

**Zeitschrift:** Comtec : Informations- und Telekommunikationstechnologie = information and telecommunication technology

**Herausgeber:** Swisscom

**Band:** 81 (2003)

**Heft:** 3

**Artikel:** Innovationen rund um die moderne Kommunikation

**Autor:** Sellin, Rüdiger

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-876626>

### Nutzungsbedingungen

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

### Conditions d'utilisation

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

### Terms of use

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

**Download PDF:** 11.02.2026

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

## Standardisierung im IEEE

# Innovationen rund um die moderne Kommunikation

Rund die Hälfte aller Standardisierungsarbeiten im IEEE beschäftigen sich zurzeit mit dem Thema Ethernet (IEEE 802.3). Dies zeigt sich während der offiziellen Treffen des IEEE an der jeweiligen Teilnehmerzahl in den entsprechenden Arbeitsgruppen. Die Aktivitäten «Ethernet in the First Mile» (EFM) und 10-Gigabit-Ethernet (10GbE) sowie jene für Wireless LANs (WLANs) dominieren die Meetings deutlich.

Die Taskforce EFM hatte im September 2001 ihren offiziellen Normierungsauftrag in Form eines Project Authorisation Request (PAR) erhalten und wird seitdem unter dem Namen IEEE 802.3ah geführt. Im Bereich

RÜDIGER SELLIN

10GbE, der unter der Bezeichnung IEEE 802.3ae geführt wird, sind die meisten Arbeiten nach drei Jahren nun praktisch abgeschlossen. Die «Final Draft» für 10GbE wurde am 4. Dezember 2002 mit rund drei Monaten Verspätung genehmigt, sodass für das Jahr 2003 mit einer grösseren Anzahl von Produkten und einer entsprechend intensiveren Marktpräsenz gerechnet wird (Bild 1).

## Attraktive Technologie für die Netzbetreiber

Jonathan Thatcher, Vorsitzender der Arbeitsgruppe IEEE 802.3ae, bemerkte, dass vor allem die Definition der neuen optischen Interfaces von 10GbE zur Verzögerung beigetragen hätte, auf die man zwingend angewiesen sei. Das Entwicklungsteam, bestehend aus über 300 Ingenieuren mehrerer Dutzend Firmen, habe nach seinen Angaben ganze Arbeit geleistet, worauf man durchaus stolz sein könne. Jonathan Thatcher betonte zudem, dass man mit 10GbE zum ersten Mal die LAN-Grenzen verlassen hätte, was bei allen drei Vorgängertechnologien noch nicht der Fall gewesen sei. Zu Beginn sei 10GbE für die reine Überbrückung von LAN-Inseln bei hoher Übertragungsgeschwindigkeit ausgelegt gewe-

sen. Nach der Verabschiedung des Standards 802.3ae präsentierte das IEEE der Öffentlichkeit dazu eine attraktive Technologie für die Netzbetreiber, die mit Kosten von bis zu 100 000 € (Fr. 150 000.–) pro Port allerdings in den nächsten Jahren teuer bleibe. Das sei aber bei jeder neuen Technologie der Fall, so Jonathan Thatcher. Einige Hersteller liefern bereits seit Anfang 2002 10GbE-Produkte aus, die allerdings stets auf den jeweiligen Draft Standards basierten. An den Ausstellungen «NetWorld & Interop» in Las Vegas und «SuperComm» in Atlanta haben Switch-Hersteller wie Cisco, Enterasys Networks, Extreme Networks, Foundry Networks, Nortel Networks und Force10 Networks die Interoperabilität zusammen mit 18 Herstellern weiterer 10GbE-Komponenten und Testfirmen bewiesen. Netzbetreiber waren wegen der

noch hohen Preise und den noch nicht verabschiedeten Standards mit umfangreichen Beschaffungen allerdings bisher eher zurückhaltend.

## Stromversorgung der Endgeräte

Neben den Untergruppen IEEE 802.3ah und 802.3ae existieren noch zwei weitere Themenkreise, nämlich IEEE 802.3af (DTE Power via MDI) und 802.3ag (10Base-T Conformance). Besonders 802.3af zieht immer wieder interessierte Teilnehmer an, weil sich damit grosse Kosteneinsparungen erzielen lassen. Hier geht es um die Stromversorgung der Endgeräte (zum Beispiel IP-Telefone, Web-Kameras zum Monitoring, WLAN Access Points und Repeater sowie kleinere Ethernet Switches) über das Ethernet-Kabel selbst, das damit sowohl zur Nachrichtenübertragung als auch zur Stromversorgung herangezogen werden kann. Netzausrüster wie etwa Cisco haben bereits entsprechende Konzepte noch vor Verabschiedung des IEEE-Standards umgesetzt und führen entsprechende Produkte im Programm. Ein Streitpunkt in den Beratungen im IEEE war und ist beispielsweise die Frage, wie bestehende Endgeräte mit eigener Strom-

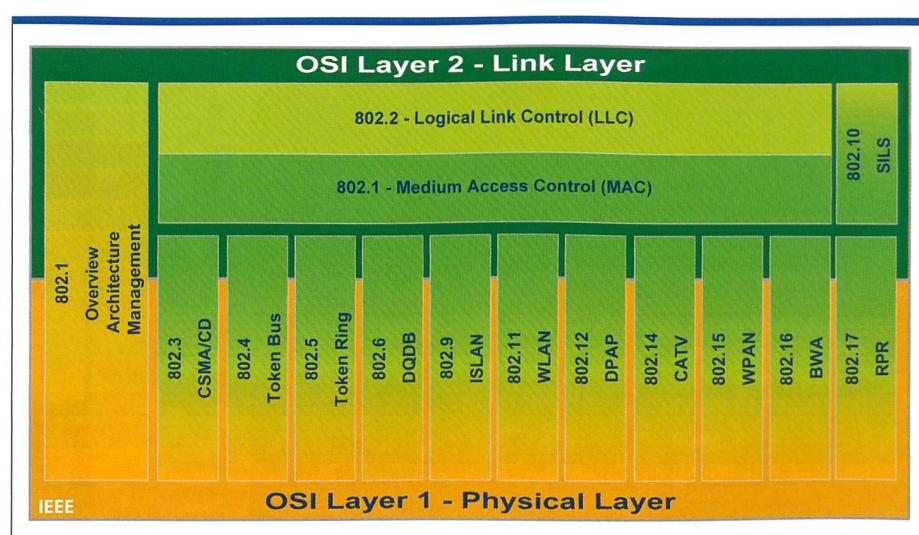


Bild 1. IEEE-Standards und -Arbeitsgruppen.

