

# PROFINET®

Verbindungs­lösungen für industrielle Netzwerke



 **LAPP GROUP**

Ein Unternehmen der Lapp Gruppe

Bem-vindo

**Добро пожаловать**

Witamy

Varmt välkommen

欢迎光临 **Vítáme vás**

Hoş geldiniz

**Herzlich willkommen**

Ласкаво просимо

환영합니다 **Bienvenue**

*Hartelijk welkom*

**Welcome**

Bienvenidos

Bine ați venit

**Benvenuti**

# Inhaltsverzeichnis

## Unternehmensinformationen

Markenqualität aus Stuttgart . . . . .	2
Zuverlässig die Welt verbinden . . . . .	3
Produktfinder – Finden statt Suchen! . . . . .	4

## Industrial Ethernet

### EINLEITUNG

Was ist Industrial Ethernet? . . . . .	6
--	---

### SORTIMENT BEI LAPP

Ihr Lösungsanbieter für PROFINET®-Verkabelung und -Anschluss . . . . .	8
---	---

### KABELWISSEN

Auswahlkriterien und Maßnahmen zur richtigen Anwendung von Kabeln und Leitungen im Allgemeinen . . . . .	10
--	----

## Kupferkabel im Speziellen

### EINLEITUNG

Industrielle Verkabelung mit Kupferleitungen . . . . .	14
--	----

### KABELWISSEN

PROFINET® im Allgemeinen/ Typenspezifikation nach PROFINET® Guideline . . . . .	15
--	----

### ÜBERSICHT/FINDER

Das komplette Programm:	
Sensor-/Aktor-Verkabelung . . . . .	16
Kupferleitung 2-paarig . . . . .	17
Kupferleitung 4-paarig . . . . .	20
Kupferstecker . . . . .	24
Montageanleitung . . . . .	26
Auswahlübersicht Konfektionen . . . . .	28
Steckerfinder . . . . .	30

## LWL-Leitungen im Speziellen

### EINLEITUNG

Lichtwellenleiter (LWL). . . . .	33
----------------------------------	----

### KABELWISSEN

PROFINET®-Übertragung über Lichtwellenleiter (LWL). . . . .	34
Unterschiedliche Lichtwellenleiter im Bereich PROFINET®. . . . .	35

### SORTIMENT BEI LAPP

PROFINET®-Lichtwellenleiterkabel . . . . .	36
--	----

### STECKERWISSEN

Lichtwellenleiter-Stecker für PROFINET®-Anwendungen nach PNO . . . . .	38
---	----

### SORTIMENT BEI LAPP

PROFINET®-LWL-Stecker für Vor-Ort-Montage . . . . .	40
Montagesets für PROFINET®-LWL-Stecker. . . . .	41

### ÜBERSICHT/FINDER

Stecker-Kabel-Finder. . . . .	42
-------------------------------	----

## Anhang

### ZUSATZMATERIAL

Herstellereklärung und PROFIBUS- und PROFINET®-Nutzerorganisation (PNO). . . . .	44
---	----



## Markenqualität aus Stuttgart



### **ÖLFLEX®** **Anschluss- und Steuerleitungen**

ÖLFLEX® ist zum Synonym für Anschluss- und Steuerleitungen geworden. Die flexiblen und ölbeständigen Leitungen erfüllen höchste Ansprüche und halten selbst widrigsten Bedingungen stand.



### **EPIC®** **Industriesteckverbinder**

EPIC® Industriesteckverbinder sind überall dort im Maschinen- und Anlagenbau oder in der Antriebstechnik, wo gemessen, gesteuert, geregelt und angetrieben wird. EPIC® ist ein flexibles System aus Gehäusen, Einsätzen und Kontakten: extrem robust, absolut sicher und kinderleicht konfektionierbar.



### **UNITRONIC®** **Datenübertragungssysteme**

Die hochwertigen UNITRONIC® Datenleitungen und Feldbuskomponenten bieten für alle Anwendungen im Maschinen- und Anlagenbau die zukunftsweisende Lösung. Von der Übertragung einfacher Steuersignale bis hin zu Feldbussignalen in komplexen Netzwerkstrukturen – wir haben für nahezu jeden Einsatz eine verlässliche Verkabelungs- und Anschlusslösung.



### **SKINTOP®** **Kabelverschraubungen**

Kabel einführen, zudrehen, fertig. Mit einem Handgriff sorgen unsere SKINTOP® Kabelverschraubungen für sichere Verbindungen. Die universellen Systeme sind einfach und effektiv: Sie fixieren und zentrieren das Kabel, dichten es hermetisch ab und garantieren eine optimale Zugentlastung.



### **ETHERLINE®** **Datenübertragungssysteme für ETHERNET-Technologie**

Mit Produkten der Marke ETHERLINE® sicher, schnell und zuverlässig in die Zukunft der Ethernetapplikationen. Die Systeme aus strapazierfähigen und robusten Leitungen und Anschlusskomponenten für die passive Netzwerktechnik bieten für nahezu jeden Einsatz, insbesondere im industriellen Umfeld, eine geeignete Lösung.



### **SILVYN®** **Kabelschutz- und Führungssysteme**

Das universelle Programm der SILVYN® Schutz- und Führungssysteme schützt Kabel und Leitungen perfekt vor Staub, Nässe, mechanischen, thermischen oder chemischen Einwirkungen. Mit SILVYN® CHAIN, dem vielfältigen Programm an Energieführungsketten, bieten wir auch Kabelschutz und -führung für dynamische Anwendungen.



### **HITRONIC®** **Optische Datenübertragungssysteme**

Mit den HITRONIC® Lichtwellenleitern wird die Übertragung großer Datenmengen zum Kinderspiel: störungsfrei, abhörgeschützt und nahezu mit Lichtgeschwindigkeit. Selbst elektromagnetische Strahlungen beeinträchtigen die Übertragung nicht. Das HITRONIC® Programm bietet die richtige Lösung für den Innen- oder Außenbereich, für anspruchsvolle Bedingungen und sogar für den Einsatz in der Energieführungskette.



### **FLEXIMARK®** **Kennzeichnungssysteme**

Die Anforderung: eine dauerhafte Beschriftung. Die Lösung: FLEXIMARK®. Mit diesen durchdachten Systemen ist ein schneller Überblick im Schaltschrank keine Wunschvorstellung mehr. Von der einfachen Beschriftungsfläche für manuelle Markierungen bis hin zur elektronischen Kennzeichnung. Das FLEXIMARK® Programm garantiert Dauerhaftigkeit.

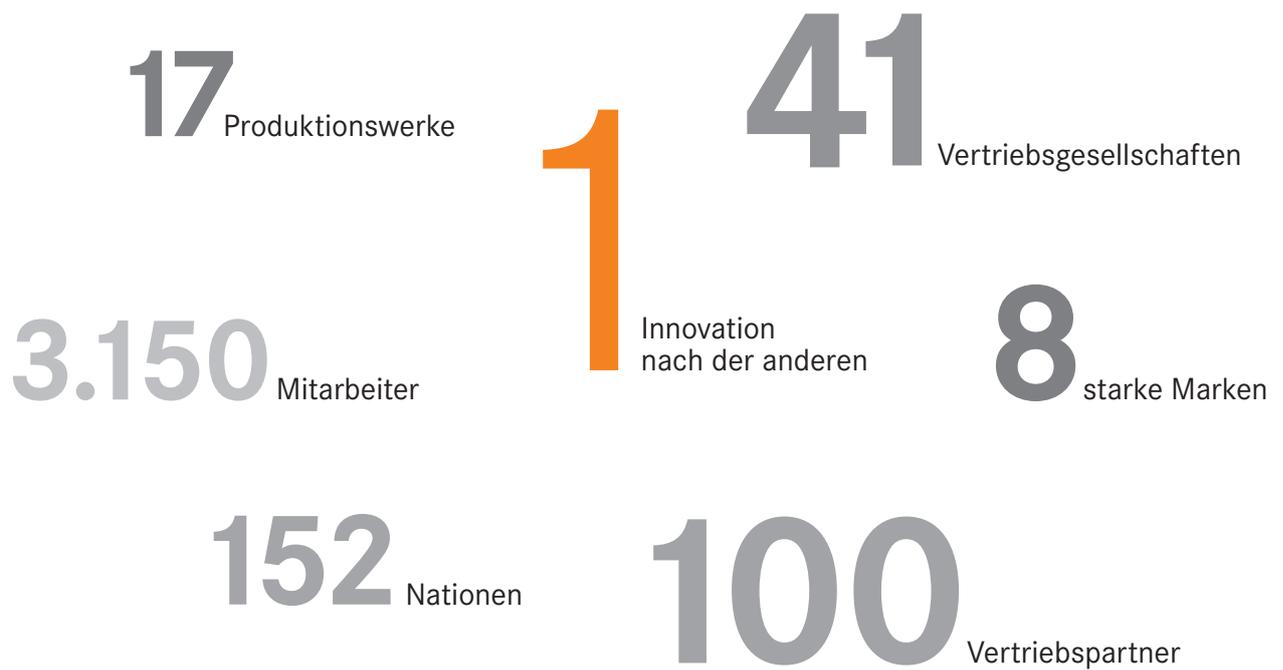
# Zuverlässig die Welt verbinden

Wir wollen Ihnen helfen, noch produktiver und erfolgreicher zu werden. Deswegen arbeiten wir ständig daran, unsere Prozesse zu optimieren. Wir tun alles dafür, für Sie immer die beste Lösung zu finden und Sie damit schnell, effizient und effektiv zu unterstützen.

Wo auch immer Sie sind – wir sind bei Ihnen. Mit unseren Werken, Vertriebsgesellschaften, Partnern und vor allem unseren kompetenten Beratungsteams bieten wir Ihnen umfassenden Service auf allen Kontinenten. Dass wir Kabeltechnologie nicht nur vertreiben,

sondern unsere Produkte auch selbst fertigen, ist auch für Sie von Vorteil: Als Hersteller mit 17 eigenen Produktionsstätten profitieren Sie von unserer Kompetenz in Entwicklung, Konstruktion und Herstellung von Kabeln, Systemprodukten und Kabelzubehör. Dank dieser Kompetenz können wir garantieren, dass Sie bei Lapp die Qualität bekommen, die Sie brauchen und die Sie erwarten.

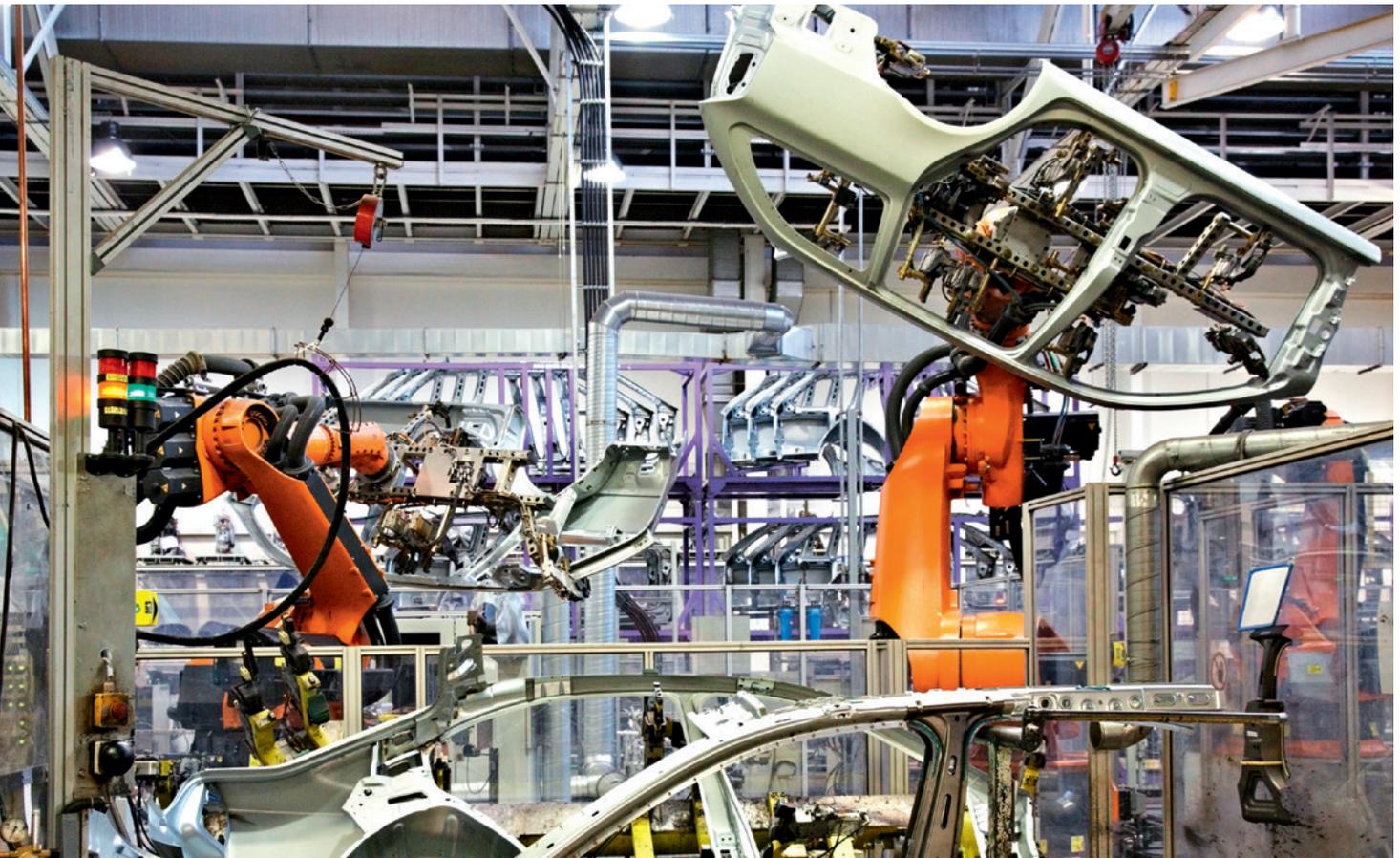
Auf Qualität von Lapp können Sie sich verlassen – überall auf der Welt. Dafür stehen auch unsere starken Marken.



[www.lappkabel.de/weltweit](http://www.lappkabel.de/weltweit)

# INDUSTRIAL ETHERNET





## Was ist Industrial Ethernet?

Der Ethernet-Standard ist wegen seiner Einfachheit in den Unternehmen nicht mehr wegzudenken.

Der Grund für die Akzeptanz und die Beliebtheit liegt nicht nur in der durchgängigen Vernetzung eines Unternehmens, sondern vielmehr daran, dass es die Basistechnologie für das größte Netzwerk der Welt bildet, das Internet. Das ETHERNET ist der meist benutzte Standard der Welt.

Die Vorteile des Ethernets und der damit verbundenen Vernetzung liegen klar auf der Hand:

- Nutzung von IT-Innovationen im Fertigungsumfeld
- Einfache und beliebige Erweiterungsmöglichkeiten
- Standardisierte Anschlusstechnik mit RJ45 oder M12
- Dynamische Bandbreitenanpassung mit 10/100 Mbit/s, 1 Gbit/s bis 10 Gbit/s
- Durchgängige Vernetzung von Office, Steuerungs- und Sensor/Aktor-Ebene

Aufgrund dieser Vorteile nutzen immer mehr Unternehmen die Leistungsfähigkeit des Ethernets auch für ihre Maschinen- und Anlagensteuerung sowohl in der Fertigungs- als auch in der Prozessautomatisierung. Mit Hilfe des Industrial Ethernet ist es nun möglich, die Office-Welt mit der Industrie-Welt zu verbinden. Dadurch wird eine durchgängige Kommunikation mit nur wenigen Schnittstellen und nahezu unendlich vielen Teilnehmern im Netzwerk ermöglicht. Z.B. eine Ferndiagnose über das Internet. Industrial Ethernet-Systeme wie PROFINET® sind spezielle Protokollvarianten und für den Einsatz in industriellen Anwendungen ideal geeignet.

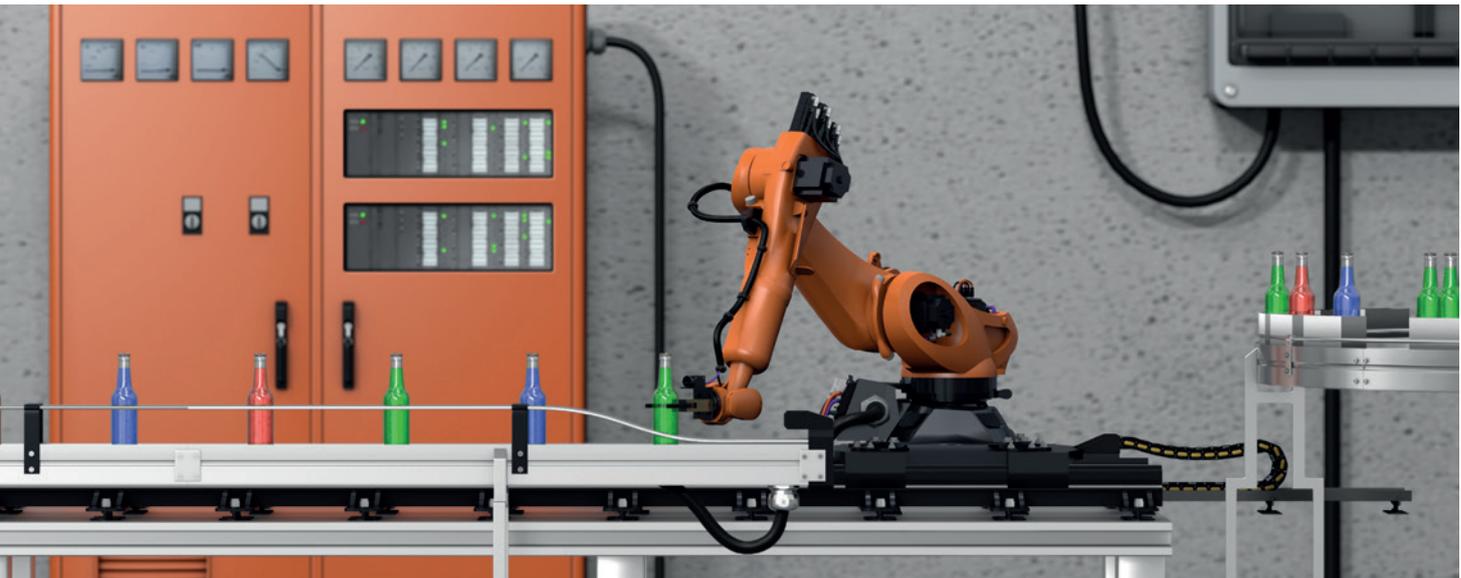
Durch seine Verwendung und die für den industriellen Einsatz ausgelegten Komponenten kann ein ebenenübergreifendes Netzwerk wie Ethernet gegenüber den kommerziellen Feldbussystemen weitere erhebliche Vorteile ermöglichen wie z. B.:

- Unternehmensweiter Zugriff und umfangreiche Verfügbarkeit von Business Intelligence
- Höhere Datenraten in kürzester Zeit für einen schnellen Informationsaustausch
- Verbesserung von Effizienz und Geschwindigkeit von Arbeitsabläufen und damit eine Steigerung der Energieeffizienz und Leistungsfähigkeit der Anlagen
- Kontinuierliche und koordinierte Überwachung und Steuerung der Anlagen zur Fertigungsoptimierung
- Verdrahtung von der Unternehmens-/Büroebene bis zur Geräteebene der Maschinen
- Einheitlicher Verkabelungs- und Anschlussstandard von der Unternehmens-/Büroebene bis zur Geräteebene der Maschinen

Für den physikalischen Anschluss der Ethernet-unterstützten Komponenten untereinander kann sich der Anwender zwischen einem Twisted-Pair-Kabel (TP), optischen Leitern oder drahtloser Technik entscheiden. Aufgrund der unterschiedlichen Übertragungsmedien ergeben sich verschiedene maximale Übertragungswege.

