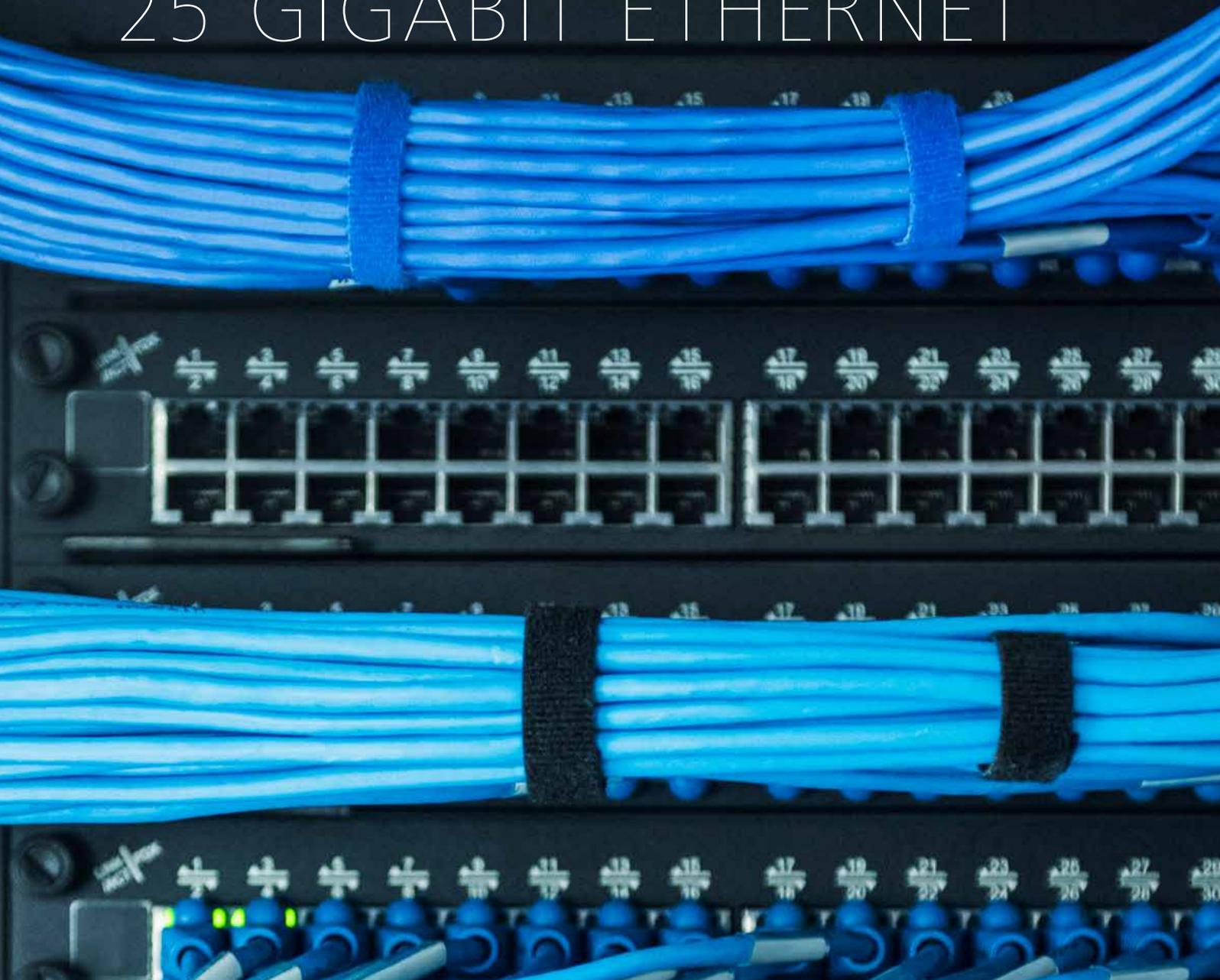


Whitepaper

NORMKONFORME VERKABELUNGEN 25 GIGABIT ETHERNET



NORMKONFORME VERKABELUNGEN FÜR 25 GIGABIT ETHERNET

Muss die Verkabelung für 25 Gigabit Ethernet nur Frequenzen bis 1250 MHz übertragen können? Beträgt die maximale Länge der Übertragungsstrecke 30 Meter oder 50 Meter? Dürfen Patchkabel höchstens zwei Meter oder doch drei Meter lang sein? Genügt eine Anschlussdose der Kategorie 6_A mit großen Reserven für 25 Gigabit pro Sekunde, vielleicht in Kombination mit einem Kabel der Kategorie 8? In der Praxis trifft man auf die unterschiedlichsten Aussagen zur Verkabelung für 25 Gigabit Ethernet. Viele davon sind zumindest teilweise falsch, und so ist die Gefahr groß, dass die neue Verkabelung nicht den Anforderungen der geltenden Normen entspricht, was viel Ärger und schlimmstenfalls Regressforderungen nach sich ziehen kann. Gerade bei 25 Gigabit Ethernet ist es notwendig, sich mit den Einzelheiten sorgfältig auseinanderzusetzen.

Dieses Whitepaper beschreibt die technischen und normativen Anforderungen an Verkabelungen für 25 Gigabit Ethernet und stellt die maßgeblichen Normen detailliert dar.

25 Gigabit Ethernet 25GBASE-T

Das Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) spezifiziert eine Vielzahl unterschiedlicher Netzwerktypen. Zu den wichtigsten zählt Ethernet, dessen Spezifikationen im IEEE Standard for Ethernet (IEEE 802.3) veröffentlicht sind. Die Spezifikationen für 25 Gigabit Ethernet über Kupferdatenleitungen mit verdrehten Adern (25GBASE-T) wurden ergänzend zur schnelleren Variante 40GBASE-T mit 40 Gigabit pro Sekunde 2016 unter IEEE 802.3bq veröffentlicht. Mittlerweile sind beide in der aktuellen Fassung des Hauptstandards IEEE 802.3 als Kapitel 113 enthalten.

