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

Herausgeber: Swisscom

Band: 81 (2003)

Heft: 4

Artikel: Netz ohne Grenzen

Autor: Pease, Arthur E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-876636

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: 13.07.2025

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

Internet

Netz ohne Grenzen

Wie müsste das Internet der nächsten Generation aussehen? Forscher bei Siemens fanden heraus, dass es ein Netz sein sollte, das bewegte Bilder und Sprache mit hoher Qualität überträgt, das zugleich automatisch auf hohe Belastungen reagiert, Fehler korrigiert und bei Unterbrechungen neue Wege findet.

Videokonferenzen via Internet, Fernsehen über die Telefonleitung – in tadelloser Qualität, ohne Zeitverzögerung, sicher, schnell und zuverlässig. Das Internet der nächsten Generation soll all das leisten, was der Nutzer heute vermisst.

ARTHUR F. PEASE

Next Generation Network

Auf unsichtbaren Schnellstrassen flitzen sie dahin: Informationshäppchen, die einst Wörter, Texte oder Bilder waren. Je nach Verkehrsaufkommen vergrössert oder verkleinert sich automatisch die Zahl der Spuren auf den Strassen. Gibt es irgendwo einen Stau, dann werden die schwerelosen Transportfahrzeuge blitzartig umgeleitet. Lieferwagen, die Wörter oder Bilder befördern, bekommen nach Wunsch Vorfahrt – und bringen ihre Waren zu einem erschwinglichen Preis exakt zum richtigen Zeitpunkt an den vorgegebenen Ort.

So funktioniert das Internet der nächsten Generation, das Next Generation Network (NGN) – es ist nichts weniger als das Infrastrukturprojekt des 21. Jahrhunderts. Das NGN wird das tägliche Leben von Grund auf ändern. In nicht einmal fünfzehn Jahren wird man zu Hause, im Büro oder Fahrzeug arbeiten können, wo immer jemand will; an Orten, wo fast jedes Objekt seine eigene Internetadresse hat. Alles, von den Leuchtdioden, die dann den Schreibtisch beleuchten, bis hin zu den centgrossen piezoelektrischen Minimotoren der Modelleisenbahnen wird übers Internet steuerbar sein. Hersteller werden ihre Produkte über das Netz verfolgen, Informationen für Wartung und Reparatur automatisch sammeln, analysieren und ihre Kunden mit Software Updates versorgen.

Schon in etwa drei Jahren wird ein Zugriff auf das persönliche Internetportal von jedem PC, Fernseher oder Mobilgerät aus möglich sein. Dies wird authentifiziert werden durch einen Fingerabdruck, eine Sprechprobe oder ein anderes biometrisches Kennzeichen. Je nachdem, was für eine Hardware vorhanden ist und welche Dienstleistungen bezahlt werden, können dann virtuelle Telekonferenzen abgehalten, ein Online-Spiel gespielt oder an einem Fernseminar teilgenommen werden. Es wird auch möglich sein, binnen Sekunden den Film, das Sportereignis, das Buch, den Song oder die Vorlesung nach Wahl aus dem Netz herunterzuladen.

Telefonate übers Netz

Die meisten Bestandteile des beschriebenen NGN sind entweder bereits in der Testphase oder in der Entwicklung; allen voran die Surpass-Architektur von Siemens, eine mit Hochdruck vorangetriebene Systemlösung, mit deren Hilfe digitale Sprachsignale in «Pakete» umgewandelt werden, die für die auf dem Internet-Protokoll (IP) basierenden Datennetze charakteristisch sind. Das Ergebnis: Mit Surpass wird Sprache genau so übertragen wie Daten – eine Technologie, die Insider als «Voice over IP» (VoIP) bezeichnen. «Surpass lässt Telefon- und Datennetze zusammenwachsen», erklärt Dr. Stefan Hink, der beim Siemens-Bereich Information and Communication Networks (ICN) das Management der Produktelinie Surpass verantwortet. «Eines muss jedoch garantiert sein, bevor Telekommunikationsunternehmen Voice over IP akzeptieren», ergänzt er. «Diese Technologie muss Sprache mit derselben hundertprozentigen Zuverlässigkeit und Qualität übertragen, wie sie die Kunden heute erwarten.»

Bild 1. Die Entwickler bei Siemens untersuchen, wie das Internet der nächsten Generation aussehen müsste.

Derzeit würden einige Aspekte der Surpass-Technologie noch weiter verbessert, doch die Vorteile seien schon so gross, dass etliche Kunden diese bereits einsetzten.

In einer Welt der Paketvermittlung Verbindungen mit derselben Qualität zu erhalten, wie wenn eine feste Leitung zwischen den Kommunikationsteilnehmern geschaltet würde, ist ein ehrgeiziges Ziel. «Die Idee ist», so Stefan Hink, «Sprache und Bilder in Pakete zu zerhacken und dann jedes Paket mit einer Zieladresse und einer Prioritätsstufe zu versehen.»

