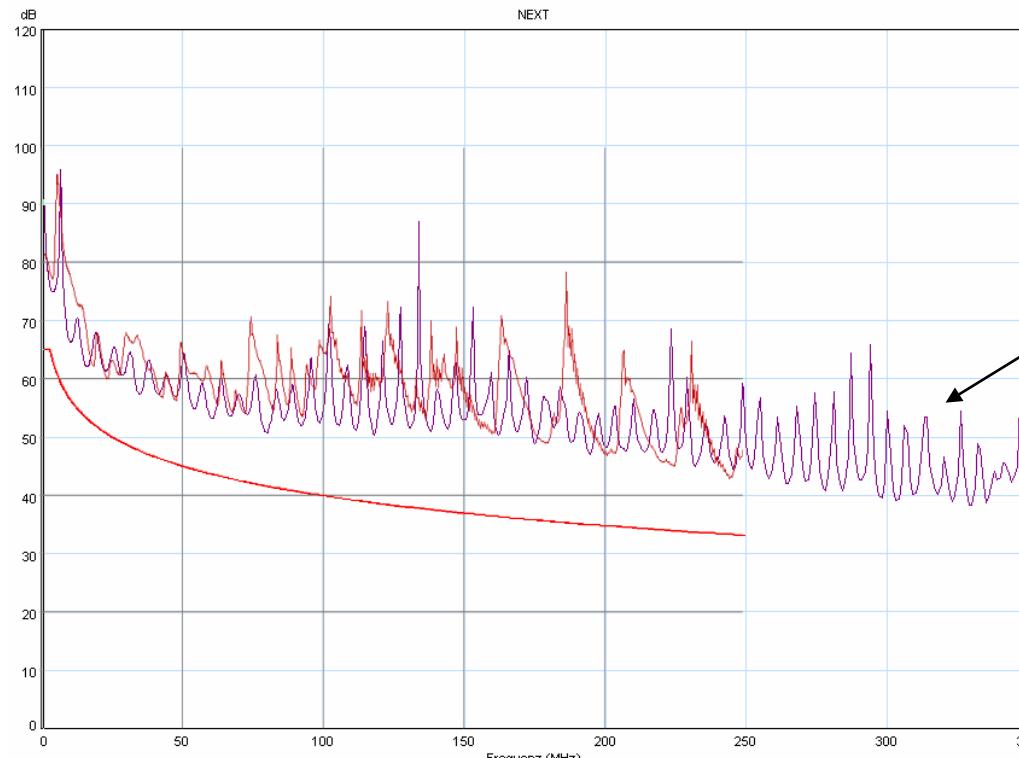
• Messresultate

Channel
1- UTP

Kabel 1: mit Patchkabel 3.1-4.1 und mit Fluk-Messung

Lantek

Fluke

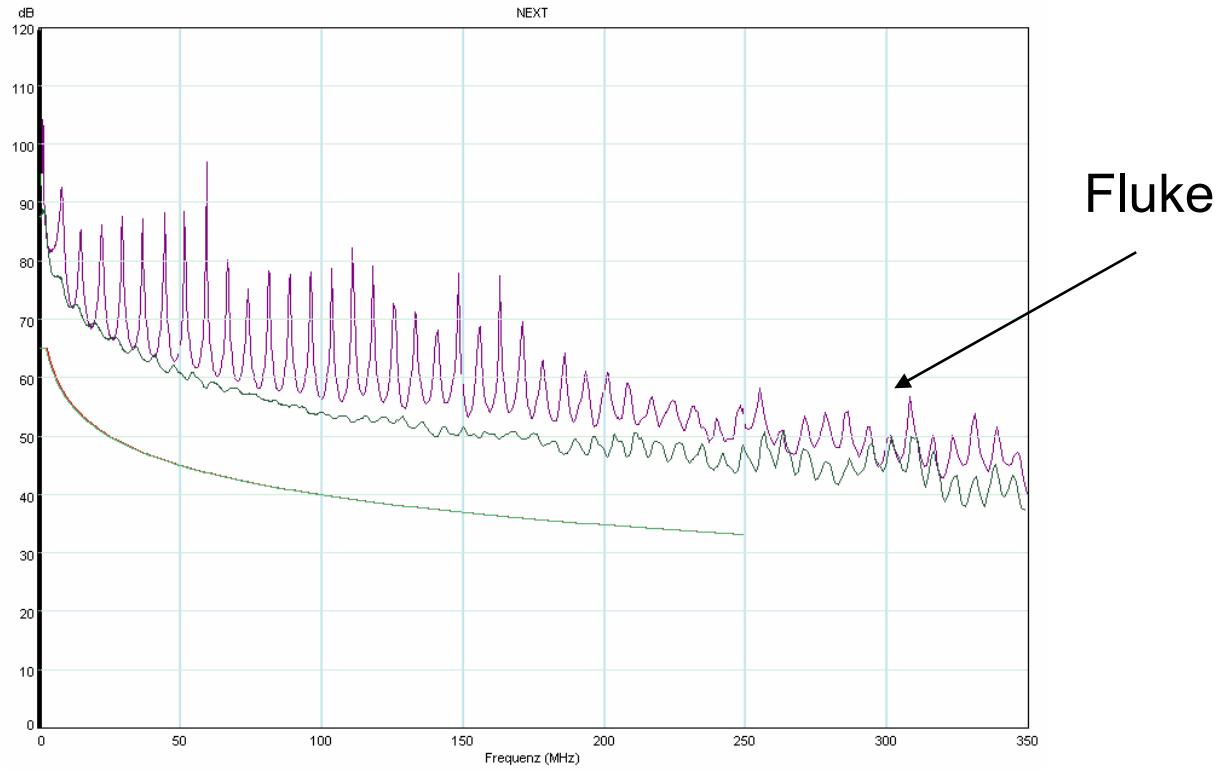


1.1 CH 3.1-4.1 (rot) mit 3.1-4.1(violet)

• Messresultate

Channel
4- SFTP

Kabel 4: mit zwei verschiedenen Patchkabel



Next Aderpaare 36-45

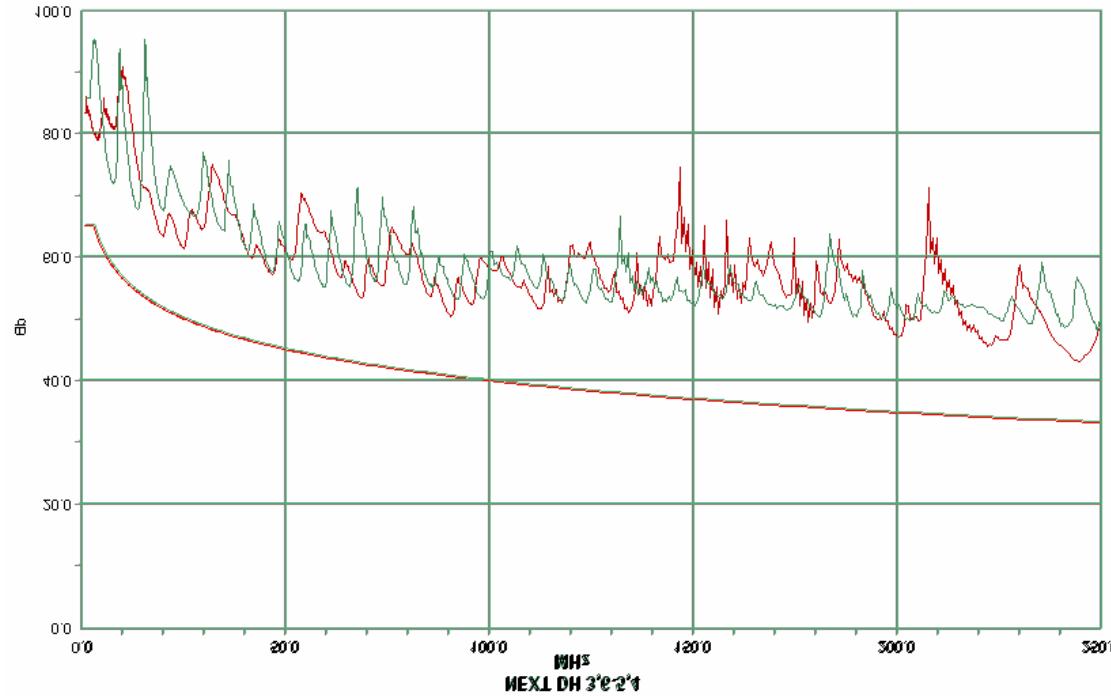
4.1 CH 3.1-4.1(violet) mit 1.1-2.1(grün)

