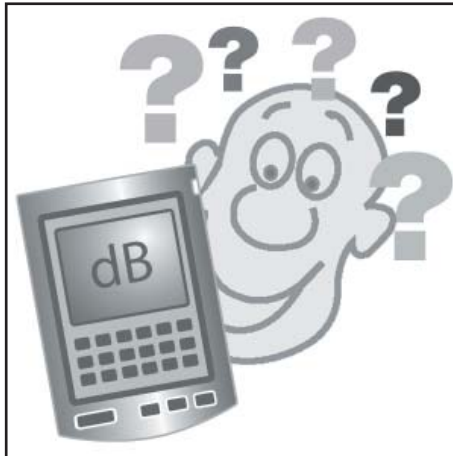


Schwerpunktthema

# Glasfaserstrecken richtig messen

von Dipl.-Ing. Hartmut Kell

Zugegeben, die Durchführung einer Glasfasermessung ist nicht unbedingt ein Thema, welches völlig neu und damit unbekannt ist. Doch stellt sich im Rahmen von vielen Projekten und auch Fachseminaren immer wieder heraus, dass diese Verfahren falsch angewendet werden bzw. die Vor- und Nachteile der einzelnen Verfahren nicht bewusst sind. Trotz vorhandener Standardisierungen und langjähriger Erfahrung mit den unterschiedlichen Messverfahren wird im Rahmen von Fehlersuche oder Abnahmemessung weiterhin heftig diskutiert, was die richtige Methode ist. Der nachfolgende Artikel widmet sich diesem Thema und verhilft damit mög-



licherweise dem ein oder anderen zum besseren Verständnis.

## Messgröße Dämpfung

Bei allen leitungsgebundenen Medien gibt es zwei Arten von Dämpfung, beide werden in der Einheit Dezibel (dB) angegeben: Da ist zum einen die Dämpfung, die eine Reflektion einer elektromagnetischen Welle (also auch des Lichts) reduziert (also „bedämpft“). Diese Reflexionsdämpfung ist in der Regel „etwas Gutes“ und sollte einen großen Wert haben.

weiter auf Seite 21

Zweitthema

# IP Version 6 - das Internet der nächsten Generation

von Dipl.-Inform. Petra Borowka-Gatzweiler

Der vorhandene IPv4-Adressraum wird in den nächsten 2 Jahren erschöpft sein. Provider stellen weltweit auf IP Next Generation (IPng, Pv6) um. Damit werden mehr und mehr Dienste im Web nur über IPv6 ansprechbar sein. Für die Unternehmen entsteht unvermeidbar ein Mischbetrieb aus IPv4 und IPv6. Die Frage, ob, wann und wie im Unternehmen umgestellt werden soll, ist nun unvermeidbar.

Dieser erste Artikel einer 2-teiligen Serie behandelt folgende Fragen:

- Was passiert zur Zeit bei IPv6, wer nutzt es bereits?
- Welche Vorteile hat es?
- Wie sieht ein möglicher Aktionsplan aus?
- Wie sieht IPv6 technisch aus?

## 1. IPv6 wird sich definitiv im Markt etablieren

Japan, China, Australien und USA führen IPng bereits großflächig ein. Große Dienstanbieter wie Google oder eBay unterstützen IPv6 und bieten ihren Kunden bereits Dienste an, die ausschließlich IPv6-basiert sind. In Europa und Deutschland rechnet man mit einer Umstellungswelle innerhalb der nächsten 2 Jahre.

weiter auf Seite 12

Aktueller Kongress

**Frühbucherphase:  
Verkabelungs-  
und Infrastrukturforum 2010**

ab Seite 4

Geleit

**Wenn Wissen  
für Sie wichtig  
ist:  
ComConsult-  
Study.tv**

ab Seite 2

Neu: Premium Seminar

**Ethernet  
Technologien  
neuester Stand**

ab Seite 19

Zum Geleit

# Wenn Wissen für Sie wichtig ist: ComConsult-Study.tv

**Mehr Effizienz in den Unternehmen und die Ausrichtung an globalen Märkten erfordern mehr und mehr Technologie-Einsatz. Mit dem zunehmenden Technologie-Einsatz steigt der Bedarf nach Wissen in den Unternehmen. Nach wie vor ist die alte Regel gültig, dass sich das Wissen, das uns umgibt, alle 2 Jahre verdoppelt.**

Nun besteht die zu lösende Aufgabe nicht darin, diese enorme Menge von Wissen komplett zu verarbeiten. Das Kernproblem ist stattdessen immer stärker Selektion! Wir müssen lernen, den Teil dieser gigantischen Informationsmenge, der für uns wirklich wichtig ist, zu identifizieren und selektiv zu verarbeiten.

Dies ist wichtig für die Unternehmen: ohne das geeignete Wissen der Mitarbeiter sind keine Fortschritte zu erzielen. Das ist wichtig für die Mitarbeiter: häufig basieren der berufliche Erfolg und der Marktwert auf dem vorhandenen Wissen.

Aber gerade die Art von Wissen, die zunehmend für uns wichtig wird, hat seine Tücken. Um das zu verstehen, ist eine kurze Abgrenzung erforderlich. Wir unterscheiden beim Verarbeiten von Wissen vier unterschiedliche Lernstufen oder Lernziele:

- Stufe 1: Verstehen
- Stufe 2: Wiederholen
- Stufe 3: Nutzen
- Stufe 4: Vermitteln

Diese Lernstufen generieren ganz unterschiedliche Herausforderungen. Lassen Sie mich das an 3 Beispielen erklären:

## Beispiel 1: Die Führungskraft

Führungskräfte müssen informierte Entscheidungen treffen. Dies erfordert je nach Art der Entscheidung auch ein geeignetes Wissen. Im Kern ist dies eine Spezialform der Stufe 1, da dieses Wissen besonders für den Bedarf von Führungskräften aufgearbeitet sein muss. Die traditionellen Lernformen mit Seminaren und Kongressen eignen sich hier nur bedingt. Sie sind zu zeitaufwendig, speziell bei Seminaren nicht direkt am Bedarf von Führungskräften orientiert und finden auch häufig nicht dann statt, wann das Wissen benötigt wird.

Fazit: eine Führungskraft braucht ein stark



selektives und optimiertes Wissensangebot mit einem möglichst frei wählbaren Zeitpunkt und Umfang der Wissensverarbeitung.

## Beispiel 2: Der Fachspezialist

Das Hauptmerkmal eines Fachspezialisten ist, dass er schon sehr viel weiß. Damit entsteht der Bedarf nach sehr selektivem Wissen. Da Fachspezialisten auch für ihre Unternehmen teuer sind, müssen Schulungen sorgfältig ausgewählt werden, da jede Abwesenheit ein Problem darstellen kann. Dementsprechend braucht ein Fachspezialist die Möglichkeit, neue Technologien und Produkte schnell und einfach vorevaluieren zu können, bevor die Entscheidung für eine weitere Vertiefung im Rahmen einer traditionellen Schulung getroffen wird.

Fazit: entspricht dem Bedarf der Führungskraft, nur mit einer anderen Art von Wissen.

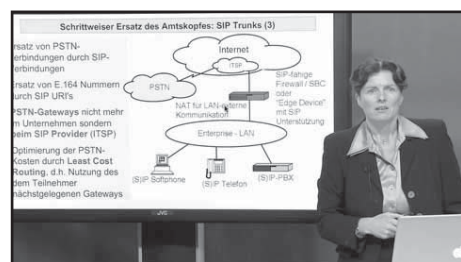
## Beispiel 3: Der Einsteiger

Einsteiger in ein neues Themengebiet wollen in der Regel Lernstufe 2 oder 3 erreichen. Pauschal kann man dazu feststellen, dass dies immer eine Form der traditionellen Präsenzsulung erfordern wird. Eine Reduzierung auf reines eLearning wird für diese Zielgruppe immer scheitern. Das Lernen in einer Gruppe, ungestört vom Unternehmensalltag und mit der Identifikation am Trainer ist in seinem Lernerfolg durch keine andere Lernform zu ersetzen. Aber, und dies ist ein großes Aber, für Teilnehmer an traditionellen Seminaren gilt:

- Sie kommen mit unterschiedlichen Vorkenntnissen
- Sie lernen verschieden
- Sie haben verschiedene Schwerpunkte
- Sie vergessen den vermittelten Inhalt bis zu 40 oder 50%

Gerade für diese Zielgruppe zeigt aber die Lernforschung der letzten Jahre, dass es deutliche Optimierungsmöglichkeiten gibt. Damit wird es möglich, in kürzerer Zeit mit mehr Nachhaltigkeit zu lernen.

Fazit: Einsteiger brauchen Schulungen, die individueller auf die Person eingehen und durch gezielte Darreichung des Stoffes das „Vergessensproblem“ lösen.



Frau Borowka diskutiert den Ersatz des Amtskopfes durch einen SIPTrunk auf ComConsult-Study.tv

Aber damit noch nicht genug, es gibt noch eine weitere große Herausforderung. Die Abhängigkeiten zwischen den uns umgebenden Technologien nehmen immer weiter zu. Gerade in modernen IT-Architekturen und im Rechenzentrum, wo diese Technologien alle zusammen kommen, zeigt sich das in Extremform. Der Netzwerker muss verstehen, was Virtualisierung ist. Der Server-Spezialist muss die Grenzen von Netzwerken und Speichersystemen kennen. Der Speicher-Spezialist muss verstehen, was eine moderne Multi-Tier-Architektur von seinem Speicher verlangt. Diese Liste könnte beliebig lang fortgesetzt werden.

Fassen wir diesen Aspekt zusammen: wir haben einen stark zunehmenden Bedarf für selektives Interdisziplinär-Wissen. Netzwerker müssen mehr über Server und IT-Applikationen verstehen, Server-Spezialisten über Netzwerke usw.

Auch ohne dies weiter zu vertiefen, werden mit diesen Beispielen die Anforderungen an modernes Lernen klar. Es muss

- selektiv bezogen auf verschiedene Zielgruppen sein

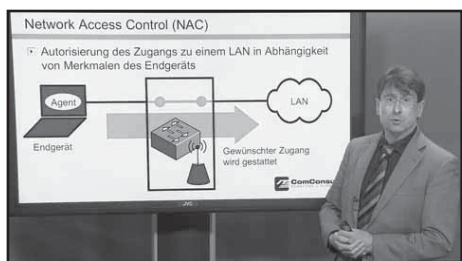
Wenn Wissen für Sie wichtig ist: ComConsult-Study.tv

- selektiv bezogen auf den Inhalt sein
- selektiv bezogen auf die Lernstufe sein
- interdisziplinäres Wissen unterstützen
- die freie Wahl von Zeitpunkt, Ort und Dauer der Wissensaufnahme unterstützen
- die traditionellen Lernformen ergänzen, um den individuellen Lernbedarf von Teilnehmern abzudecken
- die Lerneffizienz im Sinne der Einlagerung von Wissen ins Langzeitgedächtnis optimieren

An diesem Thema arbeiten wir jetzt hinter den Kulissen seit über 2 Jahren. Und wir sind stolz, Ihnen jetzt ab Februar eine neue Form des Lernens und der Vermittlung von Wissen vermitteln zu können. Wir nennen diese neue Form von Lernen ComConsult-Study.tv.

Worauf basiert ComConsult-Study.tv? Einfach formuliert kombinieren wir die neuesten Erkenntnisse der Lernforschung mit den Möglichkeiten moderner Kommunikationstechnologien. Damit ergänzen wir unsere bestehenden Seminare und Kongresse um einen weiteren wichtigen Baustein.

Kern von ComConsult-Study.tv ist eine Bibliothek mit HD-Videos, die über unseren Webserver ([www.comconsult-study.tv](http://www.comconsult-study.tv)) ab Februar geladen werden können. Voraussetzung ist der Abschluss eines Personen gebundenen Jahresabos (399,- Euro zzgl MwSt.). HD ist wichtig, damit das Gefühl einer normalen Lernsituation wie in einem Klassenraum entsteht. Das ist vergleichbar mit dem Effekt, den HD-Video auf Videokonferenzen hat. HD erfordert Bandbreite zum Runterladen der Videos. Auch sind die Videos in H.264 kodiert und erfordern eine Mindest-Rechenleistung zum Abspielen. Von daher wäre diese Form der Wissensvermittlung früher nicht möglich gewesen.



Dr. Hoff diskutiert Vor- und Nachteile von Network Access Control auf ComConsult-Study.tv

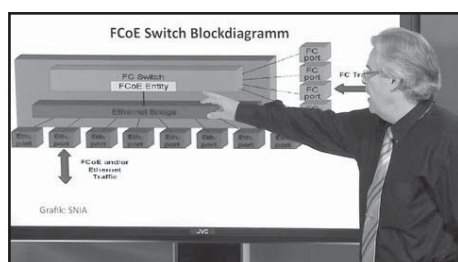
HD-Videos sind die ideale Basis, um selektiv, mit freier Wahl des Zeitpunkts, des Ortes und an Zielgruppen orientiert zu lernen. Aber sie haben auch Nachteile:

- sie gestatten keine Rückfragen und Diskussionen zwischen den Teilnehmern

- sie sind ideal für die Lernstufe 1 und 2, aber je nach Thema nicht wirklich geeignet für Lernstufe 3

Aus diesem Grund geht ComConsult-Study.tv deutlich weiter. Wir kombinieren die HD-Videos gezielt und nach einem speziellen von uns entwickelten Lernkonzept mit

- einem Themen-spezifischen Diskussions-Forum
- 30 Minuten-Webkonferenzen in kleinen Lern-Gruppen
- unseren traditionellen Veranstaltungen



Dr. Franz-Joachim Kauffels diskutiert FCoE auf ComConsult-Study.tv

ComConsult-Study.tv bietet damit eine neue Form des Lernens. Es ist selektiv und auf den individuellen Bedarf verschiedener Zielgruppen zugeschnitten, bindet aber zugleich unser seit über 20 Jahren erfolgreiches Konzept „normaler“ Veranstaltungen effizient ein.

Ab dem 1. Februar ist die Webseite offiziell nutzbar. Zurzeit sind wir im letzten Freigabetest mit einer kleinen Gruppe ausgewählter Kunden. Wer mehr darüber wissen will, der kann unter folgendem Link ein Video laden, das das Konzept und die Lernmodule von ComConsult-Study.tv in 25 Minuten erklärt. Das Video erfordert Quicktime, VLC oder Windows 7 zum Abspielen (der Windows Media Player unter Windows XP unterstützt H.264 nicht).

Der Link zum Video über das Konzept und die Lernmodule von ComConsult-Study.tv - <http://www.comconsult-study.de/free/>

Wenn wissen für Sie wichtig ist



Neue Medien und Kommunikationsformen lassen die Frage aufkommen, ob unter dem Einsatz geeigneter Technologie Lernen effizienter und besser umgesetzt werden kann. Dem steht gegenüber, dass viele eLearning-Ansätze gescheitert sind. Gleichzeitig haben sich traditionelle Seminare und Kongresse bewährt. Wie passt das zusammen?

Zum einen waren viele eLearning-Ansätze in ihrem Aufbau sehr einfach gehalten. Interaktivität und Interaktion zwischen Teilnehmern fehlten. Zum anderen sind viele neue Kommunikations-Medien gerade erst in den letzten Jahren entstanden. Tatsächlich belegt die Forschung zu optimalem und effizientem Lernen:

- Teilnehmer sind verschieden. Lernziele und Lernstoffe sind verschieden. Es wird nie die eine Lehrmethode geben, die in jedem Fall die höchste Effizienz erreicht.
- Tatsächlich aber ist über alle Teilnehmer hinweg nachgewiesen, dass der Mix verschiedener Lehrmethoden und Medien einen deutlichen Zugewinn von bis zu 40% mehr Lernergebnis im Sinne der Effizienz und der Abrufbarkeit des Stoffes bringt.

Hier setzt ComConsult-Study.tv an. ComConsult-Study.tv liefert einen Medien- und Methodenmix, der abhängig vom Teilnehmer und dem Lernziel mit hoher Effizienz zu einem deutlich verbesserten Lernergebnis führt.

Weitere Informationen ab 01.02.10 auf [www.comconsult-study.tv](http://www.comconsult-study.tv)

Aktueller Kongress

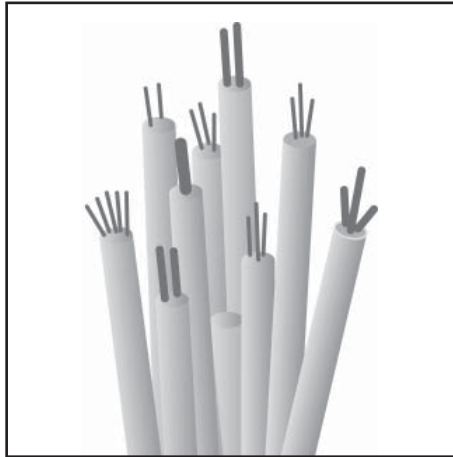
# ComConsult Verkabelungs- und Infrastrukturforum 2010

Die ComConsult Akademie veranstaltet vom 17.05. - 18.05.2010 ihren Kongress „Verkabelungs- und Infrastrukturforum 2010“ in Bonn.

Im Bereich der Planung von anwendungsneutralen Verkabelungen herrscht Aufbruchstimmung, dafür verantwortlich sind zum einen einige „in die Tage gekommene“ vorhandene Verkabelungen, die eine Unterstützung von neuen Techniken wie z.B. Gigabit-Ethernet oder auch „Power over Ethernet“ nicht mehr zulassen. Dazu stellen sich Fragen, wie z.B. die neuen Material-Normen der EN 50173 und Vorschriften zur Installation und Messung zu bewerten sind, wie unterstützen diese die Planung? Auf der anderen Seite kommt ein verstärktes Bewusstsein hinzu, dass „Lokale Netzwerk-Technik“ und damit Ethernet mehr kann als „nur“ eine Bereitstellung von Sprache und Office-Anwendungen.

Wir stehen zwar erst am Anfang dieser neuen Epoche, aber die Bereitstellung einer anwendungsneutralen Verkabelung für die gesamte Kommunikationsinfrastruktur eines Gebäudes ist nicht mehr aufzuhalten, neue Fragen tauchen auf. Lässt sich der bekannte Planungsansatz der etablierten Normen 1:1 übertragen, wo sind die Grenzen, welche Alternativen gibt es? Welche Konsequenzen haben die neuen Verkabelungen für die Gebäudeinfrastruktur, beispielsweise für die Konzeptionierung von Erdungssystemen, Blitzschutztechniken? Wie sinnvoll ist eine Beibehaltung der bisherigen Praxiserfahrungen für Brandschutzmaßnahmen in Anbetracht der riesigen Mengen an Datenkabeln, die durch moderne Kommunikationsverkabelungen zu erwarten sind?

Das ComConsult Verkabelungs- und Infrastrukturforum 2010 analysiert die Technologie-, Markt- und Produktsituation für neue und zukünftige Verkabelungsstrategien und gibt wesentliche Empfehlungen sowohl zur Aktualisierung bestehender als auch zur Umsetzung neuer Infrastrukturen. Dabei wird unter anderem auf die Technikvarianten der neuen Generationen von Kommunikationsverkabelungen eingegangen, analysiert werden die Rahmenbedingungen, die zur Vorbereitung einer „Gebäudekomplettverkabelung“ notwendig sind und es werden bisher vernachlässigte Randthemen wie z.B. Brandschutz oder Potenzialausgleich näher beleuchtet.



Im Einzelnen geht das Forum auf folgende Fragen ein:

- Welche Anforderungen müssen Verkabelungslösungen erfüllen, um die Einführung von neuen Techniken der Gebäudemelde- und Leittechnik zu vereinfachen, warum kann der Normungsansatz der EN50173 hier nicht vollständig greifen? Welche Alternativen gibt es?
- Haben die Verkabelungsnormierungen einen Stand der Vollständigkeit erreicht, wo steht die EN 50173 heute?
- Lassen sich vorhandene und neue Verkabelungssysteme mit Kupferverkabelungen für 40 Gbit/s oder 100 Gbit/s nutzen, wann wird die Leistungsfähigkeit von Twisted Pair das Ende erreicht haben?
- Muss mit einem neuen Planungsansatz für die Gebäudevollverkabelung im Sinne einer Technischen Gebäudeausstattung (TGA) gerechnet werden, warum kann die Technik der Office-Verkabelung nur bedingt in einer solchen Umgebung eingesetzt werden?
- Warum stellt der Consolidation Point ein wenig bekanntes aber effizientes „neues“ Teilelement der Datenverkabelung dar? Wie ist er in der Planung zu berücksichtigen?
- Wie stellt sich der TÜV eine „brandschutzgerechte“ Installation vor, wie sehen die brandschutztechnischen Anforderungen der Musterleitungsan-

genrichtlinie (MLRA) für Leitungsanlagen aus?

- Arbeitsplatzverkabelung: Glasfaser kontra Kupfer. Ist eine Abkehr von der Lösung „Glasfaser bis zum Arbeitsplatz“ festzustellen? Haben sich die Prognosen zur Zukunftssicherheit bei beiden Medien bewahrt? Für wen ist die eine oder andere Variante die richtige Lösung?
- Einsatz von Mehrfaserstecker im Rechenzentrum. Welche unterschiedlichen Strategien gibt es bei MPO-Systemen, wann geht an ihnen kein Weg vorbei? Wann lassen sich erhebliche Kosten mit ihnen sparen?
- Welche Bedeutung hat ITIL für den Betrieb einer Kommunikationsverkabelung?
- Technische Gebäudeanlagen: Kommunikation ist das eine, was ist mit der Stromversorgung der Geräte? Der BUS war früher, moderne IP-basierende Leit- und Automatisierungssysteme benötigen neue Strategien, reicht PoE aus?