ÜBERTRAGUNGSSTRECKEN IN ABHÄNGIGKEIT VOM MEDIUM

	Medium	Kabel	Übertragungslänge	
ETHERNET	10 Base-T	Twisted Pair	100 m	
	10 Base-FL	62,5 µm, 50 µm Multimode LWL	2.000 m	
Fast ETHERNET	100 Base-TX	Twisted Pair	100 m	
	100 Base-FX	62,5 µm, 50 µm Multimode LWL FDX	412 m	
		62,5 µm, 50 µm Multimode LWL HDX	2.000 m	
Gigabit ETHERNET	1000 Base-CX	Twinax STP (150 Ω)	25 m	
	1000 Base-T	Twisted Pair	100 m	
		1000 Base-SX 850 nm	62,5 µm Multimode LWL	275 m
	50 µm Multimode LWL		550 m	
	1000 Base-LX 1300 nm		62,5 µm Multimode LWL	550 m
			50 µm Multimode LWL	550 m
10-Gigabit ETHERNET	10G Base-T	Twisted Pair	100 m	
		Singlemode LWL	10.000 m	
	10G Base-LX4 WWDM	Multimode LWL	300 m	
	10G Base-SR/SW 850 nm	62,5 µm Multimode LWL	26 m	
		50 µm Multimode LWL	82 m	
	10G Base-LR/LW 850 nm	Singlemode LWL	10.000 m	
	10G Base-ER/EW 1550 nm	Singlemode LWL	40.000 m	



Schauen Sie sich die PROFINET®-Animation von Lapp Group auf YouTube an.



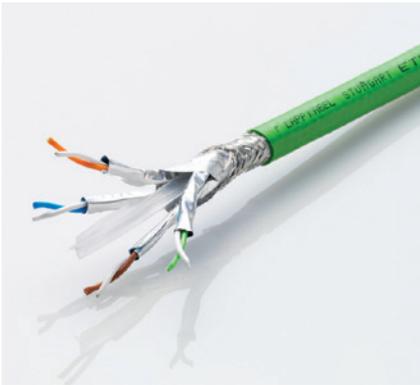
## Ihr Lösungsanbieter für PROFINET®-Verkabelung und -Anschluss

Um Ausfälle, Stillstandzeiten und Qualitätsprobleme zu vermeiden, können Sie auf das durchgängige und hochwertige Gesamtsystem der Verkabelungslösungen der Lapp Gruppe vertrauen. Dafür steht ein umfangreiches Sortiment an standardmäßigen sowie kundenindividuellen Lösungen zur Verfügung. Unsere große Palette an PROFINET®-Leitungen für jeglichen Einsatz wird in unserem Testzentrum und Labor genauestens unter die Lupe genommen. Für besonders hohe Anforderungen mit vielseitigen Einsatzmöglichkeiten, Flexibilität (wie in hochdynamisch bewegten Anwendungen mit Dauerbiegung und Torsion gefordert), chemischer und mechanischer Beständigkeit oder Zulassungen finden sich wahre Alleskönner im Lapp Sortiment.

Ob 4- oder 8-adrige PROFINET®-Leitungen der Marke ETHERLINE® oder Lichtwellenleiter als POF- oder PCF-Varianten aus unserem HITRONIC® Sortiment – die Lapp Gruppe hat für Ihre PROFINET®-Anwendung die richtige Verkabelungslösung.

Insbesondere bei Industrial Ethernet spielen einfach anzuschließende Steckverbinder eine wichtige Rolle. Ob der aus dem Büro bekannte RJ45 oder der im Industrieumfeld übliche M12. Das EPIC® Data-Steckverbinder Sortiment ist einfach an die passende Leitung anzuschließen – und das möglichst ohne Spezialwerkzeug. Das spart Zeit bei der Konfektionierung und letztlich Ihnen als unseren Kunden auch bares Geld.

Fertig umspritzte ETHERLINE® Konfektionen sind im Sortiment ebenfalls erhältlich. Mit diesen werksgeprüften Produkten erhalten Sie die bewährte Kabelqualität in Verbindung mit hochwertigen Steckverbindern. Garantiert dicht und garantierte Übertragungseigenschaften. So vermeiden Sie Zeit für das Konfektionieren, Unterschiede in der Anschlussqualität und erreichen sogar eine höhere Schutzklasse, als es bei frei konfektionierbaren Steckverbindern möglich ist.



### ETHERLINE® KUPFERLEITUNGEN

- Kupfer-Datenleitungen zur Übertragung in PROFINET®-Anwendungen
- Für nahezu jeden Einsatzbereich die richtige Leitung
- Alle gängigen Typen besitzen eine UL-Zertifizierung
- Spezialleitungen für hochflexible Anwendungen wie den Einsatz in Schleppketten oder auch für Torsionsapplikationen
- Für Datenübertragungsraten von 100 Mbit/s bis zu 10 Gbit/s mit Cat.7-Leitungen
- Beschaffenheit der Leitungen ist ausgelegt für den rauen industriellen Einsatz



### ETHERLINE® KONFEKTIONEN UND STECKVERBINDER

- Bewährte Leitungsqualität in Kombination mit hochwertigen Steckverbindern
- Hochflexible Leitungen für die Übertragungskategorie Cat.6A mit umspritzten X-codierten M12-Steckverbindern, geeignet für die Schleppkette oder bei Torsionsanwendungen
- Konfektionierbare Steckverbinder zur Montage im Feld – schnell und ohne Spezialwerkzeug
- RJ45-Steckverbinder in gerader oder gewinkelter Ausführung mit farblich gekennzeichnetem Adermanager zum einfachen Anschluss an 2- oder 4-paarige Leitungen



### HITRONIC® LICHTWELLENLEITER

- Lichtwellenleiter zur optischen Signalübertragung in PROFINET®-Anwendungen
- POF, PCF und GOF als Lichtwellenleiter-Fasertyp
- Kabelführungen für feste Verlegung (Typ B) oder hochflexiblen Einsatz (Typ C)
- Mantelausführungen in PVC für Standardanwendungen und in PUR für Anwendungen mit hoher mechanischer Belastung oder chemischer Beanspruchung in Industrieumgebung
- Auf Kabelführungen abgestimmtes Stecker- und Montageset-Programm
- Steckertypen LC, SC-RJ und ST(BFOC)

# Auswahlkriterien und Maßnahmen zur richtigen Anwendung von Kabeln und Leitungen im Allgemeinen

## Auswahlkriterium Isolations- und Mantelmaterialien

Jede Anwendung stellt individuelle Ansprüche an die Verkabelung. Um die passende Leitung für eine Applikation zu finden, kann die Auswahl des Außenmantelmaterials entscheidend sein.

Um einen Überblick über die Eigenschaften von verschiedenen Mantelmaterialien zu bekommen, sind in der Tabelle (unten links) vier typische Mantelmaterialien aufgelistet, die in PROFINET®-Anwendungen Verwendung finden.

Eine ausführliche Übersicht über alle Eigenschaften der ETHERLINE® und HITRONIC® Leitungen gibt Ihnen der Lapp Hauptkatalog in den technischen Tabellen und im Anhang.

[www.lappkabel.de/produkte](http://www.lappkabel.de/produkte)

Polyurethan (PUR) kommt bei Kabeln und Leitungen zum Einsatz, die für die dauernde Bewegung wie z.B. in Schleppkettenanwendungen oder Torsionsanwendungen konzipiert sind. Diese Leitungen müssen hier hohen mechanischen Belastungen wie Abrieb und Querdruck standhalten.

Polyvinylchlorid (PVC) wird bei Kabeln und Leitungen verwendet, die Anforderungen an Beständigkeit gegen chemische Medien oder Ölbeständigkeit erfüllen müssen. Des Weiteren sind PVC-Leitungen sehr flammwidrig.

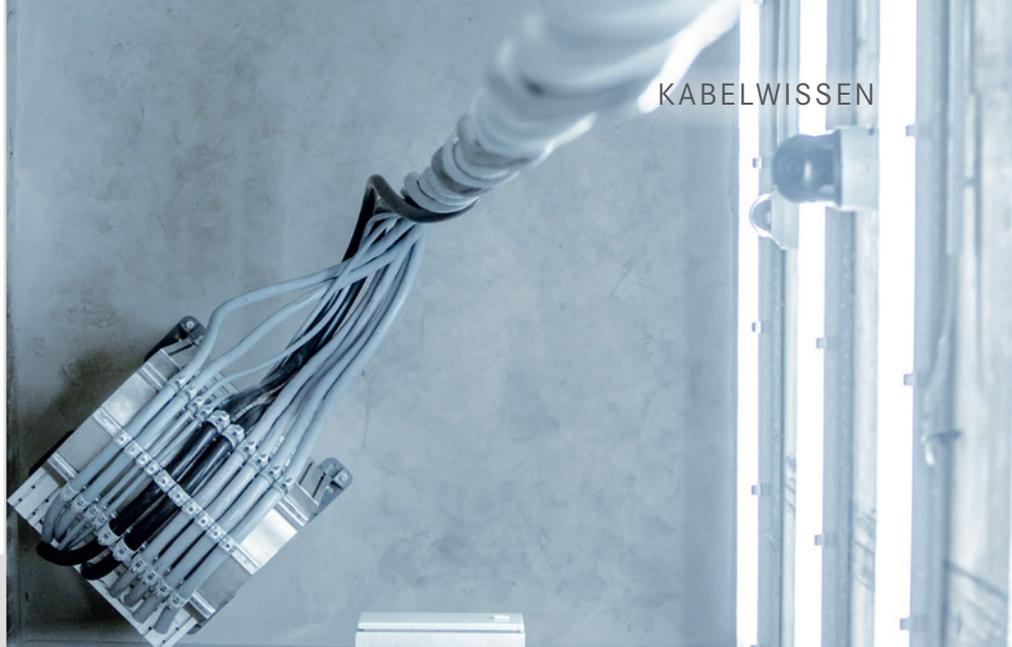
FRNC-Mantelmaterialien (flame retardant non corrosive) werden überall dort eingesetzt, wo Halogenfreiheit in Kombination mit einer geringen Abgabe giftiger Rauchgase im Brandfall gefordert ist. Diese Leitungen werden häufig als Verlegekabel in der Gebäudeinfrastruktur verwendet.

Polyethylen (PE) wird meist als Mantelmaterial für erdverlegbare Kabel genutzt. Weitere Einsatzgebiete können eine teils permanente Verlegung im Wasser oder Anwendungen im Freien sein. In Kombination mit einer Rußfüllung (schwarzes Mantelmaterial) bietet PE den optimalen Schutz vor UV-Strahlung.

EIGENSCHAFTEN VON ISOLATIONS- UND MANTELWERKSTOFFEN VON KABELN UND LEITUNGEN

	PUR	PVC	FRNC	PE
Halogenfreiheit	+	--	+	+
Flammwidrigkeit	+	+	+	•
Geringe Rauchgas-Entwicklung	•	-	++	-
Geringe Abgabe ätzender Gase	•	--	++	•
Geringe Rauchgas-Toxizität	•	-	++	•
Abriebfestigkeit	++	+	-	•
Abmantelbarkeit	-	+	+	•
Ölbeständigkeit	++	+	-	+
Säuren	--	+	+	++

Legende:  
 ++ = sehr gut    + = gut    • = mäßig    - = gering    -- = schlecht



### Kabel- und Leitungsanforderungen in hochdynamischen Systemen

Die zum Einsatz gebrachten Verkabelungs- und Anschlusslösungen (Datenleitungen, Anschluss- & Steuerleitungen, Steckverbinder und Kabelzubehör) erfahren während ihres Einsatzes die unterschiedlichsten mechanischen Belastungsfälle und müssen diesen unbeschadet über eine lange Zeit standhalten. Hier sprechen wir von Zug- und Schubbelastungen (Push & Pull), Druckbelastungen, von Biegung und Freiheitsgrad in der Biegung sowie von Torsionskräften.

Unter ‚Push & Pull‘-Kräften versteht man generell die Belastungen, die auf Leitungen und Stecker in Längsrichtung wirken. Diese Kräfte lassen sich generell in drei Kategorien unterscheiden:

- Statisch: vertikal hängende Leitungen unterliegen der Schwerkraft
- Dynamisch: horizontal bewegte Leitungen in einer Führungskette unterliegen Beschleunigungen. Zum Beispiel wird die Leitung bei Einsatz in Energieführungs-ketten während der Beschleunigung einer Zugkraft in beide Richtungen ausgesetzt
- Statisch und dynamisch: vertikal bewegte Leitungen in Führungskettensystemen, auf die sowohl Beschleunigungs- und Abbremskräfte als auch die Schwerkraft wirken

Eine weitere mechanische Belastung tritt auf die Leitungen bei der Biegung in Führungsketten auf. In Schleppketten verlegte Leitungen, müssen entsprechend schleppkettentauglich sein, denn sie sind über die gesamte Leitungslänge einer Dauerbiegebeanspruchung ausgesetzt. Dieser hoch-

dynamischen Belastung würde eine normale Leitung nicht standhalten! Weiterhin kommt auch noch eine kontinuierliche Wechselbiegung dazu.

Um bei einer solchen Applikation eine hohe Lebensdauer zu erzielen, ist neben den verwendeten Materialien der Biegeradius entscheidend. Hierbei ist zu beachten, dass der vorgegebene Mindestbiegeradius nicht unterschritten wird, da es sonst zum „Knicken“ der Leitung und damit zur Veränderung der Leitungseigenschaften kommt. Dabei besteht die Gefahr, dass sich der Leitungsaufbau verändert, z. B. durch die Veränderung des Abstandes der Adern zueinander oder das ein Isolations- oder Aderbruch auftritt. Bei Datenleitungen führt eine Veränderung der Aderpaarlage zueinander zu erhöhten Werten sowohl bei der Dämpfung als auch beim Wellenwiderstand. Werden z. B. diese Eigenschaften verändert, führt dies unweigerlich zum Abbruch der Übertragung bzw. zu einer Reduzierung der Datenübermittlungsrate.

Neben den o. g. Anwendungen in Führungssystemen (Schleppketten, Kabelschuttschläuchen) sind Anwendungen mit Torsions-Belastungen wie z. B. der Einsatz von Leitungen in Robotern oder Windkraftanlagen von großer Bedeutung für die Lebensdauer.

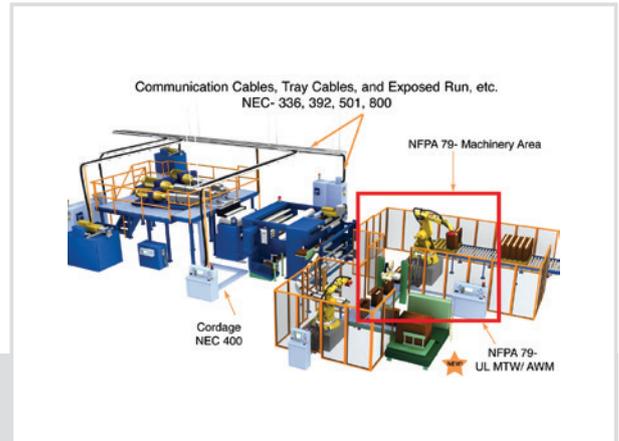
Bei Torsionsbelastungen treten Torsionskräfte auf, die die Leitung um die Längsachse in positiver und negativer Richtung verdrehen, was ebenfalls zu einer hohen dynamischen Belastung der Leitung führt.

### Leitungskriterien für den amerikanischen Markt

Für die Verwendung von Kabeln und Leitungen in Nordamerika und Kanada müssen diese zunächst auf potenzielle Gefahren wie z. B. ihre Brennbarkeit und elektrischen Stromschlag geprüft werden. Die Regeln hierfür sind im NEC (National Electrical Code) niedergeschrieben, welcher von der NFPA (National Fire Protection Association) herausgegeben wird. Aufgrund unterschiedlicher Einsatzgebiete der Kabel und Leitungen wurden unterschiedliche Anforderungen bzgl. des Brandverhaltens definiert.

Bei der bestimmungsgemäßen Verwendung von Kabeln und Leitungen wird des Weiteren zwischen „listed cables & wires“ und „Appliance Wiring Material“ unterschieden.

Die Abbildung zeigt die wichtigsten NEC- und NFPA-Regelcodes für eine industrielle Fertigungsstätte. Jeder Code erfordert unterschiedliche Anforderungen an die verwendeten Kabel und Leitungen.



**Listed cables & wires**

Für die erstgenannte Kategorie ist die feste Verkabelung in Gebäuden zu Wohnzwecken, zur gewerblichen sowie industriellen Nutzung festgelegt. Gelistete Kabel und Leitungen müssen nicht nur den entsprechenden individuellen UL-Produkt-Standards genügen, sondern auch in Übereinstimmung mit den entsprechenden Artikeln des NEC stehen. Der NEC enthält Festlegungen zur korrekten Verwendung von gelisteten Kabeln und Leitungen. Gelistete Kabel und Leitungen können sowohl zur werkseitigen Verdrahtung elektrischer Betriebsmittel, Geräte, Apparate und Maschinen als auch für „Vor-Ort-Verkabelung“ von Industriemaschinen und -anlagen gem. NFPA 79 verwendet werden.

**Appliance Wiring Material (AWM)**

AWM umfasst Kabel und Leitungen, vorgesehen für die Verwendung vollständig werkseitig verdrahteter elektrischer Betriebsmittel, Geräte, Apparate, Schaltschränke und Industriemaschinen. AWM ist nicht gedacht für eine direkte Vor-Ort-Verkabelung (field wiring). Kabel und Leitungen mit UL-Markierung im AWM-Stil sind für individuelle Anwendungen in Übereinstimmung mit ihrer individuellen Stil-Beschreibung einzusetzen. Die Verwendung von Kabeln mit AWM-Einstufung ist auf die Anwendungen beschränkt, die in der zugehörigen Beschreibung genannt werden ([www.ul.com](http://www.ul.com)).

**NEC**

Der NEC widmet im Artikel 800 den Datenleitungen das Kapitel „Communication Circuits“. Dabei wird in unterschiedliche Brandverhalten-Level unterschieden. Je höher das Level, desto höher die Anforderungen an das Brandverhalten. Die Level sind jeweils abwärtskompatibel (siehe Tabelle).

