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

Herausgeber: Swisscom

Band: 75 (1997)

Heft: 9

Artikel: Auf dem Daten-Highway ins Jahr 2000?

Autor: Dürsteler, Andreas

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-876965

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: 09.07.2025

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

Internet – Funktionsweise und technische Neuerungen

Auf dem Daten-Highway ins Jahr 2000?

Internet liefert täglich Schlagzeilen und ist zum Synonym für den Information-Highway geworden – eine Daten-«Autobahn», bei der die Swisscom nicht nur die Strassen bauen will, sondern auch Zufahrtswege, Kreuzungen und ein Verkehrsleitsystem, damit der Verkehr reibungslos funktionieren kann. Mit «Blue Window» werden auch Fahrzeuge zur Verfügung gestellt, die dem Kunden die Güter direkt ins Haus liefern. Der Artikel zeigt dem Internet-Benutzer die Funktionsweise, die Problematik der Datenstaus und die technischen Neuerungen des Internets. Zudem wird eine Tatsache deutlich: Auf der rasanten Fahrt ins nächste Jahrtausend wird man auch noch einige Internet-Baustellen antreffen.

ANDREAS DÜRSTELER, BERN

Obwohl das Internet als klar umschreibbares System gar nicht existiert, ist es heute ein zentrales Thema für Politik, Wirtschaft, Wissenschaft, Schule und Unterhaltungsindustrie. Internet blickt auf eine über 25jährige Geschichte zurück. Gegen Ende der sechziger Jahre wurden beim DOD (Department of Defense, USA) die Computersysteme, primär aus Sicherheitsgründen, verteilt und vernetzt. Durch die enge Kopplung mit verschiedenen Hochschulinstituten folgte als nächster Schritt eine US-weite Vernetzung. Die globale Zusammenarbeit in gewissen Forschungsbereichen führte dann schnell zu einer Vernetzung der lokalen Hochschulforschungsnetze rund um den Erdball.

Die Basisdienste von Internet, wie

- E-mail (Versenden von Nachrichten)
- Telnet (Einloggen auf entfernte Rechner im Netz)
- FTP (Kopieren von Dateien über das Netz)
- News (auf E-mail basierte Diskussionsforen)

wurden lange Zeit nur in Wissenschaft und Forschung eingesetzt. Das Verkehrsvolumen des Internets überstieg aber bereits Mitte der achtziger Jahre das weltweite Volumen von Telex und Telegraph – 10 Jahre bevor die Telecom-Industrie das Phänomen Internet überhaupt ernsthaft zur Kenntnis nahm. Die Kommerzialisierungsphase setzte 1990 ein, und heute sind über 18 Mio Rechner registriert; für das Jahr 2000 erwartet man rund 100 Mio Rechner, bei einem Wachstum von etwa 100 % pro Jahr. In der Schweiz sind etwa 150 000 Rechner eingetragen; bei der Annahme von etwa vier Personen pro Rechner sind über eine halbe Million Schweizer schon als aktive Internet-Benützer tätig gewesen.
Internet wird neue Chancen (z. B. Kommunikationsstrukturen) schaffen, aber auch eingespielte Abläufe etablierter Branchen (z. B. Handel, Verkauf) grundlegend verändern.
Viele innovative Lösungen, die Internet zur Verfügung stellen wird, sind heute im Labor erprobt, doch bis zu einer globalen Erschliessung müssen noch einige – nicht nur technische – Hürden genommen werden, Stichworte sind: Normierung, Urheberrecht, Datenschutz, Preisgestaltung. Der Internet-Boom lässt heute allzuschnell Probleme in den Hintergrund rücken.

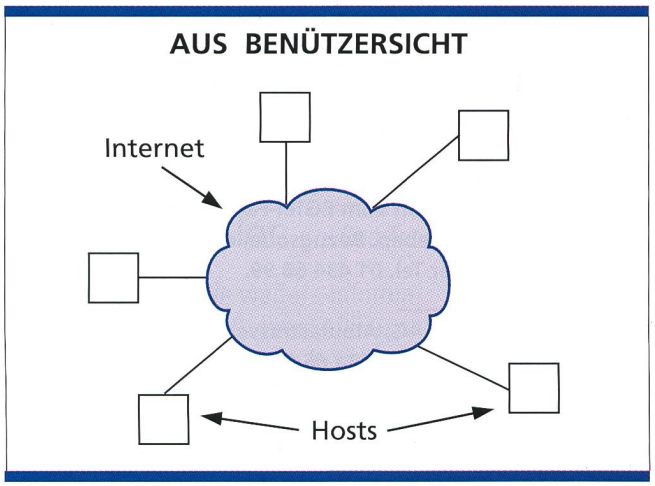


Bild 1. Internet aus Benützersicht. Die Bezeichnung Host steht für PC, Workstation oder Server.

Internet wird den Umgang mit der Ressource Information revolutionieren

Internet ist mehr als nur eine neue Art von elektronischer Kommunikation. Internet ist einerseits das, was die Bezeichnung «Inter-Net» impliziert: Es ist ein Satz von Protokollen und Regeln für die Verbindung von Computern. Oder genauer ausgedrückt: Es handelt sich um einen Verbund von physikalischen Netzwerken für die Datenkommunikation,

man spricht vom weltweiten Netz «Internet». Zudem entwickeln sich die breitgefächerten Internet-Technologien zu einer globalen Basis für kommerzielle Anwendungen. Während weltweit operierende Unternehmen auf E-mail und World Wide Web (WWW) setzen, dürfte Internet – kräftig unterstützt von der Unterhaltungsindustrie – in den nächsten Jahren die privaten Haushalte «erobern».

