

*Robert Tolksdorf*

Internet

Aufbau und Dienste

Reproduktion der Papierausgabe von 1997  
Copyright © Robert Tolksdorf  
Bismarckstr. 18  
14109 Berlin



Dieses Werk ist lizenziert unter einer  
Creative Commons Namensnennung - Nicht kommerziell -  
Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz.  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

# Vorwort

Das Internet hat im Jahr 1993 begonnen, in das breite öffentliche Interesse in Europa zu rücken. Ein neues Massenmedium hat angefangen zu existieren. Viele herkömmliche Medien griffen die Themen Netzwerke, E-Mail und das World Wide Web auf, berichteten über verschiedenste neue Anwendungen und skizzierten, welche Möglichkeiten das Internet bietet.

Heute – schon drei Jahre später – ist das Internet ein bekanntes Medium; neue Branchen – wie die Internet Provider und Dienstleister – haben sich etabliert. Große Konzerne sehen die kommerzielle Bedeutung dieses Mediums und engagieren sich investiv.

Auf der anderen Seite stehen die Nutzer des Internet. Und bei ihnen handelt es sich nicht mehr nur um die Computer-Spezialisten, die in den vergangenen 20 Jahren an der Entwicklung des Internet gearbeitet haben. Das Internet ist ein Medium geworden, an dem jedermann teilnehmen kann (die neuesten Versionen der populären Betriebssysteme enthalten komplette Internet-Pakete), das für jedermann erhältlich ist (in fast jeder Stadt findet sich ein Internet-Provider) und das jedermann nutzen kann (die alten kryptischen Nutzeroberflächen der Anwendungen sind durch moderne, grafikorientierte Schnittstellen ergänzt worden).

Diese Buch ist für den Internet-Anwender geschrieben. Wenn ein Internet-Zugang für Sie interessant erscheint, erfahren Sie, welche Voraussetzungen dafür erfüllt sein müssen. Falls Sie schon einen Zugang haben, erläutert das Buch die Palette der Dienste, die Ihnen damit zur Verfügung steht.

Dabei bilden bei den einzelnen Internet-Diensten ihre Anwendungspotentiale und ihre Nutzungsoberflächen den Schwerpunkt. Wir zeigen schematisch und kurz die interne

Arbeitsweise der Dienste auf, konzentrieren uns aber auf ihre Aufgabe und Anwendungen.

Das Internet unterliegt einer sehr schnellen technologischen Entwicklung. Man kann davon ausgehen, daß im Laufe der nächsten Jahre noch sehr viele neue Dienste und Anwendungen entstehen werden. Dabei wird jedoch die grundlegende Arbeitsweise des Internet und seine Dienste, die Sie in diesem Buch kennenlernen, erhalten bleiben.

Beim Schreiben eines Buches ist man immer auf die Unterstützung anderer angewiesen. Für kompetente Diskussionen zum Internet möchte ich der Projektgruppe KIT am Fachbereich Informatik der Technischen Universität Berlin danken. Für die aufgewendete Geduld Christine Kämmerer, die vielleicht etwas Gewinn aus diesem Tutorium ziehen kann.

Robert Tolksdorf

Berlin, August 1996

Home-Page: <http://www.cs.tu-berlin.de/~tolk/>  
E-Mail: [tolk@cs.tu-berlin.de](mailto:tolk@cs.tu-berlin.de)

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Geschichte des Internet . . . . .	2
1.2	Standards im Internet: RFCs . . . . .	4
1.3	Die Organisationen des Internet . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Der Internet-Zugang</b>	<b>11</b>
2.1	Einfache Internet-Anbindung . . . . .	12
2.2	Firmenanbindung . . . . .	14
2.3	Internet-Dienstleister . . . . .	16
2.4	Software-Voraussetzungen . . . . .	16
<b>3</b>	<b>Wie das Internet arbeitet</b>	<b>21</b>
3.1	Struktur und Rechneridentifizierung . . . . .	21
3.2	Grundlegende Protokolle . . . . .	23
3.3	Das Internet Protocol IP . . . . .	24
3.4	Transfer von IP-Paketen – Routing . . . . .	25
3.5	Einfache Datenübertragung mit UDP . . . . .	26
3.6	Zuverlässige Übertragung mit TCP . . . . .	27
3.7	Namensvergabe und -benutzung: DNS . . . . .	28
<b>4</b>	<b>Technische Basisdienste</b>	<b>31</b>
4.1	Erreichbarkeit anderer Internet-Rechner . . . . .	31
4.2	Mit anderen Internet-Rechnern arbeiten . . . . .	33
4.3	Direkte Nutzung von Diensten mit telnet . . . . .	35
4.4	Informationen über Personen im Internet . . . . .	37
<b>5</b>	<b>Mitteilungen im Internet verbreiten</b>	<b>41</b>
5.1	Elektronische Post – E-Mail . . . . .	41
5.2	E-Mail jenseits reiner Texte: MIME . . . . .	44
5.3	E-Mail in Gruppen: Mailing-Listen . . . . .	45

5.4	News – der elektronische Dorfplatz des Internet . . . . .	47
<b>6</b>	<b>Informationen übertragen und abfragen</b>	<b>53</b>
6.1	Übertragung von Dateien im Internet mit ftp	53
6.2	Gopher – hierarchische Informationssysteme	57
6.3	Hypermedia: World Wide Web . . . . .	59
6.4	Hypermedia: Hyper-G . . . . .	65
6.5	Virtuelle Realität: VRML . . . . .	66
<b>7</b>	<b>Java – die Programmiersprache des Internet</b>	<b>71</b>
7.1	Applets – Programmchen in Web-Browsern	71
7.2	Arbeitsweise von Java . . . . .	73
7.3	Java-Perspektiven . . . . .	75
<b>8</b>	<b>Direkte Kommunikation im Internet</b>	<b>77</b>
8.1	Elektronisches Gespräch . . . . .	77
8.2	Elektronische Diskussion in Gruppen . . . . .	79
8.3	Elektronische Aktionsforen . . . . .	81
8.4	Audio- und Video-Dienste . . . . .	83
<b>9</b>	<b>Ausblick</b>	<b>87</b>
9.1	Internet, Next Generation: IPng . . . . .	87
9.2	Netzentwicklung . . . . .	89
9.3	Internet-Entwicklung . . . . .	90
<b>A</b>	<b>Die Internet-Standard-Protokolle</b>	<b>93</b>
<b>B</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>95</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>101</b>
	<b>Index</b>	<b>107</b>

# 1 Einleitung

Die Frage „Was ist das Internet?“ fordert verschiedene Antworten heraus:

- Das Internet ist eine weltweiter Verbund von Rechnern, die über Netze Daten austauschen können. Diese hardware-bezogene Sicht bezieht sich auf das Zusammenschalten von lokalen Netzen zum Internet und die dabei notwendige Verarbeitung von Datenpaketen.
- Das Internet ist eine Protokollfamilie. Diese netzbezogene Sicht bezieht sich auf die im Internet verwendeten Protokollspezifikationen.
- Das Internet ist ein offenes System, in dem Dienste genutzt und angeboten werden können. Diese Sicht ist nutzungs- und anwendungsbezogen und beschreibt die Anwendungsmöglichkeiten des Internet.

Die Hardware des Internet ist vielfältig und umfaßt unterschiedlichste Netzwerktechnologien, Hardware, die Daten vermittelt, Betriebssystem-Software und Rechnerarchitekturen. Ihre Konfiguration ist Aufgabe der Netzbetreiber – die Hardware selbst wird der Nutzer kaum zu Gesicht bekommen.

Viele Protokolle im Internet betreffen seine interne Arbeitsweise – wie werden Datenpakete aufgebaut, wie tauschen Rechner in verschiedenen Netzen Informationen aus, oder wie werden Netze unterschiedlicher Bauart integriert. Der Nutzer kommt mit diesen Protokollen so gut wie nie in Kontakt. Sie werden durch das Betriebssystem implementiert und müssen Systemadministratoren bekannt sein.

In diesem Buch lernen Sie die Dienste des Internet kennen, die Anwendungen, mit denen sie nutzbar sind, und abrißartig die Protokolle, mit denen sie implementiert sind. Wir verstehen damit das Internet als eine Sammlung von Diensten und Anwendungen darauf.

In diesem Kapitel stellen wir einleitend die Geschichte und die organisatorische Struktur des Internet dar.

## 1.1 Geschichte des Internet

Das Internet hat einen militärischen Ursprung – ungefähr Ende der sechziger Jahr begann das US-amerikanische Verteidigungsministerium, sein Rechnernetz für militärische Forschung – das *ARPAnet* – mit anderen Netzwerken zusammenzuschalten. Die Arbeiten dazu entwickelten die Grundkonzepte des Internet.

Dabei war die Hauptanforderung ebenfalls militärischen Überlegungen geschuldet: Das Netz sollte in der Lage sein, auch teilweise Komplettausfälle von Rechnern oder Netzen zu überstehen – es liegt auf der Hand, daß als Ursache für einen Ausfall ebenfalls ein militärisches Ereignis angenommen wurde. Daraus ergab sich folgende Konzeption:

- Daten werden von einem Rechner an einen anderen geschickt.
- Der Weg durch das Netz ist nicht zuverlässig.
- Die Rechner des Internet müssen dafür sorgen, daß ein Datentransport gewährleistet wird.

Im Internet-Design spiegelt sich diese Konzeption dadurch wider, daß sich der Weg durch das Netz dynamisch ergibt und die Rechner zwischen Sender und Empfänger in der Lage sind, selbst über den besten Weg der Weiterleitung eines Datenpakets zu entscheiden. Technisch wird dies durch das *Internet Protocol* (IP) gewährleistet.

Es stellte sich schnell heraus, daß IP sehr gut geeignet war, Rechner unterschiedlicher Bauart zu vernetzen – bald

wurde das Internet auch außerhalb der US-amerikanischen Militärnetze eingesetzt. Mit Beginn der achtziger Jahre wurden lokal vernetzte Workstations zunehmend populär und verbreiteten sich hauptsächlich an den Universitäten. Sie wurden zumeist mit dem Betriebssystem Berkeley UNIX ausgeliefert, und in diesem System war die Betriebs-Software für die Internet-Protokolle schon eingebaut.

Zugleich begann eine Vernetzung von Rechnern auch über große Entfernungen hinweg – anfangs getrieben durch die Vernetzung US-amerikanischer Großrechenzentren. Und auch hier erwies sich das Internet als die geeignete technologische Grundlage.

Damit wandelte sich das Internet von einem militärischen Netz hin zu einem universitären Netz über große Entfernungen. Dementsprechend wurde in den USA der Betrieb des Internet auf die National Science Foundation NSF übertragen. Gleichzeitig stieg die internationale Verwendung von IP an.

Seit Beginn der neunziger Jahre wurde der kommerzielle Nutzen eines weltweiten Datennetzes erkannt. Es stellte sich heraus, daß die Technologie der Internet-Dienste inzwischen eine solche Qualität hatte, daß sich Gewinnmöglichkeiten auftraten. Mit der Verfügbarkeit des World Wide Web 1993 schließlich ist das Internet zu *dem* Datennetz für den privaten und kommerziellen Anwender geworden.

Das Internet nutzen nach unterschiedlichen Schätzungen 1996 30 bis 60 Millionen Menschen weltweit, fast, aber nicht ganz ausschließlich in den industrialisierten Ländern. Es ist in seiner Verbreitung und Nutzung das größte Datennetz überhaupt und wächst exponentiell – seine Größe verdoppelt sich jährlich.

Aufgrund der Technik des Internet läßt sich keine genaue Nutzeranzahl ermitteln. Die Anzahl der Internet-Rechner weltweit läßt sich dagegen zählen; die Ergebnisse sind online in [25] abzufragen. Ältere Zahlen wurden in [20] veröffentlicht. Das Wachstum der Rechneranzahl in den letzten Jahren sieht demnach wie folgt aus:



Monat	Anzahl
1/96	9 472 000
1/95	4 852 000
1/94	2 217 000
1/93	1 313 000

In Deutschland wurden Ende März 1996 516 342 Rechner gezählt, europaweit 2 483 833. Dieses exponentielle Wachstum wird allgemein auch für die Anzahl der Nutzer, für die Größe des Web und für andere Dienste angenommen. Es läßt sich noch nicht abschätzen, wann eine gewisse Sättigung erreicht wird – das Internet wird wahrscheinlich noch länger in diesem Ausmaß wachsen.

## 1.2 Standards im Internet: RFCs

Das Internet ist ein Zusammenschluß von Rechnern und Netzen ohne eine zentrale Kontrolle. Damit das technische Zusammenspiel überhaupt funktioniert, muß es Festlegungen und Standards geben, die Protokolle beschreiben, Namensregeln festlegen etc. Im täglichen Leben kennen Sie solche Regeln als Standards und Normen, die national von DIN, international von der *International Standardization Organization* ISO festgelegt werden.

Das Internet hat sich aber anders organisiert – dementsprechend gibt es einen eigenen Mechanismus zur Erstellung und Verbreitung der Internet-Standards, die *Request For Comments*-Dokumente, kurz RFC ([38]). Jeder RFC hat eine eindeutige Nummer; so bezeichnet „RFC 1738“ beispielsweise das Dokument, in dem der Aufbau der Web-Adressen, der URLs, beschrieben wird ([2]).

Es gibt im Sommer 1996 fast 2000 solcher Dokumente. Nicht alle sind tatsächlich Standards – bei vielen handelt es sich um technische Vorschläge, erläuternde Dokumente oder Erweiterungen schon vorhandener Protokolle. Die Sammlung aller RFCs stellt die komplette technische Dokumentation des Internet dar. Sie wendet sich hauptsächlich

an Entwickler, besteht aber nicht nur aus trockenen Protokollspezifikationen.

Ein RFC hat jeweils einen bestimmten Status. Handelt es sich um einen akzeptierten und technisch unumstrittenen Standard, wird er zugleich in die Serie der Standardprotokolle aufgenommen ([3]). *STD 9* bezeichnet das Standardprotokoll zur Dateiübertragung FTP, das der RFC 959 beschreibt. Wird ein Standard neu definiert, ändert sich seine Nummer nicht, wohl aber die des dafür gültigen RFC. In Anhang A auf Seite 93 finden Sie eine Liste der STD-Reihe und der zugehörigen RFCs.

Lösungen, die noch nicht als ideal angesehen werden, erhalten den Status *Draft Standard*; sind sie allgemeine Praxis, werden aber nicht als geeignete Lösung angesehen, handelt es sich um *Informal Standard*. Darüber hinaus gibt es eine Fülle technischer Informationen, die Protokolle weiter erläutern oder sich mit organisatorischen Regeln im Internet beschäftigen. RFCs, die vorhandene RFCs didaktisch aufbereitet erläutern, werden in die *For Your Interest*-Serie (FYI) eingestellt ([21]). Die Benutzung von FTP ist beispielsweise in RFC 1635 als FYI 24 für den Anfänger beschrieben ([10]).

Sämtliche RFCs sind elektronisch erhältlich. Sie können sie per Internet mit FTP (siehe Abschnitt 6.1 auf Seite 53) vom Rechner `ds.internic.net` im Verzeichnis `/rfc` übertragen. Weltweit werden die RFC-Dokumente automatisch auf verschiedene Rechner kopiert – wahrscheinlich hält auch Ihr Internet-Provider diese Dokumente vor.

Die Erstellung eines RFC beginnt damit, daß ein Internet-Teilnehmer für ein bestimmtes Problem eine Lösung vorschlägt. Wird das Problem als wichtig angesehen, bildet sich eine Arbeitsgruppe, die einen *Internet Draft* erstellt. Dabei handelt es sich um ein Dokument, das als Diskussionsgrundlage für die Erstellung eines RFC dient. Diese Diskussion wird von Experten geführt, die letztlich über die technische Qualität des Vorschlags entscheiden.

Nach den in RFC 1602 ([18]) festgelegten Regeln durchläuft ein solcher Vorschlag einen Diskussions- und Abstimmungsprozeß, bis er schließlich als RFC veröffentlicht wird.

Ein wichtiger Aspekt hierbei ist die Selbstorganisation des Internet: Auch Sie als Internet-Teilnehmer haben die Möglichkeit, die Entwicklung und technische Gestaltung des Netzes und seiner Dienste und Protokolle mitzubestimmen. Dabei werden Sie allerdings mit dem hohen technischen Sachverstand der Internet-Spezialisten mithalten müssen. Würden Sie einen Internet Draft erstellen, dann kämen Sie mit verschiedenen Institutionen der Selbstorganisation des Internet in Berührung, die der nächste Abschnitt beschreibt.

### 1.3 Die Organisationen des Internet

Nachdem die RFCs das Internet definieren, stellt sich die Frage, wer über sie entscheidet. Dafür gibt es eine Reihe von Organisationen im Internet, die den Prozeß der Weiterentwicklung des Internet koordinieren und verschiedene notwendige Verwaltungsaufgaben übernehmen. Diese Organisationen sind untereinander sehr eng verflochten – zumeist werden Mitglieder gegenseitig in Entscheidungsgremien entsandt. Die konkreten Prozeduren der Abstimmungen sollen an dieser Stelle ausgespart bleiben – sie sind als RFCs dokumentiert. Abbildung 1.1 auf der nächsten Seite stellt die verschiedenen Organisationen und ihre Verbindungen übersichtsartig dar – Sie lernen sie im folgenden kennen.

Die rechtliche Dachorganisation des Internet ist die 1992 gegründete *Internet Society* (ISOC) (erreichbar unter <http://www.isoc.org><sup>1</sup>). Sie ist beschreibbar als ein internationaler, regierungsunabhängiger Verein von Internet-Nutzern. Tatsächlich kann jeder Mitglied in der ISOC werden; der geringe Mitgliedsbeitrag dient der Finanzierung ihrer Aktivitäten. Mit der Mitgliedschaft ist ein Wahlrecht verbun-

---

<sup>1</sup>Diese Internet-Adressen lernen Sie in diesem Buch in Kapitel 6.3 auf Seite 61 kennen. Sie bezeichnen Informationsseiten, die über das World Wide Web per Internet erreichbar sind.

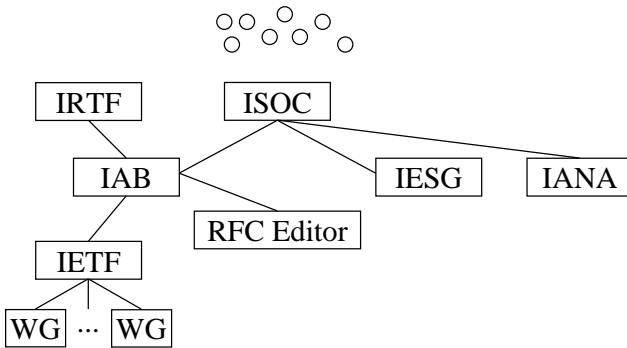


Abb. 1.1: Die Organisationen im Internet

den, durch das letztlich die nachgeordneten Organisationen im Internet legitimiert werden. Allerdings gilt hier, daß im Internet die technische Kompetenz die wirkliche Quelle von Einfluß bildet.