Die Pakete werden beim Empfänger wieder zusammengesetzt und in die übliche Form gebracht. Das Problem ist aber, dass das heutige Datennetz nicht für solche Aufgaben konzipiert wurde – jedenfalls nicht in Echtzeit. Getreu seiner ursprünglichen Zielsetzung, einen nuklearen Angriff zu überstehen, ist das Internet extrem stabil. Wenn ein Router – eine der Weichen für die Datenpakete – zusammenbricht, wird der Verkehr von anderen Routern umgeleitet. Der Vorteil dabei ist, dass das Netz praktisch unzerstörbar ist; der Nachteil, dass es zu Verzögerungen kommt, die, selbst wenn sie nur wenige Zehntelsekunden dauern, bei Sprachverbindungen bereits als störend empfunden werden.

Herauszufinden, wie das Netz der nächsten Generation in Echtzeit Sprach- und Bewegtbildübertragungen bewältigen kann, ist unter anderem Ziel des KING-Projekts, das vor einigen Monaten gestartet wurde. KING steht für «Komponenten für das Internet der nächsten Generation» und ist ein auf drei Jahre angelegtes Projekt. KING konzentriert sich auf Techniken, die ermitteln, wie sich Sprach- und Bilddatenpakete priorisieren, wie sich Fehler erkennen und beseitigen lassen und wie eine effiziente Zugangskontrolle – also eine Art Verkehrsleitsystem – für ein Netzwerk aussehen könnte, um es nicht zu überlasten. Damit könnte man verhindern, dass das Volumen des priorisierten Datenverkehrs zu stark steigt.

Vorfahrt auf der Datenautobahn

Um eine hohe Sprach- und Bildqualität zu erreichen, also für die «Quality of Service» (QoS), ist die Priorisierung von Daten in der IP-Welt entscheidend. Bei konventionellen Telefonaten ist dies einfach zu erreichen: Da schaltet die Telefongesellschaft eine feste Leitung für die gewählte Nummer. Das ist etwa so, als ob man auf der Autobahn eine eigene Fahrbahn bekäme.

In einer IP-Umgebung, wo sich Sprache, Bild und Daten den gleichen Pfad teilen können, sind die Dinge komplizierter. Doch wenn sie über ein Surpass-System laufen, werden die Datenpakete, in welche die Sprach- oder Bildsignale verwandelt wurden, mit einer Art Aufkleber «hohe Priorität» versehen. Die Router erkennen diese Etiketten und schicken derartige Datenströme in einem virtuellen Koffer, einem Expressdienst, vor konkurrierenden Datenpaketen durchs Netz. So einfach dies klingt, ist es aber nicht. Stefan Hink weist auf ein Problem hin: «Es gibt verschiedene Ansätze zur Etikettierung, von denen aber keiner bislang völlig ausgereift ist.» Er ist daher überzeugt davon, dass sich «die gesamte Industrie derzeit an einem Scheideweg befindet, was das Verständnis betrifft, wie all die neuen Netzkomponenten künftig zusammenarbeiten sollen.»

Die Priorisierung von Paketen ist nicht die einzige Herausforderung. Wenn bei der Übertragung ein Fehler auftritt, muss er ohne merkliche Verzögerung behoben werden. «Sie können am Telefon nicht auf den Aktualisierungs-Button klicken, wenn einige Wörter Ihres Partners nicht ankommen», betont Professor Cornelis Hoogendoorn, der Leiter des KING-Projekts. Cornelis Hoogendoorn's Team hat hierzu eine Technik, Multi-Path-Routing, entwickelt, um einen Datenstrom über mehrere Pfade vom Absender bis zum Adressaten leiten zu können. «Das heisst nicht, dass wir dieselben Daten zweimal übermitteln. So etwas würde ein Netz schnell mit redundanten Informationen überlasten», erklärt Cornelis Hoogendoorn. Stattdessen verteilen die Entwickler einen Datenstrom über mehrere Pfade, also ein Paket über Pfad x, das nächste über Pfad y. Der Vorteil sei, sagt Professor Hoogendoorn, dass man nicht warten müsse, bis das System eine neue Route gefunden habe, wenn es auf einer ein Problem gäbe. Denn eine zweite Route ist ja schon parat. Das heisst, selbst wenn ein Bagger ein vergrabenes Kabel kappen sollte, würde der Nutzer höchstens einen kurzen Aussetzer merken, bevor die neue Route eingerichtet wäre.

Das Labor von Professor Hoogendoorn und seinem Team bei Siemens in München zeigt, welche Leistungsfähigkeit die neue Technik hat. Mit etlichen Routern simulierten die Internet-Experten bereits das gesamte Hochleistungsnetz der USA. «Wir können eine Videokonferenz abhalten, dann das Netz unter Volllast fahren oder simulieren, was passiert, wenn eine der Übertragungsleitungen durchtrennt wird. Dabei messen wir exakt, was – beziehungsweise ob überhaupt etwas – mit der Bildqualität passiert», erläutert Cornelis Hoogendoorn.