Worauf basiert der Erfolg von Internet ?
Neben der eigentlichen Technologie (TCP/IP, WWW) haben Kostenfaktoren sowie die einfache Verwaltung zum Internet-Boom beigetragen.

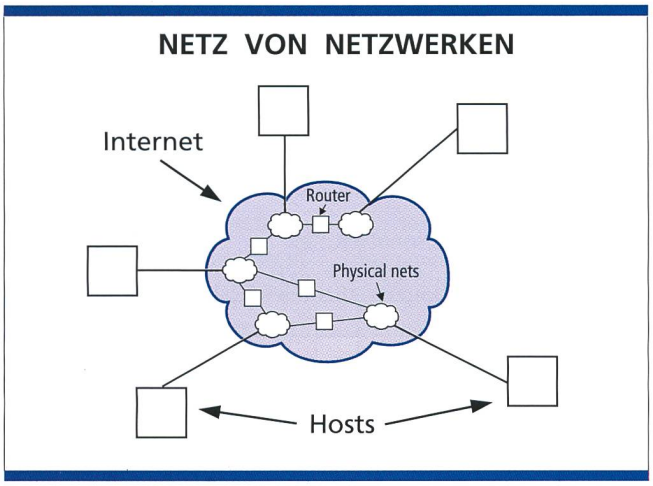


Bild 3. Internet als Netz von Netzwerken.

Netzwerk-Technologie
Die hohe Flexibilität der Internet-Protokolle TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) haben zu einer weitgehenden Unabhängigkeit vom Übertragungsmedium geführt. Ob Telefonleitung, private digitale oder analoge Breitbandverbindungen, Funk- oder Satelliten-Verbindungen: TCP/IP garantiert eine robuste und fehlerfreie Datenübertragung, unabhängig von Transferrate, Verzögerung, Paketgrösse oder geographischer Distanz.

- Das IP-Protokoll ermöglicht eine virtuelle Verbindung zwischen Maschinen, bestimmt den Pfad für die Verbindung und regelt die Adressierung.
- TCP steuert den Verkehrsfluss und liefert dem Benutzer einen fehlerfreien Datenstrom, auch über Verbindungswege, die auf qualitativ schlechten Leitungen basieren.

Dank der guten Verträglichkeit von TCP/IP mit den darunterliegenden Netz-Protokollen wie ETHERNET, FDDI, ISDN, PSTN, ADSL oder ATM können neue Applikationen mit geringem Aufwand im lokalen wie auch im globalen Netzwerkbereich eingeführt werden [1].

Applikations-Technologie
Neben den Basisdiensten hat vor allem World Wide Web (WWW) Internet zum Durchbruch verholfen. Das Hyper Media System WWW, 1989 am CERN in Genf entwickelt, bedient sich zur Erstellung von Dokumenten (bestehend aus Texten, Audio, Video) der Makro-Sprache HTML (Hyper Text Mark-up Language), und über die ULR (Universal Resource Locator) können solche Dokumente weltweit zu einer logischen Einheit verknüpft werden. WWW wird somit zum Katalysator für die Globalisierung der Märkte, das heisst auch, dass Neuentwicklungen von unternehmensweiten Applikationen diesem «Standard» entsprechen müssen.

netID	hostID
193.5.225. 26	

Bild 2. IP-Adresse (IPv4).

Kostenlose TCP/IP-Software für den Endbenützer
Seit Mitte der achtziger Jahre wird TCP/IP-Software für die UNIX-Welt kostenlos abgegeben (im Gegensatz etwa zu X.400). UNIX als führendes Betriebssystem für die Internet-Server hat somit indirekt zur Popularität beigetragen, da Applikationen wie E-mail, FTP usw., für alle UNIX-Benützer seit Jahren zur Verfügung stehen.
Heute werden die PCs standardmässig mit TCP/IP ausgeliefert und sind Internettauglich. Jeder PC-Besitzer ist also nach dem Kauf eines PCs in der Lage, Netzwerkaufgaben im Bereich Verbindung, Routing, Steuerung der Datenströme zu übernehmen. Dies sind Aufgaben, die im klassischen Telecom-Bereich die Netzwerk-Operatoren wahrnehmen (technisch und finanziell).

Internet-Norm – ohne Normierungsgremium
Für Protokollerweiterungen oder die Verwaltung von Adressierstrukturen sind die recht informellen Organisationen IETF, ISoc (Internet Engineering Task Force, Internet Society) zuständig. Die Standardisierungsvorschläge werden primär auf dem Medium Internet vorangetrieben und verabschiedet, eine Arbeitsweise, die die klassischen Normierungsgremien (ITU, ETSI) aufmerksam beobachten. Mit der zunehmenden Kommerzialisierung von Internet werden jedoch Bereiche wie Interconnection, Internet-Backbones, Internet Service Provider (ISP) usw. durch private Gesellschaften wahrgenommen.

Wie funktioniert Internet ?
Im Gegensatz zu den Auto-Highways ist Internet als Daten-Highway nicht sichtbar. Basierend auf der Applikation E-mail werden Funktionsweise, Probleme und Lösungen für die Zukunft beschrieben.

Internet aus Benützersicht
Aus der Sicht des Benützers erscheint Internet als ein grosses, virtuelles Netzwerk, das alle Computer umfasst, die an diesem Netzwerk angeschlossen sind (Bild 1).
Für den applikationsorientierten Benützer ist es nicht relevant, wie sich die Netzwerkstruktur im Innern der «Netzwerk-Wolke» darstellt. Damit er am Internet partizipieren kann, muss sein Rechner mit einer eindeutigen IP-Adresse konfiguriert sein.

