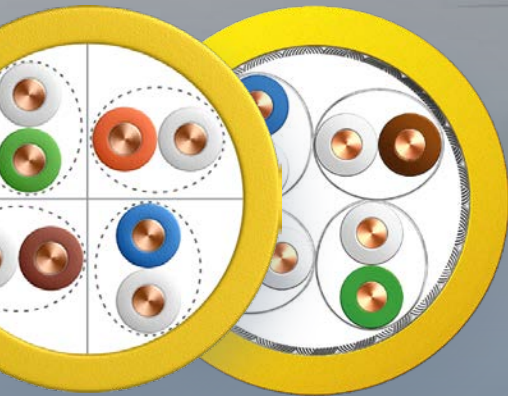


LEONI *technicalreport*

Data communication technology 09/2018



- Klassischer Aufbau
2-Konnektoren Link
- Ethernet – Übertragung mit
paarverdrillten (twisted pair)
Kabeln
- Begrenzende Faktoren
für Links > 100 m
- Beispielaufbau eines
2-Konnektoren Links > 100 m
- Fazit

Data Communication & Networks

LEONI Kerpen GmbH
Zweifaller Straße 275–287
52224 Stolberg · Deutschland
Telefon +49 2402-17-1
Telefax +49 2402-75154

datacom@leoni.com
www.leoni-data.com

Technische Änderungen behalten wir uns vor.
© LEONI Kerpen GmbH

MegaLine® Connect100

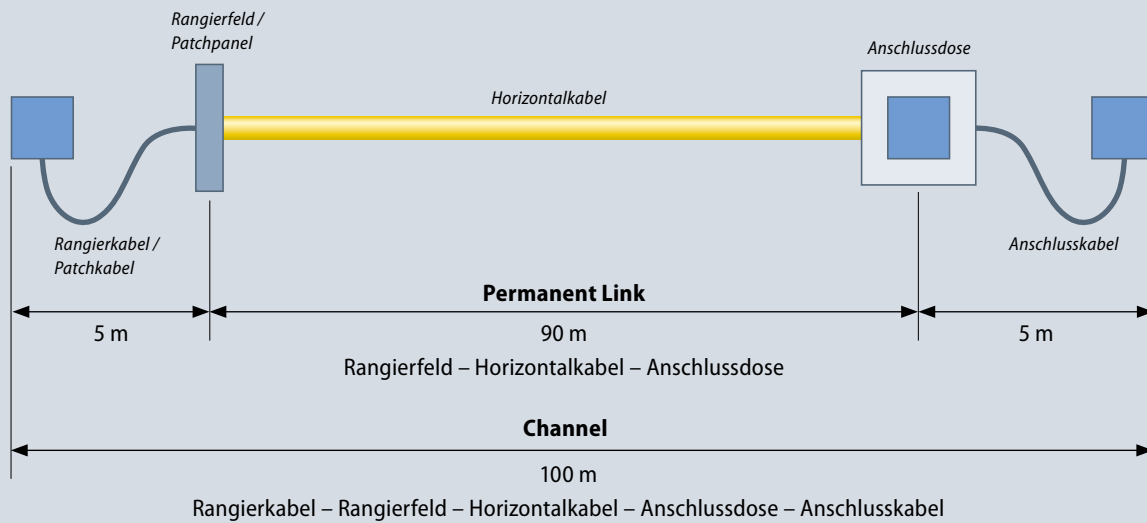
Links über 100 Meter Länge der Klasse E_A

Wer schon einmal mit Links der Klasse E_A >100 m im Channel konfrontiert worden ist, kennt die Problematik der Dämpfung, des Paarübersprechens und der Signalausbreitungsgeschwindigkeit.

Nachdem bei Messungen die Länge eines Links kein Ausschlusskriterium mehr ist, können nun auch Links > 100 m als PASS gemessen werden. Um den bestmöglichen Erfolg zu erzielen, sollte man darauf achten, die richtigen Komponenten einzusetzen. Im anderen Fall kann dies schnell zu Frustrationen und zusätzlichen Kosten führen. Darüber hinaus sollten lange Links sorgfältig geplant und deren Sinnhaftigkeit geprüft werden.