• Messresultate

Channel
4- SFTP

Kabel 4: mit zwei verschiedenen Patchkabel

Lantek



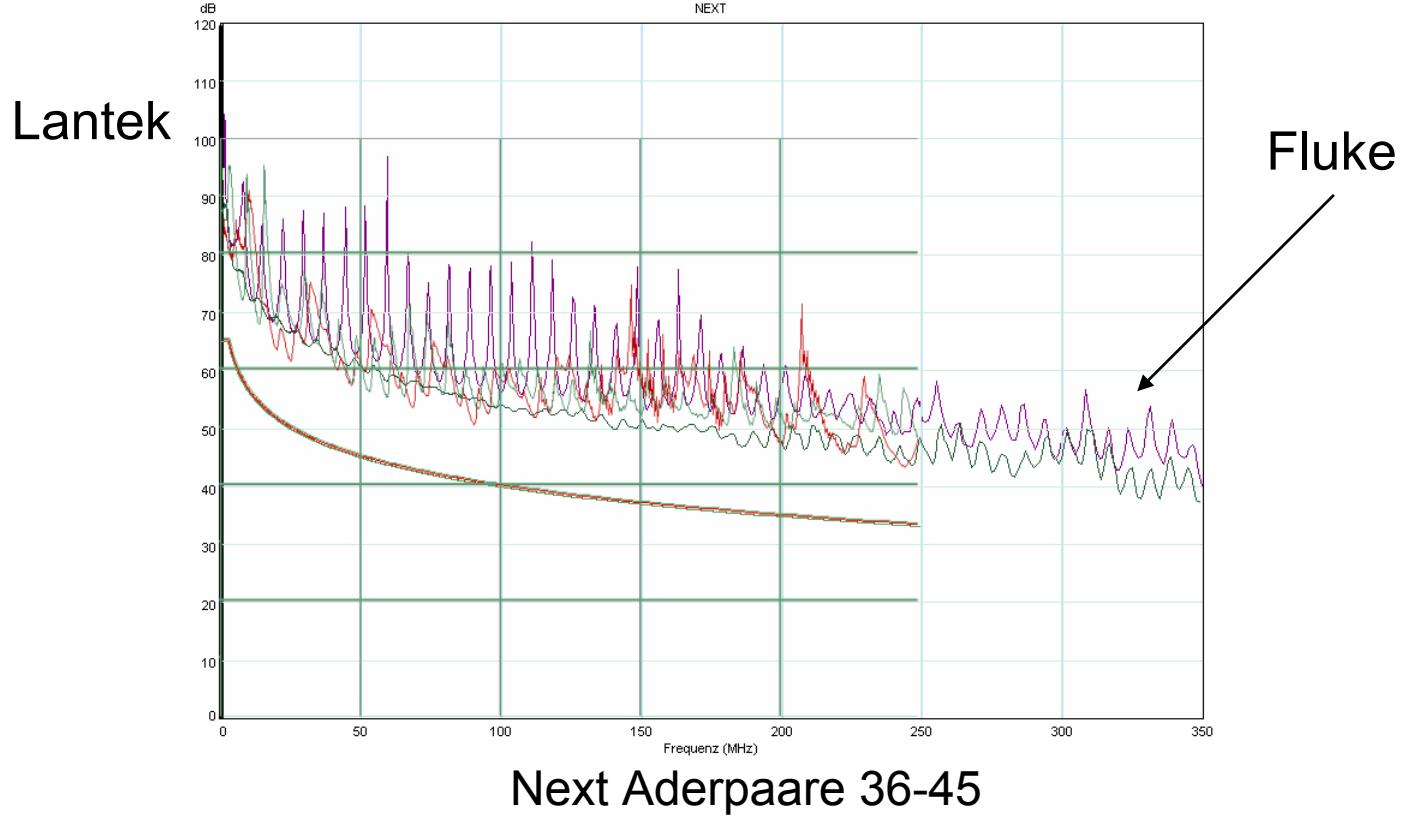
Next Aderpaare 36-45

4.1 CH 3.1-4.1 (rot) mit 1.1-2.1(grün)

• Messresultate

Channel
4- SFTP

Kabel 4: mit zwei verschiedenen Patchkabel und mit Fluke-Messung

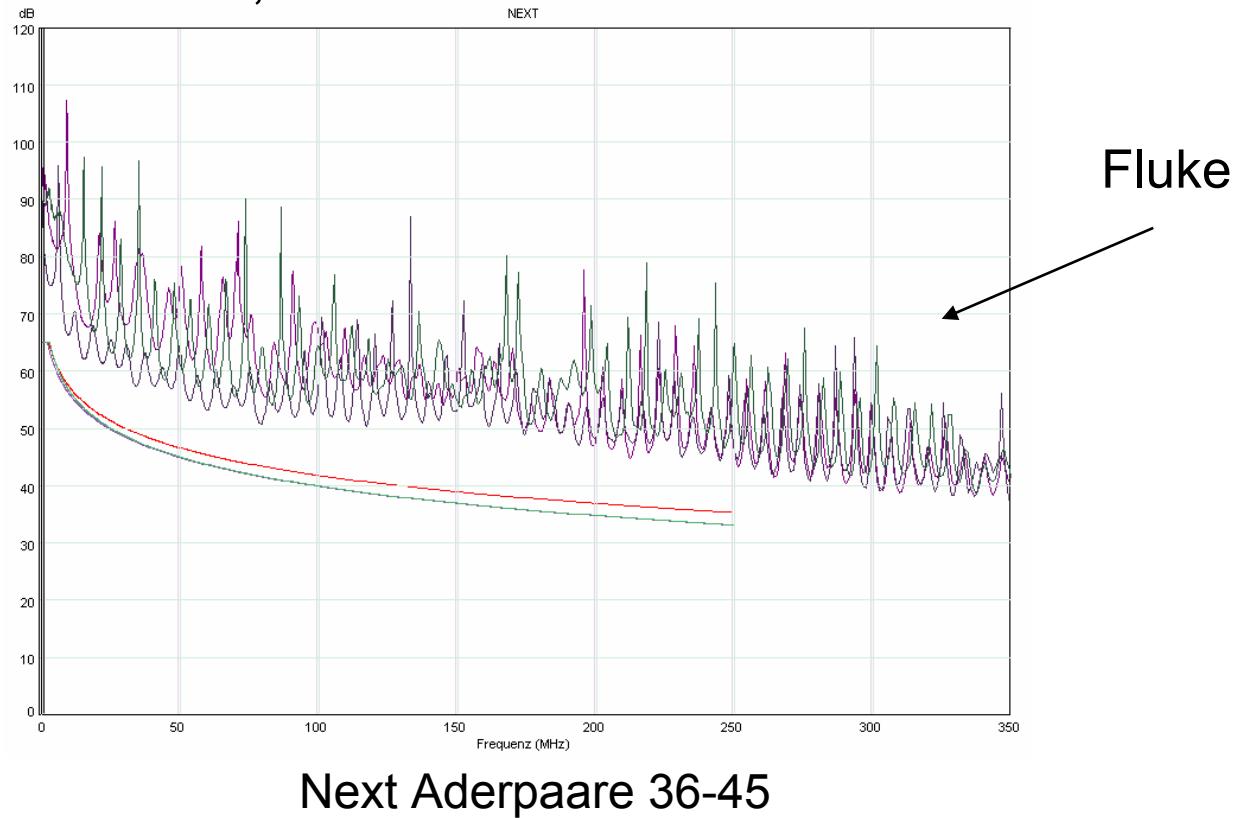


4.1 CH 3.1-4.1 (rot) mit 1.1-2.1(grün)und DTX Messung

• Messresultate

Channel und Perm.Link 1- UTP

Kabel 1: Perm.Link, Channel mit zwei verschiedenen Patchkabel



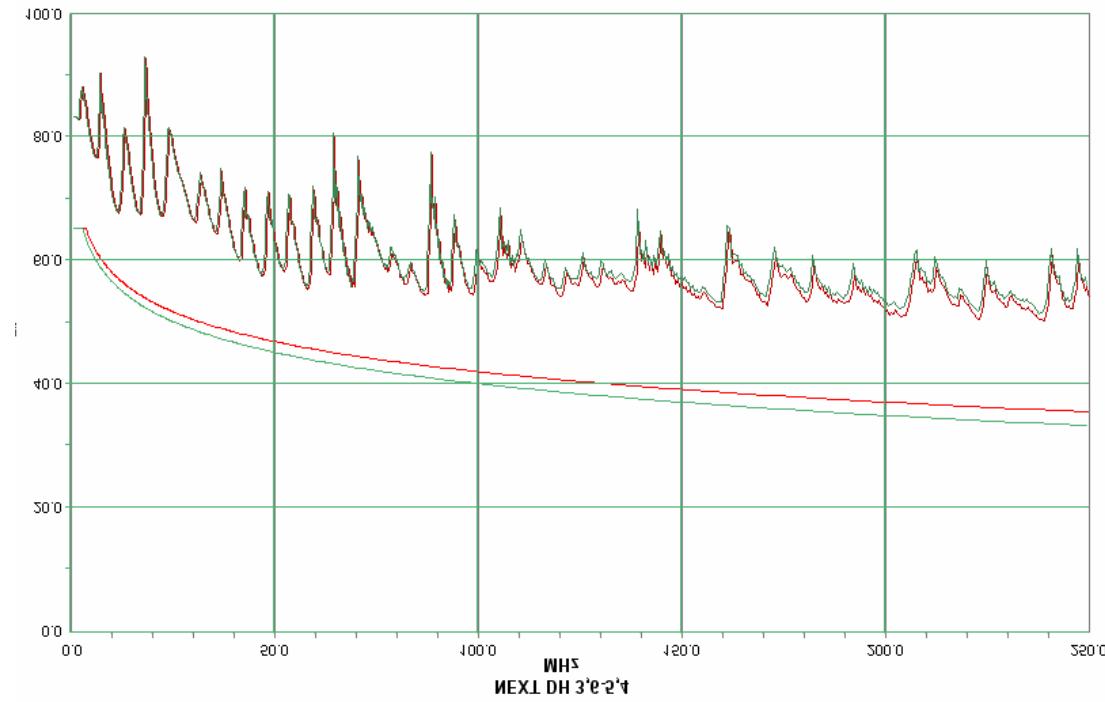
1.1 PM 1.1 (violet) mit CH 1.1-2.1(grün) und 3.1-4.1 (schwarz)

• Messresultate

Channel und Perm.Link 1- UTP

Kabel 1: Perm.Link, Channel mit Patchkabel 1.1-2.1

Lantek



Next Aderpaare 36-45

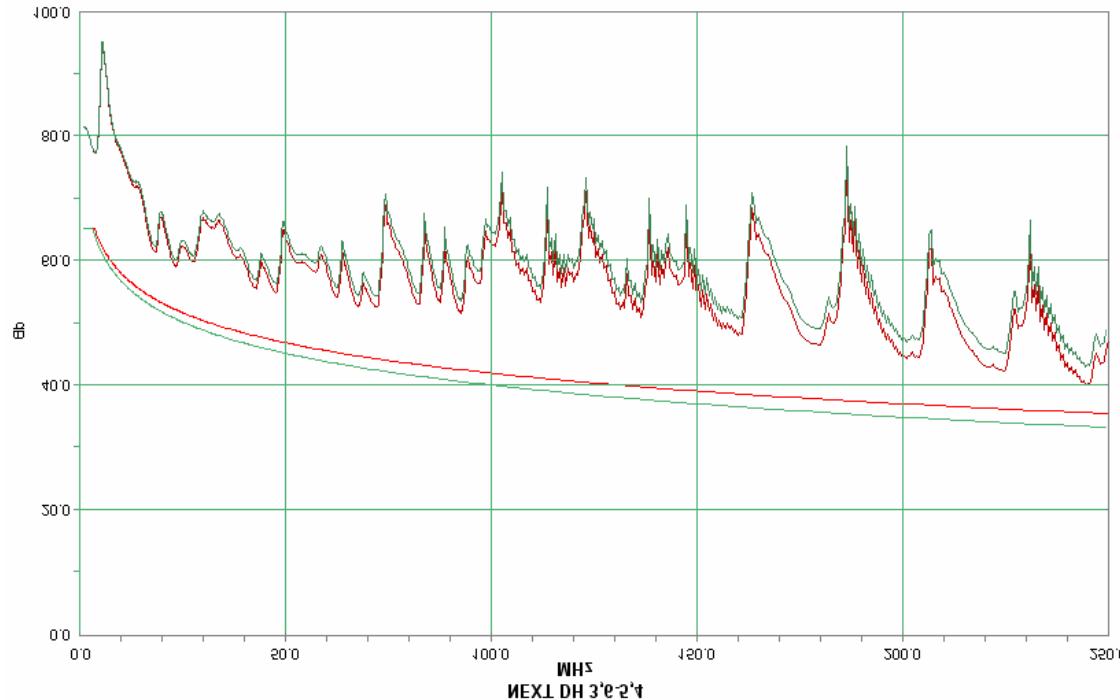
1.1 PM 1.1-2.1 (rot) mit CH 1.1-2.1(grün)