Daten-Highway zu Hause

Nicht alles, was sich ein Nutzer auf den Bildschirm holt, muss von entfernten Orten herkommen. Ein Grossteil der Inhalte, die künftig zu Hause empfangen werden – einschliesslich einer riesigen Auswahl an Fernsehkanälen –, könnte von lokalen Servern stammen und so die Last auf den Fernstrecken der Datenautobahn verringern. Aber auch die Stadtnetze können verstopfen, wenn immer mehr Kunden sich für Digital Subscriber Line (DSL) entscheiden. Das ist eine Übertragungstechnik, die über die Kupferkabel der normalen Telefonleitung funktioniert, aber mit 1 bis 8 Mbit/s fünfzehn- bis hundertmal schneller ist als ISDN. Dank dieser hohen Geschwindigkeit, die das Surfen im Internet und Anwendungen wie Teleshopping, Online-Spiele oder das Herunterladen von Musik sehr komfortabel macht, wächst DSL in Deutschland und Japan schon heute um 500% pro Jahr. Darüber hinaus könnte es bald einen neuen Service geben, dem viele Branchenkenner gute Chancen als potenzielle Killerapplikation einräumen: Video over DSL. Damit könnte – je nachdem, welche Gebühren die DSL-Anbieter verlangen – die Nachfrage nach Dienstleistungen, die eine hohe Übertragungsbandbreite erfordern, geradezu explodieren.

Um den Bedürfnissen dieses neuen Markts zu entsprechen, hat Siemens eine Technologie entwickelt, mit der Kunden erstmals all ihre Fernsehprogramme über eine Telefonleitung empfangen können. Das als DSL Access Multiplexer (DSLAM) bekannte System kann die Stadtnetze deutlich entlasten. So funktioniert es: Der Kunde besitzt eine Set-Top-Box, einen so genannten Splitter und ein VDSL-Modem (very high bit rate DSL), das Datenraten bis 32 Mbit/s erlaubt. Er drückt beispielsweise für Kanal 75 einen Knopf seiner Fernbedienung. Dieses Signal wird zusammen mit denen von etwa Tausend weiteren Häusern an eine zentrale Stelle übermittelt. Dort werden die Daten ver-

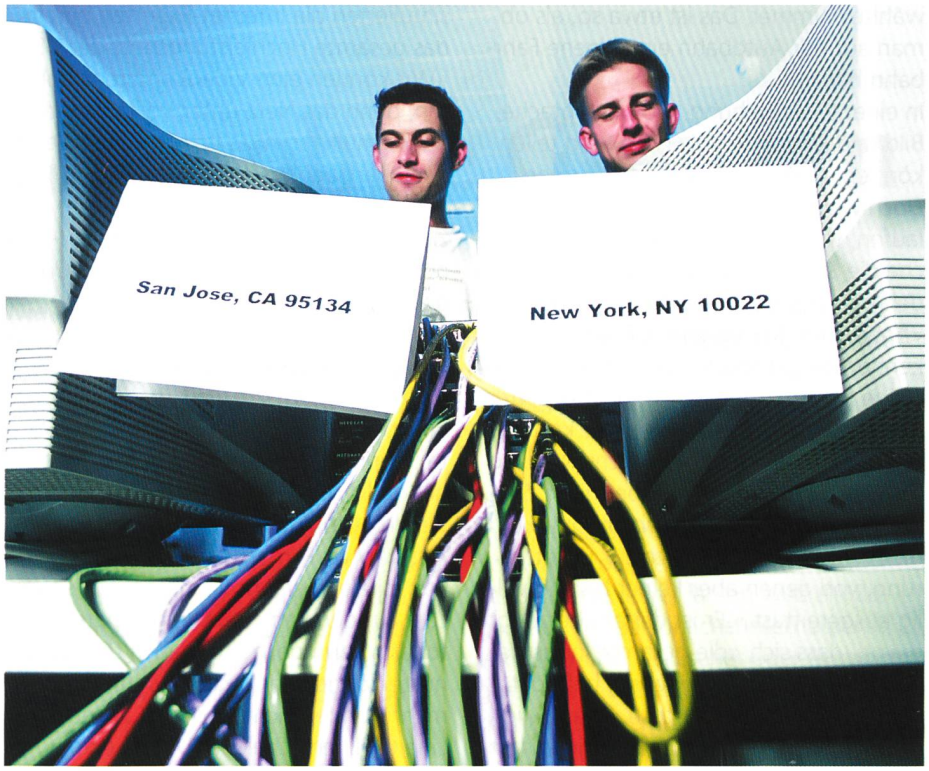


Bild 2. Forscher simulieren Hochleistungs-Glasfaserverbindungen zwischen der Ost- und der Westküste der USA.

glichen, wobei sich vielleicht herausstellt, dass 97 Kunden den gleichen Kanal gewählt haben. Anstatt nun 97-mal den gleichen Video-Datenstrom von den weiter entfernt stehenden Servern anzufordern, wird er nur einmal übertragen, aber im Datenzentrum vor Ort 97-mal kopiert und an die Kunden gesandt. Eine Tausendstel-Sekunde später sieht der Abonnent sein gewünschtes Programm.