Die technische Entwicklung des Internet findet in der der ISOC nachgeordneten Organisation *Internet Architecture Board* (IAB) statt. Das IAB leitet den Standardisierungsprozeß im Internet und ist über eine gewählte Person Herausgeber der RFCs. Gleichzeitig legt es die Standardisierungsregeln fest und sorgt für deren Einhaltung. Darüber hinaus sorgt das IAB für die technische Weiterentwicklung des Internet und vertritt die ISOC gegenüber anderen Organisationen. Das IAB ist im Internet online unter <http://www.iab.org> erreichbar.

Die tatsächliche Arbeit zur Entwicklung der Internet-Technik findet in der *Internet Engineering Task Force* (IETF) statt. Sie ist in mehrere Arbeitsgruppen (*Working Groups*, WG) organisiert, die Entwürfe für RFCs behandeln und über ihre technische Reife entscheiden. Dabei versteht sich die IETF als ein Forum für die Entwickler von Internet-Technologie. Ihre Arbeitsweise ist im RFC 1603 ([17]) beschrieben. On-

line kann man sich unter <http://www.ietf.org> über die IETF informieren.

Für viele Protokolle im Internet sind konkrete Festlegungen über Nummern und Namen notwendig. Sie werden beispielsweise in den folgenden Kapiteln sehen, daß bestimmte Internet-Dienste an bestimmte Nummern für Kommunikationskanäle auf Rechner gebunden sind. Diese Nummern müssen eindeutig vergeben werden, damit ein Dienst-anforderer für eine Dateiübertragung an diesem Kommunikationskanal nicht einen Web-Server vorfindet, dessen Protokoll er nicht versteht.

Für die Vergabe solcher Nummer ist – von der ISOC beauftragt – die *Internet Assigned Numbers Authority* (IANA) zuständig. Entwickelt man einen Dienst, der den Kommunikationskanal 2950 belegen soll, muß man sich an die IANA wenden, um diese Nummer für das neue Protokoll zu reservieren.

Das Internet kennt eine Fülle solcher Namen und Nummern, die eindeutig sein müssen. Dies reicht von dem genannten Beispiel über unzählige durch Nummern bezeichnete Optionen von Protokollen, über symbolische Namen für Medientypen in elektronischen Mails, bis zu numerischen Identifikationen für Hersteller von Ethernet-Netzwerkkarten.

Der aktuelle Stand der registrierten Nummern und Namen ist online unter <ftp://ftp.isi.edu/in-notes/iana/assignments> abrufbar; RFC 1700 ([42]) gibt den Zustand vom Oktober 1994 wieder. Die IANA ist online erreichbar über <http://www.isis.edu/div7/iana/overview.html>.

Neben diesen Organisationen gibt es zwei weitere, die zu nennen sind. Die *Internet Engineering Steering Group* (IESG) setzt sich aus den Leitern der Arbeitsgruppen der IETF zusammen und bildet ein gruppenübergreifendes Leitungsgremium. Die *Internet Research Task Force* (IRTF) beschäftigt sich mit Forschungsfragen im Internet-Zusammenhang, die später von der IETF in praktische Lösungen umgesetzt werden.

Diese verschiedenen Organisationen sind untereinander eng verbunden. Die jeweiligen Leiter sitzen in den Entschei-

dungsgremien der jeweils anderen Institutionen. Deren andere Mitglieder werden gegenseitig gewählt oder abgesandt. Oftmals sind auch die Trennlinien zwischen den Aufgabenstellungen nicht ganz scharf gezogen – der Erfolg des Internet beweist aber die Qualität dieser Strukturen.

Nachdem Sie in diesem Kapitel die Geschichte des Internet von einem militärischen Netzwerk hin zum weltgrößten Datennetz, die Rolle der RFCs als Standardisierungsinstrument und die verschiedenen Organisationen im Internet kennengelernt haben, zeigt Ihnen das folgende Kapitel die Möglichkeiten zur Anbindungen Ihrer Rechner an das Internet auf.



## 2 Der Internet-Zugang

Der Zugang zum Internet hat verschiedene Voraussetzungen. So brauchen Sie einen Rechner mit der erforderlichen Hardware-Ausstattung, Ihr Betriebssystem muß entsprechend vorbereitet sein, und schließlich benötigen Sie einen Dienstanbieter, der Ihnen den Internet-Zugang verschafft und für Sie Daten in die Internet-Welt transportiert.

Welches die konkreten Bedürfnisse für die Ausstattung sind, hängt von Ihrer Nutzungsabsicht ab. Wollen Sie lediglich die Dienste des Internet nutzen, beispielsweise für E-Mail oder zur Recherche in Informationssystemen, wird eine einfache PC-basierte Ausstattung ausreichen. Wollen Sie hingegen selbst Dienste in großem Maßstab anbieten, werden Sie sowohl in den Investitions- als auch den Betriebskosten in andere Dimensionen geraten. In den folgenden Abschnitten beschreiben wir die Voraussetzungen je nach Anwendungsabsicht.

Ihren Zugang zum Internet erhalten Sie über einen *Internet Service Provider* (ISP), an den die Internet-Software Daten sendet und die von dort aus weiter zu anderen Providern vermittelt werden, bis sie schließlich beim Kommunikationspartner ausgeliefert werden. ISPs arbeiten überregional und betreiben an verschiedenen Standorten *Points-of-Presence* (POP), um die Zugangswege für den Nutzer kurz und kostengünstig zu halten. Zumindest in jeder mittleren Stadt wird sich ein POP eines Providers finden, so daß beispielsweise bei Anbindung über Telefon lediglich Gebühren für den Nahbereich anfallen.

Für diesen Zugang müssen Sie eine Anbindung an Ihren Provider schaffen, so wie man beispielsweise in einem lokalen Netzwerk über Ethernet oder Appletalk die vorhandenen Maschinen vernetzt. Der ISP ist aber in der Regel



nicht im selben Gebäude, so daß Sie die Verbindung über Telefonleitungen oder spezielle Datenleitungen herstellen müssen. Sie benötigen also hardware-seitig entsprechende Gerätschaften.

## 2.1 Einfache Internet-Anbindung

Noch vor vielleicht fünf Jahren waren Internet-Rechner teure Workstations, die zumeist in universitären Netzen eingebunden waren. Heute sind einfache Personal Computer leistungsfähig und samt Zusatzausstattung kostengünstig genug, um am Internet – zumindest zur Nutzung von Diensten – teilzunehmen.

Die zum normalen PC zusätzlich notwendige Hardware richtet sich nach dem geplanten Datenaufkommen und betrifft die Kommunikationsanbindung. Weitere Anforderungen an Festplatten- oder Hauptspeicherausbau ergeben sich meistens nicht, da die Größe der Internet-Plattformen zumeist von Anwendungsprogrammen wie Microsoft-Office weit übertroffen werden.

Für den privaten oder freiberuflichen Nutzer, der per E-Mail erreichbar sein will und beispielsweise in Informationssystemen Recherchen für die berufliche Tätigkeit durchführen möchte oder in privater Nutzung unterhaltende Dienstangebote nutzt, bietet sich eine Anbindung an das Internet auf der Basis eines PC an.

Dafür können Sie praktisch alle verbreiteten, modernen Personal Computer wie PCs auf Intel-Basis oder Apple Macintosh verwenden. Diese Rechner sind in ihrer Leistungsfähigkeit und ihrer Standardausrüstung völlig ausreichend, um das Internet zu nutzen.

Notwendige Erweiterungen betreffen die Kommunikationsanbindung. Für eine einfache Internet-Nutzung wird man eine Anbindung wählen, bei der durch eine Wählverbindung per Telefon bei Bedarf eine Verbindung zum Provider hergestellt wird. Dabei entstehen die normalen Telefongebühren; man wird aber sicherlich eine eigene Tele-

fonleitung dafür bei einer Telekom mieten. Es gibt es zwei Möglichkeiten der Anbindung über einen Wählanschluß:

#### *Kommunikationsanbindung mit analoger Telefonleitung*

Der einfachste Weg, eine Verbindung zum ISP herzustellen, ist über eine herkömmliche Telefonleitung und analogem Modem. Beim Stand der Technik für analoge Modems in 1996 sind Geräte mit Übertragungsraten von 28 800 Informationseinheiten pro Sekunde für unter 300 DM erhältlich. Durch Komprimierungsverfahren kann die tatsächliche Datenrate dabei auf bis auf das Doppelte gesteigert werden.

Im World Wide Web-Dienst des Internet haben die Textanteile der angebotenen Seiten eine durchschnittliche Länge zwischen 3 000 und 6 000 Zeichen, so daß die Übertragung mit einem solchen Modem im Sekundenbereich liegt. Bei der Übertragung umfangreicher Daten, z.B. bei Bildern oder Audio-Strömen, werden die Grenzen dieser Leistung aber erreicht.

Der Anschluß eines Modems an einen PC bedeutet keinen Auswand – die notwendige serielle Schnittstelle ist an jedem Rechner vorhanden.

#### *Kommunikationsanbindung mit digitaler Telefonleitung*

Anstelle der herkömmlichen analogen Telefontechnik kann man für die Internet-Anbindung auch gleich auf einen digitalen ISDN-Anschluß (ein Mehrgeräteanschluß; auch S0-Anschluß genannt) mit momentan ungefähr verdoppelter Grundgebühr bei der Deutschen Telekom setzen. Die Übertragungsrate beträgt hierbei 64 000 Informationseinheiten, durch Kopplung der bei ISDN immer vorhandenen zwei Leitungen läßt sich die Rate verdoppeln.

Mit dieser Kommunikationskapazität sind auch größere Datenmengen für den einzelnen Nutzer problemlos zu bewältigen – selbst einfache Video- und Audioübertragungen lassen sich machen.

Um einen ISDN-Anschluß am Rechner zu nutzen, ist der Einbau einer entsprechenden ISDN-Karte notwendig, die 1996 ab 200 DM erhältlich ist.

Von Ihrem ISP erhalten Sie eine Telefonnummer, über die das Modem oder die ISDN-Karte die Datenleitung schaltet, eine Internet-Nummer, einen Namen für Ihren Rechner sowie weitere für den software-seitigen Anschluß nötige Parameter. Die Internet-Software sorgt dann dafür, daß die Telefonleitung zum Provider automatisch bei Bedarf hergestellt wird, Sie also lediglich eine Verzögerung durch den Wahlvorgang mitbekommen.

## 2.2 Firmenanbindung

Falls Sie die Rechner einer Firma an das Internet anbinden wollen, sollte die Kommunikationsanbindung größer dimensioniert sein. Da wahrscheinlich mehrere Rechner vorhanden sind, darf der Zugang nicht zu einem Engpaß werden, auf dem sich die Daten stauen. Gleichzeitig werden Sie wahrscheinlich zumindest zur elektronischen Selbstdarstellung auch Dienste anbieten, müssen also die Nachfrage von außen in Betracht ziehen. Schließlich stellt die Integration der Internet-Nutzung in den Arbeitsablauf höhere Anforderungen an Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit des Netzes.

In Ihrem lokalen Netz werden Sie einen Rechner zum Internet-Gateway machen, der Daten nach außen zum Provider weitertransportiert und von dort empfängt. Er übernimmt die Aufgaben eines *Routers*, der dafür sorgt, daß Datenverkehr zwischen den von Ihnen betriebenen Internet- Rechnern lokal über das Netzwerk vorgenommen wird und nur externer Verkehr an den Provider weitergeleitet wird.

Dieser Rechner wird speziell und größer als ein Arbeitsplatzrechner ausgestattet sein und hardware-mäßig schnelle Netzwerkschnittstellen haben. Gleichzeitig werden Sie auch Ihr lokales Netz entsprechend den veränderten Kommunikationsstrukturen umorganisieren müssen.

Aus Sicherheitsgründen empfiehlt sich die Verwendung dieses Rechners als *Firewall* – eine software-mäßig Zugangskontrolle, die dafür sorgt, daß unberechtigte Zugriffe auf Ihre Rechner nicht möglich sind.

An diesem Gateway-Rechner müssen Sie die Kommunikationsanbindung zum Provider vornehmen. Für einen ersten Einstieg in kleinem Maßstab bietet sich die oben beschriebene Anbindung über eine ISDN-Leitung an. Dabei können Sie auch kalkulieren, ob der Datenverkehr eine Standardleitung oder eine semipermanente ISDN-Leitung rechtfertigt.

Der nächstgrößere Ausbau wird die Anmietung eines S2M-Anschlusses – auch Primärmultiplex-Anschluß genannt – und die Anschaffung eines ISDN-Routers sein. Ein S2M-Anschluß bietet insgesamt 32 ISDN Kanäle, die zusammen 2 MBit/Sekunde Datenrate bieten. Damit dürfte der Kommunikationsbedarf einer mittleren Firma abgedeckt sein. Ein ISDN-Router übernimmt die oben beschriebene Routing-Funktion und entlastet so den Gateway-Rechner.

Durch die Installation von Internet-Diensten in Ihrem lokalen Netzwerk haben Sie automatisch auch die Grundlagen für ein *Intranet* geschaffen. Unter diesem Begriff wird der Einsatz der Internet-Dienste in einer lokalen Umgebung ohne externe Zugriffe verstanden. An die Stelle beispielsweise eines proprietären Mail-Systems Ihres Netzwerkherstellers tritt die normale Internet-Mail. Durch entsprechende Abschottung nach außen wird dieser Dienst dann zu einem rein firmeninternen Kommunikationsmittel.

Im Gegensatz zur Anbindung eines einzelnen Rechners binden Sie ein komplettes Netz an das Internet an. Der ISP wird Ihnen daher eine Netznummer zuteilen, auf deren Basis Sie die Internet-Nummern der einzelnen Rechner selbst vergeben. Auch wird es möglich sein, für dieses Netz einen eigenen Namen – beispielsweise mit Ihrem Firmennamen – zu erhalten.

Zusammen mit den technischen Voraussetzungen werden Sie Personal für den Betrieb Ihrer Internet-Anbindung einkalkulieren müssen. Alternativ könnten Sie Dienstlei-

stungsangebote von Agenturen oder Ihres ISP für den Betrieb in Anspruch nehmen.

## 2.3 Internet-Dienstleister

Wollen Sie selbst Internet-Dienstleistungen anbieten, z.B., um anderen Firmen eine Internet-Präsenz zu verschaffen, werden Sie praktisch mit Ihrem bisherigen ISP in Konkurrenz treten. Ihre Kommunikationsausstattung muß dann einerseits Ihren Kunden genügend Leistung bieten, da Sie nun eine bestimmte Dienstgüte erbringen müssen, andererseits werden Sie in breitbandige Netztechnik investieren müssen, um mit den anderen ISPs Daten in großem Maßstab austauschen zu können.

Dazu sind Sie auf die Anmietung spezieller Standleitungen von einer Telekom angewiesen. Als Untergrenze für deren Kapazität sind 2 MBit/Sekunde anzusehen – inzwischen werden aber eher 34 MBit/Sekunde als Standard im deutschsprachigen Raum gelten. Auch die Hardware-Ausstattung beinhaltet spezielle Server-Maschinen, die mit mehreren Prozessoren, sehr viel Hauptspeicher und großer Kommunikationsbandbreite in sechsstelligen Investitionskosten pro Maschine reichen.

Die Etablierung eines ISP liegt sicherlich außerhalb der Thematik dieses Buches, daher gehen wir an dieser Stelle nicht weiter auf deren Voraussetzungen ein.

## 2.4 Software-Voraussetzungen

Die für den Internet-Zugang notwendige Software läßt sich in verschiedene Bereiche einteilen:

*Die Betriebs-Software* für den Netzwerkanschluß. Sie ergänzt das Betriebssystem um die Fähigkeit, Daten über das Internet zu versenden und zu empfangen, wozu sie die grundlegenden TCP/IP-Protokolle (siehe Kapitel 3 auf Seite 21) implementiert. Sie wird einmalig eingebunden und konfiguriert.

Diese Betriebs-Software ist in zunehmendem Maße fest in Betriebssysteme eingebaut. War sie anfangs nur auf Unix-Systemen Bestandteil der Standardkonfiguration, umfassen heute beispielsweise auch Windows und MacOS eine mitgelieferte TCP/IP-Komponente.

Die Konfiguration gestaltet sich unterschiedlich kompliziert. Sie umfaßt einerseits die Anpassung an die verwendete Kommunikations-Hardware wie die verwendete ISDN-Karte oder Modem. Andererseits müssen jeweils individuell die Parameter des Internet-Zugangs eingetragen werden, z.B. die zugeteilte Rechnernummer.

Der Internet-Nutzer wird mit dieser Software kaum in Berührung kommen, höchstens bei der erstmaligen Installation. Es entstehen somit Kosten für die grundlegende Betriebs-Software.

*Die Programme zur Dienstnutzung* entsprechen normalen Anwendungsprogrammen, die die dienstspezifischen Protokolle implementieren und die TCP/IP-Betriebs-Software voraussetzen. Sie bilden den Internet-Zugang aus Nutzersicht.

Programme für die meisten der Internet-Dienste wie Mail, News, ftp, Web etc. werden in einfachen Versionen zusammen mit der TCP/IP-Software geliefert. Komfortablere Versionen werden von spezialisierten Software-Anbietern verkauft oder sind als Shareware erhältlich.

Damit entsteht auch für die Nutzung der meisten Internet-Dienste keine oder nur geringe Kosten für Investitionen in Software. Dieser Sachverhalt trägt auch zu der Attraktivität von Intranets bei.

*Die Programme zum Anbieten von Internet-Diensten*, die meistens als *Server* bezeichnet werden, sind zumeist ebenfalls frei verfügbar; sollen sie bestimmte Eigenschaften erfüllen, wird man sie kaufen müssen.

So gibt es im Bereich des World Wide Web-Dienstes eine Fülle frei verfügbarer Server-Programme, die teilweise sehr leistungsstark sind. Benötigt man allerdings Server, die spezielle Protokolle zur Übertragung vertraulicher Informationen beherrschen, muß man auf den kommerziellen Markt zurückgreifen.