Die folgenden Seiten beschreiben die Machbarkeit eines überlangen Links und warum die Wahl der richtigen Komponenten unverzichtbar ist >

› Klassischer Aufbau 2-Konnektoren Link



Definition des Channels:

5 m Rangierkabel / Patchkabel – 90 m Horizontalkabel – 5 m Rangierkabel / Patchkabel
Stecker- und Buchsenkomponenten nach IEC 60603-7 bzw. RJ45 (Registered Jack 45)

› Ethernet – Übertragung mit paarverdrillten (twisted pair) Kabeln

› STANDARDS

- EIA/TIA 568 (USA)
- ISO/IEC 11801 (International)
- EN 50173 (Europa)
- IEEE 802.3

EIA / TIA 568	ISO / IEC 11801	EN 50173	Bandbreite	Anwendung
Kat. 5	Kat. 5	Klasse D	100 MHz	100Base-TX
Kat. 5e	Kat. 5e	Klasse D	100 MHz	1000Base-T
Kat. 6	Kat. 6	Klasse E	250 MHz	1000Base-T
Kat. 6A	Kat. 6 _A	Klasse E _A	500 MHz	10GBase-T
–	Kat. 7	Klasse F	600 MHz	10GBase-T
–	Kat. 7 _A	Klasse F _A	1.000 MHz	10GBase-T
Kat. 8	–	„Klasse G“	2.000 MHz	25/40GBase-T
–	Kat. 8.1	„Klasse G“	2.000 MHz	25/40GBase-T
–	Kat. 8.2	„Klasse G“	2.000 MHz	25/40GBase-T

› UNGESCHIRMT

In Europa werden hauptsächlich ungeschirmte Kabel für strukturierte Verkabelung bis Kategorie 6 verwendet. Beim Verlegen der Kabel auf Kabeltrassen muss aufgrund der fehlenden Schirmung ein höherer Abstand zu Nachbarkabeln eingehalten werden.

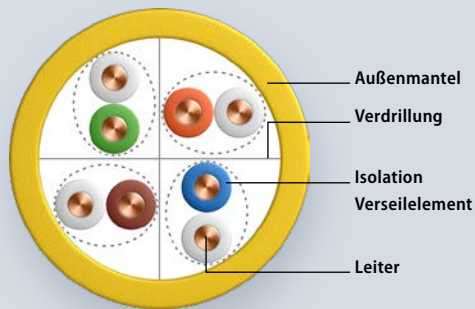
Typische Anzeichen für ungeschirmte Kabel: Trennung der Aderpaare durch ein Kunststoffkreuz und eine starke Verdrillung der Aderpaare. Dies soll vor allem das Paarübersprechen der Signale unterbinden, welche Übertragungsstörungen hervorrufen können (NEXT / FEXT). Durch die fehlende Schirmung sind diese

Kabel leicht abzusetzen und zu konfektionieren. Ferner können die Kabel in Gebäuden mit älterer Elektroinstallation eingesetzt werden, auch wenn das Erdungskonzept nicht klar erkennbar ist.

› GESCHIRMT

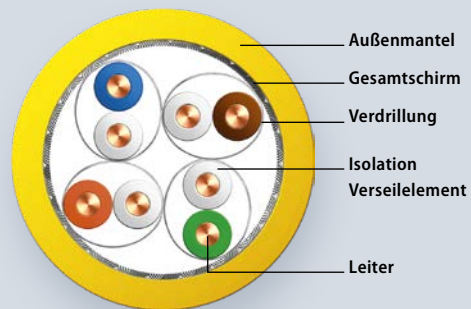
Geschirmte Kabel werden in Europa hauptsächlich für strukturierte Verkabelungen ab Kategorie 6+ verwendet. Die Schirmung gibt es in unterschiedlichen Ausführungen. In Europa werden sowohl die einzelnen Aderpaare (durch Folienschirm) als auch alle vier Aderpaare gesamt (durch Folienschirm oder Geflecht-

> UNGESCHIRMT



Leiter	blanker CU-Draht, AWG 23/1
Isolation Verseilelement	PE Paar
Verdrillung	4 Paare über Kreuzelement
Außenmantel	PVC /LSZH

> GESCHIRMT



Leiter	blanker CU-Draht, AWG 23/1
Isolation Verseilelement	PE Paar
Verdrillung	4 Paare mit Folienschirm
Gesamtschirm	verzinntes CU-Geflecht
Außenmantel	PVC /LSZH



schirm) geschirmt. Aufgrund diesen Kabelaufbaus existieren zur Zeit Kabelkonstruktionen, welche eine Frequenz von 2.000 MHz unterstützen. Ferner erfüllen die geschirmten Kabel die Anforderungen der neuen Kategorie 8, 8.1 und 8.2. Das Paarübersprechen (NEXT / FEXT) der Signale wird durch die Aderpaarschirmung unterbunden. Der Gesamtschirm unterbindet das Übersprechen von unterschiedlichen Kabeln, welche im gerin-

gen Abstand zueinander liegen. Dadurch können diese Kabel in höherer Packungsdichte auf Kabeltrassen organisiert werden. Typisch für diese Kabel sind die geringe Verdrillung der Aderpaare sowie die Unterstützung von Frequenzen ab 500+ MHz und hochwertiger Konnektivität. Diese Kabel werden bevorzugt in Neubauten, im Bürobereich oder in Rechenzentren eingesetzt.