Internet aus der Perspektive Netzwerk
Versucht man, die «Netzwerk-Wolke» aufzulösen, ist festzustellen, dass das Internet ein Netz von Netzwerken bildet. Als Netzwerk können LANs, WANs oder auch nur Punkt-zu-Punkt-Verbindungen bezeichnet werden. Die einzelnen Netzwerke sind untereinander via Routers

Hops	Node (DNS-Name)	Node (IP-Adresse)	Bemerkung
1	router233.vptt.ch	(193.5.233.1)	Startpunkt: CT Swisscom
2	swiBE1-S2-0.switch.ch	(130.59.138.58)	Uni Bern
4	swiEG1-F6-0-0.switch.ch	(130.59.20.211	Cern Genf
5	s2-4.c36-11.New-York2.t3.ans.net	(204.151.184.33)	USA Ost
...			
9	sl-mae-e2.sprintlink.net	(192.41.177.242)	USA West
...			
18	smorgasbord.ICSI.Berkeley.EDU	(128.32.201.6)	Zielpunkt ICSI

Tabelle 1. Auszug aus der Liste der traversierten Netze (DNS, IP-Adresse) auf der Route zwischen Bern (CT Swisscom) und Berkeley (ICSI).

verbunden (Bild 3). Jedes Netzwerk verfügt über eine IP-Adresse (z. B. 193.5.225.0), und jeder Rechner gehört zu mindestens einem Netzwerk. Die IP-Adresse setzt sich dabei aus einer Netzwerk- und einer Host-Identifikation zusammen (Bild 2). Die zwingende Netzwerkzugehörigkeit eines Rechners führt dazu, dass bei einem Netzwerkwechsel die IP-Adresse geändert werden muss. Kritiker führen diese Abhängigkeit als Negativpunkt auf, weil das einer allseits gewünschten Mobilität zuwiderläuft.

IP-Adressierung

Von den rund 18 Mio registrierten Computern sind nur etwa 3 Mio «physisch» sichtbar. Rein theoretisch könnte man mit dem Adressraum von IPv4 (heutige IP-Version) rund 300 Mio IP-Adressen verwalten. Die bis anhin schlecht bewirtschafteten Adressierungsbereiche haben die Internet Society veranlasst, die reservierten, aber nicht benutzten Adressen zu identifizieren und wieder freizugeben. Heute stehen rund 20 % mehr IP-Adressen zur freien Verfügung als vor zwei Jahren. Trotz dieser Bemühungen werden die IP-Adressen in fünf bis sieben Jahren ausgeschöpft sein. Um die Problematik langfristig zu lösen, hat die IETF ein neues Protokoll entwickelt, IPv6 (IP-Version 6). Die Adresslänge von IPv6 beträgt 128 bit (anstelle 32 bit bei IPv4); sie könnte jeden Quadratmeter der Erde mit mehreren Adressen versorgen, auch dann, wenn durch die Einführung von Adresshierarchien die Ausnutzung stark eingeschränkt würde. Die hierarchischen Adressierstrukturen ermöglichen kleinere Router-Tabellen und erleichtern somit das Routing. IPv6 ist verfügbar und wird von vielen Lieferanten unterstützt. Die Neunumerierung aller IP-Systeme oder die Neukonfiguration einer älteren Routergeneration ist mit vielen Unbekannten behaftet, so dass viele Firmen noch von der Migration von IPv4 nach IPv6 absehen [2].

Die Router als Bindeglied zwischen Netzwerken unterschiedlicher Kapazitäten und Technologien spielen beim Weiterleiten der Datenpakete eine zentrale Rolle.

Routenwahl

Der Weg der Datenpakete eines E-mails von Bern nach Berkeley (USA) führt via 18 verschiedene Netzwerke (hops). In Bild 4 ist der schematische Ablauf dargestellt, und in Tabelle 1 sind einige Netze (unter Angabe der IP-Adresse und des DNS-Namens) aufgeführt, die auf dem Weg nach Berkeley traversiert werden. DNS (Domain Name System) ordnet den IP-Adressen alphanumerische Namen zu (z. B. steht t3 für eine T3-Strecke [45 Mbit/s] in Tabelle 1).

Es ist nicht möglich, dass eine Applikation auf die Routenwahl Einfluss nimmt. Der Transport ist vergleichbar mit einem Postpaket, auf dem der Absender auch nur die Zieladresse angeben muss und die Wahl des Weges der Post überlässt. Je nach Netzauslastung und Netztopologie können unterschiedliche Wege zwischen Sender und Empfänger gewählt werden.

Die Informationen der Applikation E-mail werden am Startrechner (Workstation Bern) der Transportschicht übergeben, dort werden sogenannte TCP-Pakete erstellt und diese der Internet-Schicht zugestellt; sie generiert sogenannte IP-Datagramme für die Übergabe an die Netzwerkschicht. Auf dem physikalischen Netzwerk werden Frames erzeugt, die dann über den ersten Router Richtung Empfänger geschickt werden. Erst beim Zielrechner (Host Berkeley) werden die IP-Pakete wieder zusammengebündelt, der Applikationsschicht übergeben und so dem Empfänger in der ursprünglichen Form wieder als Message dargestellt [1].

Internet-Schichtenmodell

Bei Internet spricht man von einem vierschichtigen Modell:
- Applikation
- Transport
- Internet und
- physikalisches Netzwerk.