Wer immer sich für die zukünftigen neuen Aufgaben einer Kommunikationsverkabelung vorbereiten muss, wer nach sinnvollen Alternativen und Empfehlungen für optimale Lösungen sucht, wer nicht mehr weiter weiß mit der vorhandenen Verkabelung, der sollte dieses Forum nicht verpassen.

Konkret sind unter anderem folgende Vorträge auf dem Forum geplant:

- Kabelstandardisierung: was ist neu, was passiert hinter den Kulissen; Informationen aus erster Hand
- Neue Wege der Endgeräteverkabelung mit dem Consolidation Point? Anforderungen, Lösungen und Rahmenbedingungen
- Normen und Standards zur Glasfasermesstechnik: Notwendigkeit, Defizite und Ergänzungen
- Nachhaltigkeit durch Unified Physical Infrastructure - Konvergenz in Gebäuden und Rechenzentren
- Energieversorgung in der IT Umgebung, neue Wege beschreiten

ComConsult Verkabelungs- und Infrastrukturforum 2010

- Leistungsexplosion Virtualisierter Systeme und Konsequenzen für Netze und Verkabelung
- ITIL und dessen Bedeutung für den Betrieb einer Kommunikationsverkabelung
- Pro- und Kontra-Diskussion: Zukunftssicherheit durch Glasfaser bis zum Arbeitsplatz, Illusion oder Realität?
- Pro- und Kontra-Diskussion: Einsatz von Mehrfaserstecker-Techniken im Rechenzentrum, Vor- und Nachteile?
- Konzeption, Aufbau, Realisierung von Erdungssystemen unter Berücksichtigung

von EMV, LEMP- und HPEM-Störschutz-zonen

- Moderner Brandschutz bei IT-Verkabelung; Brandschutztechnische Anforderungen aus der Betrachtung des TÜV

Die Darstellung von Vision, Innovation und Praxisnähe lässt sich kombinieren, dafür stehen ComConsult-Foren seit vielen Jahren. Bereiten Sie sich auf die nächste Epoche der Kommunikationsverkabelung vor, hören Sie sich die unterschiedlichen Standpunkte an, hinterfragen Sie diese kritisch und bilden Sie sich Ihre eigene Meinung. Zögern Sie nicht, sich einen Platz auf dieser herausragenden Ver-

anstaltung zu sichern.

Die Moderation dieses Kongresses übernimmt Dipl.-Ing. Hartmut Kell.

Herr Kell kann bis heute auf eine mehr als 20-jährige Berufserfahrung in dem Bereich der Datenkommunikation bei lokalen Netzen verweisen. Als Leiter des Competence Center IT-Infrastrukturen der ComConsult Beratung und Planung GmbH hat er umfangreiche Praxiserfahrungen bei der Planung, Projektüberwachung, Qualitätssicherung und Einmessung von Netzwerken gesammelt und vermittelt sein Fachwissen in Form von Publikationen und Seminaren.

## Frühbucherrabatt bis 31.01.2010

# Verkabelungs- und Infrastrukturforum 2010

17.05. - 18.05.10 in Bonn

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

## Anmeldung

# Verkabelungs- und Infrastrukturforum 2010

Ich buche den Kongress  
**Verkabelungs- und  
Infrastrukturforum 2010**

17.05. - 18.05.10 in Bonn  
zum Preis von € 1.490,--\* zzgl. MwSt.

Bitte reservieren Sie mir ein Zimmer

vom \_\_\_\_\_ bis \_\_\_\_\_ 10

\*Preise gültig bis 31.01.2010

Vorname

Nachname

Firma

Telefon/Fax

Straße

PLZ, Ort

eMail

Unterschrift



Buchen Sie über unsere Web-Seite  
[www.comconsult-akademie.de](http://www.comconsult-akademie.de)

ComConsult Verkabelungs- und Infrastrukturforum 2010 - Programmübersicht

**Montag, den 17.05.2010**

**9:30 - 11:00 Uhr**

**Kabelstandardisierung: was ist neu, was passiert hinter den Kulissen, Informationen aus erster Hand**

*Thomas H. Wegmann, DKE Deutsche Kommission*

**11:00 - 11:30 Uhr Kaffeepause**

**11:30 - 12:15 Uhr**

**Neue Wege der Endgeräteverkabelung mit dem Consolidation Point?**

- Klassische Kabelführung mit Unterflursystemen, wohin mit den Kabeln?
- Unbekanntes Element der EN 50173: Der Sammelpunkt
- Richtlinien zur Planung, Nutzung der Vorteile, Gefahren
- Herstellerübersicht

*Dipl.-Ing. Hartmut Kell, ComConsult Beratung und Planung GmbH*

**12:15 - 13:00 Uhr**

**LWL-Messtechnik: Methoden, Aussagefähigkeit, Geräte**

- Vor- und Nachteile von Pegel- und OTDR-Messungen
- Normierte Methoden der Messung
- Was bedeuten die gemessenen Werte, was bedeuten sie nicht?
- Typische Mess- und Interpretationsfehler

*Dipl.-Ing. Hartmut Kell, ComConsult Beratung und Planung GmbH*

**13:00 - 14:30 Uhr Mittagspause**

**14:30 - 15:30 Uhr**

**Nachhaltigkeit durch Unified Physical Infrastructure - Konvergenz in Gebäuden und Rechenzentren**

- Wesentliche Aspekte bei der heutigen Planung von Infrastrukturen sind deren künftige Skalierbarkeit, Flexibilität und Zuverlässigkeit
- Der Trend: eine zunehmend vereinheitlichte physikalische Infrastruktur für alle Anwendungsbereiche
- Die Herausforderung: ein deutlich erweitertes Risikomanagement für die „Unified Physical Infrastructure (UPI)“
- Die Chance: mehr Effizienz bei steigender Flexibilität, Senkung der Kosten und des Verbrauchs natürlicher Ressourcen

*Lars-Hendrik Thom, Panduit EEIG*

**15:30 - 16:00 Uhr**

*N.N.*

**16:00 - 16:30 Uhr Kaffeepause**

**16:30 - 17:15 Uhr**

**Energieversorgung in der IT Umgebung, neue Wege beschreiten**

- Dezentrale Stromversorgungssysteme
- Flachkabelsysteme „Dezentral Modular Steckbar“
- Integrierbare Bussysteme
- Komplettlösungen: Am Beispiel einer Arbeitsplatzlösung gemäß DIN VDE 0100-410
- Alle Netze (NN, EDV, USV) jederzeit überall verfügbar. Konzepte am Beispiel eines Bussystems für das Schrankmanagement im Rechenzentrum

*Peter Pardeyke, Dätwyler Cables GmbH*

**17:15 - 18:00 Uhr**

**Moderner Brandschutz bei IT-Verkabelung; Lösungen, Techniken und Gefahren**

- MLAR - Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen
  - Schutzziele nach § 14 „Brandschutz“ und § 40 „Leitungsanlagen“ MBO
  - Definition „notwendige Treppenräume, notwendige Flure“ nach § 35 und 36 MBO
  - Möglichkeiten der Verlegung von Leitungsanlagen in notwendigen Fluren / Treppenräumen nach MLAR
- Kabelschottungen nach DIN 4102 Teil 9
  - Baurechtliche Vorgaben nach MBO und MLAR
  - Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung, was steht drin?
  - Verschiedene Systeme, Vor- und Nachteile
  - Vermeidbare Fehler bei der Ausführung

*Michael Ulman, TÜV SÜD Industrie Service GmbH*

**ab 18:00 Uhr Happy Hour**

**Dienstag, den 18.05.2010**

**9:00 - 10:30 Uhr**

**Konzeption, Aufbau, Realisierung von Erdungssystemen unter Berücksichtigung von EMV, LEMP- und HPEM-Störerschutzzonen; moderne und sichere Erdungssysteme und Störerschutzzonen planen und errichten**

- Netzformen nach VDE 0100 und Bedeutung der TN-S-Netzform
- Die Erdungsanlage: Grundlagen, Grenzwerte (Critical Facility), Frequenzen, Retrofit, Erdungswiderstand, Beispiele
- Übergang von LPZ 1/SSZ1 nach LPZ 2/SSZ2 (Störerschutzzonen-übergang) und Schirmdämpfungsmessung an den Übergängen
- Schutz einer Kabeltrasse
- Induktion im Rechenzentrum
- LEMP/HPEM-Schutz von baulichen Anlagen mit elektrischen und elektronischen Systemen in der praktischen Ausführung am Beispiel vom Flughafen Paderborn und Flughafen Siegerland

*Dipl.-Ing. Bernd Steinkühler, Beratender Ingenieur der Ingenieurkammer Bau NRW*

**10:30 - 11:00 Uhr Kaffeepause**

**11:00 - 11:45 Uhr**

**ITIL und dessen Bedeutung für den Betrieb einer Kommunikationsverkabelung**

*Dipl.-Ing. Hartmut Kell, ComConsult Beratung und Planung GmbH*

**11:45 - 12:45 Uhr**

**Pro- und Kontra-Diskussion: Einsatz von MPO-Techniken im Rechenzentrum, Vor- und Nachteile?**

- Was bedeutet MPO-Technologie

- Welche Vorteile, welche Nachteile, wann für wen geeignet

- Zwei Hersteller nehmen Position

- Podiumsdiskussion *N.N., Tyco electronics, Leoni Kerpen*

**12:45 - 14:00 Uhr Mittagspause**

**14:00 - 15:00 Uhr**

**Leistungsexplosion Virtualisierter Systeme und Konsequenzen für Netze und Verkabelung**

- Leistungsexplosion Virtualisierter Systeme durch SR-IOV
- Netzwerkstrukturierung mit (Multi-) 40/100 GbE
- Entwicklungsstand bei 40- und 100 GbE, 16/32 FC, QDR-IB sowie Terabit-ISL
- 40/100-fähige LWL-Verkabelung - 40/100-fähige Kupferverkabelung

*Dr. Franz-Joachim Kauffels, Unternehmensberater*

**15:00 - 16:00 Uhr**

**Pro- und Kontra-Diskussion: Zukunftssicherheit durch Glasfaser bis zum Arbeitsplatz, Illusion oder Realität**

- Grundsätzliche Methodik bei Glasfasertechnik im Tertiärbereich
- Lösungsvarianten Fiber to the Desk und Fiber to the Office
- Technologievergleich mit Kupfer
- Einsatzszenarien für und gegen Glasfaser

*Dipl.-Ing. Hartmut Kell, ComConsult Beratung und Planung GmbH*

*Dipl.-Ing. Frank Brieger, Dafür GmbH*

**16:15 Uhr Ende der Veranstaltung**

Aktueller Kongress

# ComConsult Netzwerk-Redesign Forum 2010: Eröffnung der Diskussion

Wir starten mit ComConsult Study.tv ab Februar mit einer vorbereitenden Diskussion zum ComConsult Netzwerk-Redesign-Forum 2010. Diese Diskussion findet statt auf dem Diskussions-Webserver von ComConsult Study.tv. Teilnehmen an der Diskussion können registrierte Benutzer von ComConsult Study.tv, die Registrierung ist kostenfrei.

Die erste Frage, die wir zur Diskussion stellen, ist:

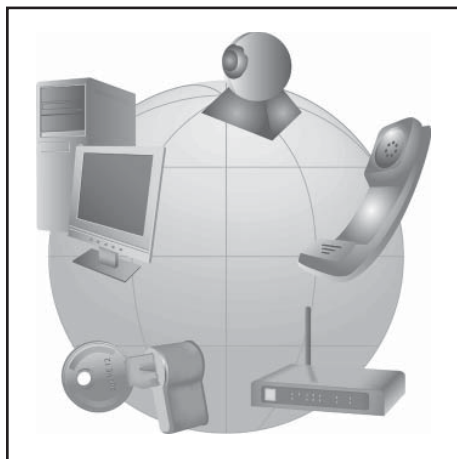
## Wie viel Bandbreite benötigen wir in Zukunft?

Warum ist diese Frage wichtig:

1. Wie lange sind vorhandene Switches, Router und Gateways noch einsetzbar? Kommen wir an die Grenze der internen Kapazitäten?
2. Was müssen neue Komponenten leisten, um zukunftssicher zu sein?
3. Ist das Konzept der Multiblade-Core-Switches und somit Application Aware Networking damit gestorben, gehört die Zukunft geradlinigen und simplen Terabit-Switches?
4. Was bedeutet das für Management und Betrieb? Wo werden in Zukunft IDS/IPS und Analysegeräte positioniert? Wird 10 Gigabit-Ethernet zur Standard-Schnittstelle für diese Geräte?

Warum ist das gerade jetzt spannend:

- Durch die Übernahme von H3C durch Hewlett Packard entsteht ein neues Marktgefüge
- In diesem Marktgefüge treffen mehr und mehr zwei sehr unterschiedliche Konzepte aufeinander: auf der einen Seite steht Cisco mit seinem Application Aware Networking Konzept, das in Form von Multiblade-Switches mit entsprechenden Funktions-Einschüben umgesetzt wird. Dem stehen auf der anderen Seite Anbieter gegenüber, die Netzwerke auf ihre Elementaraufgabe reduzieren, um hohe Leistung mit niedriger Komplexität zu erreichen. Diese Auseinandersetzung war bisher Geschmackssache, mit einer Explosion der Bandbreiten machen Funktionsblades aber keinen Sinn mehr. Eine direkte Ankopplung an die Backplane so wie bisher ist mit Terabit-Backplanes



wenig sinnvoll

- Auch Cisco vollzieht einen Schwenk weg von den Multiblade-Core-Switches. Die neue Nexus-Linie verfolgt ebenfalls die Zurück-Zum-Netzwerk-Philosophie. Das wirft die Frage auf, ob wir eine Wiederbelebung eher geradliniger und einfacher Netzwerk-Architekturen bekommen.

## Wo kommt der Bedarf nach mehr Bandbreite her:

Virtualisierung und die immer weitere Zentralisierung von Speicher und Rechenleistung haben dazu geführt, dass sich Netzwerke im Rechenzentrum zu einem Spezialfall entwickelt haben. Hier ist 10 Gigabit bereits jetzt Standard, der Wechsel auf 40 oder 100 Gigabit je nach Unternehmensgröße in sehr überschaubarer Zeit absehbar. Die Ursache für diese hohen Bandbreiten sind vorwiegend im Bereich spezieller Virtualisierung-Funktionen wie vMotion und Fault Tolerance, der Interprozess-Kommunikation und der Integration von Speicher-Datenströmen in Daten-netzwerken zu sehen.

Aber: die meisten dieser erheblichen Datenströme sind lokal im Rechenzentrum, in einem weitgehend zentralisierten Unternehmen findet 70% der Kommunikation im Rechenzentrum statt. In welchem Umfang weitet sich also dieser Bandbreitenbedarf des Rechenzentrums auf den Campus, die Gebäude und das WAN aus?

In dieser Situation gibt es 2 kontroverse Thesen:

## These 1: Wir brauchen in Zukunft 40 und 100 Gigabit im Campus-Backbone. Switches, Router und Gateways müssen auf diese Datenrate ausgelegt sein.

- Rechenzentren und Speicher sind häufig nicht nur an einem Ort, sondern aus Sicherheitsgründen auf 2 oder 3 Standorte/Gebäude verteilt. Damit wird der Bedarf des Rechenzentrums in den Campus-Backbone übertragen
- Eine vollständige Zentralisierung wird in den meisten Unternehmen noch mehrere Jahre erfordern. Bis dahin erfordern dezentral installierte Server und Speicher-Systeme zusätzliche Bandbreiten
- Neue IT-Architekturen wie Desktop-Virtualisierung mit voller Grafik-Leistung lassen den Bandbreitenbedarf im Campus explodieren, in dem sie pro Desktop bis zu 100 Mbit/s erfordern und vor allem viele gleichzeitig aktive Geräte mit dieser Datenrate produzieren
- Multimedia-Einsatz im Unternehmen, insbesondere die zu erwartende Ausbreitung von Video, steigern den durchschnittlichen Bedarf pro Endgerät

## These 2: 2 x 10 Gigabit pro Gebäude sind ausreichend

- Die Verteilung von Rechenleistung und Speicher wirkt sich nur punktuell auf einzelne Verbindungen aus, diese können gerade noch so mit bestehenden Switches und Routern realisiert werden
- Der Trend zu Webtechnologien reduziert auf Dauer den Bandbreitenbedarf pro Endgerät, allerdings wird dieser Prozess noch Jahre erfordern
- Die pro Endgerät pro Tag bewegte Informationsmenge wird bei bestimmten Multimedia-Anwendungen deutlich zunehmen, aber in Kombination mit Webarchitekturen bleibt der Basis-Bandbreitenbedarf pro Endgerät im Schnitt unter 100 Mbit/s

Wir freuen uns auf Ihre Beiträge im Diskussionforum und natürlich auf eine lebhaft diskussion auf dem Netzwerk-Redesign Forum 2010.

Moderator dieser Frage im Forum von ComConsult-Study.tv ist Dr. Jürgen Suppan.

## ComConsult Netzwerk-Redesign Forum 2010

Das ComConsult Netzwerk-Redesign Forum 2010 analysiert die wichtigsten Bedarfsentwicklungen, stellt diesen die neuesten Netzwerk-Technologien gegenüber und erarbeitet Empfehlungen für ein erfolgreiches Netzwerk-Design, eine Zukunfts-orientierte Auslegung und einen stabilen und zuverlässigen Betrieb.

Die Schwerpunktthemen des ComConsult Netzwerk-Redesign-Forums 2010 sind:

### Neue Redundanz-Verfahren im Layer 2

Speziell aus dem Umfeld der Rechenzentren kommt der Bedarf für neue Redundanz-Verfahren. In diesem Umfeld hat sich ein Konflikt zwischen der Normung von IEEE und der IETF entwickelt. Hier stehen mit Shortest Path Bridging und TRILL zwei Verfahren im direkten Wettbewerb. Ergänzt wird dieses Szenario um Lösungen, die auf virtuellen Chassis-Technologie-Lösungen basieren. Wer ist auf dem richtigen Weg?

Wir analysieren:

- Welcher Bedarf besteht?
- Was leisten die Verfahren:
  - Shortest Path Bridging
  - TRILL
  - Virtuelle Chassis
- Wer wird sich durchsetzen?

### Wie viel Bandbreite brauchen wir in Zukunft?

10 Gigabit-Ethernet ist bei Servern inzwischen Standard. Aber was bedeutet das für den Backbone, den Access-Bereich und das WAN?

Speziell im Rechenzentrum bekommt das Netzwerk immer mehr den Charakter eines System-Busses mit sehr kurzen Schaltzeiten und einer extrem hohen Verfügbarkeit. Die weitere Entwicklung im Umfeld Virtualisierung und Speicher-Integration lässt bereits Diskussionen um den Folgestandard 40 oder 100 Gigabit Ethernet aufkommen. Hier stehen zwei Lager gegenüber. Die einen haben 40 Gigabit bereits in ihre Komponenten integriert, die anderen setzen auf den technisch naheliegenden Sprung auf 100 Gigabit.

Gleichzeitig besteht der Bedarf, Zugriff auf Speicher und Server zu verteilen, zum Teil sogar zwischen Standorten auszuweiten. Lastskalierung und Disaster Recovery sind hier die treibenden Faktoren. Auch Desktop-Virtualisierung geht in Richtung eines speziellen LAN-Protokolls, das bei höheren Bandbreiten die

Videoqualität eines normalen Desktops erreicht. Wie hoch wird der Bandbreiten-Bedarf?

Wir analysieren:

- Bandbreite im Rechenzentrum für IPC, Daten und Speicher
- Neue Nutzungen und die Folge für Backbone, Access und WAN
- Neue Standards für WAN und Backbone: Provider-Technologie im Unternehmen?
- 40 kontra 100 Gigabit-Ethernet
- Carrier Ethernet und MPLS: Provider oder Enterprise-Technologie?
- Was passiert in Zukunft im WAN?

### Layer-2 kontra Layer-3 WAN

Neue Layer-2-Verfahren im Verbund mit aus dem Provider-Bereich kommendem Carrier Ethernet stellen die Frage nach Layer-2 oder Layer-3 im WAN neu.

Wir analysieren:

- Was sind die Argumente für Layer-2 im WAN
- Provider-Technologie im Unternehmen, macht das Sinn?
- Welche Anwendungen profitieren

### Produkt- und Technologie-Sicherheit

Mit der Weiterentwicklung der Netzwerktechnik stellt sich in vielen Bereichen die Frage, ob die bisherigen Produkte die Basis für die Zukunft legen können oder ob sie am Ende ihrer Nutzbarkeit ankommen.

Wir analysieren:

- Core-Switches: wie lange sind die alten Generationen wie der Catalyst 6500 noch nutzbar?
- Was ist die Zukunft von Fibre-to-the-desk und Fibre-to-the-office?
- Ist PoE als Technologie haltbar, wie wirtschaftlich ist es?
- QoS: alte Frage neu gestellt, wer braucht QoS und warum?
- Dynamische VLAN-Zuordnung bei kaskadierten Geräten, macht das Sinn?

### Produktions-Steuerungen und Gebäude-Management im Netzwerk

Seit Jahren gibt es schon den Trend, Produktionsnetzwerke als große Layer-2-Bereiche in bestehende Netzwerk-Strukturen zu integrieren. Nun kommt als nächstes Thema das Gebäude-Management hinzu. Was bedeutet das, welche Optionen bestehen?

Wir analysieren:

- Produktions-Steuerungen im Netzwerk: Status Quo und Trends
- Gebäudemanagement im Netzwerk: Status Quo und Trends
- Anforderungen an das Netzwerk
- Isolation kontra Integration

### Wireless LANs nach der Verabschiedung von IEEE 802.11n

Nach der Verabschiedung von IEEE 802.11n steht der Weg nun offen, vor allem auch die optionalen Bereiche des Standards zu nutzen. Dies bedeutet vor allem mehr Leistung und mehr Stabilität.

