



Datenübertragungstechnik:  
**NORMEN - INSTALLATION - MESSTECHNIK**

- Prüfen und Messen
- Fehlersuche
- Dokumentation von Projekten

# Auf dem Weg zu neuen Grenzen

In lokalen Netzwerken (LANs = Local Area Networks) bilden hochwertige Kupfer-Verkabelungsstrecken die Basis für eine schnelle und sichere Datenkommunikation. Mitte der 90er Jahren waren Netzwerk-Anwender mit Datenraten von 10 & 100 Mbit/s zufrieden, was heute längst nicht mehr als ausreichend angesehen wird. Heute betreiben wir LANs mit Übertragungsraten von 1 & 10 Gbit/s und – in Rechenzentren mit 25 & 40 Gbit/s und bald auch mit 100 Gbit/s – und das immer noch über Kupfer-Verkabelungen.

Neueste Technologien in Multimedia-Umgebungen, wie die nächste WLAN-Generation (IEEE802.11ac/ax) und Ultra-HDTV-Anwendungen mit höheren Auflösungen (wie 4K/8K und 16K) treiben die benötigten Übertragungsgeschwindigkeiten – und damit auch die Bandbreiten – in Kupfer-Datennetzwerken in neue Höhen. Um die System-Garantien und die ordnungsgemäße Funktion dieser Hochgeschwindigkeits-Kupfer-Datennetze sicherzustellen, beinhaltet dies unweigerlich die Messung und Prüfung dieser Kupfer-Verkabelungen.

Darauf müssen die Feld-Messtechnik und der Messtechniker und Installateur vorbereitet sein. Inzwischen spricht man in der Verkabelungsbranche über Cat 8, Kat 8.1, Kat 8.2 und Klasse I & II. Deshalb beschäftigen wir uns auch in diesem Handbuch mit diesen Fragen. Wir setzen die Tradition fort, in einem praktischen und kleinen Handbuch alle Fragen rund um die Mess- und Prüftechnik für diese Hochgeschwindigkeits-Kupfer-Datennetze zusammenzufassen.

Die erste Ausgabe dieses Verkabelungs-Handbuches erschien bereits im Jahr 2007. Diese neue 2020er Auflage des „Handbuchs der Verkabelungs- und Messtechnik“ sollte in der Werkzeug- oder Messgeräetasche eines jeden Datenverkabelungs-Messtechnikers und -Installateurs ihren Platz finden: immer zur Hand, schnell mal zum Nachschlagen, mit umfassenden Informationen und auf aktuellem Stand.

**Wir wünschen Ihnen reibungslose Installationen und Abnahmemessungen an Kupfer-Daten-Verkabelungen.**

Mit freundlichen Grüßen

**Dipl.-Ing. (FH) Thomas Hüsch**

Technischer Support & Training, Softing IT Networks GmbH



# INHALT

Vorwort - Auf dem Weg zu neuen Grenzen	3
Datenübertragungstechnik: Normen – Installation – Messtechnik	5
KAPITEL 1: Rückblick, Geschichte	6
KAPITEL 2: Die strukturierte Verkabelung	9
KAPITEL 3: Messtechnik	24
KAPITEL 4: Dokumentation	40
KAPITEL 5: Fehlerdiagnosen	44
KAPITEL 6: Patchkabel und andere Sonderfälle	52
Ausblick	60
Glossar	63

## DATENÜBERTRAGUNGSTECHNIK:

# NORMEN – INSTALLATION – MESSTECHNIK

## GRUNDLAGEN DER NETZWERKTECHNIK

Dieses Handbuch befasst sich mit der Datenübertragungstechnik von der Entwicklung von Netzwerken, über Standards, Abnahmemessungen und Fehlersuche bis hin zur Dokumentation. Wussten Sie eigentlich, dass das allseits bekannte und so gern verwendete Ethernet schon über 40 Jahre alt ist und dass die Standardisierung des Ethernets durch die IEEE 802 mit dem ersten 802.3-Standard auch schon vor über 30 Jahren begann?

Der Gebrauch von Computern, Smart-TVs, Telefonanlagen mit VoIP-Technik sowie Gebäudekommunikation (Türsprechanlagen, Alarmanlagen) ist heute selbstverständlich geworden. Es ist noch nicht lange her, da hat man dafür jeweils separate Kommunikationsnetze genutzt: verdrehte Leitungen für das Telefon, die Koaxialleitungen für das Fernsehen und klobige Twinax-Datenkabel (IBM) für erste Bürocomputeranlagen. Doch heute hat sich das „Ethernet“ als Standard für die Kommunikationstechnik durchgesetzt und wird von verschiedenen Gewerken gleichermaßen genutzt. Unter dem Begriff „Ethernet“ verstehen wir heute einerseits die physikalische Schnittstelle (Kabel, Steckverbinder) sowie das Übertragungsprotokoll als Grundlage für die allbekannte „TCP/IP“-Welt – die logischen Funktionen der Netzwerk-Komponenten.

