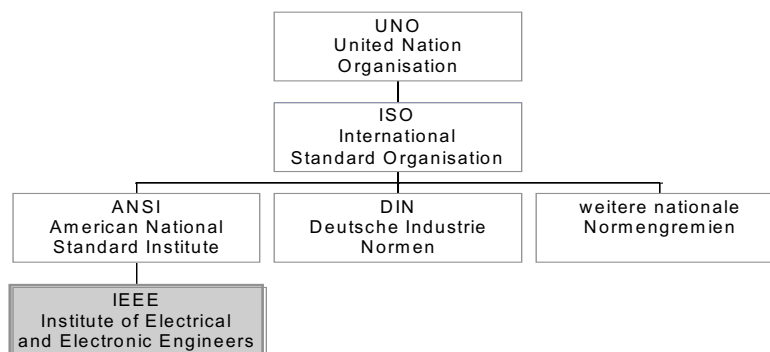


Die Standards IEEE 802.x

IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers

Verband amerikanischer Ingenieure, der sich auch Normungsaufgaben widmet und z.B. in der Arbeitsgruppe 802 die Standardisierung von Lokalen Netzen vorantreibt. IEEE kennt nur individuelle Mitglieder aus der Industrie oder Forschung, die jedoch von Zeit zu Zeit durch industrielle Organisationen in ihren Bemühungen um die Standardisierung unterstützt werden. Bekannt geworden ist IEEE durch das 802-Komitee, das wertvolle Beiträge zur Normung der Zugangsverfahren und Sicherungsprotokolle für Lokale Netzwerke leistete.

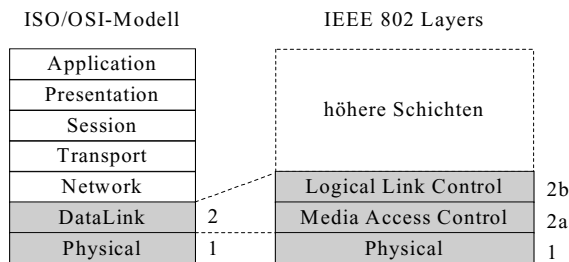
IEEE - Standardisierungsgremium



IEEE 802

Die Vielfalt der möglichen LAN-Systeme in Bezug auf Verkabelung, Übertragungstechnik, Übertragungsgeschwindigkeit, Zugriffsverfahren und deren Varianten hat Anfang der 80er Jahre eine straffe Standardisierung notwendig gemacht. Die Arbeitsgruppe 802 des IEEE hat einen Standardisierungsvorschlag **für Netzwerke mit einer Geschwindigkeit von bis zu 20 Mbit/s** vorgelegt, der schnell richtungsweisend war und weitgehend akzeptiert wurde. Sowohl für Hersteller als auch für Anwender und Systemfachleute bietet der Standard Sicherheit hinsichtlich der nachrichtentechnischen Basis, die notwendig für ein flexibles Design ist. In der Hauptsache beschränkt sich der Standard auf **die unteren zwei Schichten des ISO-Referenzmodells**, gibt aber auch Hinweise für eine sinnvolle Einbettung der Systeme in einen Gesamtzusammenhang (Netzwerkmanagement, Internetworking, ISO-interaction).

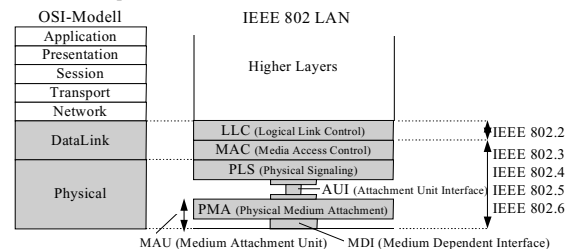
Beziehung zwischen dem OSI-Modell und den IEEE 802 Standards



Beziehung zwischen dem OSI-Modell und den IEEE 802 Standards (2)

LAN-Architekturmodell des IEEE

– Die Aufgabenteilung im (älteren) 802.3-Modell entspricht nur teilweise dem ISO/OSI-Referenzmodell.