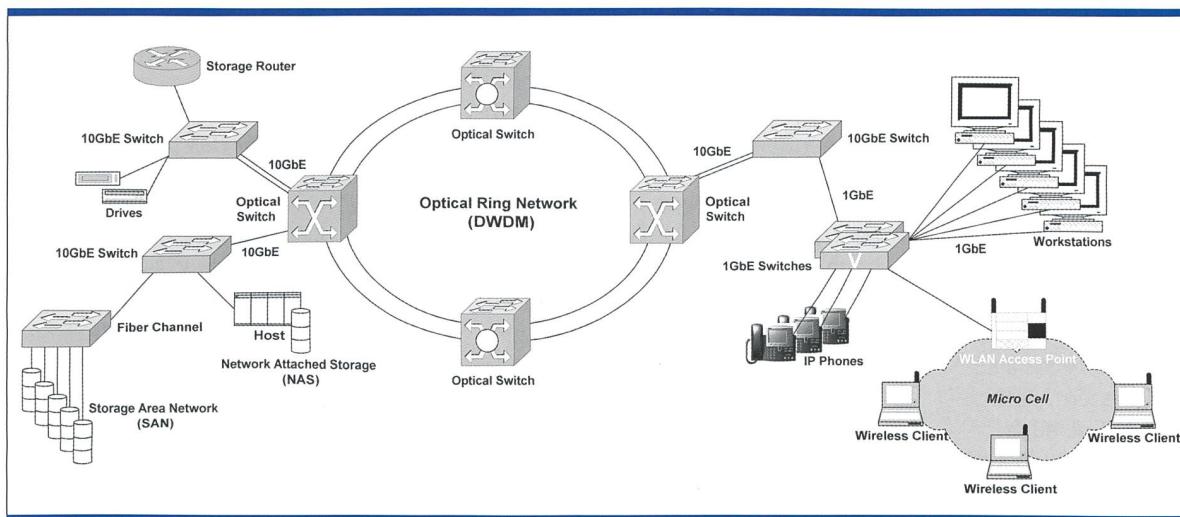


Bild 2. Anwendungsbeispiel für ein 10-Gigabit-Ethernet.

versorgung vor der potenziellen Spannung auf dem Ethernet geschützt werden können, um ohne Schaden zu bleiben. Daher wurde das Konzept eines so genannten Medium Dependent Interfaces (MDI) mit Spezialstecker gewählt. Die Ziele von IEEE 802.3af sind folgendermassen definiert:

- Strom: Geräte mit Stromversorgung über das Ethernet müssen über den MDI-Stecker verfügen.
- Sicherheit: Es darf über das Ethernet kein Schaden an bestehenden Endgeräten mit RJ45-Steckern entstehen.
- Kompatibilität: Bereitstellung einer kompatiblen Stromversorgung über Twisted-Pair-Kabel für 10Base-T, 100Base-TX- und 1000Base-T-Geräte.
- Einfachheit: keine komplizierteren Anschlüsse als die heute bereits bestehenden.

Übrigens lässt sich mit dem Konzept «DTE Power via MDI» nicht nur eine kostengünstige Stromversorgung, sondern auch eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) schnell und effizient aufbauen. Dazu müssen nicht alle Endgeräte, sondern zum Beispiel in einer Etagenverkabelung nur die Hubs oder die grösseren Switches an die USV angeschlossen werden.

### Drahtlose Datenkommunikation

Neben dem Schwerpunkt Ethernet liegt das Interesse der Teilnehmer in drahtlosen Technologien. In den Arbeitskreisen IEEE 802.11 Wireless LANs (WLANs), IEEE 802.15 Wireless Personal Area Networks (WPANs) und IEEE 802.16 Broadband Wireless Access (BWA) arbeiten rund die Hälfte der restlichen Experten an neuen Technologien zur drahtlosen Datenkommunikation. Als weitere Arbeitsgruppe mit deutlich schwächerer Beteiligung hat

sich IEEE 802.17 Resilient Packet Ring (RPR) etabliert, die sich mit der Auswahl der für einen SONET/SDH-Ring benötigten Technologien beschäftigt. Praktisch alle weiteren Aktivitäten im IEEE befinden sich entweder im «Schlafmodus» (so genanntes Hibernating, das heisst keine weiteren Aktivitäten) oder befassen sich mit der Pflege bestehender Normen. Während sich die Gruppe IEEE 802.1 Higher Layer Interfaces (HILI) wohl auf dem Weg in das Hibernating befindet, «schlafen» die Arbeitskreise IEEE 802.2, 802.4 bis .7, 802.9, 802.10, 802.12 und 802.14 bereits, was aber in vielen internationalen Normierungsgremien nichts Ungewöhnliches darstellt. Da es sich bei den IEEE-Normen um Industriestandards handelt, deren Verbreitung im Interesse von IEEE als Gremium mit grosser Industriebeteiligung liegt, können auch Nichtmitglieder die Standards herunterladen. Bei neuen Standards ist dies innerhalb von sechs Monaten nach Fertigstellung und Veröffentlichung der Dokumente der Fall. Die entsprechende Homepage lautet: [www.standards.ieee.org/getieee802](http://www.standards.ieee.org/getieee802)

### 10-Gigabit-Ethernet

Spätestens seit Mitte 2001 hat die IEEE-Projektgruppe 802 LMSC (LAN & WAN Standards) zum Kampf gegen ATM und ADSL geblasen (wobei ATM immer noch nicht ganz «unvermeidlich» ist und unter anderem bei UMTS und im ADSL-Bereich zur Sicherstellung der Quality of Service verwendet wird). Nachdem das 10-Gigabit-Ethernet (kurz 10GbE) ATM im WAN-Bereich verdrängen soll, wird EFM den Zugang auf das schnelle 10GbE-Backbone ermöglichen und ADSL/SDSL ersetzen – wenn es nach dem Willen des IEEE geht. Allerdings erheben sich auch vermehrt

Stimmen, die diese Zugangstechniken mit 10GbE verheiraten wollen, was immer wieder zu kontroversen Diskussionen führt. Schliesslich will sich das IEEE ja unabhängig von anderen Standards neben dem Datakom- nun auch im Telekombereich etablieren. Wie dem auch sei, mit 10GbE als neueste Evolutionsstufe und EFM als Anschlussnetz bietet das Ethernet zumindest im Geschäftskundenbereich gute Voraussetzungen, einen nahtlosen Übergang vom LAN ins WAN sicherzustellen – mit optischen Netzen ohne Medienbruch oder Geschwindigkeitseinbussen. Die IEEE 802.3ae Task Force hat die Arbeiten an 10GbE praktisch abgeschlossen und zum ersten Mal mit der Vergangenheit gebrochen:

- 10GbE benötigt Glasfaserkabel.
- 10GbE nutzt CSMA/CD (siehe Kasten) nicht mehr.
- 10GbE verlässt die lokalen Grenzen und beschränkt sich nicht mehr ausschliesslich auf LANs.