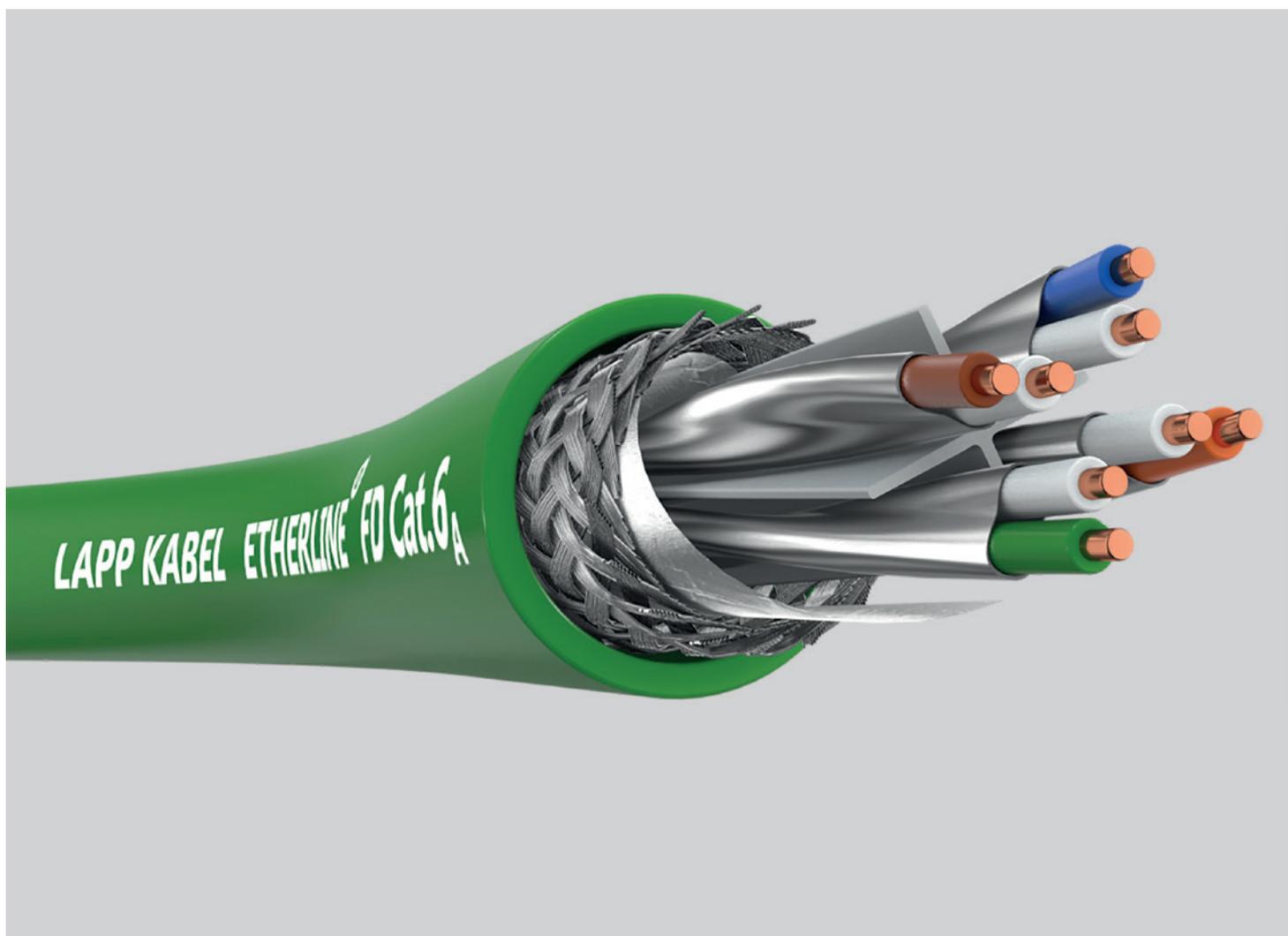
Einsatzgebiete der jeweiligen Zulassungen:

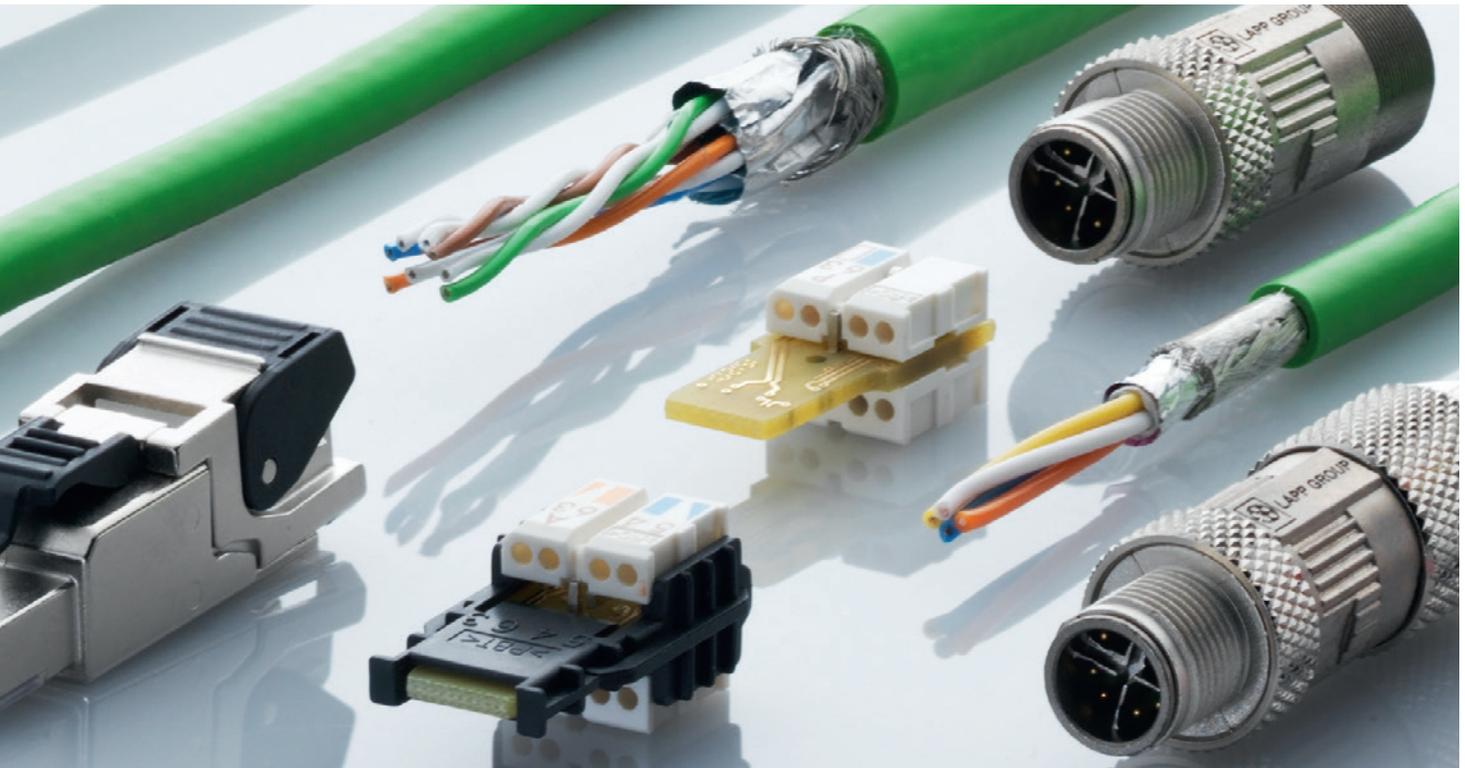
- Plenum: ohne zusätzlichen Schutz in geschlossenen Kabelkanälen über abgehängten Decken oder Luftversorgung
- Riser: Verlegung in Steigschacht zwischen min. 2 Stockwerken
- General purpose: allgemeine Anwendungen; im Maschinen- und Anlagenbau üblich
  - CMG/CM: Verbindung von Maschine bzw. Fertigungszelle zum Schaltschrank
  - PLTC: metallisch geschützte Verlegung auf offenen Kabelpritschen und zwischen anderen Geräten
  - PLTC-ER: freie und offene Verlegung auf Kabelpritsche und zwischen Kabelpritsche und Industriemaschine/Anlage
- Residential: CMX: begrenzt auf den Einsatz innerhalb einer Maschine bzw. Fertigungszelle (Automation Island)

NEC-HIERARCHIE

	Communication Cables	Nonconductive Optical Fiber Cables	Conductive Optical Fiber Cables	Tray Cables
<b>Plenum</b> FR-05 NFPA 262, UL910 (Steiner-Tunnel)	CMP ↓	OFNP ↓	OFCP ← OFNP → ↓	
<b>Riser</b> FR-04, UL 1666 (Vertical Shaft)	CMR ↓	OFNR ↓	OFNR → OFCR ↓	
<b>General purpose</b> FR-03, UL 1581 (Vertical Tray or CSA FT4)	CMG CM ↓	OFNG OFN ↓	OFNG → OFCG OFN → OFC ↓	TC-ER ↓ TC
<b>Residential</b> FR-02 UL 1581, VW-1 (Vertical Flame)	CMX ↓			

# KUPFERKABEL IM SPEZIELLEN





## Industrielle Verkabelung mit Kupferleitungen

Für die Verkabelung von Maschinen und Anlagen sowie für eine generische Verkabelung innerhalb eines Gebäudes wird häufig auf Kupferleitungen zurückgegriffen. Für unterschiedliche Anwendungsdienste und Services wurden durch die internatio-

nale Standardisierung Übertragungsklassen mit den dazugehörigen Übertragungskategorien für die Komponenten genormt. Die Kategorien sind jeweils abwärtskompatibel.

### ANWENDUNGSKLASSEN VON LAN-LEITUNGEN (KUPFERVERKABELUNG)

Anwendungsklasse	Kategorie	Übertragungsfrequenz	Dienste und Anwendungen
Klasse A	-	bis 100 kHz	
Klasse B	-	bis 1 MHz	Telefon, ISDN
Klasse C	Cat.3	bis 16 MHz	Tel, ISDN, TokenRing, Ethernet
Klasse D	Cat.5/5e	bis 100 MHz	100 Mbit/s (Fast Ethernet) 1Gbit/s (Gigabit Ethernet)
Klasse E	Cat.6	bis 250 MHz	100 Mbit/s (Fast Ethernet) 1Gbit/s (Gigabit Ethernet)
Klasse E <sub>A</sub>	Cat.6 <sub>A</sub>	bis 500 MHz	100 Mbit/s (Fast Ethernet) 1Gbit/s (Gigabit Ethernet) 10Gbit/s (10 Gigabit Ethernet)
Klasse F	Cat.7	bis 600 MHz	100 Mbit/s (Fast Ethernet) 1Gbit/s (Gigabit Ethernet) 10Gbit/s (10 Gigabit Ethernet)
Klasse F <sub>A</sub>	Cat.7 <sub>A</sub>	bis 1 GHz	100 Mbit/s (Fast Ethernet) 1Gbit/s (Gigabit Ethernet) 10Gbit/s (10 Gigabit Ethernet)

KABELAUFBAU



# PROFINET® im Allgemeinen/ Typenspezifikation nach PROFINET® Guideline

### Allgemeiner Aufbau

Datenleitungen können verschiedene Aufbauten besitzen. Ein allgemeiner Aufbau wird in der Abbildung oben gezeigt. Dabei erfüllen die jeweiligen Bestandteile folgende Aufgaben:

- Mantel: Schutz vor chemischen Mitteln oder mechanischen Einflüssen
- Schirmung:
  - Kupferabschirmgeflecht: Schutz vor äußeren EMV-Einflüssen
  - Folienschirm als Gesamtschirm: Schutz vor äußeren EMV-Einflüssen, Schutz gegen Nebensprechen von zwei Datenleitungen (von innen nach außen)
  - Folienschirm als Einzelpaarschirmung: Abschirmung der einzelnen Aderpaare gegeneinander (Reduzierung des Nah-Nebensprechens)
- Fast Connect-Mantel (optional): Mantel und Schirm werden auf richtige Länge gekürzt, für einen schnellen Anschluss an Stecker
- Aderisolation: Verantwortlich für die Übertragungseigenschaften, z. B. Kapazität oder Wellenwiderstand
- Leiter: elektrische Verbindung für Daten und Power

### PROFINET® Guideline

Das Industrial Ethernet-System PROFINET® wurde von der Siemens AG in Zusammenarbeit mit der PROFIBUS- & PROFINET®-Nutzerorganisation (PNO) entwickelt. Mittlerweile ist diese Nutzerorganisation weltweit tätig und hat Hunderte von Mitgliedern.

Das PROFINET®-System ist international in der IEC 61918 „Industrial communication networks – Installation of communication networks in industrial premises“ für die Verkabelung innerhalb und zwischen Automation Islands bzw. Fertigungsinseln spezifiziert. Die spezifische Infrastruktur für PROFINET®-Verkabelungs- und Anschlusslösungen ist wiederum in der IEC 61784-5-3 standardisiert. Sie umfasst sowohl die kupferbasierten als auch die fiber optischen Übertragungsmedien sowie die Übertragung über Wireless. Die „PROFINET® Cabling and Interconnection Technology Guideline“ wird von einer Arbeitsgruppe innerhalb der PNO erstellt. Diese Guideline gibt die IEC 61784-5-3 wieder. Sie spezifiziert für Kupferleitungen immer drei Kabeltypen, sowohl für 2- als auch für 4-paarige Leitungen. Dabei werden in dieser Spezifikation der Aufbau und die mechanischen und elektrischen Anforderungen genau festgelegt.

- Typ A: für feste Installation, keine Bewegung nach Installation (Massivleiter)
- Typ B: für flexible Installation, gelegentliche Bewegung der Leitung nach Installation (flexibler Leiter mit 7-drähtigem Aufbau)
- Typ C: für spezielle Anwendungen wie Einsatz in Energieführungsketten, Torsionsanwendungen usw. (Massivdraht oder flexibler Litzen-Leiter mit bis zu 19-drähtigem Aufbau)

Für die Hybridleitungen (Datenpaare und Steueradern) werden 2 Kabeltypen definiert.

- Typ B: für flexible Installation, gelegentliche Bewegung der Leitung nach Installation, Vibrationen
- Typ C: für spezielle Anwendungen wie Einsatz in Energieführungsketten, Torsionsanwendungen usw.

PROFINET® wurde zunächst nur für eine 100-Mbit/s-Datenübertragung mit 2-paarigen Cat.5-Leitungen spezifiziert. Um dieses Industrial Ethernet-System aber noch leistungsfähiger auszugestalten, sind seit 2013 auch 4-paarige Leitungen für eine Datenübertragung bis zu 10 Gbit/s standardisiert. Für die drei spezifizierten Leitungstypen wurden jeweils folgende Abmessungen festgelegt.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die erhältlichen Kabel und Leitungen der Lapp Gruppe für die spezifische Verkabelung nach PROFINET®-Vorgaben:

Anzahl der Paare/Leitungstyp	Typ A	Typ B	Typ C
2-paarig (2x2)	AWG22/1	AWG22/7	AWG22/1...19
4-paarig (4x2)	min. AWG23/1	min. AWG23/7	min. AWG24/1...19

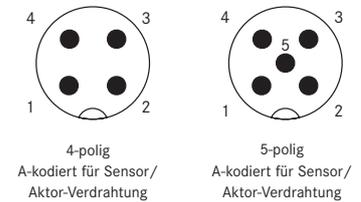
# Das komplette Programm: Sensor-/Aktor-Verkabelung

## PROFINET® Guideline

In der PROFINET® Guideline werden neben den Leitungen und Steckverbindungen für die Datenübertragung auch Steckverbinder für die Spannungsversorgung spezifiziert.

Ein Beispiel hieraus ist der M12 A-codierte Steckverbinder sowohl in Stecker- als auch in Buchsenausführung. Der M12-Steckverbinder entspricht der IEC 60512 und wird entweder als 5- oder 4-polige Ausführung festgelegt.

### M12-Polbilder (IEC 61076-2-101)



### Sensor-/Aktor-Einbausteckverbinder und konfektionierbare Steckverbinder

Für den Geräteanschluss empfehlen wir M12-Einbausteckverbinder mit integrierter Litze für den Leiterplattenkontakt. Zur schnellen Konfektionierung individueller Leitungslängen bei M8- und M12-Sensor-/

Aktor-Kabeln nutzen Sie frei konfektionierbare Steckverbinder. Ob mit Schraub- oder Schnellanschluss – wir liefern entsprechend Ihren Anforderungen.



### Sensor-/Aktor-Kabel

Sie müssen schnell Sensoren und Aktoren im Feld verkabeln? Kein Problem mit unserem umfangreichen Programm an vorkonfektionierten Leitungen mit M8-, M12- und Ventilsteckeranschluss.

Dank der Sensor-/Aktor-Kabelvarianten mit LEDs lassen sich Signalzustände einfach kontrollieren. Kabel mit geschirmter Leitung werden auch den Anforderungen an eine erhöhte EMV-Tauglichkeit gerecht.



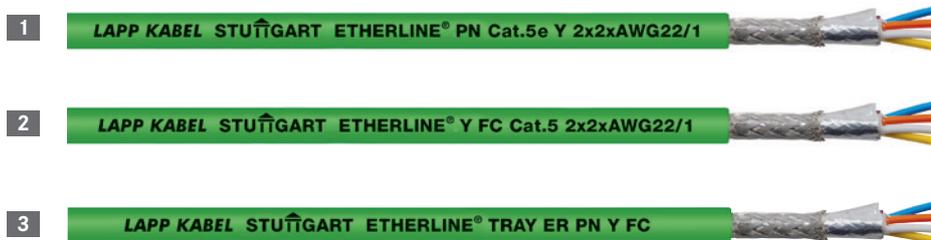
### Sensor-/Aktor-Boxen

Sensor-/Aktor-Boxen bieten in standardisierter Anschlusstechnik die Verbindung zu allen marktgängigen Sensoren und Aktoren und sind die Lösung zur Dezentralisierung kleiner E/A-Aufkommen. Ob zur Installation auf Profilen, auf ebenen Flächen oder Einbau unter schwierigen Bedingungen – das

Montagekonzept sorgt für Flexibilität und reduziert die Installationskosten. Die Geräte ermöglichen zwei Montagerichtungen und eignen sich für jeden Einsatz. Die Anordnung der Steckverbinder gewährleistet auch unter schwierigen Bedingungen ein Minimum an Montagezeit.

Das komplette Programm der Sensor/Aktor-Verkabelung finden Sie entweder im Automation & Network Guide oder auf der Homepage unter Zuhilfenahme unseres Kabelkonfigurationsfinder: [www.lappkabel.de/konfigurationsfinder](http://www.lappkabel.de/konfigurationsfinder)

# Kupferleitung 2-paarig



PROFINET® TYP A 2-PAARIG:  
CAT.5-LEITUNGEN FÜR DIE FESTE INSTALLATION

Produktbild	1	2	3
<b>Produkt</b>	<b>ETHERLINE® PN Cat.5e Y</b>	<b>ETHERLINE® Y FC Cat.5</b>	<b>ETHERLINE® TRAY ER PN Y FC Cat.5e</b>
Artikelnummer	2170891	2170893	2170879
Einsatzgebiet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für feste Installation zwischen Maschinen und Anlagen</li> <li>Maschinen-, Geräte- und Schaltschrankverdrahtung</li> <li>Einsatz in trockenen oder feuchten Räumen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für feste Installation zwischen Maschinen und Anlagen</li> <li>Maschinen-, Geräte- und Schaltschrankverdrahtung</li> <li>Einsatz in trockenen oder feuchten Räumen</li> <li>Auch geeignet für Außenanwendungen</li> <li>Verlegung auf geschlossenen Kabelpritschen</li> <li>Mit 600-V-Rating zur Verlegung neben spannungsführenden Leitungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für feste Installation zwischen Maschinen und Anlagen</li> <li>Maschinen-, Geräte- und Schaltschrankverdrahtung</li> <li>Einsatz in trockenen oder feuchten Räumen</li> <li>Auch geeignet für Außenanwendungen</li> <li>Verlegung auf offenen Kabelpritschen</li> <li>Mit 600-V-Rating zur Verlegung neben spannungsführenden Leitungen</li> </ul>
Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat.5 nach IEC 61156-5</li> <li>UL (CMX)-Zulassung</li> <li>Flammwidrig nach IEC 60332-1-2 und VW-1 nach UL 1581</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat.5 nach EN 50288-2-1</li> <li>UL (PLTC)- und UL (CMG)-Zulassung 75 °C</li> <li>AWM Style 21694</li> <li>Flammwidrig nach UL 1685 (CSA FT 4)</li> <li>UV-beständig nach UL 1581 Sec.1200</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat.5 nach EN 50288-2-1</li> <li>UL (PLTC-ER) und UL (CMG)-Zulassung 75 °C</li> <li>AWM Style 21694</li> <li>Flammwidrig nach UL 1685 (CSA FT 4)</li> <li>UV-beständig nach UL 1581 Sec.1200</li> </ul>
Temperaturbereich	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegt: -5 °C bis +50 °C</li> <li>Fest verlegt: -40 °C bis +75 °C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegt: -20 °C bis +60 °C</li> <li>Fest verlegt: -40 °C bis +80 °C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegt: -20 °C bis +60 °C</li> <li>Fest verlegt: -40 °C bis +80 °C</li> </ul>
Biegeradius	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegt: 7,5 x Leitungsdurchmesser</li> <li>Fest verlegt: 3 x Leitungsdurchmesser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegt: 15 x Leitungsdurchmesser</li> <li>Fest verlegt: 10 x Leitungsdurchmesser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegt: 15 x Leitungsdurchmesser</li> <li>Fest verlegt: 10 x Leitungsdurchmesser</li> </ul>
Aufbau der Leitung (innen nach außen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sternvierer-Aufbau</li> <li>Massiver blanker Kupferleiter mit PE-Isolation</li> <li>Doppelte Schirmung aus kunststoffkaschierter Folie und Geflechtschirm aus verzinnnten Kupferdrähten (85 % Bedeckungsgrad)</li> <li>PVC-Außenmantelmaterial</li> <li>Max. Außendurchmesser 6,5 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sternvierer-Aufbau</li> <li>Massiver blanker Kupferleiter mit PE-Isolation</li> <li>Innenmantel aus PVC für Fast Connect-System</li> <li>Doppelte Schirmung aus kunststoffkaschierter Folie und Geflechtschirm aus verzinnnten Kupferdrähten (85 % Bedeckungsgrad)</li> <li>PVC-Außenmantelmaterial</li> <li>Max. Außendurchmesser 6,8 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sternvierer-Aufbau</li> <li>Massiver blanker Kupferleiter mit PE-Isolation</li> <li>Innenmantel aus PVC für Fast Connect-System</li> <li>Doppelte Schirmung aus kunststoffkaschierter Folie und Geflechtschirm aus verzinnnten Kupferdrähten (85 % Bedeckungsgrad)</li> <li>PVC-Außenmantelmaterial</li> <li>Max. Außendurchmesser 6,8 mm</li> </ul>