Das Schichtenmodell ist mit dem OSI-Modell mit sieben Schichten vergleichbar (Bild 5). Neben der kleineren Anzahl Schichten kommt hinzu, dass bei TCP/IP-Netzen die Zuverlässigkeit nicht zwischen allen Schichten (wie bei OSI) kontrolliert wird, sondern nur auf der Applikationsschicht. Damit wird die höhere Effizienz plausibel.

Protokoll DNS

Das Protokoll DNS (Domain Name System) erleichtert die Adressierung, indem man den schlecht interpretierbaren IP-Adressen der Rechner alphanumerische Namen zuordnet; so steht zum Beispiel für den Server mit der Homepage der Swisscom:

WWW.TELECOM.CH

	mit der IP-Adresse: 138.190.1.100
WWW	Rechnername
TELECOM	Domain-Name (wobei mehrere Subdomains möglich sind)
CH	Top-Level-Domain-Name der Schweiz

Applikationsart	Charakteristiken		
	Datenvolumen	Bandbreitebedarf	Delay sensitiv
E-mail	klein (KB)	klein (Kb/s)	klein
FTP	gross (MB)	mittel (>Kb/s)	klein
Telefonie	klein	klein (Kb/s)	gross
Video-Conf.	gross	gross (Mb/s)	gross

Tabelle 2. Applikationsarten und ihre Charakteristiken.

Die Top-Level Domains sind geographisch (CH, DE, FR, US usw.) oder organisatorisch (COM, EDU, GOV, MIL usw.) strukturiert. Eine Firma kann gegen eine Gebühr mehrere Domain-Namen eintragen lassen. Die Swisscom erscheint unter den Namen: SWISSTELECOM.COM, TELECOM.CH, SWISSCOM.COM.
Die Einträge unter «.CH» werden von Switch, einer den Hochschulen nahestehenden Geschäftsstelle, verwaltet.

Stau auf dem Highway

In Zusammenhang mit dem Internet-Boom werden immer wieder die Wartezeiten als Belastung für die Internet-Zukunft erwähnt. Verzögerungen (Delays), primär durch Netzüberlastung verursacht, schränken die Qualität von Real-time-Applikationen ein. Dabei steht vor allem die Internet-Telefonie im Zentrum des Interesses. Weltweit sind breitangelegte Versuche angelaufen, die in den nächsten Monaten Aufschluss darüber geben, wo das Internet der klassischen Telefonie Marktanteile streitig machen kann.
Die Sanierung der «Baustellen» – Priorisierung, Bandbreite, Delay, Überlast und QoS – ist eine wichtige Voraussetzung für den längerfristigen Erfolg des Internets.

Priorisierung von Applikationen

Die über Internet betriebenen Applikationen unterscheiden sich sehr stark voneinander. Es versteht sich, dass für die kommerzielle Nutzung der Telefonie über Internet andere Forderungen gestellt werden als für die klassische E-mail-Applikation. In Tabelle 2 werden vier Applikationsarten aufgeführt, die spezifische Charakteristiken bezüglich Bandbreitebedarf, Datenvolumen und Delays aufweisen.

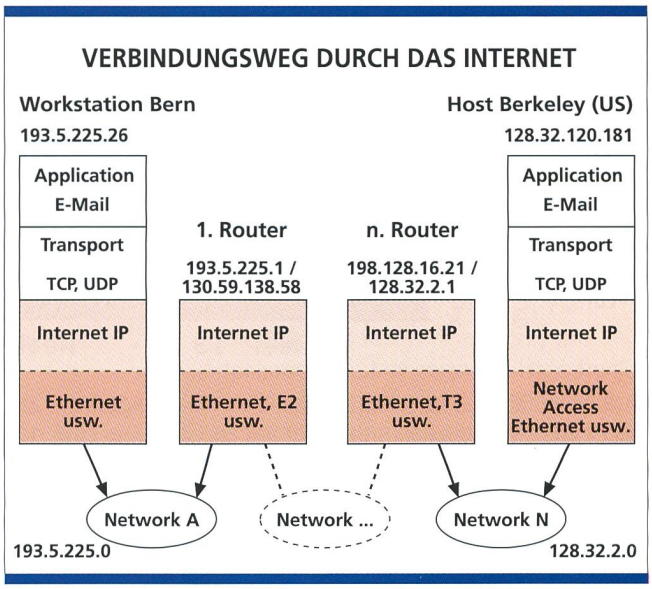


Bild 4. Verbindungsweg durch das Internet.

Das heutige Internet ist nicht in der Lage, zwischen den verschiedenen Applikationen bezüglich einer Priorisierung zu differenzieren. Dazu ein Beispiel: Der File-transfer eines Schülers (z. B eine Video-Sequenz von einigen Megabytes) kann eine kommerzielle Applikation warten lassen, obschon diese «delay-sensitiv» ist und dazu noch wenig Bandbreite beanspruchen würde. Mit dem neuen Protokoll IPv6 ist eine Priorisierung von Applikationen möglich. Es stellt sich die Frage, wie schnell IPv6 weltweit zur Verfügung stehen wird. Eine Verbesserung in diesem Bereich würde aber die Probleme noch nicht aus dem Weg räumen, denn die Strassen (Links) und Kreuzungen (Router) bleiben verstopft.

Bandbreite

Seit Beginn des Internet-Booms stellt die Transatlantikstrecke einen Engpass dar.