10GbE wird also im Vollduplex-Mode betrieben und verzichtet auf das obsolete CSMA/CD-Verfahren der drei Vorgänger. Es überschreitet zudem die heutige Grenze von rund 5 km bei Verwendung eines Single-Mode-Glasfaserkabels (SMF) und bietet Reichweiten von bis zu 40 km. Damit stösst 10GbE zumindest in den MAN-Bereich vor und wird zumindest in Campus- und Stadtnetzen zunehmend anzutreffen sein. Durch die Möglichkeit, Ethernet-Pakete über SDH-Links (in Amerika SONET-Links) zu befördern, ist der IEEE 802.3ae Task Force ein weiterer Coup gelungen, denn durch Verwendung dieser seit Jahren weit verbreiteten und bei den grossen Telcos breit akzeptierten Technik lassen sich die Campusnetze problemlos verbinden (Bild 2). Da-

mit schwinden die Grenzen zwischen den MANs und WANs der traditionellen Telcos auf der einen und den lokalen Privatnetzen in Form von LANs auf der anderen Seite.

### Wo Licht ist, da ist auch Schatten

Eine bestehende Gebäudeverkabelung mit 10BaseT kann für 10GbE nicht weiter verwendet werden, da es auf die Verwendung möglichst hochwertiger Glasfasern angewiesen ist. Sowohl das IEEE als auch die Hersteller beteuern, dass die jüngste Evolutionsstufe 10GbE auch künftig UTP nicht nutzen kann und auf SMF- oder MMF-basierende Kabel angewiesen bleibt. Die Tabelle 1 gibt einen Überblick, welche Bezeichnungen die neuen Kabelkategorien für 10GbE tragen und welche Entfernung damit abhängig von der verwendeten Glasfaser überbrückt werden können. Nach wie vor existieren hier zwei Kategorien von Kabeln: neben den MMF noch die SMF. MMF besitzen einen Kerndurchmesser von 50 bis 62,5 µm und sind im Vergleich zu SMF relativ günstig in der Anschaffung. In ihnen breitet sich das Licht über mehrere Wege aus, wobei die erzielbare Bandbreite tiefer als bei den SMF ist. MMF kommen vor allem bei optischen LANs zur Anwendung und sind äußerlich an der meist orangen Farbe zu erkennen. SMF verfügen über einen Kerndurchmesser von 8 bis 9 µm und sind relativ teuer in der Anschaffung. In ihnen breitet sich das Licht über nur einen Weg aus, wobei die erzielbare Bandbreite praktisch unbegrenzt ist. SMF kommen vor allem bei optischen WANs zur Anwendung und sind äußerlich an der meist grauen oder gelben Farbe zu erkennen.

### Ethernet in the First Mile (EFM)

Beim Thema EFM ist man noch nicht so weit wie bei 10GbE. Einige Forderungen der Teilnehmer, wie etwa jene nach der Verwendung ausschließlich eines Adernpaars oder die Forderung nach einer minimalen Bandbreite von 10 Mbit/s, wurden bereits im Lauf des Jahres 2001 als unrealistisch eingestuft und wieder zurückgezogen. Daher wird es im EFM-Standard einerseits auch Interfaces für mehrere Adernpaare und andererseits auch tiefere Bandbreiten geben. Zu Gunsten der räumlichen Ausdehnung (die in den USA durchaus eine gegebene Tatsache ist) werden also Geschwindigkeiten bis auf das Niveau von ISDN herab zugelassen werden. Gerade diese langsameren Geschwindigkeiten sind aber umstritten, da man damit sogar den minimalen Geschwindigkeitsbereich von Ethernet (10 Mbit/s) eindeutig verlässt. Eine ketzerische Frage für das spätere Marketing von EFM könnte künftig sein, wie sich EFM dann von den DSL-Techniken differenzieren kann. Wegen Verzögerungen in den EFM-Arbeitsgruppen gerät der Zeitplan immer wieder ins Schwanken. Mit ersten EFM-Versionen im Sinn eines verabschiedeten IEEE-Standards 802.3ah ist frühestens im dritten oder vierten Quartal 2003 zu rechnen.

Mit EFM beschäftigen sich drei Untergruppen mit der Standardisierung:

- «EFM on Copper»: Hausanschluss über Telefonkabel mit den Technologien VDSL (Short Reach) und SHDSL oder auch ADSL (Long Reach)
- «EFM Optics»: optische EFM-Hausanschlüsse mit Point-to-Point-Verbindungen (P2P) oder Point-to-Multipoint-Verbindungen (P2MP)

– «EFM OAM»: Operations, Administrations and Maintenance für EFM-Anschlussnetze

### Übertragung über das bestehende Telefonnetz

Zentrales Thema der IEEE-Arbeitsgruppe zu EFM ist die Übertragung über das bestehende Telefonnetz in Kupfertechnik, ohne die sich EFM im Markt wohl kaum durchsetzen können wird. Gerade diese Forderung führt im IEEE aber immer wieder zu heftigen Kontroversen und weiteren Verzögerungen bei der Produktion dieses mit grossem Interesse erwarteten Standards. Zunächst diskutierte man eine Kupfervariante, welche die letzte Meile mit einer Geschwindigkeit von mindestens 10 Mbit/s bei einer Ausdehnung von 750 m überbrückt. Dann wurde die Technologie Very high-speed Digital Subscriber Line (VDSL) favorisiert und zur «Short Reach»-Technik erklärt. Als Ergänzung dient Single-Pair High-speed Digital Subscriber Line (SHDSL, sprich «Schidsel») sowie Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL, sprich «Adsel») für den «Long Reach»-Bereich mit Übertragungsgeschwindigkeiten von mindestens 2 Mbit/s bei einer Ausbreitung von mindestens 2,7 km. «Schidsel» ist dabei für den geschäftlichen und «Adsel» für den privaten Nutzungsbereich vorgesehen. Mit der Nutzung von VDSL als Short-Reach-Technik und SHDSL sowie ADSL als Long-Reach-Technik bietet das IEEE mit EFM einen sehr weiten Rahmen für die Nutzung bestehender und entsprechend ausgereifter Kupfertechnologien.