In diesem Handbuch geht es aber um die Betrachtung eines der physikalischen Übertragungsmedien des Ethernets, das sich als UGV („Universelle-Gebäude-Verkabelung“) etabliert hat. Auch als Elektroinstallateur muss man sich mit seiner Planung, Installation, Abnahmemessung und deren Betrieb auseinandersetzen.

Zunächst wollen wir uns mit den Grundlagen unserer heutigen Netzwerkinfrastruktur beschäftigen.

**Man spricht immer von der sogenannten „UGV“ (Universelle-Gebäude-Verkabelung) - was versteht man darunter und welche Standards bestehen dazu?**

## GLOSSAR

### Allgemeines

- **CSMA/CD:** Begriff für die Zugriffssteuerung bei Ethernet bei Bus-Systemen:  
Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection
- **ANSI/TIA:** Organisationen, American National Standards Institute (ANSI), Telecommunications Industry Association (TIA), Standards für die Kontaktierung von achtpoligen RJ45-Steckern und -Buchsen. Diese Standards werden bei Computernetzen (LAN) im Ethernet (10Base-T, 100Base-TX, 1GBase-T, 10Gbase-T und 25/40GBase-T) verwendet, sowie bei vielen digitalen Telefonsystemen
- **PermanentLink / Channel Link:** Definition der Kabelkomponenten im Tertiärbereich, festverlegtes Datenkabel / festverlegtes Datenkabel + Patchkabel an beiden Enden
- **TCP/IP:** Transportprotokoll / Internetprotokoll, Schicht-4- und Schicht-3-Übertragungsprotokoll (gemäß OSI, Open Systems of Interconnection), Inbegriff für die Datenübertragungstechnik

### Über das Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)

Das Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) ist ein weltweiter Berufsverband von Ingenieuren hauptsächlich aus den Bereichen Elektrotechnik und Informationstechnik mit juristischem Sitz in New York City und Betriebszentrale in Piscataway, New Jersey und hat sich dem Ziel verpflichtet, Technologien und deren Einsatz zum Nutzen der Allgemeinheit zu fördern. Über seine vielfach zitierten Publikationen und anerkannten Konferenzen, Technologiestandards sowie fachliche und Fortbildungsaktivitäten genießt das IEEE eine hohe fachliche Reputation zu einer breiten Palette an Themen, darunter Raumfahrtssysteme, Computer und Telekommunikation, Biomedizintechnik, Elektroenergie sowie Konsumgüterelektronik.

Weitere Informationen: [www.ieee.org](http://www.ieee.org)

### Über die IEEE Standards Association

Die IEEE Standards Association (IEEE-SA) gehört zum IEEE und ist eine weltweit anerkannte Organisation zur Etablierung von Standards. IEEE-SA entwickelt und verabschiedet Standards im Rahmen eines offenen, gemeinschaftlichen Prozesses unter aktiver Beteiligung der Industrie und unter Berücksichtigung zahlreicher Interessengruppen. IEEE Standards legen Spezifikationen und standardisierte Verfahren auf Basis aktueller wissenschaftlicher und technologischer Erkenntnisse fest. Das Portfolio von IEEE-SA umfasst über 900 angewandte Standards, mehr als 500 weitere befinden sich im Entwicklungsprozess.

Weitere Informationen: <http://standards.ieee.org/>

Quelle: IEEE und IEEE-SA

**EMEA/DACH**

**Deutschland**

Softing IT Networks GmbH  
Haar

☎ +49 89 45 656 660

✉ [info.itnetworks@softing.com](mailto:info.itnetworks@softing.com)

**Frankreich**

**Softing SARL**

Créteil, Ile-de-France

☎ +33 1 45172805

✉ [info.france@softing.com](mailto:info.france@softing.com)

**Italien**

**Softing Italia Srl.**

Cesano Boscone, Mailand

☎ +39 02 4505171

✉ [info@softingitalia.it](mailto:info@softingitalia.it)

**AMERIKA**

**Softing Inc.**

Knoxville, Tennessee

☎ +1 865 251 5252

✉ [sales@softing.us](mailto:sales@softing.us)

**ASIEN-PAZIFIK**

**Singapur**

Softing Singapore Pte. Ltd.

Singapur

☎ +65 6569 6019

✉ [asia-sales.itnetworks@softing.com](mailto:asia-sales.itnetworks@softing.com)

**China**

Softing Shanghai

Shanghai

☎ +86 21 61063031

✉ [china-sales.itnetworks@softing.com](mailto:china-sales.itnetworks@softing.com)