*Spezielle Internet-Anwendungen* liegen eigentlich außerhalb des Fokus dieses Buches, das sich auf die Standarddienste beschränkt. Allerdings lassen sich auf diesen Diensten Anwendungen aufbauen – beispielsweise die Anbindung von Firmendatenbanken oder Redaktionssystemen an das Internet. Diese Anwendungen müssen speziell programmiert werden und verlangen die Beauftragung der Software-Abteilung oder einer externen Firma. Hierfür fallen die normalen Kosten der Software-Erstellung an.

In diesem Kapitel haben wir die Voraussetzungen zur Nutzung des Internet umrissen. Dabei mußten technische Details außen vor bleiben, da sie sich nach der verwendeten Hardware und dem Betriebssystem unterschiedlich gestalten.

Eine zweite Frage, die hier unbeantwortet bleibt, ist die nach den konkreten Kosten. Dies hat verschiedene Gründe, z.B. die jeweils unterschiedlichen Nutzungsabsichten. Entscheidend ist jedoch die Dynamik des Marktes für den Internet-Zugang.

Dabei ergibt sich durch die Popularisierung des Internet ein allgemeiner Preisverfall und eine häufige Veränderung der Tarifierungssysteme. Gleichzeitig ist eine Diversifikation und verstärkte Konkurrenz unter den Anbietern eingetreten, die sich durch die Liberalisierung des Telekommunikationsmarktes noch verstärken wird. Es läßt sich momentan kaum vorhersagen, welche Preisstrukturen beispielsweise für Telefonleitungen für Privatkunden oder Zugängen zu Breitbandnetzen nach Ende des Leitungsmonopols der Deutschen Telekom 1998 entstehen werden.

Im folgenden Kapitel lernen Sie die Grundzüge der Arbeitsweise des Internet kennen. Als reiner Nutzer werden Sie mit diesen Mechanismen kaum konfrontiert, ihr Verständnis wird Ihnen aber das Potential der Internet-Dienste klarer machen.





## 3 Wie das Internet arbeitet

Eine der verschiedenen Sichten auf das Internet ist eine netzwerktechnische: Wie werden im Internet Daten verschickt? In diesem Kapitel finden Sie eine einfache Einführung in die grundlegenden Mechanismen. Als Nutzer werden Sie kaum mit ihnen direkt in Kontakt kommen, dennoch trägt ihre Kenntnis zum Verständnis des Internet bei.

### 3.1 Struktur und Rechneridentifizierung

Das Internet wurde entworfen, um verschiedene Netze miteinander zu verbinden. Es erlaubt die weltweit eindeutige Identifizierung dieser Netze und der Rechner darin. Es sorgt für den Transport von Daten von einem Rechner in einem Netz hin zu einem anderen Netz, wo sie an einen bestimmten anderen Rechner ausgeliefert werden. Kern des Internet sind also sein Adressierungsschema, der Datenverkehr zwischen Netzen und ein Transportprotokoll zwischen Rechnern.

Jedes Netz im Internet hat eine eindeutige, numerische Adresse, die die Netzbetreiber und die Internet-Organisationen, die Sie im Abschnitt 1.3 auf Seite 6 kennengelernt haben, vergeben. Diese Netze können sich unterschiedlicher Technologie bedienen – z.B. ein Ethernet oder ein Token Ring –, auf jeden Fall ist im Rahmen dieser Technologie ein Rechner eindeutig in einem solchen Netz identifizierbar – bei Ethernet beispielsweise durch die eindeutige Nummer seines Ethernet-Interfaces. Für das Internet werden diese Nummern auf eine Internet-Nummer innerhalb des Netzes abgebildet. Die Netznummer und die Rechnernummer darin ergeben eine weltweit eindeutige Internet-Adresse.

Diese Identifizierung – kurz IP-Adresse – hat eine Länge von 32 Bit, also 4 Bytes. Zum Aufschreiben einer solchen Adresse verwendet man üblicherweise die *Dot-Notation*, bei der die 4 Bytes jeweils durch einen Punkt getrennt in dezimaler Schreibweise notiert werden. Ein Beispiel einer solchen Adresse wäre:

**130.149.27.56**

Diese Adresse bezeichnet weltweit eindeutig einen bestimmten Rechner im Internet. Wie schon beschrieben, ist in dieser Nummer eine Netz- und eine Rechnernummer kombiniert.

Für die Verwaltung der Netznummern werden aber nicht etwa einfach die ersten beiden Bytes verwendet, weil eine solche statische Zuordnung nicht effizient wäre – es könnte rechnerisch weltweit nur 65 536 Netze mit jeweils bis zu 65 536 Rechnern darin geben. Die erste Zahl ist zu niedrig, die zweite zu groß.

Daher enthält eine IP-Nummer gleichzeitig eine Information darüber, wieviele ihrer Bits eine Netzadresse bilden und welcher Anteil die Rechnernummer darstellt. Auf diese Weise entstehen *Netzklassen*, die unterschiedlich viele Rechner aufnehmen können.

Man unterscheidet drei Netzklassen, die durch die ersten beiden Bits der IP-Adresse kodiert sind:

Klasse A: 0nnnnnnn . xxxxxxxx . xxxxxxxx . xxxxxxxx

Klasse B: 10nnnnnn . nnnnnnnn . xxxxxxxx . xxxxxxxx

Klasse C: 11nnnnnn . nnnnnnnn . nnnnnnnn . xxxxxxxx

In der Darstellung bezeichnet *n* die Bits, die die Netzadresse enthalten, und *x* jene für die Rechnernummer. Die obige Beispieladresse lautet in Binärdarstellung:

**1000010.10010101.00011011.00111000**

Damit wird klar, daß es sich um einen Rechner in einem Klasse B Netz handelt. Diese Netz muß aber nicht 65 534 Rechner enthalten – es ist sinnvoller, dieses lokale Netz wiederum aus Unternetzen aufzubauen. Diese *Subnets* könn-

ten beispielsweise jeweils eine Etage in einem Gebäude umfassen und jeweils bis zu 255 Rechner enthalten.

Daher kann der Rechneradressen-Teil der IP-Nummer weiter unterteilt werden in eine Subnet-Adresse und letztlich die tatsächliche Rechneradresse. Dazu wird lokal eine Subnet-Mask definiert und im lokalen Netz beachtet. Für das Beispiel könnte der bezeichnete Rechner entsprechend im Subnet 27 stehen und dort die Nummer 56 tragen. Durch die Aufteilung in Subnets haben die lokalen Netzadministratoren eine größere Flexibilität bei der lokalen Netzkonfiguration.

## 3.2 Grundlegende Protokolle

Das Internet läßt sich verstehen als eine Sammlung von Protokollen, die die Kommunikation von Daten und Diensten ermöglichen. Dabei kann man unterscheiden zwischen den physischen Netzprotokollen, den Protokollen, die diese Netze miteinander verbinden, denen, die Daten über die verbundenen Netze transportieren, und den Dienstprotokollen, die beschreiben, welche Daten in welcher Form transportiert werden.

In diesem Kapitel lernen Sie die grundlegenden Protokolle des Internet zur Netzverbindung und zum Datentransport kennen. Die folgenden Kapitel beschäftigen sich fast ausschließlich mit den Dienstprotokollen darüber.

Abbildung 3.1 auf der nächsten Seite zeigt die Schichtung der Internet-Protokolle. Die unterliegenden Netzprotokolle ergeben sich aus den verwendeten lokalen Netzwerksystemen wie Ethernet, ISDN, ATM und anderen Techniken. Alle diese Protokolle erlauben das Zusammenschalten von Rechnern, deren Identifizierung und den Transport von Datenpaketen. Das Internet ist eine Möglichkeit, diese verschiedenen Architekturen zu einem einzigen Netzwerk zusammenzuschalten, in dem die Internet-Adressierung und der Internet-Transport von Daten verwendet wird. Somit werden Daten in einem lokalen Ethernet physisch durch das Ethernet-Protokoll transportiert. Logisch werden aber Internet-

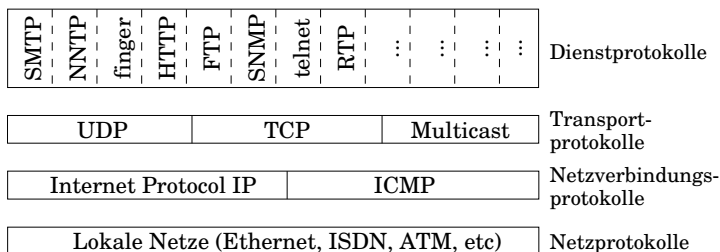


Abb. 3.1: Die Internet-Protokolle und -Dienste

Pakete versandt, die auf die lokalen Transportmechanismen abgebildet werden.

### 3.3 Das Internet Protocol IP

Das grundlegende Internet-Protokoll trägt genau diesen Namen und wird mit *IP* abgekürzt. Seine Definition ist in RFC 791 festgelegt ([31]).

Das Internet verbindet Rechner in Netzen unterschiedlicher Bauart. Sie haben auf der untersten Ebene eine Netzadresse, deren Aufbau spezifisch für dieses Netz ist. Gleichzeitig haben diese Netze ein eigenes Protokoll und eigene Datenformate.

IP definiert ein Protokoll, daß von diesen Spezifika abstrahiert. So ist in einem Ethernet die Größe eines Datenpakets 1500 Bytes und eine Ethernet-Adresse benötigt 48 Bits. Es muß also eine Abbildung der Internet-Pakete auf diese jeweils lokalen Größen geben. IP besteht daher aus:

*Adreßabbildung* zwischen den IP-Adressen und den lokalen Netzadressen und umgekehrt. Dafür werden das *Address Resolution Protocol* (ARP, RFC 826 [28]) und das *Reverse Address Resolution Protocol* (RARP, RFC 903 [12]) verwendet.

*Paketaufteilung und -zusammensetzung* zur Konvertierung der unterschiedlich großen Paketgrößen im Internet und dem jeweils lokalen Netzwerk.

Darüber hinaus definiert das IP mit dem *Internet Control Message Protocol* (ICMP) in RFC 792 ([30]) einen Satz von Kontrollmitteilungen. In Kapitel 4 auf Seite 31 lernen Sie zwei Anwendungen von ICMP-Mitteilungen kennen.

### 3.4 Transfer von IP-Paketen – Routing

IP definiert Mechanismen zur Adreßauflösung und zur Paketkonvertierung. Damit können aber noch keine Daten im Internet bewegt werden. Ein Gerät in einem lokalen Netz ist für die Weiterleitung von IP-Paketen in andere Netze zuständig. Dabei spricht man von einem *Router*.

Ein Router ist in der Lage, ein ankommendes Paket von einem anderen Router zu konvertieren und im lokalen Netz an einen Rechner auszuliefern. Dazu folgt er den Konventionen von IP.

Gleichzeitig verfügt er über die *Routing-Tabelle*, die – vom Netzwerkadministrator festgelegt – beschreibt, an welchen andern Router Pakete für ein bestimmtes Netz im Internet transferiert werden sollen. Dabei kennt er zumeist nur den nächsten Router, der ja noch nicht im Zielnetz liegen muß. Hier spiegelt sich ebenfalls das Design-Prinzip des Internet wider: Ein Router kennt nicht die komplette Route von einem Rechner zu einem anderen. Er weiß lediglich, wohin er ein Paket in Richtung zum Zielrechner transportieren soll.

Die Routing-Tabellen können statisch vom Administrator eingerichtet sein. Daneben gibt es aber auch Protokolle zum Austausch von Routine-Informationen zwischen mehreren Routern, die dadurch ihre Tabellen dynamisch anpassen.

Router sind entweder direkt als dedizierte Hardware-Geräte vorhanden oder auf einem Rechner im lokalen Netz – dem *Gateway* – implementiert. Die Konfiguration der Router ist

eine der Hauptaufgaben bei der Administration eines lokalen Netzes im Internet.

### 3.5 Einfache Datenübertragung mit UDP

Die Definition von IP legt lediglich Mechanismen zur Adressierung und zur Paketaufteilung fest, das Routing dient der Weiterleitung von Daten über Gateways. Welchen Inhalt diese Datagramme haben, ist offen gelassen. Die Transportprotokolle UDP und TCP legen ihn fest und definieren Eigenschaften der Übertragung.

Das einfachste Transportprotokoll im Internet heißt *User Datagram Protocol* (UDP) und ermöglicht die Übertragung eines Datagramms von einem Rechner zu einem anderen, dort aber an einen bestimmten Dienst. Es ist im RFC 786 definiert ([29]). Ein Dienst im Internet ist auf einem bestimmten, logischen Kommunikationskanal eines Rechners verfügbar, dem *Port*. Ein solcher Port wird durch eine Port-Nummer identifiziert. Installiert man einen Dienst auf einem Rechner, „lauscht“ er auf einem solchen Port auf Dienst-anfragen. Dadurch wird es überhaupt erst möglich, verschiedene Dienste auf einem Rechner anzubieten.

Im IP-Header wird angegeben, von welchem Rechner das Datagramm kommt und an welchen es ausgeliefert werden soll. Der Inhalt eines IP-Datenpakets ist wiederum ein Datenpaket, hier ein UDP-Paket. Es besteht aus einem UDP-Header und den eigentlichen Daten. Der Header gibt an, von welchem Port auf dem Ursprungsrechner die Daten kommen, an welchen Port sie ausgeliefert werden sollen, welche Länge das Datenpaket hat und wie seine Prüfsumme lautet. In UDP ist diese Prüfsumme sehr einfach errechnet und kann Übertragungsfehler nicht verhindern. Beim Versenden eines solchen Pakets wird um das UDP-Paket das IP-Paket gebaut und versandt.

UDP dient der einfachen Übertragung von Daten. Es enthält keinerlei Zusicherungen über die tatsächliche Auslieferung der Daten, über deren Fehlerfreiheit, über deren einmalige Auslieferung oder die Reihenfolge der Ausliefe-

nung mehrerer UDP-Pakete. Dafür erfordert UDP nur minimalsten Überhang beim Datentransport und ist das schnellste Internet-Übertragungsprotokoll. Es wird in mehreren Diensten eingesetzt, die die genannten Zusicherungen nicht erfordern.

### 3.6 Zuverlässige Übertragung mit TCP

Während UDP wenig Zusagen über die Zuverlässigkeit eines Datentransports macht, müssen sich die meisten Anwendungen auf die korrekte Auslieferung der Daten verlassen können. Das *Transmission Control Protocol* (TCP), definiert in RFC 793 ([32]), ist das Transportprotokoll, bei dem die Reihenfolge und die vollständige Auslieferung von Nachrichten zugesichert wird. Dazu verwendet TCP die folgenden Mechanismen:

*Fehlererkennung und -korrektur* zur Maskierung von Übertragungsfehlern auf den unteren Netzwerkschichten

*Flußkontrolle* , um den TCP-Datenstrom so zu kontrollieren, daß keine Datenpuffer beim Empfänger überlaufen und entsprechend das Senden von Daten unterbrochen wird.

*Reihenfolgekontrolle* zur Sicherstellung des Empfangs von Bestandteilen einer Mitteilung in der Reihenfolge des Sendens

*Übermittlungswiederholung* im Fall des Verlusts eines Datenpakets

Um diese Mechanismen zu implementieren, ist das TCP-Datenpaket, das in das IP-Datenpaket gepackt wird, mit einem umfangreicheren Header versehen. Er enthält:

- Eine Sequenznummer, die angibt, welches Fragment der Gesamtmitteilung sich in dem TCP-Paket befindet



- Eine Bestätigungsnummer, mit der bei einer Antwort die bisher empfangenen Daten vom Empfänger bestätigt werden. Der Sender kann dann diese Pakete aus einem Puffer löschen, in dem sie für eventuell nötige erneute Übertragungen gehalten werden.
- Eine Größenangabe, nach wie vielen Daten zumindest eine Bestätigung vom Empfänger erfolgen muß. Sie korrespondiert mit der Größe des gerade genannten Puffers für die Übermittlungswiederholung.
- Eine Prüfsumme über den Inhalt des TCP-Pakets
- Eine Reihe von Optionen und Füllwerten

TCP definiert auf dieser Basis die Protokoll-Schritte, mit denen die oben genannten Mechanismen implementiert werden. Insbesondere durch die notwendige Bestätigung erfordert TCP mehr Kommunikationsaufwand als UDP und ist daher langsamer. Weiß man beispielsweise, daß die Nachrichten von Anwendungen immer in ein einziges Paket passen, benötigt man unter Umständen kein TCP, sondern kann auf das schnellere UDP ausweichen.

### 3.7 Namensvergabe und -benutzung: DNS

Dieses Kapitel begann mit der Darstellung der IP-Adressen. Bei ihnen handelt es sich um einfache Zahlen – Sie werden Internet-Adressen aber vielleicht eher in symbolischer Form kennen, z.B. **www.microsoft.de**. Tatsächlich sind die meisten Internet-Rechner auch über solche symbolische Namen neben der Dot-Notation erreichbar. Für die Abbildung der Namen auf IP-Nummern und umgekehrt ist der Dienst *Domain Name System* (DNS), definiert in den RFCs 1034 und 1035 ([22, 23]), zuständig.

Die symbolische Adressierung eines Internet-Rechners ist hierarchisch organisiert. Dabei bildet jede Stufe dieser Hierarchie eine *Domain*, in der Namen eindeutig sein müssen. Die oberste Domain (die *Top Level Domain*) wird im Internet von der IANA verwaltet und ist nach der Funktion oder

dem Ort eines Rechners aufgeteilt. Die Funktionsgliederung wird mit Ausnahme von **com** praktisch nur bei Rechnern in den USA verwendet. Sie lautet:

Name	Bedeutung
<b>com</b>	Rechner in kommerziellen Einrichtungen
<b>edu</b>	Rechner in Bildungseinrichtungen
<b>gov</b>	Rechner in Regierungseinrichtungen
<b>mil</b>	Rechner in militärischen Einrichtungen
<b>net</b>	Rechner bei Netzbetreibern
<b>org</b>	Rechner in unabhängigen Organisationen
<b>int</b>	Staatenübergreifende Organisationen

International wird die Top Level Domain durch die im ISO-Standard 3166 definierten Länderkürzel aufgeteilt. Für den deutschsprachigen Raum gelten:

Name	Land
<b>de</b>	Deutschland
<b>at</b>	Österreich
<b>ch</b>	Schweiz

Diese Untergliederungen bilden wiederum Domains. Die Technische Universität Berlin hat von der deutschen Unterorganisation der IANA die Domain **tu-Berlin** erhalten. Innerhalb der TU Berlin ist die Domain wiederum selbstverwaltet. So hat der dortige Informatik-Fachbereich die Domain **cs**. Schließlich kann der Fachbereich Rechnernamen oder weitere Domains verwenden.

Für einen vollständigen symbolischen Namen werden die Domain-Stufen durch Punkte getrennt aneinandergesetzt, so daß sich für den Rechner **grunge** in der Informatik der TU Berlin in Deutschland der weltweit eindeutige Name **grunge.cs.tu-berlin.de** ergibt.

