

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 86 (1995)

Heft: 9

Artikel: Alter Wein in neuen Schläuchen? Normung von Kabelsystemen : Teil 1 : allgemeine Standards

Autor: Tuor, Jörg / Rutz, Marin

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-902439>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 26.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Seit geraumer Zeit gibt es Bemühungen verschiedener Normierungsgremien, die Kabelsysteme zu standardisieren, um der Industrie, den Installateuren und auch den Kunden Massstäbe für eine leichtere und allgemein verbindliche Klassifizierung zu geben. Der Normentwurf für Verkabelungssysteme liegt zur Abstimmung vor. Es ist allerdings abzusehen, dass er den realen technischen Gegebenheiten nicht gerecht wird. Insbesondere fehlt eine Link-Klasse für die heute möglichen, sehr hohen Bitraten.

Alter Wein in neuen Schläuchen? Normung von Kabelsystemen

Teil 1: Allgemeine Standards

■ Jörg Tuor und Marin Rutz

Es ist der interessierten Fachwelt hinlänglich bekannt, dass im neuen Normentwurf für Verkabelungssysteme mit der Link-Klasse D Werte bis 100 MHz festgelegt sind. Gleichzeitig wird die Link-Klasse D für die Übertragung von Daten mit einer sehr hohen Bitrate im Nahbereich (Tertiärbereich) spezifiziert. Aufgrund der im Anhang beschriebenen Anwendungen kann davon ausgegangen werden, dass unter «sehr hoher Bitrate» 100 MBit/s zu verstehen sind.

Viele Anwender gehen irrtümlicherweise von der Annahme aus, dass damit Datenübertragungen mit einer Schwerpunktfrequenz von 100 MHz problemlos möglich sind und damit bei Verkabelungen gemäss ISO 11801 bzw. prEN 50173 sogar noch eine gewisse Zukunftssicherheit für höhere Datenraten berücksichtigt wurde.

Für die Beurteilung der im Normentwurf enthaltenen Werte muss man sich über folgende Zusammenhänge im klaren sein:

Bedeutung des ACR (Attenuation to Crosstalk Ratio)

Das ACR ist ein Mass für das Verhältnis der Nutzsignalstärke zum Einfluss der Störsignale. Es ist klar, dass kaum eine

einwandfreie Datenübertragung erwartet werden kann, wenn das Nutzsignal im Rauschen untergeht. Ein Vergleich: Beim Radiohören ist ein Hörerlebnis nur dann gewährleistet, wenn das Nutzsignal genügend stark, das heisst wenig gestört ist. Genau so verhält es sich bei der Datenübertragung.

Die Qualität der Übertragung wird ausgedrückt in der *Bitfehlerrate* (Bit Error Rate, BERT). Sie gibt an, wie viele fehlerhafte Bits bei der Übertragung einer Anzahl Bits auftreten. In diesem Zusammenhang bleibt folgende Tatsache oft unberücksichtigt: Man stellt beim ersten Test einer Verbindung fest, «dass es funktioniert», und ist sich nicht im klaren darüber, dass ein kleiner Lasttest über die Fehlerrate kaum etwas aussagt. Bei einer vollen Auslastung des Netzes kann jedoch ein Kollaps produziert werden.

Etwas technischer ausgedrückt: Um eine akzeptable Bitfehlerrate von $<10^{-10}$ zu erhalten, sind je nach Codierung ACR-Werte von 12 bis 24 dB notwendig. Aufwendige Codierungsverfahren benötigen auch höhere ACR-Werte – dies jedoch bei niedriger Frequenz. In bezug auf das Nahnebensprechen und die Dämpfung weisen Kabel- und Stecksysteme bessere Werte auf als gefordert; höhere ACR-Werte sind eine direkte Folge hiervon.

Bereits die bisherigen Ausführungen lassen auf die komplexen Zusammenhänge schliessen. Insbesondere ist die Bestimmung eines minimalen Grenzwertes schwierig. Auf alle Fälle gilt jedoch die Aussage: Je höher die ACR-Werte, desto besser die Datenübertragung.

Adresse der Autoren:

Jörg Tuor, Dipl. El.-Ing. ETH, und
Marin Rutz, Netzwerkberater, LAN-Com
Kabelkommunikations AG, 6014 Littau.

