

VON NIELS BOEING

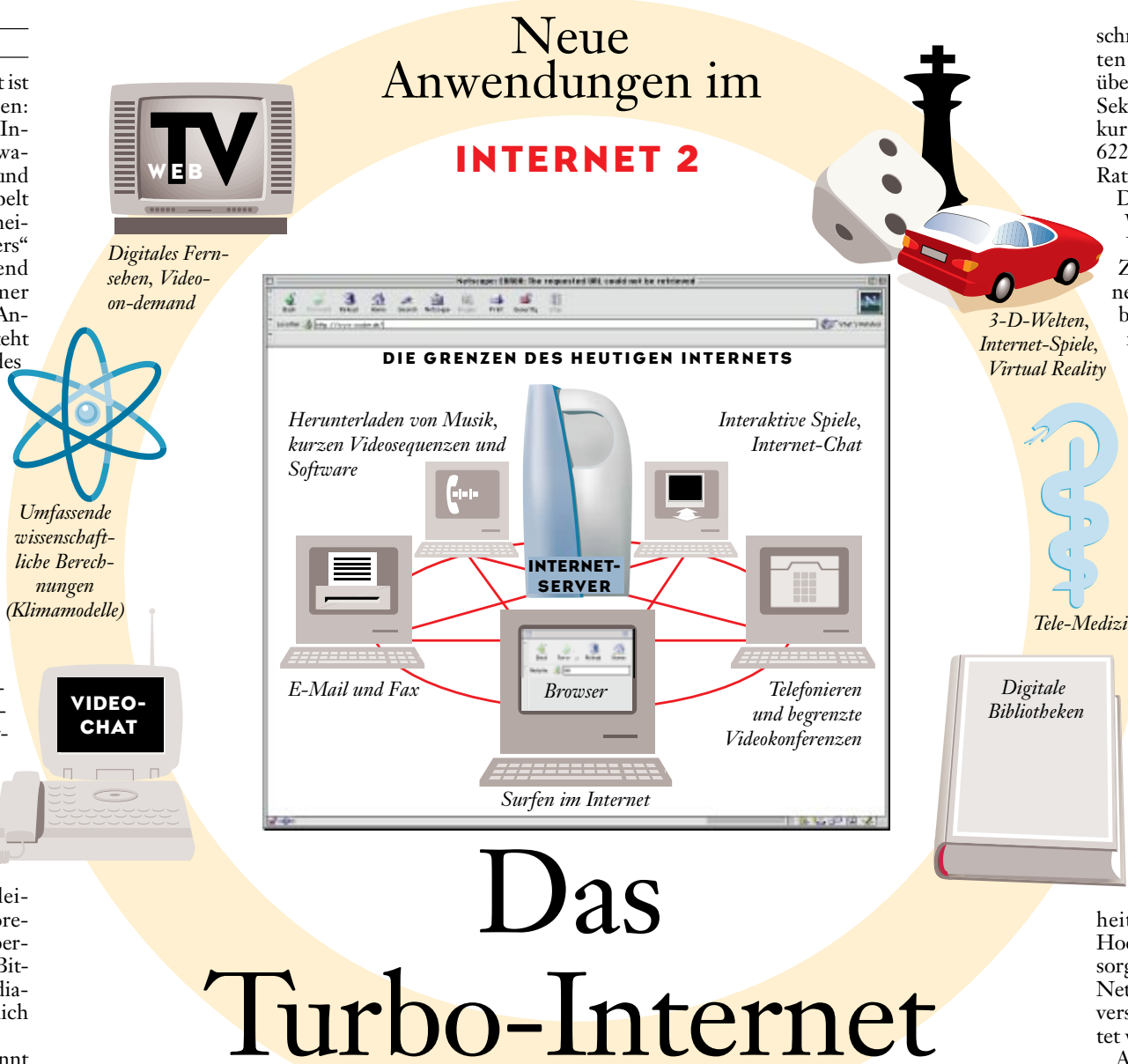
Der Run auf das Internet ist nicht mehr zu stoppen: Rund 150 Millionen Informationshungrige waren Ende 1998 weltweit online, und im Jahr 2000 sollen es schon doppelt so viele sein. Doch wer den Verheißungen des „Informationszeitalters“ folgt, muss vor allem eine Tugend mitbringen: Geduld. Denn immer wieder geht das Netz bei diesem Ansturm in die Knie. „5 % of 27 K“ steht dann in der linken unteren Ecke des Browsers, während eine Web-Seite mitunter minutenlang geladen wird – auf Deutsch: Datenstau.