# Kupferleitung 2-paarig



PROFINET® TYP B 2-PAARIG:  
CAT.5-LEITUNGEN FÜR DEN FLEXIBLEN EINSATZ

Produktbild	4	5	6	7
Produkt	ETHERLINE® PN Cat.5 Y FLEX FC	ETHERLINE® PN Cat.5 FRNC FLEX FC	ETHERLINE® MARINE FRNC FC Cat.5	ETHERLINE® Cat.5e 105 plus
Artikelnummer	2170886	2170890	2170889	2170636
Einsatzgebiet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für feste Installation und flexible Anwendungen zwischen Maschinen und Anlagen</li> <li>Maschinen-, Geräte- und Schaltschrankverdrahtung</li> <li>Einsatz in trockenen oder feuchten Räumen</li> <li>Auch geeignet für Außenanwendungen</li> <li>Verlegung auf geschlossenen Kabelpritschen</li> <li>Mit 600-V-Rating zur Verlegung neben spannungsführenden Leitungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für feste Installation und flexible Anwendungen zwischen Maschinen und Anlagen</li> <li>Maschinen-, Geräte- und Schaltschrankverdrahtung</li> <li>Einsatz in trockenen oder feuchten Räumen</li> <li>Verlegung auf geschlossenen Kabelpritschen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für feste Installation auf und unter Deck von zivilen Schiffen zwischen Maschinen und Anlagen</li> <li>Einsatz in trockenen oder feuchten Räumen</li> <li>Auch geeignet für Außenanwendungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Windkraftanlagen: für Verlegung in der Hohlwelle zwischen Getriebe und Pitchsystem</li> <li>Für feste Installation und flexible Anwendungen zwischen Maschinen und Anlagen</li> <li>Einsatz in trockenen oder feuchten Räumen</li> <li>Auch geeignet für Außenanwendungen</li> <li>Erhöht temperaturbeständig</li> </ul>
Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat.5 nach EN 50288-2-1</li> <li>UL (PLTC)- und UL (CMG)-Zulassung 75 °C</li> <li>AWM Style 21694</li> <li>Flammwidrig nach UL 1685 (CSA FT 4)</li> <li>UV-beständig nach UL 1581 Sec.1200</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat.5e nach EN 50288-2-1</li> <li>UL (PLTC)- und UL (CMG)-Zulassung 75 °C</li> <li>Flammwidrig nach UL 1685 (CSA FT 4)</li> <li>UV-beständig nach UL 1581 Sec.1200</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat.5 nach EN 50288-2-1</li> <li>Zulassungen: Germanischer Lloyd, Lloyds Register of Shipping, ABS Europe Ltd Bureau Veritas Det Norske Veritas (DNV)</li> <li>Flammwidrig nach IEC 60332-3</li> <li>Halogenfrei nach IEC 60754-1 und -2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat.5 nach IEC 61156-5</li> </ul>
Temperaturbereich	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegt: -20 °C bis +60 °C</li> <li>Fest verlegt: -40 °C bis +80 °C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegt: -25 °C bis +80 °C</li> <li>Fest verlegt: -25 °C bis +80 °C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegt: 0 °C bis +50 °C</li> <li>Fest verlegt: -25 °C bis +70 °C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fest verlegt: -40 °C bis +105 °C</li> <li>Bewegt: -30 °C bis +105 °C</li> <li>Kurzzeitig max. 4500 h: +120 °C</li> </ul>
Biegeradius	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegt: 15 x Leitungsdurchmesser</li> <li>Fest verlegt: 10 x Leitungsdurchmesser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegt: 8 x Leitungsdurchmesser</li> <li>Fest verlegt: 4 x Leitungsdurchmesser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Während Installation: 7,5 x Leitungsdurchmesser</li> <li>Feste Installation: 3 x Leitungsdurchmesser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Während Installation: 15 x Leitungsdurchmesser</li> <li>Feste Installation: 10 x Leitungsdurchmesser</li> </ul>
Aufbau der Leitung (innen nach außen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sternvierer-Aufbau</li> <li>Verzinnter 7-drähtiger Litzenleiter mit PE-Isolation</li> <li>Innenmantel aus PVC für Fast Connect-System</li> <li>Doppelte Schirmung aus kunststoffkaschierter Folie und Geflechtschirm aus verzinnnten Kupferdrähten (85 % Bedeckungsgrad)</li> <li>PVC-Außenmantelmaterial</li> <li>Max. Außendurchmesser 6,8 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sternvierer-Aufbau</li> <li>Verzinnter 7-drähtiger Litzenleiter mit PE-Isolation</li> <li>Innenmantel aus flammwidrigem halogenfreiem Material für Fast Connect-System</li> <li>Doppelte Schirmung aus kunststoffkaschierter Folie und Geflechtschirm aus verzinnnten Kupferdrähten (85 % Bedeckungsgrad)</li> <li>FRNC-Außenmantelmaterial</li> <li>Max. Außendurchmesser 6,8 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sternvierer-Aufbau</li> <li>Verzinnter 7-drähtiger Litzenleiter mit PE-Isolation</li> <li>Innenmantel aus flammwidrigem halogenfreiem Material für Fast Connect-System</li> <li>Doppelte Schirmung aus kunststoffkaschierter Folie und Geflechtschirm aus verzinnnten Kupferdrähten (85 % Bedeckungsgrad)</li> <li>FRNC-Außenmantelmaterial</li> <li>Max. Außendurchmesser 6,8 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sternvierer-Aufbau</li> <li>Blanker 7-drähtiger Litzenleiter mit PE-Isolation (wärmebeständig)</li> <li>Doppelte Schirmung aus kunststoffkaschierter Folie und Geflechtschirm aus verzinnnten Kupferdrähten (85 % Bedeckungsgrad)</li> <li>TPE-Außenmantelmaterial</li> <li>Max. Außendurchmesser 6,5 mm</li> </ul>

# Kupferleitung 2-paarig

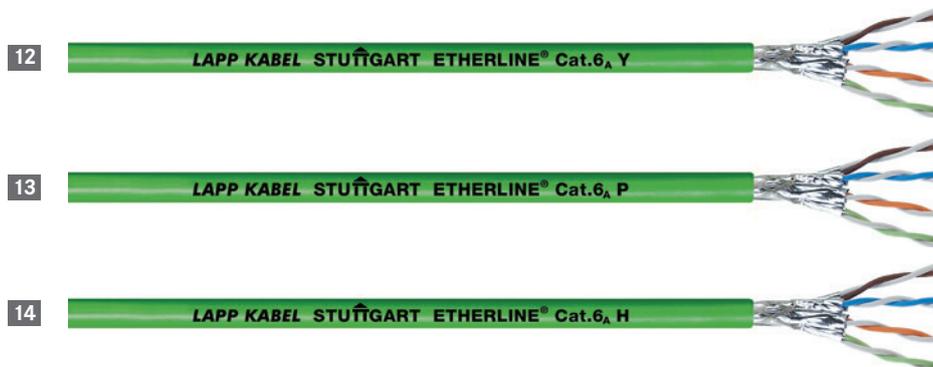


PROFINET® TYP C 2-PAARIG:

CAT.5-LEITUNGEN FÜR DEN SPEZIELLEN EINSATZ

Produktbild	8	9	10	11
<b>Produkt</b>	<b>ETHERLINE® FD P FC Cat.5</b>	<b>ETHERLINE® TORSION Cat.5</b>	<b>ETHERLINE® Cat.5 ARM</b>	<b>ETHERLINE® Y Cat.5e BK</b>
Artikelnummer	2170894	2170888	2170496	2170901
Einsatzgebiet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für hochflexible Anwendungen wie Einsatz in Schleppketten</li> <li>Maschinen-, Geräte- und Schaltschrankverdrahtung</li> <li>Einsatz in trockenen oder feuchten Räumen</li> <li>Auch geeignet für Außenanwendungen</li> <li>Weitgehend beständig gegen Öle und Fette</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für hochflexible Anwendungen wie Einsatz in Torsionsanwendungen</li> <li>Für min. 1 Mio. Zyklen bei <math>\pm 180^\circ/\text{m}</math></li> <li>Maschinen-, Geräte- und Schaltschrankverdrahtung</li> <li>Einsatz in trockenen oder feuchten Räumen</li> <li>Auch geeignet für Außenanwendungen</li> <li>Weitgehend beständig gegen Öle und Fette</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für feste Installation zwischen Maschinen und Anlagen</li> <li>Für erhöhte mechanische Beanspruchungen</li> <li>Nagetierschutz durch zwei Lagen galvanisiertes Stahlband</li> <li>Einsatz in trockenen oder feuchten Räumen</li> <li>Auch geeignet für Außenanwendungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für feste Installation und flexible Anwendungen zwischen Maschinen und Anlagen</li> <li>Maschinen-, Geräte- und Schaltschrankverdrahtung</li> <li>Einsatz in trockenen oder feuchten Räumen</li> <li>Auch geeignet für Außenanwendungen</li> </ul>
Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat.5 nach EN 50288-2-2</li> <li>UL(CMX)-Zulassung</li> <li>Flammwidrig nach UL 1581 (VW-1)</li> <li>Halogenfreiheit nach VDE 0472-815</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat.5 nach EN 50288-2-2</li> <li>UL(AWM)-Style 21161 (80 °C)</li> <li>Flammwidrig nach IEC 60332-1-2 und UL 1581 (Horizontal Flame Test)</li> <li>Halogenfreiheit nach VDE 0472-815</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat.5 nach EN 50288-2-1</li> <li>UV-beständig</li> <li>Hydrolysebeständig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat.5 nach IEC 61156-5</li> <li>Flammwidrig nach IEC 60332-1-2</li> <li>UV-beständig</li> </ul>
Temperaturbereich	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegt: -20 °C bis +60 °C</li> <li>Fest verlegt: -30 °C bis +70 °C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegt: -40 °C bis +80 °C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegt: -20 °C bis +60 °C</li> <li>Fest verlegt: -40 °C bis +70 °C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fest verlegt: -40 °C bis +80 °C</li> </ul>
Biegeradius	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegt: 8 x Leitungsdurchmesser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegt: 5 x Leitungsdurchmesser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegt: 15 x Leitungsdurchmesser</li> <li>Fest verlegt: 10 x Leitungsdurchmesser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegt: 15 x Leitungsdurchmesser</li> <li>Fest verlegt: 10 x Leitungsdurchmesser</li> </ul>
Aufbau der Leitung (innen nach außen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sternvierer-Aufbau</li> <li>Verzinnter 7-drähtiger Litzenleiter mit PE-Isolation</li> <li>Innenmantel aus flammwidrigem halogenfreien Material für Fast Connect System</li> <li>Doppelte Schirmung aus kunststoffkaschierter Folie und Geflechtschirm aus verzinnnten Kupferdrähten (85 % Bedeckungsgrad)</li> <li>PUR-Außenmantelmaterial, grün RAL 6018</li> <li>Max. Außendurchmesser 6,8 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sternvierer-Aufbau</li> <li>Verzinnter 19-drähtiger Litzenleiter mit Foam-Skin PE-Isolation</li> <li>Vlies Geflechtschirm aus verzinnnten Kupferdrähten (85 % Bedeckungsgrad)</li> <li>PUR-Außenmantelmaterial, grün RAL 6018</li> <li>Max. Außendurchmesser 6,8 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sternvierer-Aufbau</li> <li>Massiver blanker Kupferleiter mit PE-Isolation</li> <li>Plastikband</li> <li>Innenmantel aus PVC-Material für Fast Connect-System</li> <li>Doppelte Schirmung aus kunststoffkaschierter Folie und Geflechtschirm aus verzinnnten Kupferdrähten (85 % Bedeckungsgrad)</li> <li>PVC-Innenmantel, grün;</li> <li>Max. Außendurchmesser 6,7 mm</li> <li>2 Lagen galvanisiertes Stahlband</li> <li>PE-Außenmantelmaterial, schwarz</li> <li>Max. Außendurchmesser 9,8 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sternvierer-Aufbau</li> <li>Blanker 7-drähtiger Litzenleiter mit PE-Isolation</li> <li>Doppelte Schirmung aus kunststoffkaschierter Folie und Geflechtschirm aus verzinnnten Kupferdrähten (85 % Bedeckungsgrad)</li> <li>PVC-Außenmantelmaterial, schwarz</li> <li>Max. Außendurchmesser 6,5 mm</li> </ul>

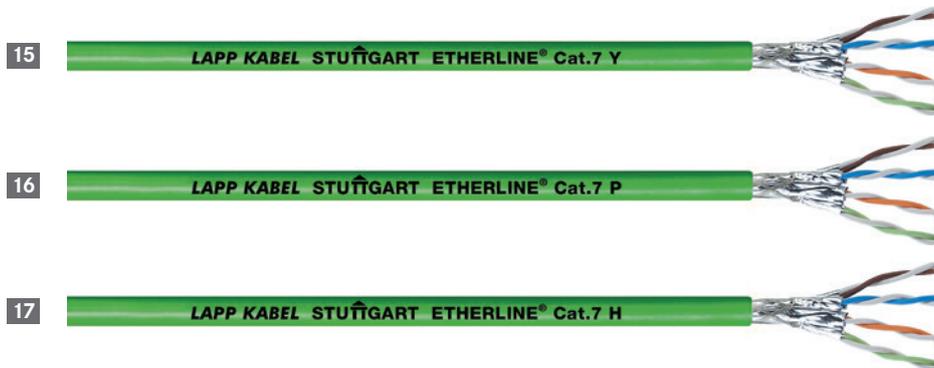
# Kupferleitung 4-paarig



PROFINET® TYP A 4-PAARIG:  
CAT.6A-LEITUNGEN FÜR DIE FESTE INSTALLATION

Produktbild	12	13	14
Produkt	ETHERLINE® Cat.6A Y	ETHERLINE® Cat.6A P	ETHERLINE® Cat.6A H
Artikelnummer	2170464	2170465	2170466
Einsatzgebiet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für feste Installation zwischen Maschinen und Anlagen</li> <li>Maschinen-, Geräte- und Schaltschrankverdrahtung</li> <li>Einsatz in trockenen oder feuchten Räumen</li> <li>Verlegung auf geschlossenen Kabeltrassen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für feste Installation zwischen Maschinen und Anlagen</li> <li>Maschinen-, Geräte- und Schaltschrankverdrahtung</li> <li>Einsatz in trockenen oder feuchten Räumen</li> <li>Für erhöhte mechanische Ansprüche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für feste Installation zwischen Maschinen und Anlagen</li> <li>Maschinen-, Geräte- und Schaltschrankverdrahtung</li> <li>Einsatz in trockenen oder feuchten Räumen</li> <li>Wo Halogenfreiheit gefordert ist</li> </ul>
Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat.6A nach IEC 61156-5</li> <li>UL (CMG)-Zulassung 75 °C</li> <li>Flammwidrig nach IEC 60332-3-24 und FT4 nach UL 1685/CSA</li> <li>Ölbeständig I nach UL 1581 Sec. 480</li> <li>UV-beständig nach UL 1581 Sec.1200</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat.6A nach IEC 61156-5</li> <li>UL (CMX)-Zulassung 75 °C</li> <li>Flammwidrig nach IEC 60332-1-2 und VW-1 nach UL 1581 Sec. 1080</li> <li>Ölbeständig nach IEC 60811-2-1 bzw. DIN VDE 0282 Teil 10</li> <li>Halogenfrei nach IEC 60754 bzw. DIN VDE 0472 Teil 815</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat.6A nach IEC 61156-5</li> <li>Flammwidrig nach IEC 60332-3-24</li> <li>Halogenfrei nach IEC 60754 bzw. DIN VDE 0472 Teil 815</li> </ul>
Temperaturbereich	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fest verlegt: -40 °C bis +80 °C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fest verlegt: -40 °C bis +80 °C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fest verlegt: -25 °C bis +80 °C</li> </ul>
Biegeradius	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fest verlegt: 10 x Leitungsdurchmesser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fest verlegt: 10 x Leitungsdurchmesser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fest verlegt: 10 x Leitungsdurchmesser</li> </ul>
Aufbau der Leitung (innen nach außen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 Adern zum Paar verseilt, 4 geschirmte Paare zur Kabelseele (4x2xAWG22)</li> <li>Massiver blanker Kupferleiter mit Foam-Skin-PE-Isolation</li> <li>Paarschirmung aus kunststoffkaschierter Folie</li> <li>Gesamtschirmung aus Geflecht aus verzinnnten Kupferdrähten (85 % Bedeckungsgrad)</li> <li>PVC-Außenmantelmaterial</li> <li>Max. Außendurchmesser 9,0 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 Adern zum Paar verseilt, 4 geschirmte Paare zur Kabelseele (4x2xAWG22)</li> <li>Massiver blanker Kupferleiter mit Foam-Skin-PE-Isolation</li> <li>Paarschirmung aus kunststoffkaschierter Folie</li> <li>Gesamtschirmung aus Geflecht aus verzinnnten Kupferdrähten (85 % Bedeckungsgrad)</li> <li>PUR-Außenmantelmaterial</li> <li>Max. Außendurchmesser 9,0 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 Adern zum Paar verseilt, 4 geschirmte Paare zur Kabelseele (4x2xAWG22)</li> <li>Massiver blanker Kupferleiter mit Foam-Skin-PE-Isolation</li> <li>Paarschirmung aus kunststoffkaschierter Folie</li> <li>Gesamtschirmung aus Geflecht aus verzinnnten Kupferdrähten (85 % Bedeckungsgrad)</li> <li>FRNC-Außenmantelmaterial</li> <li>Max. Außendurchmesser 9,0 mm</li> </ul>