25GBASE-T und 40GBASE-T basieren auf dem bewährten 10 Gigabit Ethernet 10GBASE-T, doch durch die hohen Anforderungen an das Dämpfungsbudget beträgt die maximale Länge der Übertragungsstrecke (engl. channel) nur 30 Meter, weshalb sich die beiden Ethernet-Varianten hauptsächlich für Rechenzentren, Serverräume und für die Verbindungen von Switches untereinander eignen. Für die ordnungsgemäße Funktion von 40GBASE-T wie auch für 25GBASE-T fordert IEEE eine Verkabelung der Klasse I oder II nach ISO/IEC 11801 oder der Category 8 nach ANSI/TIA-568.2.

Normkonforme Verkabelungen für 25 Gigabit Ethernet

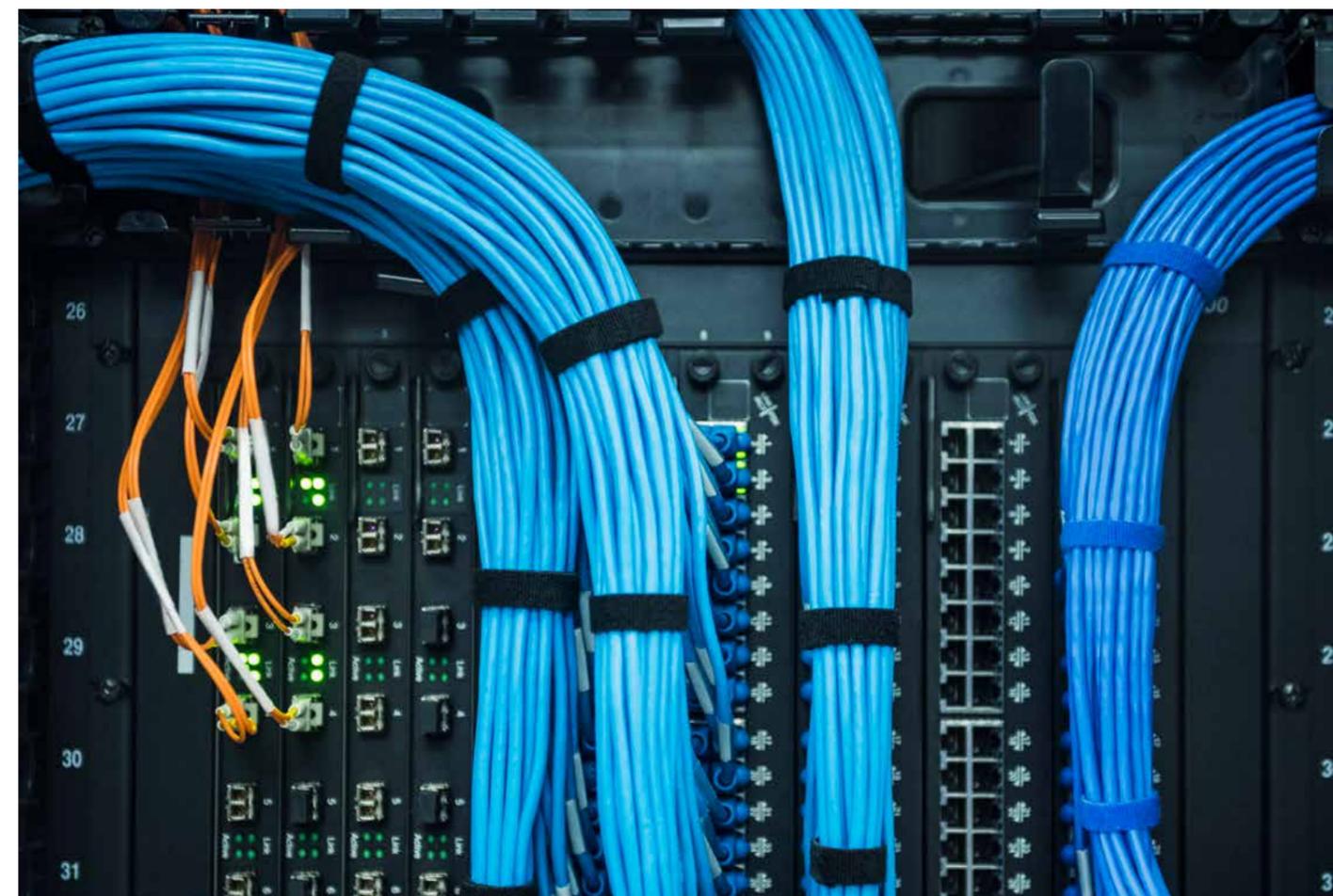
Wie IEEE 802.3 sieht auch die international gültige Verkabelungsnorm ISO/IEC 11801-1 für 25GBASE-T eine Verkabelung der Klasse I oder II vor. Übertragungsstrecken der Klasse I bestehen aus Komponenten der Kategorie 8.1 oder höher, Strecken der Klasse II aus Komponenten der Kategorie 8.2. Da Klasse II nicht das RJ45-Steckgesicht verwendet und Stecker der Kategorie 8.2 nicht steckkompatibel zu RJ45-Buchsen sind, sind Verkabelungen der Klasse II praktisch ohne Bedeutung.

Die Vorgaben der in der EU gültigen Verkabelungsnorm EN 50173-1 und deren deutscher Ausgabe DIN EN 50173-1 entsprechen denen der ISO/IEC 11801-1. Auch sie fordern für 25GBASE-T eine Verkabelung der Klasse I oder II.

Verkabelungen der Klassen I und II könnten 25GBASE-T durchaus über größere Längen als 30 Meter übertragen. ISO/IEC veröffentlichte 2020 hierzu den Anwendungsbericht ISO/IEC TR 11801-9909 zu Übertragungsstrecken von mehr als 30 Metern mit Komponenten der Kategorie 8.1 oder 8.2 bis 2000 MHz. Einzelheiten hierzu sind in Abschnitt „25 Gigabit Ethernet über mehr als 30 Meter“ in diesem Whitepaper aufgeführt.