Wir analysieren für Sie:

- Was bringt die Verabschiedung von IEEE 802.11n
- Wie sehen zukünftige Produkte aus, was leisten sie
- Wie sieht eine geeignete Planung aus
- Wie sieht Trouble-Shooting aus

### IPv6

Seit Jahren diskutiert, nun wird es endlich real. Die ersten Unternehmen haben mit der Einführung von IPv6 begonnen. Die Hersteller und Provider sind soweit, alles wartet auf den Massenmarkt. Da gleichzeitig der Druck der internationalen Adressverwaltung immer größer wird, wird es auf jeden Fall Zeit, dieses Thema zu adressieren.

Wir analysieren:

- Was bringt IPv6
- Was bedeutet es für Infrastruktur-Komponenten wie Router, Switches und Gateways
- Was bedeutet es für Endgeräte und Server
- Einfluss neuer Betriebssysteme wie Windows 7
- Wie sieht eine stufenweise Migrations-Strategie aus

### Neue Netzwerk-Standards

Eine ganze Reihe neuer Netzwerk-Standards stehen vor der Tür. Nutzen oder nicht nutzen?

Wir analysieren:

- LLDP-MED, ist das Verfahren zu unsicher?
- IEEE 802.1XREV • Probleme in der Nutzung von IEEE 802.1X
- MACsec: wie wichtig wird dieser Standard

ComConsult Netzwerk-Redesign Forum 2010

**Sicherheit**

Der zunehmende Schutzbedarf, rechtliche Rahmenbedingungen und Compliance-Richtlinien machen Druck im Bereich Sicherheit. Da die Netzwerk-Basistechnologie im Prinzip zumindest bisher unsicher ist, wird Sicherheit durch die Netzwerk-Architektur, sprich Switching und Routing-Verfahren erreicht. Reicht das aus? Wir analysieren:

- Welche Mechanismen für Sicherheit im Netzwerk gibt es
- Ist es zulässig, Sicherheitszonen mit VLANs, VRFs und MPLS einzurichten
- Welche Rolle wird MACsec spielen
- Wie komplex werden die Lösungen

Das ComConsult Netzwerk-Redesign-Forum 2010 ist die zentrale Netzwerk-Veranstaltung des Jahres 2010. Sie ist für jeden Entscheider, Planer und Betreiber in diesem Bereich ein absolutes Muss. Hier trifft sich die Branche.

Sichern Sie sich rechtzeitig einen Platz in dieser herausragenden Veranstaltung!

**Veranstaltung inklusive neu erschiene-  
ne Technologie Studie "Neue Standards  
bei IEEE, IETF und ANSI/INCITS"**

Wir bieten Ihnen den im März erscheinenden Report „Neue Standards bei IEEE, IETF und ANSI/INCITS“ bei der Buchung dieses Kongresses zu einem Sonderpreis an. Statt regulär € 249,- zahlen Sie nur € 210,- (alle Preise zzgl. MwSt.)

Der bestellte Report wird Ihnen bei der Veranstaltung vor Ort von der Betreuerin ausgehändigt.

Viele aktuell betriebene Netzwerke stehen vor einem Redesign, da sowohl für den Access/Front End als auch den RZ/Back End Bereich neue Anforderungen entstehen. Dieser aktuelle Report von ComConsult-Research analysiert neue Standards in der Entwicklung bei IEEE, IETF und ANSI/INCITS, die diese Anforderungen abdecken werden, unter funktionalen, designtechnischen und zukunftsstrategischen Gesichtspunkten. Er bildet eine ideale Basis für die Weiterentwicklung be-

stehender Netzwerke, aber auch eine optimale Grundlage für zukunftsgerichtete Planungen und Ausschreibungen.

Hieraus resultieren erweiterte Anforderungen an die Netzwerk-Infrastruktur:

- Implementierung von Durchsatzgarantie für kritische Anwendungen
- Garantierte kurze Antwortzeiten
- Sehr schnelle Fehlerumschaltungen
- Effiziente Ausnutzung der im LAN vorhandenen Bandbreiten

Der Report hilft Ihnen bei der Bewertung aktueller und zukünftiger Technologien und gibt Ihnen Argumentations- und Entscheidungshilfen genauso wie detaillierte technische Informationen. Er ist damit ein unverzichtbares Hilfsmittel für alle Entscheider und Netzverantwortlichen und ein umfassendes Nachschlagewerk für alle, die sich beruflich mit dem Entwurf und Betrieb von Netzen befassen.

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

# Anmeldung Netzwerk-Redesign Forum 2010

Ich buche den Kongress  
**Netzwerk-Redesign Forum 2010**

**inkl. Workshop am letzten Tag**  
vom 26.04. - 29.04.10 in Königswinter  
zum Preis von € 2.290,- zzgl. MwSt.

**inkl. Report „Neue Standards bei  
IEEE, IETF und ANSI/INCITS“**  
zum Preis von 210,- € zzgl. MwSt.

**ohne Report**

Bitte reservieren Sie mir ein Zimmer  
vom \_\_\_\_\_ bis \_\_\_\_\_ 10

im Maritim Hotel Königswinter.

Ich buche den Kongress  
**Netzwerk-Redesign Forum 2010**

**ohne Workshop am letzten Tag**  
vom 26.04. - 28.04.10 in Königswinter  
zum Preis von € 1.890,- zzgl. MwSt.

\_\_\_\_\_  
Vorname

\_\_\_\_\_  
Nachname

\_\_\_\_\_  
Firma


\_\_\_\_\_  
Telefon/Fax

\_\_\_\_\_  
Straße

\_\_\_\_\_  
PLZ, Ort

\_\_\_\_\_  
eMail

\_\_\_\_\_  
Unterschrift

 Buchen Sie über unsere Web-Seite  
[www.comconsult-akademie.de](http://www.comconsult-akademie.de)

# Reportneuerscheinung: Aktuelle Netzwerkstandards in der Analyse

Im März erscheint der neue Report „Aktuelle Netzwerkstandards in der Analyse“ von Dipl.-Inform. Petra Borowka-Gatzweiler bei ComConsult Research.

Viele aktuell betriebene Netzwerke stehen vor einem Redesign, da sowohl für das Access / Front End Netzwerk als auch das RZ / Back End Netzwerk neue Anforderungen entstehen. Im Front End Bereich etablieren sich VoIP und Video über IP als Massenmarkt.

Hieraus resultieren erweiterte Anforderungen an die Netzwerk-Infrastruktur:

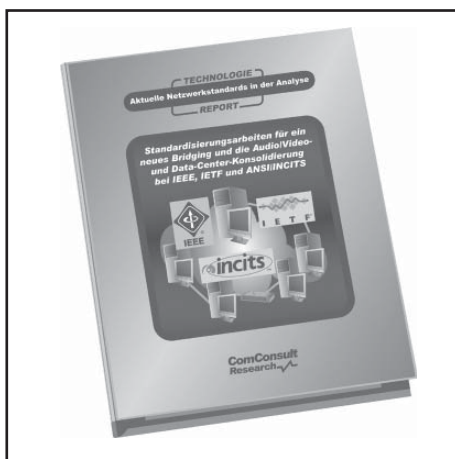
- Implementierung von Durchsatzgarantie für kritische Anwendungen
- Garantierte kurze Antwortzeiten
- Sehr schnelle Fehlerumschaltungen
- Effiziente Ausnutzung der im LAN vorhandenen Bandbreiten

Im zentralen RZ / Backend Bereich werden in steigendem Maße neue Dienste für Server-Server Kommunikation und Server-Speicher-Kommunikation im eingerichtet, die hohe Anforderungen sowohl an die Bandbreite als auch die Antwortzeit stellen und zudem eine Verlustrate von 0% zwingend erfordern: Cluster-Lösungen, High Performance Computing (HPC), High Performance Cluster Computing (HPCC), Inter Process Communicato (IPC), Virtualisierung, SAN.

Diese neuen Dienste schaffen den Bedarf nach größeren Layer-2-Bereichen, da sie eine Layer-2 Verbindung zwischen den kommunizierenden Systemen erfordern. Gleichzeitig benötigen sie sehr hohe Durchsatzraten, was den Bedarf und Wunsch nach einer effizienteren Ausnutzung der LAN-Switching-Infrastrukturen erzeugt, als es die aktuellen Spanning Tree Varianten ermöglichen.

Dies führt zu neuen Anforderungen an die Switching Infrastruktur:

- Echtzeit-Anforderungen im RZ (SAN, Voice, Video)
- Konsolidierung von Produktiv- und Backend-Netzen
- Steigender Einsatz von Layer-2 Verfahren



- Zunehmende Größe von Layer-2 Bereichen im RZ / Data Center
- Für Katastrophen-Eignung: Ausdehnung von Layer-2 Redundanz über Standortgrenzen hinweg

Vor diesem Hintergrund analysiert dieser aktuelle Report von ComConsult-Research neue Standards in der Entwicklung bei IEEE, IETF und ANSI/INCITS unter technologischen, designtechnischen und zukunftsstrategischen Gesichtspunkten. Er bildet die ideale Basis für ein Redesign bestehender Netzwerke, aber auch eine optimale Grundlage für zukunftsgerichtete Planungen und Ausschreibungen.

Hierfür sind insbesondere die nachfolgenden Faktoren von Bedeutung:

- Design und Betrieb von Standort- und Campusnetzwerken ist historisch gewachsen und bedarf in vielen Fällen einer Optimierung.
- Virtualisierung führt zu stark wachsenden Layer-2 Bereichen in RZ-Umgebungen und erfordert für viele Netze ein Redesign. Service-Level-Zusagen für Netzwerke werden vermehrt gefordert, insbesondere für kritische Anwendungen, Sprach- und Multimedia-Übertragungen.
- Der weiterhin steigende Kostendruck zwingt die Betreiber, über Alternativen

zu den von den Herstellern vermarktet, sternförmig redundanten Layer-3-Konzepten nachzudenken.

- Moderne Switching-Verfahren in Kombination mit modernen Switching-Architekturen ermöglichen eine wirtschaftliche Optimierung und eine deutliche Senkung der Betriebskosten.
- Neue Standards erweitern einerseits die Möglichkeiten für kostengünstiges und hochperformantes LAN Design, andererseits bieten sie erweiterte Funktionalität für die Umsetzung von Service Level Anforderungen.

In diesem Report werden die wichtigsten verfügbaren und die neuen Standardverfahren und Normen für geschwichtete Netze beschrieben und hinsichtlich ihrer technologischen Vor- und Nachteile sowie ihrer Marktrelevanz bewertet:

- Shortest Path Bridging als Spanning Tree (IEEE 802.1Qaq, IETF TRILL)
- IEEE 802.1BA: Audio / Video Bridging Task Group
- IEEE 802.1AS Timing & Synchronisation
- IEEE 802.1Qat Stream Reservation Protocol (SRP)
- IEEE 802.1Qav Forwarding und Queueing for time-sensitive Applications
- Die IEEE Data Center Bridging Task Group
- IEEE 802.1Qau Congestion Notification
- IEEE 802.1Qbb Priority Based Flow Control
- IEEE 802.1Qaz Enhanced Transmission Selection and Data Center Bridging Capability Exchange Protocol
- SAN-Verfahren: Vorhandene Lösungen
- SAN-Verfahren: IETF iSCSI
- SAN-Verfahren: ANSI/INCITS FC-BB-5

Für jeden Standard erfolgt eine Bewertung der Funktionalität, Einsetzbarkeit und zukünftigen Marktrelevanz.

Der Report zeigt auf:

- was typische Probleme in heutigen Campus- und RZ-Designs sind
- was sich in den letzten Monaten geän-

Reportneuerscheinung: Aktuelle Netzwerkstandards in der Analyse

- dert hat
- was in den nächsten Monaten noch kommen wird
  - welche Zielsetzung die neuen Verfahren haben
  - wie die neuen Verfahren funktionieren
  - ob und wie Sie die neuen Verfahren nutzen können
  - wie mit diesen Verfahren und neuen Produkten ein optimales Netzwerk-Design entsteht
  - wo die technischen und betrieblichen Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren liegen
  - wie die Weiterentwicklung der unterschiedlichen Verfahren im Markt zu bewerten ist

Der Report hilft Ihnen bei der Bewertung aktueller und zukünftiger Technologien und gibt Ihnen Argumentations- und Entscheidungshilfen genauso wie detaillierte technische Informationen. Er ist damit ein unverzichtbares Hilfsmittel für alle Entscheider und Netzverantwortlichen und ein umfassendes Nachschlagewerk für alle, die sich beruflich mit dem Entwurf und Betrieb von Netzen befassen.

Die Autorin Dipl.-Inform. Petra Borowka-Gatzweiler leitet das Planungsbüro UBN und gehört zu den führenden deutschen Beratern für Kommunikationstechnik.

Sie verfügt über langjährige erfolgreiche Praxiserfahrung bei der Planung und Realisierung von Netzwerk-Lösungen und ist seit vielen Jahren Referentin der Com-

Consult Akademie. Ihre Kenntnisse, internationale Veröffentlichungen, Arbeiten und Praxisorientierung sowie herstelle-

runabhängige Position sind international anerkannt.

## Kongress inkl. Report



Wir bieten Ihnen diesen aktuellen Report bei Buchung des Kongresses

### Netzwerk-Redesign Forum 2010 26. - 29.04.10 in Königswinter

zu einem Sonderpreis an.

Netzwerke sind der Lebensnerv unserer Unternehmen. Sie unterliegen einer permanenten Weiterentwicklung und Veränderung. Aus einem Mix aus Bedarf und technischen Möglichkeiten muss das individuelle Optimum für ein Unternehmen gefunden werden. Dieses Optimum muss zugleich an der Zukunft orientiert sein, da Netzwerk-Komponenten über einen langen Zeitraum stabil und ohne permanente Änderungen betrieben werden müssen.

Hier setzt das ComConsult Netzwerk-Redesign Forum 2010 an. Es analysiert die wichtigsten Bedarfsentwicklungen, stellt diesen die neuesten Netzwerk-Technologien gegenüber und erarbeitet Empfehlungen für ein erfolgreiches Netzwerk-Design, eine zukunftsorientierte Auslegung und einen stabilen und zuverlässigen Betrieb.

Der Report kostet bei Buchung des Kongresses nur 210,- € zzgl. MwSt. - statt regulär 249,- € zzgl. MwSt.

Moderation: Dr. Franz-Joachim Kauffels, Dr. Jürgen Suppan  
Kongress-Preis: € 2.290,- zzgl. MwSt.



Buchen Sie über unsere Web-Seite [www.comconsult-akademie.de](http://www.comconsult-akademie.de)

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

# Bestellung Aktuelle Netzwerkstandards in der Analyse

Ich bestelle den Report  
 **Aktuelle Netzwerkstandards in der Analyse**  
 zum Preis von € 249,- zzgl. MwSt. und Versand

Der Report ist ab März 2010 verfügbar.

Vorname \_\_\_\_\_ Nachname \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_ Telefon/Fax \_\_\_\_\_

Straße \_\_\_\_\_ PLZ, Ort \_\_\_\_\_

eMail \_\_\_\_\_ Unterschrift \_\_\_\_\_



Bestellen Sie über unsere Web-Seite  
[www.comconsult-research.de](http://www.comconsult-research.de)

## Zweitthema

## IP Version 6 - das Internet der nächsten Generation

Fortsetzung von Seite 1



Dipl.-Inform. Petra Borowka-Gatzweiler leitet das Planungsbüro UBN und gehört zu den führenden deutschen Beratern für Kommunikationstechnik. Sie verfügt über langjährige erfolgreiche Praxiserfahrung bei der Planung und Realisierung von Netzwerk-Lösungen und ist seit vielen Jahren Referentin der ComConsult Akademie. Ihre Kenntnisse, internationale Veröffentlichungen, Arbeiten und Praxisorientierung sowie herstellerunabhängige Position sind international anerkannt.

Ein wesentliches Problem und hauptsächlich Motivationsaspekt für IPv6 ist die Ausschöpfung des vorhandenen IPv4 Adressraums mit seinen ca. 4 Mrd. Adressen. Diese Ausschöpfung wird nach aktuellen Untersuchungen und Marktbeobachtungen von IETF, IANA und RIPE NCC in 2011, spätestens 2012 erreicht sein: auf Basis des täglichen IANA Reports ergab der Trend im Mai 2009, dass im Juni 2011 alle Adressen durch die Registries vergeben sein werden. Dabei nimmt der Bedarf an weltweit eindeutigen IP Adressen immer weiter zu, nicht nur für den landläufig bekannten Arbeitsplatz und IP Telefonie sondern auch viele andere Endgeräte wie Mobiltelefone, Sensoren, RFID-Geräte, Chipkarten, Haushaltselektronik, Kfz-Nummernschilder (Internet der Dinge) u.v.a.m.

Nun könnte sich der Anwender / Unternehmensnetz-Betreiber auf den Standpunkt stellen: Was interessiert mich das? Ich fahre intern weiter IPv4 und mache NAT nach draußen. Das wird jedoch so nicht mehr lange funktionieren: Mehr und mehr neue Server im Internet werden IPv6-only Dienste anbieten, Cloud Computing und SaaS Anwendungen werden IPv6-basiert betrieben werden, so dass statt „bloß NAT“ an der Schnittstelle zum öffentlichen Netz ein komplexes Application Layer Gateway betrieben werden muss, welches DNSv6 Antworten (AAAA Records, neue PTRs) und IPv6 Adressen auf intern genutzte IPv4 Adressen mappt, Translation von IPv6 nach IPv4 durchführt u.a.m. Ist NAT mit allen Risiken und Nebenwirkungen schon Ärgernis genug, so wird der Einsatz und Betrieb von Gateway-Technologie an dieser Stelle die Probleme noch verschärfen und globale Kommunikations-möglichkeiten

ten behindern statt fördern.

Auch die Ausrede, man könne sich keine providerunabhängigen internationalen IPv6 Adressen besorgen, ist inzwischen hinfällig. Seit 2009 gibt es beim RIPE NCC ein Formular für Endkunden, um internationale providerunabhängige IPv6 Adressblöcke (<http://www.ripe.net/ripe/docs/ripe-373.html>) zu beantragen.

### Vorteile von IPv6

Neben der Beseitigung der Adressknappheit bringt das neue Protokoll IPv6 weitere, funktionale Vorteile:

- Durch die Nutzung eindeutiger Adressen lassen sich NAT und alle durch NAT auftretenden unerwünschten Seiteneffekte vermeiden, der Betrieb wird deutlich vereinfacht
- Kürzere Paketbearbeitungszeit und bessere Fragmentierungsregelung führen zu einer effizienteren Ausnutzung der Netzwerk-Ressourcen
- Sichere Kommunikation mit IPsec wird verpflichtender, nicht nur optionaler Funktionsumfang; das erlaubt direkte Peer-Tunnel mit IPsec, da kein NAT mehr erforderlich ist
- Es entstehen neue Möglichkeiten für Firewall-Regeln und die Gestaltung von Sicherheit
- Erweiterte Mobilität der Teilnehmer macht eine „Always-On“-Funktionalität über Netzwerkgrenzen hinweg möglich, indem der Teilnehmer unabhängig von

Lokation und Netzanbindung immer dieselbe IP Adresse behält.

- Eine Verbesserung der Dienstqualität durch Flow Label ermöglicht QoS für Multimedia Dienste, z.B. auch interaktives, internetbasiertes Fernsehen
- UC und Kollaboration als Zusammenführung von IT- und TK-Anwendungen
- Flexible Sensornetze sowohl für Normalnutzung (z.B. Gebäudemanagement, Energiemanagement) als auch für Krisensituationen
- „Internet der Dinge“, z.B. Fahrzeugkommunikation (Vehicle-to-X Communication), Steuerung des Verkehrsflusses etc.
- Autokonfiguration der Endgeräte erleichtert das Netzwerkmanagement und ermöglicht einen Plug&Play Anschluss verschiedenster Endgeräte an das Netzwerk

### Nationaler Aktionsplan für Deutschland

Die Vorschläge der EU-Kommission zu IPv6 setzen das Ziel, in 2010 IPv6 auf breiter Basis einzusetzen, mindestens sollen 25% der deutschen Internet-Anwender in der Lage sein, das IPv6-Internet zu nutzen, ohne einen signifikanten Unterschied in der IPv4 Nutzung zu spüren. Die EU und auch der deutsche IPv6 Rat verweisen auf den 3 Phasen Plan der IETF zur Umstellung auf IPv6 (RFC 5211).

Phase 1 (Preparation Phase) empfiehlt ISPs, Testpiloten durchzuführen und ein IPv6-Angebot für Endkunden einzurichten.

## IP Version 6 - das Internet der nächsten Generation

Organisationen wird die Umstellung der Schnittstellen-Router zu öffentlichen Netzen auf IPv6 nahegelegt, die interne Nutzung von IPv6 erfolgt auf freiwilliger Basis. Phase 1 soll in 2010 abgeschlossen sein.

Phase 2 (Transition Phase) bringt die zwingende Verpflichtung für ISPs und Organisationen, die Maßnahmen der Phase 1 zu erfüllen; die interne Nutzung von IPv6 bleibt weiterhin freiwillig. Phase 2 soll in 2012 abgeschlossen sein. Nach 2012 sollen alle Umstellungsarbeiten auf IPv6 im öffentlichen Netz abgeschlossen sein.

In Phase 3 (Post-Transition Phase) müssen alle Router mit Schnittstellen in öffentliche Netze zwingend auf IPv6 umgestellt sein, damit andere Internet-Nutzer IPv6-only implementieren können. Erst in dieser Phase, nach 2012, sehen die IETF und EU die Entwicklung einer möglichen Rückwärtskompatibilität zu IPv4-Angeboten und -Diensten.