Will ein Rechner in Australien diesen Namen verwenden, muß er ihn für die Kommunikation per UDP oder TCP in eine IP-Nummer wandeln können. Damit nun aber keine weltweite Tabelle von Nummern und zugeordneten Namen organisiert werden muß, verwaltet ein System von DNS-

Servern (auch *Name Server* genannt) und ein dazugehöriges Protokoll die symbolischen Namen.

Die Struktur der DNS-Server entspricht der Hierarchie der Domains. Es gibt einen deutschen DNS-Server, über den Namen in der **de**-Domain aufgelöst werden können. Er kennt wiederum den DNS-Server an der TU-Berlin, der Namen innerhalb der **tu-berlin**-Domain auflöst. Am Ende der Kette steht ein Name Server im Informatik-Fachbereich, der **grunge** kennt.

Der Rechner in Australien würde sich an seinen lokalen DNS-Server wenden, der erkennt, daß er diesen Namen nicht auflösen kann, und eine Anfrage an den in der Hierarchie darüberstehenden DNS-Server stellt. Der australische Name-Server stellt diese Anfrage an den deutschen, der sie bis zum Fachbereich Informatik an der TU Berlin weiterreicht. Schließlich wird die IP-Nummer als Ergebnis zurückgemeldet.

Das DNS-System hat eine Fülle von Konfigurationsmöglichkeiten, um die Namensauflösung schnell durchzuführen. Es ist zudem in der Lage, Nummern in symbolische Namen zu wandeln und weitere Auskünfte über bestimmte Rechner zu geben, z.B., ob es sich bei einem Rechner um einen Router handelt.

Nach diesen Grundlagen der Arbeitsweise des Internet lernen Sie im folgenden Kapitel erste, einfache Dienste kennen.

## 4 Technische Basisdienste

In diesem Kapitel lernen Sie einfache Internet-Dienste kennen, die technische Informationen über andere Rechner und die Verbindung dorthin ermitteln. Sie werden sie als Anwender kaum täglich benutzen, dennoch tragen sie zum Verständnis des Internet bei und ermöglichen einfache Experimente und die Überprüfung Ihrer Internet-Verbindungen.

### 4.1 Erreichbarkeit anderer Internet-Rechner

Die grundlegendsten Dienste im Internet geben Auskunft über andere Rechner. Dabei ist eine erste Information, ob ein bestimmter Rechner überhaupt erreichbar ist. Dazu schickt der *ping*-Dienst ein Datenpaket an den angegebenen Rechner und prüft, ob eine Antwort erfolgt:

```
grunge.cs.tu-berlin.de (~): ping jazz.cs.tu-berlin.de
jazz is alive
```

Vom Internet-Rechner **grunge.cs.tu-berlin.de** aus wird hier das ping-Kommando abgesetzt und als Ziel **jazz.cs.tu-berlin.de** angegeben. Im Beispiel kann die Verbindung aufgebaut werden, und **jazz** antwortet.

ping kann als eine erste Prüfmöglichkeit Ihres Internet-Zugangs dienen. Erhalten Sie von einem bekannten Rechner eine Antwort, dann ist Ihre Installation korrekt, denn der angegebene symbolische Name konnte aufgelöst, ein Datenpaket übermittelt und schließlich wieder empfangen werden.

Ping ist kein wirklicher Internet-Dienst: Es handelt sich um ein einfaches Programm, das das ICMP nutzt (siehe Abschnitt 3.3 auf Seite 24). Die Funktionsweise ist einfach: Ein ICMP-Datenpaket vom Typ **ECHO\_REQUEST** wird an den

Zielrechner geschickt und von dort zurückgesandt. Dabei antwortet genaugenommen aber nicht der angefragte Rechner, sondern nur seine Netzschnittstelle.

Neben der Verfügbarkeit eines bestimmten Rechners ist es nützlich zu wissen, wie Datenpakete ihren Weg dorthin finden – und an welcher Stelle sie eventuell nicht mehr weitergeleitet werden. Dafür gibt es das `traceroute`-Programm, das ähnlich `ping` mit den speziellen ICMP-Paketen arbeitet.

Als Beispiel soll der Verbindungsweg zum Rechner `cs.yale.edu` ermittelt werden:

```
grunge.cs.tu-berlin.de (~): traceroute cs.yale.edu
traceroute to cs.yale.edu (128.36.0.3),
  30 hops max, 40 byte packets
 1  presto (130.149.27.2)
    3 ms * 1 ms
 2  gate25 (130.149.25.2)
    1 ms 1 ms 2 ms
 3  cisco2.gate.TU-Berlin.DE (130.149.6.2)
    3 ms 2 ms 2 ms
 4  iwu24ru.gate.TU-Berlin.DE (192.86.163.228)
    3 ms 3 ms 3 ms
 5  Duesseldorf7.WiN-IP.DFN.DE (188.1.133.65)
    32 ms 28 ms 31 ms
 6  ipgate2.win-ip.dfn.de (193.174.74.200)
    35 ms 33 ms 39 ms
 7  border3-serial3-2.WestOrange.mci.net (204.70.67.49)
    185 ms 192 ms 200 ms
 8  yale-university.WestOrange.mci.net (204.70.67.82)
    304 ms 339 ms 269 ms
 9  greed.net.yale.edu (130.132.1.14)
    329 ms 253 ms 258 ms
10  BULLDOG.CS.YALE.EDU (128.36.0.3)
    * * 232 ms
```

Die Ausgaben beschreiben den Weg eines Pakets von `grunge.cs.tu-berlin.de` nach `cs.yale.edu`. Ein solches Paket wird insgesamt von neun Rechnern weitergeleitet, bis es auf `BULLDOG.CS.YALE.EDU` – ein Alias-Name für `cs.yale.edu` – landet. Dabei spiegeln die Schritte 1 bis 4 das Routing innerhalb der TU Berlin wider, der fünfte beteiligte Rechner

steht schon in Düsseldorf. Er leitet das Paket in die USA weiter, wobei die interkontinentale Verbindung von den Rechnern 6 und 7 hergestellt wird. Von dort aus beginnt das Routing innerhalb der Yale Universität an der US-amerikanischen Ostküste.

Bei ping wird ein **ECHO\_REQUEST** vom Zielrechner zurückgesendet, traceroute versucht aber, den Weg dorthin festzustellen. Daher verwendet das Programm eine andere Strategie: Im Vorspann eines IP-Datenpakets kann in dem Feld *Time to live* (TTL) ein Wert eingetragen werden, der angibt, über wieviele IP Gateways ein Paket maximal weitergeleitet werden soll. Ist diese „Reichweite“ überschritten, erhält der Absender eine Fehlermitteilung.

Traceroute macht sich dieses Verhalten zunutze, indem es Pakete mit ansteigendem TTL-Feld abschickt. Bei TTL=1 wird schon das erste Gateway festgestellt, daß es das Paket nicht weiterschicken soll. Statt dessen erhält der Absender eine **TIME\_EXCEEDED**-Mitteilung nach dem ICMP. Aus dem Absenderfeld dieser Mitteilung erkennt traceroute den ersten Gateway auf dem Weg zum Zielrechner. Bei TTL=2 schickt der zweite Gateway die Fehlermeldung etc. Der Zielrechner wird mit einer Mitteilung **PORT\_UNREACHABLE** antworten, da er das Paket nicht weiterleiten will, womit für traceroute der Internet-Weg des Pakets ermittelt ist.

Mit ping und traceroute können Sie eine erste Problemanalyse bei Verbindungsfehlern vornehmen: traceroute stellt fest, ob der Netzweg zu einem Zielrechner funktioniert, ping überprüft seine Verfügbarkeit.

## 4.2 Mit anderen Internet-Rechnern arbeiten

In den folgenden Kapiteln lernen Sie eine Reihe von Internet-Diensten kennen, mit denen Informationen zwischen Internet-Rechnern ausgetauscht werden können. Ein grundlegenderer Dienst ist aber der telnet-Dienst, der es einem erlaubt, sich auf einem anderen Internet-Rechner einzuloggen und dort zu arbeiten. *Einloggen* heißt dabei, daß Sie auf dem

entfernten Rechner so arbeiten, als würden Sie direkt vor der Maschine sitzen.

Dabei fungiert der eigene Rechner als „Terminal“ für einen anderen an einem anderen Ort. Die Verbindung zwischen diesem Terminal erfolgt aber nicht festverdrahtet über ein serielles Kabel – wie vielleicht früher bei einem Großrechner –, sondern über das Internet.

Das telnet-Programm spielt somit die Rolle eines Terminalprogramms für das Internet. Um auf einem entfernten Rechner arbeiten zu können, benötigen Sie dort natürlich eine Nutzerkennung und müssen sich durch ein Paßwort ausweisen. Nicht alle Internet-Rechner bieten den telnet-Dienst an – Unix als Betriebssystem unterstützt ein solches Arbeiten am besten, andere Betriebssysteme überhaupt nicht.

Eine telnet-Sitzung sieht beispielsweise wie im folgenden Beispiel aus, bei dem vom Rechner **grunge** eine „Terminal“-Verbindung zu **jazz** aufgebaut wird:

```
grunge.cs.tu-berlin.de (~): telnet jazz.cs.tu-berlin.de
Trying 130.149.27.27...
Connected to jazz.
Escape character is '^]'.
```

```
UNIX(r) System V Release 4.0 (jazz)
```

```
login: tolk
Password:
Last login: Sun Jul 14 11:40:32 from rinser
Sun Microsystems Inc. SunOS 5.5 Generic November 1995
jazz.cs.tu-berlin.de (~):
```

Durch telnet können Sie weltweit Ihren „Heimatrechner“ erreichen. Ein einfachster Rechner mit dem telnet-Programm und einem Internet-Anschluß genügt, um über Kontinente hinweg beispielsweise seine persönliche Mail zu lesen.

Technisch ist telnet in RFC 856 ([39]) definiert. Dabei ist der Dienst selbst relativ simpel: Die Eingaben werden vom telnet-Programm an den entfernten telnet-Dienst geschickt und die Ausgaben angezeigt. Zu dem eigentlichen telnet RFC gehören eine Reihe weiterer Standards, die Optionen

für das Protokoll festlegen, durch die das Zusammenspiel mit telnet-Diensten auf unterschiedlichsten Rechnern ermöglicht wird.

### 4.3 Direkte Nutzung von Diensten mit telnet

Das telnet Programm dient hauptsächlich zum Einloggen in einen entfernten Rechner über den Port 23. Tatsächlich können Sie mit telnet aber Verbindungen zu beliebigen Ports eröffnen und dadurch auch Internet-Dienste direkt benutzen.

Es gibt eine Reihe einfacher Dienste – im Gegensatz zu ping und traceroute handelt es sich hierbei tatsächlich um Dienste, die von einem entfernten Programm erbracht werden –, die hauptsächlich Testzwecken dienen. Tabelle 4.1 listet vier davon auf.

Dienst	TCP	UDP	Aufgabe	RFC
echo	7	7	Rückgabe der übermittelten Zeichen	862 ([37])
discard	9	9	Nur Empfang der übermittelten Zeichen	863 ([36])
chargen	19	19	Senden von Testzeichen	864 ([34])
daytime	12	12	Lokale Zeit ausgeben	867 ([35])

Tab. 4.1: Einige einfache Diagnose-Dienste

Bei den meisten Implementierungen des telnet Programms kann man eine Portnummer direkt angeben und so einen anderen Dienst auswählen. Im folgenden Beispiel soll der echo-Dienst benutzt werden, der die zeilenweise übermittelten Zeichen zurückschickt:

```
grunge.cs.tu-berlin.de (~): telnet jazz.cs.tu-berlin.de 7
Trying 130.149.27.27...
Connected to jazz.
Escape character is '^]'.
Hallo?
Hallo?
```



Um diesen Dienst zu implementieren, „lauscht“ auf dem Zielrechner ein Programm, das den **echo**-Dienst implementiert auf einen Verbindungswunsch auf Port 7. Ist eine Verbindung zustande gekommen, empfängt es eine Zeile und sendet sie auf demselben Port zurück.

Etwas nützlicher ist schon der **daytime**-Dienst, der die lokale Uhrzeit beim Zielrechner ausgibt. Wollen Sie ermitteln, welche lokale Zeit gerade in New Haven an der US-Ostküste gilt, können Sie diesen Dienst benutzen. Sie können ihn über Port 13 eines Rechners an der Yale-Universität erreichen:

```
grunge.cs.tu-berlin.de (~): date
Sun Jun  2 21:01:56 MST 1996
grunge.cs.tu-berlin.de (~): telnet cs.yale.edu 13
Trying 128.36.0.3...
Connected to localhost.
Escape character is '^]'.
Sun Jun  2 15:01:57 1996
Connection closed by foreign host.
```

Hier wartet ein **daytime**-Programm auf dem Zielrechner auf eine Verbindung, ermittelt dann das aktuelle Datum, formatiert es, schickt es über den Port und schließt die Verbindung.

Diese beiden Beispiele demonstrieren keine wirklich nützlichen Dienste. Sie zeigen aber, wie die komplexeren Anwendungsdienste und -programme arbeiten, die Sie in den folgenden Kapiteln kennenlernen werden:

1. Ein Programm, das einen Dienst anbietet, wartet auf Verbindungen auf einem bestimmten Port.
2. Ein Programm, das einen Dienst nutzen will, verbindet sich per TCP/IP auf einen Zielrechner auf einem bestimmten Port.
3. Die beiden Programme „sprechen“ miteinander ein Anwendungsprotokoll und tauschen Daten aus. Das dienstbringende Programm erzeugt auf dienstspezifische Art

Daten und das dienstnutzende Programm verarbeitet sie je nach Anwendung.

4. Die Verbindung wird je nach Protokoll unterschiedlich abgebaut.

Telnet ist somit ein dienstnutzendes Programm, das die Antworten des Dienstbringers nicht weiter verarbeitet, sondern direkt auf dem Bildschirm ausgibt. Viele der Internet-Protokolle sind übrigens wie **daytime** zeichenorientiert und benutzen keine Binärdaten.

## 4.4 Informationen über Personen im Internet

Zum Internet haben nach Schätzungen Mitte 1996 30 bis 60 Millionen Nutzer Zugang. Um Informationen zu einem Nutzer zu erhalten, gibt es den *finger*-Dienst.

Mit dem Dienst und dem dazugehörigen **finger**-Programm ermittelt man einen Satz Informationen über einen bestimmten Nutzer. Dazu gehören beispielsweise der Vollname, Informationen darüber, wie und wie lange die Person auf einem Rechner eingeloggt ist:

```
grunge.cs.tu-berlin.de (~): finger tolk@jazz.cs.tu-berlin.de
Login name: tolk           In real life: Robert Tolksdorf
Directory: /home/flp/tolk Shell: /usr/local/bin/tcsh
On since May 26 15:17:47 on pts/0 from
    megababe.isdn.cs.tu-berlin.de
4 minutes 50 seconds
Mail last read Sun May 26 15:18:38 1996
Project: Laura,Celia,Alice, formerly Linda!
Plan:
... see .plan
```

Das **finger**-Programm wendet sich an den Rechner **jazz.cs.tu-berlin.de** und nutzt dort den *finger*-Dienst. Die als Ergebnis übermittelten Informationen sind abhängig von der auf **jazz** verwendeten System-Software und deren Konfiguration. Im Beispiel wird angegeben, welchen Realnamen der Nutzer hat, wie lange er auf dem Rechner eingeloggt ist, wann er zuletzt Mail gelesen hat, und woran er

momentan arbeitet. Die letzten beiden Informationen (**Project** und **Plan**) sind vom Nutzer festgelegt – sie geben den Inhalt bestimmter Dateien wieder.

Andere finger-Dienste können beispielsweise an eine Datenbank angeschlossen sein:

```
grunge.cs.tu-berlin.de (~): finger carriero@cs.yale.edu
```

```
[cs.yale.edu]
=====
Yale University Computer Science Department
UserDataBase UNKNOWN Name Search
=====
Yale CS User DataBase mail addresses possibly
matching 'carriero':

Full Name or Alias          Address
-----
"Nicholas Carriero"        <carriero-nicholas>
"Nicholas J Carriero"      <nicholas_carriero>
"Nicholas J Carriero"      <nicholas_j_carriero>
=====
```

Specifying one of the above addresses/names to 'finger' in the following format may provide more information about the person you are looking for :

```
'finger Lastname-Firstname@Yale.EDU'
```

You also may want to try :

```
'finger firstorlast@Directory.Yale.EDU'
```

Hier führt der Aufruf des finger-Dienstes zu einer Suche in einer Datenbank, die mögliche E-Mail Kennungen des Nutzers ergibt. Der finger-Dienst ist nicht auf allen Systemen von außen nutzbar, da es sich um ein sicherheitskritisches Programm handelt und es daher teilweise von Systemadministratoren für externe Zugriffe gesperrt ist.

Technisch ist finger ein sehr einfaches Protokoll, festgelegt in RFC 1288 ([47]). Es definiert die Form von Anfragen, die über eine TCP/IP-Verbindung an den finger-Dienst gestellt werden können. Mit **telnet** läßt sich der Dienst ohne das **finger**-Programm nutzen:

```
grunge.cs.tu-berlin.de (~): telnet jazz.cs.tu-berlin.de finger
Trying 130.149.27.27...
Connected to jazz.
Escape character is '^]'.
tolk
Login name: tolk           In real life: Robert Tolksdorf
Directory: /home/flp/tolk Shell: /usr/local/bin/tcsh
On since Aug  9 14:37:02 on pts/4 from fake
2 minutes 44 seconds
Mail last read Fri Aug  9 14:36:15 1996
Project: Laura,Celia,Alice, formerly Linda!
Plan:
... see .plan
Connection closed by foreign host.
```

Mit `telnet` wird hier eine TCP/IP-Verbindung zu dem Rechner `jazz.cs.tu-berlin.de` eröffnet. Auf Port 79 ist der `finger`-Dienst standardmäßig erreichbar. Nach der Verbindungsaufnahme wird eine Anfrage nach dem `finger`-Protokoll gestellt – hier besteht sie nur aus dem gewünschten Nutzernamen. Der `finger`-Dienst ermittelt die Informationen und schickt sie über die TCP/IP-Verbindung zurück. Danach wird die Verbindung abgebaut.

Das `finger`-Programm macht nichts anderes, als dieselbe Verbindung zu eröffnen, den gewünschten Nutzernamen per `finger`-Protokoll zu übermitteln, um schließlich die empfangenen Informationen geeignet auf dem Bildschirm auszugeben.