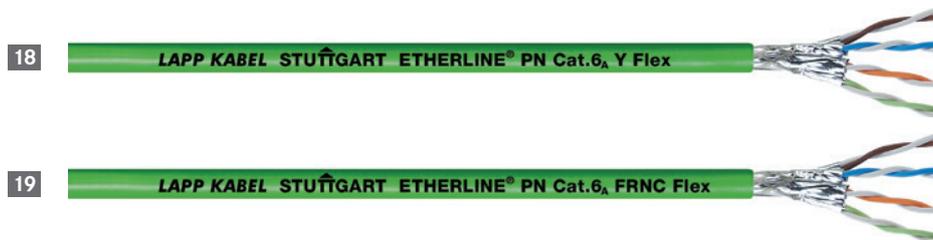
# Kupferleitung 4-paarig



PROFINET® TYP A 4-PAARIG:  
CAT.7-LEITUNGEN FÜR DIE FESTE INSTALLATION

Produktbild	15	16	17
Produkt	ETHERLINE® Cat.7 Y	ETHERLINE® Cat.7 P	ETHERLINE® Cat.7 H
Artikelnummer	2170474	2170475	2170476
Einsatzgebiet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für feste Installation zwischen Maschinen und Anlagen</li> <li>Maschinen-, Geräte- und Schaltschrankverdrahtung</li> <li>Einsatz in trockenen oder feuchten Räumen</li> <li>Verlegung auf geschlossenen Kabelpritschen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für feste Installation zwischen Maschinen und Anlagen</li> <li>Maschinen-, Geräte- und Schaltschrankverdrahtung</li> <li>Einsatz in trockenen oder feuchten Räumen</li> <li>Für erhöhte mechanische Ansprüche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für feste Installation zwischen Maschinen und Anlagen</li> <li>Maschinen-, Geräte- und Schaltschrankverdrahtung</li> <li>Einsatz in trockenen oder feuchten Räumen</li> <li>Wo Halogenfreiheit gefordert ist</li> </ul>
Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat.7 nach IEC 61156-5</li> <li>UL (CMG)-Zulassung 75 °C</li> <li>Flammwidrig nach IEC 60332-3-24 und FT4 nach UL 1685/CSA</li> <li>Ölbeständig I nach UL 1581 Sec. 480</li> <li>UV-beständig nach UL 1581 Sec. 1200</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat.7 nach IEC 61156-5</li> <li>UL (CMX)-Zulassung 75 °C</li> <li>Flammwidrig nach IEC 60332-1-2 und VW-1 nach UL 1581 Sec. 1080</li> <li>Ölbeständig nach IEC 60811-2-1 bzw. DIN VDE 0282 Teil 10</li> <li>Halogenfrei nach IEC 60754 bzw. DIN VDE 0472 Teil 815</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat.7 nach IEC 61156-5</li> <li>Flammwidrig nach IEC 60332-3-24</li> <li>Halogenfrei nach IEC 60754 bzw. DIN VDE 0472 Teil 815</li> </ul>
Temperaturbereich	• Fest verlegt: -40 °C bis +80 °C	• Fest verlegt: -40 °C bis +80 °C	• Fest verlegt: -25 °C bis +80 °C
Biegeradius	• Fest verlegt: 10 x Leitungsdurchmesser	• Fest verlegt: 10 x Leitungsdurchmesser	• Fest verlegt: 10 x Leitungsdurchmesser
Aufbau der Leitung (innen nach außen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 Adern zum Paar verseilt, 4 geschirmte Paare zur Kabelseele (4x2xAWG22)</li> <li>Massiver blanker Kupferleiter mit Foam-Skin-PE-Isolation</li> <li>Paarschirmung aus kunststoffkaschierter Folie</li> <li>Gesamtschirmung aus Geflecht aus verzinnnten Kupferdrähten (85 % Bedeckungsgrad)</li> <li>PVC-Außenmantelmaterial</li> <li>Max. Außendurchmesser 9,0 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 Adern zum Paar verseilt, 4 geschirmte Paare zur Kabelseele (4x2xAWG22)</li> <li>Massiver blanker Kupferleiter mit Foam-Skin-PE-Isolation</li> <li>Paarschirmung aus kunststoffkaschierter Folie</li> <li>Gesamtschirmung aus Geflecht aus verzinnnten Kupferdrähten (85 % Bedeckungsgrad)</li> <li>PUR-Außenmantelmaterial</li> <li>Max. Außendurchmesser 9,0 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 Adern zum Paar verseilt, 4 geschirmte Paare zur Kabelseele (4x2xAWG22)</li> <li>Massiver blanker Kupferleiter mit Foam-Skin-PE-Isolation</li> <li>Paarschirmung aus kunststoffkaschierter Folie</li> <li>Gesamtschirmung aus Geflecht aus verzinnnten Kupferdrähten (85 % Bedeckungsgrad)</li> <li>FRNC-Außenmantelmaterial</li> <li>Max. Außendurchmesser 9,0 mm</li> </ul>

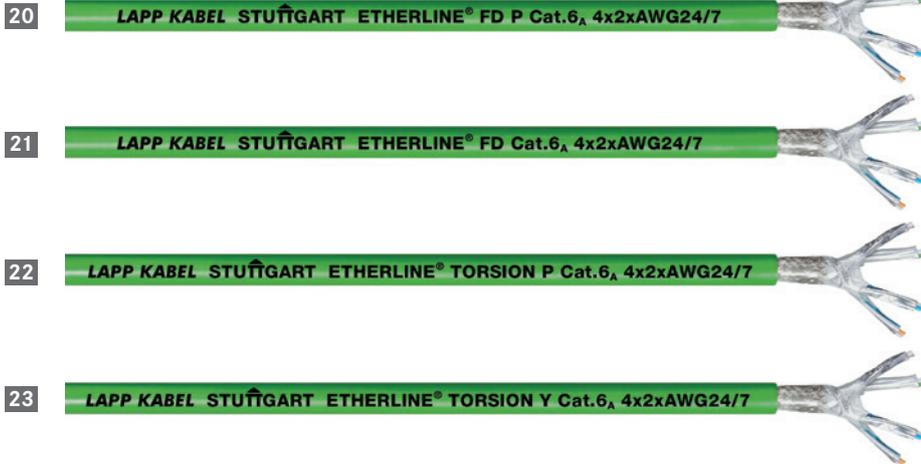
# Kupferleitung 4-paarig



PROFINET® TYP B 4-PAARIG:  
CAT.6A-LEITUNGEN FÜR DEN FLEXIBLEN EINSATZ

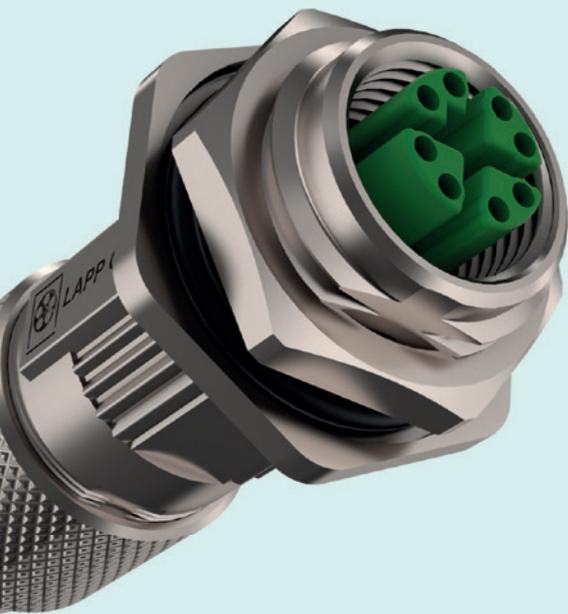
Produktbild	18	19
<b>Produkt</b>	<b>ETHERLINE® PN Cat.6A Y FLEX</b>	<b>ETHERLINE® PN Cat.6A FRNC FLEX</b>
Artikelnummer	2170930	2170931
Einsatzgebiet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Für feste Installation und flexible Anwendungen zwischen Maschinen und Anlagen</li> <li>• Maschinen-, Geräte- und Schaltschrankverdrahtung</li> <li>• Einsatz in trockenen oder feuchten Räumen</li> <li>• Verlegung auf geschlossenen Kabelpritschen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Für feste Installation und flexible Anwendungen zwischen Maschinen und Anlagen</li> <li>• Maschinen-, Geräte- und Schaltschrankverdrahtung</li> <li>• Einsatz in trockenen oder feuchten Räumen</li> <li>• Wo Halogenfreiheit gefordert ist</li> </ul>
Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cat.6A nach IEC 61156-5</li> <li>• UL (CMG)-Zulassung 75 °C</li> <li>• Flammwidrig nach IEC 60332-3-24 und UL 1685 (CSA FT 4)</li> <li>• Ölbeständig I nach UL 1581 Sec. 480</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cat.6A nach IEC 61156-5</li> <li>• UL (CM)-Zulassung</li> <li>• Flammwidrig nach IEC 60332-1-2</li> </ul>
Temperaturbereich	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegt/fest verlegt: -10 °C bis +70 °C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fest verlegt: -25 °C bis +80 °C</li> </ul>
Biegeradius	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegt: 15 x Leitungsdurchmesser</li> <li>• Fest verlegt: 8 x Leitungsdurchmesser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegt: 15 x Leitungsdurchmesser</li> <li>• Fest verlegt: 8 x Leitungsdurchmesser</li> </ul>
Aufbau der Leitung (innen nach außen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 Adern zum Paar verseilt, 4 geschirmte Paare zur Kabelseele (4x2xAWG23)</li> <li>• Verzinnter 7-drähtiger Litzenleiter mit Foam Skin PE-Isolation</li> <li>• Paarschirmung aus kunststoffkaschierter Folie</li> <li>• Gesamtschirmung aus Geflecht aus verzinnnten Kupferdrähten (85 % Bedeckungsgrad)</li> <li>• PVC-Außenmantelmaterial</li> <li>• Max. Außendurchmesser 9,0 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 Adern zum Paar verseilt, 4 geschirmte Paare zur Kabelseele (4x2xAWG23)</li> <li>• Verzinnter 7-drähtiger Litzenleiter mit Foam Skin PE-Isolation</li> <li>• Paarschirmung aus kunststoffkaschierter Folie</li> <li>• Gesamtschirmung aus Geflecht aus verzinnnten Kupferdrähten (85 % Bedeckungsgrad)</li> <li>• FRNC-Außenmantelmaterial</li> <li>• Max. Außendurchmesser 9,0 mm</li> </ul>

# Kupferleitung 4-paarig



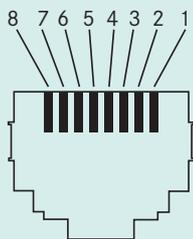
PROFINET® TYP C 4-PAARIG:  
CAT.6<sub>A</sub>-LEITUNGEN FÜR DEN SPEZIELLEN EINSATZ

Produktbild	20	21	22	23
<b>Produkt</b>	ETHERLINE® FD P Cat.6 <sub>A</sub>	ETHERLINE® FD Cat.6 <sub>A</sub>	ETHERLINE® TORSION P Cat.6 <sub>A</sub>	ETHERLINE® TORSION Y Cat.6 <sub>A</sub>
<b>Artikelnummer</b>	2170484	2170485	2170483	2170482
<b>Einsatzgebiet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für hochflexible Anwendungen wie Einsatz in Schleppketten</li> <li>Min. 2,5 Mio. Biegezyklen</li> <li>Maschinen-, Geräte- und Schaltschrankverdrahtung</li> <li>Einsatz in trockenen oder feuchten Räumen</li> <li>Auch geeignet für Außenanwendungen</li> <li>Weitgehend beständig gegen Öle und Fette</li> <li>1000-V-Rating erlaubt die Leitungsverlegung neben spannungsführenden Leitungen (nach UL 758)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für hochflexible Anwendungen wie Einsatz in Schleppketten</li> <li>Min. 2,5 Mio. Biegezyklen</li> <li>Maschinen-, Geräte- und Schaltschrankverdrahtung</li> <li>Einsatz in trockenen oder feuchten Räumen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für Torsionsanwendungen, z. B. in Windkraftanlagen</li> <li>Min. 1 Mio. Zyklen bei einer Bewegung von ±180°/Meter</li> <li>Maschinen-, Geräte- und Schaltschrankverdrahtung</li> <li>Einsatz in trockenen oder feuchten Räumen</li> <li>Auch geeignet für Außenanwendungen</li> <li>Weitgehend beständig gegen Öle und Fette</li> <li>1000-V-Rating erlaubt die Leitungsverlegung neben spannungsführenden Leitungen (nach UL 758)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für Torsionsanwendungen, z. B. in Windkraftanlagen</li> <li>Min. 1 Mio. Zyklen bei einer Bewegung von ±180°/Meter</li> <li>Maschinen-, Geräte- und Schaltschrankverdrahtung</li> <li>Einsatz in trockenen oder feuchten Räumen</li> </ul>
<b>Eigenschaften</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat.6<sub>A</sub> nach IEC 61156-6</li> <li>UL (CMX)-Zulassung</li> <li>UL (AWM) Style 21576 (1000 V, 80 °C)</li> <li>Flammwidrig nach UL 1581 (VW-1)</li> <li>Ölbeständig nach IEC 60811-2-1</li> <li>Halogenfreiheit nach VDE 0472-815</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat.6<sub>A</sub> nach IEC 61156-6</li> <li>UL (CM)-Zulassung</li> <li>Flammwidrig nach IEC 60332-1-2, Vertical Tray nach UL 1685</li> <li>Ölbeständig nach IEC 60811-2-1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat.6<sub>A</sub> nach IEC 61156-6</li> <li>UL (CMX)-Zulassung</li> <li>UL (AWM) Style 21576 (1000 V, 80 °C)</li> <li>Flammwidrig nach UL 1581 (VW-1)</li> <li>Ölbeständig nach IEC 60811-2-1</li> <li>Halogenfreiheit nach VDE 0472-815</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cat.6<sub>A</sub> nach IEC 61156-6</li> <li>UL (CM)-Zulassung</li> <li>Flammwidrig nach IEC 60332-1-2, Vertical Tray nach UL 1685</li> <li>Ölbeständig nach IEC 60811-2-1</li> </ul>
<b>Temperaturbereich</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegt: -30 °C bis +70 °C</li> <li>Fest verlegt: -40 °C bis +80 °C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegt: -10 °C bis +70 °C</li> <li>Fest verlegt: -40 °C bis +80 °C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegt: -30 °C bis +70 °C</li> <li>Fest verlegt: -40 °C bis +80 °C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegt: -10 °C bis +70 °C</li> <li>Fest verlegt: -40 °C bis +80 °C</li> </ul>
<b>Biegeradius</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegt: 15 x Leitungsdurchmesser</li> <li>Fest verlegt: 8 x Leitungsdurchmesser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegt: 15 x Leitungsdurchmesser</li> <li>Fest verlegt: 8 x Leitungsdurchmesser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegt: 15 x Leitungsdurchmesser</li> <li>Fest verlegt: 8 x Leitungsdurchmesser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewegt: 15 x Leitungsdurchmesser</li> <li>Fest verlegt: 8 x Leitungsdurchmesser</li> </ul>
<b>Aufbau der Leitung (innen nach außen)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 Adern zum Paar verseilt, 4 geschirmte Paare zur Kabelseele (4x2xAWG24)</li> <li>Verzinnter 7-drähtiger Litzenleiter mit Foam Skin PE-Isolation</li> <li>Paarschirmung aus kunststoffkaschierter Folie</li> <li>Gesamtschirmung aus Geflecht aus verzinnnten Kupferdrähten (85 % Bedeckungsgrad)</li> <li>PUR-Außenmantelmaterial</li> <li>Max. Außendurchmesser 9,0 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 Adern zum Paar verseilt, 4 geschirmte Paare zur Kabelseele (4x2xAWG24)</li> <li>Verzinnter 7-drähtiger Litzenleiter mit Foam Skin PE-Isolation</li> <li>Paarschirmung aus kunststoffkaschierter Folie</li> <li>Gesamtschirmung aus Geflecht aus verzinnnten Kupferdrähten (85 % Bedeckungsgrad)</li> <li>PVC-Außenmantelmaterial</li> <li>Max. Außendurchmesser 9,0 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 Adern zum Paar verseilt, 4 geschirmte Paare zur Kabelseele (4x2xAWG24)</li> <li>Verzinnter 7-drähtiger Litzenleiter mit Foam Skin PE-Isolation</li> <li>Paarschirmung aus kunststoffkaschierter Folie</li> <li>Gesamtschirmung aus Geflecht aus verzinnnten Kupferdrähten (85 % Bedeckungsgrad)</li> <li>PUR-Außenmantelmaterial</li> <li>Max. Außendurchmesser 9,0 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 Adern zum Paar verseilt, 4 geschirmte Paare zur Kabelseele (4x2xAWG24)</li> <li>Verzinnter 7-drähtiger Litzenleiter mit Foam Skin PE-Isolation</li> <li>Paarschirmung aus kunststoffkaschierter Folie</li> <li>Gesamtschirmung aus Geflecht aus verzinnnten Kupferdrähten (85 % Bedeckungsgrad)</li> <li>PVC-Außenmantelmaterial</li> <li>Max. Außendurchmesser 9,0 mm</li> </ul>

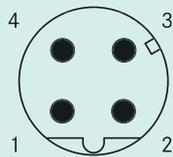


## Kupferstecker

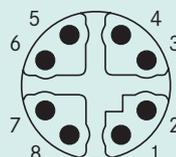
**RJ45-Polbild**  
(IEC 60603-7-51)



**M12-Polbilder**  
(IEC 61076-2-101)



4-polig  
D-kodiert  
für Industrial  
Ethernet



8-polig  
X-kodiert  
für Cat.6<sub>A</sub>

### Pinbelegungen

TIA 568-A	TIA 568-B	PROFINET®	RJ45	M12 D-codiert	M12 X-codiert
Weiß/Grün	Weiß/Orange	Gelb	1	1	1
Grün	Orange	Orange	2	3	2
Weiß/Orange	Weiß/Grün	Weiß	3	2	3
Blau	Blau	-	4		8
Weiß/Blau	Weiß/Blau	-	5		7
Orange	Grün	Blau	6	4	4
Weiß/Braun	Weiß/Braun	-	7		5
Braun	Braun	-	8		6

# Kupferstecker

Die PROFINET® Guideline spezifiziert für die Anschlusstechnik der Kupferleitungen verschiedene Steckervarianten – sowohl für die Verkabelung in geschützten Bereichen wie im Schaltschrank, wo eine niedrige Schutzklasse IP20 verlangt wird, aber auch für die Verkabelung im Feld mit höheren Anforderungen an Schutzklassen mit bis zu IP68.

Für die Datenübertragung von Industrial Ethernet haben sich auf Seiten der Steckverbinder zwei Standards etabliert – RJ45 und M12. Während uns der RJ45 aus der IT-Welt bestens bekannt ist, begegnen uns M12-Steckverbinder seit Jahrzehnten im Industrieumfeld. Die Frage nach 4- oder 8-poliger Verkabelung löst der RJ45 elegant mit demselben Steckgesicht. So ist mit einem Stecker die Übertragung von Fast Ethernet oder sogar 10-Gbit-Ethernet möglich.

Im Gegensatz dazu haben sich bei M12-Steckverbindern zwei unterschiedliche

Codierungen durchgesetzt. Für den Anschluss einer 4-poligen Leitung wird mit einem D-codierten Steckverbinder die Übertragung von bis zu 100 Mbit/s realisiert.

Um Übertragungsraten bis zu 10 Gbit/s realisieren zu können, wird eine 8-adrige Leitung an einen M12-Steckverbinder mit X-Codierung angeschlossen. Durch das Schirmkreuz, das die vier Aderpaare voneinander trennt, wird die Bandbreite sichergestellt.

Das Hauptaugenmerk bei feldkonfektionierbaren Steckverbindern sollte darauf liegen, dass sie möglichst einfach und ohne Spezialwerkzeug anzuschließen sind. Darüber hinaus sollten sich die Steckverbinder mit so vielen Leitungen wie möglich in Verbindung bringen lassen. Das bedeutet, dass sie hinsichtlich Aderquerschnitten und -durchmessern, Leiteraufbau und Leitungsaußendurchmessern ein breites Spektrum abdecken.