Dr. Hermann Rodler, Leiter der Produktentwicklung und an der Entwicklung des VDSL-Standards beteiligt, hält diese Technologie für einen Durchbruch, «denn auf diese Weise können Telekommunikationsfirmen die Kosten für den Bau zahlreicher Netze einsparen, die doch nur redundante Informationen übertragen würden.» Auch der Kunde hat Vorteile: Er braucht nur eine einzige Leitung, eine Übertragungstechnologie und bekommt auch nur eine Rechnung für alle Arten der Kommunikation. «Das ist es, was 70% der Kunden wollen», sagt Hermann Rodler und fügt hinzu, dass es im Jahr 2003 weltweit erste kommerzielle Versuche geben werde. «Ich persönlich betrachte dies schon als eine Killerapplikation.»

Vernetzung der Netze

Mit der Flut an Informationen, die in den kommenden Jahren auftauchen wird, dürfte es nicht lange dauern, bis auch die Kommunikationsgeräte vernetzt werden. Dr. Holger Herzog, Leiter des Fachzentrums Netze und Multimediakommunikation bei Siemens Corporate Technology in München, meint dazu: «Nehmen wir an, Sie bekommen eine Nachricht auf Ihrem Handy, das übrigens dasselbe Telefon ist, das Sie zu Hause benutzen. An dieser Nachricht hängt ein Video als Attachment. Was ist zu tun? Die Lösung wird der so genannte Home Media Ser-

Begriffe aus der Technikwelt des Internets

TCP/IP

Das Transmission Control Protocol (TCP) und das Internet Protocol (IP) sind die zwei Übertragungsprotokolle, auf denen der Daten-austausch im Internet basiert. TCP zerlegt die Informationen in kleine Pakete (bis zu 1500 Zeichen) und stellt ihnen einen Header, eine Art Etikette, voran. Dieser Header umfasst Informationen über die Anordnung der Pakete innerhalb der Datei und eine Checksumme, mit deren Hilfe überprüft werden kann, ob das Paket während der Versendung verstümmelt oder verändert wurde. IP versieht das Paket schliesslich mit einer Adressetikette, welche die IP-Adressen des Senders und des Empfängers enthält.

IP-Adresse

Eine IP-Adresse besteht aus vier Zahlenfolgen, die durch Punkte voneinander getrennt sind, z. B. 204.171.64.2. Jeder Computer, der Teil des Internets ist, hat eine solche Adresse, um identifiziert und adressiert werden zu können. User, die sich über einen Internet Provider einloggen, bekommen eine temporäre IP-Adresse, solange sie online sind. Da man sich die Nummern kaum merken kann, werden ihnen oft Domain-Namen zugewiesen, wie siemens.com oder world-bank.org. Auch der zweite Teil einer E-Mail-Adresse (hinter dem @) ist eine Domain-Angabe, anhand derer die Mail ans Zielnetzwerk weitergeleitet wird.

Router

Router sind die Schaltzentralen zwischen den Subnetzen des Internets. Sie funktionieren wie ein Weichenstellwerk oder eine automatische Briefsortieranlage, lesen die IP-Header der empfangenen Pakete und erkennen anhand einer vorprogrammierten Routing-Tabelle, an welches Netzwerk oder an welchen anderen Router sie das Paket weiterleiten sollen. Moderne Router können auch untereinander kommunizieren und ihre Tabellen selbstständig aktualisieren.

IPv6

Das ist eine neue Generation des IP, die Version 6. Ihre Vorteile gegenüber dem heute meist noch gängigen Standard IPv4 sind unter anderem, dass Echtzeit-Video und -Audio besser unterstützt werden und dass die Grösse der IP-Adressen von 32 Bit auf 128 Bit erweitert wird. Das ist die Voraussetzung dafür, dass beliebig viele Geräte Internet-Adressen bekommen können.

Tobias Hahn

ver sein. Zunächst werden Sie wohl auf Ihrem Mobilgerät eine kurze Zusammenfassung oder ein prägnantes Standbild des Videos sehen wollen. Dann drücken Sie auf ein ‹Icon› am Handy und leiten die Daten an Ihren PC oder Fernseher weiter, wo Sie das Video, wenn Sie zu Hause sind, in voller Schönheit betrachten können. Das System bietet Ihnen also die gewünschten Informationen, wo und wie Sie diese auch immer empfangen wollen; dies unter Berücksichtigung der Möglichkeiten Ihrer Geräte und Ihrer persönlichen Vorlieben.»

Bei Roke Manor Research, dem Siemens-Forschungszentrum in Südengland, wird ein Home-Hub-System entwickelt, das künftige Mobilfunktechnologien mit mobilem Internetzugang kombiniert. «In einigen Jahren», so Keith Halsey, Business Unit Manager für Internetsysteme, «wird es möglich sein, von jedem Ort der Erde aus zu sehen, wer zu Hause gerade an der Tür klingelt. Und damit nicht genug: Sie werden auch den Ausweis des Besuchers prüfen können und ihn gegebenenfalls in die Wohnung lassen, wenn er Pakete oder Einkäufe abliefern soll.»