• Messresultate

Channel und Perm.Link 1- UTP

Kabel 1: Perm.Link, Channel mit Patchkabel 3.1-4.1

Lantek



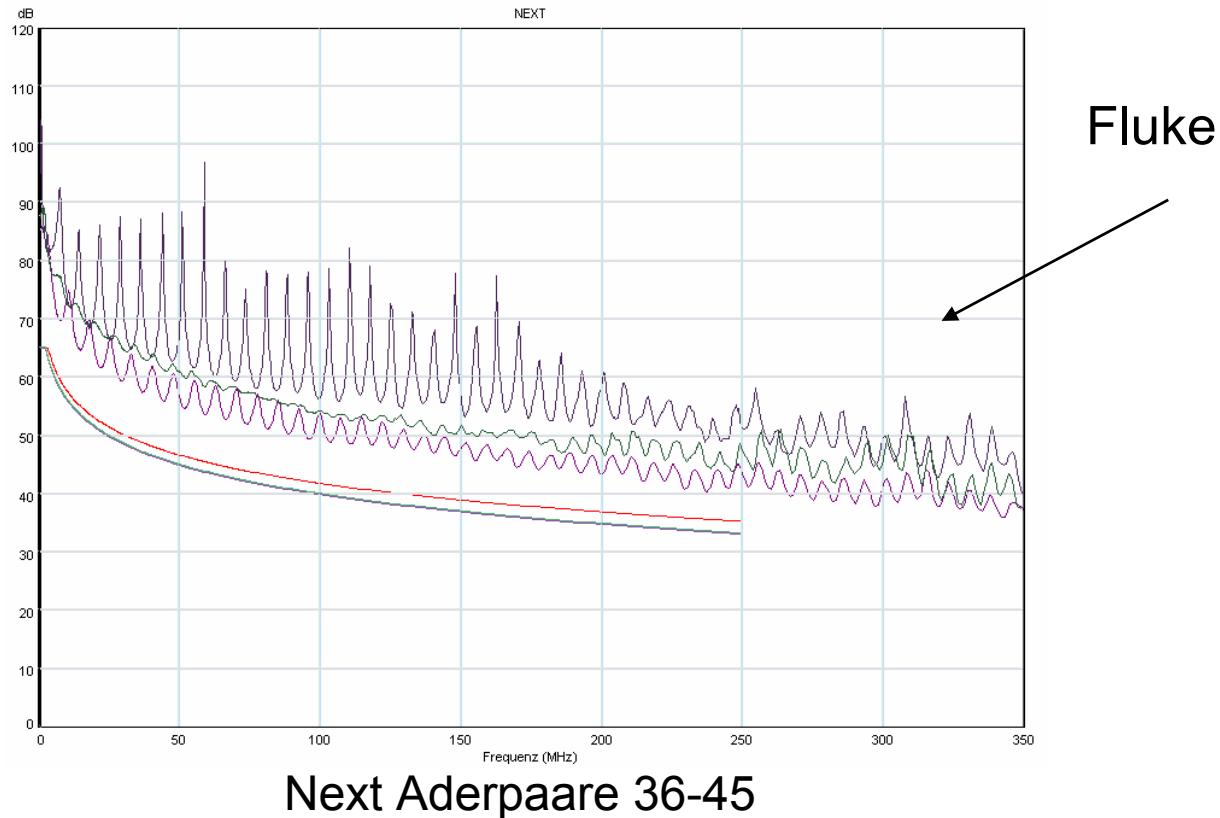
Next Aderpaare 36-45

1.1 PM 3.1-4.1 (rot) mit CH 3.1-4.1(grün)

• Messresultate

Channel und Perm.Link 4- SFTP

Kabel 4: Perm.Link, Channel mit zwei verschiedenen Patchkabel



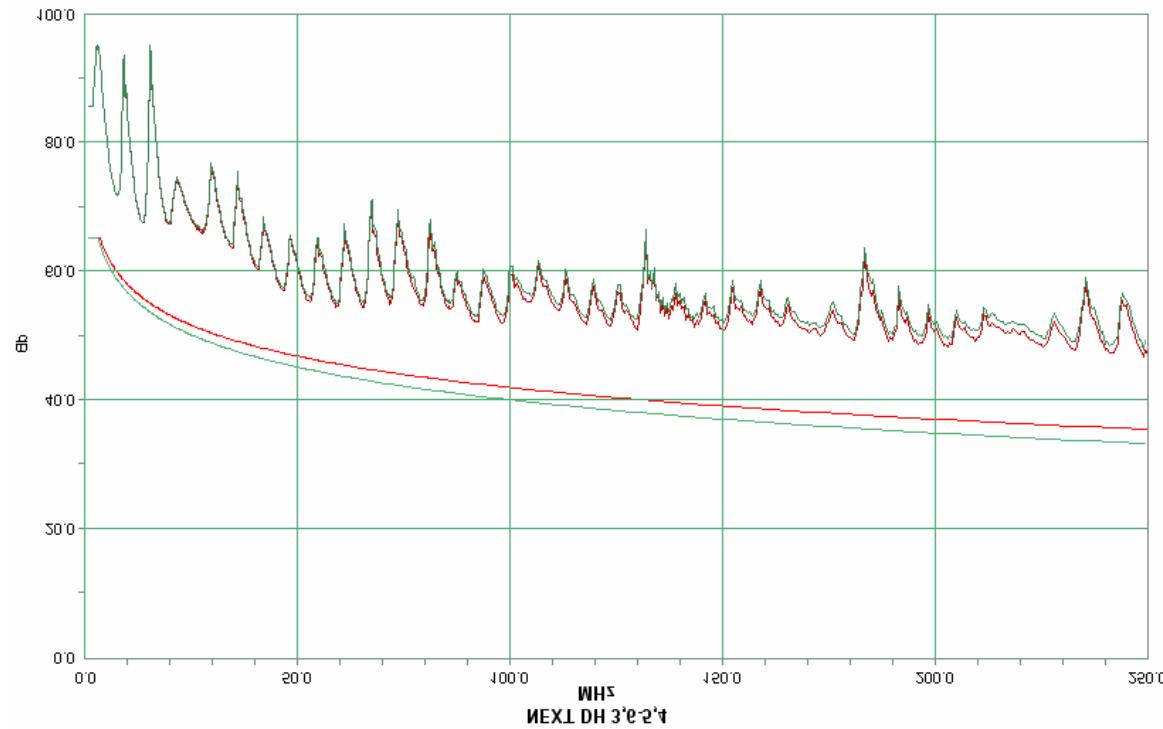
4.1 PM 1.1 (violet) mit CH 1.1-2.1(grün) und 3.1-4.1 (schwarz)

• Messresultate

Channel und Perm.Link 4- SFTP

Kabel 4: Perm.Link, Channel mit Patchkabel 1.1-2.1

Lantek



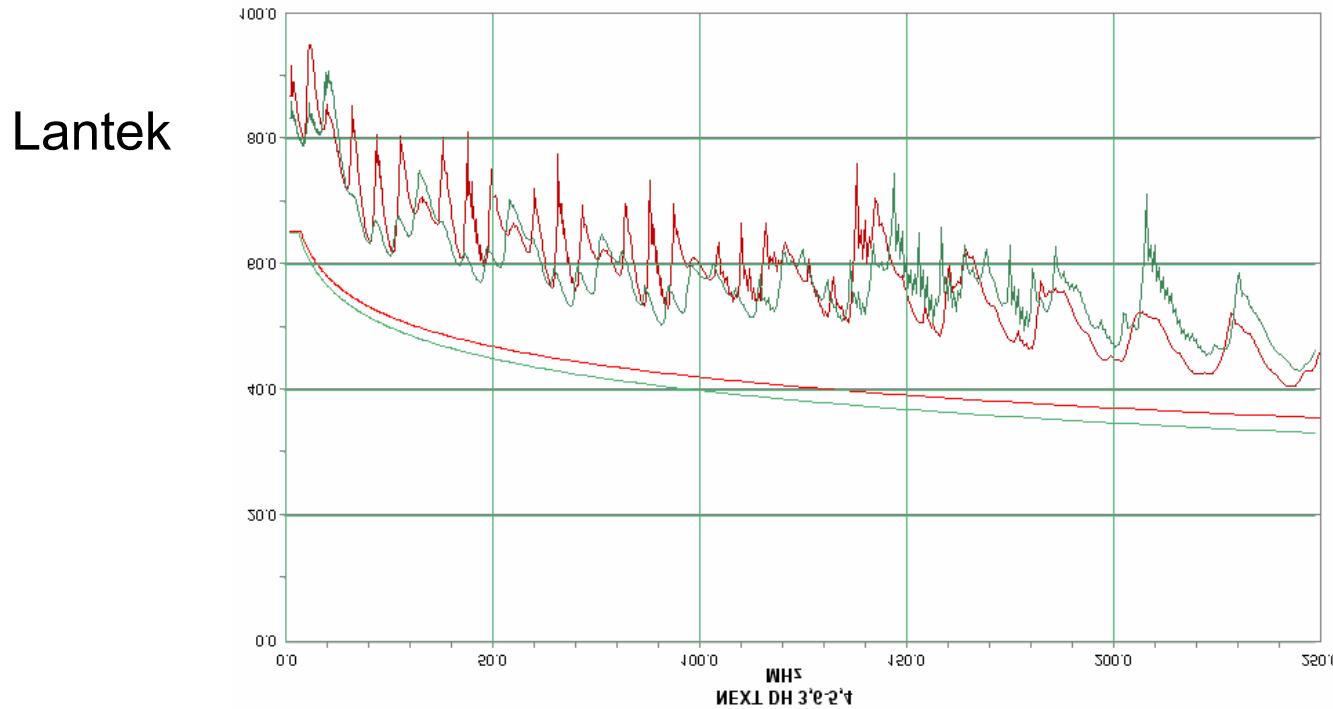
Next Aderpaare 36-45

4.1 PM 1.1-2.1 (rot) mit CH 1.1-2.1(grün)

• Messresultate

Channel und Perm.Link 4- SFTP

Kabel 4: Perm.Link, Channel mit Patchkabel 3.1-4.1



Next Aderpaare 36-45

4.1 PM 3.1-4.1 (rot) mit CH 3.1-4.1(grün)

5. Fehleranalysen

- **Verdrahtungsfehler**
- **Fehler innerhalb des Kabels**
 - Next- Fehler
 - Returnlos- Fehler
- **Beispiele**

• Verdrahtungsfehler

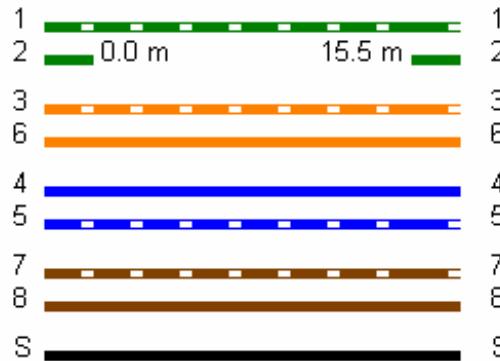
Wie werden Verdrahtungsfehler angezeigt?

Es müssen verschiedene Arten von Störungen erkannt werden:

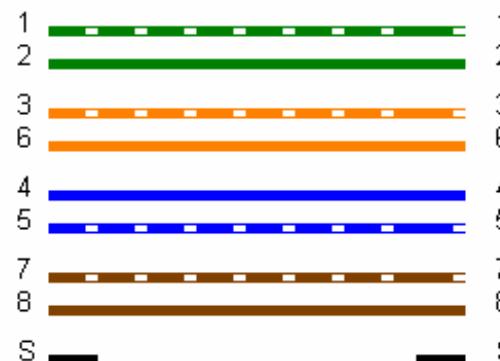
- Die Verbindung einzelner Adern ist unterbrochen
- Die Anschlüsse stimmen nicht überein
- Das Nebensprechen einzelner Aderpaare ist zu gross
- Adern sind untereinander verbunden

• Fehleranalysen

Welche Ursachen haben diese Störungen ?



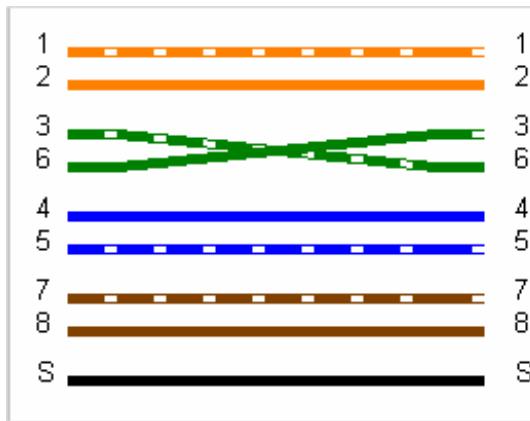
Unterbruch Pin 2 auf der Seite der Hauptstation!



Unterbruch in der Abschirmung, der Ort des Unterbruches ist unbekannt!