### Optische Verfahren

Bei den optischen Verfahren für EFM wird zwischen den P2P- und den P2MP-

<b>Bezeichnung</b>	<b>10GBASE-X</b>	<b>10GBASE-R</b>	<b>10GBASE-W</b>
Codierung Anwendungsbereich <b>Wellenlänge</b>	8B/10B Coding LAN	64B/66B Blockcoding LAN	SONET/SDH MAN/WAN
<b>Short (S) 850 nm</b>		10GBASE-SR 62,5 µ MMF: 26 m 50 µ MMF: 82 m	10GBASE-SW 62,5 µ MMF: 26 m 50 µ MMF: 82 m
<b>Long (L) 1310 nm</b>	10GBASE-LX4 62,5 µ MMF: 300 m 50 µ MMF: 300 m 10 µ SMF: 10 km	10GBASE-LR 10 µ SMF: 10 km	10GBASE-LW 10 µ SMF: 10 km
<b>Extra Long (E) 1550 nm</b>		10GBASE-ER 10 µ SMF: 40 km	10GBASE-EW 10 µ SMF: 40 km

Tabelle 1. Bedeutung der 10-Gigabit-Ethernet-Kabelkategorien im Hinblick auf Wellenlänge (linke Spalte, kursiv), verwendetes Glasfaserkabel (SMF, MMF) sowie Anwendungsbereich (LAN, MAN, WAN) und Codierungsart. Die in Metern und Kilometern angegebenen Reichweiten hängen demnach im Wesentlichen von der Wellenlänge des Lasers und dem verwendeten Kabeltyp ab.

## WLANs mit Hiperlan als europäische Alternative?

Bereits im Jahr 1998 veröffentlichte das European Telecommunications Standards Institute (ETSI) den Standard Hiperlan/1, der im Prinzip einen drahtlosen Ersatz für Ethernet darstellt. Im Frequenzbereich zwischen 5150 und 5250 MHz stehen dafür drei Träger zur Verfügung. Die zwei möglichen Datenübertragungsraten betragen 1,47 Mbit/s und 23,5294 Mbit/s. Trotz verschiedener Ankündigungen sind für diesen Standard nie Geräte produziert worden, sodass hier nicht gerade von einer Erfolgsgeschichte gesprochen werden kann. Dies soll sich mit Hiperlan/2 als Nachfolger ändern, wobei – dies sei gleich vorweg gesagt – die Chancen dafür eher zurückhaltend beurteilt werden. Hiperlan/2 arbeitet mehr infrastruktur- und verbindungsorientiert. Dieser Standard verbindet portable Geräte mit breitbandigen Netzwerken auf der Basis von TCP/IP, ATM, Ethernet, Fire Wire und zukünftig UMTS. Ausserdem wird das Point-to-Point-Protokoll (PPP) zwecks Tunneling ebenso unterstützt wie die anwendungsbezogene Wahl der Quality of Service (QoS).

### Zwei verschiedene Netzwerkarchitekturen

Im Hiperlan/2-Standard sind ähnlich wie bei IEEE 802.11x zwei verschiedene Netzwerkarchitekturen vorgesehen:

- Access Points mit einer zellularen Architektur
- Ad-hoc-Netzwerke mit Punkt-zu-Punkt-Verbindungen

Die zellulare Struktur wird typischerweise im professionellen Bereich eingesetzt und ist fest installiert. Der Datenaustausch erfolgt in diesem Modus immer über den Access Point. Im Ad-hoc-Modus wird eines der portablen Geräte dynamisch als Central Controller (CC) ausgewählt, der dieselbe QoS-Unterstützung bietet wie der Access Point. Der Datenaustausch zwischen den portablen Geräten erfolgt in diesem Modus direkt, wobei der CC die Kontrolle behält.

Hiperlan/2 unterstützt ähnlich wie IEEE 802.11x sowohl eine gewisse Benutzermobilität innerhalb der lokalen Infrastruktur als auch das Handover zwischen benachbarten Zellen. Die Handover-Funktion wird in einer ersten Phase

auf die Architektur mit Access Points beschränkt sein. Ursprünglich wurde erwartet, dass erste Geräte im Lauf des Jahr 2002 auf dem Markt erscheinen werden, was aber bis heute nicht der Fall ist. Der Hiperlan/2-Standard bietet insgesamt neunzehn Kanäle in einem Raster von 20 MHz und arbeitet in den beiden Frequenzbereichen 5150–5350 MHz (acht Kanäle) und 5470–5725 MHz (elf Kanäle). Dabei stehen Datenübertragungsraten von 6, 9, 12, 18, 27, 36 und 54 Mbit/s zur Verfügung. Gemäss dem nationalen Frequenzzuweisungsplan der Schweiz steht für Hiperlan der Frequenzbereich 5150–5250 MHz mit drei Kanälen (5180 MHz, 5200 MHz und 5220 MHz) zur Verfügung. Die restlichen durch den Standard vorgesehenen Kanäle sind zum heutigen Zeitpunkt durch andere Dienste belegt und können momentan nicht benutzt werden.

### Kanalwahl

Die Kanalwahl erfolgt dynamisch, das heisst, das System sucht sich selbstständig einen störungsfreien Kanal. Die Übertragungsrate wird der jeweiligen Qualität der Verbindung angepasst. Bei der Detektion von Störungen wird der Kanal durch den Access Point oder den CC gewechselt. Die Entscheidung für einen Frequenzkanal- oder einen Modulationsartwechsel basiert auf Messungen aller an der Kommunikation beteiligten Geräte. Für den Einsatz von Geräten in der Schweiz bedeutet dies, dass die Kanalwahl auf die untersten drei Kanäle eingeschränkt werden muss. Dadurch ist die Effizienz der dynamischen Kanalwahl erheblich beeinträchtigt.

### Fehlerschutz

Der beim Hiperlan/2 eingesetzte Fehlerschutz basiert auf einem ARQ-Schema (Automatic Repeat Request). Dabei informiert der Empfänger den Sender, welche Pakete er korrekt und welche er nicht korrekt empfangen hat. Der Sender wiederholt die nicht korrekt übertragenen Pakete, sofern diese innerhalb einer maximalen Gültigkeitsdauer liegen, die von der Anwendung abhängig ist. Auf diese Weise wird die Übertragung bereits nicht mehr benötigter Da-

ten verhindert. Ein weiteres Feature des Hiperlan/2-Standards sind effiziente Powersave-Modi. Diese tragen der Tatsache Rechnung, dass viele WLAN-Karten in akkugespeisten Geräten zum Einsatz kommen. Mit dem Powersave-Modus verknüpft ist auch die Regelung der Sendeleistung.