Sie sehen an dem Beispiel noch eine weitere Eigenschaft von `telnet`: Hier wurde nicht eine Port-Nummer als Ziel angegeben, sondern eine symbolische Bezeichnung des Dienstes. Der Zielrechner hat ein Verzeichnis darüber, welche Dienste auf welchen Ports installiert sind, und ist in der Lage, diese symbolischen Namen aufzulösen.

Im nächsten Kapitel lernen Sie die wichtigsten Dienste zur Interaktion mit anderen Internet-Nutzern kennen – die Dienste zur Verbreitung von Mitteilungen.



## 5 Mitteilungen im Internet verbreiten

Der wahrscheinlich meistbenutzte Internet-Dienst ist zugleich einer der ältesten – elektronische Post, kurz *E-Mail*. E-Mail ermöglicht persönliche Kommunikation zwischen zwei Internet-Nutzern. Durch *Mailing-Listen* ist ein Mitteilungsaustausch in einer geschlossenen Gruppe möglich. Öffentliche Diskussionen im Internet schließlich finden in *News-Gruppen* statt. In diesem Kapitel lernen Sie diese verschiedenen Dienste kennen.

### 5.1 Elektronische Post – E-Mail

In Abschnitt 4.1 auf Seite 31 haben Sie einige technische Basisdienste kennengelernt, mit denen Informationen über einen Rechner eingeholt werden können. In Abschnitt 4.4 auf Seite 37 wurde der *finger*-Dienst vorgestellt, mit dem sich Informationen über einen Nutzer auf einem bestimmten Rechner ermitteln ließen. Der dabei verwendete Nutzernamen ist meistens auch Basis für die „Postadresse“ des Nutzers im Internet, seine *E-Mail Adresse*.

Nehmen wir als Beispiel an, daß in einer Schule Internet für Lehrer und Schüler verfügbar ist. Die Schule hat die Internet-Domain **fdg.de** für sich reserviert und kann nun E-Mail Adressen basierend darauf vergeben. Sie verwendet dazu ein Schema, bei dem jeder Schüler und Lehrer durch seinen Vor- und Nachnamen identifiziert wird. Dadurch erhält ein Schüler Jan Schneider die E-Mail Adresse **jan.schneider@fdg.de**. Diese Adresse ist weltweit eindeutig, da die Domain reserviert ist und der Rechnerbetrieb der Schule dafür sorgt, daß Namen nicht doppelt vergeben werden. Der Direktor der Schule könnte beispielsweise ei-

ne E-Mail Adresse erhalten, die seine Funktion widerspiegelt: **direktor@fdg.de**.

Weil er am nächsten Tag lieber mit seiner Freundin schwimmen gehen möchte, könnte Jan Schneider eine Mail an **direktor@fdg.de** schicken, in der er eine Grippeerkrankung als Grund für seine Abwesenheit angibt. Abbildung 5.1 zeigt die komplette E-Mail, so wie sie durch das Internet transportiert wird.

```
From: Jan Schneider <Jan.Schneider@fdg.de>
Message-Id: <199607252127.XAA10927@pc.fdg.de>
Subject: Absenzmeldung
To: direktor@fdg.de (Direktor)
Date: Thu, 25 Jul 1996 23:27:41 +0200 (MET DST)
X-Mailer: ELM [version 2.4 PL25]
```

Sehr geehrter Herr Direktor,

bei mir ist heute abend eine Grippe ausgebrochen, daher kann ich morgen leider nicht am Unterricht teilnehmen.

Gruesse Jan Schneider

Abb. 5.1: Die Absenz-Mail

Dabei erstellt man mit einem Mail-Programm lediglich die zweite Hälfte der Mail – die erste enthält die für den Mail-Transport notwendigen Informationen wie Absender und Empfänger. Diese Zeilen erzeugt das Mail-Programm automatisch beim Abschicken. Üblicherweise nennt man diese Zeilen „Header“ oder „Kopfzeilen“, weil sie am Anfang der Mail stehen.

Mail-Programme bieten Ihnen eine Reihe zusätzlicher Funktionen – Archivieren von Mails, zitieren aus einer Mail bei deren Beantwortung, das Weiterleiten einer Mail etc. Mit Ihrer Internet-Software erhalten Sie in der Regel ein E-Mail-Programm – eine Fülle von Alternativen gibt es kostenlos als Shareware oder Public Domain.

Technisch basiert E-Mail im Internet auf dem in RFC 821 festgelegten *Simple Mail Transport Protocol* SMTP ([33]). Es beschreibt, auf welche Weise die Mail-Programme bei der Auslieferung einer Nachricht von einem Rechner an einen anderen kommunizieren. Das dafür notwendige Format einer Mail ist in RFC 822 ([7]) standardisiert. Die obige Beispiel-Mail wird durch eine Reihe von Feldern eingeleitet, deren Format und Bedeutung festgelegt ist – so folgt nach dem Schlüsselwort `to:` die Empfängeradresse.

Abbildung 5.2 zeigt den Transport einer Mail. Sie entsteht im Mail-Programm des Absender und wird von dort aus zum Mail-Dämon auf derselben Maschine geleitet, der für den Weitertransport zuständig ist. Er ermittelt, an welches Programm er sich auf welcher Empfängermaschine wenden muß. Über eine TCP-Verbindung dorthin liefert er die Mail aus. Beim Empfänger wird sie in einer Mailbox gespeichert, bis sie mit einem Mail-Programm von dort gelesen und gelöscht wird.

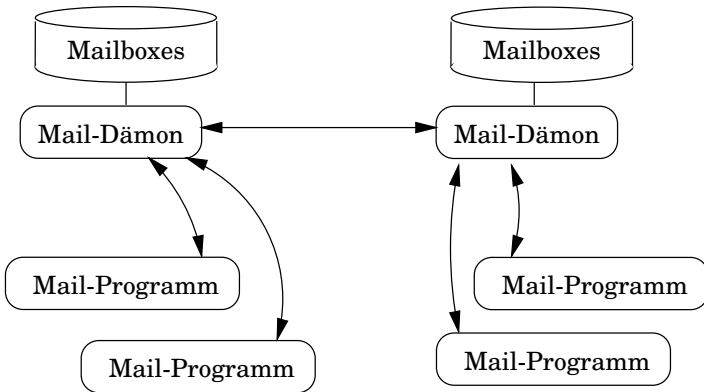


Abb. 5.2: Mail-Programme und Mail-Transport

E-Mail hat verschiedene Eigenschaften, die daraus ein hervorragendes Kommunikationsmittel machen:



- E-Mail ist schnell – Sie können innerhalb von Sekunden eine Nachricht über Kontinente hinweg verschicken. Mail ist damit schneller als Fax-Nachrichten.
- Sie können praktisch jede Art von Information – entsprechend kodiert – über E-Mail austauschen. Dabei kann es sich um eine einfache Notiz handeln, aber auch um ein komplettes, ausdrucksfähiges Buch oder ein weiterverarbeitbares Spread-Sheet. Mail ist zuverlässiger und einfacher als der Austausch von Datenträgern.
- E-Mail überbrückt Zeitzonen. Sie können einen fortlaufenden Dialog mit Internet-Nutzern in Japan und den USA führen – während hier Nacht ist, wird dort eine Antwort formuliert und abgeschickt. Damit ermöglicht E-Mail Zusammenarbeit in großen räumlichen Entfernungen.
- Die Kommunikation ist zeitlich entkoppelt: Sie sind jederzeit per Mail erreichbar – wann Sie Mail lesen und beantworten, ist Ihre Entscheidung. Damit ermöglicht E-Mail ein anderes Kommunikationsverhalten als beispielsweise das Telefon.
- E-Mail-Kommunikation ist nachvollziehbar. Sie können alle abgesandten und empfangenen Mitteilungen automatisch archivieren – auch hier ein Vorteil gegenüber dem Telefon.

## 5.2 E-Mail jenseits reiner Texte: MIME

E-Mail im Internet ist ursprünglich ein Dienst, mit dem nur textuelle Mitteilungen übermittelt werden können. Eventuell wollen Sie Mails aber aus Bildern, Web-Seiten, Tönen und anderen Medien zusammensetzen.

Für diesen Zweck gibt es die *Multipurpose Internet-Mail Extensions* (MIME), die das Konzept der Medienarten einführen ([4, 24]). Die Idee dabei ist eine Erweiterung des Formats von Mails. Sie hatten oben gesehen, daß eine Internet-Mail

mit verschiedenen Kopfzeilen eingeleitet wird, auf die der eigentliche Textinhalt folgt.

Eine MIME Mail hat erweiterte Header, die anzeigen, daß es sich um eine Mail handelt, die aus mehreren Teilen besteht. Für jeden dieser Teile treten erneut Kopfzeilen auf, die sich nicht auf die gesamte Mail, sondern nur auf einen Teil beziehen.

Eine dieser Kopfzeilen gibt nun an, um welche Art von Daten es sich handelt. **Content-Type: image/gif** würde anzeigen, daß es sich um ein Bild im GIF-Format handelt.

MIME-fähige Mail-Programme sind in der Lage, diese Mitteilungsteile in unterschiedlichen Medien integriert darzustellen. So kann ein Teil Text von einem Bild gefolgt werden, worauf ein weiterer Textteil eingefügt ist, der von einer Web-Seite gefolgt wird. Abbildung 5.3 auf der nächsten Seite zeigt eine solche MIME-Mail, die aus Text und einer Web-Seite besteht.

Zur Erstellung einer solchen Mail benötigen Sie wiederum ein MIME-fähiges Mail-Programm, mit dem Sie Mails aus einzelnen Teilen in unterschiedlichen Medienarten zusammensetzen können. Auch solche Programme gehören eventuell schon zu Ihrer Internet-Software

### 5.3 E-Mail in Gruppen: Mailing-Listen

Ein Merkmal des E-Mail-Dienstes im Internet ist, daß die Mitteilung von einer Person an genau eine andere geschickt wird. Will man eine Mail an eine Gruppe von Teilnehmern schicken, kann man eine Liste von Empfängern angeben – viele Mail-Programme unterstützen dies durch die Einrichtung von Kürzeln für solche Gruppen in einem Adreßbuch.

Falls absehbar ist, daß eine Gruppe häufig per Mail kommuniziert, bietet sich die Einrichtung einer *Mailing-Liste* an. So könnte an der Schule für jede Klasse eine Mailing-Liste eingerichtet werden. Sie erhält eine eigene Mail-Adresse – z.B. **klasse11a@fdg.de** –, und man schickt an sie eine Mail wie an andere Personen auch. Allerdings verbirgt sich hinter der Adresse ein Programm – die Mailing-Listen-Software



Abb. 5.3: Eine MIME-Mail mit Text und einer Web-Seite

–, die jede empfangene Nachricht an die Mitglieder der Mailing-Liste weiterleitet.

Auf diese Weise entsteht eine geschlossene Gruppe, in der Nachrichten ausgetauscht werden. So könnte es auch eine Liste `lehrer@fdg.de` geben, in der beispielsweise eine Abstimmung von Klausuren stattfindet.

Mailing-Listen-Software ist zumeist frei erhältlich. Die verschiedenen Implementierungen unterscheiden sich im Komfort der Verwaltung der Listenmitglieder.

Will man eine Liste betreiben, die nur für eine geschlossene Gruppe nutzbar ist, deren Inhalte aber öffentlich sind, bietet sich die Führung eines Archivs an, das öffentlich zugänglich gemacht wird.

## 5.4 News – der elektronische Dorfplatz des Internet

Während die E-Mail-Kommunikation für nur für an bestimmte Teilnehmer gerichtete Mitteilungen genutzt wird, ist der News-Dienst des Internet für öffentliche Diskussionen da. Der News-Dienst wird auch als *UseNet* bezeichnet.

News bietet eine Hierarchie von Diskussionsforen – den *News-Gruppen* –, die sich mit den unterschiedlichsten Themen beschäftigen. Sie bilden den große Dorfplatz des Internet, auf dem man auch für die speziellsten Themen interessierte andere Internet-Nutzer zum Diskutieren findet.

Man schätzt die Anzahl der News-Gruppen auf ca. 15 000, die allerdings nicht alle weltweit verbreitet werden. Am Fachbereich Informatik der TU Berlin werden beispielsweise ca. 6 250 Gruppen bereitgehalten, die naheliegenderweise lokale Berliner Gruppen enthalten, aber nicht Regionalgruppen in Kanada. Eine News-Gruppe wird durch ihren Namen identifiziert, der sich aus Kürzeln für die thematische Hierarchie der News zusammensetzt. Will man sich über das Informationssystem Hyper-G informieren, oder hat man Fragen dazu, dann schaut man in die Newsgruppe `comp.infosystems.hyperg`.

Im Namen spiegelt sich die hierarchische Organisation der News-Gruppen wider: Das Thema hat mit Rechnern zu tun (`comp`), es geht um Informationssysteme (`infosystems`) und dabei um Hyper-G. Interessiert man sich für das Erstellen von Seiten im Web mit HTML, wird die News-Gruppe `comp.infosystems.www.authoring.html` die richtige sein.

Die erste Hierarchiestufe der News-Gruppen-Einteilung ergibt eine grobe Themengliederung. Bedenken Sie dabei, daß sich jeweils mehrere hundert Gruppen darunter befinden. Es gibt weltweit ca. 400 Einteilungen dieser obersten Stufe. Die wichtigsten davon sind:

- news** Gruppen, die Internet-News betreffen, auch eine News-Anfängergruppe (**news.newusers.questions**)
- comp** Computer- und Informatikthemen
- rec** Freizeitthemen
- soc** Gesellschaftliche Themen
- alt** Tummelplatz der unmoderierten, „alternativen“ Gruppen
- de** Deutschsprachige News-Gruppen (nicht immer weltweit erhältlich)
- bln** Berliner Regionalgruppen (nicht immer in Deutschland erhältlich)

Die letzten beiden Gruppenklassen sind im Gegensatz zu den anderen nicht weltweit verfügbar. Warum das so ist, erläutert der technische Abschnitt weiter unten. Um nochmals die Themenbreite der Internet-News zu illustrieren, greifen wir fünf Diskussionsecken im elektronischen Dorfplatz des Internet heraus:

**rec.gardens.roses**

Alles über Rosenzucht im Garten

**soc.culture.bengali**

Alles über bengalische Kultur

**comp.os.ms-windows.programmer.winhelp**

Programmierung von Windows-Hilfedateien

**alt.binaries.sounds.music**

Musikdateien mit immensen Umfängen

**de.markt.jobs**

Stellenangebote und -gesuche im deutschsprachigen Raum

Eine Eigenart der News ist neben der thematischen Breite auch die Qualitätsvielfalt: In vielen Gruppen kommunizieren ausgewiesene Experten zu einem Thema, in vielen an-

deren (insbesondere denen der **alt**-Hierarchie) findet man eher Plauderecken, die wenig feste Informationen bieten.

Das Artikelaufkommen in den News-Gruppen ist sehr unterschiedlich. Der Internet Service Provider EUnet veröffentlicht regelmäßig in der News-Gruppe **de.admin.lists** Statistiken über ca. 5 500 News-Gruppen. Dabei machten im April 1996 die Gruppen der **alt**-Hierarchie zusammen 84% des gemessenen News-Verkehrs aus. Die Anzahl der Artikel betrug 1 377 760 mit fast 26 GByte Datenaufkommen. Ursache dafür sind hauptsächlich die Gruppen, in denen Bilder mit zweifelhaftem Inhalt veröffentlicht werden (**alt.binaries.pictureserotica**-Hierarchie).

Die größte Anzahl von Artikeln war im gleichen Zeitraum mit 58 711 in **misc.jobs.offered** zu finden (bei einem Datenaufkommen von ca. 120 MByte). Die größte Datenmenge stand in **alt.binaries.misc** mit fast 5 GByte bei 17 631 Artikeln.

Zugriff auf News hat man durch Programme. Abbildung 5.4 auf der nächsten Seite zeigt dem im Web-Browser Netscape eingebauten Newsreader, der einfach per Maus zu steuern ist. Ausgewählt ist die News-Gruppe **de.rec.fahrrad** – also eine deutschsprachige Gruppe, die sich mit Fahrrädern beschäftigt. Die konkrete Mitteilung, die angezeigt wird, ist eine Antwort auf ein Frage zu Fahrraddynamos.

Startet man seinen Newsreader, werden einem üblicherweise Gruppen mit neuen Mitteilungen zur Auswahl angeboten. Die Qualität des Newsreader macht hauptsächlich der Komfort beim Navigieren in und unter den News-Gruppen aus. Neben der reinen Nutzungsoberfläche gibt es verschiedene Methoden, um die Schwemme von Artikeln nach den persönlichen Interessen zu reduzieren.

So kann man einen Satz von interessierenden Gruppen festlegen und bleibt so von den restlichen (Tausenden) Gruppen verschont. Innerhalb dieser Gruppen bieten verschiedene Newsreader Funktionen an, um bestimmte Threads auszublenden, um nach Schlüsselwörtern in den Betreff-Zeilen oder nach Autorennamen auszufiltern.

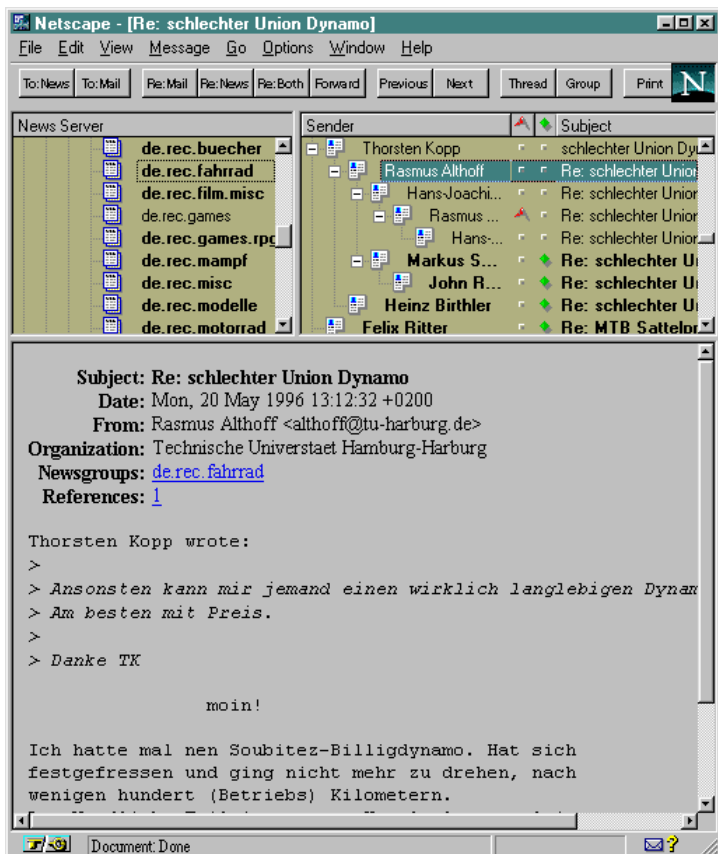


Abb. 5.4: **de.rec.fahrrad** in einem Newsreader

Einen veröffentlichten News-Artikel bezeichnet man als *Posting*, die Antworten darauf als *Follow-Ups*. Sie sind wie im Beispiel daran zu erkennen, daß in der Betreffzeile („Subject“) ein **Re:** für *Reply* vorangestellt ist. Die Kette von Antworten und Gegenantworten heißt *Thread*.