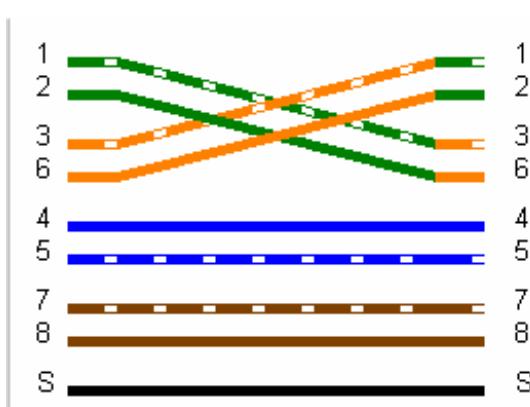
• Fehleranalysen

Welche Ursachen haben diese Störungen ?



Pin 3 und Pin 6 sind vertauscht.

Es ist nicht ersichtlich auf welcher Seite die Vertauschung statt gefunden hat!

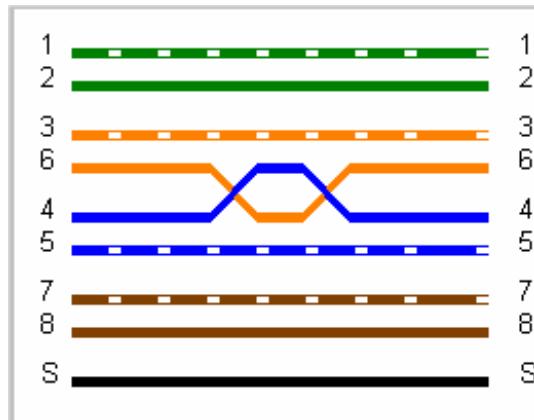


Aderpaare 1 und 2 sind vertauscht.

Es ist nicht ersichtlich auf welcher Seite die Vertauschung statt gefunden hat!

• Fehleranalysen

Welche Ursachen haben diese Störungen ?



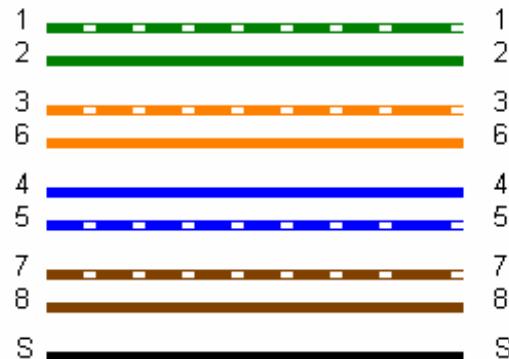
Pin 4 und Pin 6 sind vertauscht, die Adern sind auf beiden Seiten falsch angeschlossen worden!

Die Nextwerte dieser zwei Aderpaare sind sehr schlecht!

Pin 1 ist mit der Abschirmung auf der Hauptseite verbunden!

• Fehleranalysen

Welche Ursachen hat diese Störung ?



Keine

Diese Aufschaltung ergibt ein „Pass“

• Fehler innerhalb des Kabels

Wie kann ich den Ort innerhalb eines Kabels lokalisieren an dem Störungen und Unregelmässigkeiten auftreten?

Es müssen zwei verschiedene Arten von Störungen erkannt werden:

- Das Nebensprechen, das heisst Kapazitätsänderungen innerhalb des Kabels
- Die Reflexionen, hervorgerufen durch Impedanzänderungen innerhalb eines Aderpaars

•HDTDX

High- Definition Time Domain Crosstalk

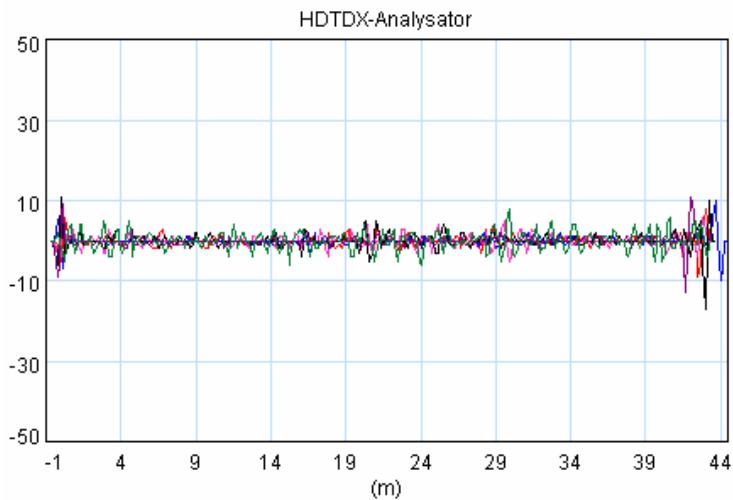
Der HDTDX- Test gibt an in welchem Abstand
Nebensprechprobleme auftreten.

Gesendet werden sehr kurze (2ns) Testimpulse.

Mit diesen können relative kleine Nebensprechprobleme auflösen,
was eine genauere Abstandbestimmung ermöglicht.

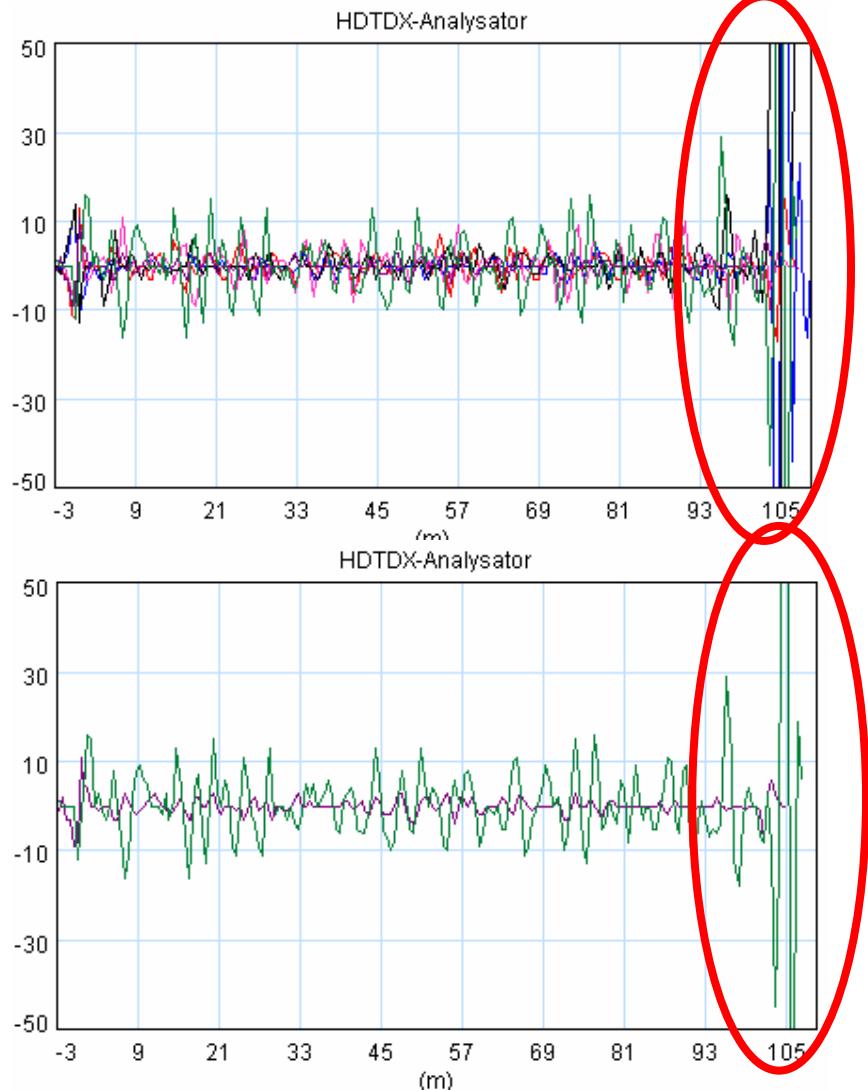
Gemessen wird von beiden Seiten, dadurch ist eine Fehlererkennung
auf der ganzen Strecke möglich.

Gute Leitung: S-UTP



Störungen >15% führen
zu Störungen!

Schlechte Leitungen:



•HDTDR

High- Definition Time Domain Reflectometry.

Der HDTDR- Test gibt an in welchem Abstand Impedanzanomalien auftreten.

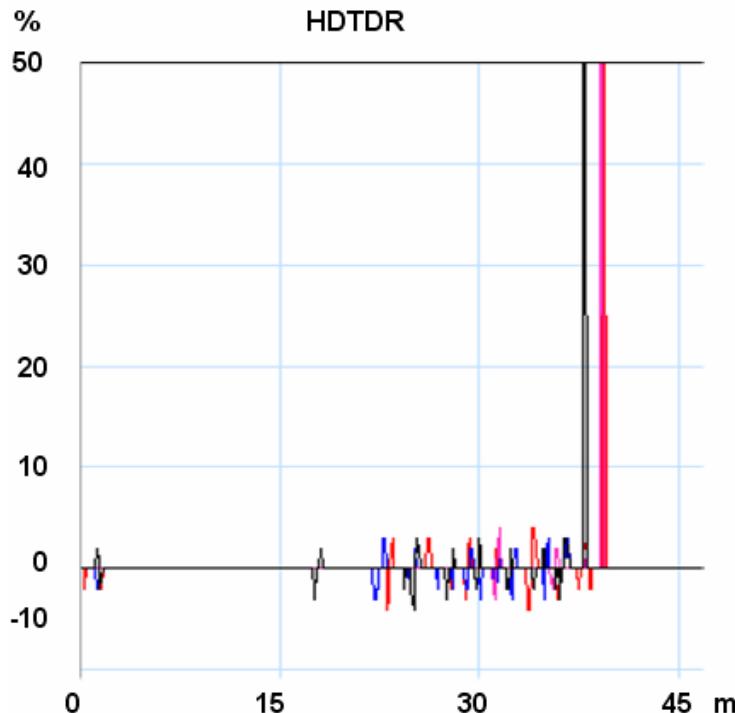
Gesendet werden sehr kurze (2ns) Testimpulse.

Der Test findet Anomalien, hervorgerufen durch Kürzschlüsse, Kabelbrüche, Wackelkontakte und Stossstellen.

Gemessen wird von beiden Seiten, dadurch ist eine Fehlererkennung auf der ganzen Strecke möglich.

Positive Werte zeigen grössere Impedanzen als der Wellenwiderstand an, negative Werte kleinere Impedanzen.

