

## IEEE 802.3an: 10 GigaBit Ethernet über 100 m Kupfer

### *Geschirmte Verkabelungssysteme erfüllen Alien Crosstalk „per Design“.*

Im Juni 2006 wurde IEEE 802.3an als Standard für die Übertragung von 10Gbit/s über symmetrische Kupfer-Datenverkabelungen verabschiedet.

Hierbei überträgt jedes der vier Adernpaare eine Datenrate von 2,5Gbit/s bidirektional. Bei 10GBASE-T hat man sich auf die PAM16-Kodierung geeinigt, wodurch sich eine Schwerpunktübertragungsfrequenz von 417 MHz ergibt.

Die größte technische Herausforderung bei der Übertragung von 10GBASE-T ist die Unterdrückung bzw. das Vermeiden des Alien Crosstalk.

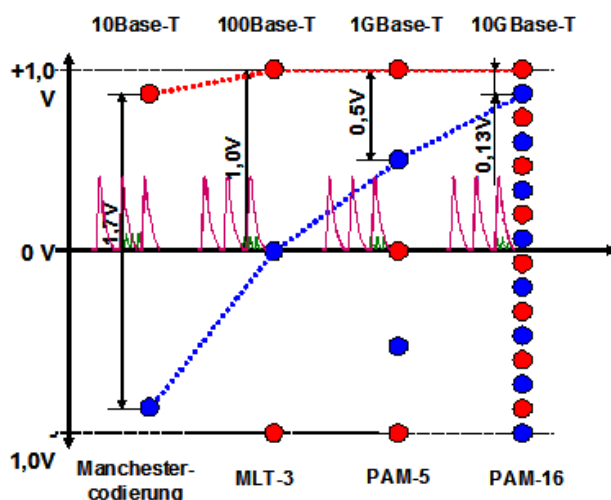
Bei geschirmten Verkabelungssystemen braucht das Alien Crosstalk in der Installation nicht gemessen werden, wenn definierte Anforderungen an die Kopplungsdämpfung der Verkabelungsstrecke erfüllt werden.

Aufwändige und kostspielige Feldmessungen entfallen damit.

### Einleitung

Durch das aufwändige PAM16-Kodierungsverfahren ergeben sich wesentlich kleinere Spannungsunterschiede zwischen den einzelnen logischen Zuständen als beispielsweise bei 100BASE-T oder 1GBASE-T. Dies führt zu einer deutlich höheren Empfindlichkeit des Signalwegs gegenüber eingekoppelten Störsignalen. Störsignale auf dem Signalweg der betreffenden Übertragungsstrecke können insbesondere durch benachbarte Datenkabel- oder Steckverbinder hervorgerufen werden, aber auch durch systemfremde Quellen.

Bei den hohen Frequenzen wird das gesendete 10 GBASE-T-Signal zudem um etwa 40 dB (Faktor 100) gedämpft. Die digitalen Signalprozessoren (DSP) müssen deshalb empfangsseitig in der Lage sein Spannungspegel von etwa 1 mV zu erkennen.



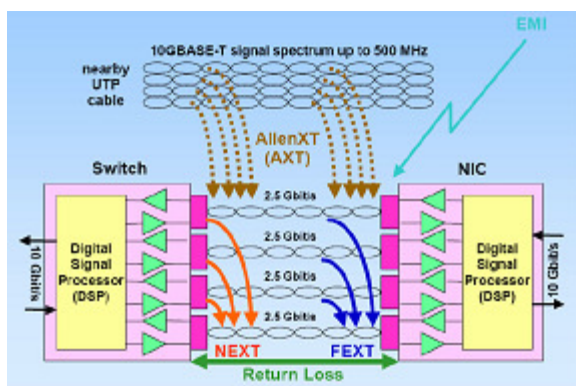
*Bild 1: Spannungspegel von Ethernet-Kodierungsverfahren*

Für eine sichere Übertragung kommen deshalb nur **Verkabelungssysteme** mit spezifizierten Anforderungen für Dämpfung, PSNEXT, PSFEXT und RL **bis mindestens 500 MHz** in Frage. Gleichzeitig muss das **Verkabelungssystem** einen **hohen Signal/Rauschabstand** bzw. eine **hohe Fremdnebsprechdämpfung** (Alien Crosstalk) aufweisen.