Der 2018 veröffentlichte Anwendungsbericht ISO/IEC TR 11801-9905 enthält Richtlinien, anhand derer geprüft werden kann, ob eine bereits vorhandene Verkabelung der Klasse E_A, F oder F_A auch 25GBASE-T übertragen kann. Der Bericht stellt allerdings eindeutig klar, dass diese Richtlinien nur auf bereits bestehende Verkabelungen und nicht bei Neuinstallationen anzuwenden sind. Zu Einzelheiten siehe Abschnitt „25 Gigabit Ethernet und Verkabelungskomponenten der Kategorie 6_A“ in diesem Whitepaper.

Die amerikanische Norm ANSI/TIA-568.0 für strukturierte Verkabelungen sieht für 25GBASE-T eine Übertragungsstrecke der Category 8 (engl. category 8 channel) vor. Die technischen Spezifikationen für die Übertragungsstrecke sind in ANSI/TIA-568.2-D enthalten. Wie bei ISO/IEC 11801-1 beträgt die maximale Länge der Übertragungsstrecke 30 Meter, deren Aufteilung in Installationsstrecke (engl. permanent link) und Patchkabel unterscheidet sich jedoch von den Vorgaben der ISO/IEC. ANSI/TIA-Normen sind nationale US-amerikanische Normen und sind außerhalb der USA nur nach Vereinbarung anzuwenden.



AUFTEILUNG DER ÜBERTRAGUNGSSTRECKE AUF INSTALLATIONS- UND PATCHKABEL

Nach ISO/IEC 11801-1 und DIN EN 50173-1 darf eine Übertragungsstrecke der Klasse I maximal 30 Meter lang sein, ANSI/TIA-568.2 legt für deren Pendant Category 8 Channel dieselbe Länge fest. Bei der Aufteilung der 30 Meter auf das feste verlegte Installationskabel und die Patchkabel an beiden Enden unterscheiden sich die drei Normen jedoch.

ISO/IEC 11801-5:2017-11 enthält eine Berechnungsformel, mit der die maximal zulässige Länge des Installationskabels anhand der Gesamtlänge der beiden Patchkabel und der unterschiedlichen Einfügedämpfungswerte von Installations- und Patchkabel berechnet werden kann und umgekehrt. Zusätzlich enthält die Norm konkrete Zahlenwerte als Richtlinien, die jedoch nicht zwingend zu beachten sind:

- Die Installationsstrecke (permanent link) sollte mindestens 5 Meter und maximal 26 Meter lang sein.
- Die Gesamtlänge der beiden Patchkabel sollte höchstens 4 Meter betragen.
- Jedes der beiden Patchkabel sollte mindestens 1 Meter und maximal 2 Meter lang sein.

DIN EN 50173-5:2018-10 enthält die gleiche Berechnungsformel wie ISO/IEC 11801-5:2017-11, gibt jedoch keine Zahlenwerte für die maximale Länge der Installationsstrecke (engl. permanent link) und der Patchkabel an.

ANSI/TIA-568.2-D folgt der Tradition praxisorientierter TIA-Normen und gibt verschiedene Zahlenwerte an. Dabei ist allerdings zu beachten, dass ANSI/TIA-568.2-D eine Category 8 spezifiziert, deren Werte von denen der Kategorie 8.1 nach ISO/IEC 11801-1:2017-11 und DIN EN 50173-1:2018-10 abweichen! Einige Werte der Category 8 liegen etwas unterhalb der Werte der Kategorie 8.1, so dass die Längenvorgaben der ANSI/TIA-568.2-D nicht direkt auf Verkabelungen der Klasse I nach ISO/IEC 11801-1:2017-11 und DIN EN 50173-1:2018-10 übertragbar sind. Für die praktische Anwendung sind die geringen Unterschiede, die sich für die Länge ergeben, jedoch meist vernachlässigbar.

ANSI/TIA-568.2-D legt auf der Basis ihrer Category 8 fest:

- Die Übertragungsstrecke (channel) darf maximal 30 Meter lang sein.
- Die Installationsstrecke (permanent link) darf maximal 24 Meter lang sein.
- Bei den Patchkabeln ist ein so genannter De-rating-Faktor auf der Basis des Leiterquerschnitts zu berücksichtigen, der die unterschiedlichen Einfügedämpfungswerte von Installations- und Rangierkabel berücksichtigt. Konkrete Zahlenwerte nach Norm:
 - Patchkabel AWG22 und AWG23: Gesamtlänge beider Kabel maximal 7,2 m.
 - Patchkabel AWG24: Gesamtlänge beider Kabel max. 6,0 m.
 - Patchkabel AWG26: Gesamtlänge beider Kabel max. 4,8 m.

25 Gigabit Ethernet über mehr als 30 Meter

Die Länge der Übertragungsstrecke wird bei 25GBASE-T durch den Signal-Rausch-Abstand (engl. signal to noise ratio, kurz SNR) bestimmt. SNR ist ein Maß dafür, wie sehr das Datensignal durch Störungen beeinflusst wird, und wird hauptsächlich bestimmt durch die Signallaufzeit (engl. delay), die Laufzeitunterschiede zwischen den Aderpaaren (engl. delay skew), die Einfügedämpfung (engl. insertion loss, IL), die Rückflusdämpfung (engl. return loss, RL), die Umsymmetriedämpfung am nahen Ende (engl. transverse conversion loss, TCL), die pegelgleiche Unsymmetriedämpfung am fernen Ende (engl. equal level transverse conversion transfer loss, ELTCTL) und die Kopplungdämpfung (engl. coupling attenuation, CA).