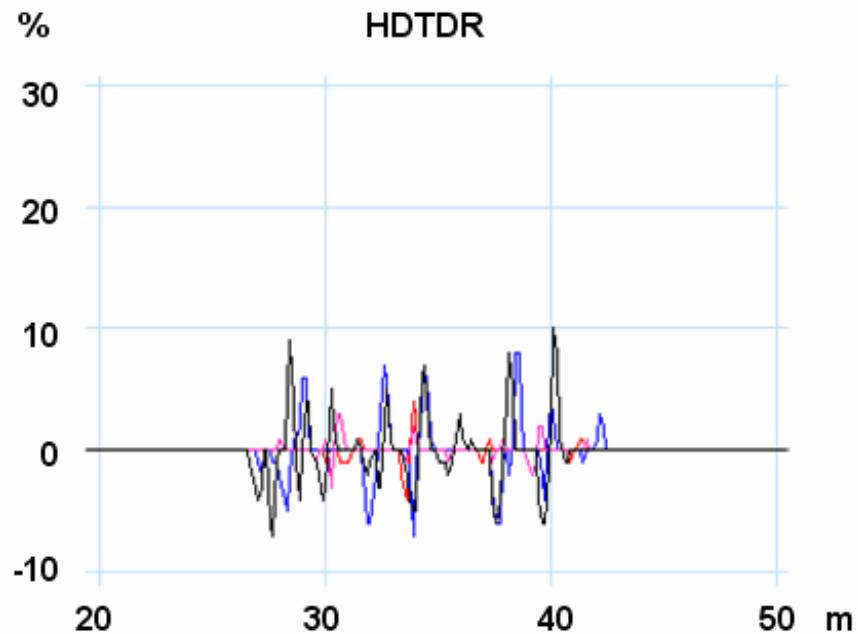
•HDTDR



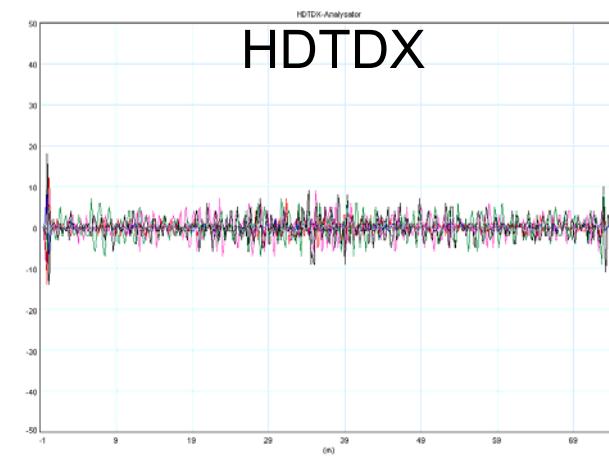
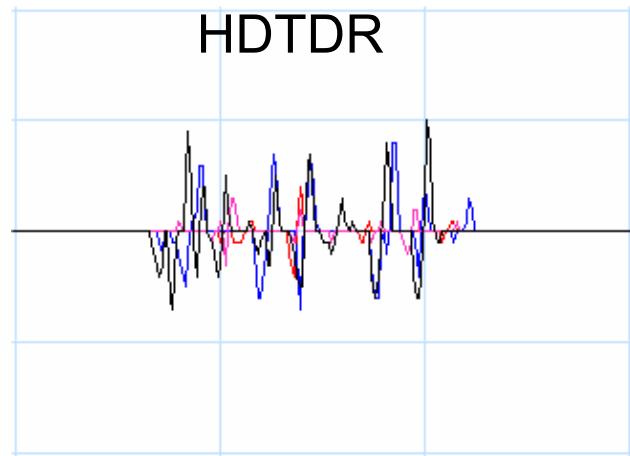
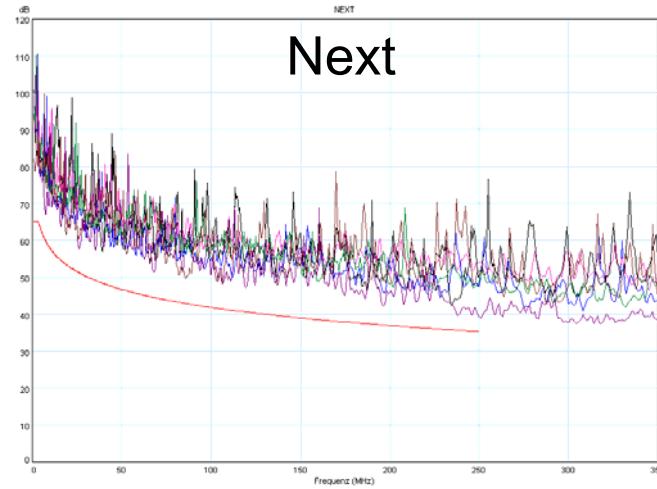
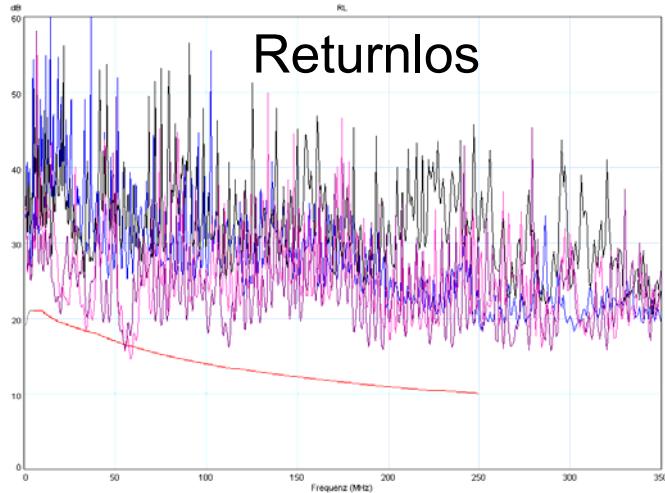
Fehler auf der entfernten
Hälfte der Strecke und in der
Buchse.

Beispiele:

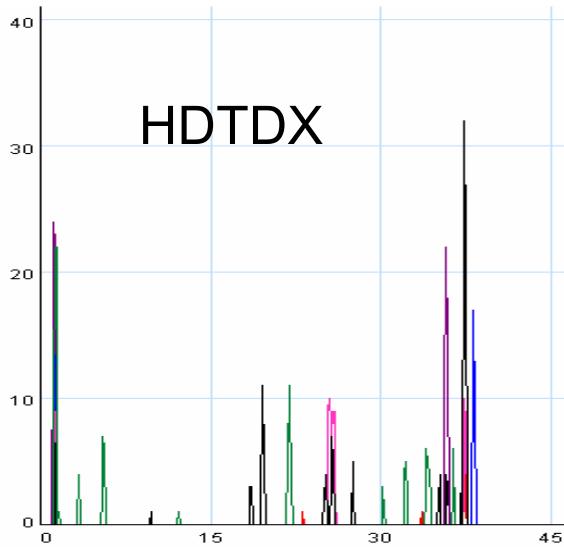
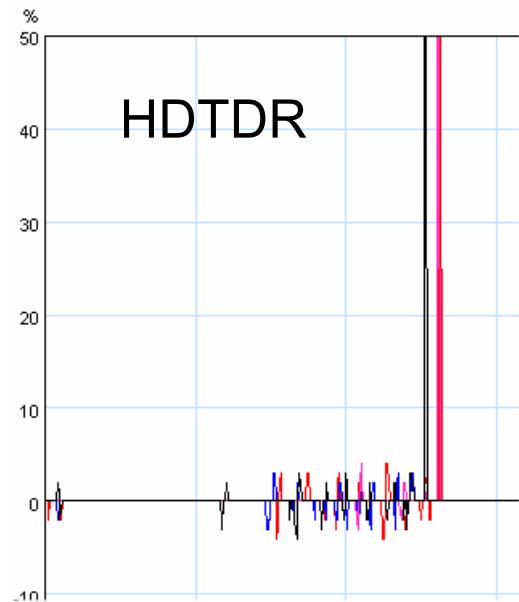
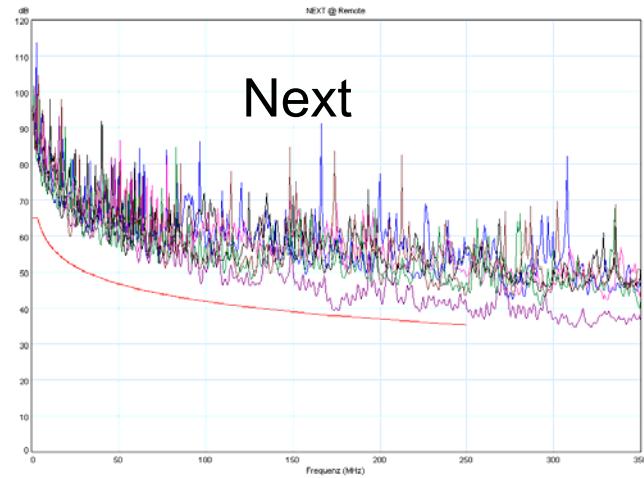
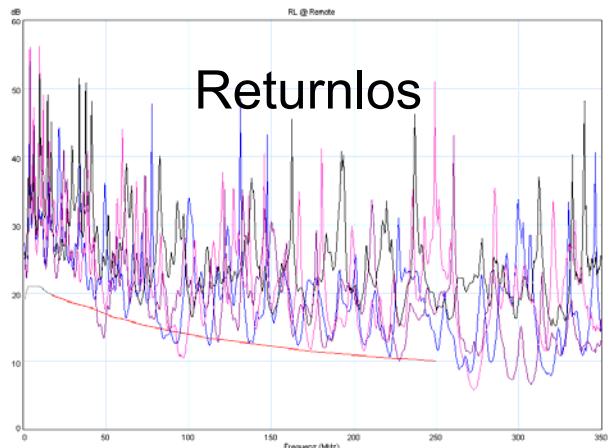
Fehler zwischen 30–40m, in
der Mitte des Kabels.



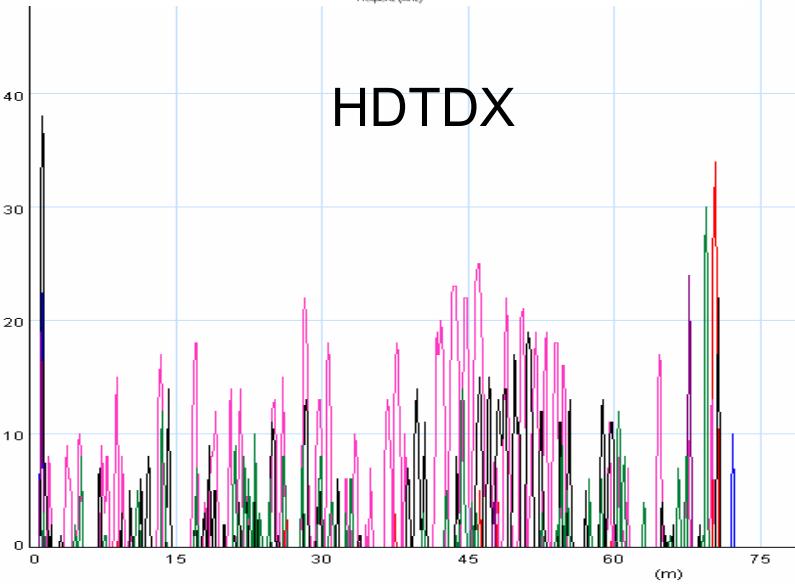
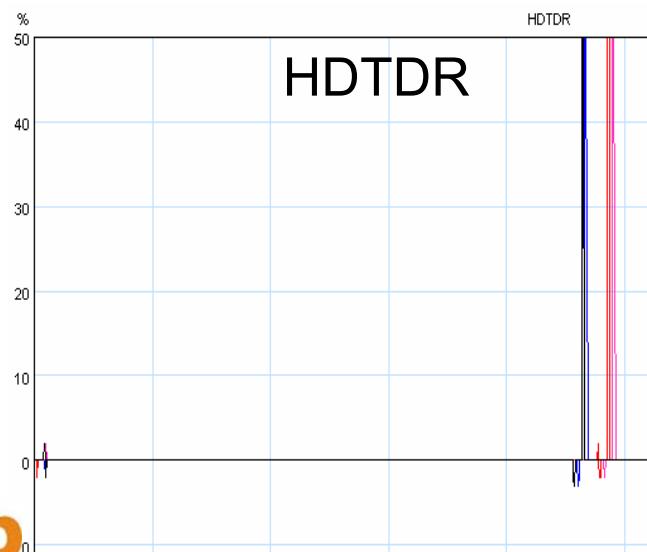
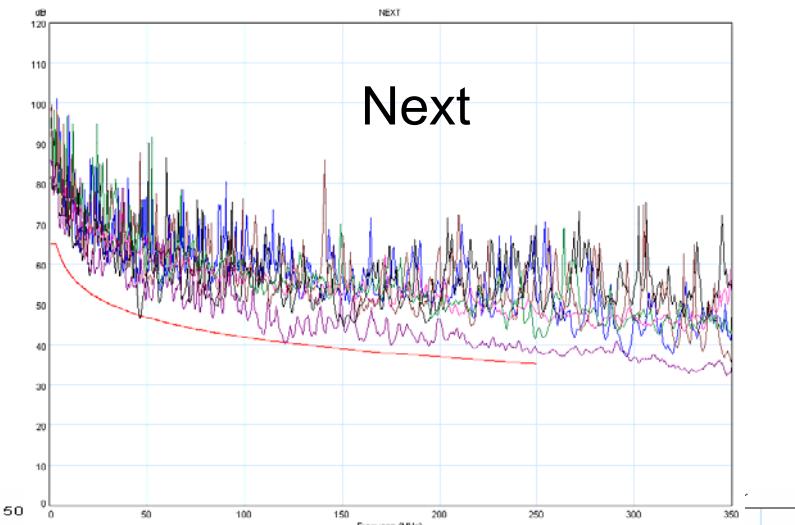
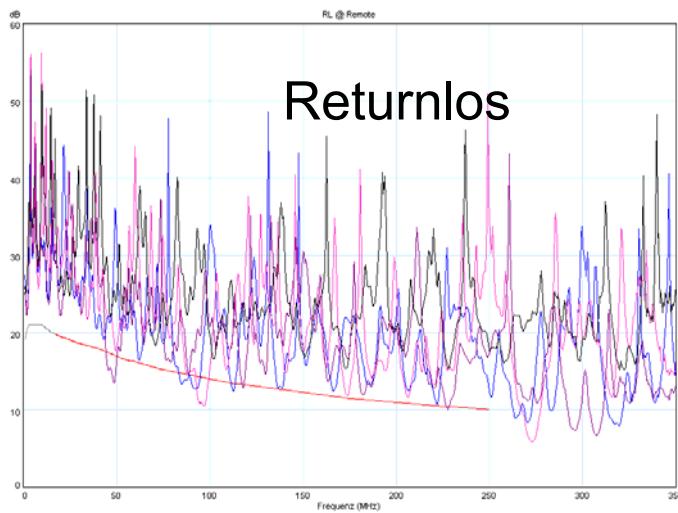
• Beispiel: S-UTP