	Kabeltypen im Vergleich			
	Kat. 6A U/UTP	Kat. 6A U/FTP	Kat. 7 S/FTP	Kat. 7A S/FTP
Maximale Klasse	EA	EA	F	FA
Paarschirmung	—	✓	✓	✓
Gesamtschirm	—	—	✓	✓
Typ. Aderdurchmesser in AWG	23	23	23	22
Typ. Frequenz [MHz]	550	600	1000	1500
Typ. NEXT bei 500 MHz [dB]	29	61	97	105
Typ. Signalausbreitungsgeschwindigkeit [%] der Lichtgeschwindigkeit (NVP)	65	80	80	80
Max. DC-Widerstand / 100 m	8	8	7,5	5,7
Norm. Kopplungsdämpfung bis 1000 MHz	n/a	65	85	90

> Begrenzende Faktoren für Links > 100 m

■ Verdrillung der Aderpaare (twisted pair)

Durch die Verdrillung der Aderpaare kann das übertragene Signal je nach Kabelkonstruktion eine unterschiedliche Signallaufzeit haben. Aufgrund dessen könnte es bei einer Zertifizierung je nach Klasse zu einer Überschreitung der zulässigen Signallaufzeit kommen. Diese begrenzen die mögliche Linklänge im Channel. Kabel mit geringer Verdrillung ermöglichen längere Linklängen als Kabel mit starker Verdrillung.

■ Dämpfung des Kabels

Die Signalstärke nimmt auf der Länge des Links zunehmend ab. Kabel mit kleinem Aderquerschnitt dämpfen das Signal stärker als Kabel mit größerem Querschnitt. Ebenso weisen Kabel mit starker Verdrillung der Aderpaare ebenfalls eine höhere Signaldämpfung auf als Kabel mit geringerer Verdrillung der Aderpaare.

■ Nebensprechen der Adern bzw. Aderpaare

Nebensprechen sind Störsignale der unterschiedlichen Adern oder Aderpaare untereinander. Sind die Störsignale zu stark, kommt es zu Signalübertragungsstörungen und Verbindungsabbrüchen. Ungeschirmte Kabel versuchen dies mit einer stärkeren Verdrillung der Einzeladern und Aderpaare untereinander zu unterbinden wobei hier Frequenzen bis max. 500 MHz erreicht werden können. Für höhere Frequenzbereiche muss das Kabel sowohl eine Schirmung der Aderpaare (PIMF – Pair In Metal Foil) als auch einen Gesamtschirm (Folie, Geflecht) aufweisen. Eine Ausnahme bilden hier Kat. 8-Kabel der EIA/TIA-Normierung, welche auf Kategorie-6A-F/UTP-Kabelkonstruktionen aufbauen und bis zu 2.000 MHz spezifiziert sind. Dadurch verringert sich aber die mögliche Linklänge für „Klasse G“-Anwendungen auf 30 m.

■ Kabelübersprechen (AXT – Alien X-Talk bzw. Alien Crosstalk)

So wie einzelne Aderpaare im Kabel gegenseitig beeinflusst werden können, können auch einzelne Kabel untereinander beeinflusst werden. Auch hier gilt, wie beim Nebensprechen, dass geschirmte Kabel höhere Leistungsreserven und Frequenzbereiche aufweisen. S/FTP-Kabel weisen die besten Leistungsdaten auf. Aufgrund dessen werden diese als Bauprodukt zwecks verschiedenster Installationen bevorzugt.