Die WLANs nach IEEE 802.11a arbeiten ebenfalls im 5-GHz-Band und bieten Übertragungsraten von 6 bis 24 Mbit/s bzw. optional bis 54 Mbit/s. Der Kanalraster beträgt 20 MHz. Der Standard sieht drei Frequenzbänder mit unterschiedlichen Sendeleistungen vor, wobei in IEEE 802.11a einige Merkmale (so zum Beispiel die automatische Kanalwahl oder die Regelung der Sendeleistung) fehlen, damit sie mit Hiperlan kompatibel wären. Durch die zukünftige Revision des Standards IEEE 802.11a, bei der die fehlenden Merkmale definiert werden, würde einem Einsatz dieser WLANs in Europa nichts mehr im Wege stehen. Diese Ergänzungen sind unter der Bezeichnung IEEE 802.11h in Arbeit, wobei die entsprechenden Geräte mit diesen zusätzlichen Merkmalen jedoch frühestens im Jahr 2003 auf dem Markt erwartet werden.

### Erste Geräte

Der Einsatz von WLANs nach IEEE 802.11a ist daher und wegen der nicht uneingeschränkten Verfügbarkeit des 5-GHz-Frequenzbandes für Europa nicht flächendeckend vorgesehen. Erste Geräte sind aber bereits unter anderem von Cisco Systems erhältlich, wobei die Möglichkeit eines Einsatzes aber vor dem Kauf mit der jeweiligen nationalen Regulierungsbehörde gründlich abgeklärt werden sollte, um Störungen und unnötigen Ärger zu vermeiden.

Lösungen basierend auf Hiperlan/2 hingegen beschränken sich auf Labormuster, weil der mit hoher Perfektion geplante Standard als instabil und unvollständig angesehen werden muss.

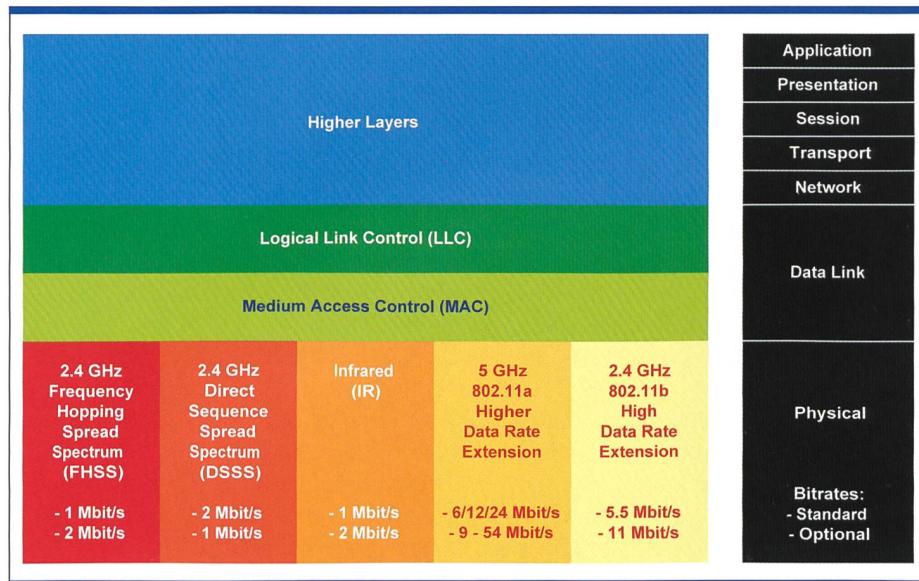


Bild 3. IEEE-802.11-Standards in Relation zu den OSI-Schichten.

Technologien unterschieden. Hier tendiert man dazu, möglichst viele der bestehenden Ethernet-Spezifikationen weiter zu verwenden. Die Arbeitsgruppe EFM Optics verfolgt im Wesentlichen zwei Ziele:

- Vergrösserung der Reichweite
- Angebot einer einheitlichen Technik für die Übertragung von Sende- und Empfangsdaten über eine Glasfaser

Für die P2P-Techniken werden zurzeit insgesamt vier neue Schnittstellen definiert. 100BASE-LX und 1000BASE-EX sind Erweiterungen der existierenden 100MbE-/1GbE-Techniken. Dabei werden SMF-Interfaces mit grösseren Entfernungen (bis zu 10 km) spezifiziert. Bei den beiden Varianten 100BASE-BX und 1000BASE-BX handelt es sich um Wellenlängen-Multiplex-Verfahren, die mit nur einer Glasfaser auskommen. Sende- und Empfangsdaten werden mit unterschiedlichen Wellenlängen (1310 nm und 1490 nm) übertragen.

Die Untergruppe EFM P2MP beschäftigt sich mit passiven optischen Netzen und standardisiert unter dem Namen Ethernet Passive Optical Network (EPON) eine optische Technologie, die Informationen von einem zentralen Punkt (im Draft Standard Central Office, CO, genannt) an alle Teilnehmer sendet (Broadcast). In Gegenrichtung wird ein Multiplex-Verfahren angewendet, das den einzelnen Benutzern Zeitschlitzte zur Übertragung ihrer Nutzdaten zur Verfügung stellt.

P2MP wird durch einen optischen Splitter realisiert, der die Informationen auf die Häuser verteilt. Die physikalische Über-

tragung erfolgt durch eine Technologie mit der Bezeichnung 1000BASE-PX (PX steht für passiv). Für die Übertragung vom Netz zum Teilnehmer (Downstream) und vom Teilnehmer zum Netz (Upstream) sind unterschiedliche Wellenlängen (1270 nm und 1360 nm) mit zwei Verfahren vorgesehen, nämlich 1000BASE-PX-A (Laser der Klasse A) und 1000BASE-PX-B (Laser der Klasse B). Das Multiplex-Verfahren für die Upstream-Übertragung ordnet den Optical Network Units (ONUs) bei den Teilnehmern Zeitschlitzte (Time Slots) zu, in denen diese ihre Pakete an die Optical Line Termination (OLT) in der nächstgelegenen Zentrale senden können. Dazu wird eine MMF verwendet, die eine Strecke von mehr als 10 km bei einer Geschwindigkeit von rund 1 Gbit/s überbrücken soll. Über eine Anschlussleitung sollen mindestens sechzehn Teilnehmer kommunizieren können. Bei Broadcast-Verfahren stellt sich schnell die Frage nach der Sicherheit, wobei die Broadcast-Informationen für nichtautorisierte Empfänger verborgen bleiben müssen. Zur Gewährleistung einer minimalen Sicherheit wurden als Sicherheitsfunktionen zunächst der sichere Schlüsseltransfer und dessen Anzeige, die Verschlüsselungsanzeige sowie die Synchronisation der Verschlüsselungszähler identifiziert. Weitere Security Features werden zurzeit spezifiziert.