Übertragungsstrecken, die aus Komponenten der Kategorie 8.1 oder 8.2 bestehen und die die Anforderungen der Verkabelungsnormen übertreffen, können 25GBASE-T auch über mehr als 30 Meter übertragen, solange die in IEEE 802.3

festgelegten Parameter eingehalten werden. Der Anwendungsbericht (engl. technical report) ISO/IEC TR 11801-9909 aus dem Jahr 2020 stellt entsprechende Untersuchungsergebnisse hierzu vor. Er enthält grundsätzliche Empfehlungen für Stecken von 40 Meter, 50 Meter, 67 Meter und 100 Meter Länge. Davon entfallen je zwei Meter auf die Patchkabel an beiden Enden.

Darüber hinaus spezifiziert der Anwendungsbericht die Berechnungsformeln für die Parameter einer Übertragungsstrecke von 50 Meter Länge und einem Frequenzbereich bis 2000 MHz.

Der Anwendungsbericht und die darin enthaltenen Spezifikationen sind jedoch nur informativ, nicht normativ.

Komponentenkategorien 8, 8.1 und 8.2

Die internationalen Normungsgremien ISO und IEC spezifizieren anstelle einer Kategorie 8 gleich zwei weltweit gültige Varianten: Kategorie 8.1 und 8.2.

Komponenten der Kategorie 8.1 nach ISO/IEC bilden eine Verkabelung der Klasse I. Sie sind rückwärtskompatibel zum RJ45-Steckgesicht der Kategorien 6_A, 6 und 5 der ISO/IEC 11801 und der DIN EN 50173.

Komponenten der Kategorie 8.2 nach ISO/IEC bilden eine Verkabelung der Klasse II. In der Norm sind verschiedene Steckertypen festgelegt, die untereinander nicht steckkompatibel sind. Stecker der Kategorie 8.2 sind allesamt nicht steckkompatibel zu RJ45-Buchsen. Kategorie-8.2-Buchsen nach IEC 60603-7-82 können zwar einen RJ45-Stecker auf-

Komponenten-Kategorie	Übertragungsstrecken-Klasse	Normungsgremium	Frequenz max.	Datenrate max.	Bemerkung
5	D	ISO/IEC	100 MHz	1 Gbit/s	mittlerweile bedeutungslos
5e	Cat. 5e channel	ANSI/TIA	100 MHz	1 Gbit/s	nur noch informativ in der Norm
6	E	ISO/IEC	250 MHz	1 Gbit/s	Weicht geringfügig von Kategorie 6 nach ANSI/TIA ab
6	Cat. 6 channel	ANSI/TIA	250 MHz	1 Gbit/s	Weicht geringfügig von Kategorie 6 nach ISO/IEC ab
6 _A	E _A	ISO/IEC	500 MHz	10 Gbit/s	Weicht geringfügig von Kategorie 6 _A nach ANSI/TIA ab
6A	Cat. 6A channel	ANSI/TIA	500 MHz	10 Gbit/s	Weicht geringfügig von Kategorie 6 _A nach ISO/IEC ab
7	F	ISO/IEC	600 MHz	10 Gbit/s	Multimedia, kein RJ45-Stecker
7 _A	F _A	ISO/IEC	600 MHz	10 Gbit/s	Multimedia, kein RJ45-Stecker
8	Cat. 8 channel	ANSI/TIA	2000 MHz	40 Gbit/s	Werte etwas weniger streng als bei Kategorie 8.1 nach ISO/IEC
8.1	I	ISO/IEC	2000 MHz	40 Gbit/s	Werte etwas strenger als bei Kategorie 8 nach ANSI/TIA
8.2	II	ISO/IEC	2000 MHz	40 Gbit/s	kein RJ45-Stecker

Die Werte der Kategorie 6_A nach ISO/IEC und DIN EN und der Category 6A nach ANSI/TIA sind nicht identisch. Um sie in der Praxis leichter unterscheiden zu können, wird das „A“ bei der Kategorie 6_A nach ISO/IEC und DIN EN tiefgestellt, bei der Category 6A nach ANSI/TIA nicht.

nehmen, sind in diesem Falle aber auf die Linkklasse E_A und 10 Gigabit pro Sekunde beschränkt. Komponenten der Kategorie 8.2 besitzen größere Reserven als Komponenten der Kategorie 8.1 und sind rückwärtskompatibel zu Komponenten der Kategorien 7_A und 7 mit dem jeweiligen Steckgesicht. Stecker der Kategorie 8.2 sind nicht rückwärtskompatibel zu RJ45-Buchsen bestehender Verkabelungen! Die Hersteller der aktiven Netzwerkkomponenten haben sich für ein RJ45-kompatibles Steckgesicht und damit international für die Komponentenkategorie 8.1 ausgesprochen. Diese Lösung ist rückwärtskompatibel zu den Milliarden weltweit installierter RJ45-Anschlüsse. Da Klasse II nicht das RJ45-Steckgesicht verwendet und Stecker der Kategorie 8.2 nicht steckkompatibel zu RJ45-Buchsen sind, sind Verkabelungen der Klasse II in der Praxis von geringer Bedeutung.

In den USA spezifiziert das Standardisierungsgremium ANSI/TIA Verkabelungskomponenten der Category 8 für Übertragungsstrecken der Category 8 (engl. category 8 channel). Die Steckverbinder sind rückwärtskompatibel zu den RJ45-Buchsen der Kategorien 6A, 6 und 5e nach ANSI/TIA-568.2. Die Werte der in ANSI/TIA-568.2-D spezifizierten Category 8 weichen von denen der Kategorie 8.1 nach DIN EN 50173-1:2018-10 und ISO/IEC 11801-1:2017-11 ab! Einige Werte der Category 8 liegen etwas unterhalb der Werte der Kategorie 8.1, so dass ein direkter Vergleich nicht korrekt ist.

Kabel und Anschlusskomponenten sind in jeweils eigenen Normen spezifiziert, auf die die Verkabelungsnormen verweisen.