Damit sind auch schon die grundlegenden Mechanismen von News beschrieben: Das Veröffentlichen eines Artikels, beispielsweise mit einer Frage, und das Antworten darauf als Follow-Up. Zusätzlich kann man auch direkt – und nicht öffentlich – per E-Mail an den Autor antworten. Die meisten Newsreader bieten darüber hinaus Funktionen zum Archivieren interessanter Artikel oder zum Weiterleiten bestimmter Artikel per Mail an andere Interessierte.

Technisch basiert der News-Dienst im Internet auf der Kommunikation zwischen Newsreader und News-Servern mit dem *Network News Transport Protocol* (NNTP). Ein News-Server hält auf Festplatten die Artikel der angebotenen News-Gruppen bereit. Er wird vom Newsreader kontaktiert und liefert Listen der vorhandenen Newsgroups, der neuen Artikel und die Artikel selbst an den Newsreader aus. Abbildung 5.5 illustriert die technische Struktur des News-Dienstes. Der Internet Service Provider wird einen bestimmten News-Server selbst betreiben oder einen nahegelegenen als Standardeinstellung der Newsreader eintragen.

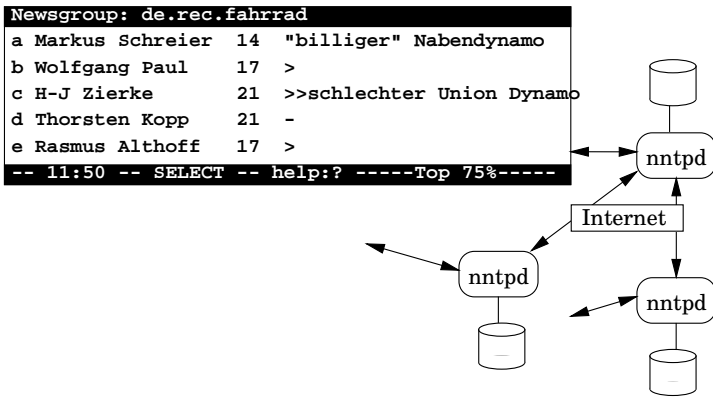


Abb. 5.5: Newsreader und News-Server

Damit sich Artikel überhaupt auf News-Servern verbreiten, müssen diese untereinander kommunizieren. Dazu sind



von den News-Administratoren jedes News-Servers Tabellen angelegt, mit welchen anderen Servern sie Artikel abgleichen. Der Abgleich findet regelmäßig und automatisch statt. Die Konfiguration durch die News-Administratoren bestimmt auch darüber, ob eine bestimmte Gruppe auf einem bestimmten News-Server verfügbar ist.

Technisch ist es nicht notwendig, daß zur Nutzung von News ein Internet-Rechner benutzt wird. Es gibt eine Reihe von Gateways zu anderen News-Systemen (beispielsweise verteilten Mailbox-Systemen wie Fido oder Maus), die News-Artikel in andere Formate konvertieren und weiterleiten.

Genau wie bei E-Mail ist MIME auch in News verwendbar – vorausgesetzt, Ihr Newsreader kann MIME-Mitteilungen darstellen und zusammensetzen.

Im nächsten Kapitel lernen Sie die wichtigsten Dienste zur Übertragung von Dateien und die wichtigsten Informationssysteme im Internet kennen.

## 6 Informationen übertragen und abfragen

Das Internet ist einige riesige Informationssammlung. Durch verschiedene Dienste lassen sich Informationen in unterschiedlichen Medien auf Servern bereithalten, die öffentlich zugänglich sind. Mehrere Internet-Dienste dienen der Übertragung und Abfrage von Informationen, die Sie in diesem Kapitel kennenlernen.

### 6.1 Übertragung von Dateien im Internet mit ftp

Ohne Vernetzung kann man Dateien zwischen zwei Rechnern nur mit einem Speichermedium wie Diskette oder Magnetband kopieren. Durch Netzwerke fällt der physische Transport von Daten weg – man kopiert Dateien durch das Netz. Im Internet gibt es dafür das *File Transfer Protocol*, kurz ftp. Mit ftp wendet man sich an einen entfernten Rechner, kann sich im dortigen Dateisystem bewegen und Dateien dort ablegen oder von dort auf den eigenen Rechner transportieren.

Dabei unterscheidet man wiederum zwischen dem ftp-Server auf dem entfernten Rechner und dem Programm, mit dem man den Dienst nutzt – dem Client. Das Standardprogramm zur Nutzung von ftp-Servern hat den Namen **ftp** und ist kommandoorientiert. In Abbildung 6.1 auf der nächsten Seite sehen Sie eine Aufzeichnung der Übertragung einer Datei mit **ftp**.

Der Nutzer startet das Programm **ftp** als Client, der sich an den Server **ftp.cs.tu-berlin.de** wenden soll. Dieser beantwortet die Verbindungsaufnahme mit einigen Meldungen und erwartet Kommandos. Als erstes bewegt sich der Nutzer in das Verzeichnis **pub/linux/misc** im Dateisystem

```

jazz tolk 1 (~): ftp ftp.cs.tu-berlin.de
Connected to caramba.
220 caramba FTP server
220 (wu-2.4/fb13[34] 18-Feb-1995) ready.
331 Guest login ok, send your complete e-mail
331 address as password.
230-You have reached Berlin, Germany.
230-Access is allowed all day.
230-
230 Guest login ok, access restrictions apply.
Remote system type is UNIX.
Using binary mode to transfer files.
ftp> cd pub/linux/misc
250 CWD command successful.
ftp> ls
200 PORT command successful.
150 Opening ASCII mode data connection for /bin/ls.
linus1.gif.gz
lx.ps.README.gz
shirt.ps.z
226 Transfer complete.
ftp> get shirt.ps.ze
200 PORT command successful.
150 Opening BINARY mode data connection for shirt.ps.z
#####
226 Transfer complete.
20653 bytes received in 0.17 seconds (1.2e+02 Kbytes/s)
ftp> quit
221 Goodbye.

```

Abb. 6.1: Eine ftp-Sitzung

des Servers und läßt sich dann dessen Inhalt anzeigen. Mit dem `get`-Kommando startet er die Übertragung der Datei `shirt.ps.gz` auf den eigenen Rechner, die durch weitere Meldungen protokolliert wird. `quit` schließt zum Schluß die Verbindung zum Server und beendet die ftp-Sitzung.

Eine besondere Rolle spielt dabei der „anonyme“ ftp-Zugang. Zur Nutzung eines ftp-Servers muß man sich unter einem bestimmten Namen einloggen. Für öffentliche ftp-Server – und das ist die hauptsächliche Verwendung von ftp – hat

sich die Konvention eingebürgert, daß die Nutzernamen **anonymous** und **ftp** Zugriff auf die öffentlichen Dateien erlauben. Als Paßwort verwendet man dann seine E-Mail Adresse. In der obigen Sitzungsaufzeichnung ist ein solcher Zugriff protokolliert, weshalb der Server auch von einem „**Guest login**“ spricht. Eine englischsprachige Einführung in die ftp-Nutzung befindet sich im RFC 1635 ([10]).

Um auf die persönlichen Dateien auf Ihrem Rechner zugreifen zu können – so ein ftp-Server installiert ist –, geben Sie anstelle von **anonymous** Ihre Systemkennung als Nutzernamen an. Sie gelangen dann zu Ihren persönlichen Verzeichnissen statt im öffentlichen Bereich. Auf diese Weise haben Sie von praktisch jedem Internet-Rechner Zugang zu Ihren Daten. Dabei versenden Sie allerdings auch Ihr Passwort über das Netz.

Neben dem Kopieren von Daten können Sie – in dafür vorgesehenen Verzeichnissen des ftp-Servers – mit dem **put**-Kommando Dateien auch ablegen. Damit ist der ftp-Dienst hervorragend geeignet für Arbeit in Gruppen, in der Dateien von Mitgliedern gesammelt werden können.

In unserem Beispiel einer vernetzten Schule könnte auf einem ftp-Server eine elektronische Literatursammlung vom Lehrer erstellt werden, aus der sich Schüler einzelne Dokumente zu Erstellung eines Referats übertragen. Nach Ausarbeitung des Referats kann der entstandene Text dort in ein Verzeichnis abgelegt werden. Durch entsprechende Konfiguration kann der Lehrer die Bewertung des Referats auf diese elektronische Textabgabe stützen. Tatsächlich werden heute bei einigen wissenschaftlichen Konferenzen eizureichende Beiträge auf diese Weise gesammelt und zur Begutachtung an Programmkomitees verteilt.

Das ftp-Protokoll ist im RFC 959 ([40]) festgelegt. Dabei handelt es sich um ein zustandsorientiertes Protokoll, bei dem der Client sich auf dem Server einloggt (durch den Nutzernamen), Kommandos absetzt, die Server-Antworten empfängt und schließlich die Verbindung abbaut.

Die in der Abbildung gezeigte Zeichenoberfläche ist der Standardzugang zu ftp, wie er seit einem Jahrzehnt ver-

wendet wird. Inzwischen gibt es eine Reihe von ftp-Clients, die mausgestützt sind und bei denen anstelle eines umständlichen Kommandos `get shirt.ps.z` einfach ein Doppelklick auf einen Eintrag in einer Dateiliste ausreicht.

Bei einigen ftp-Servern handelt es sich um sehr populäre Informationsquellen – beispielsweise für neue Versionen von System-Software oder die Server, auf denen RFCs liegen. Damit diese Maschinen einerseits nicht überlastet werden und andererseits die Informationen weltweit gleich einfach abrufbar sind, wird ihr Inhalt komplett auf andere Server – beispielsweise eine Maschine pro Kontinent – automatisch kopiert. Man spricht dabei von einem *ftp-Spiegel* oder *Mirror*.

Für den Nutzer des ftp-Dienstes lassen sich so Übertragungszeiten und -kosten sparen, wenn man den nächstgelegenen Spiegel für bestimmte Informationen benutzt. Es gibt allerdings kein standardisiertes Verzeichnis der Spiegelungen – wahrscheinlich sind es auch zu viele. Daher wird in vielen Ankündigungen von Software oder Dokumenten auf die verschiedenen Spiegel hingewiesen.

Die manuelle Suche nach einer bestimmten Datei auf ftp-Servern ist praktisch unmöglich – die Anzahl der Server und der Dateien auf ihnen verhindert dies. Daher gibt es im Internet den Archie-Dienst, mit dem man nach einer bestimmten Datei suchen kann und eine Liste von Servern und Verzeichnissen erhält, in denen die gesuchte Datei zu finden ist.

Der Archie-Dienst steht an Archie-Servern zur Verfügung und wird durch entsprechende Client-Programme angesprochen. Die Abbildung 6.2 auf der nächsten Seite zeigt einen solchen Client – hier unter der grafischen X11-Oberfläche einer Unix-Workstation. Abgebildet ist das Ergebnis einer Anfrage nach der Datei `shirt.ps.gz`: Die Datei ist zumindest auf fünf verschiedenen ftp-Servern verfügbar.

Damit der Archie-Dienst funktionieren kann, werden ftp-Server regelmäßig nach Dateilisten in einem bestimmten Format abgefragt und die entstehenden Listen unter den Archie-Servern abgeglichen.

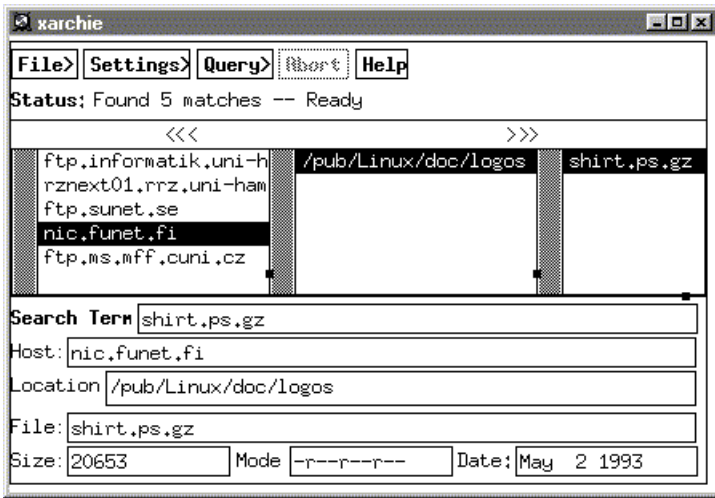


Abb. 6.2: Das xarchie Programm

## 6.2 Gopher – hierarchische Informationssysteme

ftp dient der Übertragung von Dateien und wird zumeist für Software oder ausdrückbare Dokumente verwendet. Ein Informationssystem in Netzen ist aber auf online lesbare Dokumente ausgelegt – etwas, das ftp nicht leisten kann.

Um 1991 wurde dazu ein Internet-Dienst – *Gopher* – entwickelt ([1]), mit dem man in hierarchisch strukturierten Sammlungen von Informationen navigieren kann.

Der Gopher-Dienst stellt sich dem Benutzer wie ein riesiger, verteilter Verzeichnisbaum von Informationen dar. Auf einer Ebene hat man wie in Abbildung 6.3 auf der nächsten Seite die Auswahl, auf weitere Ebenen zu gehen oder sich Informationen anzusehen. Dabei kann eine neue Ebene sich auch auf einem anderen Gopher Server befinden; das Gopher-Informationssystem ist also verteilt.

```
xterm
Internet Gopher Information Client v2.0.16
Home Gopher server: ftp.cs.tu-berlin.de

1.
2.  ┌───┐
3.  │   │ Technische Universitaet Berlin -- FB Informatik
4.  │   │ (Dept. of Computer Science)
5.  │   │ Gopher Service
6.  └───┘
--> 6. Ueber diesen Gopher
7. About this Gopher
8. -----
9. Anonymous FTP/
10. Hyper-G Service (via Gopher Gateway)/
11. -----
12. Archie (Suche in FTP-Archiven)/
13. Andere Gopher in Berlin - Other Gophers at Berlin/
14. -----
15. Gophers ausserhalb der TU Berlin/
16. -----

Press ? for Help, q to Quit
Page: 1/1
```

Abb. 6.3: Ein Gopher Client

Aus dem Bild wird deutlich, daß Gopher sehr textorientiert ist – tatsächlich ist der Dienst eher für eine Verwendung mit alphanumerischen Terminals, denn mit grafischen Oberflächen entworfen. Die Verwendung anderer Medien – beispielsweise Bilder – wurde erst nach und nach möglich, allerdings ohne diese unterschiedlichen Medien zu integrieren.

Wichtig ist Gopher durch die großen Informationsbestände, die in diesem Dienst bereitgestellt wurden. Bei der Entstehung von Gopher – die vor dem World Wide Web-Dienst stattfand – war diese Technologie der einfachste Weg, Dokumente aus Datenbanken und anderen elektronischen Beständen über das Internet zugänglich zu machen. Insbesondere in den USA sind sehr viele öffentliche Informationen über Gopher erhältlich.

Technisch ist Gopher ein einfaches zustandsloses Protokoll, bei dem ein Gopher Client eine TCP-Verbindung zu einem Gopher Server auf dessen Standard Port 70 eröffnet, eine bestimmte Information abfragt und die Verbindung schließt. Das Gopher-Protokoll wurde erweitert zu Gopher+, das ne-

ben den reinen Dokumenten auf die Abfrage von Meta-Informationen wie den Namen des Betreuers des Informationsbestands ermöglicht.

In der Praxis läßt sich beobachten, daß die verschiedenen Gopher-Implementierungen das Protokoll nicht immer genau einhalten. Ebenso ist die Protokollspezifikation selbst nicht an allen Stellen klar formuliert. Mit Aufkommen des World Wide Web läßt sich die Funktionalität des Gopher-Dienstes in erheblich besserer Qualität anbieten, so daß es heute kaum die Notwendigkeit zum Einrichten neuer Gopher Server gibt.

Ebenso wie bei ftp ist die manuelle Suche in Gopher sehr mühselig. Entsprechend gibt es einen Suchdienst über Gopher-Informationen, Veronica.

Veronica basiert auf einem Volltextindex weltweit sämtlicher Gopher-Server. In diesem Volltextindex können Suchanfragen gestellt werden, die mit Verweisen auf passende Gopher-Seiten beantwortet werden. Veronica Server werden an verschiedenen Stellen im Internet betrieben, die weltweite Einstiegsseite lautet `gopher://veronica.scs.unr.edu:70/11/veronica`.

### 6.3 Hypermedia: World Wide Web

Der weit sichtbare Grundstein zum Erfolg des Internet als weltweiter Standard für Computer-Netze und dessen populärer Nutzung wurde 1993 mit der Entwicklung des *World Wide Web* gelegt.

Das Web ist im Kern ein Hypermedia-Dienst. Damit kann er verschiedene Medien wie Schrift und Grafik integrieren und vernetzt Informationseinheiten durch Verweise, den *Links*. Eine Firma hat im Web eine Startseite, auf der sich beispielsweise das Firmenlogo und die Adresse befindet. Zugleich enthält die Seite Verweise auf weitere Seiten, die beispielsweise jeweils Produkte, Abteilungen oder Presseinformationen enthalten.

Genutzt wird dieser Dienst durch einen *Web-Browser*, der die multimedialen Informationseinheiten – die *Web-Seiten*



– grafisch darstellt und durch Mausklick auf die hervorgehobenen Links die Navigation zu weiteren Seiten ermöglicht.

Durch das Internet hat diese Hypermedia-Idee eine völlig neue Dimension gewonnen: Der auf einer Seite in Deutschland enthaltene Link kann zu einer Seite in Australien führen.



Abb. 6.4: Eine Web-Seite im Netscape Browser

Das Web als Internet-Anwendung besteht aus verschiedenen Komponenten. Die Informationen werden auf *Web-Servern* gehalten, an die sich *Web-Browser* per TCP/IP wenden und über das Protokoll *HTTP* Seiten austauschen. Diese Seiten sind in der Auszeichnungssprache *HTML* dargestellt ([46]).