■ Konnektivität

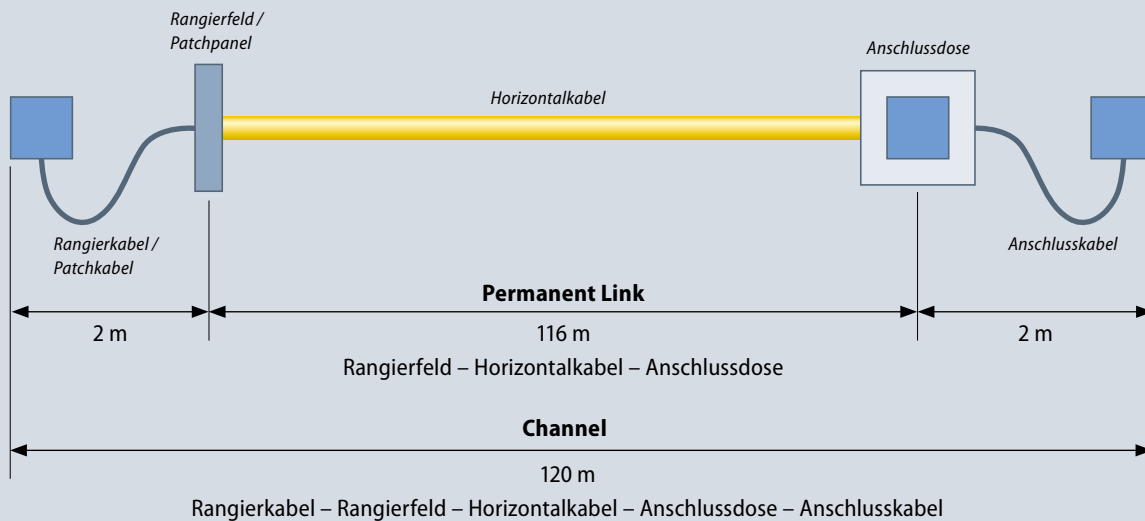
Ein Link ist nur so gut wie seine schwächste Komponente. Konnektivität mit geringer Kategorie oder Qualität verhindert ein möglicherweise besseres Ergebnis. Sie kompensieren die Signale meistens zu stark um längere Links > 100 m zuzulassen. Bestmögliche Leistungsdaten weisen hier Komponenten der Kategorie 7_A auf.

■ Konfektion

Eine ungenaue oder nicht fachgerechte Konfektion von Komponenten auf Kabel beeinträchtigt die Signalqualität. Je besser Komponenten auf Kabel konfektioniert sind desto besser ist die Signalqualität. Herstellervorgaben und Installationsanleitungen sind zwingend einzuhalten. Bei Messungen zum Nachweis der verschiedenen Übertragungsklassen z. B. Klasse E_A sind besonders auf gute Werte bei Nebensprechen, Einfügedämpfung und Verdrahtungswiderstand zu achten. Hohe Werte (dB) bei Nebensprechen und Einfügedämpfung, niedrige, gleichmäßige, Werte (Ω) beim Verdrahtungswiderstand.



› Beispielaufbau eines 2-Konnectoren Links > 100 m



Definition des Channels:

2 m Rangierkabel / Patchkabel – 116 m Horizontalkabel – 2 m Rangierkabel / Patchkabel



Eingesetzte Komponenten:

- 116 m Horizontalkabel – LEONI MegaLine® G12-150 S/F – Kategorie 7_A, Klasse F_A
Ader-Durchmesser AWG22, 1500 MHz
- Horizontalkabel mit konfektionierten Modulen:
beidseitig bestückt mit ARJ45™-Buchsenmodulen aus dem LEONI MegaLine® Connect100-System
Kategorie 7_A, Klasse F_A, elektrische Leistungswerte wie bei IEC 60603-7-71
- 2 m Rangierkabel als Hybridkabel ARJ45™-RJ45
LEONI MegaLine® Patch 6_AE_A ARJ45™-RJ45 Kategorie 6_A, Klasse E_A

› Fazit

- AWG 22
- Komponenten der Kategorie 7_A / 8
- PoE / 4PPoE (PoE++)
- Linklänge > 100 m
dadurch Einsparung von Zwischenverteilern

Um längere Links >100 m zu gewährleisten, sollte möglichst auf hochwertige Produkte zurückgegriffen werden. Geschirmte Kabel Kategorie 7_A, welche einen hohen Frequenzbereich und Schirmung aufweisen, ermöglichen mit hochwertigen Kategorie-7_A-Komponenten lange Links bis zu 120 m Gesamtlänge (Channel-Link). Mit Standard-Kategorie 6_A-Komponenten wurde kein zufriedenstellendes Ergebnis erzielt, da die Kompensation

der Komponenten zu hoch und die Leistungsreserve zu gering war. Collapsed-Backbone-Anwendungen zur Anbindung ferner Konnektivität und WLAN-Access Points können mit Komponenten der Kategorie 7_A, Klasse FA bestmöglich realisiert werden.

Sowohl Kabel als auch Komponenten sind standardisiert und am Markt verfügbar wodurch Anwender größtmögliche Flexibilität erreichen. Der Gebrauch von Anschlusspunkten mit PoE, PoE+, 4PPoE (PoE++) wird dadurch vereinfacht. Planer und Anwender können Einsparungen durch den Verzicht von zusätzlichen Zwischenverteilern erreichen und zusätzliche Angriffs- und Manipulationspunkte ausschließen.