Die im Standard vorgenommene Trennung *zwischen logical link control (2b) und medium access control (2a)* ist hauptsächlich durch den Wunsch entstanden, die Entwicklungen der DIX-Gruppe (Digital, Intel und Xerox; Ethernet) und die von IBM (Token Ring) 'unter einen Hut zu bringen'. Nach wie vor ist es so, daß Ethernet und Token Ring auch in ihren Versionen nach dem Standard IEEE 802 nicht ohne umfangreiche Konversionen zusammenarbeiten können, weil es alleine in den Paketformaten und bei der Wegfindung über verbundene Teilnetze hinweg riesige Unterschiede gibt. Dennoch hat der Standard zur Beruhigung der Anwender beigetragen. Auch heute ist der Standard IEEE 802 mit seinen vielen Arbeitsgruppen nicht abgeschlossen. Vielmehr starten immer wieder neue Aktivitäten für die Abdeckung bisher noch nicht ausreichend behandelter Themenkreise wie Netzwerkmanagement, drahtlose LANs, Fast-Ethernet-Varianten, um nur einige zu nennen.

Die fertigen Elemente der IEEE-802-Standardisierungsgruppen wurden üblicherweise als ISO-Standards unter der Sammelnummer ISO 8802 übernommen. Der Standard für CSMA/CD-Systeme wurde z.B. von IEEE 802.3 entwickelt. Er hat folglich die ISO-Nummer 8802.3. Obwohl IEEE 802 nur LANs spezifizieren sollte, wurde später auch das **DQDB/MAN** von IEEE 802 entwickelt und ist deshalb heute Bestandteil des Standards.

Es wurden ursprünglich vier wesentliche LAN-Techniken spezifiziert: **Token Ring**, **Slotted Ring**, **Token Bus** und **CSMA/CD-Bus**. Die **Slotted-Ring**-Technik entfiel Mitte der achtziger Jahre und wurde durch das **DQDB-MAN** ersetzt.

Zur Integration unterschiedlicher Techniken unter eine einheitliche Schnittstellendefinition wurde die Zerlegung der **OSI data link layer (Sicherungsschicht)** in zwei Teilschichten notwendig: Die **media access control sublayer (Mediumzugriffskontroll-Teilschicht, MAC)** und die **logical link control sublayer (logische Verbindungskontroll-Teilschicht, LLC)**. Letztere bietet nach oben hin für alle Systeme eine einheitliche Schnittstelle zum Aufbau logischer Verbindungen. Auf der Medium-Zugriffskontroll-Unterebene residieren die Zugangs-Protokolle wie Token Ring, Token Bus, CSMA/CD oder DQDB. Die Dienste der LLC werden durch die Teilnehmerschnittstelle, die auch oft als DLC-Manager (data link control manager) bezeichnet wird, beschrieben.

Der DLC-Manager ist wichtiger Bestandteil der LAN-Bitübertragungsschicht (physical layer, layer 1). Er erfährt eine Dreiteilung: **Physikalische Signalerzeugung (PLS/physical layer signalling)**, **Anschlußeinheiten-Interface (AUI/access unit interface)** und **Medium-Anschlußeinheit (MAU/medium attachment unit)**, die es ermöglicht, Codierungsverfahren, Anschlußkabel, Transceiver, Spannungen, Frequenzen, Stecker usw. systematisch zu qualifizieren. PLS ist der in der Dateneneinrichtung befindliche Teil der Bitübertragungsschicht und wendet sich über AUI (attachment unit interface) an MAU (medium attachment unit), den am Übertragungsmedium befindlichen Teil der Bitübertragungsschicht.