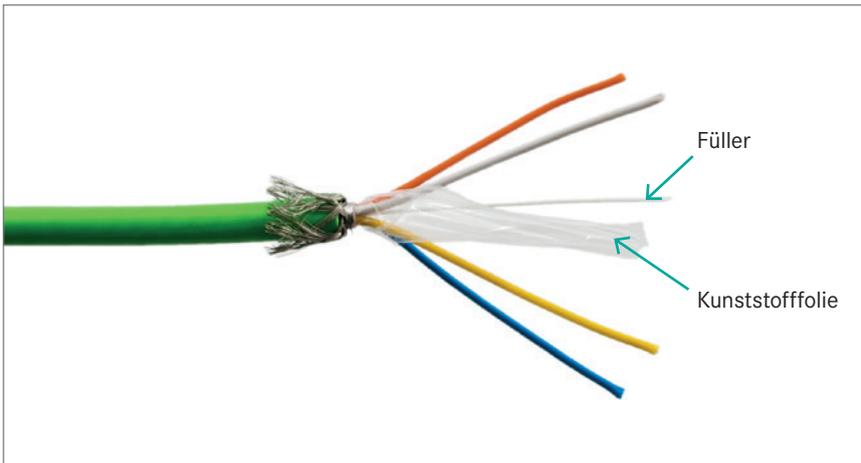
## FELDKONFEKTIONIERBARE STECKVERBINDER

						
Produkt	M12 X-codiert, IP67		RJ45 gerade, Cat.5, Cat.6A, IP20		RJ45 gewinkelt, Cat.5, Cat.6A, IP20	
Artikelnummer	21700602/21700621/21700622		21700605/21700600/21700601		21700638/21700636/21700637	
	min	max	min	max	min	max
Kabel Außendurchmesser mm	5	9,7	5	9	5,5	10
Adern Außendurchmesser mm	0,85	1,6	1,0	1,6	1,0	1,6
AWG Litze 7-drähtig	27	22	27	22	27	22
AWG Massiv	24	22	24	22	24	22
Umgebungstemperatur °C	-40	85	-40	85	-40	85
Material Gehäuse	Zinkdruckguss		Zinkdruckguss		Zinkdruckguss	
Anschlusstechnik	IDC		IDC		IDC	
Besonderheiten	nur 2 Einzelteile		einfaches Konfektionieren durch verdrehsicheren Adermanager 3-stufige Kabelabfangung		Kabelabgang in 4 verschiedenen 90°-Schritten möglich	

# Montageanleitung

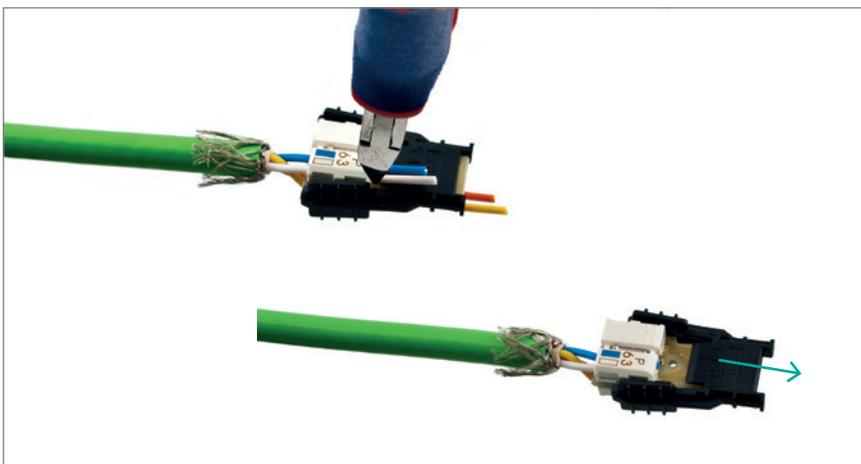


KONFEKTIONIEREN VON RJ45-STECKVERBINDERN – IN WENIGEN SCHRITTEN SELBST GEMACHT



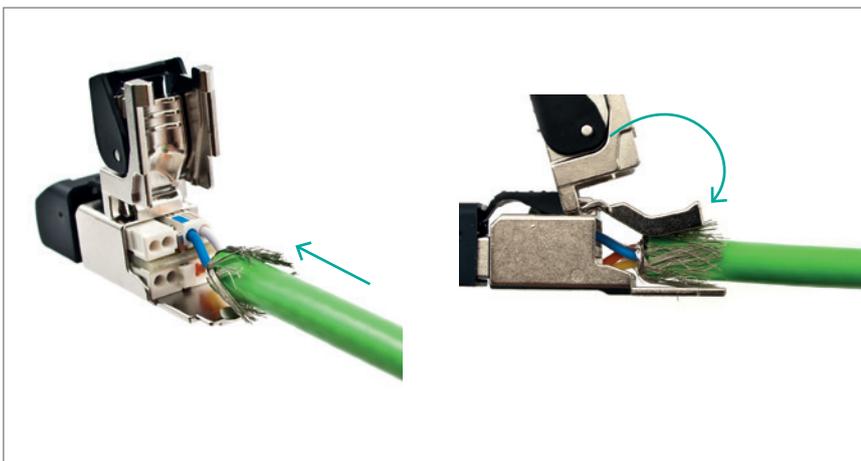
## Vorbereiten des Kabels

- Außenmantel entfernen und Geflechschirm nach hinten legen
- Schirmfolie und Innenmantel anritzen und entfernen
- Füller und Kunststoffolie entfernen



## Kontaktierung mit dem Adermanager

- Adernpaare in den Adermanager einführen und Adermanager verpressen
- Erst Adern bündig abschneiden, dann Montagehilfe entfernen



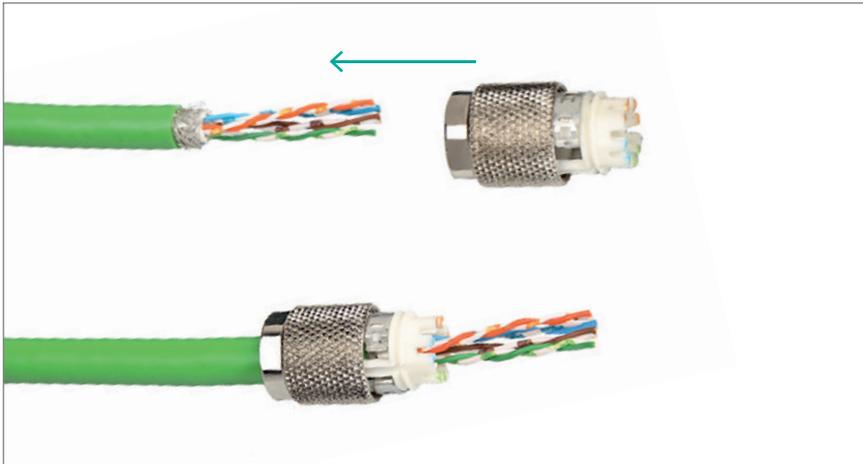
## Adermanager in Gehäuse einführen

- Einschieben des Adermanagers entsprechend Codierung
- Mit dem Schirmdeckel kann der Adermanager in Endlage gebracht werden
- Gehäuseteile verrasten und Kabelabfangung fixieren

Eine ausführliche Montageanleitung finden Sie auf unserer Homepage oder erhalten Sie auf Anfrage.

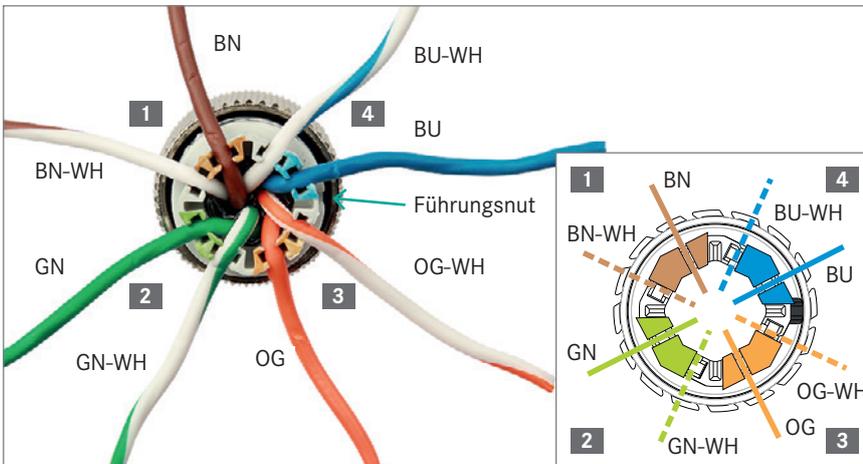


KONFEKTIONIEREN VON M12 X-CODIERTEN STECKVERBINDERN - IN WENIGEN SCHRITTEN SELBST GEMACHT



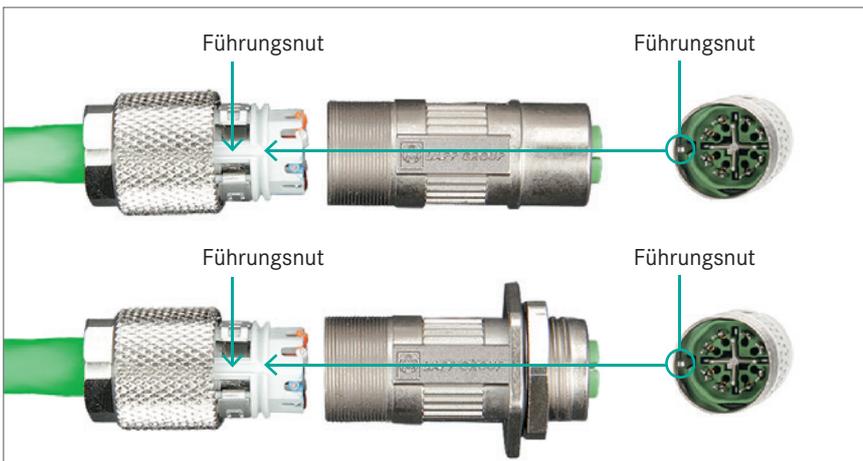
**Vorbereiten des Kabels**

- Außenmantel und innenliegendes Trennkreuz entfernen
- Kabel in das Ladestück einführen, bis das Schirmgeflecht auf Höhe der Schirmklemmen liegt
- Schirmklemmen in die Verrastung drücken



**Adern im Ladestück platzieren**

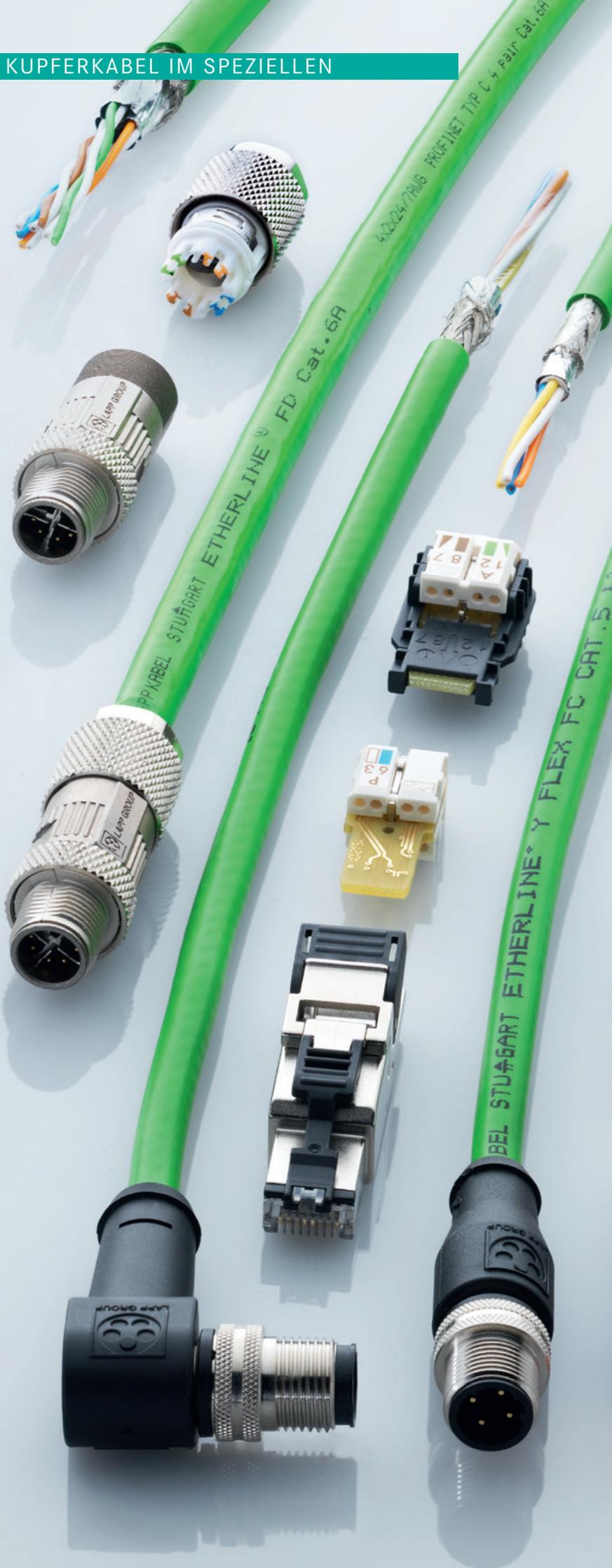
- Auf Positionierung des Kabels im Ladestück achten und durch Drehen des Kabels an Farbkodierung anpassen
- Aderpaare aufdrillen und in die Fugen des Ladestücks legen
- Adern bündig am Ladestück abschneiden



**Ladestück mit Gehäuse zusammenführen**

- Führungsnut des Ladestücks und Steg des Gehäuses aufeinander ausrichten
- Ladestück mit Gehäuse fest verschrauben

Eine ausführliche Montageanleitung finden Sie auf unserer Homepage oder erhalten Sie auf Anfrage.



Industrial Ethernet-Steckverbinder sind als feldkonfektionierbare Variante oder als fertig umspritzte Konfektionen verfügbar. Diese werksgeprüften Produkte vereinen die bewährte Lapp Kabelqualität mit hochwertigen Steckverbindern. In allen PROFINET®-Konfektionen werden Lapp ETHERLINE® PROFINET®-Leitungen verwendet. Für alle 2-paarigen Konfektionen der Typen A, B und C mit M12-Steckverbinder besteht in Kombination mit den verwendeten approbierten Kabeln ebenfalls eine UL Zulassung.

Mit einer 360°-Schirmung sind die ETHERLINE® Konfektionen vor äußeren elektromagnetischen Störeinflüssen geschützt und beeinträchtigen wiederum Ihre Geräte nicht durch elektromagnetische Störungen.

Eine zweifache Umspritzung garantiert höchste Dichtigkeit und optimale Haptik. Für noch mehr Sicherheit sorgt eine integrierte Rüttelsicherung.

Durch umspritzte Konfektionen sparen Sie Zeit, wenn Sie die Leitungen selbst anschließen, vermeiden Unterschiede in der Anschlussqualität und erreichen sogar eine höhere Dichtigkeit, als es bei frei konfektionierbaren Steckverbindern möglich ist.

## Auswahlübersicht Konfektionen

PROFINET®-Konfektionen		Länge in m	2-paarige Leitungen			4-paarige Leitungen		
			PROFINET®					
			Typ A	Typ B	Typ C	FD	TORSION	
		Artikelnummer	Artikelnummer	Artikelnummer	Artikelnummer	Artikelnummer		
Anschlussart der Leitung	Stecker auf Stecker	M12 – M12 (gerade)	1	2171001	2171025	2171049	2172001	2172101
			2	2171002	2171026	2171050	2172002	2172102
			3	2171003	2171027	2171051	2172003	2172103
			5	2171004	2171028	2171052	2172004	2172104
			10	2171005	2171029	2171053	2172005	2172105
		20	2171006	2171030	2171054	2172006	2172106	
		M12 (gewinkelt) – M12 (gerade)	1	2171013	2171037	2171061		
			2	2171014	2171038	2171062		
			3	2171015	2171039	2171063		
			5	2171016	2171040	2171064		
	10		2171017	2171041	2171065			
	M12-RJ45 (gerade)	1	2171165	2171215	2171265			
		2	2171166	2171216	2171266			
		3	2171167	2171217	2171267			
		5	2171168	2171218	2171268			
		10	2171169	2171219	2171269			
	RJ45-RJ45 (gerade)	1	2171179	2171229	2171279			
		2	2171180	2171230	2171280			
		3	2171181	2171231	2171281			
		5	2171182	2171232	2171282			
10		2171183	2171233	2171283				
Buchse auf Stecker	M12 – M12 (gerade)	1				2172029	2172129	
		2				2172030	2172130	
		3				2172031	2172131	
		5				2172032	2172132	
		10				2172033	2172133	
	20				2172034	2172134		
	Stecker auf freies Leitungsende (OE)	M12 (gerade) – OE	1	2171007	2171031	2171055	2172008	2172108
			2	2171008	2171032	2171056	2172009	2172109
			3	2171009	2171033	2171057	2172010	2172110
			5	2171010	2171034	2171058	2172011	2172111
10			2171011	2171035	2171059	2172012	2172112	
20		2171012	2171036	2171060	2172013	2172113		
M12 (gewinkelt) – OE		1	2171019	2171043	2171067			
		2	2171020	2171044	2171068			
		3	2171021	2171045	2171069			
		5	2171022	2171046	2171070			
		10	2171023	2171047	2171071			
20		2171024	2171048	2171072				
RJ45 (gerade) – OE		1	2171186	2171236	2171286			
		2	2171187	2171237	2171287			
		3	2171188	2171238	2171288			
	5	2171189	2171239	2171289				
	10	2171190	2171240	2171290				
20	2171191	2171241	2171291					
Buchse auf freies Leitungsende	M12 (gerade) – OE	1				2172171	2172178	
		2				2172172	2172179	
		3				2172173	2172180	
		5				2172174	2172181	
		10				2172175	2172182	
		20				2172176	2172183	
verwendete Kabel			Artikelnummer	Artikelnummer	Artikelnummer	Artikelnummer	Artikelnummer	
			2170893	2170886	2170894	2170484	2170483	