Soll sich das ändern, braucht es mehr als schnellere Modems oder ISDN-Karten. Vor allem die *backbones* – die Hauptleitungen des Internets, im wahrsten Sinne des Wortes dessen Rückgrat – müssen endlich beschleunigt werden. Dies zu schaffen hat sich das US-Projekt „Internet 2“ vorgenommen. Mit Erfolg: In diesen Tagen startet in den USA „Abilene“, das erste Hochgeschwindigkeits-*backbone* des Internets von morgen. 2,4 Milliarden Bit können hier in einer Sekunde durch die neuen Datenleitungen zwischen Los Angeles und New York jagen, knapp 20 000-mal schneller als eine ISDN-Datenleitung. Damit soll die viel beschworene „Bandbreite“, die benötigte Übertragungsrate für die kommenden Bit-intensiven Video- und Multimedia-Anwendungen im Internet, endlich Realität werden.

Betrieben wird Abilene – benannt nach einem im vorigen Jahrhundert bedeutenden Eisenbahnknotenpunkt im Wilden Westen – von der University Corporation for Advanced Internet Development (Ucaid), an der mehr als 100 amerikanische Unis beteiligt sind. Auch die Industrie mischt mit: Qwest Communications liefert über 10 000 Kilometer Glasfaserkabel, Cisco Systems die Router, also die Computer an den Netzknoten, und Nortel Networks das Know-how, mit dem der Datenverkehr des neuen Netzes gemanagt werden soll.

Der Zugang dazu ist zunächst 37 ausgewählten Universitäten vorbehalten. „Doch so wie die Forschungsnetze vor zehn Jahren die Technologie von heute produzierten, so wird Abilene die Netztechnik von morgen hervorbringen“, beschreibt Douglas Van Houweling, Vorsitzender von Ucaid, das Konzept des neuen Netzes. Seine enorme Leistungsfähigkeit erreicht es mit zwei neuen Technologien:

► dem „Quality of Service“-Konzept, das eine zuverlässige Datenübertragung ermöglichen soll, und



Mit dem Wissenschaftsnetz **ABILENE** startet das Internet der zweiten Generation: Enorm schnell und zuverlässig bewältigt es Multimedia-Anwendungen, die heute noch im Datenstau stecken bleiben

► dem „Wellenlängen-Multiplexing“, das die übermittelten Bit-Raten um ein Vielfaches steigert.

Die Notwendigkeit einer „Quality of Service“ ergibt sich aus der anarchischen Arbeitsweise des Internets. Auf seinen Leitungen sind alle Daten gleich, Prioritäten werden bei der Übertragung nicht gesetzt. Darin unterscheidet sich das Internet vom Telefonnetz. In dem wird für jede Verbindung während der Dauer eines Telefonats eine durchgehende Leitung aufgehalten – auch in Sprechpausen zwischen den Sätzen, in denen keine Signale durchgehen.

Das Internet funktioniert anders: Die zu übermittelnden Informationen werden in kleine Datenpäckchen zerhackt. Mit einem Adressetikett versehen, flutschen diese Pakete auf

unterschiedlichsten Wegen durchs Netz und werden erst am Ziel wieder zusammengesetzt. Leitungen müssen also nicht reserviert werden.

Solange es sich bei den Informationen um E-Mails oder Web-Seiten handelt, ist das kein Problem. Soll aber übers Netz ein Videofilm übertragen werden, können schon kleinste Verzögerungen zwischen Datenpaketen zu Aussetzern führen. Gerade so, als ob man eine verkratzte Schallplatte anhören muss, auf der die Nadel springt. Handelt es sich gar um riesige Datenflüsse wie bei telemedizinischen Anwendungen – wenn demnächst etwa ein Chirurg in New York per Roboter und Datenleitung einen Patienten in Chicago operiert –, können winzige Unterbrechungen verheerende Auswirkungen haben.