Der Standard IEEE 802 hat folgende Sektionen und Arbeitsgruppen:

(Die Arbeitsgruppen können sich nach Bedarf konstituieren oder auch auflösen, so daß sich diese Liste in der Vergangenheit geändert hat und dies gegebenenfalls auch in der Zukunft tut. Nachfolgende Zusammenstellung der Sektionen stammt von 1997. Durch unterschiedliche Übertragungsmedien und -systeme erzeugt der Standard eine Vielfalt von Netztypen.)

IEEE 802.1

Umfeld, Eingrenzung, Überblick und Architektur, Beziehung zum OSI-Modell, Management, Fernladen und Kopplung von LANs auf der MAC sublayer.

IEEE 802.2

Logical link control/LLC

IEEE 802.3

CSMA/CD-Systeme, Zugriffsmethode und Spezifikationen der physical layer. Neben 10MB/s mit den Normen 802.3u auch 100MB/s Ethernet 100BaseT, 'Fast Ethernet' sowie die 1000MB/s Variante 'Gigabit Ethernet' .

IEEE 802.4

Token-Bus-Systeme, Zugriffsmethode und Spezifikationen der physical layer.

IEEE 802.5

Token-Ring-Systeme, Zugriffsmethode und Spezifikationen der physical layer.

IEEE 802.6

Metropolitan area networks, Zugriffsmethoden und Spezifikationen der physical layer.

IEEE 802.7

Breitbandübertragungstechnologie, Eigenschaften innerhalb der physical layer und vorgeschlagene Systeme.

IEEE 802.8

Lichtwellenleiterübertragungstechnologie, Eigenschaften innerhalb der physical layer und empfohlene Systeme.

IEEE 802.9

Integrierte Sprach-/Datenzugriffsmethode, Eigenschaften innerhalb der physical layer.

IEEE 802.10

Zugriffsmethode zur Realisierung von Sicherheit und Geheimhaltung und zugehörige Spezifikationen der physical layer.

IEEE 802.11

Drahtlose LANs (Wireless LAN - WLAN), Zugriff und Spezifikationen der physical layer.

IEEE 802.12

100-Mbit/s-Ethernet nach dem Demand Priority-Verfahren (100BaseVG AnyLAN).

IEEE 802.13

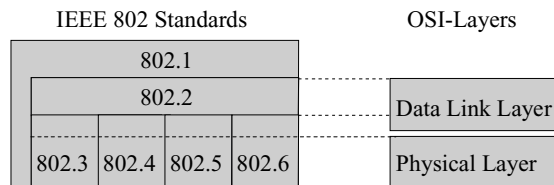
Existiert aus Kompatibilitätsgründen zu ISO nicht!

IEEE 802.14

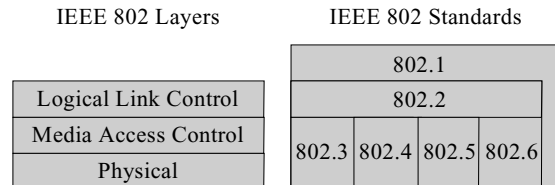
Erarbeitet einen Standard für digitale Kommunikation über ein verzeigtes Bussystem aus Fiber Optik oder Koax wie es im Kabelfernsehen (CATV) Verwendung findet.

Beziehung zwischen dem OSI-Modell und den IEEE 802 Standards

Das IEEE-Standardisierungskonzept 802 besteht aus mehreren Einzelstandards, die die Schichten 1 und 2 des ISO-Referenzmodells umschreiben. Die Layer-Grenze unterscheidet sich dabei zwischen ISO und IEEE um den MAC (Media Access Control) Sublayer!