Im Rahmen der Globalisierung der Märkte spielt diese Strecke eine wichtige Rolle, da viele Informationsserver in den USA plaziert sind. Die Carrier haben grosszügige Ausbauten in Aussicht gestellt.
Messungen auf der 4-Mb/s-Leitung (Schweiz–USA) haben im Mai 1997 sehr hohe Auslastungswerte (Bild 6) ergeben, und zwar vor allem während der Tageszeit [3]. Viele Internet-Surfer sind in diesem Stau steckengeblieben.
Durch den vor kurzem vollzogenen Ausbau auf 8 Mb/s sieht man, dass die maximale Auslastung noch bei 6,76 Mb/s liegt; die meisten Lastspitzen bleiben unter 6 Mb/s liegen (Bild 7).
Die Swisscom (zusammen mit ATT) treibt den Ausbau voran. Eine 45-Mb/s-Verbindung in die USA steht ab Herbst 1997 in Betrieb. Vor dem Jahr 2000 kann man mit einer genügenden Netzkapazität für den Verkehr mit den USA rechnen; die Baustelle Transatlantik-Link wird dann saniert sein.

Delay (Verzögerung)

Die Sanierung der Kreuzungen führt zur Problematik der Delays. Man muss dabei zwischen verkehrsbedingten (Last, Überlast) und netzbedingten (durch die Physik bestimmten) Delays unterscheiden.

Netzspezifische Delays (ohne Last berechnet)
Lastunabhängige Delays ergeben sich in den Bereichen Übertragungsstrecke, Router und Access (siehe Tabelle 3).

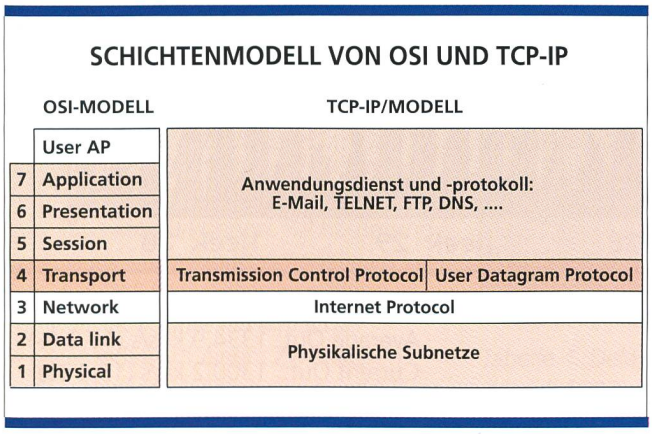
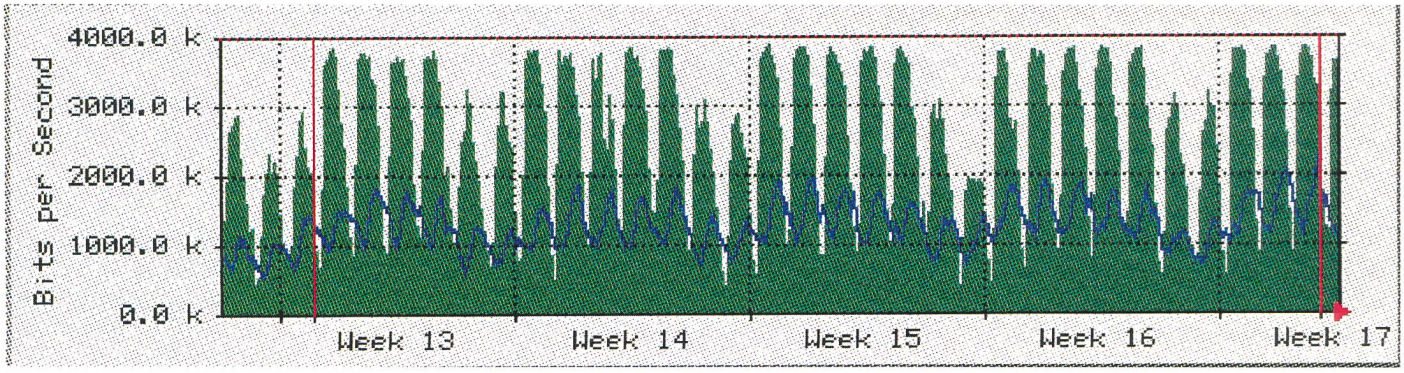


Bild 5. Schichtenmodelle OSI und Internet.



Max in 3898.2 kb/s (98,2 %) Average In: 2562.7 kbs/s (64,6 %) Current In: 3797.1 kb/s (97,7 %)
Max Out 2245.4 kb/s (56,6 %) Average Out: 1271.7 kbs/s (32,0 %) Current Out: 1113.8 kb/s (28,1 %)
Green: Incoming traffig in b/s; blue: Outgoing traffic in b/s

Bild 6. Transatlantik-Link 4 MB/s (Woche 13–17, 1997).

Betrachtet man das Total aller Delays auf der Strecke Schweiz–USA (Ost), so ergibt sich ein theoretischer Minimalwert von etwa 45 ms. Dieser dient als Referenz zur Interpretation der Messwerte unter Lastbedingungen. Die Delays in den Routers sind bei wenig Verkehr vernachlässigbar. Hingegen können im Access-Bereich Verzögerungen entstehen, die signifikant sind, beispielsweise bei Modems mit Datenkompression.

Lastspezifische Delays

Die Messungen unter Last (Auslastung der Leitungskapazitäten und Router-Belastung) liefern repräsentative Werte [4]. Auf der Strecke Bern–Berkeley (USA) mit 18 Netzwerksegementen (hops) wurden Delays zu verschiedenen Tageszeiten (8.00, 12.00, 18.00 und 4.00 Uhr) gemessen (Tabelle 4).