## Alien Crosstalk

Das Alien Crosstalk (Fremdnebsprechen) beschreibt die unerwünschte gegenseitige elektrische Beeinflussung von parallel nebeneinanderliegenden Kabelstrecken im Installationskanal und im Bereich der Verteilerfelder.

Störbeeinflussungen durch Alien Crosstalk lassen sich, anders als bei NEXT und Dämpfung, elektronisch nicht kompensieren.



**Bild 2: Übertragungsmodell und Alien Crosstalk 10GBASE- T**

Das Fremdnebsprechverhalten (Alien Crosstalk) von Kabel zu Kabel bzw. Übertragungsstrecke zu Übertragungsstrecke hat dadurch massiv an technischer Bedeutung gewonnen.

In dem aktuellen Entwurf der ISO/IEC 11801 Amendment 1 (*Generic cabling for customer premises*) wird diesem Umstand durch entsprechende Vorgaben für die neuen Übertragungsklassen E<sub>A</sub> (500 MHz) und F<sub>A</sub> (1.000MHz) Rechnung getragen.

Frequency MHz	Minimum PS ANEXT dB	
	Class E <sub>A</sub> , F	Class F <sub>A</sub>
1	67,0	67,0
100	60,0	67,0
250	54,0	67,0
500	49,5	64,5
1 000	N/A	60,0

Frequency MHz	Minimum PS AACR-F dB	
	Class E <sub>A</sub> , F	Class F <sub>A</sub>
1	67,0	67,0
100	37,0	52,0
250	29,0	44,0
500	23,0	38,0
1 000	N/A	32,0

**Tabelle 1/2: Anforderungen an das PSAlien Next und PS AACR-F bei ausgewählten Frequenzen**

## Kopplungsdämpfung (Coupling Attenuation)

Die Kopplungsdämpfung bewertet das gesamte EMV-Verhalten eines Kabels oder einer einzelnen Verkabelungsstrecke. Die Kopplungsdämpfung setzt sich aus der Schirmdämpfung und Unsymmetriedämpfung zusammen. Sie definiert das Maß der Reduzierung von elektrischen Beeinflussungen auf einem Signalweg.

Class	Frequency MHz	Minimum Coupling Attenuation dB
D, E, E <sub>A</sub> , F, F <sub>A</sub>	$30 \leq f \leq \text{NOTE 2}$	$80 - 20\lg(f)$
NOTE 1 Calculated values of greater than 40 dB shall revert to a minimum requirement of 40 dB.		
NOTE 2 Coupling attenuation is measured to 1000 MHz but the limit applies to the upper frequency of the class under test.		

**Tabelle 3: Anforderungen an die Kopplungsdämpfung für die Verkabelungsklassen D bis F<sub>A</sub>**

Ist die Kopplungsdämpfung für Übertragungsstrecken der Klasse E<sub>A</sub> und F 10,0 dB bzw. für Übertragungsstrecken der Klasse F<sub>A</sub> 25,0 dB besser als in obiger Tabelle 3, dann werden die Werte für die Parameter *Power Sum Alien NEXT (PS ANEXT)* und *Power Sum Alien ACR-F (PS AACR-F)* „konstruktionsbedingt“ eingehalten und müssen somit nicht explizit nachgewiesen werden.

In Formeln ausgedrückt:

**Kopplungsdämpfung für Klasse E<sub>A</sub> und F: > 90 – 20 log(f), > 50 dB bis 100 MHz**

**Kopplungsdämpfung für Klasse F<sub>A</sub>: > 105 – 20 log(f), > 65 dB bis 100 MHz**

**Dieser Zusammenhang gilt aufgrund der Kopplungsmechanismen nur für geschirmte und nicht für ungeschirmte Verkabelungen.**