Einflüsse aus der Installation

Die in der Norm geforderten *minimalen* Werte gelten für installierte Systeme und müssen von allen Übertragungsstrecken im Verteilbereich eingehalten werden. Es wird auch davon ausgegangen, dass sich die Eigenschaften von installierten Kabeln nicht wesentlich ändern.

Wenn die einzelnen Komponenten den geforderten prEN-50173-Grenzwerten entsprechen, müssen die installierten Übertragungsstrecken diesen Anforderungen jedoch noch lange nicht gerecht werden. Es genügt also nicht, ein Kabel der Kategorie 5 zu verlangen – auf solche «Anforderungen» stößt man nur allzu häufig bei Offertanfragen und Ausschreibungen.

Vorsicht ist auch geboten, wenn Gesamtsysteme – unter idealen Bedingungen installiert – den geforderten Grenzwerten nur knapp gerecht werden. Da in der Installationspraxis Abweichungen auftreten, ist eine zusätzliche Sicherheit zu den Minimalwerten erforderlich. Allein aus diesem Gesichtspunkt müsste das ACR für 100 MHz 8–10 dB betragen.

Einfluss der Temperatur

Im Normentwurf wird mehrfach darauf hingewiesen, dass die Spezifikationen des Leistungsvermögens der Übertragungsstrecke bei allen Temperaturen erfüllt sein müssen und dass wegen der Temperaturabhängigkeit der Verkabelungskomponenten eine angemessene Sicherheit zu berücksichtigen ist. Es wird unterstrichen, dass einige häufig verwendete Isolationsmaterialien sogar zu einer überproportionalen (nicht-linearen) Temperaturabhängigkeit der elektrischen Eigenschaften führen.

Zudem wird auf die Notwendigkeit einer zusätzlichen Sicherheitsreserve hingewiesen, um den Alterungseffekt zu kompensieren.

Einfluss von Störungen

Die schärfsten Nebensprechanforderungen im Normentwurf gehen von der Annahme aus, dass alle Störungen von anderen Quellen mindestens 10 dB niedriger sind (etwa Faktor 100) als das Nebensprechen der Anwendung. Dies ist eine Forderung, die in der Praxis, vor allem in industrieller Umgebung, keineswegs immer sichergestellt werden kann!

Zudem ist zu berücksichtigen, dass für gleiche Datendienste verwendete Kabel in Bündeln geführt werden. Bedingt durch den physikalischen Kabelaufbau resultiert dar-

aus jeweils eine mehr oder weniger starke Leistungsaddition des Nahnebenschens.

Einfluss der Anwendungen

Im Normentwurf ist eine Anzahl von heute gebräuchlichen Datendiensten aufgeführt. Diese können problemlos übertragen werden, sofern die in der Norm spezifizierten Anforderungen eingehalten werden. Allerdings fehlt auch hier ein Hinweis auf die Bitfehlerrate.

Wichtig ist aber eine explizit formulierte Einschränkung. In der deutschen Fassung

heisst es wörtlich: «Der Einsatz von (...) für andere, nicht im Anhang F aufgeführte Datendienste kann aufgrund etwaiger Systemanforderungen unter Umständen zu nicht ausreichender Übertragungsqualität führen. Daher ist es für den Anwender empfehlenswert, Normen über die geplante Anwendung, beziehungsweise über die geplanten Komponenten, zu berücksichtigen, um spezielle Grenzen festzustellen.»

In Anbetracht solcher Einschränkungen wäre es allemal angebracht, zusätzliche Sicherheitsabstände zu den Minimalanforderungen zu berücksichtigen. Besonders wichtig wird dies aber unter dem Aspekt der