Die Messwerte (Summe von Hin- und Rückweg) liegen in einem grossen Streubereich und müssen mit entsprechender Vorsicht verwendet werden. Trotzdem können einige Aussagen gemacht werden:

– Das Internet ist sehr stark belastet und zeitweise überlastet. Lediglich um 4 Uhr morgens kann mit Antwortzeiten gerechnet werden, die nicht durch Netzüberlastungen geprägt sind; die Messwerte entsprechen in etwa den berechneten Werten (ohne Last):

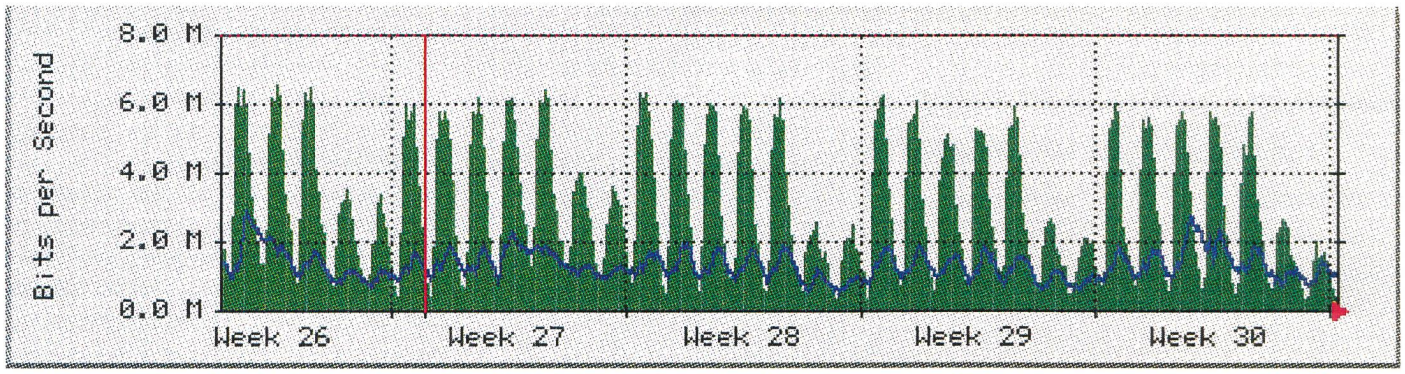
	Messwerte	theoret. Wert (1 Richtung)
Bern–New York:	105 ms	45 ms (x 2)
Bern–Berkeley:	215 ms	85 ms (x 2)

– In der Schweiz (Bern–Genf) sind die Delays (mit 25 ms) um 12.00 Uhr doppelt so hoch wie in den Randstunden (4.00, 8.00 und 18.00 Uhr).

Auf der Verbindung zwischen USA Ost und USA West (6000 km, Hops 6–18) liegen die Delays im Bereich von 100 ms und sind relativ unabhängig von der Tageszeit. Dies ist eine Bestätigung dafür, dass in den USA die Netze generell grösser dimensioniert sind als im übrigen Internet-Bereich. Die tiefen Preise für grosse Bandbreiten begünstigen in den USA den Internet-Ausbau. Delays von mehr als 50 ms werden in den USA bereits als Problem angesehen. Die optimale Internet-Versorgung des Heimmarkts zwischen New York und Los Angeles hat offensichtlich einen grossen Stellenwert für die Amerikaner.

Überlast

Bei Überlast steigen die Delays und die Paketverluste stark an. Studien zeigen, dass auf der Atlantikroute die Verluste durch Überlast überproportional ansteigen (> 10 % gegenüber 2 % bei Normallast) [4]. Es enstehen die unangenehmen Staus, die kaum mehr als Schritt-



Max in: 6763.1 kb/s (85,2 %) Max Out: 3792.9 kbs/s (47,8 %)
Average In: 2577.8 kb/s (32,5 %) Average Out: 1334.9 kbs/s (16,8 %)
Current In: 4717.6 kb/s (59,4 %) Current Out: 1300.2 kb/s (16,4 %)

Bild 7. Transatlantik-Link auf 8 MB/s (Woche 26–27, 1997).

Übertragungsstrecke (Transatlantik)		
Minimaler Delay (Distanz und Berücksichtigung aller Übergänge mit 20 ms):		40 ms
Lokaler Zugriff		
von einem PC	via Ethernet	rund 1 ms
	via Modem	bis 30 ms
	via Modem mit Datenkompression	bis 150 ms
Router		
Verzögerung (bei 20 Router, mit einer Leistung von rund 12 000 packet/sec)		2 ms

Tabelle 3. Netzspezifische Delays (ohne Last).

tempo auf dem Highway zulassen (einige Bit pro Sekunde). Die Router stossen an ihre Kapazitätsgrenzen (Performance, Puffergrösse). Die neue Generation Router wird das Problem der Delays und Paketverluste entschärfen. Die nächste Generation von IP-Router schafft Durchsatzraten bis über 1 Mio (heute: 12 000) Pakete pro Sekunde und stösst leistungsmässig in den Bereich der Switches vor. Da Router in Zukunft billiger und schneller abgeschrieben werden, vergleichbar mit den Abschreibungszyklen bei PCs (rund drei Jahre), kann eine Kreuzung auch früher saniert werden.