Beziehung zwischen den IEEE 802 Layers und den IEEE 802 Standards



Nachfolgend sollen die Aufgaben der einzelnen Arbeitsgruppen näher umrissen werden:

IEEE 802.1 (HILI)

Der Arbeitskreis IEEE 802.1, HILI, high level interface, beschäftigt sich mit Fragen, die alle Arbeitskreise betreffen. Dazu gehören insbesondere allgemeine Management-Fragen und die Technologie der Brücken. Es sind bereits eine ganze Reihe von Normen dieses Arbeitskreises veröffentlicht: - 802.1A-1990: overview and architecture, - 802.1B-1992: LAN/MAN management, - 802.1D-1990: MAC Bridges, - 802.1E-1990: system load protocol, - 802.1i-1992: supplement to MAC-bridges: FDDI.

IEEE 802.2 (LLC)

Der Arbeitskreis 802.2, logical link control (LLC), hat seit 1989 eine existierende Norm, die bereits von ISO akzeptiert wurde: ISO 880.2-2. Diese Norm definiert eine Schicht, die für Kompatibilität der darunter liegenden Protokolle sorgt. Aktuell arbeitet der Arbeitskreis an dem Thema 802.2D LLC4, high performance LLC, wobei LLC Type 4 ein Protokoll für High-performance-Applikationen definiert. Weitere Aktivitäten dieses Arbeitskreises betreffen die Überarbeitung der existierenden Norm ISO 880.2-2, die Definition des Managements für die LLC-Protokolle und die Definition der conformance statements.

IEEE 802.3 (CSMA/CD)

Der älteste Arbeitskreis des 802-Projektes ist der **CSMA/CD**-Arbeitskreis. Er definiert die Normen entsprechend dem von der DIX-Gruppe vorgeschlagenen Zugriffsverfahren CSMA/CD. Zentrales Thema dieses Arbeitskreises ist die Diskussion um das high speed protocol. Dieser Arbeitskreis ist in diverse Gruppen aufgeteilt, die sich u.a. mit Lichtwellenleitern als Backbone und Interrepeater-Link beschäftigen, mit Layer-Management und der 120-Ohm-Technik im T-Bereich (twisted pair cable).

IEEE 802.3 **1Base-5**, auch als **StarLan** bekannt, ist eine frühe billige Ethernet-Lösung, die als physikalisches Medium STP-Kabel benutzt. Die erste Empfehlung basierte auf einer Übertragungsgeschwindigkeit von 1 Mbit/s. Die maximal zulässige Entfernung wurde in dieser Empfehlung auf 500 m festgeschrieben. Jede Station ist sternförmig über ein doppelpaariges Kabel mit einem Hub verbunden. Hubs können kaskadiert werden, so daß eine Baumtopologie mit verschiedenen Hub-Ebenen entsteht. Empfängt ein Hub Pakete von der DTE, so sendet er sie weiter an einen Hub höherer Stufe, falls einer existiert; ansonsten sendet der Hub die Pakete zurück an alle direkt angeschlossenen DTEs und an die an ihm angeschlossenen Hubs niedrigerer Stufe (broadcast). Ebenfalls versendet ein Hub im Broadcastverfahren Pakete, die er von

einem Hub höherer Stufe empfängt. Eine Variante des 1Base-5-LANs ist das von NCR/AT&T entwickelte StarLAN mit 10 Mbit/s (heute technisch überholt).

10Base-5 ist die klassische Ausführung eines CSMA/CD-Bussystems mit Basisbandübertragung und entspricht in vielen Teilen dem Basis-Ethernet DIX V.2. Höchstens 100 MAUs dürfen an einem Segment angeschlossen werden, wobei ein Minimalabstand von 2,5 m nicht unterschritten werden darf. So ist also die maximale Entfernung zwischen zwei Stationen 2500 m. 10Base-5-Systeme besitzen eine LLC, DIX-V.2-Systeme nicht. Außerdem gibt es Unterschiede in der elektrischen Signalisierung. Das führt dazu, daß 10Base-5- und V.2-Stationen zwar am selben Kabel koexistieren, sich aber gegenseitig keine Nachrichten zuschicken können.