„Das jetzige Internet arbeitet nur, so gut es eben geht. Wir müssen einen Weg finden, wie die Übertragung geordnet und zuverlässig wird“, sagt Terence Rogers, Leiter der Abilene-Projektgruppe. Die setzt deshalb auf die so genannten „Differenzierten Dienste“ (DiffServ). Hierbei werden die Datenpakete in verschiedene Klassen eingeteilt und entsprechend markiert. Päckchen erster Klasse – etwa Daten der oben beschriebenen Tele-Chirurgie – können die Netzknoten bevorzugt passieren, während weniger wichtige Zweite-Klasse-Daten, beispielsweise E-Mails, am Router warten müssen.

Während so der Datenfluss beschleunigt wird, muss auch die schiefe Menge der übertragenen Informationen gesteigert werden. Die

schnellsten *backbones* der bundesweiten Netzbetreiber in Deutschland übertragen derzeit 155 Megabit pro Sekunde (Mbps), und nur auf einigen kurzen Kernstrecken erreichen sie 622 Mbps, ein Viertel der Abilene-Rate.

Das wird bald nicht mehr reichen. Will nur ein einziger Nutzer ein Video in Echtzeit, also ohne jede Zeitverzögerung, auf dem Rechner laufen lassen, fallen schon 1,5 bis 6 Mbps an. Um in den hierzu nötigen Gigabit-Bereich vorzustoßen, verwendet man das sogenannte „Wellenlängen-Multiplexing“. Statt einfach weißes Licht durch die gläsernen

Durch die hohen Übertragungsraten im Internet der zweiten Generation werden auch datenintensive Anwendungen zur Routine

Adern zu pulsen, schickt man nun mehrere Lichtsignale verschiedener Farbe, also Wellenlänge, gleichzeitig durch die Fasern. Jeder Farbstrahl allein trägt dabei so viel Informationen wie vorher das weiße Licht. Möglich wurde dies erst durch eine verbesserte Lasertechnologie, die sichtbares Licht beliebiger Wellenlänge mit der nötigen Exaktheit und Stabilität liefern kann. Hochleistungs-Chips in den Routern sorgen dafür, dass die Daten an den Netzknoten auch schnell genug in die verschiedenen Maschen weitergeleitet werden.

Auch in Deutschland wird ein neues Hochgeschwindigkeits-*backbone* vorbereitet: das Gigabit-Wissenschaftsnetz (G-WiN), das aber ebenso wie Abilene nicht für Privatanutzer zugänglich sein wird. Es soll im kommenden Jahr starten und ebenfalls 2,4 Gigabit pro Sekunde (Gbps) Bandbreite liefern. Während die US-Konzerne sich ihre Beteiligung an Abilene rund eine halbe Milliarde Dollar (455 Millionen Euro) kosten lassen, fehlen für das G-WiN Sponsoren aus der deutschen Industrie. „Es gibt hier noch keine Kultur der Kooperation bei solchen Projekten“, sagt Peter Kaufmann vom Verein Deutsches Forschungsnetz, der G-WiN aufbaut.

Doch schon für das Jahr 2002 erwarten Analysten auf den *backbones* Spitzenbelastungen von 500 Gbps. Dann wird eine Terabit-Technologie benötigt, die Billionen von Bits bewältigen kann. Zukunftsmusik ist das nicht mehr: Die Telekom und Alcatel haben auf einer 111 Kilometer langen Versuchsstrecke 1998 bereits einen Durchsatz von 1,6 Terabit pro Sekunde erreicht.