#### Management von EFM

Als dritte EFM-Untergruppe beschäftigt sich die Gruppe Operation, Administra-

tion and Maintenance (OAM) mit dem Management von EFM. Ähnlich wie in einem ATM-WAN umfassen die OAM-Funktionen zurzeit Remote Error Indication, Remote Loopback und Link Monitoring. Auch hier werden weitere Management-Features zur Sicherstellung einer hohen Netzqualität erwartet.

#### Wireless LANs (WLANs)

Die Wurzeln des IEEE-Standards 802.11 für WLANs dieses Standards gehen in die Mitte der 90er-Jahre zurück. Beflügelt durch den Erfolg des Ethernets (IEEE 802.3) und der Mobilkommunikation in öffentlichen Netzen kam man beim «Institute of Electrical and Electronic Engineers» (IEEE) auf die Idee, auch der Ethernet-Schnittstelle Mobilität zu verleihen. Das Ergebnis der Überlegungen ist in den Normen IEEE 802.11 nachzulesen, wobei die erste Version bereits 1997 veröffentlicht wurde. Heute kommt den Teilen 802.11a und 802.11b die grösste Bedeutung zu, da sich die anderen Aktivitäten in die Arbeitsgruppen 15 und 16 verlagert haben.

Bild 3 gibt einen Überblick zu den Standardisierungsaktivitäten in IEEE 802.11 und zeigt gleichzeitig die Protokollstruktur des WLAN gemäss OSI-Modell (Open Systems Interconnection). Hier wird auch der Fokus der WLAN-Standards deutlich, die sich mehr oder weniger auf die unteren OSI-Schichten 1 (Physical) und 2 (Data Link, insbesondere Medium Access Control) beschränken und nach Angaben des IEEE die Kompatibilität des WLAN-Equipments verschiedener Hersteller garantieren sollen. Die Bilder 4 und 5 illustrieren die IEEE-Standardisierungsaktivitäten nochmals im Detail (verantwortliche Arbeitsgruppe, benutztes Zugriffsmedium, anvisierte Bitrate). Ein etwas merkwürdiges Detail am Rande ist die Tatsache, dass der Standard 802.11b lange vor dem noch jungen Standard 802.11a entstanden ist. Letzterer versucht, die Bruttobitrate von 5,5 Mbit/s bzw. optional von 11 Mbit/s im 2,4-GHz-Frequenzband (wie in 802.11b) auf 6,24 und optional sogar bis auf 54 Mbit/s im 5-GHz-Frequenzband heraufzuschrauben (daher auch «Higher» statt «High Data Rate Extension»). Die IEEE-Arbeitsgruppe 11 arbeitet aber auch an einer Erweiterung für den Standard IEEE 802.11b. Diese läuft unter dem Titel IEEE 802.11g und soll dereinst eine Bruttoübertragungsrate von 20 Mbit/s im bestehenden, lizenzfreien 2,4-GHz-ISM-Band

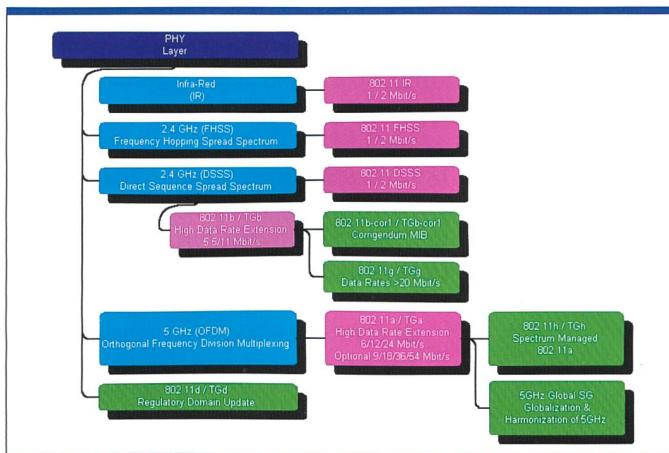


Bild 4. IEEE-802.11-Standards der physikalischen Schicht (OSI Layer 1).

(siehe unten) ermöglichen. Das 5-GHz-Band unterliegt im Gegensatz dazu der staatlichen Regulierung und ist in Europa oft nur eingeschränkt oder gar nicht nutzbar, da es häufig bereits anderweitig belegt ist. In der Schweiz sind zum Beispiel nur die beiden unteren Frequenzbänder (5150 MHz bis 5250 MHz und 5250 MHz bis 5350 MHz) und dies auch nur bei einer Sendeleistung von max. 30 mW freigegeben (ideal wären nach Angaben von Cisco rund 200 mW – zum Vergleich: ein GSM-Handy sendet mit einer Leistung von rund 2 W). Im Gegensatz dazu wurde das 5-GHz-Band in

Deutschland und Frankreich für die WLANs nach IEEE 802.11a freigegeben. Generell beschreiben die WLAN-Standards des IEEE das OTA-Interface (Over The Air) zwischen einer Basisstation oder einem Zugangspunkt (Access Point) und einem drahtlosen Endgerät (Wireless Client). Die zweite Variante beschreibt ein OTA-Interface zwischen zwei Wireless Clients. Mit den bestehenden 802.11b-Standards lassen sich temporäre Insellösungen aufbauen, die nach Gebrauch (etwa nach Projektende oder nach einer Präsentation) ohne grossen Aufwand schnell wieder abgebaut sind. Die ver-

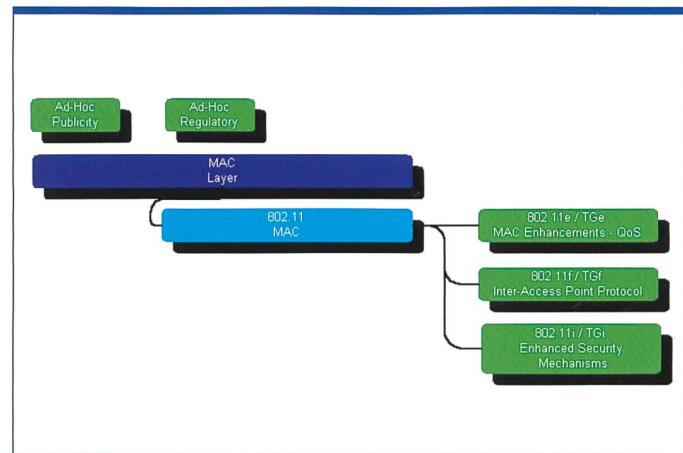


Bild 5. IEEE-802.11-Standards der Datenverbindungsschicht (OSI Layer 2).

fügbarer Geräte erlauben aber auch die Erweiterung bestehender Ethernet-LANs um WLAN-Segmente (wie in Bild 6 gezeigt). Zwischen diesen Segmenten, die durch je eine WLAN-Basisstation versorgt werden, kann sich der Benutzer theoretisch frei bewegen, ohne dass die Verbindung abreisst oder wieder neu aufgebaut werden müsste. Die Praxis zeigt, dass zumindest die Nettobitraten oft weit davon entfernt sind, die Bruttobitrate von 11 Mbit/s zu erreichen. Nicht selten fällt die Bitrate auf 5,5 oder gar 2 Mbit/s zurück – dies sind die in 802.11b spezifizierten Fallback-Bitraten.