Der Standard **10Base-2** beschreibt eine Ethernet-Variante mit einem dünnen Koaxialkabel des Typs RG 58 A/U. Sie entstand aus dem Wunsch nach einer Alternative zu dem sperrigen yellow cable der 10Base-5-Version. Man nennt diese Version auch **Cheapernet**. Die Datenrate beträgt 10 Mbit/s, und die Topologie ist wie bei 10Base-5 ein Bus, allerdings nur von der max. Länge 185 m pro Segment ohne Repeater. An ein Segment können bis zu 30 Stationen angeschlossen werden. Im Gegensatz zum 10Base-5 befindet sich eine Cheapernet-MAU meistens komplett auf der Adapterkarte, die dann zum Anschluß an das Segmentkabel einen BNC-T-Konnektor bzw. eine BNC-Buchse besitzen muß.

10Base-T ist der Teil des 802.3-Standards, der den Einsatz einer sternförmigen Verkabelungsstruktur auch für Ethernet-artige Systeme erlaubt. 10Base-T spezifiziert ein CSMA/CD-Netz mit 10 Mbit/s auf UTP (unshielded twisted pair). Der 'Bus' konzentriert sich bei dieser 802.3-Version in einem Hub (repeater unit). Alle Stationen sind mit diesem Hub über Vierdraht-UTP verbunden. Die max. Entfernung zwischen zwei MAUs ohne Zwischenverstärker wurde auf 100 m festgelegt

Im Rahmen von IEEE wurde eine Gruppe IEEE 802.8 mit Überlegungen und Festlegungen zum Thema fiber optic media beauftragt. Die Untergruppe IEEE 802.8a befaßt sich in diesem Rahmen mit CSMA/CD-LANs.

Im Standard IEEE 802.3 **10Broad-36** findet ein 75-Ohm-Breitband-Koaxialkabel aus der CATV-Technik Verwendung. Die Topologie ist ein unregelmäßiger Baum, dessen Wurzel die Breitbandkopfstation (head end) ist. Durch die Verstärkung in der Kopfstation kann eine maximale Entfernung von 3600 m zwischen zwei Stationen liegen. Der Standard läßt die AUI-Schnittstelle unverändert. Im Rahmen der Breitbandtechnik werden ein Hin- und ein Rückkanal benötigt. Eine IEEE 802.3 10Broad-36 MAU benötigt eine Bandbreite von 18 MHz in jeder Richtung, zusammen also 36 MHz. Pro Richtung werden 14 MHz für die Übertragung des eigentlichen Signals und 4 MHz für die Signalisierung benutzt. Diese Technik wird heute nicht mehr eingesetzt.

Die Entwicklung von 100 Mbit/s schnellen Ethernet-Netzwerken erfolgte fast zeitgleich Ende 1992 mit den Vorschlägen für das **100Base-VG** (siehe IEEE 802.12) und das **100Base-X**. Der Vorschlag 100Base-X zielt auf eine Kombination von CSMA/CD und FDDI ab. Dabei steht das X für eine Box, mit der alle physikalischen Anschlußmöglichkeiten der FDDI-Technologie für die CSMA/CD-Technik verwendet werden können. Der Arbeitskreis führte im Frühjahr 1993 kurz die Bezeichnung IEEE 802.30, wurde aber unmittelbar danach in IEEE 802.3U umbenannt. Alle Technologien, die die MAC-Ebene beibehalten, also am eigentlichen CSMA/CD-Verfahren nichts ändern, werden in dieser Arbeitsgruppe behandelt. Offiziell laufen alle Vorschläge unter der Bezeichnung **100Base-T**, wobei diese sich wiederum in die Verfahren 100Base-T4 und 100Base-X strukturieren. Letztere kennt die Varianten 100Base-FX und 100Base-TX. Bei den Derivaten der 100Base-X-Technologie setzt man bei den

Übertragungsmedien auf STP-Kategorie-5-Kabel (100Base-TX) sowie auf Multimode-Glasfaser (100Base-FX). Bei der 100Base-X-Technologie wird für die physikalische Ebene von einer Signalisierung nach FDDI ausgegangen. Der Vorteil hierbei liegt darin, daß auf bewährte Normen zurückgegriffen werden kann. Die wichtigste Zielsetzung dient dabei auf der Erhaltung der CSMA/CD-MAC-Schicht.