Norm für Kabel der Category 8:

- ANSI/TIA-568.2: Installationskabel und Kabel mit flexiblem Leiter, US-amerikanische Norm

Normen für Kabel der Kategorie 8.1:

- IEC 61156-9: Installationskabel und Kabel mit flexiblem Leiter, weltweit gültige Norm
- EN 50288-13-1: Installationskabel, Norm der Europäischen Union
- EN 50288-13-2: Kabel mit flexiblem Leiter, Norm der Europäischen Union

Normen für Kabel der Kategorie 8.2:

- IEC 61156-10: Installationskabel und Kabel mit flexiblem Leiter, weltweit gültige Norm
- EN 50288-12-1: Installationskabel, Norm der Europäischen Union
- EN 50288-12-2: Kabel mit flexiblem Leiter, Norm der Europäischen Union

Norm für Verbindungstechnik der Category 8:

- ANSI/TIA-568.2 (RJ45-Steckgesicht) US-amerikanische Norm

Norm für Verbindungstechnik der Kategorie 8.1:

- IEC 60603-7-81 (RJ45-Steckgesicht) weltweit gültige Norm

Norm für Verbindungstechnik der Kategorie 8.2:

- IEC 60603-7-82 (Nicht-RJ45-Steckgesicht) weltweit gültige Norm

Mit der Direct Probe von Telegärtner können RJ45-Steckverbindungen direkt gemessen werden, ohne den Umweg über Baluns zur Anpassungen von koaxialen Messleitungen an Twisted-Pair-Komponenten. Dadurch sind noch genauere und verlässlichere Messungen möglich.

Einschränkungen bei Kategorie 8.1 sind nicht normkonform

In der Praxis trifft man gelegentlich auf den Ansatz, Neuverkabelungen mit Komponenten auszuführen, welche die Anforderungen der Kategorie 8 oder 8.1 nur in einem eingeschränkten Frequenzbereich bis 1250 MHz erfüllen. Als Argument wird dabei meist angeführt, dies genüge für 25 Gigabit Ethernet. Dabei wird jedoch übersehen, dass die Verkabelungsnormen keine derartige Einschränkung vorsehen. Das von IEEE nachträglich in den 802.3-Standard aufgenommene 25GBASE-T nutzt den Frequenzbereich bis einschließlich 1250 MHz, doch weder ISO/IEC 11801-1 noch DIN EN 50173-1 unterscheiden zwischen einer vollwertigen und einer nur teilweise erfüllten Kategorie 8.1. Sie fordern auch für 25GBASE-T Übertragungsstecken der Klasse I oder II mit Komponenten der Kategorie 8.1 oder 8.2 ohne Einschränkungen. Dasselbe gilt sinngemäß für ANSI/TIA-568: Deren Teil 0 fordert für 25GBASE-T Strecke und Komponenten der Category 8, Teil 2 spezifiziert die Category 8 bis 2000 MHz; beide Teile sehen keinerlei Einschränkungen vor. Verkabelungen mit Komponenten mit einem eingeschränkten Frequenzbereich sind herstellerspezifische Lösungen und nicht normkonform, was abhängig von den im Verkabelungsprojekt getroffenen Vereinbarungen und den Festlegungen im Qualitätsplan nach DIN EN 50174-1 zu Regressforderungen führen kann.

25 Gigabit Ethernet und Verkabelungskomponenten der Kategorie 6_A

Mit Einschränkungen hinsichtlich der Übertragungsstreckenlänge kann 25 Gigabit Ethernet 25GBASE-T auch über Strecken übertragen werden, die die Anforderungen der Klasse I oder des Category 8 Channels nicht erfüllen. Die Länge der Übertragungsstecke ist dabei jedoch meist deutlich kleiner und beträgt oftmals nur wenige Meter. In Serverräumen und Rechenzentren reichen solche Kabellängen innerhalb einer kurzen Schrankreihe jedoch oftmals aus.

ISO/IEC veröffentlichte hierzu bereits 2018 den Anwendungsbericht ISO/IEC TR 11801-9905 als Richtlinie, anhand derer geprüft werden kann, ob eine vorhandene Verkabelung auch 25 Gigabit Ethernet übertragen kann. Hierzu spezifiziert der Bericht die Formeln zur Berechnung der übertragungstechnischen Parameter und gibt für Übertragungsstrecken der Klasse I konkrete Zahlenwerte bei ausgewählten Frequenzen an.

Ergänzend enthält ISO/IEC TR 11801-9905 eine Risikobewertung für den Betrieb von 25GBASE-T mit Komponenten der Kategorie 6_A, 7 und 7_A. Während bei Kategorie 7_A das Risiko generell als niedrig eingestuft wird, wird bei Verwendung von Komponenten der Kategorie 7 und der Kategorie 6_A das Risiko bereits bei einer Übertragungsstreckenlänge von mehr als 10 Metern als hoch eingestuft.



Das AMJ Modul Cat.8.1 von Telegärtner übertrifft die Anforderungen an RJ45-Module der Kategorie 8.1 bis 2000 MHz. Mit ihm lassen sich normkonforme Verkabelungen für 25 und 40 Gigabit Ethernet mit praxistgerechter Reserve aufbauen.



RJ45-Module von Telegärtner sind für ihre großen übertragungstechnischen Reserven bekannt und daher oft sehr viel länger im Einsatz als die 10 Jahre, welche die Verkabelungsnormen vorgeben. Seit vielen Jahren bewährt sich das Kategorie 6_A-Modul AMJ-S in der Praxis, das neue AMJ-SL setzt diese Tradition fort. Als eines der kürzesten RJ45-Module der Kategorie 6_A am Markt lässt es dem Kabel auch unter beengten Platzverhältnissen genügend Raum.

ISO/IEC TR 11801-9905 enthält Richtlinien, anhand derer geprüft werden kann, ob eine vorhandene Verkabelung auch 25GBASE-T übertragen kann, und stellt dabei eindeutig klar, dass diese Richtlinien ausschließlich für bereits bestehende Verkabelungen anzuwenden sind, nicht für Neuverkabelungen!

