

Das Prinzip des Surfbretts

Technische Grundlagen der „digitalen Medien“

Matthias Lenski

I. CD-ROM

1. Ableger der Audio-CD

Die computerlesbaren Silberscheiben stellen einen Ableger der Audio-CD dar. So ist es auch bei einer CD-ROM, ähnlich wie bei Schallplatten und CDs möglich, mit einem Blick auf die Scheibe den „Füllstand“ des Mediums zu erkennen (bespielte Bereiche reflektieren weniger Licht als unbespielte). Auch die Anordnung der Daten auf der CD-ROM entspricht im wesentlichen dem der Audio-CD: keineswegs wird in einem Stück geschrieben, sondern es werden kleine „Häppchen“ abgelegt. Bei einer Audio-CD sind dies jeweils Musik-„Frames“ von einigen Sekunden Länge. Diese Blöcke werden jeweils mit einem Prüfcode abgeschlossen und sollen so eine Überprüfung auf Lesefehler ermöglichen.

2. Herstellungskosten

Da die Art der Speicherung auf einer CD-ROM praktisch von der Audio-CD übernommen wurde, verwundert es nicht besonders, daß bei CDs (wiederum anders als bei anderen Computermedien) ein einheitlicher Standard zur Ablage von Rohdaten existiert und eine Daten-CD-ROM von den verschiedensten Computersystemen (etwa IBM-kompatibler PC bzw. Macintosh) gelesen werden kann. Damit kann eine Herstellerfirma dasselbe Preßwerk sowohl für Audio-CDs sowie auch für CD-ROMs für sämtliche Computersysteme nutzen, was die Herstellung von CDs sehr billig macht.

3. Fassungsvermögen und Geschwindigkeit

Eine CD faßt rund 600 Megabyte Nutzdaten. Ein Byte entspricht einem Buch-

staben Text. Ein Megabyte (MB) sind etwas mehr als eine Million Bytes. Demnach passen auf eine CD-ROM 600 Mio. Schriftzeichen, was etwa das 60 000-fache dieses Artikels ist [*rein quantitativ, d. S.*]. Dies reicht für Nachschlagewerke.

Die Geschwindigkeit der ersten CD-ROM-Laufwerke entsprach der eines Audio-CD-Players und ermöglichte die Übertragung von 150 Kilobyte Daten pro Sekunde zum Computer. Mit solch langsamen CD-ROM Laufwerken zu arbeiten, war schwerfällig. Mittlerweile sind jedoch bereits *low-cost* CD-ROM-Laufwerke zu haben, die sich mindestens viermal so schnell drehen (und übertragen) wie ein CD-Player: die „Quadro Speed“-CD-ROM-Laufwerke.

Da sich eine CD hervorragend zur Verbreitung von großen Datenmengen eignet, gibt es inzwischen CDs mit fast

jedem Inhalt, von einer einzelnen Scheibe mit sämtlichen Telefonnummern in der Bundesrepublik über CDs mit Straßenkarten und Atlanten bis hin zum Computerspiel, das auf vier CDs einen kompletten Hollywood-Film zur Unterhaltung mitbringt.

II. Datenfernübertragung

Datenbestände werden zunehmend per Datenfernübertragung (DFÜ) angeboten. Hierbei handelt es sich um einen Zugriff auf andere Computer über externe Leitungen, auf denen die Daten parat gehalten werden und auf Abruf übertragen werden.