## GG45<sup>®</sup> Messergebnisse

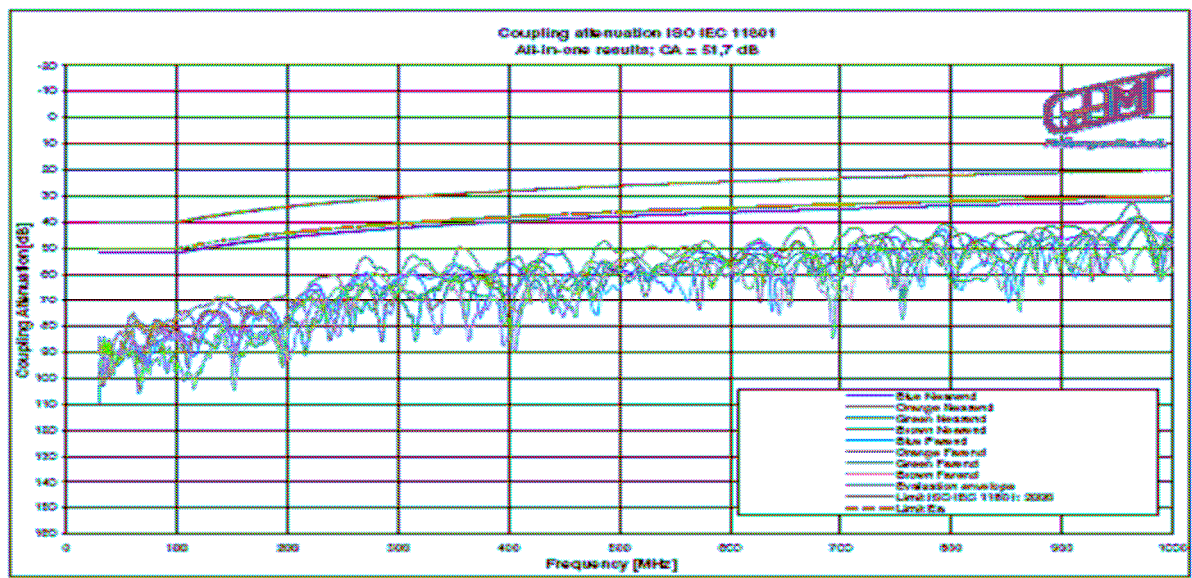
Vor dem Hintergrund obiger Zusammenhänge und Erkenntnisse haben KERPEN, NEXANS und TKM die Firma GHMT beauftragt, deren **GG45<sup>®</sup> Verkabelungssysteme** herstellerneutral zu prüfen und zu bewerten. Des Weiteren wurde vereinbart, dass die in ISO/IEC 11801 Amendment 1 eingefügte Klausel der konstruktionsbedingten Einhaltung auch messtechnisch nachzuweisen und bei positivem Messergebnis durch ein Zertifikat zu bestätigen ist.

Im Rahmen der Untersuchungen wurde im ersten Schritt die Kopplungsdämpfung der Übertragungsstrecke nach EN 50289-1-15:2004 mit dem Absorberzangenverfahren ermittelt. Anschließend erfolgte eine messtechnische Untersuchung (worstcase) des Fremdnebensprechens mit der Anordnung von sechs benachbarten „kurzen“

Übertragungsstrecken (Disturbing Channels) und einer „langen“ Übertragungsstrecke (Disturbed Channel).

Alle **GG45<sup>®</sup>** Verkabelungssysteme haben die erweiterten Anforderungen an die Kopplungsdämpfung nach Klasse E<sub>A</sub> und F erfüllt.

Die umfangreichen Gutachten konnten mit entsprechenden Zertifizierungen abgeschlossen werden.



**Bild 3: Kopplungsdämpfung (Klasse E<sub>A</sub> und F) von GG45<sup>®</sup> Verkabelungssysteme**

## Fazit

Bei Einhaltung erweiterter Anforderungen an das EMV-Verhalten (Kopplungsdämpfung) von geschirmten Verkabelungsstrecken wird die Vermeidung wechselseitiger Beeinflussung (Alien Crosstalk) von benachbarten störenden Verkabelungsstrecken „per Design“ und somit unabhängig von der Installationsumgebung erfüllt.

Durch den Einsatz von entsprechend geprüften und zertifizierten Verkabelungssystemen spart der Investor aufwändige und kostspielige Feldmessungen sowohl bei der Abnahme als auch bei späteren Erweiterungen oder Änderungen der Netze.

**GG45<sup>®</sup> Verkabelungssysteme wurden bei GHMT erfolgreich geprüft und zertifiziert.**

***Diesen technischen und wirtschaftlichen Vorteil geben KERPEN, NEXANS und TKM gerne an Planer und Investoren weiter.***

**Yvan Engels**

Head of Product Management  
Business Unit Datacom

**Leoni Kerpen GmbH**

Zweifaller Str. 275 - 287

D - 52224 Stolberg

Tel. +49 (0)240217-359

Fax +49 (0)240217-360

Mobil +49 (0)172- 2422078