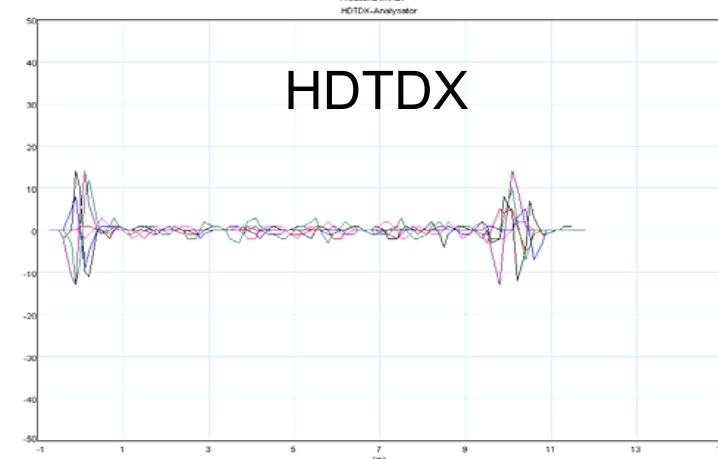
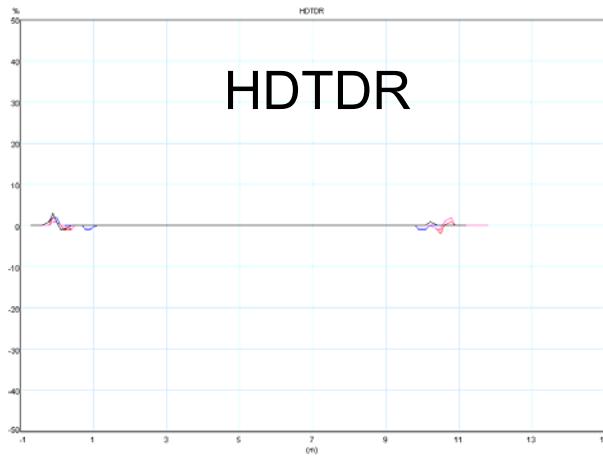
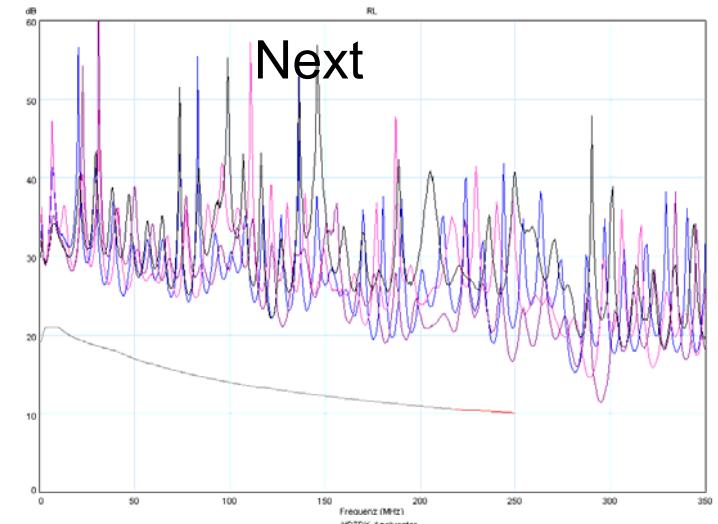
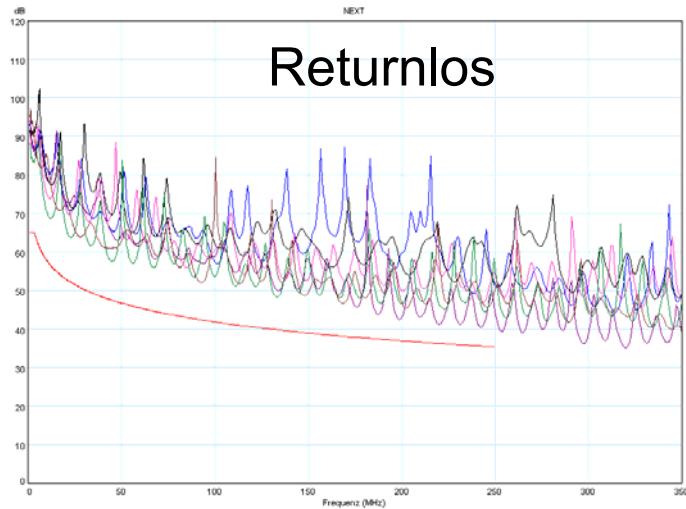
•Beispiel: S-UTP



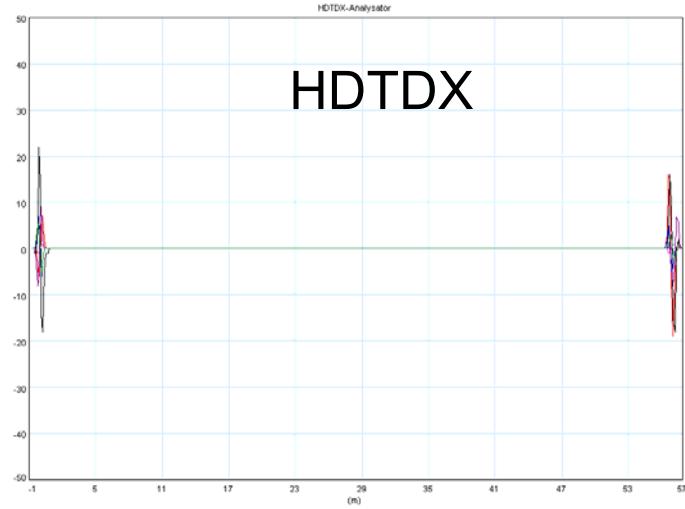
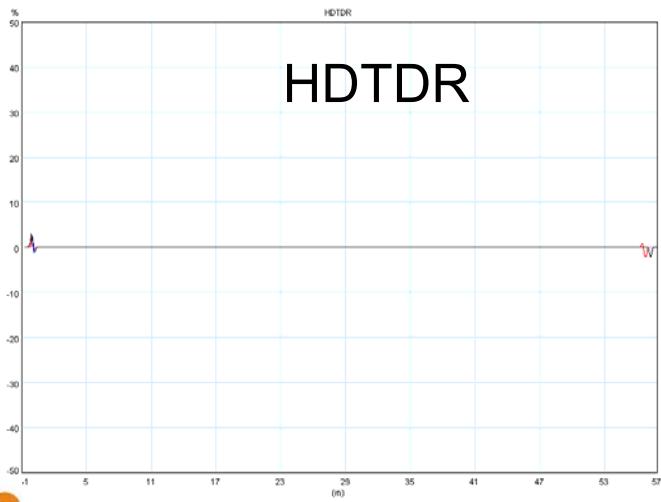
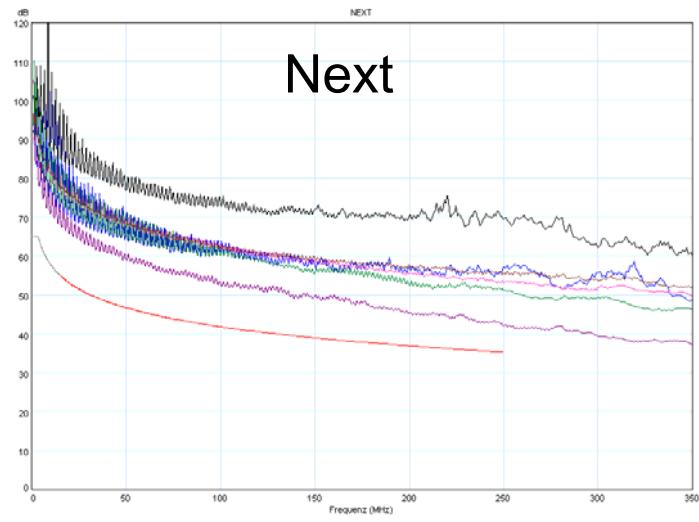
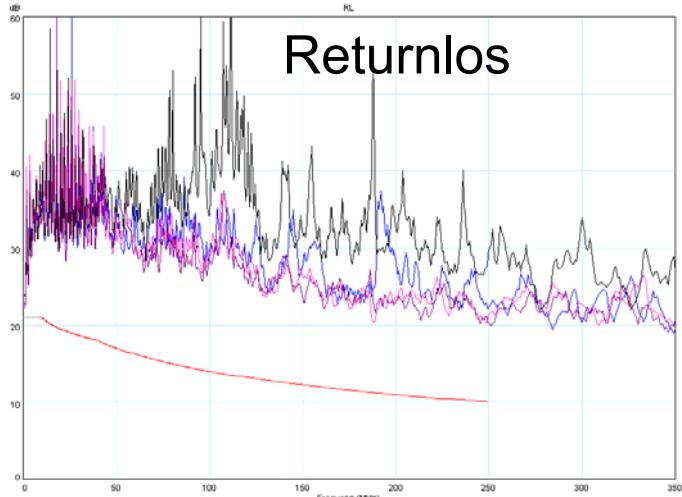
• Beispiel: S-UTP