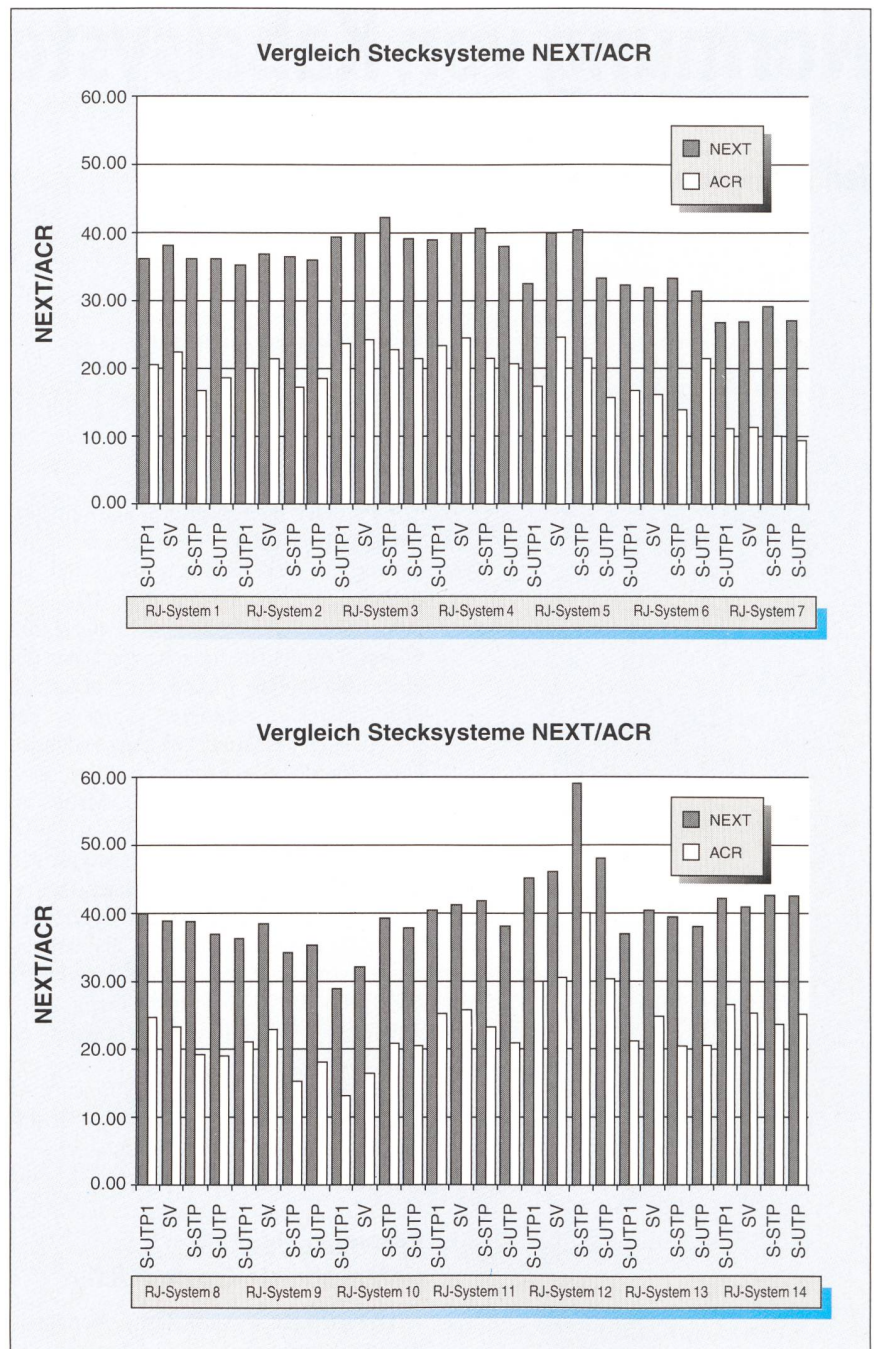


Bild 1 Vergleich Stecksysteme NEXT/ACR

Zukunftssicherheit: Wenn heute noch von Datenraten von 100 MBit/s gesprochen wird, so werden es sehr bald 155 MBit/s und in naher Zukunft sogar 622 MBit/s sein.

Eine Neuverkabelung soll aber eine Lebensdauer von 10 bis 15 Jahren haben. Das heisst, die technologischen Trends müssen heute schon in der technischen Anforderung berücksichtigt werden; sonst ist die Investitionssicherheit keineswegs gegeben!

Heutige Verkabelungssysteme

Unter Berücksichtigung der bisher diskutierten Aspekte und zur Gewährleistung einer vernünftigen Investitionssicherheit müssten für eine neue, universelle Verkabelung, basierend auf verdrehten Kupferkabeln und Link-Längen inklusive Rangierkabeln von 100 m, folgende ACR-Werte gefordert werden:

- bei 100 MHz 20–30 dB
- bei 300 MHz 12–15 dB

Betrachtet man den Normentwurf, so scheinen solche Werte noch Utopie zu sein. In Wirklichkeit sind sie durchaus realistisch, wie verschiedene bereits auf dem Markt eingeführte und bewährte Systeme beweisen. LAN-Com hat – wie verschiedene andere Hersteller – die entsprechenden Messungen durchgeführt und die Resultate in Arbeitskreisen vorgestellt und diskutiert.