1. Prinzip: Geräte, Programme, Kabel

Um Daten zwischen Computern zu übertragen, benötigt man ein Verbindungskabel – einen Adapter, um das Kabel an den Computer anzuschließen und ein Programm, das die Übertragung steuert.

a) Die Kabelverbindung kann über normale **Telefonleitungen** erfolgen. Diese sind allerdings nicht für Daten, sondern für Sprache gedacht und können daher nur 14 400 Bits pro Sekunde (bps) übertragen. Ein Achtel davon ist die Übertragungsrate in Bytes, es können also nur 1800 Zeichen pro Sekunde auf einem Telefonkabel übertragen werden [old school, d. S.].

b) Adapter für Telefonverbindungen ist ein **Modem**. Dies ist ein Gerät, welches die digitalen Signale, mit denen der Computer arbeitet, in akustische Schwingungen umwandelt. Diese Signale überträgt dann das Modem sie in das Verbindungskabel. Am anderen Ende der Leitung greift ein zweites Modem diese Schwingung ab und wandelt sie wieder in digitale Daten für den empfangenden Rechner zurück.

c) Gesteuert wird die ganze Prozedur auf seiten des anrufenden Computers durch ein sog. **Terminalprogramm**. Beispiel für ein solches Programm ist Telemate unter DOS. Mit diesen einfachen Mitteln ist es bereits möglich, eine andere Person, die ein Modem besitzt, anzurufen und sich mit ihr per Tastatur und Bildschirm zu unterhalten.

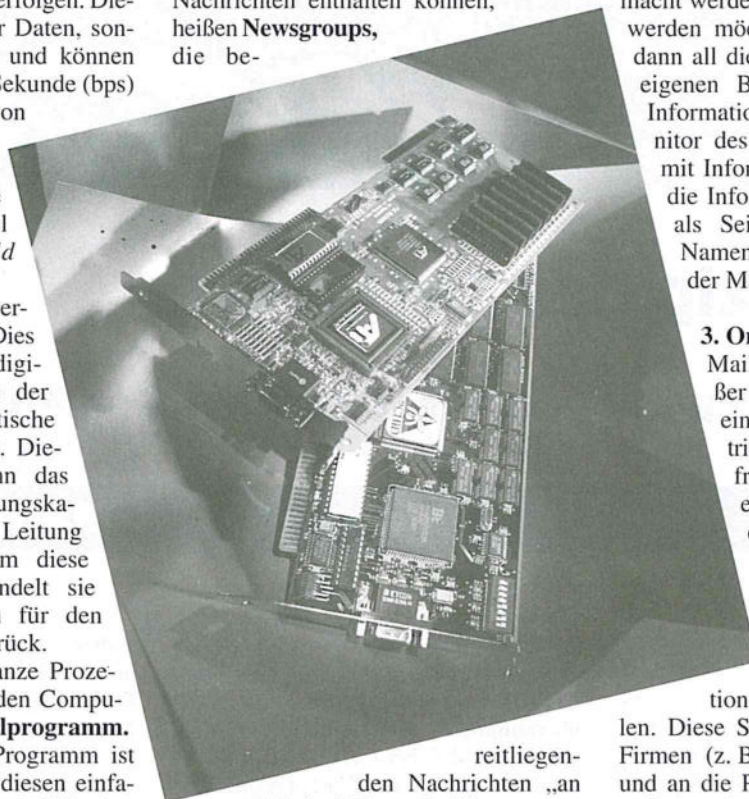
2. Möglichkeiten der DFÜ

Bei einer **Mailbox** handelt es sich um einen Computer, der ausschließlich dafür vorgesehen ist, per Modem angerufen zu werden. Mailboxen bieten bereits die vier klassischen Möglichkeiten der DFÜ: Mail, News, Dateien und Informationen.

a) **E-Mail**: Mailboxen heißen so, weil sie E-Mail, also „elektronische Post“ übermitteln können. Dies funktioniert

so: Jemand ruft die Mailbox an, und legt eine Nachricht für eine Empfängerin ab. Dies tut er etwa durch schlichte Eingabe des gewünschten Textes in sein Terminalprogramm, welches per Modem einen Buchstaben nach dem anderen zur Mailbox überträgt. Ist diese Arbeit beendet, legt er auf; später ruft die Empfängerin an und bekommt die Nachricht vom Mailboxcomputer auf ihren Bildschirm übertragen.