Vielen dient der Anwendungsbericht als Grundlage, neue Verkabelungen mit Komponenten der Kategorie 6_A als „25-Gigabit-Ethernet-tauglich“ zu planen und zu installieren. Dabei wird jedoch übersehen, dass TR 11801-9905 nur für die Überprüfung einer vorhandenen Verkabelung anzuwenden ist, nicht für eine Neuverkabelung. Für Neuverkabelungen empfiehlt TR 11801-9905 ausdrücklich Übertragungsstrecken der Klasse I oder II bis 2000 MHz.

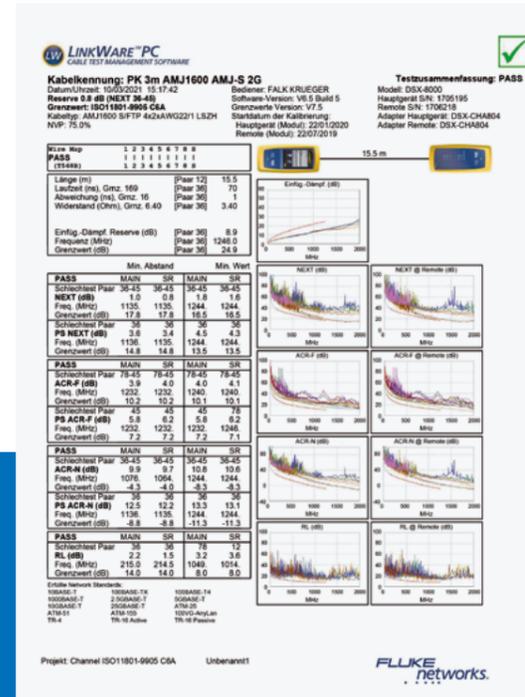
ISO/IEC TR 11801-9905 spezifiziert die zu prüfenden Parameter der Übertragungsstrecke (engl. channel) abhängig von der Kategorie der installierten Komponenten und gibt eine maximale Streckenlänge an, bis zu der 25GBASE-T wahrscheinlich übertragen werden kann. Diese sind

- bis zu 30 Meter inklusive Patchkabel mit Komponenten der Kategorie 7_A
- bis zu 12 Meter inklusive Patchkabel mit Komponenten der Kategorie 7
- bis zu 12 Meter inklusive Patchkabel mit Komponenten der Kategorie 6_A

Dabei ist zu beachten, dass ISO/IEC TR 11801-9905 lediglich Spezifikationen für die Übertragungsstrecke (engl. channel) enthält, nicht für die Installationsstrecke (engl. permanent link), was weitreichende Auswirkungen auf die Messung der Verkabelung hat. Messungen auf der Grundlage von TR 11801-9905 müssen als Channel-Messung inklusive Patchkabel erfolgen, was bei den Prüfprogrammen der Messgeräte entsprechend berücksichtigt wird. In der Praxis bedeutet dies jedoch, dass die Patchkabel, mit denen die Übertragungsstrecke gemessen wurde, nach der Messung nicht entfernt werden dürfen, sondern für den Betrieb der Übertragungsstrecke an Ort und Stelle verbleiben müssen. Werden die Patchkabel ersetzt, muss neu gemessen werden, da ansonsten keine verlässliche Aussage nach TR 11801-9905 über die Eignung der Strecke für 25 Gigabit Ethernet möglich ist. Die Messung der installierten Strecke vom Verteilfeld bis zur Anschlussdose (Installationsstrecke, engl. permanent link), wie dies nach Abschluss der Installationsarbeiten allgemein üblich ist, ist nach TR 11801-9905 nicht möglich, da der Anwendungsbericht keine Spezifikationen für die Installationsstrecke (permanent link) enthält, sondern nur für die Übertragungsstrecke (channel).



Mit dem Netzwerk-Analysator im Telegärtner-Labor sind hochpräzise, verlässliche Messungen möglich.



Im Feld geprüft: Übertragungsstrecken mit Telegärtner-Komponenten übertrafen die Vorgaben der ISO/IEC 11801 TR 9905

Telegärtner war weltweit einer der ersten Anbieter eines kompletten Verkabelungssystems der Klasse I. Sämtliche Komponenten dieses Systems – RJ45-Module, Stecker, Installationskabel und Patchkabel – übertreffen die hohen Anforderungen der Kategorie 8.1 und übertragen 25 Gigabit Ethernet 25GBASE-T und 40 Gigabit Ethernet 40GBASE-T mit praxisrelevanten Reserven. Von einem fachkundigen Betrieb installiert, ist die Verkabelung mit einer 25-jährigen Systemgarantie versehen.

Qualität und Langlebigkeit der Telegärtner-Produktlösungen sind wichtige Grundlagen für einen maximalen Investitionsschutz. Daher untersuchte Telegärtner, ob Verkabelungen mit Telegärtner-RJ45-Modulen der Kategorie 6_A, die bekanntermaßen hohe Reserven gegenüber den Normvorgaben besitzen, auch 25 Gigabit Ethernet 25GBASE-T übertragen können.

Untersucht wurden Übertragungsstrecken mit Kategorie-6_A-Modulen der Baureihen AMJ-S 2G und AMJ-SL in Kombination mit verschiedenen, in der Praxis beliebten Kategorie-7_A-Kabel mit Aderquerschnitt AWG22/1 und AWG23/1.

Das Ergebnis überzeugt: Bei allen Kombinationen ermittelten die Feldmessgeräte durchweg PASS mit Reserve, und das sogar bei deutlich höheren Längen als in ISO/IEC TR 11801-9905 angegeben! Dennoch: Telegärtner schließt sich der Empfehlung des ISO/IEC TR 11801-9905 an und empfiehlt bei Neuverkabelungen ausdrücklich Klasse I für eine normkonforme Verkabelung.