Laut Keith Halsey könnten derartige Dienstleistungen zu einer wichtigen Einnahmequelle für Internet Service Provider werden.

Auch die Arbeit mit dem PC wird bald viel individueller ablaufen. So hat Siemens mit der Firma Juniper Networks vereinbart, Software und Edge Router aus dem Juniper-Werk in Westford, Massachusetts, einzusetzen, um Kunden ein Service-Deployment-System zu bieten. Das ist eine Art Online-Shop für Telekommunikationsdienste, der den Bedürfnissen eines jeden Kunden angepasst werden kann. Einer der interessantesten Aspekte dieses Dienstes ist ein Button zur Erhöhung der Bandbreite. «Nehmen wir an, Sie zahlen 35 S-$ im Monat für den Basic Service, aber gelegentlich möchten Sie eine Reihe von Songs aus dem Netz herunterladen», erläutert Karen Livoli, Marketingexpertin bei Juniper Networks. Nun würde das Herunterladen bei 128 kbit/s die ganze Nacht dauern. «Also zahlen Sie eine Zusatzgebühr, drücken den Beschleuniger und erhalten die Songs innerhalb von zehn Minuten.» Nicht selten wird es dann vorkommen, dass der Nutzer Gefallen an der Sache findet und vielleicht nach ein paar Monaten auf einen schnelleren Dienst umbucht, was wiederum dem Internet Service Provider mehr Einnahmen beschert.

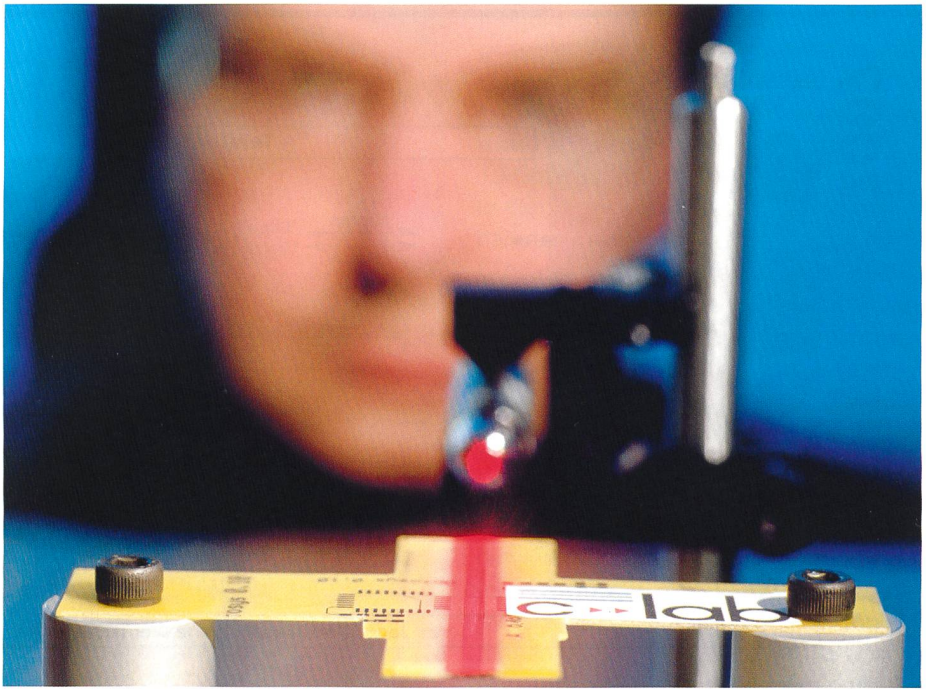
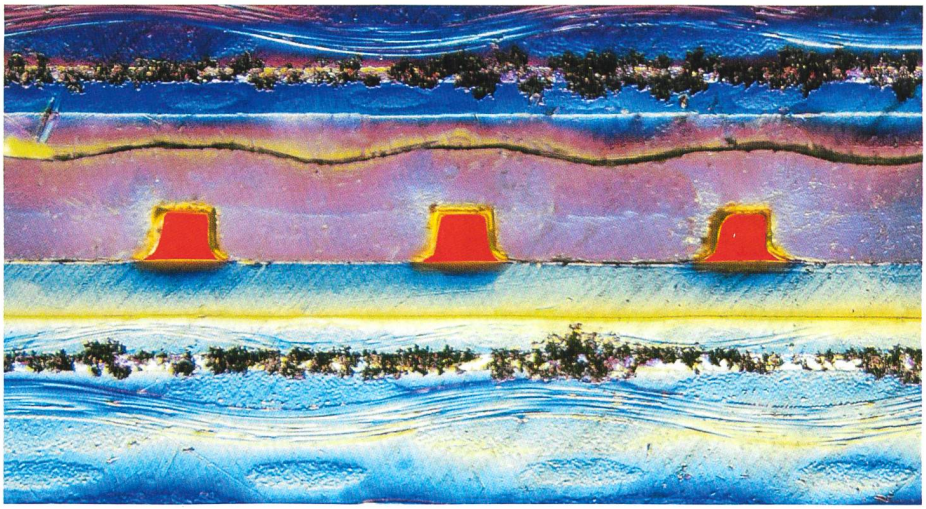
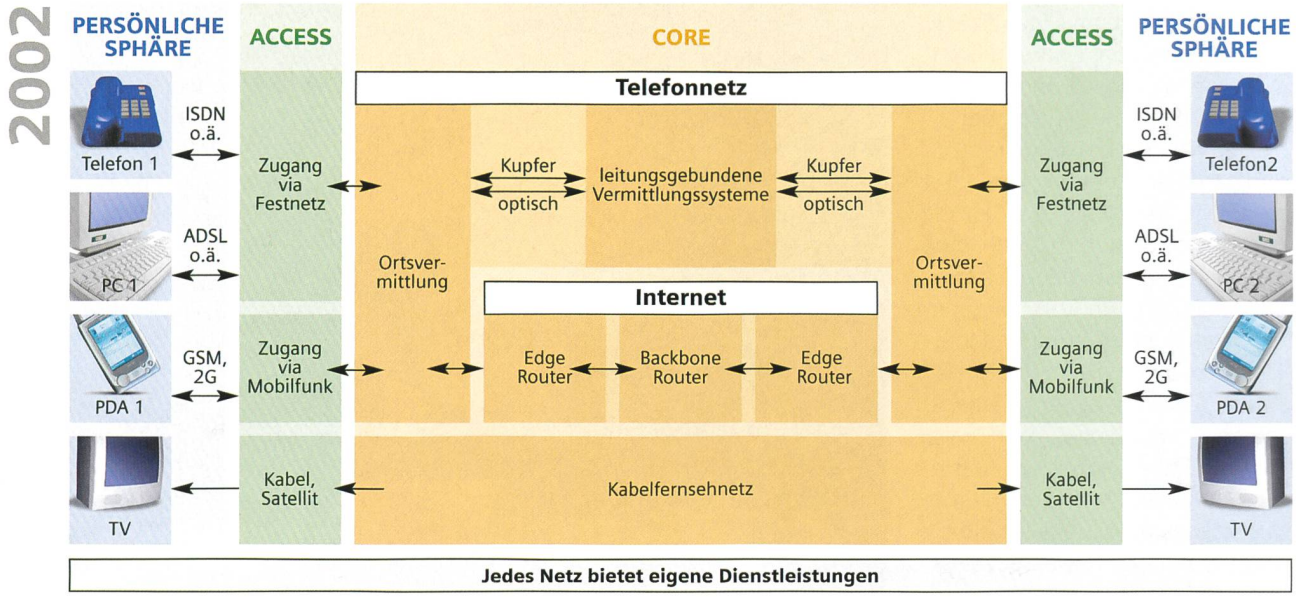