Einige Anbieter und Organisationen sind besonders stark von der Umstellung auf IPv6 betroffen:

- Internetorganisationen weisen IPv6 Adressen zu und verwalten diese, betreiben DNS-Server, handhaben IPv6-Ressourcen und IPv6 Dienstangebote und sind in besonderem Maß an der Weiterentwicklung der Standards beteiligt.
- Provider sollen IPv6 Netze einrichten und IPv6 Dienste anbieten. Alle jetzigen IPv4-Netze müssen in die Weiterentwicklung mit einbezogen werden (Breitband, Mobilfunk, lokaler Funk)
- Anbieter von Hardware und Betriebssystemen müssen IPv6-Unterstützung implementieren. Viele Hersteller von Netzwerk-Komponenten haben dies schon geleistet.
- Anbieter von Webseiten, IM, E-Mail und VoIP oder allgemein Hosting und Cloud Computing müssen IPv6 auf ihren Servern unterstützen.
- Anbieter von Anwendungssoftware wie B2B, Smartcards, P2P, Transportsysteme, Sensornetze etc. müssen IPv6-Kompatibilität herstellen.
- Forschungs- und Lehrinrichtungen sollen als Early Adopters auftreten, Pilotnetzwerke betreiben und Multiplikatoren für IPv6-Kenntnisse werden.
- Öffentliche Verwaltung in Bund, Ländern und Kommunen sind gehalten, auf breiter Ebene die IPv6 Umstrukturierung voranzutreiben.

ranzutreiben.

## 2. IPv6 Basis-Formate und -Funktionen

Die Wurzeln von IPv6 liegen im „Simple Internet Protocol Plus“ (SIPP, RFC 1710), das nach einigen Veränderungen als RFC 1883 „Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification“ (S. Deering, R. Hinden) vom 04.01.1996 verabschiedet wurde (heute abgelöst durch RFC 2460). Die Versionsnummer 5 konnte nicht verwendet werden, weil sie für das experimentelle, flow-orientierte Internet Stream Protokoll Version 2 (ST2, RFC 1819) reserviert war.

Um vorhandene IP-Funktionen und Protokolle wie ICMP, OSPF, Host Extensions für Multicasts u.a.m. auch für IPv6 verwenden zu können, mussten die entsprechenden IPv4 Dokumente für IPv6 angepasst werden. So entstanden weitere grundlegende Standards für IPv6. Inzwischen gibt es rund 250 RFCs, die sich mit IPv6 befassen, besonders wesentliche RFCs sind in Abbildung 2.1 aufgeführt.

Neben der Lösung der allgemein bekannten IPv4-Adressproblematik und der erklärten Kompatibilität zu allen höheren Proto-

RFC	Internet Protocol, Version 6 (IPv6)
RFC 1826	IP Authentication Header (R. Atkinson)
RFC 1881	IPv6 Address Allocation Management (IAB, IESG)
RFC 1887	An Architecture for IPv6 Unicast Address Allocation (Rekhter, T. Li)
RFC 1981	Path MTU Discovery for IP version 6 (J. Mc Cann, S. Deering, J. Mogul)
RFC 2375	IPv6 Multicast Address Assignments (R. Hinden, Ipsilon, S. Deering, Cisco)
RFC 2463	Internet Control Message Protocol (ICMPv6) for the Internet Protocol Version 6 (IPv6) (A. Conta, S. Deering) (obsoletes RFC1885)
RFC 2471	IPv6 Testing Address Allocation (R. Hinden) (obsoletes 1897); HISTORIC
RFC 3315	Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6) (R. Droms, Ed., J. Bound, B. Volz, T. Lemon, C. Perkins, M. Carney)
RFC 3493	Basic Socket Interface Extensions for IPv6 (R. Gilligan, S. Thomson, J. Bound, J. McCann, W. Stevens) (obsoletes RFC2553)
RFC 3513	IP Version 6 Addressing Architecture (obsoletes RFC 1884, RFC 2373)
RFC 3587	IPv6 Global Unicast Address Format (Rekhter, P. Lothberg, R. Hinden, S. Deering, J. Postel) (obsoletes RFC 2073, RFC 2374)
RFC 3595	Textual Conventions for IPv6 Flow Label (B. Wijnen)
RFC 3596	DNS Extensions to Support IP Version 6 (S. Thomson, C. Huitema, V. Ksinant, M. Souissi) (obsoletes RFC 1886, RFC3152)
RFC 4193	Unique Local IPv6 Unicast Addresses (R. Hinden, B. Haberman)
RFC 4213	Basic Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers (R. Gilligan, E. Nordmark) (obsoletes RFC 1933, RFC 2893)
RFC 4303	IP Encapsulating Security Payload (ESP) (S. Kent) (obsoletes RFC1827, 2406)
RFC 4391	Transmission of IP over InfiniBand (IPoIB) (J. Chu, V. Kashyap)
RFC 4835	Cryptographic Algorithm Implementation Requirements for Encapsulating Security Payload (ESP) and Authentication Header (AH) (obsoletes RFC2402, RFC1826, RFC2406, RFC4305)
RFC 4861	Neighbor Discovery for IP Version 6 (IPv6) (T. Narten, E. Nordmark, W. Simpson) (obsoletes RFC1970, RFC 2461)
RFC 4862	IPv6 Stateless Address Autoconfiguration (S. Thompson, T. Nartin) (obsoletes RFC 1971, RFC 2462)
RFC 4891	Using IPsec to Secure IPv6-in-IPv4 Tunnels (R. Graveman, M. Parthasarathy, P. Savola, H. Tschofenig)
RFC 4941	Privacy Extensions for Stateless Address Autoconfiguration in IPv6 (T. Narten, R. Draves, S. Krishnan) (obsoletes RFC3041)
RFC 5095	Deprecation of Type 0 Routing Headers in IPv6 (J. Abley, P. Savola, G. Neville-Neil)
RFC 5214	Intra-Site Automatic Tunnell Addressing Protocol (ISATAP) (F. Templin, T. Gleeson, D. Thaler) (obsoletes RFC 4214)
RFC 5308	Routing IPv6 with IS-IS (C. Hopps)
RFC 5340	OSPF for IPv6 (R. Coltun, D. Ferguson, J. Moy, A. Lindem) (obsoletes RFC2740)
RFC 5454	Dual-Stack Mobile IPv4 (G. Tsirtsis, V. Park, H. Soliman)
RFC 5555	Mobile IPv6 Support for Dual Stack Hosts and Routers (H. Soliman, Ed.)
RFC 5568	Mobile IPv6 Fast Handovers (R. Koodli, Ed.) (obsoletes RFC 5268)

Abbildung 2.1: Wesentliche RFCs für IPv6

IP Version 6 - das Internet der nächsten Generation

kollen (TCP, UDP, Telnet, FTP, NFS, HTTP, SMTP, SNMP etc.) hat IPv6 eine Reihe von Verbesserungen zum Ziel, die die Kommunikation sowohl für Endgeräte als auch für Router effizienter machen soll:

- **Adresserweiterung:** Die Adressgröße wird von 4 auf 16 Byte vergrößert und somit etwa auf OSI-Dimension (20 Byte) erhöht. Dies ermöglicht hierarchische Adressierung und vergrößert die Anzahl adressierbarer Knoten (Endsysteme) erheblich. Durch die neue Adressierung, insbesondere die Verwendung der MAC-Adresse als Hostteil, ist eine Autokonfiguration der Endgeräte leicht möglich. Durch die Einführung eines sogenannten Scope-Feldes werden Adressen besser skalierbar. Als neuer Adresstyp wurde der Anycast eingeführt, der an einen genauen Knoten aus einer Gruppe von Geräten weitergeleitet wird.

- **Vereinfachung:** Der Protokoll-Header wird vereinfacht und somit schneller bearbeitbar: Statt der vorher zwölf sind nur noch acht Format-Felder definiert. Zwar haben diese eine Länge von 40 Byte anstelle von vorher 20 Byte in Version 4, trotzdem lässt sich diese geringere Anzahl von Feldern schneller bearbeiten als vorher.

- **Optionen:** Optionen werden besser und variabler unterstützt. Durch die benutzte Codierung mittels Type Length Vector ist das Options-Feld variabel und es ist leicht, durch Standard-Erweiterungen neue Optionen einzuführen.

- **Entlastung der Router:** Adressen werden hierarchisch strukturiert, so dass verschiedene Routing-Bereiche leichter definierbar und erkennbar werden. Optionen werden nur von den Routern behandelt, die sie betreffen; die restlichen Router ignorieren die eingetragenen Optionen. Durch die Definition von Link-lokalen und Unternehmens-lokalen Adressen für private Netze reduziert sich das Problem, dass Unternehmen offizielle Adressen inoffiziell nutzen und Benutzer, die mit diesen Adressen unerlaubterweise ins Internet gelangen, dort heillose Verwirrung bis hin zum Teilnetz-Kollaps erzeugen können: Router im internationalen Internet ignorieren diese Adressen und routen entsprechende Pakete nicht.

- **Flow Labels:** Für Realzeit-Dienste oder Realzeit-Applikationen können einzelne Sessions (Quell-Ziel-Verbindungen zwischen IP-Endgeräten bzw. IP-Adressen) als sogenannte „Flows“ klassifiziert und dann über „congestion-controlled“ Routen bedient werden, die für die speziellen

Typische Begriffe und Elemente	
Knoten (Node)	Endgerät / Anschlusspunkt, der IPv6 implementiert hat
Router	Netzkomponente, die IP-Pakete weiterleitet
Host	Jeder Knoten, der kein Router ist
Höhere Schicht	Jede Protokollschicht oberhalb IP
Link	Verbindung, über die Endgeräte auf der Link Schicht kommunizieren können (PPP, X.25, Frame Relay, ATM, IPv4-Tunnel)
Nachbar	Knoten (Node) am selben Link
Interface	Anbindung eines Links
Adresse	IPv6-Identifikator
Paket (Packet)	Header plus Datenteil eines IPv6-Pakets (ohne MAC-Header und Trailer)
Link MTU	Maximale Paketgröße, die auf der unterliegenden Linkschicht weitergeleitet wird
Path MTU	Maximale Paketgröße, die von allen Links auf einer Ende-zu-Ende-Verbindung unterstützt wird.

Abbildung 2.2: Typische Begriffe und Elemente bei IPv6

Anforderungen der Applikation optimiert sind.

- **Authentifizierung:** Für die Authentifizierung von IPv6-Knoten, Daten-Integrität und Vertraulichkeit von Daten wurden Erweiterungen für IPv6 definiert.

IPv6 verwendet einige typische Begriffe und Elemente, die in Abbildung 2.2 zusammengefasst sind.

**Der neue IPv6 Header**

Wie bei IPv4 besteht der IPv6 Header aus einer ganzen Anzahl von 4-Byte-Wörtern und insgesamt 8 Formatfeldern wie in Abbildung 2.3 dargestellt.

**Version:** 4 Bit, Versionsnummer des IP-Protokolls, also mit dem Wert „6“=0110 codiert.

**Prio:** 8 Bit, Prioritätswert entsprechend TOS bzw. DS-Byte; die Werte 0..7 in den ersten 4 Bit sind für Appli-

**Kongress**

**Netzwerk-Redesign Forum 2010  
26. - 29.04.10 in Königswinter**



Netzwerke sind der Lebensnerv unserer Unternehmen. Sie unterliegen einer permanenten Weiterentwicklung und Veränderung. Aus einem Mix aus Bedarf und technischen Möglichkeiten muss das individuelle Optimum für ein Unternehmen gefunden werden. Dieses Optimum muss zugleich an der Zukunft orientiert sein, da Netzwerk-Komponenten über einen langen Zeitraum stabil und ohne permanente Änderungen betrieben werden müssen. Hier setzt das ComConsult Netzwerk-Redesign Forum 2009 an. Es analysiert die wichtigsten Bedarfsentwicklungen, stellt diesen die neuesten Netzwerk-Technologien gegenüber und erarbeitet Empfehlungen für ein erfolgreiches Netzwerk-Design, eine zukunftsorientierte Auslegung und einen stabilen und zuverlässigen Betrieb.

Moderation: Dr. Franz-Joachim Kauffels, Dr. Jürgen Suppan  
Preis: € 2.290,- zzgl. MwSt.



Buchen Sie über unsere Web-Seite [www.comconsult-akademie.de](http://www.comconsult-akademie.de)

IP Version 6 - das Internet der nächsten Generation

IPv4																																	
„Octet Offset“		0							1							2							3										
	„Bit Offset“	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	0	Version				Hdr Len				Type of Service							Gesamtlänge																
4	32	Identifikation														Flags			Fragment Offset														
8	64	Time to Live							Protokoll							Header Checksumme																	
12	96	Source Adresse																															
16	128	Destination Adresse																															
20	160	Optionen							Padding																								
IPv6																																	
„Octet Offset“		0							1							2							3										
	„Bit Offset“	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	0	Version				Traffic Class				Flow Label																							
4	32	Nutzdaten-Länge														Next Header							Hop Limit										
8	64	-----																															
12	96	-----														Source Adresse							-----										
16	128	-----																															
20	160	-----																															
24	192	-----																															
28	224	-----														Destination Adresse							-----										
32	256	-----																															
36	288	-----																															

Abbildung 2.3: Headerformat bei IPv4 und IPv6

Extension Headers bei IPv6				
Name	Typ	Größe	Beschreibung	RFCs
Hop-By-Hop Options	0	variabel	Enthält Optionen, die von allen IPv6-Geräten, die das Paket durchläuft, beachtet werden müssen. Wird insbesondere für Jumbograms benutzt.	RFC 2460, RFC 2675
Routing	43	variabel	Durch diesen Header kann der Weg des Paketes durch das Netzwerk beeinflusst werden, er wird unter anderem für Mobile IPv6 verwendet.	RFC 2460, RFC 3775, RFC 5095
Fragment	44	64 Bit	In diesem Header können die Parameter einer Fragmentierung festgelegt werden.	RFC 2460
Authentication Header (AH)	51	variabel	Enthält Daten, welche die Vertraulichkeit des Paketes sicherstellen können (siehe IPsec).	RFC 4302
Encapsulating Security Payload (ESP)	50	variabel	Enthält Daten zur Verschlüsselung des Paketes (siehe IPsec).	RFC 4303
Destination Options	60	variabel	Enthält Optionen, die nur vom Zielrechner des Paketes beachtet werden müssen.	RFC 2460
No Next Header	59	leer	Dieser Typ ist nur ein Platzhalter, um das Ende eines Header-Stapels anzuzeigen.	RFC 2460

Die meisten IPv6-Pakete sollten ohne Extension Headers auskommen, diese können bis auf den Destination Options Header nur einmal in jedem Paket vorkommen. Befindet sich nämlich ein Routing Extension Header im Paket, so darf davor ein weiterer Destination Options Header stehen. Alle Extension Headers enthalten ein Next-Header-Feld, in dem der nächste Extension Header oder das Upper Layer Protocol genannt wird.

Abbildung 2.4: Erweiterungs-Header für Optionen bei IPv6

IP Version 6 - das Internet der nächsten Generation

kationen ohne Realzeit-Anforderungen vergeben (non-congestion controlled, z.B. File Transfer, Mail); 8..15 werden für Applikationen mit Realzeit-Anforderungen gesetzt (congestion-controlled, z.B. Live Audio/Video); bei Realzeit-Priorität muss ein Flow Label benutzt werden.

**Die IPv6 Adressierung**

Eine IPv6 Adresse ist 128 Bit lang. Der IPv6 Adressraum ermöglicht somit rund  $3,4 \cdot 10^{38}$  (etwa 340 Sextillionen) global eindeutige Adressen.

Der **Multicast** geht an eine Gruppe von Interfaces, wobei sichergestellt sein muss, dass der Multicast von jedem Interface der Gruppe empfangen wird.

Der **Anycast** geht im Gegensatz dazu an eine Gruppe von Interfaces, muss aber nur an ein einziges Interface dieser Gruppe gesendet werden (z.B. das „nächste“). Hier ist z.B. denkbar, dass ein Anycast mit einem speziellen Header als „Intermediate Header“ an eine Gruppe von Routern gesendet wird, die zu einem bestimmten Providernetz gehören. Der Anycast erreicht den „ersten Router“ des Providers und wird von dort nach Provider-eigenen Mechanismen an die weiteren netzinternen

**Flow Label:** 24 Bit, um ein Empfänger/Senderpaar zu identifizieren, dessen Daten gesondert geroutet werden, z.B. unter Nutzung von RSVP und weiteren QoS Protokollen / Parametern. Aktuell ungenutzt (CU)

Eine IPv6-Adresse wird als Folge von Doppelbytes dargestellt, die jedoch nicht mehr mit Dezimalpunkt-Notation, sondern analog zu anderen etablierten Standard-Adresskonzepten (MAC, OSI, IPX) als Hex-Folge codiert werden. Jeweils zwei Byte werden durch einen Doppelpunkt „:“ getrennt, wobei aufeinanderfolgende Nullen gegebenenfalls entfallen können, wie die nachfolgenden Beispiele zeigen.

**Payload:** 16 Bit, gibt die Gesamtlänge der Nutzdaten **ohne** den Header an. Maximal ohne weitere Optionen ist eine Länge von 64 KByte erlaubt. Die **Jumbo-Payload**-Option erlaubt noch größere Datagramme bis 4 GByte.

```
affe:ba98:4711:2010:dede:1991:1958:bbcc
2002:0:0:0:0:8:815:7:417a
```

Aufeinanderfolgende Null-Bytes dürfen innerhalb der Adresse genau einmal als Zweifach-Doppelpunkt dargestellt werden. Da die Gesamtzahl von Adressbytes 8 Doppelbytes ist und der Zweifach-Doppelpunkt „:“ nur einmal vorhanden ist, kann den verbleibenden Doppelbytes entnommen werden, wie lang die Nullfolge ist.

Router weitergeleitet. So kann ein IP-Paket ohne großen Aufwand durch ein Providernetz hindurchgeroutet werden.

**Next Header:** 8 Bit, Typspezifikation des nachfolgenden Headers entsprechend der IANA Protokolltypen wie im „Protokoll“-Feld bei IPv4 (TCP=6, UDP=17, Routing=43, Fragment=44, ICMPv6=58, OSPF=89, RSVP=46, RDP=27, ..).

```
0:0:0:0:1789:007a:3270:abba = ::1789:007a:3270:abba
2002:0:0:0:0:0815:abba:dede = 2002::0815:abba:dede
```

In IPv6 gibt es keine **Broadcasts** mehr, diese werden durch Multicasts ersetzt. Adressfelder mit „All-0“ und „All-1“ sind daher gültige Adressen (jedoch nur indi-

**Hop Limit:** 8 Bit, entspricht der TTL von IPv4, er wird nur klarer als dort mit Hop Limit bezeichnet, da der eingetragene Integer-Wert an jedem Router (Hop) um 1 erniedrigt wird und nichts mehr mit der Berechnung von Wartezeit im Router zu tun hat.

Um das Leben für Umsteiger von IPv4 nach IPv6 etwas leichter zu machen, können IPv4-Adressen, die unter IPv6 weiterbenutzt werden, in Dezimal-Codierung dargestellt werden, jedoch nur der IPv4-Teil innerhalb der Gesamtadresse. Daraus ergibt sich eine Misch-Codierung; die nachfolgenden Adressdarstellungen geben mögliche Darstellungen derselben IPv4-Adresse wieder:

viuell nutzbar, sofern sie nicht als „reserviert“ durch Standardfestlegungen ausgeschlossen sind). Die vollständige „All-0“ und „All-1“ über alle Felder sind jedoch nach wie vor nicht gültig.

**Source Adresse:** 16 Byte, komplette IPv6 Adresse des sendenden Interfaces (Knotens)

```
0:0:0:0:0:0:abba:0815 = 0:0:0:0:0:0:abba:815 = ::abba:0815
oder auch ::abba:815 = 0:0:0:0:0:0:171.186.8.21 = ::171.186.8.21
```

Folgendes Adressmodell liegt allen Adressen zugrunde:

- Adressen beziehen sich auf einzelne In-

**Destination Adresse:** 16 Byte, komplette IPv6 Adresse des Ziel-Interfaces (Knotens)

Hosts mit einer hybriden IPv6/IPv4-Implementierung unterstützen oft ein spezielles Adress-Format, die so genannte IPv4-gemappede Adresse. Hierbei sind die ersten 80 Bit auf „0“ gesetzt, die nächsten 16 Bit sind auf „1“ gesetzt, d.h. das sechste Doppelbyte steht auf „FFFF“, die letzten 32 Bit enthalten die unter IPv4 genutzte Adresse: Es sind drei Adresstypen klassifiziert: die bereits bekannten Typen Unicast und Multicast sowie der Anycast als neuer Adresstyp.

terfaces, nicht auf Knoten.

- Ein einzelnes Interface kann mit mehreren Adressen belegt werden: Unicasts, Multicasts und Anycasts.
- Eine einzelne Adresse kann im Gegenzug auch mehreren Interfaces zugewiesen werden, wenn diese Interfaces vom entsprechenden Knoten als eine Einheit behandelt werden (Link Aggregation, Lastverteilung).

**Fragmentierung** wird im Gegensatz zu IPv4 nur von Hosts (Endgeräten) durchgeführt und nicht von Routern. Das spart Bearbeitungszeit und ermöglicht flexiblere Lastverteilung. Es ist auch nicht mehr notwendig, weil das Endgerät über den Parameter Path MTU die Protokoll-Intelligenz besitzt, die maximale Datagrammlänge eines Gesamtweges festzustellen.

```
0:0:0:0:0:ffff:abba:0815 = 0:0:0:0:0:ffff:abba:815 = ::ffff:abba:0815
oder auch ::ffff:abba:815 = 0:0:0:0:0:ffff:171.186.8.21 = ::ffff:171.186.8.21
```

Alle **optionalen Erweiterungen** werden als Erweiterungs-Header (Next Header) des IPv6-Formats (entsprechend dem Options Feld bei IPv4) codiert. Sie sind in Abbildung 2.4 zusammengefasst.

Der **Unicast** ist eine Adresse für ein einzelnes Interface.