# Steckerfinder



PROFINET® 2-PAARIG BIS 100 MBIT/S

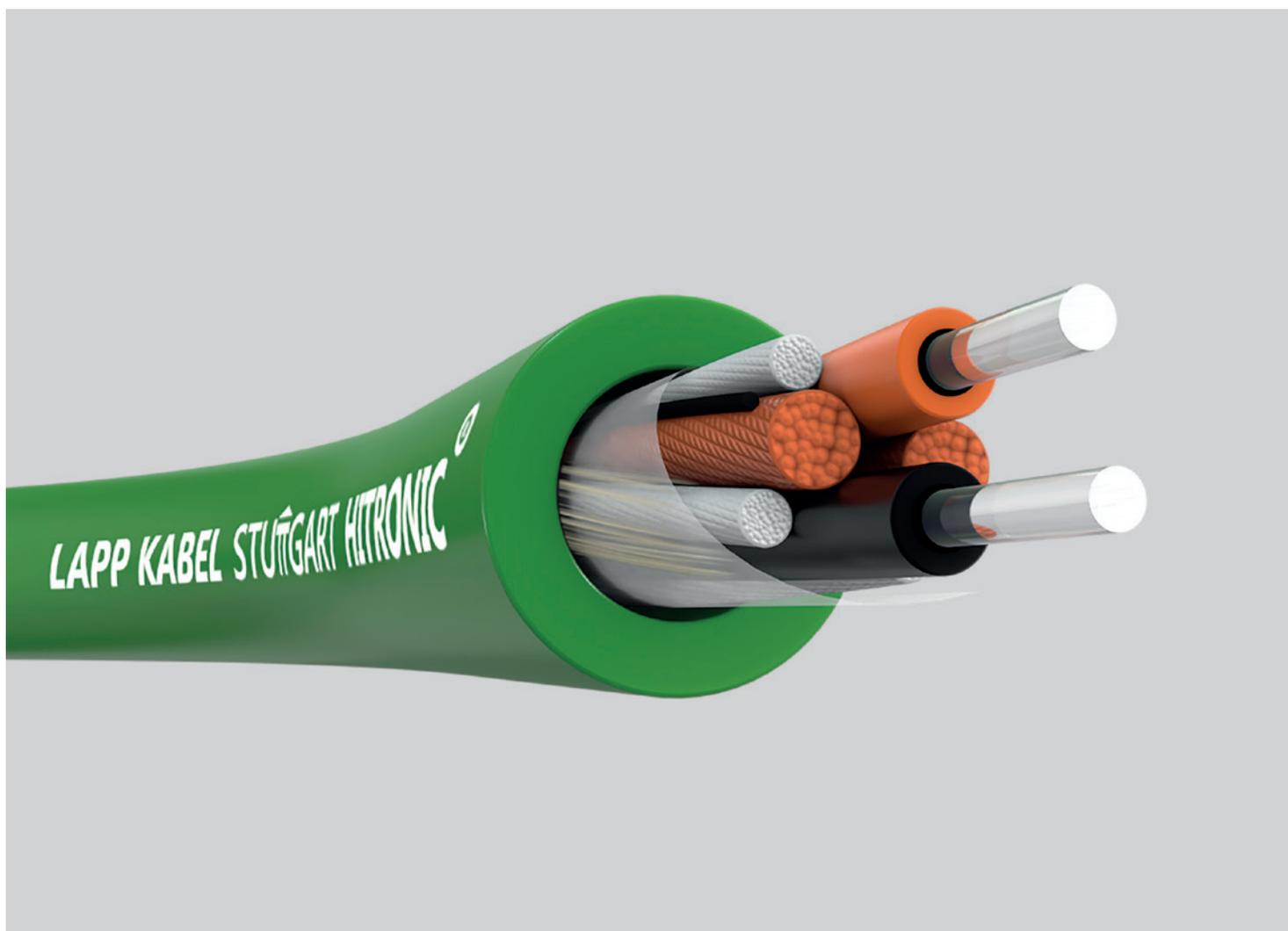
Kabel			passende Steckverbinder			
Anwendung	Artikelnr.	Bezeichnung	Anwendung	Artikelnr.	Bezeichnung	
4-polig Typ A für feste Verlegung	2170891	ETHERLINE® PN Cat.5e Y 2X2XAWG22	M12-Stecker, D-codiert	22260820	AB-C4-M12MSD-SH	
	2170893	ETHERLINE® Y FC Cat.5				
	2170494	ETHERLINE® PN Cat.5e YY				
4-polig Typ B für flexible Anwendung	2170886	ETHERLINE® PN Cat.5 Y FLEX FC	M12-Buchse, D-codiert	22261016	AB-C4-M12FSD-SH	
	2170890	ETHERLINE® PN Cat.5e FRNC FLEX FC				
	2170889	ETHERLINE® MARINE FRNC FC Cat.5				
4-polig Typ C für spezielle Anwendung	Schleppkette	2170894	ETHERLINE® FD P FC Cat.5	RJ45-Stecker, gerade	21700605	ED-IE-AX-5-PN-20-FC
	Torsion	2170888	ETHERLINE® TORSION P Cat.5 AWM			
	Erdverlegung	2170496	ETHERLINE® Cat.5 ARM	RJ45-Stecker, gewinkelt	21700638	ED-IE-90-6A-PN-20-FC
	Außenverlegung	2170901	ETHERLINE® Y Cat.5e BK			
	erhöhter Temperaturbereich	2170636	ETHERLINE® Cat.5e 105 plus			



PROFINET® 4-PAARIG BIS 10 GBIT/S

Kabel			passende Steckverbinder			
Anwendung	Artikelnr.	Bezeichnung	Anwendung	Artikelnr.	Bezeichnung	
8-polig Typ A für feste Verlegung	Cat.6 <sub>A</sub>	2170466	ETHERLINE® Cat.6 <sub>A</sub> H	M12-Stecker, X-codiert	21700602	ED-IE-AX-M12X-6A-67-FC
		2170465	ETHERLINE® Cat.6 <sub>A</sub> P			
		2170464	ETHERLINE® Cat.6 <sub>A</sub> Y			
	Cat.7	2170476	ETHERLINE® H Cat.7 H	M12-Buchse, X-codiert	21700621	ED-IE-AX-M12XF-6A-67-FC
		2170475	ETHERLINE® Cat.7 P			
		2170474	ETHERLINE® Cat.7 Y			
8-polig Typ B für flexible Anwendung	Cat.6 <sub>A</sub>	2170930	ETHERLINE® PN Cat.6 <sub>A</sub> Y FLEX 4x2x23/7	M12-Buchse, X-codiert, mit Flansch	21700622	ED-IE-AX-M12XF-RM-6A-67-FC
		2170931	ETHERLINE® PN Cat.6 <sub>A</sub> FRNC FLEX 4x2x23/7	RJ45-Stecker, gerade, TIA568-A	21700600	ED-IE-AX-6A-A-20-FC
8-polig Typ C für spezielle Anwendung	Schleppkette, Cat.6 <sub>A</sub>	2170485	ETHERLINE® FD Cat.6 <sub>A</sub> 4X2X24/7AWG	RJ45-Stecker, gerade, TIA568-B	21700601	ED-IE-AX-6A-B-20-FC
		2170484	ETHERLINE® FD P Cat.6 <sub>A</sub> 4X2X24/7AWG	RJ45-Stecker, gewinkelt, TIA568-A	21700636	ED-IE-90-6A-A-20-FC
	Torsion, Cat.6 <sub>A</sub>	2170483	ETHERLINE® TORSION P Cat.6 <sub>A</sub> 4X2XAWG24/7	RJ45-Stecker, gewinkelt, TIA568-B	21700637	ED-IE-90-6A-B-20-FC
		2170482	ETHERLINE® TORSION Y Cat.6 <sub>A</sub> 4X2XAWG24/7			

# LWL-LEITUNGEN IM SPEZIELLEN





# Lichtwellenleiter (LWL)

Nach dem Prinzip der „Totalreflexion“ funktioniert die optische Übertragung von Nachrichten in LWL. Die Reflexion wird dadurch erreicht, dass um einen lichtleitenden Kern ein optisch dünnerer Mantel gelegt wird, an dessen Grenzfläche das Licht total reflektiert und so durch den LWL geführt wird.

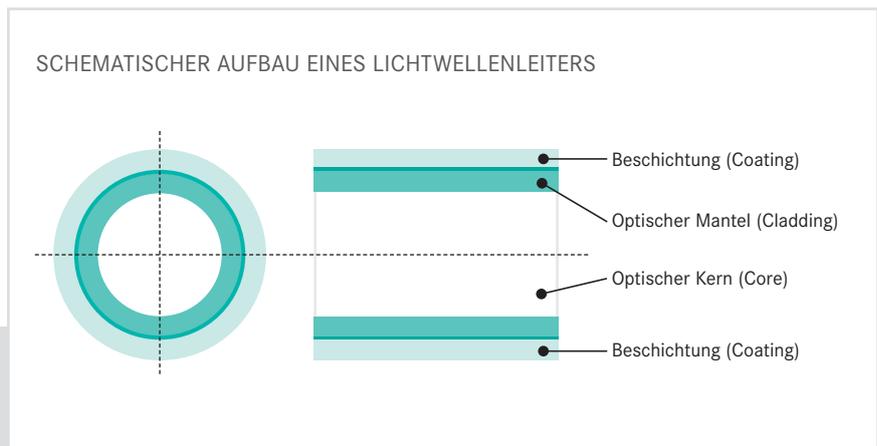
Obwohl das Prinzip der optischen Nachrichtenübertragung schon lange bekannt ist, konnten erst in den letzten 20 Jahren verlustarme LWL entwickelt, produziert und kommerziell genutzt werden. In einer Zeit, in der der Bedarf an schnellen und sicheren Kommunikationsnetzen ständig zunimmt, ist das Übertragungsmedium LWL heute weder wegzudenken noch zu ersetzen.

Die Vorteile bei der Verwendung von Lichtwellenleitern sind:

- Hohe Abhörsicherheit
- Keine EMV-Störungen
- Keine EMV-Prüfungen notwendig
- Große Reichweiten
- Keine Potentialverschleppung
- Kein Nebensprechen
- Geringer Platzbedarf
- Geringes Kabelgewicht
- Verlegbarkeit in explosionsgefährdetem Umfeld

## ÜBERTRAGUNGSEIGENSCHAFTEN LICHTWELLENLEITER ALLGEMEIN

Fasertyp/ Wellenlänge	maximale Dämpfung [dB/km]				maximale Übertragungslänge [m]				Mantel- Farbcode
	660 nm	850 nm	1300 nm	1550 nm	660 nm	850 nm	1300 nm	1550 nm	
POF 980 µm	160				100 Mbit/s: 60				
PCF 200 µm	10,0	8,0			100 Mbit/s: 550				
GOF MM 62.5 µm OM1		3,5 (3,0)	1,5 (0,7)			100 Mbit/s: 550 1 Gbit/s: 275 10 Gbit/s: 33	100 Mbit/s: 2.000 1 Gbit/s: 550 10 Gbit/s: 300		Orange
GOF MM 50 µm OM2		3,5 (2,5)	1,5 (0,7)			100 Mbit/s: 550 1 Gbit/s: 550 10 Gbit/s: 82	100 Mbit/s: 2.000 1 Gbit/s: 550 10 Gbit/s: 300		Orange
GOF MM 50 µm OM3		3,5 (2,5)	1,5 (0,7)			1 Gbit/s: 1.000 10 Gbit/s: 300 40 Gbit/s: 100 100 Gbit/s: 100	1 Gbit/s: 550 10 Gbit/s: 300		Aqua
GOF MM 50 µm OM4		3,5 (2,5)	1,5 (0,7)			1 Gbit/s: 1.100 10 Gbit/s: 550 40 Gbit/s: 150 100 Gbit/s: 150	1 Gbit/s: 550 10 Gbit/s: 300		Violett
GOF SM 9 µm OS2 (G652.D)			0,40 (0,35)	0,40 (0,21)			1 Gbit/s: 5.000 10 Gbit/s: 10.000	1 Gbit/s: 80.000 10 Gbit/s: 40.000	Gelb



## PROFINET<sup>®</sup>-Übertragung über Lichtwellenleiter (LWL)

Bei der Kommunikation über LWL wird das zu übertragende Datensignal vor der Übertragung durch eine aktive Komponente (z.B. Medienkonverter, Switch) von einem elektrischen Signal in ein optisches Signal gewandelt. Dieses optische Signal kann dann ohne große Verluste über weitere Strecken innerhalb eines Lichtwellenleiters übertragen werden.

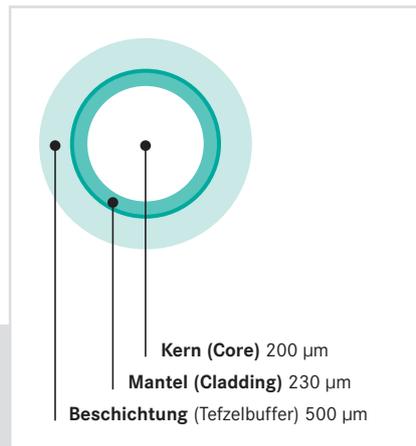
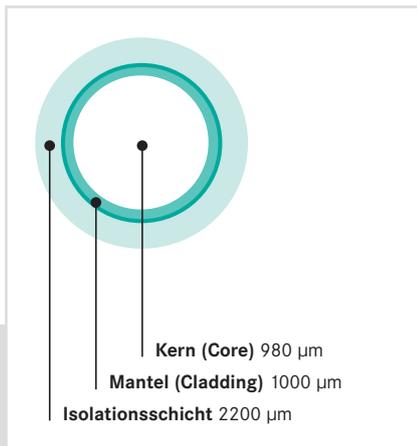
Ein Lichtwellenleiter ist ein dielektrisches und transparentes Übertragungsmedium. Vereinfacht gesagt handelt es sich hierbei um ein lichtleitendes Medium. Dieses besteht aus folgendem vereinfachten Aufbau (siehe Grafik oben).

Kern und Mantel bestehen jeweils aus einem dielektrischen Material, wobei das Kernmaterial einen höheren optischen Brechungsindex aufweist als das darüber liegende Mantelmaterial. Innerhalb des

Kernbereichs wird das optisch eingestrahelte Signal durch Reflexion und Brechung zwischen den Mediengrenzen von Kern- und Mantelbereich geführt und somit übertragen. Geschützt wird die Einheit aus Kern und Mantel (Faser) über eine darüber angebrachte Beschichtung (Coating).

Das dielektrische Medium ist nichtmetallisch und nichtleitend, und somit lassen sich folgende Vorteile gegenüber einer Übertragung mit einem metallischen Medium ableiten:

- Keine Störung durch äußere Felder/ elektromagnetische Störeinflüsse
- Keine Erdungsprobleme
- Keine entfernungsbedingten Verluste des Signals durch elektrische Effekte wie Induktivitäten, Kapazitäten und Widerstände
- Geringes Gewicht



## Unterschiedliche Lichtwellenleiter im Bereich PROFINET®

### Kunststoff-Lichtwellenleiter

- Konform zu IEC 61918 und IEC 61784-5-3/PNO-Spezifikation
- Konform zu IEC 60793 Optical Fibres und IEC 60794 Optical Fibre Cables
- POF – Plastic Optical Fibre
- Kern und Mantel bestehen aus Kunststoff
- Kerndurchmesser: 980 µm; Manteldurchmesser: 1000 µm
- Kurzdarstellung: P980/1000 (P für Kunststofffaser, Kerndurchmesser, Manteldurchmesser)
- Ader-Durchmesser: 2,2 mm (Faser mit aufgebracht Ummantelung aus PE, PA oder PVC)
- Kabelaufbau mit zwei Adern (Duplex), farblich kodiert schwarz und orange mit Pfeilbedruckung
- Kabelmantelfarbe: grün
- Leitungslänge bis 50 m

### Kunststoffummantelte Glasfaser

- Konform zu IEC 61918 und IEC 61784-5-3/PNO-Spezifikation
- Konform zu IEC 60793 Optical Fibres und IEC 60794 Optical Fibre Cables
- PCF – Plastic Cladded Fibre
- Kern aus Glas, Mantel aus Kunststoff
- Kerndurchmesser: 200 µm; Manteldurchmesser: 230 µm
- Kurzdarstellung: K200/2300 (K für PCF-Aufbau, Kerndurchmesser, Manteldurchmesser)
- Ader-Durchmesser: 500 µm (Mantel aus Kunststoff)
- Zugentlastung, nichtmetallisch, Aramid-Garne
- Einzelkabelelement: 2,2 mm (Ader mit Zugentlastung und Mantel)
- Kabelaufbau mit zwei Einzelkabelelementen (Duplex), farblich kodiert schwarz und orange mit Pfeilbedruckung
- Kabelfarbe: grün
- Leitungslänge bis 100 m

### Glasfaser

- Konform zu IEC 61918 und IEC 61784-5-3/PNO-Spezifikation
- Konform zu IEC 60793 Optical Fibres und IEC 60794 Optical Fibre Cables
- GOF – Glass Optical Fibre
- Kern und Mantel aus Glas
- Unterscheidung in Multimode-Faser (MM) und Singlemode-Faser (SM)
- Kerndurchmesser MM 50 µm oder 62,5 µm, SM 9 µm; Manteldurchmesser 125 µm
- Kurzdarstellung MM: G50/125 bzw G62,5/125 (G für Multimode Gradientenindex-Faser, Kerndurchmesser, Manteldurchmesser)
- Kurzdarstellung SM: E9/125 (E für Einmode/Singlemode-Faser, Kerndurchmesser, Manteldurchmesser)
- Erster Schutzmantel: 250 µm (Mantel aus Kunststoff)
- Aderdurchmesser: 500 µm (Mantel aus Kunststoff)
- Zugentlastung, nichtmetallisch, Aramid-Garne
- Einzelkabelelement: 2,9 mm (Ader mit Zugentlastung und Mantel)
- Kabelaufbau mit zwei Einzelkabelelementen (Duplex), farblich kodiert schwarz und orange mit Pfeilbedruckung
- Kabelfarbe: grün
- Leitungslänge: Abhängig von Fasertyp und Anwendung (bis zu 30 km)



Bei allen vorgestellten Lichtwellenleiterkabeln handelt es sich um robuste Rundleitungen. Diese sind entsprechend den Abmessungen und Aufbau zur direkten Steckerkonfektion geeignet. Siehe hierzu den Abschnitt Stecker. Somit sind die Leitungen im Felde einfach zu verlegen und je nach Fasertyp einfach zu konfektionieren. Wenn die genaue Anwendung bereits bekannt ist, lässt sich durch Verwendung von vorkonfektionierten Leitungen eine Inbetriebnahme vereinfachen und dadurch Zeit einsparen.

Lapp ist Ihr perfekter Partner für vorkonfektionierte PROFINET®-Leitungen, sprechen Sie uns an.

Vielfalt an Kabeltypen: Bedingt durch die unterschiedlichen Anwendungsfälle und Anforderungen gibt es für die PROFINET®-Anwendungstypen B und C meist mehrere Kabel zur Auswahl. Diese unterscheiden sich meist durch Material und Aufbau des Außenmantels.

### Auswahl Mantelmaterial für Anwendungen

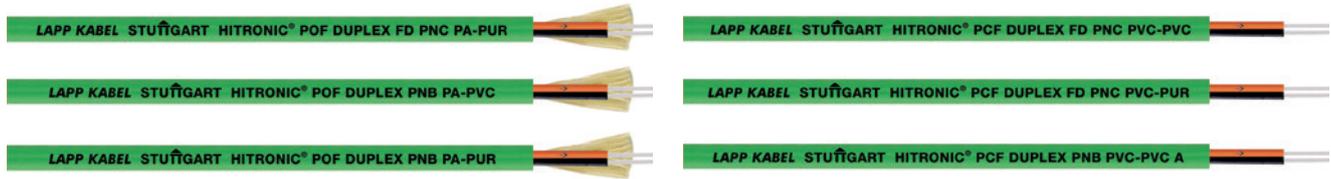
- **Mantelausführung PVC**  
für Standardanwendungen in Industrieumgebung
- **Mantelausführung PUR**  
für hohe mechanische oder chemische Beanspruchung in Industrieumgebung

### Lichtwellenleiterkabel Anwendungsklassen nach PNO

- **Typ B**  
für ortsfeste Verlegung oder flexible Verwendung
- **Typ C**  
für spezielle Anwendungen wie permanente Bewegung (Schleppkette) oder Vibration oder Torsion

Anmerkung: Alle Kabelkonstruktionen (betreffend Typ B und C) beinhalten zwei Fasern (Duplex-Aufbau).

# PROFINET®-Lichtwellenleiterkabel



## HITRONIC® POF DUPLEX

### Nutzen

- Optische Signalübertragung bis 70 m
- Einfache Handhabung
- Keine Störung durch äußere Felder
- Keine Erdungsprobleme
- Für direkte Steckerkonfektion geeignet

### Anwendungsgebiete

- Kunststoff-LWL zur optischen Signalübertragung in industriellen Anwendungen
- PROFINET®/Industrial Ethernet
- Bei 100 Mbit/s: max. 50 m Länge

### Ausführung

#### PROFINET®-Typ B:

für feste Verlegung



HITRONIC® POF  
DUPLEX PNB PA-PUR  
Artikelnr.: 28051002



HITRONIC® POF  
DUPLEX PNB PA-PVC  
Artikelnr.: 28052002

#### PROFINET®-Typ C:

für bewegte Anwendungen (Schleppkette)



HITRONIC® POF  
DUPLEX FD PNC PA-PUR  
Artikelnr.: 28351002

## HITRONIC® PCF DUPLEX

### Nutzen

- Optische Signalübertragung bis 500 m
- Einfache Handhabung
- Keine Störung durch äußere Felder
- Keine Erdungsprobleme
- Für direkte Steckerkonfektion geeignet

### Anwendungsgebiete

- PCF DUPLEX-Kabel zur optischen Signalübertragung in industriellen Anwendungen
- PROFINET®/Industrial Ethernet
- Bei 100 Mbit/s: max. 100 m Länge

### Ausführung

#### PROFINET®-Typ B:

für feste Verlegung



HITRONIC® PCF  
DUPLEX PNB PVC-PVC A  
Artikelnr.: 28055702  
(Kabelausführung mit c(UL)us Listing Type OFNG gemäß UL 1651 für USA und Kanada)



HITRONIC® PCF  
DUPLEX PNB PVC-PVC  
Artikelnr.: 28052702

#### PROFINET®-Typ C:

für bewegte Anwendungen (Schleppkette)



HITRONIC® PCF  
DUPLEX FD PNC PVC-PUR  
Artikelnr.: 28351702



HITRONIC® PCF  
DUPLEX FD PNC PVC-PVC  
Artikelnr.: 28352702

### PROFINET®-Glasfaserkabel auf Anfrage erhältlich:

- HITRONIC® GOF DUPLEX PNB: Fasertyp 62,5/125 OM1, 50/125 OM2 oder 9/125 OS2
- HITRONIC® GOF DUPLEX PNC: Fasertyp 62,5/125 OM1, 50/125 OM2 oder 9/125 OS2

# Lichtwellenleiter-Stecker für PROFINET®-Anwendungen nach PNO

Beim Thema Stecker gibt es die Unterscheidung bezüglich Fasertyp und Anwendung.