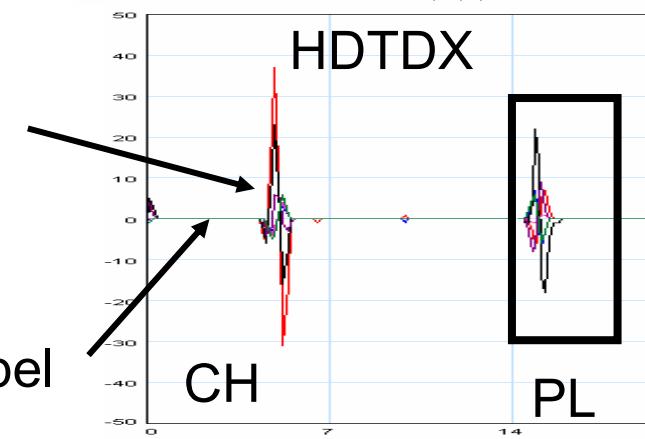
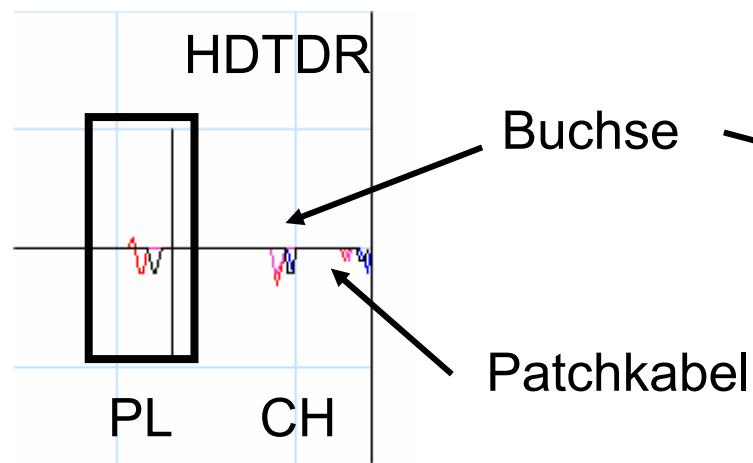
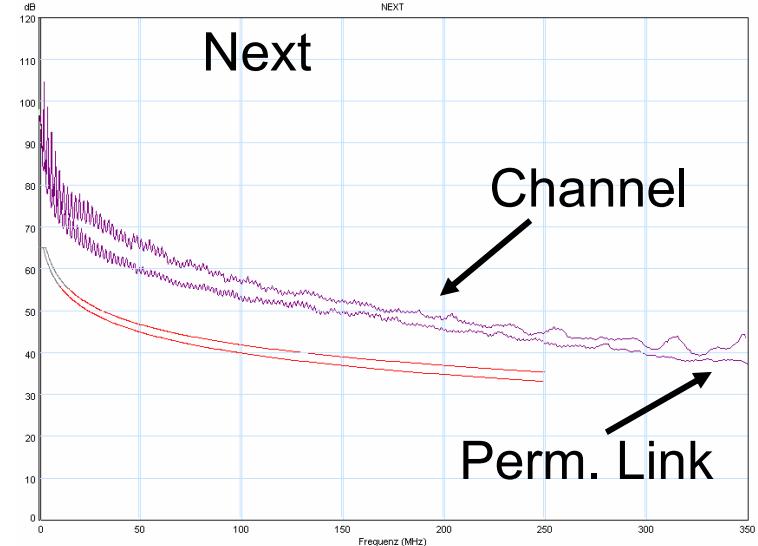
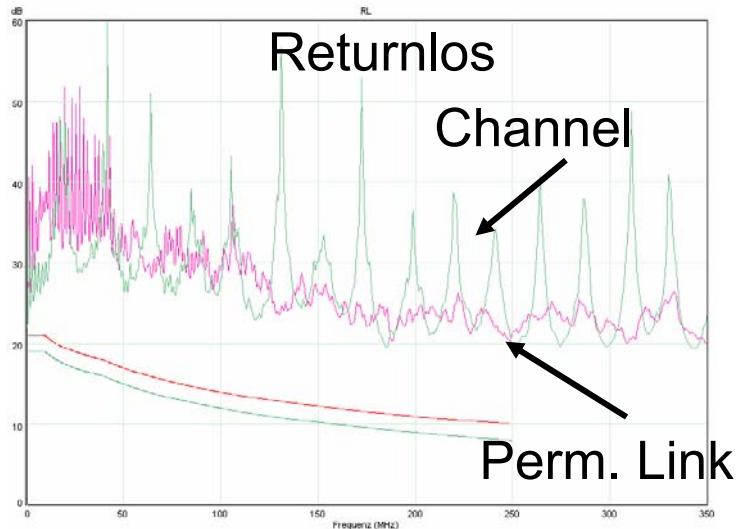
• Beispiel: S-UTP



•Beispiel: S-FTP



• Vergleich CH- PL S-FTP



6. EMV

Elektromagnetische Verträglichkeit

Die Emissionen des Netzwerkes dürfen keine Störungen in anderen Geräten hervorrufen.

Die Immissionen von anderen Geräten dürfen keine Störungen im EDV- Netzwerk verursachen.

Die Störungen können durch magnetische Felder induziert werden.

• Die Emissionen

Aussenden von elektromagnetischen Felder

Elektrische Felder treten auf, sobald ein elektrischer Leiter an Spannung gelegt wird.

Fließt ein Strom, so entstehen zusätzlich magnetische Felder.

Wird der Strom symmetrisch über ein verdrilltes Leiterpaar übertragen, so heben sich die Felder gegenseitig auf. Es ergeben sich keine Emissionen.

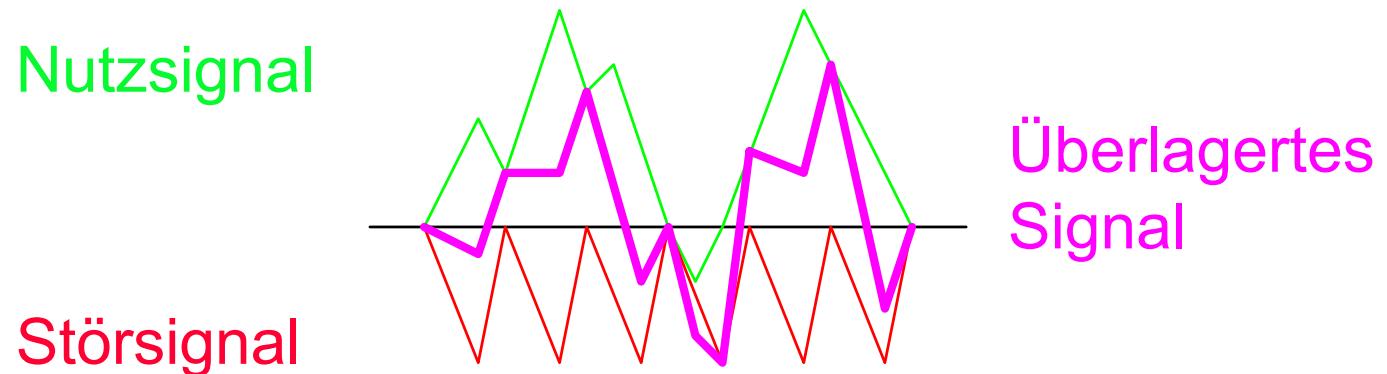
Bei gleicher Phasenlage summieren sich die Störungen verschiedener Störquellen.

• Die Immissionen

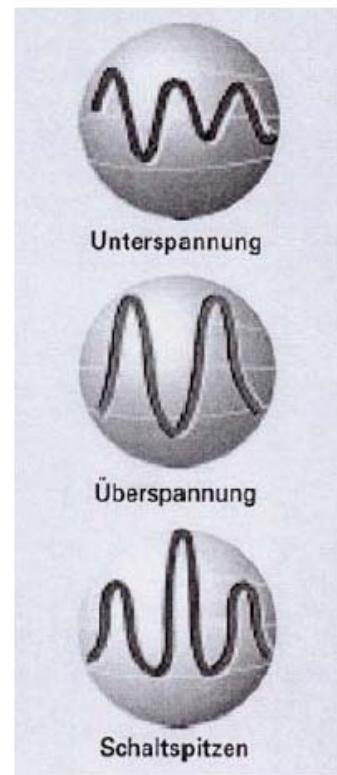
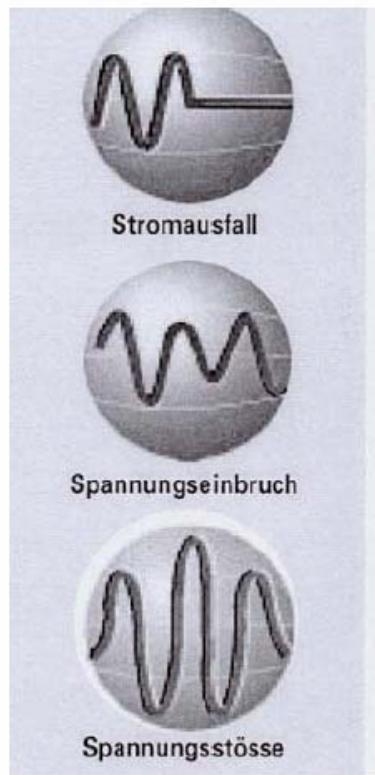
Aufnehmen von elektromagnetischen Feldern

In einem Leiter wird durch ein elektromagnetisches Feld ein Strom erzeugt.

Das erzeugte Signal wird dem Nutzsignal überlagert.



•EMV Störungen



•EMV Normen

EN 50 310:2000

Anwendung von Massnahmen für Potentialausgleich und Erdung in Gebäuden mit Einrichtungen der Informationstechnik

EN 55022: Normen für EMV Bereich (ab 30 MHz-1.5 GHz...)

Leitende Abschirmung der Kabel beidseitig niederohmig auf das gleiche Erd-Potential bringen

EN 50081-1: Störaussendung Wohn- und Gewerbebereich

EN 50081-2: Störaussendung Industriebereich

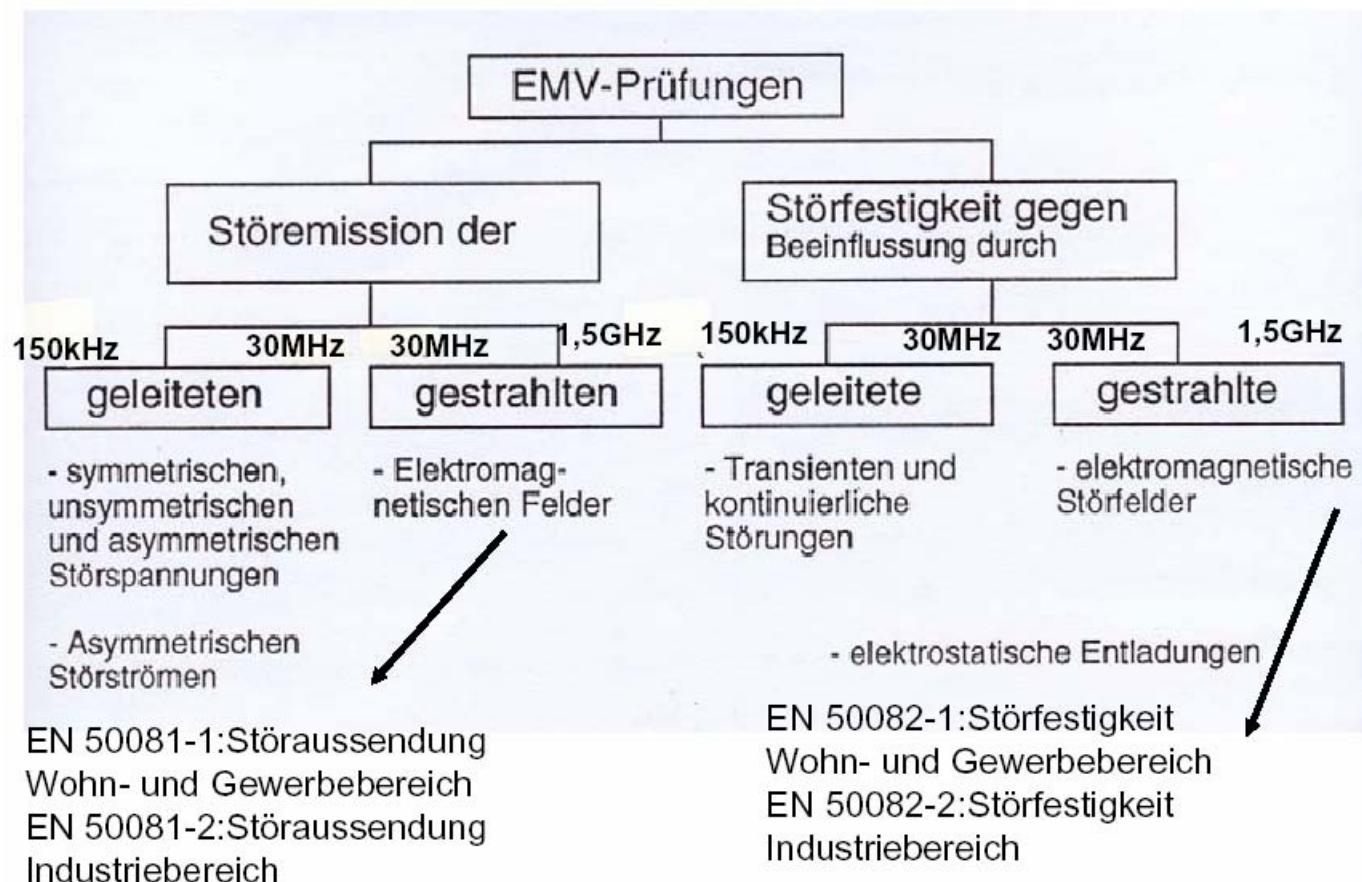
EN 50082-1: Störfestigkeit Wohn- und Gewerbebereich