Jede Seite ist durch einen *Uniform Resource Locator* (URL) adressierbar. Eine URL besteht aus dem verwendeten Protokoll, einem Servernamen und einem Pfad zu einer Seite, z.B. `http://www.cs.tu-berlin.de/~tolk/papers.html`. Diese URL bezeichnet eine Web-Seite, die über das HTTP abfragbar ist auf dem Rechner `www.cs.tu-berlin.de` und die auf dem Server mit `/~tolk/papers.html` auffindbar ist.

Das HTTP ist ein einfaches Protokoll, mit dem der Client – der Web-Browser – sich an einen Web-Server wendet und Seiten abfragt. Aus einer gegebenen URL ermittelt er den Rechner und öffnet eine TCP-Verbindung zum WWW Port 80. Dort setzt er beispielsweise die Zeile

```
GET /~tolk/papers.html
```

ab, die der Server mit der angefragten Seite beantwortet. Danach wird die Verbindung wieder geschlossen. HTTP ist sehr einfach, sicherlich nicht optimal – aber inzwischen das dominierende Anwendungsprotokoll im Internet.

Die *Hypertext Markup Language* HTML ist eine einfache, auf SGML ([19]) basierende Auszeichnungssprache. Sie definiert eine Reihe von *Tags*, mit denen Text ausgezeichnet wird – ein hervorgehobenes Wort markiert man in HTML mit `<EM>Hervorhebung</EM>`. Als Auszeichnungssprache ist HTML keine Programmiersprache – eine HTML-Seite ist statisch, und die Auszeichnung wird nur zur Formatierung in der Browser-Darstellung verwendet.

Zur Erstellung von HTML kann man ganz normale Editoren verwenden – es handelt sich um reinen Fließtext ohne jegliche Steuerzeichen zur Formatierung. Es gibt aber inzwischen eine Reihe von Editoren, die einen bei der Erstellung von Web-Seiten unterstützen. Auch haben Textsysteme

me – wie Word oder FrameMaker – inzwischen die Möglichkeit, Texte direkt als HTML abzuspeichern.

Für große schon vorhandene Datenbestände gibt eine Fülle von Konverter-Programmen, mit denen Sie Ihre Textbestände oder den Inhalt Ihrer Datenbanken in das HTML-Format umwandeln können. Bei Datenbankanbindungen können Sie auch einen anderen Weg gehen: Der Web-Server stellt zum Zeitpunkt der Nachfrage nach einer bestimmten Seite eine Anfrage an die Datenbank und generiert aus den Ergebnissen HTML. Damit bleiben die Online-Informationen im Web immer gleich dem aktuellen Inhalt der Datenbank.

Das Web ist das weltweit größte elektronische Informationssystem überhaupt. Im November 1995 schätzte die Organisation, die die Entwicklung des Web vorantreibt – das World Wide Web Consortium (W3C) – die Anzahl der vorhandenen Seiten auf 50 Millionen. Dabei unterliegt das Web – wie das Internet insgesamt – einem exponentiellen Wachstum und verdoppelt seine Größe wahrscheinlich jährlich. Tabelle 6.1 zeigt das Wachstum nach [14]. Dabei wird in der dritten Spalte deutlich, wie die Verbreitung des Web momentan noch stärker als das Internet selbst wächst.

Monat	Web-Server	Internet-Rechner je Web-Server
6/93	130	13 000
12/93	623	3 475
6/94	2 738	1 095
12/94	10 022	451
6/95	23 500	270
1/96	100 000	94
6/96	ca. 230 000	41

Tab. 6.1: Das Wachstum des Web (nach [14])

Die Web-Browser sind die fast idealen Programme, um das Internet zu nutzen: Sie integrieren andere Dienste wie ftp, Gopher, News oder auf derselben Oberfläche. Dazu spricht der Browser neben dem Web-Protokoll HTTP die schon be-

schiebenen anderen Protokolle und erlaubt ihre Nutzung mit einer einfachen maus-gesteuerten Oberfläche.

Die verbreitetsten Browser-Programme auf fast alle üblichen Plattformen sind der Netscape Navigator der Firma Netscape und der Internet Explorer von Microsoft, die beide kostenlos verfügbar sind.

Auf der Server-Seite hat man die Wahl zwischen einer Reihe leistungsfähiger, aber trotzdem frei verfügbarer Software, wie dem NCSA Server oder Spider. Kommerzielle Implementierungen wie der Netscape Communication Server bieten zumeist zusätzliche Komponenten für die abhörsichere Übertragung von Daten und sind daher für kommerzielle Anwendungen eventuell notwendig.

Auch die Technik des Web unterliegt fortlaufender Verbesserung. HTML wurde ergänzt um Tabellensatz, um erweiterte Möglichkeiten zur Einbettung multimedialer Objekte, um Mechanismen zur besseren Kontrolle des Erscheinungsbilds der Seiten etc. HTTP entwickelt sich durch Ergänzungen zu einem mächtigeren und effizienteren Protokoll. Schließlich werden eine Anzahl von Techniken zur besseren Unterstützung von dynamischen und verteilten Anwendungen im Web entwickelt.

Die Größe des Web macht es – wie schon bei den ftp- und Gopher-Diensten – praktisch unmöglich, bestimmte Informationen von Hand zusammenzusuchen. Daher gibt es seit längerer Zeit eine Reihe von Suchmaschinen, die den einfachsten Zugang zu Web-Informationen bieten.

Sie betreiben in der Regel Roboter, Programme, die automatisch das Web weltweit durchlaufen, indem sie den Links folgen, sämtliche Seiten laden und daraus zumeist einen Volltext erstellen. Auf diesem Volltextindex bieten sie Suchmöglichkeiten, die zu einer Anfrage nach Stichwörtern mit Listen von URLs antworten.

Drei der wichtigsten Suchmaschinen sind:

Suchmaschine	URL
Alta Vista	<a href="http://www.altavista.digital.com/">http://www.altavista.digital.com/</a>
Lycos	<a href="http://www.lycos.com/">http://www.lycos.com/</a>
Excite	<a href="http://www.excite.com/">http://www.excite.com/</a>

Mittlerweise gibt es bestimmt 20 bis 30 ernstzunehmende Suchmaschinen im Web, so daß es inzwischen Meta-Suchmaschinen gibt, die eine Anfrage an mehrere Suchmaschinen weiterleiten und die Ergebnisse gesammelt anbieten. Zwei wichtige Vertreter dieser Dienste sind:

---

Meta-Sucher  
URL

---

Meta-Crawler

<http://metacrawler.cs.washington.edu:8080/home.html>

Savvy-Search

<http://guaraldi.cs.colostate.edu:2000/>

---

Und auch hier gibt es inzwischen so viele Meta-Suchmaschinen, daß eigene Seiten mit Listen solcher Web-Dienste aufgestellt werden, z.B. in [http://www.yahoo.com/Computers\\_and\\_Internet/Internet/World\\_Wide\\_Web/Searching\\_the\\_Web/All\\_in\\_One\\_Search\\_Pages/](http://www.yahoo.com/Computers_and_Internet/Internet/World_Wide_Web/Searching_the_Web/All_in_One_Search_Pages/).

Die Web-Suchmaschinen sind inzwischen so weit ausge-reift, daß einige von ihnen Auskunft über den Inhalt von bis zu 50 Millionen Web-Seiten geben können. Für den Infor-mationssuchenden ergibt sich daraus ein neues Problem: Die Ergebnislisten auf eine Anfrage werden unüberschau-bar lang. So kann es Ihnen passieren, daß Sie auf eine An-frage nach einen vermeintlich speziellen Stichwort 2 000 Er-gebnisse erhalten.

Daher entwickeln sich mehr und mehr spezialisierte Such-maschinen. Ihre Roboter filtern die zu indexierenden Web-Seiten nach bestimmten Kriterien vor. So überprüft die er-ste Suchmaschine für deutschsprachige Web-Dokumente, Flip-per, zunächst die Sprache eines Dokuments. Die Ergeb-nisse einer Nutzeranfrage beinhalten ausschließliche Seiten in deutscher Sprache, wodurch die Ergebnismenge entspre-chend verkleinert wird. Flipper wurde von der Projektgrup-

pe KIT and der Technischen Universität Berlin entwickelt und ist unter <http://www.flp.cs.tu-berlin.de/flipper> erreichbar.

## 6.4 Hypermedia: Hyper-G

Das Web als Hypertext-Dienst im Internet hat einen Konkurrenten – Hyper-G ([8]). Dabei spielt Hyper-G aber von der Verbreitung her kaum eine Rolle. Seine Stärke liegt in der Konzeption.

Das Web ist ein sehr loser Hypertext: Hat man einen Verweis auf eine Seite, wird man nicht über deren Änderungen informiert, und Links können aufgrund der fehlenden Zielseite brechen. Insofern ist das Web kein geschlossenes Informationssystem mit einer zentralen Verwaltung – seine Struktur ergibt sich aus der unkontrollierten Verzeigerung von Seiten.

Hyper-G versteht einen Hypertext als eine verteilte Datenbank von Verweisen. Entsprechend wird jede einzelne Seite bei einem Hyper-G Server registriert, und Links können lediglich zwischen registrierten Seiten erstellt werden. Die Server beherrschen untereinander ein Protokoll zum Austausch der Registraturinformation und etablieren dadurch die verteilte Datenbank.

Dementsprechend gibt es in Hyper-G keine *broken Links* – Verweise, die in das Leere zeigen. Aus der verteilten Datenbank läßt sich durch geeignete Kommunikation zwischen den Servern die Struktur des verteilten Hypertexts ermitteln. Hyper-G Browser können sie wie in Abbildung 6.5 auf der nächsten Seite visualisieren – auch eine dreidimensionale Struktur der Verzeigerung kann abgefragt werden.

Hyper-G hat trotz seiner konzeptionellen Überlegenheit bisher keine dem Web vergleichbare Verbreitung gefunden. Es bestehen allerdings Gateways, die die Hyper-G-Strukturen in Web-Strukturen übersetzen, so daß auch diese Informationen einfach zugänglich sind. Gleichzeitig beherrschen Hyper-G Browser auch die Web-Darstellung, so daß

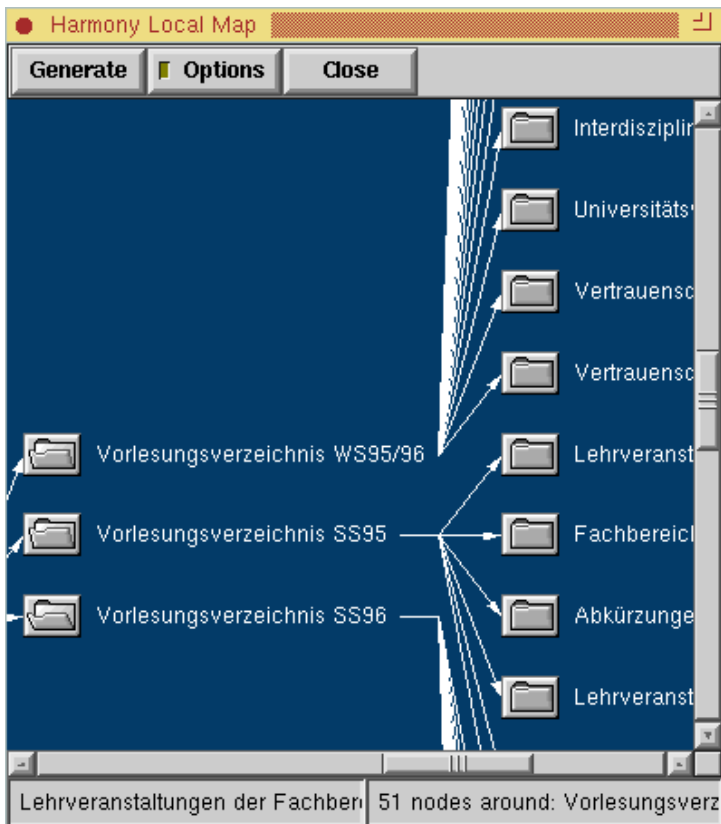


Abb. 6.5: Ein Ausschnitt aus der Hyper-G-Struktur

die beiden Informationsräume nicht getrennt im Internet existieren.

## 6.5 Virtuelle Realität: VRML

Informationsdienste wie das Web sind dokumentenorientiert – man findet die Informationen auf einer zweidimensionalen Seite, auf die man über das Internet zugreift. Eine Ent-

wicklung, die parallel zum World Wide Web lief, konzentriert sich auf dreidimensionale Szenen: Die Virtual Reality Modeling Language VRML.

Bei dieser Sprache handelt es sich um eine Beschreibungssprache für Welten. Diese Welten sind zusammengesetzt aus Objekten (den *Nodes*), die beispielsweise räumliche Körper mit bestimmten Eigenschaften oder auch Lichtquellen darstellen. VRML definiert eine Syntax für solche Welten und gibt Standard-Nodes und deren Eigenschaften vor ([27]). Will man in einer Szene ein rotes Buch darstellen, führt man eine Node ein, die aus rotem Material besteht und ein hoher, dünner Quader ist. VRML bestimmt dafür eine einfache ASCII-Darstellung:

```
Separator{
  Material{
    diffuseColor    1 0 0
  }
  Cube{
    width    0.03
    height   0.25
    depth    0.2
  }
}
```

**Separator** ist ein VRML-Knotentyp, mit dem ein sichtbares Element beschrieben wird. Es setzt sich aus weiteren Knoten zusammen, die das Material und die Form beschreiben. Für den **cube**-Knoten beschreibt beispielsweise das Attribut **width** die Breite eines Quaders.

Diese VRML-Szenen werden als ASCII-Dateien auf HTTP-Servern abgelegt und von dort von einem VRML-Browser geladen und dargestellt. Abbildung 6.6 auf der nächsten Seite zeigt eine solche Szene. VRML-Browser stellen die Szene als dreidimensionale Grafik dar und erlauben die Navigation in ihr.

VRML-Szenen müssen nicht komplett in einer Datei stehen: Es ist möglich, sie aus Nodes zusammenzusetzen, die



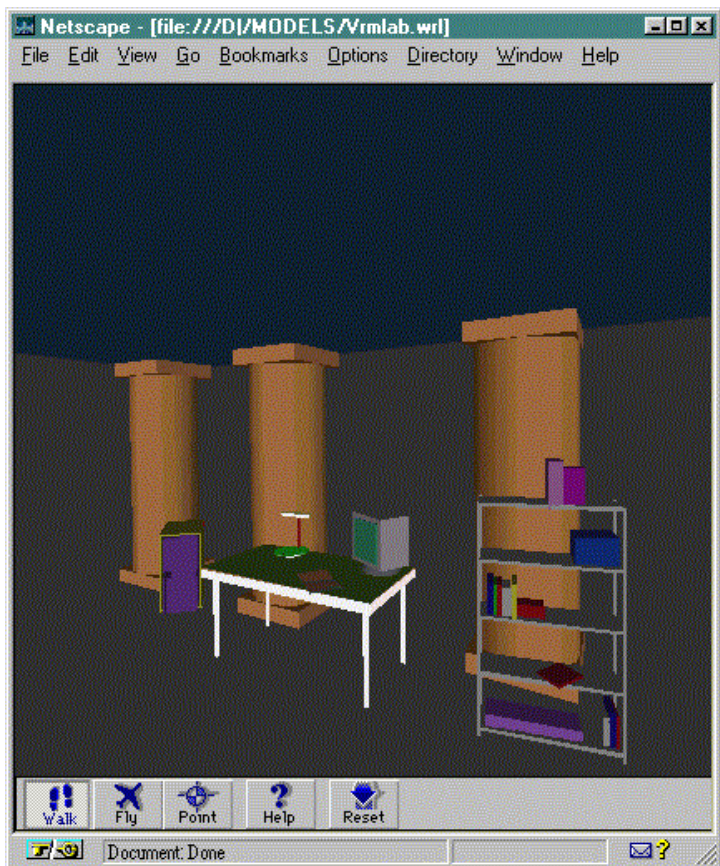


Abb. 6.6: Ein VRML-Szene

an verschiedenen Stellen des Internet stehen, so könnte ein Stuhl-Objekt von einem Server in Europa und ein Tisch aus Japan geladen werden.

Für die Erstellung solcher virtueller Welten benutzt man interaktive Editoren, mit denen man eine Welt grafisch zu-

sammenstellt. Viele Editoren für 3D-Systeme besitzen inzwischen eine VRML-Komponente.

Durch einen speziellen Knotentyp ist ein Übergang aus VRML-Welten in das WWW möglich – klickt man in der Beispiellabbildung in den Bildschirm auf dem Tisch, gelangt man auf eine normale Web-Seite.

Die VRML-Entwicklung hat 1994 begonnen und relativ schnell zu einer ersten Sprachversion und einer Reihe fertiger Tools und Produkte geführt. Inzwischen ist die auf 3D-Grafik spezialisierte Industrie engagiert an der Definition der nächsten Sprachversion. Neben dem Zusammenhang zu Web-Seiten gibt es inzwischen eine Verbindung von VRML und Java (siehe Kapitel 7 auf Seite 71): Die dargestellten Knoten müssen nicht mehr passiv sein, sondern können durch Java-Programme erzeugt werden. Dadurch könnte durch die obige Beispielszene ein Vogel fliegen, dessen Bewegungen zur Zeit der Darstellung errechnet werden.

VRML eröffnet die dritte Dimension zur Verwendung in Informationssystemen im Internet. Allerdings haben die virtuellen Welten noch keine so große Verbreitung wie das Web – durch HTML-Browser wie Netscape oder Internet Explorer, die jeweils auch VRML-Darstellungen beherrschen, sollte sich dies in der Zukunft aber ändern.

Es läßt sich abschätzen, daß diese Entwicklung interaktive virtuelle Welten im Internet „beflügeln“ wird – es wird Räume geben, in denen sich Internet-Nutzer treffen, bewegen und interagieren.



## 7 Java – die Programmiersprache des Internet

Seit seiner Etablierung 1993 fand die wichtigste Innovation im World Wide Web 1995 mit der Verfügbarkeit der Programmiersprache Java statt. Bis dato war das Web ein sehr statisches System. HTML-Seiten wurden abgelegt und in Browsern dargestellt – Rechenprozesse fanden ausschließlich auf Servern in CGI-Skripten statt. Mit Java ist es nun möglich, kleine Programm – die *Applets* – in eine Web-Seite einzubetten und im Browser ausführen zu lassen. Diese Möglichkeit hat zunächst zu einer Fülle von Animationen, kleinen, nützlichen Anwendungen und erheblich interaktiveren Oberflächen im Web geführt. Die tatsächliche Bedeutung von Java geht weit über die Oberflächenprogrammierung hinaus – Java wird die Programmiersprache des Internet.