Internet und QoS (Quality of Service)
Was den Internet-Benutzer primär interessieren dürfte, ist eine garantierte «End-zu-End»-Qualität (QoS). Durch die unterschiedlichen Anforderungen von seiten der Applikationen (File-Transfer versus Telefonie) bzw. der Anwender muss in Zukunft eine differenzierte Behandlung der Datenpakete durch alle Netzkomponenten vorgenommen werden können. Dank IPv6 sind die Router derart konfigurierbar, dass definierte Bandbreiten bestimmten Applikationen oder Adressen zugeordnet werden können. Das Systemverhalten in einem heterogenen Routerumfeld ist noch kaum bekannt und ist Gegenstand von Untersuchungen.
Technische Massnahmen zur Verbesserung der Servicequalität (QoS) werden jedoch allein nicht genügen; sie müssen durch tarifliche Anreize begleitet werden, um beispielsweise Lastspitzen wirksam abbauen zu können. Bis heute sind noch keine Verrechnungsmodelle im Einsatz, die QoS berücksichtigen können. Für Internet könnte ein einfaches Servicemodell auf einem Zweiklassensystem basieren (analog der A- und B-Post). Klasse A würde QoS gegen entsprechende Verrechnung beinhalten, wogegen Klasse B als «best effort» bezeichnet wird und etwa der heutigen Internet-Situation entsprechen würde.
Die technische Lösung wäre mit zwei Netzanschlüssen (A und B) realisierbar. Die Netzauftrennung könnte direkt beim PC des Benützers, bei einem Server oder Gateway erfolgen. Ein komplexes und teures Verrechnungssystem ist für die Internet-Welt aber kaum vorstellbar. Doch vergessen wir die Marktkräfte nicht. Es ist durchaus denkbar, dass bereits durch die grosse Konkurrenzsituation unter den Internet-Service-Providern (ISP) höhere Servicequalitäten resultieren [5].

Ausblick
Sind die heutigen Internet-Baustellen (Leitungs- und Routerkapazitäten, QoS, Adressierung) einmal saniert, so ist mit einem anhaltenden Internet-Boom auch nach dem Jahr 2000 zu rechnen. Die Internet-Technologien werden für viele Bereiche wegweisend sein. Für die Telecom-Operatoren wird die TCP/IP-Welt zu einem Kerngeschäft, das aber neue Anforderungen an die Tarifgestaltung und Investitionspolitik stellt. Internet dürfte künftig eine höchst attraktive Plattform für das Sponsoring werden. Kommt hinzu, dass das Web-basierte Marketing gänzlich neue, hochinteraktive Kunden-Lieferanten-Beziehungen ermöglicht. Auch im Bildungswesen steht eine neue Dimension vor der Tür. Schulabgänger werden sich dem Phänomen Internet zuwenden, denn sie haben schon bei ihrer Diplomarbeit von der schier unerschöpflichen Informationsquelle im Internet profitiert. Für die Softwareindustrie wird das Internet-Engagement zu einer Überlebensfrage; wer auf der Internet-Plattform nicht mit Know-how, Tools und Applikationen aktiv vertreten ist, scheidet aus dem Geschäft aus. Wir alle werden uns mit Internet auseinandersetzen – die Informationsflut, die auf uns zukommt, zwingt uns aber zu einem selektiven Umgang mit der Ressource «Information». 7

Literatur

1 Douglas E. Comer, «Internet Working with TCP/IP», Volume I, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632, 1995
2 Scott O. Brander, «IPng Internet Protocol, Next Generation», Addison Wesley, One Jacob Way, Reading Massachusetts 01867, 1996
3 ISP Switch: «http://www.switch.ch/lan/stat/linkusa.html»
4 Vern Paxson, «End-to-End Routing Behavior in the Internet», Proc. SIGCOMM '96, Stanford, Aug. 1996
5 G. Alms et al., «Framework for IP Provider Metrics», Internet Draft, ftp://ftp.isi.edu/internet-drafts/draft-ietf-bmwg-ippm-framework-00.txt, Nov. 1996

Route	Etappe/hop	8 Uhr	12 Uhr	18 Uhr	4 Uhr
CT – ISP SWITCH (Bern)	2.	3	7	2	3
CT – Genf (CERN)	4.	9	25	10	12
CT – New York	5.	120	140	160	105
CT – SPRINT (East)	9.	130	160	190	125
CT – ICSI (Berkeley)	18.	220	270	260	215

Tabelle 4. Delays in ms (unter Last, gemittelte Messwerte, 30 min, vom 21. Juli und 24. Juli 1997). CT: Startpunkt (Workstation auf dem LAN von CT, Swisscom); ISP SWITCH (Bern): Knoten Bern des Internet Service Provider SWITCH.

Andreas Dürsteler schloss 1978 sein Studium an der ETH in Zürich als dipl. El.-Ing ETH ab. Anschliessend arbeitete er fünf Jahre als Softwareingenieur bei der ABB in Baden im Bereich technisch-wissenschaftliche Computeranwendungen für die Energieerzeugung und -übertragung. Berufsbegleitend absolvierte er 1983 das Nachdiplomstudium dipl. Wirtschaftsingenieur STV. Mitte 1984 begann er seine Tätigkeit bei der Swisscom, Direktion Radio & Fernsehen, als Informatikkoordinator und Leiter der Informatikgruppe. Seit 1989 ist er bei der Direktion Corporate Technology (vormals Forschung & Entwicklung) in leitender Position für die Informatik zuständig.

Summary

Internet

What is the Internet and how does it work? This are two topics of this contribution. The Internet approach has been successful because of the technical strength of TCP/IP and because these protocols have been bundled free of charge into UNIX. On the application layer, the World Wide Web has increased the popularity of the Internet, which, per se, does not exist as an entity. On the road to the next century, some building sites (caused by poor links and router capacity, too small IP-address space) have to be crossed. The delays are problems whose worst case is packet loss. For reasonable voice quality transmission a delay of about 250 ms can be expected. If the new Internet technology (e.g. IPv6, QoS) succeeds worldwide and the sites are redeveloped, the boom will continue. The information flood caused by the Internet will force people to handle the information in a new way.