- Router-Interfaces können, wie schon bei OSPF unter IPv4 festgelegt, als nicht-numerierte Interfaces konfiguriert

IP Version 6 - das Internet der nächsten Generation

werden (Unnumbered Link), wenn der entsprechende Router auf diesen Interfaces keine Pakete generieren muss.

- Ein Subnetz wird stets mit einer Verbindung (Link) assoziiert, wobei auf eine Verbindung analog zu Version 4 auch mehrere Subnetze gemappt werden können.

**Die IPv6 Adress-Struktur**

Typischerweise sind IPv6 Adressen in 2 Teile strukturiert: ein 64-Bit (Sub)Netzwerk Präfix und ein 64-Bit Hostteil. Jede IPv6 Adresse hat zusätzlich einen Gültigkeitsbereich (Scope), der definiert, in welchen Teilnetzen oder Netzbereichen diese Adresse valide und eindeutig ist. Der Scope kann Node-Local, Link-Local, Site-Local, Unique Local (ULA, RFC 4193) oder Unique Globally sein. So lassen sich identische Host-Adressen mit jeweils separaten Präfixen in unterschiedlichen Netzbereichen nutzen.

Die **Subnetzmaske** ist analog zur Praxis bei IPv4 und CIDR (RFC 1517, 1518, 1519) als zusammenhängende Maske bitweise zu konfigurieren. Durch die bitweise setzbare Subnetzmaske wird eine starre Aufteilung in „Netzbytes“ und „Hostbytes“ vermieden.

Die wichtigste und gebräuchlichste Struktur ist die in RFC 3587 definierte Globale Unicast Adresse. Sie besteht aus globalem Routing Präfix, Subnetz ID und Interface ID (Host-Teil), wie in Abbildung 2.5 gezeigt. Das Globale Routing Präfix entspricht dem IPv4 Netzwerk-Teil und legt ein international eindeutiges, an das weltweite Internet anschließbares Netzwerk fest. Die Subnetz ID bestimmt die Unterteilung in interne (Sub-)Netze, die für das öffentliche Internet ohne Belang ist. Subnetze

Struktur der Globalen Unicast Adresse		
64-n	n	64 Bits
Global Routing Präfix	Subnetz ID	Interface ID
Real World Struktur der Globalen Unicast Adresse		
48	16	64 Bits
Global Routing Präfix	Subnetz ID	Interface ID

Abbildung 2.5: Struktur der IPv6 Unicast Adresse

können Standorte, Gebäude, Gebäude-teile etc. sein wie bisher in Corporate Netzen üblich. Die Interface ID bezeichnet ein einzelnes Netzwerk-Interface und ist innerhalb des Subnetzes eindeutig. In verschiedenen Subnetzen können identische Interface IDs auftauchen, wie bereits aus IPv4 bekannt.

In der Praxis ist die Globale Struktur noch einfacher, weil sich ein ganz konkretes Format durchgesetzt hat, die „Real-World“ Struktur der Globalen Unicast Adresse mit 46 Bit Routing Präfix, 16 Bit Subnetz-Kennung und 64 Bit Interface ID (siehe Abbildung 2.5).

Nicht alle Adressen sollen global genutzt werden. Einige sind z.B. Link-Lokal, diese erhalten dann das Präfix fe80::/10 und können ausschließlich für subnetzinterne Kommunikation genutzt werden, d.h. Sender und Empfänger müssen eine Layer-2 Verbindung zueinander haben und ein Router darf ein solches Paket niemals in ein anderes Subnetz weiterleiten. Link-Lokale Adressen werden z.B. für Autokonfiguration und ähnliche netzinterne Funktionen genutzt.

Andere Adressen sollen nur unternehmensintern genutzt werden. Die inzwi-

schon veralteten Standort-Lokalen Adressen hatten hierfür den Präfix fec0::/10, die Nachfolge der Standort-Lokalen Adressen haben die Unique Local Adressen ange-treten, die im RFC 4193 beschrieben sind und das Präfix FC00::/7 oder FD00::/7 haben. Adressen mit FC Präfix sind global zugewiesen mit einer eindeutigen 40 Bit Standort-Kennung (Site ID). Bei dem Präfix FD muss die Site-ID zufällig generiert werden und ist daher nur mit einer hohen Wahrscheinlichkeit global eindeutig.

Kommen wir nun zur Hostadresse (Interface ID): 64 Bit als Kennung innerhalb eines einzelnen Subnetzes ist schon ein extravagant großer Adressraum. Betrachten Sie im Vergleich dazu MAC-Adressen, die weltweit eindeutig sind, so haben selbst diese nur 48 Bit. Subnetze, für die 16 Bit als Host Adresse nicht ausreichen, sind eigentlich schwer vorstellbar. Aber tatsächlich bringt die Länge 64 Bit eine immense Vereinfachung für den gesamten Protokollablauf und die Paketverarbeitung, sie ermöglicht nämlich Autokonfiguration. RFC 3513 spezifiziert hierfür eine modifizierte EUI-64 ID (EUI-64 ist ein IEEE Format). Die Abänderung im Vergleich zur IEEE betrifft das 7te Bit. Es unterscheidet globale von lokalen IDs, allerdings im Vergleich mit EUI-64 invertiert, d.h. „0“ bedeutet lo-

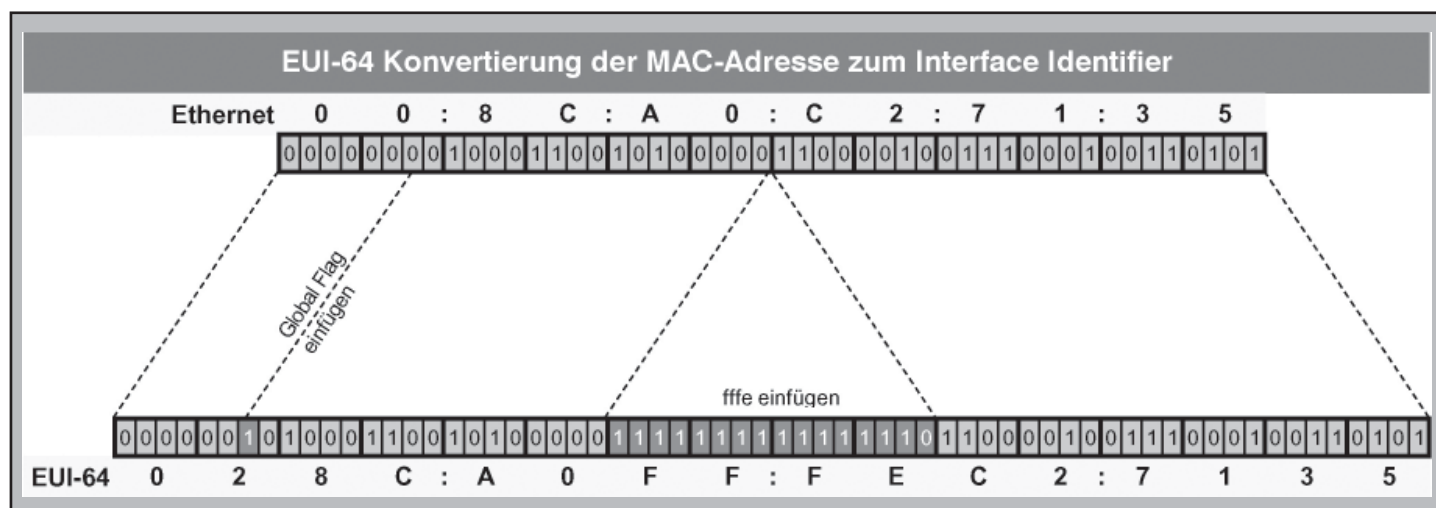


Abbildung 2.6: Konvertierung der MAC-Adresse in einen Interface Identifier von IPv6

IP Version 6 - das Internet der nächsten Generation

kal, „1“ bedeutet global. Wie berechnet sich nun dieser letzte Teil der IPv6 Adresse? Das funktioniert nach folgenden Basis-Regeln:

Das Interface hat einen EUI-64 Identifier dann wird Bit 7 invertiert

Das Interface hat eine MAC-Adresse dann wird das 7te Bit der MAC-Adresse (Global Flag) invertiert und der Wert ffe zwischen dem dritten und vierten Byte der MAC-Adresse eingefügt. In dem Beispiel aus Abbildung 2.6 wird die MAC-Adresse 00:8c:a0:c2:71:35 in die Interface ID 028c:a0ff:fec2:7135 konvertiert - technisch betrachtet eine perfekte Lösung!

Leider birgt diese Lösung einen Sicherheits-Fallstrick: Da ein einzelner Computer mit einer einzelnen Netz Karte ausgestattet ist, hat er eine eindeutige und in allen Netzen persistente MAC-Adresse und die EUI-64 Konvertierungsregel wird von der allergrößten Mehrheit der Endgeräte genutzt. Somit wird der Computer in allen Netzen trackbar! Dieses Problem löst der RFC 3041 mit der Empfehlung, mehrere IDs je Interface zu verwenden. EUI-64 ist die offizielle, DNS-registrierte Adresse und wird für eingehende Verbindungen genutzt. Für ausgehende Verbindungen werden die IDs zufällig und mit einer limitierten Gültigkeit (Stunden, Tage) generiert. Dies bedeutet zumindest eine erhebliche Erschwernis für ein systematisches Langzeit-Tracking von Computeraktivitäten.

**In Teil 2 dieses Artikels lesen Sie:**

- wie bei IPv6 Autokonfiguration, DNS und DHCP eingesetzt werden
- welche Migrationswege existieren
- was das für Server, Endgeräte und Router bedeutet
- wo es mögliche Probleme gibt

**Abkürzungen**

B2B	Business-to-business
CIDR	Classless Inter Domain Routing
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DNS	Domain Name Service
DS	Distribution System
ECMP	Equal Cost Multipath
EUI	Extended Unique Identifier
FTP	File Transfer Protocol
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol
IANA	Internet Assigned Numbers Authority
ICMP	Internet Control Message Protocol
ICT	Information and Communications Technology
ID	Identifikator

IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
IM	Instant Messaging
IP	Internet Protocol
IPng	Next Generation Internet Protocol
IPsec	Internet Protocol Security
IPX	Internetwork Packet eXchange
ISATAP	Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol
ISP	Internet Service Provider
IT	Informations-Technologie
ITK	Informations- und Telekommunikationstechnologie
LAN	Local Area Network
MAC	Media Access Control
MTU	Maximum Transmission Unit
NAT	Network Address Translation
NCC	Network Control Center
NFS	Network File System
OSI	Open Systems Interconnection
OSPF	Open Shortest Path First
P2P	Punkt-zu-Punkt
PMTU	Path MTU
PTR	Pointer
QoS	Quality of Service
RDP	Reliable Data Protocol
RFC	Request for Comments
RFID	Radio-frequency identification
RIPE NCC	Réseaux IP Européens Network Coordination Centre
RSVP	Resource ReSerVation Setup Protocol
RZ	Rechenzentrum
SAN	Storage Area Network
SIPP	Simple Internet Protocol Plus
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
SNMP	Simple Network Management

Protocol	Protocol
TCP	Transmission Control Protocol
TELNET	TELEtype NETwork
TK	Telekommunikation
TOS	Type of Service
TTL	Time to Live
UC	Unified Communications
UDP	User Datagram Protocol
ULA	Unique Local Address
VLAN	Virtual Local Area Network
VoIP	Voice over IP
WAN	Wide Area Network
WLAN	Wireless LAN

**Links**

- <http://www.ieee802.org/1/>
- <http://www.ieee802.org/3/>
- <http://www.ieee802.org/11/>
- <http://www.ietf.org>
- <http://www.alliedtelesys.com>
- <http://www.cisco.com/go/ipv6>
- <http://www.hp.com>
- <http://www.ipv6council.org>
- <http://www.javvin.com>
- <http://technet.microsoft.com>

**Literatur**

- 6net - An IPv6 Deployment Guide; Herausgeber Martin Dunmort; Javvin Technologies Inc. Distribution
- German IPv6 Council: Nationaler IPv6-Aktionsplan für Deutschland; Mai 2009
- RFC 5211: An Internet Transition Plan; J. Curran; Juli 2008
- Pv6 Whitepaper; Allied Telesyn, 2007

**Kongress**



**Netzwerk-Redesign Forum 2010  
26. - 29.04.10 in Königswinter**

Netzwerke sind der Lebensnerv unserer Unternehmen. Sie unterliegen einer permanenten Weiterentwicklung und Veränderung. Aus einem Mix aus Bedarf und technischen Möglichkeiten muss das individuelle Optimum für ein Unternehmen gefunden werden. Dieses Optimum muss zugleich an der Zukunft orientiert sein, da Netzwerk-Komponenten über einen langen Zeitraum stabil und ohne permanente Änderungen betrieben werden müssen. Hier setzt das ComConsult Netzwerk-Redesign Forum 2009 an. Es analysiert die wichtigsten Bedarfsentwicklungen, stellt diesen die neuesten Netzwerk-Technologien gegenüber und erarbeitet Empfehlungen für ein erfolgreiches Netzwerk-Design, eine zukunftsorientierte Auslegung und einen stabilen und zuverlässigen Betrieb.

Moderation: Dr. Franz-Joachim Kauffels, Dr. Jürgen Suppan  
Preis: € 2.290,- zgl. MwSt.



Buchen Sie über unsere Web-Seite [www.comconsult-akademie.de](http://www.comconsult-akademie.de)

Neu: Premium Seminar

# Ethernet Technologien neuester Stand

Die ComConsult Akademie veranstaltet vom 12.04. - 13.04.10 erstmalig ihr neues Seminar „Ethernet Technologien neuester Stand“ in Berlin.

Premium-Seminar mit multimedialem erweitertem Leistungsspektrum:

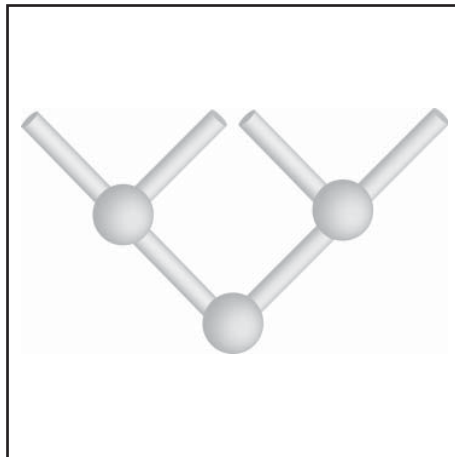
- Vorbereitungs-Videos im Vorfeld des Seminars
- Life-Seminar
- Vertiefungs-Videos
- Volltext-Dokumentation ca. 500 Seiten in Report-Qualität

Die Anforderungen an Netzwerke steigen permanent auf allen Bereichen. Innerhalb des Rechenzentrums stehen I/O-Konsolidierung durch die Integration des Speicherverkehrs, Virtualisierung auf verschiedenen Ebenen und Steigerung der Netto-Leistung ganz oben auf der Liste. Im Bereich der Corporate Backbones sind neben der Leistungssteigerung vor allem der Wunsch nach Steigerung der Zuverlässigkeit durch schnelle Reaktion auf Fehler sowie die Integration eines breiten Verkehrsspektrums wichtige Anforderungen. Im Zugangsbereich muss man sich schließlich überlegen, ob man genau so weitermachen kann wie bisher (Etagenverteiler, Leitungen...) oder ob es hier vielleicht ganz neue Alternativen gibt.

Die dominierende Netzwerk-Technologie ist Ethernet. Ethernet ist ein WELT-Standard und über 95% des zu übertragenden Verkehrs sind Ethernet Pakete. In den vergangenen 30 Jahren haben wir gelernt, dass sich das an und für sich in vielen Punkten unzulängliche Ethernet-System permanent weiterentwickelt hat und trotz anfänglicher Bedenken durch diese Weiterentwicklungen für Netze eingesetzt werden konnte, auch wenn die Anforderungen für die Kommunikation laufend gewachsen sind.

Die Ethernet-Evolution hat sich immer in Stufen vollzogen: vom Shared Medium zum geschichteten Netz, vom 10 Megabit bis zum 10 Gigabit-Netz, vom reinen Daten-netz zum Dienste-integrierenden Netz.

Jetzt stehen wir wieder an einer erheblichen Evolutionsstufe, die sich auf den verschiedenen Bereichen unterschiedlich vollzieht. Im RZ-Bereich wird die Integration des Speicherverkehrs durch die Hinzufügung des Attributes „verlustfrei“ oder „Lossless“ ermöglicht. Die Leistung steigt



von 10 über 40 zu 100 Gbit/s. Diese Entwicklung wird unter den Begriffen „Data Center Ethernet“ oder „Converged Enhanced Ethernet“ geführt.

Die andere wesentliche Entwicklung ist Carrier Ethernet. Das ist nämlich endlich das bisher fehlende Bindeglied zwischen Corporate LANs, MANs und WANs. Standardisiert durch ITU-T, MEF und IEEE ermöglicht es die nahtlose Integration von Zugangsbereichen unterschiedlichster Art von DSL über EFM und FTTx zu Wireless und die Realisierung traditioneller und neuer Anwendungen von File Transfer über VoIP und Video bis hin zu Unified Communications im Rahmen einer vollständigen Layer-2-Architektur auf einem skalierbaren Leistungsbereich von einfachem Gigabit Ethernet bis hin zu Terabit-DWDM-Systemen bei einem hohen Grad an Determinismus, Steuerungsfähigkeit, Ausfallsicherheit und Datensicherheit.

Insbesondere ist natürlich bei Carrier Ethernet die Frage spannend, ob es eine reine Providertechnik ist, oder ob auch ein normales Unternehmen seine Vorzüge nutzen kann. Gleichzeitig muss diskutiert werden, inwieweit und wo man tatsächlich auf L3-Mechanismen verzichten kann.

Wie immer ergeben sich durch die neuen Übertragungstechnologien erhebliche Implikationen auf die Netzwerk-Strukturierung. Um es einzuleiten: die Reaktionszeit von Spanning Tree passt weder zur Übertragungsgeschwindigkeit von 40 oder 100 GbE noch zu den Anforderungen, die aus verschiedenen Anwendungsbereichen gestellt werden.

Kern-Themen des neuen Seminars sind also:

- Neue Anwendungsbereiche, Herausforderungen durch Virtualisierung
- 10/40/100 Gigabit Ethernet: Technologie, Standards und Anwendung
- Bereich RZ: DCE/CEE/FCoE: Technologien, Produkte und Standards auf dem Prüfstand: werden die Versprechen der I/O-Konsolidierung gehalten?
- Bereich Backbone: Carrier Ethernet: Technologie, Standards und Systeme für das deterministische Ethernet der neuen Generation
- Bereich Access: IEEE 802.3an EPON vs. IEEE 802.11n WLAN, Faser vs. Kabel vs. Wireless
- Bereich Struktur: Neuheiten in L2, L2/L3-Strukturierung, Multi-Mandantenfähige Netze, MPLS, Virtual Chassis

## Zum Inhalt

### Teil 1 - Einführung, Motivation, Diskussion

- Allgemeine Entwicklungen im Ethernet Ecosystem
- Diskussion von Fragen, die sich aus den Prepare-Videos ergeben haben
- Virtualisierung und I/O: Komplexität, Probleme, Lösungsansätze

### Teil 2 - Übertragungstechnologie

- Die neuen Gigabit Ethernet Standards: 10 GBASE-LRM, 40/100 GbE und 40 GBASE-T
- 10 GbE 2010: Überblick, Skalierbares Ethernet, von IEEE 802.3ae zu 10 GBASE-LRM, was macht 10 GBASE-T?
- Die Entwicklung des 40/100 GbE-Standards, 40 & 100 GbE MAC & PHY Überblick, 40/100 GbE MMF PMDs, 40/100 GbE SMF PMDs, 40G und 100G Kupfer PMDs und 40G Backplane, die aktuellen Varianten Stand ECOC 2000
- 40 GBASE-T
- Roundup Fibre Channel

### Teil 3 - Ethernet im RZ: DCE, DCB, FCoE, EoFC, iSCSI

- FCoE: Motivation und Grundkonzepte
- Lossless Ethernet: Probleme über Probleme
- Congestion Management & Control
- IEEE 802 Data Center Bridges DCB, Übersicht
- DCBX: DCB Capability Exchange Protocol

Ethernet Technologien neuester Stand

- Priority Grouping for DCB-Networks: Enhanced Transmission Selection ETS
- FC-BB-5: der Durchbruch für FCoE: FC-BB\_IP, FC-BB\_GFPT, FC-BB\_PW, FC-BB\_E, FC-BB\_Ē im Detail
- Konvergenz: Alternativen zu FCoE: iSCSI vs. FCoE: Unentschieden!