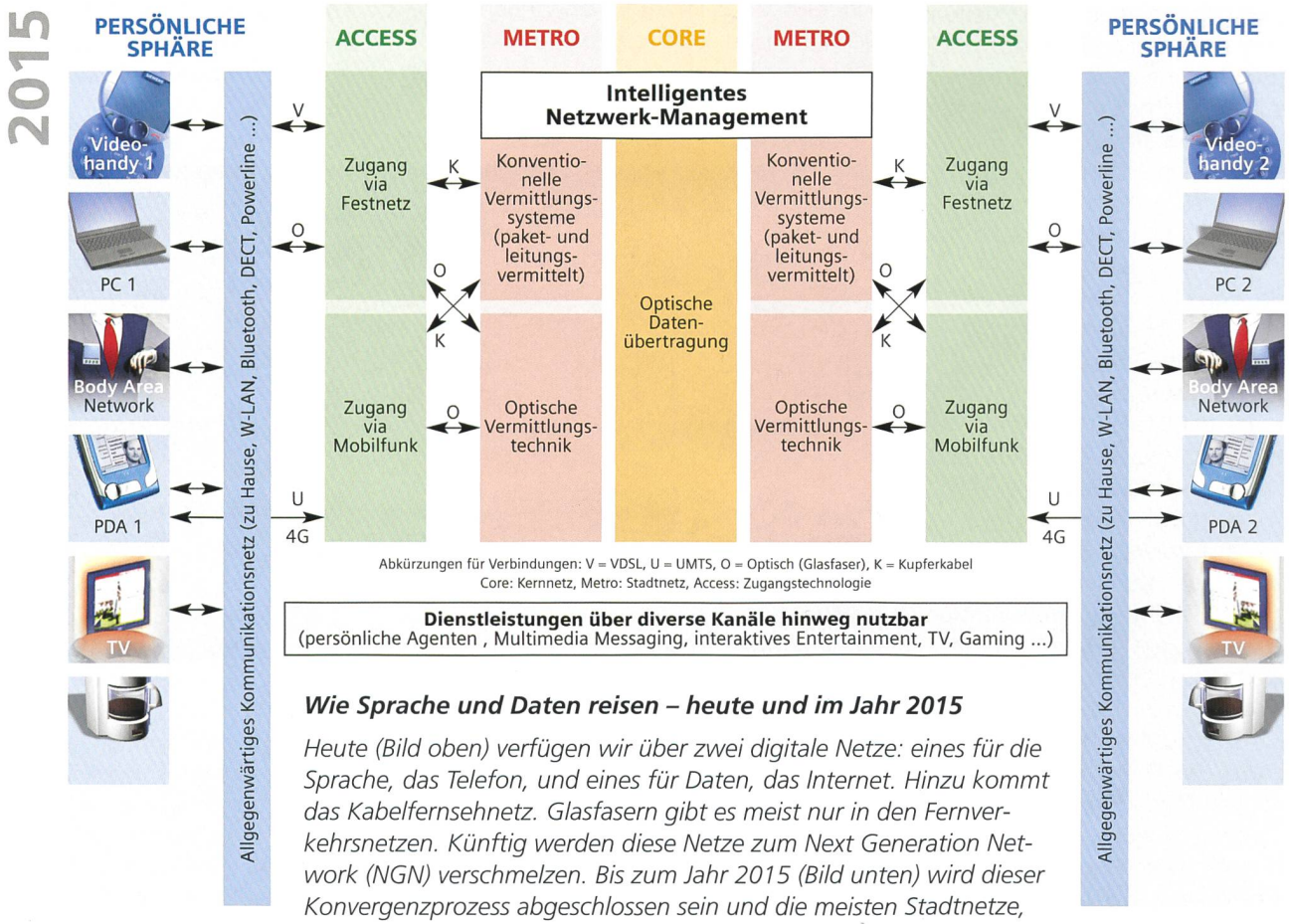
Bild 3. Forscher am C-Lab, einer Kooperation zwischen der Universität Paderborn und Siemens, haben eine Leiterplatte (Bild unten, im Querschnitt) entwickelt, die Daten über optische Verbindungen übermittelt. Das ist ein wichtiger Schritt zu einer rein optischen Datenkommunikation.