Forschung + Entwicklung

Sharp fertigt wieder Dünnfilm-Solarzellen

(EF) Nachdem die Preise für einkristalline Solarzellen in jüngster Zeit deutlich angestiegen sind, hat Sharp nunmehr beschlossen, erneut in den Markt für amorphe Dünnfilm-Solarzellen einzusteigen. Damit geht man den erhöhten Preisen für Siliziumwafer aus dem Weg, die von der Halbleiterindustrie stärker nachgefragt werden. Man will einige zehntausend Einheiten pro Monat bauen und diese vorzugsweise für Taschenrechner und Anwendungen im Auto einsetzen. Unabhängig davon will Sharp seine eigene Produktion von monokristallinen Solarzellen ausweiten und dafür nochmals fast 100 Mio $ investieren.

Sharp Corporation, 22-22 Nagaike-cho
Abeno-ku, Osaka 545, Japan
Tel. +81-6-621 1221
Fax +81-6-628 1667

Wie man drahtlosen «Telefonstau» umgeht

(EF) Die in Tokio ansässige Tu-Ka Cellular hat nach einem Bericht der *Nikkan Kogyo* ein Verfahren entwickelt, überlastete Zellen in digitalen drahtlosen Telefonnetzen zu entlasten. Dazu wird eine Netzzelle in sechs Sektoren unterteilt, die jeweils einen 60-Grad-Ausschnitt abdecken. Tritt nun in einem dieser Untersektoren eine Netzüberlastung auf, dann wird automatisch ein Teil der Gespräche in die Nachbarsektoren geschoben, die weniger beansprucht sind. Auf diese Weise können bis zu 30 % mehr Gespräche abgewickelt werden. Im laufenden Jahr sollen zwei Drittel aller Basisstationen des Tu-Ka-Netzes mit dieser neuen Technik ausgerüstet werden.

Intelligente Mobilfunkstation vermeidet selbständig Interferenzstörungen mit anderen

(EF) Kyocera hat für das Personal Handy System (PHS) eine Basisstation entwickelt, die ihre Sendefrequenz von sich aus ändert, wenn Interferenzen mit anderen Basisstationen auftreten. Ein adaptives Antennen-Array ist dabei Kern der Neuentwicklung. Ein erster Netzbetreiber stellt derzeit sein System bereits darauf um.

Kyocera Corp.; 5-22, Kita-inoue-cho
Higashino, Yamashina-ku
Kyoto 607, Japan
Tel. +81-75-592 3851
Fax +81-75-501 2194

Schnurloses DECT-Telefon wird ISDN-fähig

(EF) Da ist er, der erste Basisbandprozessor für das schnurlose DECT-System, das sich damit für ISDN öffnet. Der von VLSI Technology entwickelte Chip «VEGA VMax» macht Datenanwendungen über DECT möglich, weil sich mit dem neuen Chip drahtlose Modems realisieren lassen, die punkto Datendurchsatz mit leitungsgebundenen Modems konkurrieren können. Da bis zu zwölf Kanäle gleichzeitig unterstützt werden, sind Datenraten bis zu 0,5 Mbit/s möglich.

VLSI Technology, Inc.
1109 McKay Drive
San Jose, CA 95131, USA
Tel. +1-408-434 3000
Fax +1-408-434 7866

NTT setzt auf kontaktlose Telefonkarten

(EF) Die Nippon Telegraph & Telephone (NTT) will für die ab 1999 vorgesehene neue Generation von öffentlichen Fernsprechern kontaktlose Telefonkarten einsetzen. Die technischen Schwierigkeiten sind allerdings nicht zu unterschätzen. Das Telefon selbst wird nur noch halb so gross wie bisher. Möglicherweise wird es übrigens schon ausreichen, wenn man mit der Telefonkarte in der Westentasche vor dem Telefon steht und dann wählt. Für 1999 sind die ersten 800 000 neuen Telefone geplant. Die gesamte Umstellung soll aber einige Jahre dauern.

Nippon Telegraph & Telephone (NTT)
1-1-6 Uchisaiwai-cho, Chiyoda-ku
Tokyo 100, Japan

SIEMENS

Marktführer Ihrer Branche werden Sie am besten mit dem Marktführer unserer Branche.

Uns.

RXS Kabelgarnituren GmbH, ein Unternehmen des weltweit operierenden Siemens-Konzerns, ist international führender Anbieter von Zubehör für Nachrichtenkabel. Überall, wo Kabel verbunden, abgeschlossen oder aufgeteilt werden, sind wir Ihr kompetenter Partner. So bieten wir Ihnen innovative Produkte, deren Spektrum von der Vermittlungsstelle bis zum Teilnehmer reicht. Dazu gehören: Anschluss- und Verteilertechnik, Verbindungs- und Abzweigmuffen, Spleissgeräte und Verbindungskomponenten für Lichtwellenleiter. Ausserdem bieten wir Ihnen Zubehör für Starkstromkabel bis 35 kV. All dies erhalten Sie in ISO-9001-Qualität. Wie Sie gemeinsam mit uns Ihre Erfolge jetzt noch weiter ausbauen können, erfahren Sie bei: Siemens Schweiz AG, Telecom Networks, Belpstrasse 26, CH-3007 Bern, Telefon (0 31) 380 21 11, Telefax (0 31) 380 23 74.

RXS

Qualität verbindet.