**Teil 4 - Ethernet im Backbone: Carrier Ethernet**

- Packet-Optical: der Übergang zu einer Ethernet-zentrischen Zukunft
- MEF Carrier Ethernet mit IEEE 802.1ad PB
- Grenzen der Skalierbarkeit von Ethernet
- Transparente Dienste für die Kunden
- Provider Bridge Network und QoS
- Carrier Ethernet mit IEEE 802.1ah PBB
- IEEE 802.1 Qay PBB-TE
- Weitere Standards

**Teil 5 - Ethernet im Access-Bereich: Alternative für Corporate Networks?**

- IEEE/ITU Standard EFM
- EFM-Varianten
- Ethernet Passive Optical Networks EPON
- Diskussion: Fiber to the Office / Fiber to the Desk
- Diskussion: Fiber oder Kabel
- Diskussion: Wireless

**Teil 6 - Netzwerkstrukturierung: Chancen und Risiken, Konvergenz und Chaos**

- Die klassische Struktur und ihre Gefährdung

- Grundfunktionen und Ziele in Layer 2
- Anforderungen an L2-Neuentwicklungen
- Grundfunktionalitäten und Ziele in L3
- VLANs, VPNs, mandantenfähige Netze und MPLS
- Neue Verfahren (Übersicht)
- Redundanzsteuerung und Recovery: IEEE Layer 2 Multi Path L2MP, IETF Transparent Interconnection of Lots of Links TRILL, IEEE 802.1 (Q) aq Provider Link State Bridging PLSB bzw. Shortest Path Forwarding oder Shortest Path Bridging

Videos zur Seminar-Vorbereitung

**Vorbereitungs-Video 1 - Ethernet History**

- CSMA/CD und warum es so nicht ging
- Die Rettung durch Switching und Full-Duplex
- Verschiebung des Kollisionsproblems in die Pufferverwaltung der Switches
- Die Welt von 1 Gigabit Ethernet

**Vorbereitungs-Video 2 - Herausforderungen durch Virtualisierung und I/O-Konsolidierung**

- Virtualisierung: Grundlagen, Konzepte, Produkte und Konsequenzen
- Virtualisierung: Grundidee, Vorzüge, Anforderungen
- Prozesse im klassischen Betriebssystem
- Vom klassischen Betriebssystem zur Virtualisierung

- Grundsätzliche Konstruktionsalternativen und Transaktionsverarbeitung
- VM-Kommunikation und Wandernde Virtuelle Maschinen
- Virtualisierung und Speichertechnologie
- Desktop-Virtualisierung
- Applikations-Virtualisierung
- Service Oriented Architecture SOA
- Cloud-Computing
- I/O-Konsolidierung

Videos zur Seminar-Nachbereitung

**Vertiefungs-Video 1 - Integration Optischer Komponenten und die Konsequenzen für die Unternehmensnetze**

- Anwendungsbereiche für integrierte Optische Komponenten
- Basiskomponenten: Strahlungsquellen, Verstärker, Empfänger
- Grundlage für alles: VCSELS
- Modulatoren und Demulatoren: EOM-VCSEL
- Integration Optischer Komponenten: aktueller Stand
- Konsequenzen für die Unternehmensnetze

**Vertiefungs-Video 2**

Detaillierte und vertiefte Stellungnahme zu Fragestellungen der Teilnehmer, die sich im Seminar ergeben haben.

Fax-Antwort an ComConsult 02408/955-399

# Anmeldung

## Ethernet Technologien neuester Stand

Ich buche das Seminar  
**Ethernet Technologien neuester Stand**

12.04. - 13.04.10 in Berlin  
 zum Preis von € 1.590,- zzgl. MwSt.

Bitte reservieren Sie mir ein Zimmer

vom \_\_\_\_\_ bis \_\_\_\_\_ 10

Vorname \_\_\_\_\_

Nachname \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

Telefon/Fax \_\_\_\_\_

Straße \_\_\_\_\_

PLZ, Ort \_\_\_\_\_

 Buchen Sie über unsere Web-Seite  
[www.comconsult-akademie.de](http://www.comconsult-akademie.de)

eMail \_\_\_\_\_

Unterschrift \_\_\_\_\_

## Schwerpunktthema

# Glasfaser- strecken richtig messen

Fortsetzung von Seite 1



Dipl.-Ing. Hartmut Kell kann bis heute auf eine mehr als 20-jährige Berufserfahrung in dem Bereich der Datenkommunikation bei lokalen Netzen verweisen. Als Leiter des Competence Center IT-Infrastrukturen der ComConsult Beratung und Planung GmbH hat er umfangreiche Praxiserfahrungen bei der Planung, Projektüberwachung, Qualitätssicherung und Einmessung von Netzwerken gesammelt und vermittelt sein Fachwissen in Form von Publikationen und Seminaren.

Der Wert spielt bei Übertragungen im lokalen Netzwerkbereich derzeit noch eine geringere Rolle, da für jede Übertragungsrichtung eine eigene Faser benutzt wird und damit reflektierte Störsignale zum Sender „zurücklaufen“ und hier wenig Störpotenzial haben. Bei Verwendung von Techniken, die auf einer Faser in beide Richtungen Signale übertragen, ist dies anders, hier muss die Reflektionsdämpfung kontrolliert werden. Die in allen Fällen wichtige zweite Art der Dämpfung ist die „Einfügedämpfung“, sie beschreibt den Leistungsverlust des Lichtes zwischen Sender und Empfänger. Diese Dämpfung sollte im Idealfall „0“ sein, was sie aber bekannterweise nicht ist. Der vorliegende Artikel betrachtet ausschließlich die Einfügedämpfung.

Grundsätzlich gibt es zwei unterschiedliche Messverfahren zur Ermittlung der Einfügedämpfung, damit gibt es auch zwei Messgerätegruppen, die zur Dämpfungsmessung von Glasfasern verwendet werden können. Die eine Gruppe von Geräten ermittelt auf Basis von sogenannten Pegelmessungen die Dämpfung einer Strecke, die andere Gruppe von Geräten dagegen nutzt ein so genanntes OTDR-Verfahren, welches spezielle Arten von Messgeräten notwendig macht.

## Messprinzip Pegelmessverfahren

Das primäre Ziel des Pegelmessverfahrens ist es, die Gesamtdämpfung einer Strecke zu messen, je nach eingesetztem Messgerät kann zusätzlich die Länge der Strecke in Metern bestimmt werden. Dabei ist das Gerät nicht in der Lage, die Teilwerte der Dämpfung wie z.B. die Spleißdämpfung oder Steckerdämpfung zu ermitteln. Pegelmessgeräte sind relativ preiswert und bestehen aus einer Lichtquelle und einem Lichtstärkenmesser. Insbesondere spe-

ziell für den LAN-Bereich entwickelte Pegelmessgeräte verfügen teilweise zusätzlich über einen Laufzeitenmesser für die Faserlängenmessung. Es gibt sowohl Geräte, die genau nur diesen einen Zweck der Pegelmessung erfüllen und es gibt Zusatzgeräte bzw. Adapter, die in Kombination mit Kupfer-Kabelscannern genutzt werden können. Die ursprüngliche Form der Pegelmessgeräte, lange bevor es Lokale Netzwerke gab, sah Geräte vor, an die man eine einzige Faser anschließen konnte, um diese zu prüfen. Dieses Prinzip der „Einfasermessung“ stellt auch den Grundaufbau aller in Standards beschriebenen Messverfahren dar. Moderne, speziell für die Nutzer von Glasfasern im Bereich Lokaler Netzwerke entwickelte Geräte sehen eine Messung der Dämpfung direkt für ein Fasernpaar vor. Dabei werden in einem Messdurchlauf beide Fasern in beide Richtungen gemessen, das Messergebnis wird aber weiterhin je Faser und je Faserrichtung angegeben. Alle Vorgaben von Dämpfungswerten erfolgen mit Angabe der dazu gehörenden Wellenlänge, demzufolge muss bei einer Dämpfungsmessung auch die richtige Wellenlänge eingestellt werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass eine beliebige Umschaltung zwischen Wellenlängen nur bei modernen Geräten möglich ist. Bei älteren bzw. sehr preisgünstigen Geräten können entweder nur begrenzte Wellenlängen eingestellt werden, oder es sind unterschiedliche

Aufsätze für die Einstellung verschiedener Wellenlängen erforderlich. Zur Messung wird die Lichtquelle an einem Ende des Faserpaares und der Lichtstärkenmesser am anderen Ende des Faserpaares angeschlossen. Der Lichtstärkenmesser misst die empfangene optische Leistung und kann bei entsprechend vorausgegangener Kalibrierung die Einfügedämpfung in Dezibel anzeigen (zur Kalibrierung später mehr). (siehe Abbildung 1)

## Notwendigkeit von Vorlauffaser oder Wickeldorn

Befindet sich das zu prüfende Objekt, z.B. ein Steckverbinder sehr nahe an der Lichtquelle, so wird an dieser Stelle der Faserkern einer Multimodefaser weitestgehend vollflächig ausgeleuchtet (UMD: Uniform Mode Distribution). Mit zunehmender Entfernung von der Lichtquelle reduziert sich diese Kernausschleuchtung auf maximal 70%, man spricht von einer Modengleichgewichtsverteilung (EMD: Equilibrium Mode Distribution). Da diese Kernausschleuchtung einen großen Einfluss auf die Reproduzierbarkeit der Dämpfungsmessung hat, setzen alle Verfahren voraus, dass diese Modengleichgewichtsverteilung EMD grundsätzlich am Prüfobjekt vorhanden ist. Deshalb wurde häufig eine Vorlauffaser von z.B. 100 Meter bei Multimodefaser vorgeschrieben. Die neuen Vorschriften sehen bei einer Pegelmessung an der

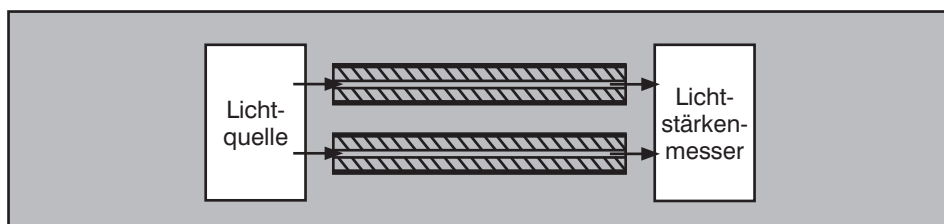


Abbildung 1: Prinzip der Dämpfungsmessung

## Glasfaserstrecken richtig messen

Multimodefaser einheitlich die Verwendung von Wickeldornen vor (engl. Mandel Wrap). Dies sind Zylinder mit einem der Faser oder dem Kabel angepassten Durchmesser, auf denen die von der Lichtquelle ausgehende Faser mit 5 Windungen aufgewickelt werden muss. Dieses bei der Messung notwendige Zubehör muss der EN 61300-3-34 entsprechen und stellt eine EMD sicher. (siehe Abbildung 2)

Die auch bei der EN-Norm berücksichtigte amerikanische Norm sieht folgende Berechnungsformeln vor:

50µm-Faser: [Durchmesser des Wickeldorns] = [25 mm] – [Kabelaußendurchmesser]

62,5µm-Faser: [Durchmesser des Wickeldorns] = [20 mm] – [Kabelaußendurchmesser]

Damit würde z.B. eine einfaserige Messschnur (50µm) mit einem Außendurchmesser von 1,6 mm 5 mal auf einen Wickeldorn mit dem Durchmesser von 23,4 mm aufgewickelt werden. Zu beziehen sind solche Wickeldorne u.a. bei der Firma Noyes Fiber System oder Fluke. (siehe Abbildung 3)

### Bedeutung des Messwertes

Nachdem jetzt also der Messtechniker die Messung (richtig) durchgeführt hat, zeigt ihm das Messgerät einen Dezibelwert an. Im Rahmen einer Abnahme ist dieser dann mit den vorgegeben Grenzwerten zu vergleichen. Ein Techniker, der ein vermutetes Dämpfungsproblem analysiert, muss anhand des Wertes entscheiden, ob die Strecke im Rahmen der Spezifikation liegt oder nicht. Dabei steht er vor zwei Problemen:

1. Was sagt der gemessene Wert aus bzw. habe ich das richtige Messverfahren gewählt?
2. Womit vergleiche ich den gemessenen Wert?

Moderne Messgeräte bieten zwar grundsätzlich die Möglichkeit, dem Messgerät die Passed-Failed-Aussage zu überlassen, dies entbindet den Messtechniker jedoch nicht davon zu entscheiden, ob diese Aussage korrekt ist oder nicht bzw. wie er sie zu bewerten hat.

Beginnen wir mit der ersten Frage. Dazu schauen wir uns zunächst die Vorgaben der verfügbaren Normen an. Die Verkabelungsnorm EN 50173 hat im Verlauf ihrer Weiterentwicklung den „Messteil“ ausgekoppelt und verweist auf die Messnorm EN

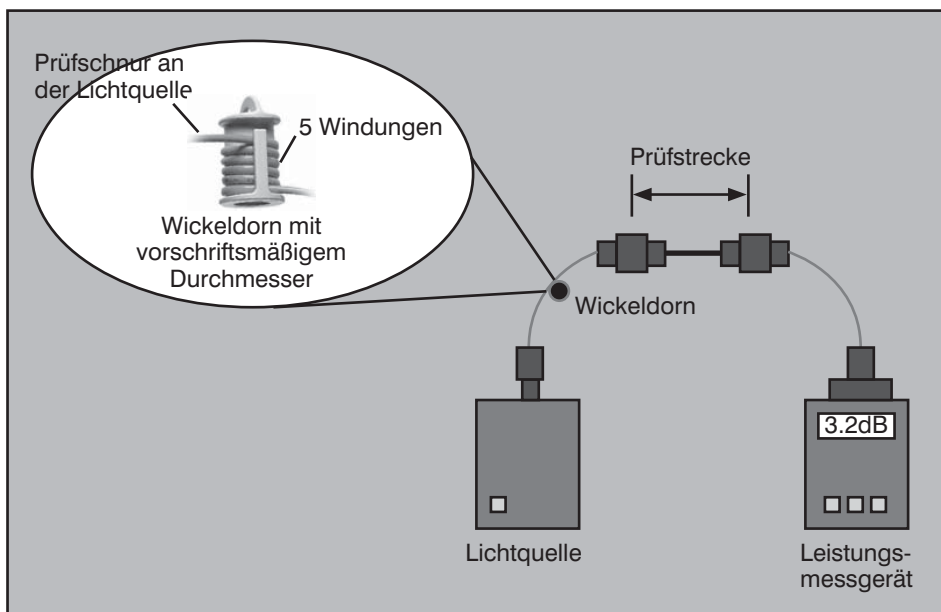


Abbildung 2: Einsatz von Wickeldorn



Abbildung 3: Beispiel für einen Wickeldorn  
Quelle: Fluke

50346. Fast alle derzeit in der ISO/IEC oder EN entstehenden bzw. entstandenen Normen zur Messtechnik bauen letztlich auf amerikanischen Normen auf (z.B. auf der TIA/EIA 526-14A). Deshalb ist eine Kenntnis der amerikanischen und europäischen Normungsansätze zur richtigen Auswahl des Messverfahrens unumgänglich und diese sollen nachfolgend erläutert werden.

Insgesamt existieren derzeit drei amerikanische Normansätze zur Konformitätsprüfung und zwei daraus abgeleitete, in der EN spezifizierte europäische Normansätze. Die Messverfahren sehen im ersten Moment sehr ähnlich aus, bringen aber vollkommen unterschiedliche Ergebnisse hervor. Die Erfahrung zeigt, dass vielen Messtechnikern aus dem Installationsbereich diese entscheidenden Feinheiten nicht bekannt sind. Dazu nachfolgend eine

kurze Gegenüberstellung, wo die Nachteile bzw. Vorteile der drei Modelle liegen.

In der TIA-526-14A:**B** & TIA-526-7:**A1** (= Verfahren 1 der EN 50346) wird bei der Kalibrierung ein Messkabel zwischen Sender und Empfänger gesteckt (Prüfschnur 1). Bei **Verfahren 1** wird die Lichtquelle und das optische Leistungsmessgerät wie im Bild unten gezeigt mit der Prüfschnur 1 verbunden. Die angezeigte optische Leistung  $P^1$  wird als Bezugsleistung aufgezeichnet. Anschließend wird die Prüfschnur vom optischen Leistungsmessgerät getrennt, ohne die optische Verbindung zur Lichtquelle zu lösen, und an die zu prüfende Verkabelung angeschlossen. Eine neue, hinzuzunehmende Prüfschnur 2 verbindet die Prüfschnittstelle am fernen Ende der Verkabelung mit dem optischen Pegelmessgerät. Die europäische Norm empfiehlt dieses Verfahren für die Überprüfung der „Verkabelungsstrecke“ (entspricht der fest installierten Strecke). Gemessen wird der Dämpfungsverlust beider Stecker plus die Faserdämpfung. (siehe Abbildung 4)

In Fachkreisen wird bemängelt, dass das Verfahren 1 lediglich dann verwendet werden kann, wenn die Messgeräteanschlüsse dem Stecker des Prüfobjektes entsprechen; dies ist aber bei Abweichung vom SC-Steckverbinder häufig nicht der Fall, denn der SC-Verbinder ist zwar sehr häufig Standard bei den Messgeräten, aber nicht unbedingt an jedem Rangierfeld zu finden. Bei Empfängern mit austauschbaren Steckeradaptern kann man diesem Problem ausweichen und Verfahren 1 bietet sich an, da es das genaueste Verfahren ist. Ebenfalls wird in der Norm auf den Man-

<sup>1</sup> Hinweis: Die aktuelle EN 50346 hat einen Großteil der beschriebenen Verfahren ausgekoppelt und verweist stattdessen auf die ISO/IEC 14763-3, welche diese Verfahren übernommen hat.

Glasfaserstrecken richtig messen

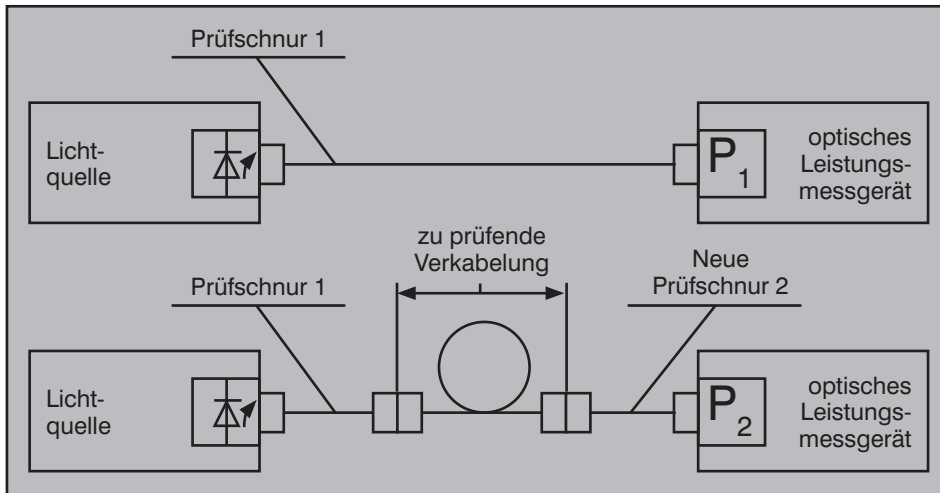


Abbildung 4: Kalibrierung (oben) und Messvorgang bei Verfahren 1

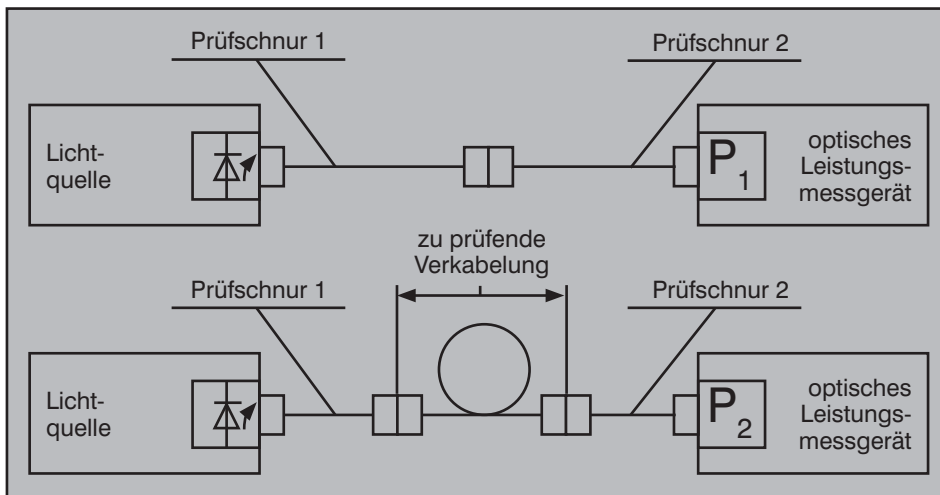


Abbildung 5: Kalibrierung (oben) und Messvorgang bei Verfahren 2

gel hingewiesen, dass die hinzugefügte Komponente (nämlich Prüfschnur 2) bei der Kalibrierung nicht berücksichtigt wird und damit der Einfluss dieser Komponenten

te unklar bleibt.

Beim Messverfahren 2 in der TIA-526-14A:

**A** & TIA-526-7:**A2** (= kein Verfahren der EN 50346 bzw. ISO/IEC 14763-3) werden bei der Kalibrierung zwei Messkabel plus eine Steckverbindung zwischen Sender und Empfänger gesteckt. Es erfolgt die bereits beschriebene Kalibrierung und anschließend wird die Kupplung zwischen den beiden Prüfschnüren entfernt, die Prüfschnüre bleiben an beiden Geräten angeschlossen bzw. die freien Enden können auf die zu überprüfende Strecke aufgeschaltet werden. Gemessen wird der Dämpfungsverlust eines einzigen Steckers plus die Faserdämpfung (ein Stecker wird „herauskalibriert“). Wichtig: Es werden im Ergebnis nicht beide Stecker berücksichtigt!

Es ist erkennbar, dass bei Verwendung einer Hybrid-Kupplung auch mit unterschiedlichen Steckersystemen an der Prüfstrecke gemessen werden kann. (siehe Abbildung 5)

Bei **Messverfahren 3** werden in der TIA-526-14A:**C** & TIA-526-7:**A3** (= Verfahren 2 der EN 50346 bzw. Verfahren 3 der ISO/IEC 14763-3) bei der Kalibrierung zwei Messkabel plus eine weitere Prüfschnur (auch Jumperkabel genannt) plus zwei Steckverbindungen zwischen Sender und Empfänger gesteckt. Es erfolgt die bereits beschriebene Kalibrierung und anschließend wird das Jumperkabel inklusive der beiden Kupplungen zwischen den beiden Prüfschnüren entfernt, die Prüfschnüre 1 und 2 bleiben an beiden Geräten angeschlossen bzw. die freien Enden können auf die zu überprüfende Strecke aufgeschaltet werden. Gemessen wird nur die Faserdämpfung, denn beide Stecker werden „herauskalibriert“! Mit diesem Verfahren kann ebenfalls an Strecken gemessen werden, die vollkommen unterschiedliche Stecker an ihren Enden haben.