Optische Revolution

Angesichts dessen, was die konventionellen Kupferleitungen künftig alles leisten können, stellt sich die Frage, warum irgendjemand zu Hause oder im Büro noch Glasfasern brauchen sollte. Die Antwort ist einfach: Es wird Anwendungen geben, die Glasfasern erfordern. Denn wenn erst einmal Multimedia-Dienste entwickelt werden, welche die Kunden wollen und bezahlen können, entsteht ein Bedarf dafür. Das ist wie mit Computerfestplatten, deren Speicherplatz nie ausreicht. Dr. Berthold Lankl, Entwicklungsleiter für optische Netze bei ICN, sieht es so: «Mit der heutigen Technologie könnten wir bis zu 1000 Mbit/s ins Haus übertragen, also etwa das Tausendfache einer einfachen DSL. Für mich ist die entscheidende Frage, ob die derzeitigen Glasfasernetze für die Fernverbindungen und die Infrastruktur der Stadtnetze der Nachfrage gerecht werden können. Diese wird in Zukunft dramatisch ansteigen.» Aus diesem Grund arbeiten Siemens-Forscher in Deutschland und in den USA am All-optical-Internet, dem rein optischen Netz. Die heute gesendeten Signale sind elektrisch. Auf ihrem Weg zum Empfänger werden





Wie Sprache und Daten reisen – heute und im Jahr 2015

Heute (Bild oben) verfügen wir über zwei digitale Netze: eines für die Sprache, das Telefon, und eines für Daten, das Internet. Hinzu kommt das Kabelfernsehnetz. Glasfasern gibt es meist nur in den Fernverkehrsnetzen. Künftig werden diese Netze zum Next Generation Network (NGN) verschmelzen. Bis zum Jahr 2015 (Bild unten) wird dieser Konvergenzprozess abgeschlossen sein und die meisten Stadtnetze, Vermittlungsstellen und viele Privatkunden werden optische Verbindungen mit fast unbegrenzter Übertragungsleistung nutzen. Anders als das Internet von heute wird das NGN ein intelligentes, sich selbst verwaltendes und reparierendes System sein. Auch werden viele Objekte der Umgebung Teil des NGN sein. Dies wird es ermöglichen, Daten zwischen den unterschiedlichsten Geräten auszutauschen und Dienstleistungen auf den Benutzer masszuschneidern.