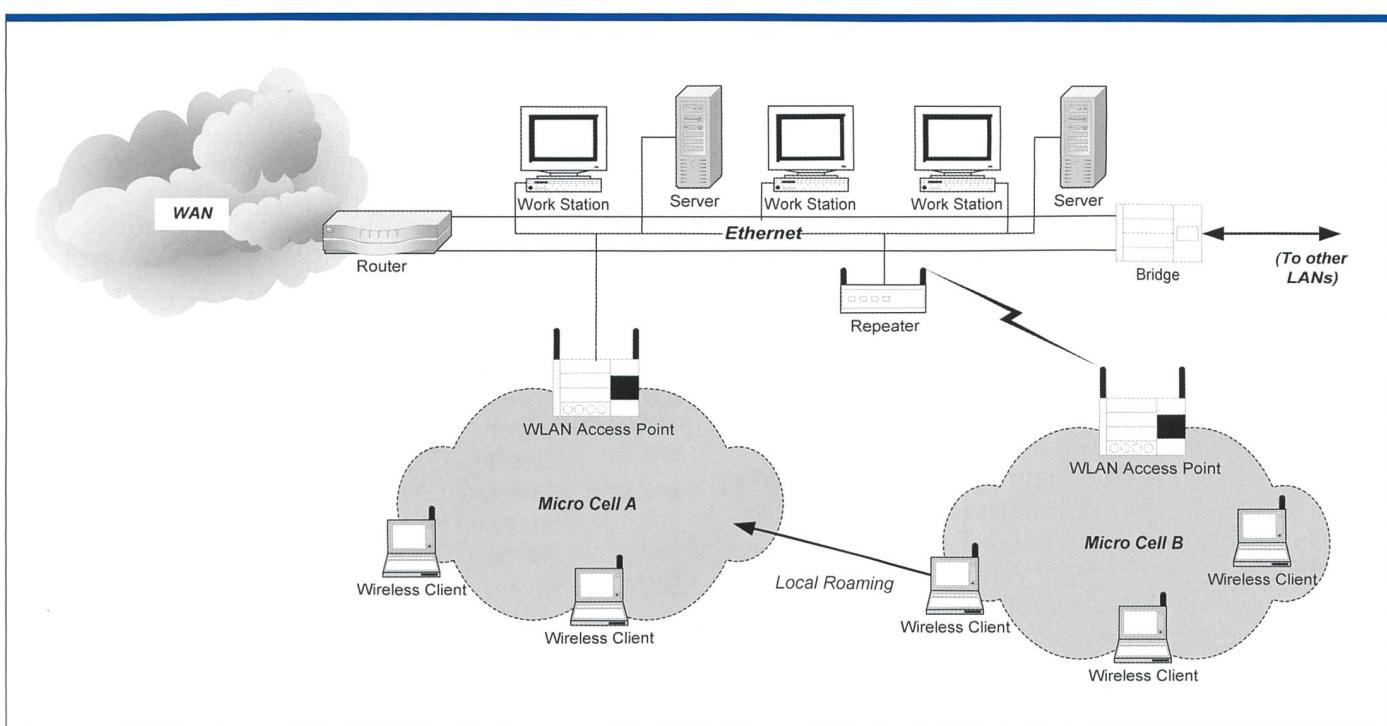


Bild 6. Beispiel für ein Ethernet-LAN, erweitert um zwei WLAN-Segmente.

Neben IEEE 802.11 existieren noch die Standardisierungsgruppen IEEE 802.15 für Wireless PANs (Personal Area Networks) und IEEE 802.16 (Broadband Wireless Access). IEEE 802.15.x stimmt in Teil 1 mit den Bluetooth-Spezifikationen praktisch hundertprozentig überein und wurde Anfang Juni 2002 verabschiedet. Dieser Standard ist für Endgeräte konzipiert, die nur wenig

Strom verbrauchen dürfen und eher einfach strukturiert sind. Heute existieren innerhalb der Standardisierungsgruppe IEEE 802.15 vier Arbeitsgruppen mit folgenden Standards und Arbeitstiteln:

- 802.15.1 – 1Mbit/s WPAN/Bluetooth versus 1.x Derivative Work
- 802.15.2 – Recommended Practice for Coexistence in Unlicensed Bands

- 802.15.3 – 20+ Mbit/s High Rate WPAN for Multimedia and Digital Imaging
- 802.15.4 – 200 kbit/s max for Interactive Toys, Sensor and Automation Needs

Die Spezifikationen in IEEE 802.16 sollen die Entwicklung von Systemen für die drahtlosen Breitband-Zugangsnetzen, beschleunigen, dies wiederum mit dem Ziel, innovative, kostengünstige und

### **Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)**

Beim IEEE handelt es sich um eine Non-Profit-Organisation mit mehr als 377 000 Einzelmitgliedern aus über 150 Ländern, die sich vor allem aus Technikern, Ingenieuren und Informatikern rekrutieren. Das IEEE bezeichnet sich selbst als «die führende Autorität in technischen Arbeitsgebieten», wie beispielsweise elektrische Energieerzeugung und -verteilung, Raumfahrt, Konsumelektronik, Computer-Engineering, biomedizinische Technologie und last but not least Telekommunikation. Die vielfältigen Aktivitäten im IEEE werden nicht zentral, sondern durch die Mitglieder vorangetrieben und umfassen die «konsensusbasierte» Standardisierung, technische Publikationen und Konferenzen. Dazu einige Zahlenbeispiele: Das IEEE produziert rund 30% der weltweit veröffentlichten Literatur in den Fachgebieten Electrical Engineering, Computer- und Steuerungstechnologie. Die Organisation führt jährlich rund 300 grössere Konferenzen durch und bearbeitet derzeit rund 900 Standards aktiv, davon 700 im Entwicklungsstadium.

### **Wunsch nach einer übergeordneten Organisation**

Das IEEE entstand am 1. Januar 1963 aus dem Zusammenschluss der vormals zunehmend konkurrierenden Gremien AIEE (American Institute of Electrical Engineers) und IRE (Institute of Radio Engineers). Das bereits im vorletzten Jahrhundert überdurchschnittliche Technologiewachstum sowie die Planungs- und Vorbereitungsarbeiten für eine internationale, elektrotechnische Ausstellung am Franklin-Institut in Philadelphia veranlassten 25 führende Ingenieure, unter anderem Thomas Edison, Elihu Thomson und Edwin Houston, zur Forderung nach einer übergeordneten Organisation für die Koordination und Vertretung ihrer Interessen. Am 13. Mai 1884 wurde schliesslich das AIEE in New York gegründet und bald als führende Repräsentanz aller amerikanischen Elektroingenieure anerkannt.