## Stecker für Fasertyp POF

- Sehr einfach in der Handhabung. Konfektionierbar durch Crimp- oder Klemmanschluss
- Stecker mit Innenbohrung > 1 mm bei Faserdurchmesser 1000 µm und Stiftdurchmesser (Ferrule) 2,5 mm
- Abgestimmtes Werkzeugset für einfache Feldkonfektion

## Stecker für Fasertyp PCF

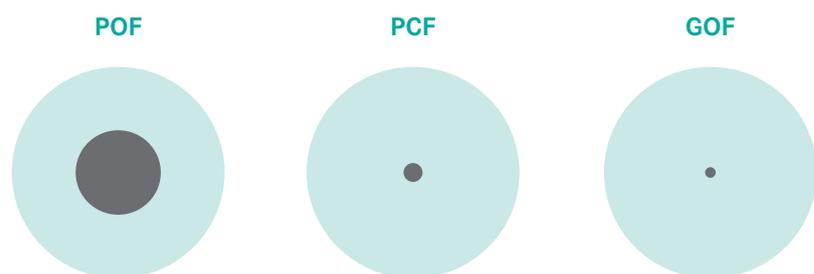
- Einfach in der Handhabung. Konfektionierbar durch Klemm- und Trenntechnik (Crimp & Cleave)
- Stecker mit Innenbohrung > 230 µm bei Faserdurchmesser 230 µm und Stiftdurchmesser (Ferrule) 2,5 mm
- Abgestimmtes Werkzeugset für einfache Feldkonfektion

## Stecker für Fasertyp GOF

- Handhabung erfordert Vorkenntnisse. Konfektion mit Klebe- und Polierprozess
- Stecker mit Innenbohrung > 125 µm bei Faserdurchmesser 125 µm und Stiftdurchmesser (Ferrule) 2,5 mm oder 1,25 mm (abhängig von Steckertyp)
- Konfektion durch qualifiziertes Personal
- Der Einsatz von vorkonfektionierten Leitungen wird empfohlen



SCHEMATISCHER GRÖSSENVERGLEICH STECKERSTIFT (2,5 MM)  
ZUR BOHRUNG (POF - PCF - GOF)



Beim Vergleich der unterschiedlichen Steckerbohrungen bzgl. Faserdurchmesser wird ersichtlich, dass diese untereinander nicht austauschbar sind. In anderen Worten: Ein PCF-Stecker kann nicht für eine POF-Leitung verwendet werden. Ein PCF-Stecker kann nicht für eine POF-Leitung verwendet werden, da die Fasergeometrien und Parameter nicht zueinander kompatibel sind.



### Steckertyp SC-RJ

- Entsprechend IEC 61754-24
- Für POF, PCF und GOF
- Push-Pull-Stecker
- SFF-Abmessungen (Small Form Factor, kompakte Abmessungen)
- Stiftdurchmesser (Ferrule) 2,5 mm
- IP20



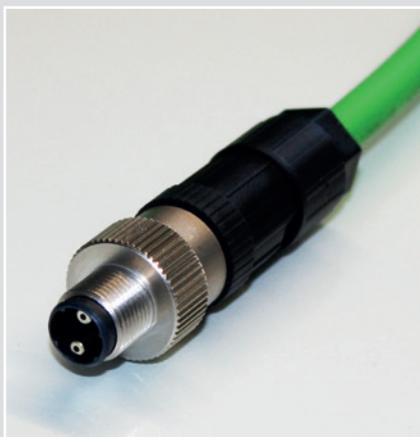
### Steckertyp LC

- Entsprechend IEC 61754-20
- Für GOF Singlemode und Multimode
- Push-Pull-Stecker
- SFF-Abmessungen (Small Form Factor, kompakte Abmessungen)
- Stiftdurchmesser (Ferrule) 1,25 mm
- IP20



### Steckertyp ST(BFOC)

- Entsprechend IEC 61754-2
- BFOC – Bajonet Fibre Optic Connector
- Für POF, PCF und GOF
- Rundsteckverbinder
- Bajonett-Verriegelung
- Stiftdurchmesser (Ferrule) 2,5 mm
- IP20



### Optisches M12-Stecksystem

Auf Anfrage als konfektionierte Leitung erhältlich.

### Anwendungsunterscheidung allgemein

- Im Schaltschrank oder geschützten Bereich Stecker mit Schutzklasse IP20
- Außerhalb des Schaltschranks bzw. unter harschen Umgebungsbedingungen – Stecker mit Schutzklasse IP6X

### Steckertypen im geschützten Bereich:

- SC-RJ für Fasertypen POF und PCF
- LC für Fasertyp GOF
- Ausnahme für bestehende Anwendungen und Installationen: ST(BFOC) und SC-DUPLEX

### Steckertypen außerhalb des geschützten Bereiches:

- SC-RJ-Stecker im geschützten IP6x-Gehäuse (SC-RJ-PushPull-Steckverbinder) und in Diskussion optischer M12-Duplexstecker

## PROFINET®-LWL-Stecker für Vor-Ort-Montage

SC-RJ-STECKER  
FÜR POF/PCF-KABEL

- Der Steckertyp SC-RJ ist für POF- und PCF-Kabel auf Anfrage erhältlich
- Für POF-Kabel in Crimpausführung
- Für PCF Kabel in Crimp & Cleave-Montageausführung
- Steckerset beinhaltet jeweils alle benötigten Einzelkomponenten

ST(BFOC)-STECKER  
FÜR POF-KABEL

- Für bereits installierte Anlagen kann der Steckertyp ST(BFOC) verwendet werden – **nicht für neue Installationen**
- Stecker für zwei unterschiedliche Montagemöglichkeiten:
  - Crimp-Ausführung zur festen und dauerhaften Verbindung
  - Klemm-Ausführung zur schnellen Verbindung und mehrfach verwendbar (z. B. für Anschlussversuche und Laborumgebung)
- Steckerset beinhaltet jeweils alle benötigten Einzelkomponenten
- Inklusive Knickschutz für Kabeldurchmesser 2,2 mm (farblich schwarz und rot) und Staubschutzkappe

**Ausführung****Crimp-Version**

POF-Stecker ST(BFOC) Crimp  
 Artikelnr.: 29125099 (VPE 4 Stück)  
 Artikelnr.: 29125098 (VPE 50 Stück)

**Klemmversion**

POF-Stecker ST(BFOC) Klemm  
 Artikelnr.: 29120099 (VPE 4 Stück)  
 Artikelnr.: 29120098 (VPE 50 Stück)

ST(BFOC)-STECKER  
FÜR PCF-KABEL

- Für bereits installierte Anlagen kann der Stecker-Typ ST(BFOC) verwendet werden – **nicht für neue Installationen**
- Stecker für Montagetechnik Crimp & Cleave, abgestimmt auf die Verwendung mit PCF; Faser wird dabei festgeklemmt und mit einem Spezialwerkzeug getrennt (siehe Montageset)
- Steckerset beinhaltet jeweils alle benötigten Einzelkomponenten
- Inklusive Knickschutz für Kabeldurchmesser 2,2 mm (farblich schwarz und rot) und Staubschutzkappe

**Ausführung****Klemmversion**

PCF-Stecker ST(BFOC) Klemm 2,2  
 Artikelnr.: 29125799 (VPE 4 Stück)  
 Artikelnr.: 29125798 (VPE 50 Stück)

# Montagesets für PROFINET®-LWL-Stecker



## MONTAGESET FÜR SC-RJ-STECKER

- Montageset für SC-RJ-Stecker Ausführung POF und PCF sind auf Anfrage erhältlich
- Für POF in Montagetechnik Crimp
- Für PCF in Montagetechnik Crimp & Cleave
- Sets beinhalten jeweils alle benötigten Werkzeuge zur Steckerkonfektion



## MONTAGESET FÜR ST(BFOC) POF-STECKER

- Abgestimmtes Montageset mit allen benötigten Werkzeugen für die Konfektionierung der ST(BFOC) Crimpstecker-Ausführung

### Set beinhaltet

Crimpzange, Ader-Abisolierer, Polierbögen, Polierscheibe, Cutter

### Konfektionierungsset

POF-Stecker ST(BFOC)  
 Artikelnr.: 29500002



## MONTAGESET FÜR ST(BFOC) PCF-STECKER

- Abgestimmtes Montageset mit allen benötigten Werkzeugen für die Konfektionierung der ST(BFOC) Klemm-Stecker-Ausführung mit Crimp & Cleave-M Montagetechnik

### Set beinhaltet

Abmantel- und Faserritzwerkzeug, Kevlarschere, Messer, Mikroskop

### Konfektionierungsset

PCF-Stecker ST(BFOC)  
 Artikelnr.: 29500702



## Stecker-Kabel-Finder

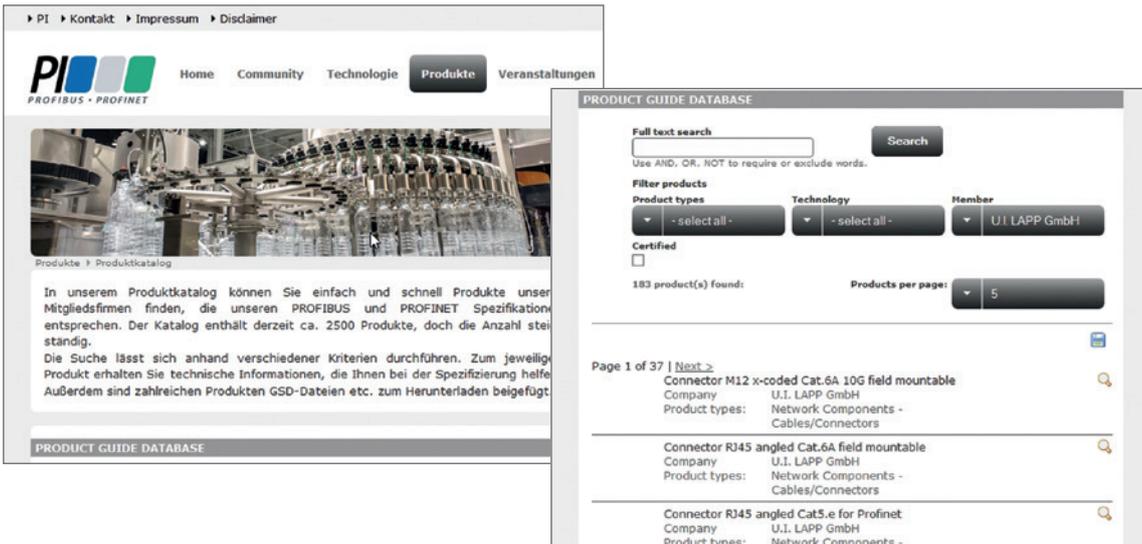
PROFINET®-Komponenten			Stecker	Crimp-Ausführung		Klemm-Ausführung			
			Ausführung	POF		POF		PCF	
			Artikelnummer	29125099	29125098	29120099	29120098	29125799	29125798
Kabel	Ausführung	Artikelnr.	Bezeichnung	POF-Stecker ST(BFOC) Crimp 2,2/4 Stk.	POF-Stecker ST(BFOC) Crimp 2,2/50 Stk.	POF-Stecker ST(BFOC) Klemm 2,2/4 Stk.	POF-Stecker ST(BFOC) Klemm 2,2/50 Stk.	PCF-Stecker ST(BFOC) Klemm 2,2/4 Stk.	PCF-Stecker ST(BFOC) Klemm 2,2/50 Stk.
PROFINET® FO POF	Typ B	28051002	HITRONIC® POF DUPLEX PNB PA-PUR	X	X	X	X		
		28052002	HITRONIC® POF DUPLEX PNB PA-PVC	X	X	X	X		
	Typ C	28351002	HITRONIC® POF DUPLEX FD PNC PA-PUR	X	X	X	X		
PROFINET® FO PCF	Typ B	28055702	HITRONIC® PCF DUPLEX PNB PVC-PVC A					X	X
		28052702	HITRONIC® PCF DUPLEX PNB PVC-PVC					X	X
	Typ C	28351702	HITRONIC® PCF DUPLEX FD PNC PVC-PUR					X	X
		28352702	HITRONIC® PCF DUPLEX FD PNC PVC-PVC					X	X
Montage-Set	POF	29500002	Konfektionierungsset POF-Stecker ST(BFOC)	X	X				
	PCF	29500702	Konfektionierungsset PCF-Stecker ST(BFOC)					X	X

X = kompatibel

Auf Anfrage liefert Lapp auch konfektionierte PROFINET®-Leitungen nach Ihren Wünschen.

# ANHANG





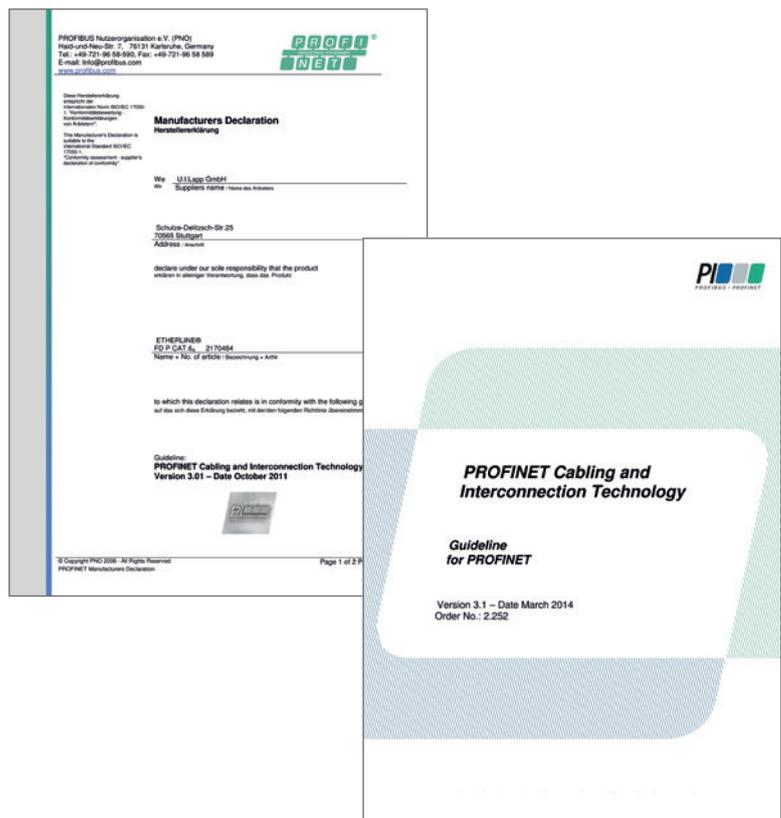
## Herstellereklärung und PROFIBUS- und PROFINET®-Nutzerorganisation (PNO)

PROFINET® verfolgt als erstes Ziel einen Komponentenansatz sowie eine Kompatibilität der Komponenten zwischen unterschiedlichen Herstellern. Um diese Kompatibilität zu gewährleisten, ist jedes Mitglied bzw. jeder Hersteller dieser Komponenten verpflichtet, eine Herstellereklärung zur Konformität gemäß PROFIBUS®-Richtlinien und -Vorgaben abzugeben.

Die Lapp Gruppe entwickelt ihre Produkte gemäß den strengen Vorgaben der „PROFINET® Cabling and Interconnection Technology Guideline“ und gibt eine Herstellereklärung für die Komponenten entsprechend ab.

Die Lapp Gruppe ist nicht nur Mitglied und Hersteller von PROFINET®-konformen Produkten, sondern auch aktiv an der Standardisierung der Verkabelungs- und Anschlusslösungen beteiligt.

Des Weiteren sind auch alle Produkte sowohl für PROFIBUS® als auch für PROFINET® auf der Homepage der Nutzerorganisation zu finden: [www.lappkabel.de/produkte](http://www.lappkabel.de/produkte)



#### **Für die Nutzung unserer Produkte gilt**

Die Konformität unserer Produkte mit relevanten europäischen Richtlinien sowie die Einhaltung der darin festgelegten Anforderungen wird durch das CE-Kennzeichen markiert.

Die Sicherheit unserer Produkte steht im engen Zusammenhang mit ihrer Verwendung. Die Kenntnis und Berücksichtigung der zugehörigen internationalen/nationalen Verwendungsnormen (z. B. DIN VDE 0100; 0298) ist

zwingend erforderlich. Bei einer unsachgemäßen Installation treten besondere Risiken auf. Deshalb gilt für alle unsere Produkte/ Artikel:

**Verarbeitung nur durch autorisierte Elektrofachkraft! Es besteht ansonsten die Gefahr eines elektrischen Schlages oder Brandes, ausgelöst durch elektrischen Strom!**

#### **Sicherheitshinweise**

Unsere Produkte werden grundsätzlich nach festgelegten Normen und eigenen Vorschriften, welche die Normen vervollständigen, auf ihre Verwendungssicherheit hin geprüft. Hierbei werden die jeweils gültigen gesetzlichen Vorschriften und Sicherheitsrichtlinien beachtet. Bei sach- und fachgerechter Verwendung können somit nach menschlichem Ermessen produktspezifische Gefahren für Anwender ausgeschlossen werden. Bei unsachgemäßer oder missbräuchlicher Nutzung können jedoch erhebliche Gefah-

ren für Mensch und Umwelt entstehen. Aus diesem Grund sind unsere Kabel und Leitungen ausschließlich für die verantwortliche Weiterverarbeitung und Verwendung durch Elektrofachkräfte bzw. EMV-kundige Fachkräfte bestimmt. Dieser Katalog enthält für jedes Produkt allgemeine Angaben zu dessen Verwendung. Unabhängig hiervon gelten für Kabel und Leitungen die Verwendungsnormen DIN VDE 0298 und DIN VDE 0891. Auszüge aus diesen Normen, aber auch ergänzende Aus-

wahl- und Verwendungstabellen, Projektierungs- und Montagerichtlinien sind in den Tabellen im Anhang unseres aktuellen Hauptkatalogs aufgeführt. Unsere Maschinen und Handhabungsgeräte sind - falls erforderlich - entsprechend der Maschinenrichtlinie konzipiert und mit dem CE-Kennzeichen versehen. Bitte beachten Sie: Unsere Maschinen und Handhabungsgeräte dürfen nur entsprechend ihrer Konstruktion angewendet und von eingewiesenem Fachpersonal eingesetzt werden.

©Copyright by U.I. Lapp GmbH, Stuttgart. Nachdruck des Textes und der Abbildungen nach schriftlicher Genehmigung und unter Quellenangabe möglich. Änderungen an unseren Erzeugnissen, besonders aufgrund technischer Verbesserungen und Weiterentwicklungen, behalten wir uns vor. Alle Abbildungen, Zahlenangaben usw. sind daher ohne Gewähr.