Das Internet – unkontrollierbar, doch nicht ohne Regeln

Eine der herausragenden Eigenschaften des Internets ist das Fehlen fast jeder Art von Kontrolle oder Beschränkung. Doch natürlich existieren einige Instanzen, die sich mit der Festlegung von Standards befassen. Der Natur des Internets entsprechend sind dies keine Regierungsbehörden, sondern gemeinnützige, private Vereinigungen. Die wichtigste ist die Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN), die eine breite Koalition aus Akademikern, Technikern, Internet-Unternehmen und Benutzergruppen repräsentiert und von fast allen Regierungen anerkannt wird. ICANN hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Stabilität des Internets sicherzustellen, und vergibt weltweit sämtliche Domänen (etwa .org oder .com), IP-Adressen und Protokoll-Parameter. Die Internet Engineering Task Force (IETF) beschäftigt sich in enger Zusammenarbeit mit ICANN mit der Entwicklung neuer Übertragungsprotokolle, während das Internet Architecture Board (IAB) sich mit der Architektur, also dem Aufbau des Internets beschäftigt. Die Internet Society (ISOC) schliesslich stellt ein einflussreiches Forum dar, in dem über Themen, wie Besteuerung, Urheberrechte oder Zensur, diskutiert wird, die für die zukünftige Entwicklung des Internets von entscheidender Bedeutung sein werden.

sie beim Erreichen des optischen Fernverkehrsnetzes in optische Signale umgewandelt und anschliessend wieder zurück. Ohne diese Konvertierung wäre die Datenübertragung erheblich effizienter. So ein Schritt ist jedoch noch Jahre entfernt, denn er hängt von der Entwicklung rein optischer Schalter, Router und der entsprechenden Software ab. Trotzdem gibt es bereits Fortschritte: So hat zum Beispiel ein von John Mansbridge in Roke Manor geleitetes Team den RipCore LightBus entwickelt, eine optische Technologie, die den Kern künftiger Router bilden könnte. «In zwei Jahren», so Mansbridge, «wird RipCore in der Lage sein, 1,3 Petabit (rund 1015 Bit) an Daten pro Sekunde zu übertragen. Das entspricht dem gesamten Textinhalt aller Bibliotheken der USA.»

Mehr Daten durch eine Faser

Währenddessen untersuchen Siemens-Entwickler in München jede Möglichkeit, wie man mehr Informationen durch die bestehenden Glasfasern bekommen könnte. Heute lassen sich bis zu 160 unterschiedliche Frequenzen mit Lasern über eine einzige Glasfaser übertragen und auf jedem dieser Kanäle zwischen 2,5 und 10 Gbit/s. «Technisch sind aber pro Wellenlänge schon 40 Gbit/s machbar», sagt Berthold Lankl. «Das haben wir vor kurzem demonstriert, indem wir 176 Kanäle mit je 40 Gbit/s, also über sieben Tbit/s, über eine einzige Glasfaser übertragen haben – das ist Weltrekord. Und wir erforschen derzeit Systeme, die pro Kanal sogar mit 160 bis 320 Gbit/s arbeiten können.»

Berthold Lankl und sein Team konzentrieren sich auf Hochleistungssysteme. So könnte schon bald eine Technologie namens Quadrature Phase Shift Keying (QPSK) eingesetzt werden, die man beim digitalen Fernsehen gut kennt, jedoch bislang nie für optische Netze verwendet hat. Berthold Lankl erläutert, dass mit Hilfe von Komponenten aus Galliumarsenid und Lithiumniobat, die das Laserlicht modulieren, das Licht in der Glasfaser polarisiert übertragen werden kann. «Damit könnten wir die Zahl der pro Sekunde übertragenen Bits vervierfachen – also beispielsweise 40 Gbit/s statt 10 Gbit/s übertragen.»

In den Fernverkehrsnetzen, den so genannten Backbones des Internets, sind Glasfasern schon heute die Norm. Auch bei Stadtnetzen werden immer mehr von ihnen eingesetzt. Im Fokus von morgen stehen dann die Privatkunden. «Die letzte Meile zum Haus oder der Wohnung», so Berthold Lankl, «ist das Einzige, was für eine praktisch unbegrenzte Bandbreite noch fehlt. Wenn wir das geschafft haben, wird dies über Jahrzehnte hinweg alle Steigerungen des Datenvolumens auffangen.» So führt also interessanterweise der Weg von den Telefonleitungen des 20. Jahrhunderts zum Next Generation Network mit seinem unabsehbaren Spektrum an Dienstleistungen direkt in die Wohnzimmer. 6

Quelle: «Pictures of the Future»

Arthur F. Pease, *Executive Editor, «Pictures of the Future», Corporate Communications und Corporate Technology, Siemens, München*

Summary

Network without Barriers

What should the Internet of the next generation look like? Researchers at Siemens have found that it needs to be a network which provides high-quality transmission of moving images and speech and also reacts automatically to heavy burdens, corrects errors and finds new routes when interruptions occur. Video conferences via the Internet, television via the phone line – in perfect quality, with no time delay, secure, fast and reliable. The Internet of the next generation should provide everything that today's user lacks. Maintaining connections of the same quality as if a fixed line link were activated between the communicating parties is an ambitious goal in this world of packet-switched transmission. The idea is to break down speech and images into packets and then assign a target address and priority category to each packet. The packets are reassembled at the recipient's end and put in the right order. The problem, however, is that the current data network was not designed for this type of task. This article reports on how researchers are working to solve this problem.