Beispiel für die Messung einer Übertragungsstrecke (channel) aus der in der Praxis besonders beliebten Kombination von geschirmtem Kabel der Kategorie 7_A und RJ45-Modulen der Kategorie 6_A von Telegärtner nach den Vorgaben des ISO/IEC TR 11801-9905: PASS mit Reserven.

Zusammenfassung

Normkonforme Verkabelungen basieren auf den Vorgaben der einschlägigen Normen, allen voran ISO/IEC 11801, DIN EN 50173 und ANSI/TIA-568. Alle drei fordern für 25 Gigabit Ethernet 25GBASE-T eine Verkabelung mit Komponenten der Kategorie 8/8.1/8.2, die die spezifizierten Parameter über den vollen Frequenzbereich bis einschließlich 2000 MHz erfüllen.

Mithilfe der Richtlinien des Anwendungsberichts ISO/IEC TR 11801-9905 aus dem Jahr 2018 kann geprüft werden, ob eine bereits vorhandene Verkabelung, die aus Komponenten der Kategorien 6_A, 7 oder 7_A besteht, mit Einschränkungen auch 25 Gigabit Ethernet übertragen kann. Bei Komponenten der Kategorie 6_A ist die Länge Übertragungsstrecke dabei auf maximal 12 Meter inklusive Patchkabel begrenzt. Bei Neuverkabelungen empfiehlt ISO/IEC TR 11801-9905 ausdrücklich Übertragungsstrecken der Klasse I oder II bis 2000 MHz. Für Strecken der Klasse I werden Komponenten der Kategorie 8.1 benötigt, für Klasse II Komponenten der Kategorie 8.2. Da Klasse II nicht das RJ45-Steckgesicht verwendet und Stecker der Kategorie 8.2 nicht steckkompatibel zu RJ45-Buchsen sind, sind Verkabelungen der Klasse II in der Praxis von geringer Bedeutung.

Zwar nutzt das von IEEE nachträglich in den 802.3-Standard aufgenommene 25GBASE-T nur den Frequenzbereich bis einschließlich 1250 MHz, doch weder ISO/IEC 11801-1 noch DIN EN 50173-1 unterscheiden zwischen einer vollwertigen und einer nur teilweise erfüllten Kategorie 8.1. Keine der beiden Verkabelungsnormen erkennen eine im Frequenzbereich eingeschränkte Kategorie 8.1 an, beide fordern Komponenten der Kategorie 8.1 ohne Einschränkungen. Dasselbe gilt für die Category 8 nach ANSI/TIA-568.2. Verkabelungen mit Komponenten mit eingeschränktem Frequenzbereich sind daher nicht normkonform. Werden sie in einer Verkabelungsstrecke eingesetzt, kann dies abhängig von den im Verkabelungsprojekt getroffenen Vereinbarungen und den Festlegungen im Qualitätsplan nach DIN EN 50174-1 zu Regressforderungen führen.

Bei der maximal zulässigen Länge sind künftig Übertragungsstrecken von mehr als 30 Metern zu erwarten. ISO/IEC stellte 2020 im Anwendungsbericht ISO/IEC TR 11801-9909 Untersuchungsergebnisse zur Übertragung von 25GBASE-T über Stecken von mehr als 30 Metern vor. Neben den Ergebnissen enthält der Bericht grundsätzliche Empfehlungen für Stecken von 40 Meter, 50 Meter, 67 Meter und 100 Meter Länge, wobei hiervon je zwei Meter auf die Patchkabel an beiden

Telegärtner – Ihr kompetenter Systemlieferant

Als innovativer und kompetenter Systemanbieter misst Telegärtner Entwicklungsmuster, Prototypen und Serienprodukte im eigenen, hochmodernen Messlabor. Dabei übertrifft der Telegärtner-Messaufbau die Vorgaben der einschlägigen Normen und Standards bei Weitem. Eindrucksvolle Beispiele dafür sind unter anderem die Direct Probe, mit der RJ45-Komponenten direkt, ohne den Umweg über koaxiale Messleitungen, präzise und zuverlässig gemessen werden können, oder der weltweit erste Messadapter für RJ45-Patchkabel der Kategorie 6A. So mancher Messadapter in der Hochfrequenz-Messtechnik stammt von Telegärtner.

Enden entfallen. Darüber hinaus spezifiziert er die Parameter mit den zugehörigen Berechnungsformeln für eine Übertragungsstrecke von 50 Meter Länge und einem Frequenzbereich bis 2000 MHz. Der Anwendungsbericht und die darin enthaltenen Spezifikationen sind jedoch nur informativ, nicht normativ.

Zusammenfassend kann damit festgehalten werden: Sämtliche Verkabelungs- und Komponentennormen fordern für die Übertragung von 25GBASE-T bei Neuverkabelungen ausschließlich Komponenten der Kategorie 8.1 oder 8.2 oder der Category 8, die für Frequenzen bis einschließlich 2000 MHz spezifiziert sind. Weichen Anwender, Planer oder Installationsbetriebe davon ab, indem sie Anwendungsberichte falsch anwenden oder Komponenten mit nicht-normkonformen Einschränkungen einsetzen, können daraus Probleme bei der fachtechnischen Abnahme der Verkabelung und bei der Übertragung der Daten bis hin zu Schadenersatzansprüchen entstehen. Ein Verkabelungssystem, dessen Komponenten die Normvorgaben mit praxisgerechter Reserve übertreffen, bietet die notwendige planerische Sicherheit sowie die volle normkonforme Leistungsfähigkeit und damit den Investitionsschutz, den Anwender zu Recht erwarten.



Author:
Dirk Traeger, Dipl.-Ing. (FH)
Technical Solutions Manager DataVoice
dirk.traeger@telegaertner.com

Dirk Traeger studierte Nachrichtentechnik an der Fachhochschule für Technik in Esslingen. Praxiserfahrung sammelte er als Planer und Projekt-/Fachbauleiter in zahlreichen Verkabelungsprojekten und bei Herstellern von Verkabelungskomponenten im In- und Ausland.