b) **News**: Es ist nicht nur möglich, der Mailbox einen Empfängernamen für die geschriebene Nachricht anzugeben. Möglicherweise soll die Nachricht von allen, die Interesse haben, gelesen werden können. In diesem Fall übermittelt man die Nachricht ohne EmpfängerInnennamen und gibt statt dessen ein Themengebiet an, dem die Nachricht zugeordnet werden soll. Wer später bei der Box anruft und sein Interesse an diesem Themengebiet bekundet hat, bekommt von der Mailbox die Nachricht übermittelt. Diese Themengebiete, die viele Nachrichten enthalten können, heißen **Newsgroups**, die be-



reitliegenden Nachrichten „an alle“ sind News. In Newsgroups sind bereits enorme Datenbestände zu finden, so sind in einer Newsgroup des Rechenzentrums Münster mit Namen „www.jura“ die Aufgabenstellungen der letzten Hausarbeiten zu finden. Diese wurden etwa von Studierenden als „Nachricht an alle“ eingetippt.

c) **Dateien**: Da eine Mailbox nichts anderes ist als ein Computer, der angerufen werden kann, können auch gleich die Daten auf seiner Festplatte allen zur Verfügung stehen. Es ist daher möglich, mit einem Terminalprogramm nicht nur Texte, sondern auch Programme von der Mailbox zu empfangen – und auch zu

senden. Hier sind allerdings höhere Anforderungen an die Sicherheit der Übertragung erforderlich. Während ein Text, in dem ein Buchstabe falsch übertragen wurde, noch lesbar ist, bringt ein einzelnes falsch übertragenes Byte ein Programm bei späterer Benutzung zum Absturz. Daher werden Programme mit Hilfe von Sicherungsmechanismen übertragen, die Protokolle genannt werden. Ein Protokoll überträgt die Daten nicht „am Stück“, sondern sendet nach einer bestimmten Anzahl Bytes einen Prüfcode. Wenn der nicht stimmt, wird diese Anzahl Bytes erneut übertragen. Diese Abschnitte, nach denen ein Prüfcode folgt, werden auch Datenpakete genannt. Sinn der Sache ist, daß im Falle eines fehlerhaften Pakets nur dieses (und nicht die ganze Datei) erneut übertragen werden muß.

d) **Informationen**: Schließlich besteht die Möglichkeit, daß eine Mailbox Informationen bereit hält. Hierzu muß der Box mit dem Terminalprogramm klargemacht werden, über was man informiert werden möchte, und die Box schickt dann all die Textzeichen, die auf dem eigenen Bildschirm eine Seite mit Informationen darstellen. Da der Monitor des Zielrechners eine „Seite“ mit Informationen darstellt, werden die Informationen traditionell auch als Seite mit einer bestimmten Namen oder einer Nummer auf der Mailbox abgelegt.

3. Online-Dienste

Mailboxen werden in sehr großer Zahl als Hobby-Mailboxen einzelner Computerfreaks betrieben. Daneben kamen schon früh Firmen auf die Idee, mit einer Mailbox Geld zu verdienen, und gründeten sog. Online-Dienste.

Einer der ersten Online-Dienste war **BTX**. Dieser Post-Dienst sollte ursprünglich nur Informationsseiten zur Verfügung stellen. Diese Seiten wurden von anderen Firmen (z. B. der Lufthansa) gestaltet und an die Post – zu Werbezwecken – weitergegeben. Gegenüber einer Hobby-Mailbox war das Informationsangebot sehr groß: Welche Mailbox bietet schon Zugriff auf Flugpläne?

Mit dem BTX-Nachfolger **Datex-J** war auch das Versenden von E-Mail möglich, indem die Telefonnummer des Empfängers der Nachricht beigegeben wird. Gegenüber einer Hobby-Mailbox hatte dieser Dienst sehr viel mehr Teilnehmer und bot daher eine erhöhte Wahrscheinlichkeit, daß ein bestimmter Empfänger auch Mitglied in derselben Box war. Allerdings war Datex-J ausschließlich auf Deutschland beschränkt; die Telekom erweiterte die Funktionali-

tät auf das Internet (siehe unten), und nannte den Dienst schließlich **T-Online**.