ACR-Werte in der Praxis

Werden im Labor Links mit unterschiedlichen Stecksystemen und Kabeln verglichen, treten extreme Unterschiede auf. Bild 1 zeigt die von LAN-Com gemessenen Werte im Überblick. Für die Messungen wurden 100-Ω-S-UTP-Kabel, Sternvierer und S-STP-Kabel verwendet.

Um eine einheitliche Messreihe zu erhalten, wurden RJ-45-Stecksysteme mit den schlechtesten Belegungsvarianten (4.5/3.6) verwendet. Das Resultat zeigte eindeu-

Wert	Klasse	D+ bis 100 MHz	E bis 300 MHz
Laborwert	100 MHz	25 dB	40 dB
Zielwert	100 MHz	20 dB	35 dB
Akzeptanzwert	100 MHz	15 dB	30 dB
Laborwert	300 MHz		20 dB
Zielwert	300 MHz		15 dB
Akzeptanzwert	300 MHz		10 dB

Tabelle I
Klassifizierung
von Links

tig, dass Kabel mit hervorragenden Eigenschaften ihre Qualität im Link nur unter Verwendung der entsprechenden Stecksysteme erreichen. Ein Beweis dafür ist die Messung des S-STP-Links mit dem D-9-Stecksystem (40 dB ACR/100 MHz).

Allgemein ist festzustellen, dass qualitativ hochwertige Stecksysteme ACR-Werte von >20 dB zulassen. Dieser Umstand muss genutzt werden. Denn je grösser das ACR, desto fehlerfreier die Übertragung, bzw. desto hochfrequenter Übertragungen sind möglich.

Dass Laborwerte im verlegten Zustand nur schwer zu erreichen sind, muss hier nicht weiter diskutiert werden. Als Toleranz sollte diesbezüglich mit 5 dB gerechnet werden, was bei RJ-Systemen einen Zielwert von 20 dB ACR ergibt. Aufgrund der Messtoleranzen von Cable-Scannern sollten deshalb weitere 5 dB Reserve eingerechnet werden. Daraus resultiert ein Akzeptanzwert von 15 dB ACR in RJ-45-Links.

Um hervorragende Kabeleigenschaften für eine Übertragung voll zu nutzen, müssen alternative Stecksysteme eingesetzt werden, zum Beispiel D-Sub 9. Dadurch werden Übertragungen mittels Kupfer bis zu 300 MHz möglich. Für solche Links sollte eine neue Klasse geschaffen werden: die Klasse E.

Für zukunftsgerichtete Verkabelungsanlagen müssen somit ACR-Werte gefordert werden, wie sie in Tabelle I dargestellt sind.

Schlussfolgerung

In Anbetracht der realen Marktsituation wäre es eigentlich nur logisch und angebracht, im Normentwurf einen Link der Klasse E mit den entsprechenden Werten zu spezifizieren. Erst dadurch würden die Unterschiede bei den verschiedenen Systemen richtig transparent.

(Teil 2 folgt in Heft 11/95)

Normalisation des systèmes de câblage

Première partie: standards généralisés

Depuis quelque temps, des efforts sont faits par diverses commissions de normalisation pour créer des standards pour les systèmes de câblage afin de fournir à l'industrie, aux installateurs et aux clients des indications normatives pour une classification aisée et universelle. Le projet de norme pour systèmes de câblage sera prochainement soumis à la votation. Il est cependant à prévoir que cette classification ne puisse pas englober les données techniques réelles. Il manque en particulier une classe de liaisons pour les débits binaires élevés d'aujourd'hui.

Cours: Câblage de communication universel

Suite à la demande, un cours supplémentaire est organisé à Lausanne les

27 et 28 juin 1995

Quelques places sont encore libres.

Veuillez vous annoncer à l'ASE, Luppmenstrasse 1, 8320 Fehraltorf

Madame St. Brauer, tél. 01 956 11 01, fax 01 956 11 22.