### **Weitere Zusammenschlüsse**

Anfang der 1910er-Jahre wurde klar, dass das AIEE nicht alle Interessen vertreten und nicht alle Fachgebiete abdecken kann, so beispielsweise das schnell wachsende Gebiet der drahtlosen Kommunikation. Zwei eher lokal verwurzelte Organisationen, die «Society of Wireless and Telegraph Engineers» und das «Wireless Institute» fusionierten im Jahr 1912 mit dem IRE als internationale Vereinigung von Wissenschaftlern und Ingenieuren. Das Ziel war, dieses noch junge Gebiet aktiv weiterzuentwickeln und voranzutreiben. Weil aber viele IRE-Mitglieder gleichzeitig auch dem AIEE

angehörten und viele grundlegende Aktivitäten in beiden Organisationen sehr ähnlich angelegt waren, schlossen sich das AIEE und das IRE zum IEEE zusammen. Damit wurden Doppelprüfungen vermieden und die nach dem Jahr 1945 zunehmende Konkurrenz von AIEE und IRE beseitigt sowie die entstehenden Synergien optimal genutzt.

### **Heutige Mission**

Das IEEE fördert den Engineering-Prozess der Erstellung, Entwicklung, Integration, der gemeinsamen Nutzung sowie der Wissensanwendung in Elektro-/Elektronik- und Informations-technologien und -wissenschaften zum Nutzen der Menschheit und der Berufe.

### **Überblick zu allen Arbeitsgruppen und deren Status**

#### **Übergeordnete Gruppe**

802.0      Sponsor Executive Committee

#### **Aktive Arbeitsgruppen**

802.1	High Level Interface (HILI) Working Group
802.3	CSMA/CD Working Group
802.11	Wireless LAN (WLAN) Working Group
802.15	Wireless Personal Area Network (WP AN) Working Group
802.16	Broadband Wireless Access (BBWA) Working Group
802.17	Resilient Packet Ring (RPR)
802.18	Radio Regulatory Technical Advisory Group
802.19	Coexistence Technical Advisory Group
802.20	Mobile Wireless Access Working Group

#### **Arbeitsgruppen im «Schlafmodus»**

802.2	Logical Link Control (LLC) Working Group
802.4	Token Bus Working Group
802.5	Token Ring Working Group
802.6	Metropolitan Area Network (MAN) Working Group
802.7	Broadband Technical Advisory Group (BBTAG)
802.9	Integrated Services LAN (ISLAN) Working Group
802.10	Standard for Interoperable LAN Security (SILS) Working Group
802.12	Demand Priority Working Group

#### **Aufgelöste Arbeitsgruppen**

802.8	Fiber Optics Technical Advisory Group (FOTAG)
802.14	Cable-TV Based Broadband Communication Network (CBBCN) Working Group

## Links

Generelle Infos:

[www.standards.ieee.org](http://www.standards.ieee.org)

Infos zur Gruppe 802:

[www.grouper.ieee.org/groups/802](http://www.grouper.ieee.org/groups/802)

IEEE-Standards:

[www.standards.ieee.org/getieee802](http://www.standards.ieee.org/getieee802)

untereinander kompatible Produkte für den breitbandigen, drahtlosen Zugang zu ermöglichen. Hier gibt es folgende Arbeitsgruppen:

- 802.16.1 – Air Interface for 10–66 GHz
- 802.16.2 – Coexistence of Broadband Wireless Access Systems
- 802.16.3 – Air Interface for Licensed Frequencies 2–11 GHz; High Speed Unlicensed Metropolitan Area Networks (Wireless HUMAN)

Weitere Details und aktuelle News aus IEEE zum Thema drahtlose Datenkommunikation siehe Homepage:  
[standards.ieee.org/wireless](http://standards.ieee.org/wireless)

## Fazit

Das IEEE hat sich in den letzten zwei Jahrzehnten als modernes Standardisierungsgremium mit bedeutender Beteili-

## Summary

### Innovations covering the entire spectrum of modern communications

Around half of all standardisation assignments in the IEEE currently relate to the topic Ethernet (IEEE 802.3). This is evident from the number of participants in the respective work groups during the official meetings of the IEEE. The meetings are strongly dominated by the activities "Ethernet in the First Mile (EFM)", 10 Gigabit Ethernet (10GbE) and Wireless LAN activities (WLAN).

gung der Telekom-, Datakom- und IT-Industrie und starkem Praxisbezug etabliert. Deutlichen Aufwind hat das IEEE seit dem Jahr 1995 durch die Aktivitäten rund um Ethernet in the First Mile (EFM), 10-Gigabit-Ethernet (10GbE) und Wireless LANs (WLANs) erhalten. Dass die am Markt käuflichen Lösungen nach Verabschiedung der entsprechenden Standards nie lange auf sich warten lassen, kann nur als deutliches Argument für das IEEE und dessen Standards verstanden werden.

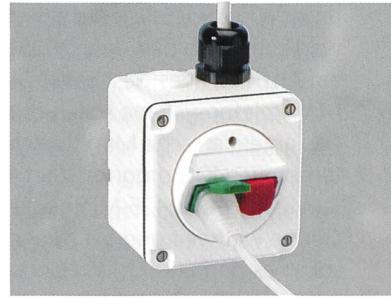
9

**Rüdiger Sellin**, Dipl.-Ing., ist PR-Manager bei den Portal Services von Swisscom Mobile. Davor war er unter anderem als Senior Consultant, Product Manager und Systems Engineer bei verschiedenen Telco- und IT-Firmen beschäftigt. Seit 1992 ist er außerdem als Publizist, Trainer und Berater für verschiedene Firmen aus den Gebieten Telekommunikation und angewandte Informatik tätig.

## So einfach schützt man Verbindungsstellen

**Die neuen R&M Splash Line Produkte verhindern das Eindringen von Staub und Feuchtigkeit, Oele oder Chemikalien auf die Verbindungsstellen.**

- Schutz vor Staub und Feuchtigkeit bis IP 54 - auch bei geschlossenen Verbindungsstellen
- Modular nachrüstbar auf alle R&Mfreenet Komponenten mit R&M Smartholes
- Verbessert die Netzwerksicherheit
- Farbliche Codierung möglich



Neue R&M Splash Line Produkte