Demgegenüber boten **Compuserve** und **America Online (AOL)** frühzeitig Online-Dienste, die auch international vertreten waren und damit E-Mail ins Ausland ermöglichten. Außerdem war zusätzlich zu den klassischen Funktionen noch der Austausch von Dateien zwischen gleichzeitig eingewählten Benutzern möglich. Diese Funktionen machten Schlagzeilen als Umschlagmöglichkeit für Pornos.

Schließlich trat 1995 Microsoft mit dem neugegründeten Online Dienst **Microsoft Network (MSN)** auf den Plan. Die nötige Software für den Zugriff wurde jedem Exemplar von „Windows 95“ beigelegt. Der Zugang wurde damit so leicht gemacht, daß man Mitte letzten Jahres noch spekulieren, die Neuzugänge würden im MSN explodieren. Hätte aber MSN erst einmal eine Vormachtstellung erreicht, würde jeder dort Mitglied werden, um möglichst viele Leute per News und Mail erreichen zu können.

Dies brachte Microsoft zunächst einen kartellrechtlichen Prozeß ein. Seitdem jedoch alle Online-Dienste im Internet verbunden sind, ist es ziemlich egal geworden, wo man Mitglied ist, denn es ist jetzt eh möglich, jeden per E-Mail zu erreichen.

4. Das Internet

a) Entstehung, Technik: In den siebziger Jahren entwickelte das amerikanische Verteidigungsministerium ein Verfahren, Computer miteinander zu vernetzen, das folgenden Anforderungen genügen sollte: unterschiedlichste Computertypen sollten sich verstehen, und das Gesamtsystem sollte auch im Falle eines atomaren Erstschlages noch funktionieren. Ergebnis dieser Forschung war das „Arpanet“. Um die völlig unterschiedlichen Computer zu vernetzen, wurde ein einheitliches Protokoll als gemeinsame „Sprache“ geschaffen, das sogenannte „Transfer Control Protocol / Internet Protocol“ (TCP/IP). Jeder Rechner, der hiermit umgehen kann, versteht andere Rechner im Internet. Auch Windows wurde durch Zusatzprogramme in die Lage versetzt, TCP/IP zu verstehen.

Bei einem einfachen Computernetz sind die Rechner an einem einzigen gemeinsamen Kabel zu einer Kette verbunden. Fällt eine Teilstrecke aus, ist das ganze Netz tot. Im Arpanet wurden daher Querverbindungen zwischen den Rechnern vorgesehen, die die Verbindung im Falle eines Ausfalles auf „Umwegen“ aufrechterhalten.

Diese grundlegenden Techniken des Arpanet sind Grundlage des Mitte der achtziger Jahre entstandenen Netzes der National Science Foundation. Dieses

NSFnet ist Teil des Internets. Das NSFnet besteht nicht aus Telefonkabeln, sondern extrem schnellen Glasfaserkabeln und ist ein sog. „Backbone“ des Internet. Da ein Netz um so langsamer wird, je mehr Teilnehmer es hat, wurde das Internet in kleinere Netze geteilt, die über einen separaten Strang miteinander verbunden sind. Dieses Kabel nennt man dann Backbone. Die separaten Netze bekommen nicht mehr den internen Datenverkehr der anderen Netze mit und werden schneller; der Verkehr von einem Netz ins andere wird gebündelt und über die schnelle Backbone-Leitung übertragen. Wegen dieser schnellen Leitungen ist der Begriff „Datenautobahn“ bzw. „Infobahn“ aufgekommen.

b) Anschluß: Um im Internet Daten zu übertragen, wird eine Verbindung zu einem (beliebigen) Rechner benötigt, der bereits angeschlossen ist. Solche Rechner stellen alle Online-Dienste zur Verfügung, ebenso die Universitäten. Daneben bieten bestimmte Firmen als sog. „Provider“ kostenpflichtig eine Verbindung ins Internet.

c) Verbindungssoftware: Um im Internet zu arbeiten, muß der benutzte Rechner zunächst TCP/IP unterstützen.