Erstaunlicherweise empfahl die EN50346

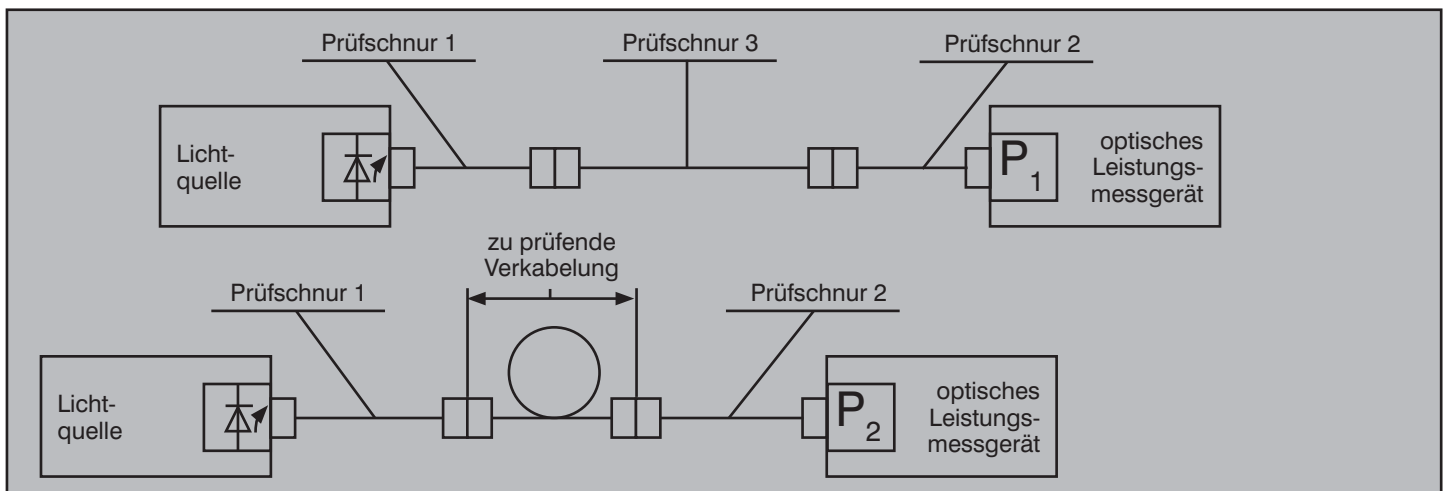


Abbildung 6: Kalibrierung (oben) und Messvorgang bei Verfahren 3

Glasfaserstrecken richtig messen

ausgerechnet diese Methode bei Überprüfung einer Übertragungsstrecke (also Channel Link). Vergleicht man diesen Ansatz z.B. mit den Messansätzen der Kupfertechnik, so ist nicht nachvollziehbar, warum das Verfahren 3 für die Übertragungsstrecke gewählt wurde. Die Applikation bzw. das Übertragungsverfahren wird durch die beiden Steckverbinder in jedem Falle beeinflusst (nicht nur durch die Faserdämpfung) und eine Kalibrierung lässt damit keinen Vergleich der Messergebnisse mit Normwerten zu. (siehe Abbildung 6)

Die Tabelle 1 stellt die Unterschiede noch einmal gegenüber:

Welches Verfahren stellt jetzt die „richtige“ Lösung dar? Diese Frage ist nicht eindeutig zu beantworten, hier sind 3 wichtige Aspekte zu betrachten:

**Der praktische Aspekt:** Alle Messverfahren bzw. Messwerte in den Normen der Zugangsverfahren beziehen sich auf das Verfahren 1. Wie wir gesehen haben, lässt sich dieses aber nur bei identischem Stecker an Messgeräten und an Prüfobjekten durchführen.

**Die Genauigkeit:** Eine vor einigen Jahren durchgeführte Untersuchung der Firma Fotec brachte das Ergebnis, dass bei einem Vergleich aller 3 Verfahren Messunterschiede von ca. 0,5 dB erwartet werden können. Den höchsten Wert wird man bei Verfahren 1 erwarten und den niedrigsten bei Verfahren 3. In Anbetracht der bei hohen Datenraten doch zunehmend kleiner werdenden Dämpfungsbudgets können 0,5 dB von hoher Bedeutung sein.

**Die Reproduzierbarkeit:** Die gleiche Untersuchung brachte das Ergebnis, dass die Standardabweichungen innerhalb der Messreihe eine höhere Genauigkeit bzw. Reproduzierbarkeit bei Verfahren 1 brach-

te, bei den beiden anderen Verfahren wurden Abweichungen von ca. 0,2 dB festgestellt.

**Fazit:** Keines der 3 Verfahren ist wirklich überzeugend. Variante 1 stellt die bevorzugte Variante dar bei SC-Technik an Rangierfeld oder Dose oder bei austauschbarem Messadapter. Variante 2 ist anpassungsfähig an verschiedene Steckertypen und berücksichtigt wenigstens 1 Steckverbindung. Variante 3 stellt die universellste Variante dar, berücksichtigt aber keine Steckerdämpfung. Aus Sicht des Autors stellt Variante 2 den besten Kompromiss dar, die gemessenen Werte sind jedoch bei Vergleich mit Normwerten für komplette Strecken um ca. 0,5 dB für den fehlenden bzw. nicht gemessenen Stecker zu ergänzen.

Nachdem nun die Unterschiede der verschiedenen Kalibrierungsmethoden und Messverfahren beschrieben wurden, kommt die zweite Kernfrage für den Messtechniker, insbesondere bei der Fehlersuche: Was mache ich mit dem gemessenen Wert? Ein Vergleich des Wertes kann prinzipiell nur sinnvoll mit den signaltechnischen Forderungen des jeweils gewählten Zugangsverfahrens sein, doch wie sehen diese aus? Grundsätzlich ergibt sich bei jeder Übertragungstechnik der zugelassene Dämpfungswert aus der Differenz zwischen dem Sendepiegel und dem notwendigen Empfangspegel. Dieser Wert

wird in der IEEE unter dem Begriff Link Power Budget spezifiziert. Würde eine gemessene Dämpfung größer als dieses **Link Power Budget** sein, so ist eine fehlerfreie Übertragung sehr unwahrscheinlich, aber nicht ganz unmöglich. Denn es ist durchaus vorstellbar, dass die jeweils verwendete Hardware mit anderen, besseren Send- und Empfangspegeln arbeitet und damit ein größeres Link Power Budget bereitstellt. Eine diesbezügliche Information wäre im Handbuch nachzusehen. (siehe Abbildung 7)

Die häufigsten Veröffentlichungen von Messwerten dagegen, dies gilt insbesondere auch für die Dämpfungswerte der Verkabelungsnorm EN 50173-1 und die Vergleichswerte der Kabelmessgeräte, beschreiben den so genannten Channel insertion loss. Dieser Grenzwert ist ein berechneter Wert, der sich auf Annahmen von bestimmten Materialqualitäten der Verkabelung und der Steckverbindungen stützt. Die nachfolgende Grafik veranschaulicht das Prinzip: Man nehme eine Glasfaser der maximal erlaubten Länge mit einem typischen Dämpfungsbeleg (angegeben in dB/km), addiere dazu zwei Steckverbindungen mit ebenfalls typischen Einfügedämpfungen (nach Standard 0,75 dB pro Verbindung) und heraus kommt der maximal erlaubte Dämpfungswert. (siehe Abbildung 8)

Man beachte, der Channel Insertion Loss

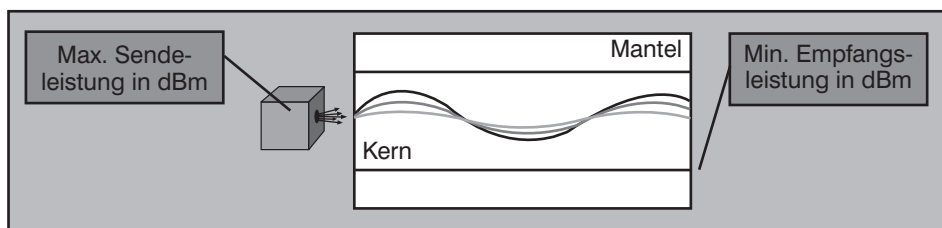


Abbildung 7: Ermittlung des Link-Power-Budgets

Messverfahren	Kalibriert wird	Gemessen wird am Messobjekt*	Mängel
TIA-526-14A:B & TIA-526-7:A1 (Verfahren 1 der EN 50346)	Ein Messkabel zwischen Sender und Empfänger	Der Dämpfungsverlust beider Stecker  <b>Plus</b> Faserdämpfung	Steckeranschluss an Messgeräten und Rangierfeldern muss identisch sein, Einfluss der 2. Prüfschnur nicht berücksichtigt
TIA-526-14A:A & TIA-526-7:A2 (kein Verfahren der EN 50346)	Zwei Messkabel plus eine Steckverbindung zwischen Sender und Empfänger	Der Dämpfungsverlust eines Steckers  <b>Plus</b> Faserdämpfung	Eine Steckverbindung wird „rauskalibriert“
TIA-526-14A:C & TIA-526-7:A3 (Verfahren 2 der EN 50346)	Drei Messkabel plus zwei Steckverbindungen zwischen Sender und Empfänger	Nur die Faserdämpfung	Beide Steckverbindungen werden „rauskalibriert“

Tabelle 1: Übersicht der Messverfahren

Glasfaserstrecken richtig messen

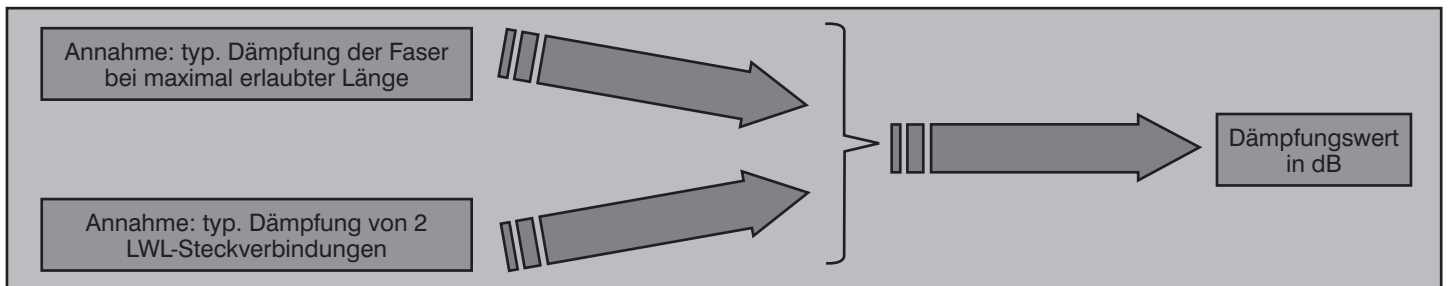


Abbildung 8: Ermittlung des Channel-Insertion-Loss

ist wesentlich strenger als der Wert für das Link Power Budget, zwei Beispiele:

- Der Standard IEEE802.3 1000BaseSX gibt für das Link-Power-Budget eine maximale Einfügedämpfung von 7,5 dB bei 850 nm an, der dazu zumeist publizierte Channel-Insertion-Loss beträgt dagegen „nur“ 3,6 dB (siehe auch EN 50173-1 Tabelle F.4).
- Der Standard IEEE802.3 10GBaseLX4 gibt für das Link-Power-Budget eine maximale Einfügedämpfung von 7,5 dB bei 850 nm an, der Channel-Insertion-Loss beträgt dagegen „nur“ 2,0 dB (ebenfalls siehe auch EN 50173-1 Tabelle F.4).

Es ist nachvollziehbar, dass die Werte für den Channel Insertion Loss am besten geeignet sind für die Überprüfung einer Strecke unmittelbar nach der Installation (also Qualitätsprüfung der Installationsleistung im Rahmen der Abnahme). Anders sieht es dagegen für den Trouble-Shooter aus: Wird ein gemessener Wert diese Anforderung nicht erfüllen, so sollte die Strecke trotzdem fehlerfrei arbeiten, solange das Link Power Budget nicht überschritten wird. Damit ergibt sich für den Trouble-Shooter die Empfehlung, dass er nicht auf Basis der Channel Insertion Loss-Werte von einem Defekt der Strecke ausgehen darf, er sollte seine Messung eher mit dem Link Power Budget vergleichen und dann entsprechende Schlussfolgerungen ziehen.

**Messprinzip Reflektometermessung (OTDR)**

Eine OTDR-Messung (OTDR = Optical Time Domain Reflectometer) bietet umfangreiche Messmöglichkeiten: sie erlaubt eine Dämpfungsmessung und – im Unterschied zur reinen Pegelmessung – auch die Lokalisierung von Störstellen. Das OTDR-Messgerät umfasst in einem einzigen Gerät den Generator und den Detektor, d.h. eine OTDR-Messung findet grundsätzlich an einem einzigen Ende des Kabels statt. Das OTDR-Gerät sendet einen optischen Impuls in die Faser und dieser wird in der Glasfaser selbst (Ralyeigh-Streu-

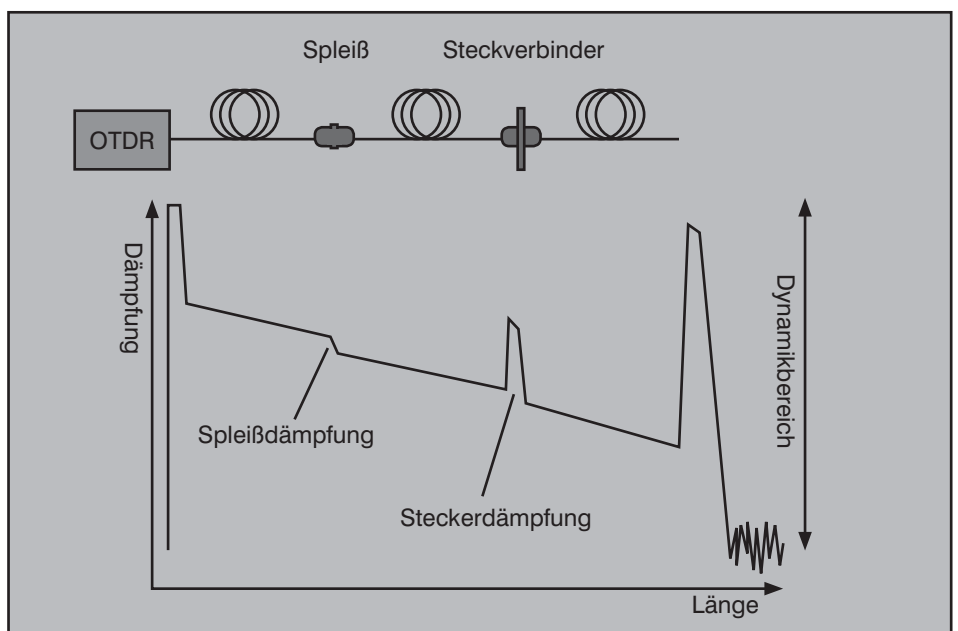


Abbildung 9: Typische (vereinfachte) OTDR-Darstellung

ung) in kleinen Anteilen reflektiert und damit zum Ausgangspunkt „zurückgestrahlt“, darüber hinaus erfolgt eine besonders starke Reflektion an Spleißen, Steckverbindungen, starken Biegeradiusunterschreitungen wie auch an offenen oder gebrochenen Fasern. Mit Hilfe einer Berechnung der Laufzeit bei jedem zurückgesendeten Lichtanteil kann das Gerät die Entfernung der Reflektion ermitteln und diese auf einem Display darstellen: Man bekommt im Prinzip den qualitativen Verlauf der Glasfaserstrecke bildlich dargestellt. OTDR-Messgeräte sind komplizierter und teurer und es ist für den Umgang mit ihnen bzw. der Interpretation der Ergebnisse eine größere Erfahrung erforderlich, diese gewinnt man nicht bei wenigen Einsätzen im Jahr. (siehe Abbildung 9)

Bei Einsatz von OTDR-Messgeräten sind zwei wesentliche Elemente im Messaufbau zu beachten, welche sehr häufig falsch eingesetzt werden, die Vorlauf- und die Nachlauffaser. Die Anbindung des OTDR-Messgerätes an die zu messende Faser erfolgt über die Vorlauffaser, am Ende der zu mes-

senden Faser sollte eine Nachlauffaser angeschlossen werden. (siehe Abbildung 10)

Da sich Detektor und Laserdiode in einem Gerät befinden, „sieht“ der Detektor den von der Laserdiode ausgesendeten Lichtimpuls und wird dadurch kurz „blind“. Es entsteht eine so genannte „Totzone“, in der der Detektor weder Reflexionen noch Dämpfung ermitteln kann. Eine typische Totzone erstreckt sich z.B. über ca. 10 m. Befindet sich innerhalb der Totzone z.B.

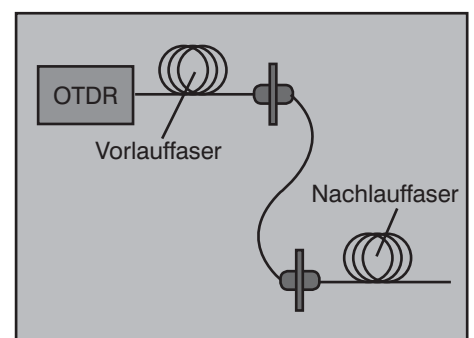


Abbildung 10: Messaufbau einer OTDR-Messung

## Glasfaserstrecken richtig messen

die erste zu überprüfende Verbindungsstelle (z.B. eine Steckverbindung im Rangierfeld), so könnte das OTDR-Gerät die Dämpfung dieser Verbindungsstelle nicht darstellen bzw. anzeigen. Durch Verwendung einer ausreichend langen Vorlauf-faser (z.B. bei Multimode haben sich 100 m etabliert) rückt die zu prüfende Verbindungsstelle weit hinter die Totzone und lässt sich darstellen. Ein weiterer Vorteil der Vorlauf-faser: Die Beeinflussung der Messung durch nicht ausbreitungsfähige Moden wird reduziert bzw. ein Modengleichgewicht (EMD) wird erzielt.

Die Nachlauf-faser wird zunächst einmal benötigt, um sicher zu sein, dass das zu messende Kabel vollständig erfasst wurde. Die Steckverbindung zur Nachlauf-faser kann auf der OTDR-Grafik eindeutig identifiziert werden. Ohne die Nachlauf-faser würde die Dämpfungskurve irgendwann mit einem für den Übergang von Kabel zu Luft typischen Ausschlag enden, es wäre aber nicht ersichtlich, ob es sich hierbei tatsächlich um das Ende des Kabels oder um eine Durchtrennung des Kabels, also einen Defekt kurz vor dem Ende handelt (sofern keine Längenangaben der geprüften Strecken vorliegen). Auch würde wie bei der Vorlauf-faser die Totzone der Steckverbindung am fernen Ende eine Auflösung bzw. Messwertermittlung der Steckverbindung selber erschweren.

Die Vielfältigkeit der verschiedenen Messverfahren bei der OTDR-Messung ist geringer als bei der Pegelmessung, hier hat sich der nachfolgend beschriebene pragmatische Ansatz etabliert. Da moderne OTDR-Messgeräte für jedes Ereignis (= jede Stelle mit einer messbaren Reflexion) direkt den dazugehörigen dB-Wert ermitteln und anzeigen können, sind – im Unterschied zu den Anfängen der OTDR-Messung – heute prinzipiell keine Referenzmessungen mehr notwendig, der Dämpfungswert der gesamten Strecke wie auch der einzelnen Teile der Strecke kann am Display abgelesen werden. Da eine typische Forderung der messtechnischen Überprüfung darin besteht, gerade den Dämpfungswert der gesamten Strecke zu ermitteln, verwendet man häufig, gerade auch bei älteren Messgeräten, ein Verfahren, bei dem zwei Cursor am Display des Messgerätes vom Messtechniker gesetzt werden und das Gerät die Distanz wie auch die Dämpfung zwischen diesen beiden Punkte berechnet (auch Deltamessung genannt). Abbildung 11 stellt einen sehr vereinfachten Verlauf der OTDR-Kurve auf dem Gerätedisplay dar, erkennbar sind Vor/Nachlauf-faser, installierte Faser und zwei Steckverbindungen (z.B. in zwei Rangierfeldern). Das ei-

gentliche Prüfobjekt, also die installierte Strecke, befindet sich zwischen den beiden Steckverbindungen, inklusive derselben. Zur Messung dieser Strecke bietet es sich also an, den Cursor 1 unmittelbar vor der linken Steckverbindung zu setzen (siehe Bild) und den zweiten Cursor kurz hinter der zweiten Steckverbindung. Die zweite Totzone lässt aber eine Platzierung des 2. Cursors dort nicht zu. Dieser Sachverhalt führt jetzt zu einem typischen Fehler bei der OTDR-Messung: Man setzt den 2. Cursor unmittelbar vor der 2. Steckverbindung (siehe Bild, Möglichkeit 1). Damit wird aber die Dämpfung der 2. Steckver-

bindung selbst nicht bei der Deltamessung erfasst und der ausgegebene Wert entspricht in keinsten Weise dem realen Wert, dieser ist um die ausgeschlossene Steckerdämpfung höher. Für den Fall, dass das OTDR-Messgerät den Dämpfungswert der 2. Verbindung in der Grafik zusätzlich ausweist, kann dieser Wert addiert werden. Grundsätzlich besser ist aber die Verschiebung des 2. Cursors nach rechts (siehe Möglichkeit 2). In diesem Falle wird die Dämpfung von beiden Steckverbindungen gemessen und angezeigt, abgezogen werden muss dann nur noch der Wert der Faserdämpfung für die

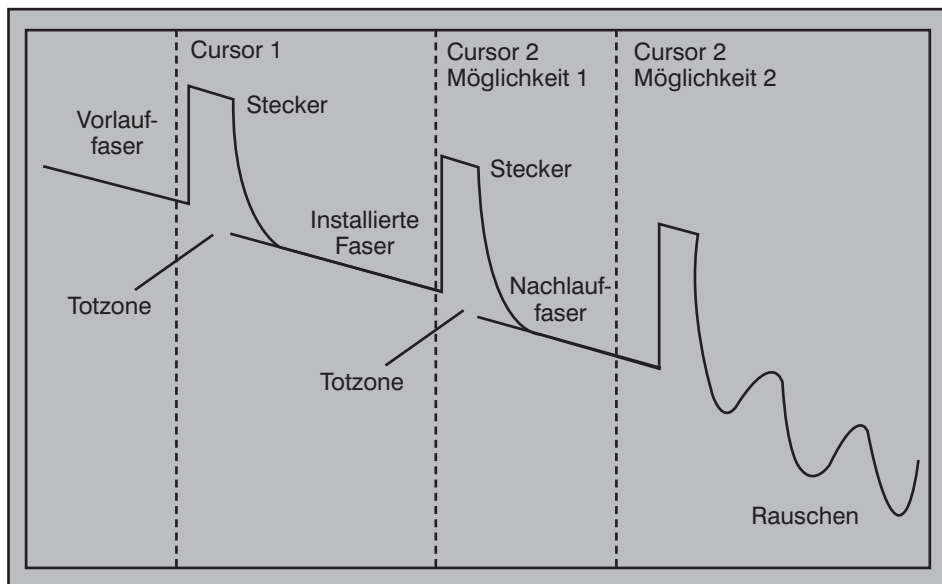
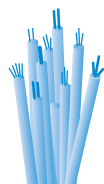


Abbildung 11: Richtige und falsche Cursor-Positionierung

## Kongress



## Verkabelungs- und Infrastrukturforum 2010 17.05. - 18.05.10 in Bonn

Das ComConsult Verkabelungs- und Infrastrukturforum 2010 analysiert die Technologie-, Markt- und Produktsituation für neue und zukünftige Verkabelungsstrategien und gibt wesentliche Empfehlungen sowohl zur Aktualisierung bestehender als auch zur Umsetzung neuer Infrastrukturen. Dabei wird unter anderem auf die Technikvarianten der neuen Generationen von Kommunikationsverkabelungen eingegangen, analysiert werden die Rahmenbedingungen, die zur Vorbereitung einer „Gebäudekomplettverkabelung“ notwendig sind und es werden bisher vernachlässigte Randthemen wie z.B. Brandschutz oder Potenzialausgleich näher beleuchtet.