IEEE 802.4 (Token Bus)

Der **Token Bus (IEEE 802.4/ISO 8802.4)** wurde in Verbindung mit MAP (manufacturing automation protocol) bekannt, ist aber von geringer Bedeutung. Es handelt sich um ein Breitbandsystem mit AM/PSK-Modulation. Dieses CATV-kompatible System benutzt eine Modulationsart, bei der der Träger sowohl in der Amplitude als auch in der Phase verändert wird, so daß mehr Information übertragen werden kann. Durch eine duobinäre Vorcodierung mit fünf Amplitudenleveln ist es möglich, eine Datenrate von 10 Mbit/s auf 6-MHz-Kanälen zu realisieren. Standardübertragungsraten sind 1,544 Mbit/s auf einem 4- oder einem 6-MHz-Kanal, 5 und 10 Mbit/s auf einem 6-MHz-Kanal und 10 oder 20 Mbit/s auf einem 12-MHz-Kanal.

IEEE 802.5 (Token Ring)

IEEE definiert den **Token Ring (IEEE 802.5/ISO 8802.5)** als ein Basisbandübertragungssystem auf STP mit Datenraten von 1 und 4 Mbit/s sowie auf Koaxialkabel mit 4, 20 und 40 Mbit/s. IBM unterstützt das standardisierte Verfahren mit 4 Mbit/s und eine eigene Variante mit 16 Mbit/s auf einer Mischung von STP und fiber optic. Erst eine Ergänzung des IEEE-Standards vom November 1988 hat die 4/16-Mbit/s-Operation, LLC Typ 3-Unterstützung, early token release und station management erfaßt. Weitere aktuelle Themen betreffen voice grade media (UTP), reconfiguration, mutiple rings, conformance testing und fiber optic.

IEEE 802.6 (DQDB)

Der Arbeitskreis 802.6 metropolitan area network (MAN) beschäftigt sich mit der Standardisierung von Netzwerk-Protokollen im städtischen Bereich und hat **distributed queue dual bus (DQDB) für MANs** standardisiert. Neben dieser Norm beschäftigt sich die Arbeitsgruppe mit den Protokollen der physikalischen Ebene und hat einen Vorschlag für ein 100-Mbit/s-Protokoll (FDDI physical medium dependent, PMD) ausgearbeitet. Dieser PMD wird in Looped-bus-SMDS-Netzen gebraucht. Weitere Arbeitsgruppen beschäftigen sich mit der Kopplung von zwei LANs über ein DQDB-MAN, mit der Übertragung von Video und der variablen Bitrate.

IEEE 802.7 (Broadband TAG)

Der Arbeitskreis 802.7 beschäftigt sich mit der Breitbandübertragungstechnik im Bereich Lokaler Netze. Es gibt eine technical advisory group (BBTAG, broadband TAG), die Richtlinien für die Verwendung verschiedener Techniken erarbeitet.

IEEE 802.8 (FO TAG)

Die fiber optic technical advisory group (FOTAG) hat Richtlinien für die Verwendung von Glasfasern im LAN-Bereich erarbeitet: fiber optic CSMA/CD network approaches. Das zweite zentrale Thema behandelt die Verwendung von Plastik-Fasern zum preiswerten Anschluß von Endgeräten an Lokale Netze. Im Rahmen von IEEE wurde eine Gruppe IEEE 802.8 mit Überlegungen und Festlegungen zum Thema fiber optic media beauftragt. Die Untergruppe IEEE 802.8a befaßt sich in diesem Rahmen mit CSMA/CD-LANs.