Die entsprechende Software kann bei den neuen Betriebssystemen au-



tomatisch installiert werden. Bei einem Zugriff per Modem ist zusätzlich ein Wahlprogramm („Dialer“) erforderlich. Dieses Programm steuert zum einen das Modem, zum anderen sorgt es dafür, daß dem eigenen Rechner eine eindeutige Nummer zugeordnet wird, unter der er im Internet ansprechbar ist. Jeder im Computer im Internet trägt eine solche Identifikationsnummer, die „IP-Adresse“ heißt. Die Zuordnung solcher Nummern kann nach zwei verschiedenen Verfahren erfolgen: SLIP oder PPP. PPP (Point to Point Protocol) wird meist verwendet, weil es die Nummer nach Beendigung der Verbindung für andere Anrufer freigibt. Ist eine PPP-Verbindung mittels des Dialers hergestellt, dann ist der Computer mit dem Internet verbunden.

d) Anwendungen für das Netz: Sobald eine Verbindung zum Internet hergestellt ist, ist der Zugriff auf andere

Internet-Rechner eröffnet. Dabei stehen verschiedene Dienste zur Verfügung:

Telnet-Programme sind für alle wichtigen Computertypen vorhanden. Dabei werden Eingaben vom eigenen Rechner an den „fernen“ Rechner geleitet, der dann darauf reagiert und Daten über das Netz zurückgibt, die auf dem eigenen Rechner wieder angezeigt werden. Auf diese Weise kann man andere Rechner „fernsteuern“. Auf den fernen Computern können z. B. weiterführende Programme für Mail und News liegen.

Alle Rechenzentren betreiben mindestens einen Rechner, zu dem auf diese Art eine Verbindung hergestellt werden kann. Nach dem Verbindungsaufbau wird eine Identifikation mit Kennung und Paßwort verlangt, um unbefugte BenutzerInnen auszuschließen. Auf diese Weise funktionieren die meisten E-Mail-Systeme in den Universitäten.

Da während der Dauer der Verbindung der eigene Rechner Teil des Internets ist, kann die Post auch auf den eigenen Rechner kopiert werden. Die dafür erforderliche Software ist günstig erhältlich; so kann man die Daten ohne eine bestehende Verbindung lesen, was enorm Telefongebühren spart.

Weil jedoch die Benutzung dieser Dienste für Computerlaien relativ kompliziert ist, wurde ein sehr leistungsfähiger neuer Dienst im Internet geschaffen,

das sog. „**World Wide Web**“ (WWW), das alle übrigen Dienste inklusive Dateitransfer unter einer grafischen, bunten, mit der Maus bedienbaren Oberfläche vereint. Zusätzlich können Informationen mit „Links“ versehen werden, die zu weiteren Informationen führen; so kann man einfach ein unterstrichenes Wort im Text anklicken, und man wird zu einer neuen Seite-katapultiert. Die Programme, die dies ermöglichen, nennt man „**Browser**“, die Beschreibung dieser Querverbindungen wird HTTP (Hypertext Transfer Protocol) genannt.

Seitdem das WWW existiert, boomt das Internet gewaltig. Die Anzahl abrufbarer Seiten ist bereits jetzt unvorstellbar groß. Auf ihnen finden sich inzwischen auch Filme und Töne, und das WWW-Format hält auch auf CD-ROMs Einzug, womit ein einheitliches Surfen in der Datenflut fürs nächste Jahrtausend gesichert erscheint.

Matthias Lenzki studiert Jura in Münster und hat einige Semester Informatik studiert. Außerdem arbeitet er in den Ferien bei Computerfirmen.

Literatur: Zu den technischen Details der Datenübertragung und zum Internet vgl. Thema „Datenautobahn in Deutschland“, in: c't 10/1994, 100-157.