ANGESPITZT

„Ich hatte bei zwei früheren Besuchen auf der ‚Mir‘ nie Zeit, mich am Anblick unserer Erde zu erfreuen“

VIKTOR AFANASJEW  
Russischer Kosmonaut

„Für uns ist es ein Aprilscherz, wenn ein AKW einen Umweltpreis bekommt“

STEFAN SCHURIG  
Greenpeace-Sprecher, zur Verleihung eines EU-Umweltzertifikats an die Atomkraftwerke Isar I und II

„Ein großer Teil wird schon lange keinen Hörsaal mehr von innen gesehen haben“

JÜRGEN SIEBKE  
Rektor Uni Heidelberg, zu Langzeitstudierenden

ANSTOSS

Gerade hat der grüne Bundesumweltminister Jürgen Trittin das Verbot der Wiederaufarbeitung aus der geplanten Gesetzesnovelle gestrichen, schon gibt die Atomwirtschaft neuen Anlass zur Beunruhigung. So zeigen Greenpeace-Messungen aus der Irischen See: Die Einleitungen der Wiederaufarbeitungsanlage Sellafield sind so stark mit Plutonium und Strontium verseucht, dass die Proben „kernbrennstoffhaltige Abfälle“ darstellen und sofort in ein offizielles Zwischenlager gebracht werden müssten. Zugleich drohen in der Ukraine die Bedienungsmannschaften der fünf Atomkraftwerke mit Streik, darunter auch die am Standort Tschernobyl. Sie fordern die Nachzahlung von Gehältern aus 1996 und '97 in Höhe von umgerechnet 26,73 Millionen Mark (13,67 Millionen Euro) – und mahnen die Sicherheitsstandards ihrer Meiler an: Reparaturen und Instandsetzungen werden dort nur noch in Notfällen vorgenommen. Immer öfter kommt es zu Störfällen; die Zahl der Brände in ukrainischen AKWs ist 1998 abermals um 10 Prozent gestiegen. Die beiden voneinander unabhängigen Ereignisse machen deutlich,

wie dringend der Ausstieg aus der Kernkraft hier zu Lande ansteht: Am deutschen Beispiel sollten Länder wie die Ukraine das Abschalten ihrer Reaktoren lernen können. Die bedrohen nicht nur die Menschen in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft, sondern über den Fallout bei einem GAU auch die in Europa, letztlich das globale Ökosystem.

AUSSTIEG ALS VORBILD

MICHAEL O. R. KRÖHER  
über Meldungen aus der Atomindustrie – und die notwendigen Konsequenzen

In der Ukraine stammt die Hälfte des verbrauchten Stroms aus Atommeilern. Würde man die mir nichts, dir nichts abschalten, müssten Menschen erfrieren. Der Medizinbetrieb, etwa in Kliniken, wäre massiv gefährdet, die Infrastruktur könnte zusammenbrechen. Der planvolle Umbau der Energieindustrie, bei uns politisch gewollt, muss somit Vorbild sein – sorgsam angepasst auf die Verhältnisse in den ärmeren Ländern. Sofort und radikal beendet gehört indes die unselige Wiederaufarbeitung. In Sellafield lagern noch 600 Tonnen radioaktives Material aus deutschen AKWs. Davon darf nichts weiter durch die Abwasserrohre ins Meer gelangen. Deutscher Atom Müll sollte in ein möglichst sicheres Endlager gebracht werden – das dafür rasch gefunden und eingerichtet werden muss.

WOCHENSPIEGEL

VERPFLASTERT

**KLEBSTOFFE:** Ein Pflaster, das sich schmerzlos von der Haut abziehen lässt, haben britische Forscher entwickelt. Der Klebstoff zersetzt sich unter UV-Licht.

GESCHEITERT

**GENTECH-VERTRAG:** Der Handel mit gentechnisch veränderten Produkten wird nicht reguliert. Eine Konferenz in Kolumbien ist am Widerstand der USA gescheitert.

MISSGEBILDET

**ERNÄHRUNG:** Vegetarierinnen haben nach einer britischen Studie ein erhöhtes Risiko, Söhne mit missgebildeten Geschlechtsorganen zu gebären. Ursache könnten Rückstände von Spritz- und Düngemitteln sein.

GETESTET

**KRIMINALMEDIZIN:** Ein schneller Bluttest könnte bald die aufwendige DNS-Untersuchung beim Gen-Test von Verdächtigen ersetzen.