Moderation: Dipl.-Ing. Hartmut Kell  
Preis: € 1.690,- zzgl. MwSt.



Buchen Sie über unsere Web-Seite [www.comconsult-akademie.de](http://www.comconsult-akademie.de)

## Glasfaserstrecken richtig messen

Nachlauffaser (einfach zu ermitteln über die Länge der Nachlauffaser und der zu-meist bekannten Faserdämpfung).

### Messwertevergleich von OTDR und Pegelmessung

Jedes feldtaugliche Messverfahren muss dem Netzwerkbetreiber und Troubleshooter letztlich ein Vergleichsmaß liefern, anhand dessen er entscheiden kann, ob das von ihm gewählte Zugangsverfahren auf der jeweiligen Strecke realisiert werden kann. Dazu wird der Betreiber die gemessenen Werte mit den durch die Norm (im LAN-Bereich in der Regel eine Norm der IEEE) vorgegebenen Werten vergleichen, diese Vergleichbarkeit stellt das primäre Ziel dar. Sowohl die Messgeräte als auch die Übertragungskomponenten unterscheiden zwischen zwei vollkommen unterschiedlichen Einkopplungstechniken.

Die meisten Pegelmessgeräte arbeiten auf Basis von OFL (Overfilled-Launch), welche eine Gesamtausleuchtung des Kernes mit Hilfe einer Sende-LED zur Folge hat. Diese Technik wird auf der Multimodefaser auch bei den aktiven Komponenten bis einschließlich Fast-Ethernet verwendet. (siehe Abbildung 12)

Alle Übertragungen auf der Singlemodefaser und die Gigabit-Übertragung auf der Multimodefaser arbeiten jedoch mit RML (Restricted-Mode-Launch), welche nur eine Kernmittelpunktausleuchtung mit Hilfe des Lasers vorsieht. (siehe Abbildung 13)

OTDR-Messgeräte sind grundsätzlich Laser-basierend und arbeiten deshalb mit

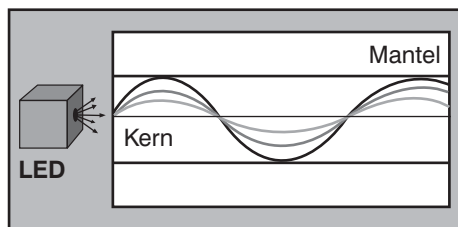


Abbildung 12: Mess- und Übertragungsverfahren OFL

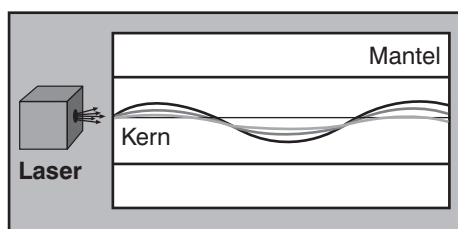


Abbildung 13: Mess- und Übertragungsverfahren RML

RML. Die aktuellen Standards sehen aber aus folgenden Gründen die Dämpfungsmessung mit OFL vor:

- In der IEEE-Gigabit-Norm wird als Basismesstechnik die LED-basierende OFL-Technik verwendet und die einzuhaltenen Werte beziehen sich hierauf. Dies gilt, obwohl die Komponenten selbst Laser-basierende Techniken vorsehen (SX- und LX-GBICs an den Switches und NIC-Karten).
- Auch die TIA/EIA beschloss frühzeitig, OFL in Kombination mit Anpassgliedern als Basistechnik für die Messungen zu spezifizieren.
- Die OFL-Messung gibt die „strengeren“ Werte an, d.h. dass der reale Dämpfungswert bei RML-basierenden Übertragungsverfahren wie Gigabit-Ethernet besser ist.
- Eventuelle „Fehlanspassungen“ von Steckverbindern lassen sich bei LED-basierenden Sendern besser in einer Multimodefaser erfassen als bei Standard-Lasern wie sie z.B. in OTDR-Messgeräten vorhanden sind.
- Das OTDR-Verfahren wird in der Norm lediglich bei der Längenmessung als mögliches Prüfverfahren vorgegeben (moderne Handheld-Scanner-Aufsätze können auch diese Parameter bestimmen).
- Die OTDR-Messung liefert im Vergleich zur einfachen Pegelmessung mit modernen Pegelmessgeräten bzw. Messgeräteaufsätzen keine genaueren Dämpfungsmessungen.

Für Messungen im Rahmen eines Trouble-Shootings sollte die Pegelmessung als Basismessung für die Fehlersuche herangezogen werden, solange eine Ortsauflösung zur Lokalisierung des Fehlers nicht notwendig ist. Die damit ermittelten Dämpfungswerte sind gemäß den oben aufgeführten Standards vergleichbar mit den dort definierten Werten, OTDR-Messwerte sind es nicht! Bei einer Fehlerlokalisierung geht kein Weg an der OTDR-Messung vorbei.

Im Rahmen der Abnahmemessungen gibt es zwei Fraktionen: die einen befürworten eine OTDR-Messung, die anderen dagegen eine Pegelmessung. Die OTDR-Messung hat zweifellos den Charme, dass die installierte Strecke und deren Qualität grafisch dargestellt werden, für jedes Element der Strecke wird ein dB-Wert ermittelt, den man mit dem geforderten Wert

vergleichen kann. Doch ist das tatsächlich wichtig? Spielt nicht eher die Gesamtqualität der Strecke bzw. das Gesamtdämpfungsbudget die größere Rolle? Wen interessiert es, ob z.B. eine um ca. 0,1 dB schlechtere Spleißdämpfung durch eine um ca. 0,2 dB bessere Steckerdämpfung kompensiert wird, wenn die Gesamtdämpfung deutlich unter dem Channel Insertion Loss liegt? Wenn dies so wichtig wäre, müsste dann nicht auch eine TDR-Messung mit Veranschaulichung der Dämpfungseigenschaften jedes Elementes der Strecke bei der Twisted-Pair-Messung verlangt werden?

In beiden Fällen muss klar sein, dass eine Glasfasermessung beidseitig durchzuführen ist, denn die Dämpfungseigenschaften sind richtungsabhängig, Schwankungen von mehr als 1 dB sind nicht ungewöhnlich. Bei modernen Pegelmessgeräten ist dies kein Problem, diese messen automatisch in beiden Richtungen, bei OTDR-Messgeräten dagegen muss das Gerät hin- und hertransportiert werden. Auch der Wechsel der verschiedenen Wellenlängen führt gerade bei älteren OTDR-Messgeräten zu einem Ein/Ausbau der Hardware-Module. Damit ist aus Sicht des Autors eine Pegelmessung vollkommen ausreichend für die Abnahme und die OTDR-Messung liefert keine wirklich relevanten Zusatzmesswerte. Eine Kompromisslösung bildete in mehreren Projekten die 100%-ige Pegelmessung aller Fasern kombiniert mit einer OTDR-Messung pro Bündel. Dies ermöglicht eine Abschätzung, ob z.B. durch stärkere Unterschreitungen von Biegeradien möglicherweise Beschädigungen aufgetreten sind, die sich erst als Langzeiteffekt bemerkbar machen, zuverlässige Erfahrungen zu den Vorteilen dieses Kompromisses gibt es aber nicht (die Wahrscheinlichkeit einer Beschädigung von nur einer Faser in einem Bündel ist wohl gering einzustufen).

### Fazit

Sowohl Pegel- als auch OTDR-Messung bieten Vorteile im Rahmen einer Abnahmemessung oder eines Trouble-Shootings. Bei beiden Verfahren werden sehr häufig systematische Fehler gemacht und die Interpretation der ermittelten Werte erfolgt nicht korrekt. Deshalb ist sowohl für den Messtechniker selber als auch für den Auftraggeber der Messungen ein Grundverständnis der Unterschiede dringend notwendig. Tendenziell sind die Vorteile der Pegelmessung für alle Anwendungen höher zu bewerten und diese ist zu bevorzugen, aber nicht alle Messungen können unter Verzicht auf OTDR-Funktionalität durchgeführt werden.

# Aktuelle Veranstaltungen

## **Lokale Netze für Einsteiger, 25.01. - 29.01.10 Novotel Aachen City in Aachen**

Dieses Seminar vermittelt kompakt und intensiv innerhalb von 5 Tagen die Grundprinzipien des Aufbaus und der Arbeitsweise Lokaler Netzwerke. Dabei werden sowohl die notwendigen theoretischen Hintergrundkenntnisse vermittelt als auch der praktische Aufbau und der Betrieb eines LANs erläutert. Ausgehend von einer Darstellung von Themen der Verkabelung und der grundlegenden Übertragungsprotokolle werden die wichtigen Zusammenhänge zwischen der Arbeitsweise von Switch-Systemen, den darauf aufsetzenden Verfahren und der Anbindung von PCs und Servern systematisch erklärt. Preis: € 2.290,- zzgl. MwSt.

## **Trouble Shooting in vernetzten Infrastrukturen, 02.02. - 05.02.10 in Aachen**

Dieses Seminar vermittelt, welche Methoden und Werkzeuge die Basis für eine erfolgreiche Fehlersuche sind. Es zeigt typische Fehler, erklärt deren Erscheinungsformen im laufenden Betrieb und trainiert ihre systematische Diagnose und die zielgerichtete Beseitigung. Dabei wird das für eine erfolgreiche Analyse erforderliche Hintergrundwissen vermittelt und mit praktischen Übungen und Fallbeispielen in einem Trainings-Netzwerk kombiniert. Die Teilnehmer werden durch dieses kombinierte Training in die Lage versetzt, das Gelernte sofort in der Praxis umzusetzen. Als Protokoll-Analysator-Software kommt Wireshark zum Einsatz. Einer Verwendung selbst mitgebrachter Analyse-Software, mit deren Bedienung der Teilnehmer vertraut ist, steht nichts im Wege. Preis: € 2.190,- zzgl. MwSt.

## **Sicherheit im LAN mit IEEE 802.1X , 08.02. - 09.02.10 in Köln**

Dieses 2-tägige Seminar vermittelt den optimalen Umgang mit IEEE 802.1X, erläutert die Einsatzvarianten, beschreibt die gegebenen Fallstricke und liefert die ideale Basis zur Vorbereitung eines Einsatzes. Preis: € 1.390,- zzgl. MwSt.

## **TCP/IP und SNMP, 08.02. - 12.02.10 in Köln**

LAN-, WLAN- und WAN-Netzwerke sind heutzutage IP-Netze, und ein Verzicht auf Nutzung des IP-basierten Internet undenkbar. Auch für früher nur mit herstellerspezifischen Protokollen in Verbindung gebrachte Anwendungsgebiete wie Telefonie oder Produktionsumgebungen gibt es mittlerweile geeignete IP-basierte Lösungen. Hersteller und Dienstleister versuchen den Eindruck zu vermitteln, die Nutzung sei kinderleicht, fast schon plug and play - man trägt ein paar Adressen ein (wenn überhaupt), und es kann losgehen. Falsch! Preis: € 2.290,- zzgl. MwSt.

## **IP-Telefonie: Vorbereitung, Migration, Management, 22.02. - 24.02.10 in Berlin**

Die Vorbereitung der Netze auf IP-Telefonie, die Migration von der klassischen Telekommunikation zu Voice over IP sowie der Betrieb der dadurch entstehenden komplexen Netz- und Anwendungsarchitektur konfrontieren alle Unternehmen mit neuen Herausforderungen. Das Wissen aus verschiedenen Bereichen, von der Netzinfrastruktur bis hin zu neuen und etablierten Kommunikationsapplikationen, muss zu einem interdisziplinären Know-how verdichtet und neu geordnet werden. Preis: € 1.690,- zzgl. MwSt.

## **Internetworking: optimales Netzwerk-Design mit Switching und Routing, 22.02. - 26.02.10 in Aachen**

Dieses 5-Tages-Intensiv-Seminar vermittelt Netzwerkbetreibern und Planern Methoden und Technologien zur erfolgreichen Strukturierung von Enterprise Netzwerken. Dabei wird das komplette Spektrum vom L2/L3 Switching über Redundanz/Routing bis hin zu Themen wie VLAN, WLAN-Integration, Multicast-Routing, VPN, MPLS, abgedeckt. Es werden sowohl die theoretischen Hintergrundkenntnisse als auch die Konsequenzen für den praktischen Betrieb von Netzwerken dargestellt. Fallstudien und Gruppenübungen mit Planungsbeispiel vermitteln Informationen, die in der Praxis sofort umgesetzt werden können. Preis: € 2.290,- zzgl. MwSt.

## **IP-Telefonie und Unified Communications erfolgreich planen und umsetzen, 01.03. - 03.03.10 in Düsseldorf**

Dieses 3-tägige Seminar behandelt die Projektschritte, Einsatz- und Migrations-Szenarien, einsetzbare Basis-Technologien, Komponenten und erweiterte TK-Anwendungen, Bewertungskriterien für eine TK-Lösung und gibt eine Übersicht über den bestehenden TK-Markt etablierter Hersteller wie Alcatel-Lucent, Avaya, Cisco, Nortel und Siemens aber auch des Newcomers Microsoft. Preis: € 1.690,- zzgl. MwSt.

## **Wireless LAN professionell, 01.03. - 03.03.10 in Nürnberg**

Dieses 3-tägige Seminar vermittelt den aktuellen Stand der WLAN-Technik und zeigt die in der Praxis verwendeten Methoden für Aufbau, LAN-Integration, Betrieb und Optimierung von WLANs im Enterprise-Bereich auf. Die verschiedenen WLAN-Varianten werden analysiert, Markt- und Produktsituation werden bewertet, und Empfehlungen für eine optimale Auswahl werden gegeben. Preis: € 1.690,- zzgl. MwSt.

## **E-Mail-Archivierung planen, evaluieren, umsetzen, 08.03. - 10.03.10 in Stuttgart**

Seit Anfang 2002 gibt es umfangreiche Vorschriften zur Speicherung und Archivierung digitaler Dokumente. Gleichzeitig gibt es Gründe der Auffindbarkeit von Dokumenten, der Beweissicherheit und der Informationssicherheit, um eine umfassende und zentrale Archivierung von Informationen im Unternehmen einzuführen. Durch effiziente Informationsarchivierung und Auffindbarkeit lassen sich erhebliche Kosten für jedes Unternehmen einsparen. Dieses 3-tägige Seminar behandelt einerseits die rechtlichen Vorschriften zur Speicherung von E-Mails und anderen digitalen Dokumenten sowie die zahlreichen Regelungen zur Beschränkung des Zugriffs auf die Daten aus Gründen des Persönlichkeitsrechts, des Fernmeldegeheimnisses, des Schutzes von Betriebsgeheimnissen und des Datenschutzes. Preis: € 1.690,- zzgl. MwSt.

## Zertifizierungen

### ComConsult Certified Network Engineer

#### Lokale Netze

25.01. - 29.01.10 in Aachen  
 19.04. - 23.04.10 in Aachen  
 13.09. - 17.09.10 in Aachen  
 22.11. - 26.11.10 in Aachen

#### TCP/IP und SNMP

08.02. - 12.02.10 in Köln  
 03.05. - 07.05.10 in Bonn  
 27.09. - 01.10.10 in Stuttgart

#### Internetworking

22.02. - 26.02.10 in Aachen  
 17.05. - 21.05.10 in Bonn  
 25.10. - 29.10.10 in Aachen

Paketpreis für alle drei Seminare € 6.183,- zzgl. MwSt. (Einzelpreise: je € 2.290,-)

### ComConsult Certified Trouble Shooter

#### Trouble Shooting 1

02.02. - 05.02.10 in Aachen  
 18.05. - 21.05.10 in Aachen  
 21.09. - 24.09.10 in Aachen

#### Trouble Shooting 2

09.03. - 12.03.10 in Aachen  
 22.06. - 25.06.10 in Aachen  
 26.10. - 29.10.10 in Aachen

Paketpreis für beide Seminare, eine digitale Stromzange, die Prüfung und den Report „Fehlersuche in konvergenten Netzen“ € 4.120,- zzgl. MwSt.  
 (Seminar-Einzelpreis € 2.190,-, mit Prüfung € 2.370,-)

### ComConsult Certified Voice Engineer

#### Basis-Seminar:

**Session Initiation Protocol-Basis-Technologie der IP-Telefonie**

15.03. - 17.03.10 in München  
 28.06. - 30.06.10 in Bonn  
 22.11. - 24.11.10 in Hamburg

#### Basis-Seminar:

**Sicherheitsmechanismen für Voice over IP**

08.03. - 09.03.10 in Stuttgart  
 21.06. - 22.06.10 in Bonn  
 03.11. - 04.11.10 in Bonn

#### Alternative 1:

**IP-Telefonie und Unified Communications erfolgreich planen und umsetzen**

01.03. - 03.03.10 in Düsseldorf  
 07.06. - 09.06.10 in Königswinter  
 04.10. - 06.10.10 in Bonn  
 13.12. - 15.12.10 in Stuttgart

#### Alternative 2:

**IP-Telefonie: Vorbereitung, Migration, Management**

22.02. - 24.02.10 in Berlin

#### Optionales Einsteiger-Seminar: IP-Wissen für TK-Mitarbeiter

03.05. - 04.05.10 in Bonn  
 27.09. - 28.09.10 in Stuttgart  
 15.11. - 16.11.10 in Königswinter

Basis-Paket Alternative 1: Beinhaltet die zwei Basis-Seminare und Seminar „Alternative 1“  
 Grundpreis: € 4.250,- zzgl. MwSt. statt € 4.770,- zzgl. MwSt.

Basis-Paket Alternative 2: Beinhaltet die zwei Basis-Seminare und Seminar „Alternative 2“  
 Grundpreis: € 4.250,- zzgl. MwSt. statt € 4.770,- zzgl. MwSt.

Optionales Einsteigerseminar: Aufpreis € 990,- zzgl. MwSt. statt € 1.390,- zzgl. MwSt.

### ComConsult Zertifizierter Projektleiter

#### Projektmanagement I: Projekte aus IT und Kommunikationstechnik leiten und organisieren

15.03. - 19.03.10 in Aachen  
 08.11. - 12.11.10 in Aachen

#### Projektmanagement II: Sitzungen moderieren, Projekte präsentieren, erfolgreich verhandeln und Teams führen

19.04. - 23.04.10 in Aachen  
 29.11. - 03.12.10 in Aachen

Paketpreis für beide Seminare € 4.090,- zzgl. MwSt. (Einzelpreise: € 1.990,- und € 2.290,-)

## Impressum

Verlag:  
 ComConsult Technology Information Ltd.  
 ComConsult Research  
 64 Johns Rd  
 Christchurch 8051  
 GST Number 84-302-181  
 Registration number 1260709  
 German Hotline of ComConsult-Research:  
 02408-955300

E-Mail: [insider@comconsult-akademie.de](mailto:insider@comconsult-akademie.de)  
<http://www.comconsult-research.de>

Herausgeber und verantwortlich  
 im Sinne des Presserechts:  
 Dr. Jürgen Suppan  
 Chefredakteur: Dr. Jürgen Suppan  
 Erscheinungsweise: Monatlich,  
 12 Ausgaben im Jahr

Bezug: Kostenlos als PDF-Datei  
 über den eMail-VIP-Service  
 der ComConsult Akademie

Für unverlangte eingesandte Manuskripte  
 wird keine Haftung übernommen  
 Nachdruck, auch auszugsweise  
 nur mit Genehmigung des Verlages  
 © ComConsult Research