EN 50082-2: Störfestigkeit Industriebereich

Kupfer und Aluminium sind im Bereich von 50Hz kein geeigneter EMV-Schutz

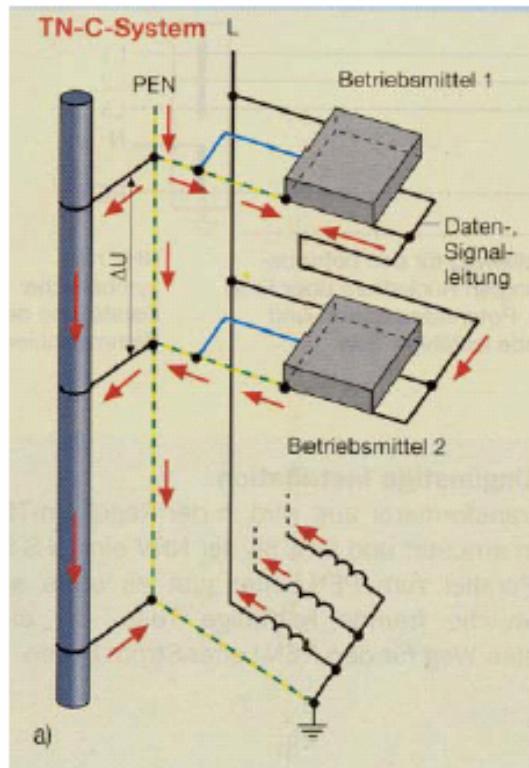
Aluminium schützt im hohen Frequenzbereich gegen Kabelübersprechen (ANEXT) Alien Near End Cross Talk

•EMV Prüfungen

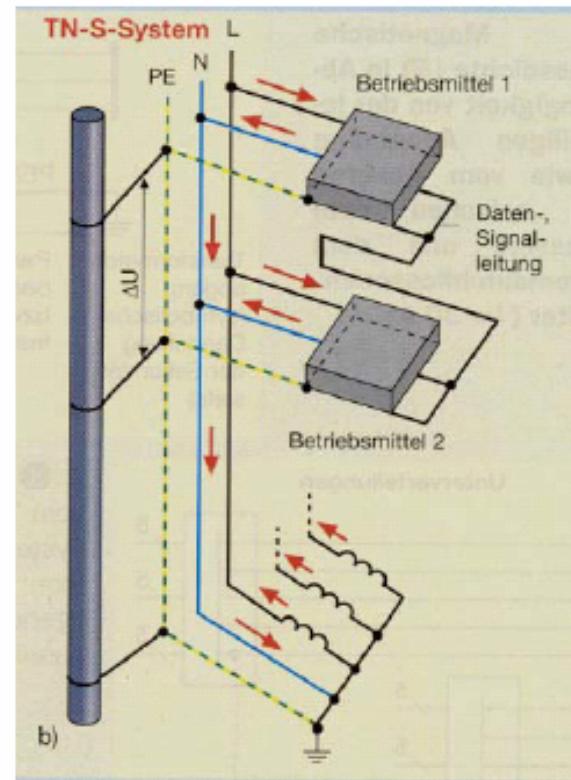


•Erdungssysteme

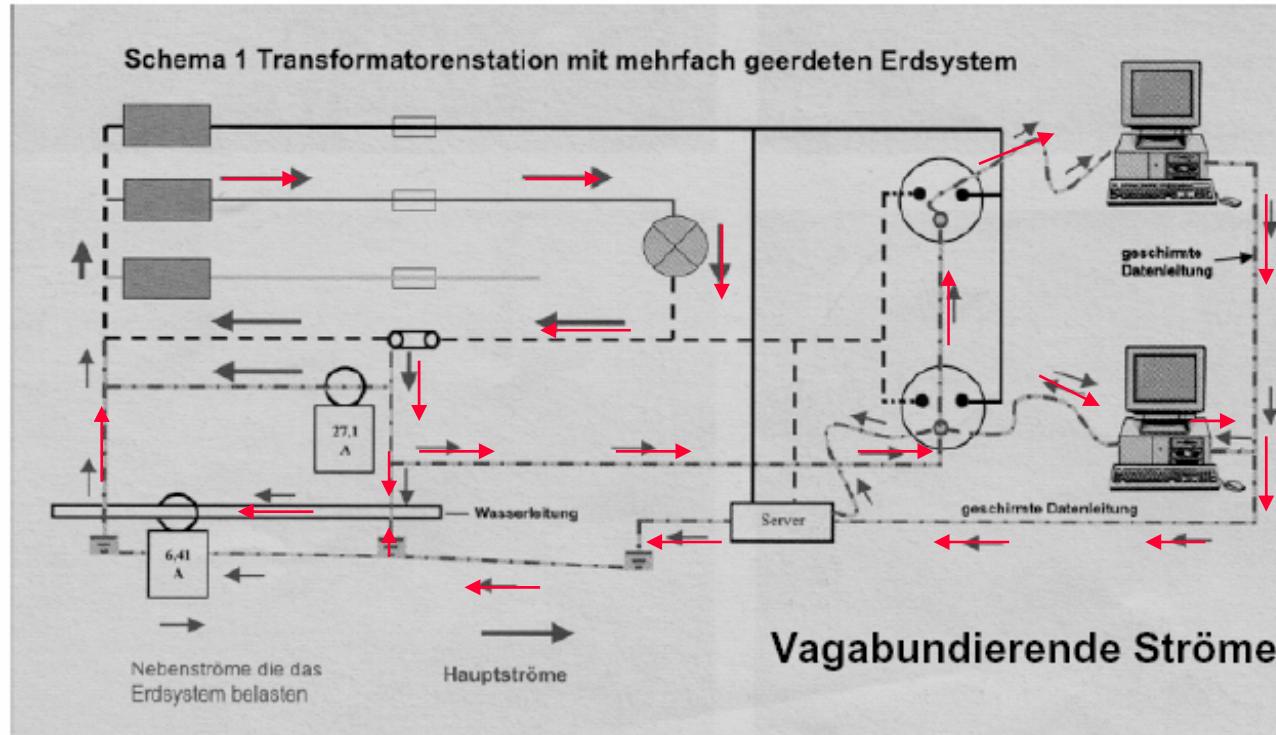
TN-C
EMV ungerecht



TN-S
EMV gerecht

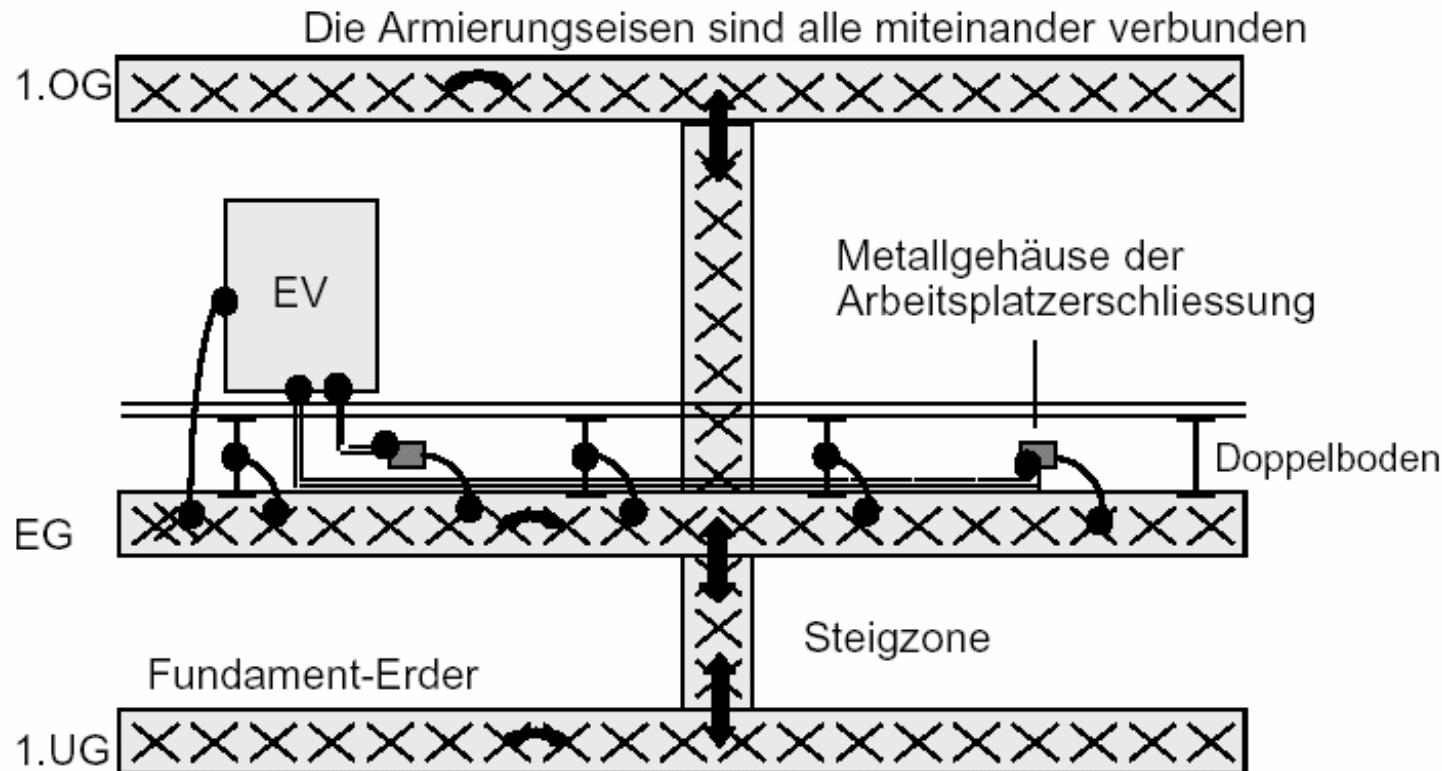


•Vagabundierende Ströme



• Potentialausgleich

Neubauten



Haben Sie noch Fragen?

Danke für die Aufmerksamkeit