Seit 2015 betreut er das Telegärtner Technical Helpdesk DataVoice und leitet praxisorientierte Schulungen für Installateure, Planer und Anwender weltweit. Er ist Autor zahlreicher Fachbücher, Whitepaper und Fachartikel zu wichtigen und aktuellen Themen der Daten-/Netzwerktechnik.

NORMEN UND WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

Internationale Normen (englisch):

ISO/IEC 11801-1:2017 Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 1: General requirements

ISO/IEC 11801-2:2017 Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 2: Office premises

ISO/IEC 11801-5:2017 Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 5: Data centres

ISO/IEC TR 11801-9905:2018-02: Technical report Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 9905: Guidelines for the use of installed cabling to support 25GBASE-T application

ISO/IEC TR 11801-9909:2020-06: Technical report Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 9909: Evaluation of balanced cabling in support of 25 Gbit/s for reach greater than 30 metres

IEC 60603-7-81:2015: Connectors for electronic equipment – Part 7-81: Detail specification for 8-way, shielded, free and fixed connectors, for data transmissions with frequencies up to 2 000 MHz (Anmerkung: RJ45-Steckgesicht)

IEC 60603-7-82:2016: Connectors for electronic equipment – Part 7-82: Detail specification for 8-way, 12 contacts, shielded, free and fixed connectors, for data transmission with frequencies up to 2 000 MHz (Anmerkung: Nicht-RJ45)

IEC 61076-3-110:2016: Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 3-110: Detail specification for free and fixed connectors for data transmission with frequencies up to 3 000 MHz (Anmerkung: Nicht-RJ45)

IEC 61156-9:2016: Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 9: Cables for channels with transmission characteristics up to 2 GHz – Sectional specification

IEC 61156-10:2016: Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 10: Cables for cords with transmission characteristics up to 2 GHz – Sectional specification

IEEE Std 802.3™-2018: IEEE Standard for Ethernet

IEEE Std 802.3bq™-2016: IEEE Standard for Ethernet Amendment 3: Physical Layers and Management Parameters for 25 Gb/s and 40 Gb/s Operation, Types 25GBASE-T and 40GBASE-T [in IEEE Std 802.3™-2018: IEEE Standard for Ethernet enthalten]

Europäische Normen (Landessprache):

DIN EN 50173-1:2018-10: Informationstechnik – Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen

DIN EN 50173-2:2018-10: Informationstechnik – Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen – Teil 2: Bürobereiche

DIN EN 50173-5:2018-10: Informationstechnik – Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen – Teil 5: Rechenzentrumsbereiche

DIN EN 50288-12-1:2018-04: Mehradrige metallische Daten- und Kontrollkabel für analoge und digitale Übertragung – Teil 12-1: Rahmenspezifikation für geschirmte Kabel für Frequenzen von 1 MHz bis 2 000 MHz – Kabel für Horizontal- und Steigbereich (Anmerkung: Kategorie 8.2)

DIN EN 50288-12-2:2021-05 – Entwurf: Mehradrige metallische Daten- und Kontrollkabel für analoge und digitale Übertragung – Teil 12-2: Rahmenspezifikation für geschirmte Kabel für Frequenzen von 1 MHz bis 2000 MHz – Geräteanschlusskabel (Anmerkung: Kategorie 8.2)

DIN EN 50288-13-1:2021-05 – Entwurf: Mehradrige metallische Daten- und Kontrollkabel für analoge und digitale Übertragung – Teil 13-1: Rahmenspezifikation für außengeschirmte Kabel bis 2 000 MHz – Kabel für Horizontal- und Steigbereich (Anmerkung: Kategorie 8.1)

DIN EN 50288-13-2:2021-05 – Entwurf: Mehradrige metallische Daten- und Kontrollkabel für analoge und digitale Übertragung – Teil 13-2: Rahmenspezifikation für außengeschirmte Kabel für Frequenzen von 1 MHz bis 2 000 MHz – Geräteanschlusskabel (Anmerkung: Kategorie 8.1)

DIN EN 60603-7-81:2016-10: Steckverbinder für elektronische Einrichtungen – Teil 7-81: Bauartspezifikation für geschirmte freie und feste Steckverbinder, 8polig, für Datenübertragungen bis 2 000 MHz (Anmerkung: RJ45-Steckgesicht)

DIN EN 60603-7-82: Steckverbinder für elektronische Einrichtungen – Teil 7-82: Bauartspezifikation für geschirmte freie und feste Steckverbinder, 8polig, 12 Kontakte für Datenübertragungen bis 2 000 MHz (Anmerkung: Nicht-RJ45)

DIN EN 61076-3-110:2017-06: Steckverbinder für elektronische Einrichtungen – Produktanforderungen – Teil 3-110: Bauartspezifikation für freie und feste Steckverbinder für Datenübertragungen bis 3 000 MHz

US-amerikanische Normen:

ANSI/TIA-568.0-D: Generic telecommunications cabling for customer premises

ANSI/TIA-568.1-D: Commercial building telecommunications infrastructure standard

ANSI/TIA-568.2-D: Balanced Twisted-Pair Telecommunications Cabling and Components Standard

Weiterführende Literatur:

Daten-/Netzwerktechnik Basiswissen; Themenspecial, Telegärtner Karl Gärtner GmbH, Steinenbronn

Whitepaper Fernspeisung (Remote Powering), Telegärtner Karl Gärtner GmbH, Steinenbronn

Leistungsfähige IT-Infrastrukturen; Traeger, Dirk; Fachbuch, KaTiKi Verlag, Gärtringen

Wer viel misst ... Praxistipps zur Messung von Kupferstrecken der strukturierten Verkabelung; Traeger, Dirk; Fachbuch, Joachim Treiber MEISTERBUCHVERLAG, Leinfelden-Echterdingen



Telegärtner
Karl Gärtner GmbH

Lerchenstr. 35
D-71144 Steinenbronn

Tel. +49 71 57/1 25-0
Fax +49 71 57/1 25-5120

info@telegaertner.com
www.telegaertner.com