IEEE 802.9 (ISLAN)

Der Arbeitskreis 802.9 *integrated services LAN (ISLAN)*, entwickelt einen Standard, der die CSMA/CD-Protokolle mit den ISDN-Diensten verbindet. Hier existiert noch kein Standard, jedoch ein Entwurf in der Vernehmlassung. Weitere Themen sind isochrone Dienste mit CSMA/CD-MAC-Service und funktionale Spezifikation der Zusammenarbeit von Zugangsgeräten (access unit, AU).

IEEE 802.10 (SILS)

Der Arbeitskreis 802.10 SILS (Standard for Interoperability & LAN Security) definiert eine *Sicherheitsstruktur* für die IEEE 802-Protokolle. Es wurden bereits erste 802.10-Standards verabschiedet: z.B. secure data exchange (SDE). An weiteren Aktivitäten sind zu nennen: das key management und das security management.

IEEE 802.11 (WLAN)

Der IEEE Arbeitskreis 802.11 definiert einen Standard für *wireless LANs (WLAN)*. Eine Gruppe beschäftigt sich mit der Definition der physikalischen Schicht von wireless LANs, wie z.B. den Modulationsmethoden oder Protokolle für den Medienzugang.

IEEE 802.12

Der Arbeitskreis 802.12 befaßt sich mit der von Hewlett Packard und AT&T Microelectronics im November 1992 vorgeschlagenen Version eines *100-Mbit/s-Ethernet* (siehe auch IEEE 802.3U). Da in dem Vorschlag von Telefonleitungen (voice grade cabling) als Medien ausgegangen wurde, heißt dieser Entwurf *IEEE 802.3 100Base-VG*. Im Juni 1993 wird dieser Vorschlag dem IEEE 802.12-Komitee übergeben, um eine Standardisierung zu beantragen. Im September des gleichen Jahres kündigten HP und IBM Pläne an, zusätzlich zu Ethernet auch Token Ring in den Standardisierungsentwurf einzubringen. Es werden also unterschiedliche LANs in die 100Base-VG-Aktivitäten und -Standardisierungsbemühungen eingebunden, was dazu führt, daß die Arbeitsgruppe in *100VG-AnyLAN* umbenannt wird. Mit der 100Base-VG-Technologie soll ein natürlicher Übergang vom existierenden 10Base-T-Standard auf eine höhere Geschwindigkeit geschaffen werden. Als Zugangsmethode wird »demand priority« vorgeschlagen. Wichtige Elemente der 802.3-Technik werden übernommen. So beispielsweise das Frame-Format, die strukturierte Verkabelung und die Steckerdefinition aus der 10Base-T-Spezifikation. Ziel dieser neuen Technologie sind besonders die neuen Multimedia-Anwendungen. Die vorgeschlagene Zugangsmethode ist eine Prioritätsbedarf-Steuerung und hat nichts mit CSMA/CD gemein. Die maximale Entfernung zwischen Endgerät und Hub beträgt 100 m. Mit den anderen 802.3-Systemen hat 100Base-VG nur noch das Paketformat und die LLC gemein. Der von verschiedenen Herstellern geförderte 100VG-AnyLAN-Standard soll als Alternative zu ATM, FDDI und 100Base-T positioniert werden.

IEEE 802.13

Die Arbeitsgruppe 802.13 existiert aus Kompatibilitätsgründen zu den ISO-Normen nicht (wobei auch bekannt ist, dass die Amerikaner sehr abergläubisch sind!).

IEEE 802.14

IEEE 802.14 arbeitet an einem Standard für eine Hybrid Fiber Coax (HFC) Cable TV Infrastruktur. Die Anforderungen zielen in erster Linie auf die Unterstützung interaktiver Applikationen für die Dienste wie Audio, Video, Datentransport sowie 'Information Retrieval' (MultiMedia) ab.