### 7.1 Applets – Progrämmchen in Web-Browsern

Eine Web-Seite ist normalerweise statisch – sie wird vom Server an den Browser geschickt, der sie darstellt. Die einzigen Interaktionsformen sind das Navigieren entlang Links und das Ausfüllen von Formularen. Dies entspricht der Konzeption von HTML als reine Auszeichnungssprache für Hypertexte, die keine Möglichkeiten zur Programmierung bietet.

Mit Java wurde es nun möglich, kleine Programme auf Web-Servern bereitzuhalten, die zusammen mit einer Web-Seite zum Browser transferiert und dort ausgeführt werden. Diese kleinen Anwendungen heißen *Applets* und sind Ihnen sicherlich schon auf Web-Seiten begegnet – z.B., um ein 3D-Modell in der Web-Seite zu bewegen.

Die Sprache, in der Applets programmiert werden ist Java. Dabei handelt es sich um eine komplette, objektorientierte Programmiersprache, die der Sprache C++ ähnelt, aber konzeptionell einfacher und sicherer ist.

Java basiert auf dem Klassenkonzept – für einen Datentyp werden eine Reihe von Methoden darauf definiert. So gibt es beispielsweise einen Datentyp. Er wird intern durch Jahr, Monat und Tag dargestellt. Als Methoden darauf sind das Setzen auf das aktuelle Datum oder die Substraktion einer Anzahl von Tagen definiert und in Java ausprogrammiert. Diese Definitionen werden nun in einer *Klasse* zusammengefaßt. Ein durch eine Klasse definierter Typ kann als *Objekt* instanziiert werden. Hätte man einen Terminkalender, dann wäre jedem Termin ein solches Datumsobjekt zugeordnet.

Java kann nun jede Klasse in einem Programm einzeln compilieren und in einer Datei ablegen. Diese `.class`-Dateien werden erst zur Laufzeit des Programms zusammengefügt – man spricht von *run-time-linking*. Ein Java Programm basiert als auf dem Programmcode aus verschiedenen Klassen, die compiliert als `.class`-Dateien vorliegen und erst zur Laufzeit zusammengebunden werden.

Der Clou an Java's Konzeption liegt nun darin, daß die `.class`-Dateien an unterschiedlichen Orten liegen können – insbesondere können sie über das Internet transferiert werden.

Man kann also ein Programm haben, das den genannten Terminkalender als Klasse definiert und ausprogrammiert, den Code für die Datumsfunktionen aber über das Internet von einem anderen Rechner lädt.

Im Web lassen sich nun Applets in HTML-Seiten einbinden. Dazu wird ein Verweis auf das Applet durch das Tag `<APPLET>` dargestellt. Es enthält als Attribute den Namen des Applet und eventuell einen URL, unter der dazugehörige Klassen von einem Web-Server erhältlich sind. Eventuelle Parameter lassen sich darstellen durch `<PARAM Parametername Parameterwert>`.

Der Browser wird nun beim Erkennen dieses Tags versuchen, den Code dieser Klasse zu laden, die verwendeten anderen Klassen zu laden und hinzuzubinden, um schließlich das Applet auszuführen. Diese Klassen kann er an verschiedenen Orten finden:

1. Eingebaut im Browser selber. Üblicherweise enthalten Java-fähige Web-Browser den von Sun definierten Satz an Standardklassen – beispielsweise die grundlegenden Klassen zur Verarbeitung von Zeichenketten.
2. Auf dem Rechner, auf dem der Browser läuft. Neben den Standardpaketen kann es Klassen geben, die darüber hinausgehende Funktionalitäten enthalten und so verbreitet sind, daß man sie lokal auf seinem Rechner installieren wird. Dafür muß der Hersteller der Klassen die entsprechenden `.class`-Dateien herausgeben, und Sie oder Ihr Systemadministrator muß sie an eine geeignete Stelle in Ihrem System kopieren.
3. Auf dem Web-Server, von dem die HTML-Seite stammt oder auf den die oben genannte URL verweist. In diesem Fall führt der Browser das Laden der Klasse über das Internet aus.

Um ein so zusammengebautes Applet ausführen zu können, ist im Browser ein spezieller Interpreter für den „Maschinencode“ eingebaut, in den Java-Klassen kompiliert werden. Dieser Software-Prozessor heißt *Java Virtual Machine* (Java VM). Der nächste Abschnitt zeigt die Details dieser Komponente auf.

## 7.2 Arbeitsweise von Java

Zu Java gehört ein Compiler und ein Entwicklungssystem, das frei von Sun erhältlich ist. Der Compiler erzeugt aber keine Programme, die direkt auf Ihrer Maschine ausführbar sind, sondern sogenannten Bytecode für einen Prozessor, den es noch gar nicht als Hardware gibt und der von

einem weiteren Programm – der *Java Virtual Machine* – simuliert wird.

Da diese virtuelle Maschine auf unterschiedlichsten Rechnern verfügbar ist und insbesondere in einen Browser eingebaut werden kann, sind Java Programme im Binärcode auf praktisch allen verwendeten Internet-Rechnern ausführbar.

Abbildung 7.1 stellt die verschiedenen Java-Komponenten dar. Der Programmierer eines Java-Applet erstellt einen Quellcode, den der Java-Compiler in Bytecode übersetzt. Dabei entsteht pro Klasse des Programms eine Bytecode-Datei.

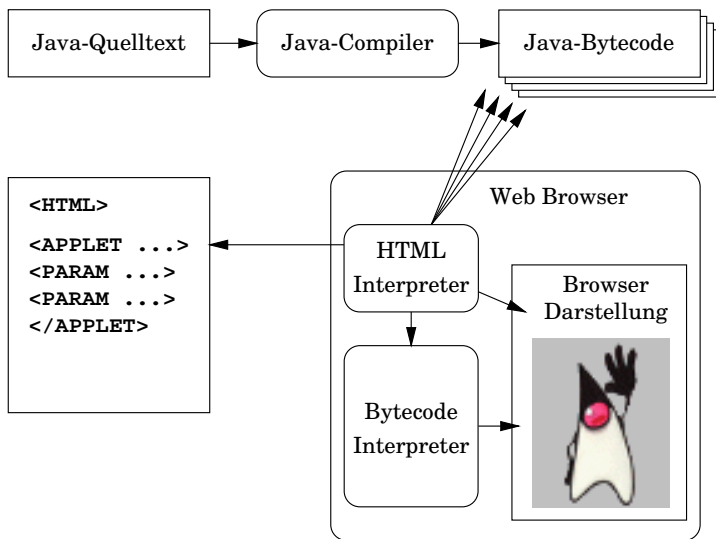


Abb. 7.1: Die Arbeitsweise von Java

Sun liefert für alle wichtigen Plattformen kostenlos das *Java Development Kit JDK* aus und lizenziert die virtuelle Java Maschine an Browser-Hersteller. Die wichtigsten „java enabled“ Browser mit Applet-Unterstützung sind der

Netscape Navigator und Microsoft's Internet Explorer. Bei verschiedenen Anbietern sind inzwischen erweiterte Klassenbibliotheken erhältlich, und auch objektorientierte Entwicklungsumgebungen unterstützen Java.

Java ist aber nicht unbedingt an einen Browser gebunden, denn die Java VM ist ja ein unabhängiges Modul in einem Java-enabled Browser. Dementsprechend ist sie auch einzeln im JDK enthalten und läßt sich als eigenständiger Java-Emulator auf den unterschiedlichsten Plattformen starten.

Damit eröffnet sich der Weg zu „normaler“ Anwendungsprogrammierung für Java. Tatsächlich hat auch das Web Consortium seine Aktivitäten inzwischen auf Java umgestellt. Die Referenzimplementierung für einen Web Server nach dem kommenden HTTP-Standard wird in Java programmiert.

Der nächste Abschnitt zeigt einige der sich daraus ergebenden Perspektiven für Java als die Programmiersprache des Internet auf.

### 7.3 Java-Perspektiven

Durch die plattformübergreifende Verfügbarkeit kann man Java als die „Programmiersprache des Internet“ ansehen. Die Plattformunabhängigkeit des Bytecodes eröffnet weitere technische Möglichkeiten – beispielsweise zur Programmierung von Agenten, die sich durch das Internet bewegen.

Sun hat inzwischen Lizenzen für die Java VM an die wichtigsten Hersteller von Betriebssystemen vergeben. Damit wird dieser Interpreter für den Java-Bytecode in die kommenden Versionen der dominierenden PC-Betriebssysteme Windows und MacOS eingebaut, aber auch in den gängigen Unix Plattformen für Workstations wie Solaris Standardbestandteil sein.

Eine Ergänzung zu Java ist die Sprache *JavaScript*, die von Sun und Netscape entwickelt wird. Dabei handelt es sich um eine einfache Skripting-Sprache zur Ausführung interpretierter, kleiner Programme in einem Browser. Im



Gegensatz zu Java ist JavaScript nicht universell einsetzbar, sondern ausschließlich in einem Web Browser. Es gibt inzwischen von JavaScript aus eine Möglichkeit, auf die im Browser eingebauten Java-Klassen zuzugreifen, so daß JavaScript eine schlanke Alternative zu Java insbesondere im Bereich der Programmierung interaktiver Web-Seiten ist. Allerdings hat JavaScript noch keine Browser-übergreifende Verbreitung erlangt.

Da die Java VM einen Prozessor in Software nachbildet, liegt es nahe, einen solchen Chip auch tatsächlich zu produzieren. Entsprechende Entwicklungen sind im Sommer 1996 eingeleitet und werden Java-CPU's demnächst verfügbar machen. Wahrscheinlich werden diese Prozessoren in normale Rechner zusätzlich eingebaut werden können und damit die Verarbeitung von Java-Programmen um Größenordnungen beschleunigen.

Einen großen Markt für diese Prozessoren wird es im Bereich der *Embedded Systems* geben. Darunter versteht man z.B. die Rechnersysteme, die in Haushaltsgeräten wie Waschmaschinen eingebaut sind, aber auch den Bereich der netzorientierten *Set Top Boxen* – Geräte, die an Fernseher angeschlossen werden und zusammen mit dem TV-Kabel Fernsehen und Netze integrieren.

Alle diese Geräte basieren dann auf derselben Hard- und Software-Plattform – eine Entwicklung, mit der Sun strategisch ein mächtiger Konkurrent von Intel und Microsoft geworden ist.

Es ist abzusehen, daß auf dieser Plattform auch Anwendungssoftware, die bisher unter Windows verfügbar ist, auch in netzfähigen Versionen unter Java angeboten werden. Dies wird enorme Auswirkungen auf den Markt der Anwendungssoftware haben, die Verwendung der bisher dominanten Programmiersprache C++ für die Anwendungsprogrammierung verringern und schließlich das Internet als dominante Standard-Netzplattform endgültig etablieren.

## 8 Direkte Kommunikation im Internet

In Kapitel 5 auf Seite 41 haben Sie mit E-Mail und News-Dienste zur asynchronen Kommunikation im Internet kennengelernt. Dabei mußte der Empfänger einer Mitteilung nicht „anwesend“ sein, als sie abgeschickt wurde. Das Internet ist aber auch zur direkten Kommunikation geeignet. So gibt es Dienste für textbasierte Online-Gespräche, zu Gruppendiskussionen, zu virtuellen Welten, in denen mehrere Teilnehmer aktiv sind, und Audio- und Videokonferenzen. Sie sind das Thema dieses Kapitels.

### 8.1 Elektronisches Gespräch

Das Internet basiert auf der Fähigkeit, Datenpakete von einem Rechner zu einem anderen zu schicken. Bei den bisher vorgestellten Diensten kommunizierten zumeist Client- und Server-Programme miteinander. Dabei stellen die Clients – beispielsweise beim Web – eine geeignete Nutzeroberfläche bereit. Beim Beispiel Mail ist die Kommunikation zwischen den Programmen völlig vor dem Nutzer verborgen.

Sind zwei Internet-Nutzer gleichzeitig eingeloggt, möchten sie vielleicht direkt miteinander kommunizieren, ohne den Umweg über Mail zu nehmen. Dafür dient der *talk*-Dienst, mit dem ein geschriebener Dialog per Rechner möglich wird. Im Gegensatz zu Mail sind allerdings beide Kommunikationspartner physisch an ihrem Rechner anwesend.

Nehmen wir als Beispiel, daß Lehrer Schulz an unserem Gymnasium mit dem Lehrer Meier in einer längeren Pause essen gehen will. Er sitzt am Rechner **pc** und Meier am Rechner **sun**. Um ein elektronisches Gespräch zu beginnen, ruft er die Anwendung *talk* auf und gibt als Gesprächs-

partner **meier@sun.fdg.de** an. Abbildung 8.1 zeigt die bei talk verwendeten Kommunikationswege.

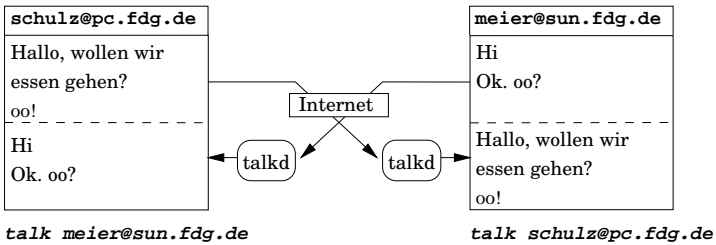


Abb. 8.1: Direkte Kommunikation mit talk

Bei Meier erscheint eine Mitteilung, daß es einen Gesprächswunsch für ihn von **schulz@pc.fdg.de** gibt; entsprechend ruft er talk auf. Bei beiden erscheint nun eine zweigeteilte Darstellung des Dialogs – dabei stehen oben die eigenen Eingaben, unten die des Gesprächspartners.

Beide tippen jeweils Text ein und beenden das Gespräch schließlich mit der im Internet üblichen OO?-OO!-Floskel (OO steht für „over and out“, OO? besagt „sollen wir das Gespräch beenden“ und OO! „ja, beenden wir das Gespräch“).

Technisch sind weitere Komponenten für den talk-Dienst notwendig. Mit TCP/IP kann ein bestimmter Rechner als Ziel für ein Datenpaket angegeben werden – die Auslieferung an einen bestimmten Nutzer ist Sache des Anwendungsdienstes. Die talk-Anwendung sendet eingegebene Zeichen an einen bestimmten Port auf dem angegebenen Rechner (**sun.fdg.de**). Im talk-Protokoll wird zugleich ein Nutzername übertragen (**meier**).

Bei vielen Betriebssystemen können mehrere Nutzer auf demselben Rechner arbeiten. Daher muß es ein kleines Programm geben, das einerseits auf dem talk-Port einer Maschine auf ankommende Verbindungen wartet und andererseits auf Basis des übermittelten Nutzernamens das talk-Programm dieser Person ermittelt und die empfangenen Zei-

chen daran weiterleitet. Unter Unix heißt dieses Programm `talkd` wie in der Abbildung.

Ist ein Kommunikationspartner nicht auf einem bestimmten Rechner eingeloggt, gibt die `talk`-Anwendung eine entsprechende Fehlermeldung aus. Die verwendeten Nutzernamen sind übrigens keine Mail-Adressen. Lehrer Meier aus unserem Beispiel ist unter der Mail-Adresse `meier@fdg.de` erreichbar – für `talk` wird aber ein Nutzer auf einer bestimmten Maschine verlangt.

Das Beispiel nutzt die Möglichkeiten des Internet natürlich nicht aus: `talk` arbeitet durch die Verwendung von TCP/IP weltweit. Damit kann Meier auch direkt mit dem Lehrer Ford in einer Partnerschule in den USA elektronisch sprechen, indem er

```
talk ford@pc.highschool.newyork.edu
```

verwendet – insofern er die Zeitverschiebung beachtet, denn Ford muß zur selben Zeit am Rechner sitzen.

## 8.2 Elektronische Diskussion in Gruppen

Der `talk`-Dienst verbindet zwei Teilnehmer im Internet, unter Namen wie `ytalk` oder `ztalk` gibt es Varianten für mehrere Gesprächspartner. Für direkte Gruppendiskussionen gibt es im Internet jedoch einen speziellen Dienst, den *Internet Relay Chat* (IRC), der in RFC 1459 ([26]) definiert ist.

Im IRC-Dienst werden sogenannte *Channels* bereitgestellt, die jeweils einer Diskussion zugeordnet sind. Man „betritt“ mittels Kommandos seines IRC-Clients eine solche Diskussion. Daraufhin werden sämtliche eingetippten Äußerungen der anderen Teilnehmer auf dem Bildschirm vom Client-Programm dargestellt. Tippt man selbst etwas ein, erscheint diese Äußerung wiederum auf allen beteiligten Clients. Auf diese Weise ergibt sich eine verteilte Gruppe, die in einem IRC-Kanal eine Diskussion führt.

Jeder Nutzer kann einen Kanal zu einem beliebigen Thema einrichten und dabei auch wählen, ob es ein öffentlicher oder geschlossener Kanal sein soll. Ein IRC-Server bietet

in der Regel mehrere tausend Kanäle an, die zumeist themen- oder regionenbezogen sind. Ähnlich wie in den News ist die Spannweite im IRC enorm. Abbildung 8.2 zeigt einen Ausschnitt aus einem Kanal, der sich in deutscher Sprache mit dem Homecomputer Amiga beschäftigt.

```
*** Topic for #amigager: German-language Amiga
    computer appreciation society - afternoon shift
*** Users on #amigager: Farble stefanb HammerD
    Kamar dOC2 Chuck ignatios Joky toepman ACP
    @stargazer @MCP @Shadowfox
<HammerD> doc2: I had a warp engine...sold it !
040/40Mhz...
*** Signoff: stefanb (Error 0)
<Joky> doc: ich will ne TransWarpEngine ;)
<dOC2> Joky: Ich war selbst erstaunt, als die
CV im Rechner des Bekannten lief
<HammerD> bye! I must got back to work :(((
*** Signoff: HammerD (bye !)
<dOC2> HammerD: Sollte es die WE denn nicht auch
mal mit 060er geben?
<Joky> doc: jeje 060 sollte es geben
<Kamar> hmm, neue BeBox
* Lefti macht sich für heute wieder dünne ...
```

Abb. 8.2: Interaktionen auf einem IRC-Kanal

Die meisten der IRC-Kanäle bewegen sich auf einem sehr informellen, halbprivaten Niveau. Dennoch kann der IRC-Dienst auch für ernsthafte Anwendungen interessant sein.

Mit IRC könnte sich eine verteilte Arbeitsgruppe zu einem bestimmten Zeitpunkt virtuell treffen und beispielsweise eine Planungssitzung abhalten. Dabei handelt es sich im Gegensatz zu einer Newsgruppe um ein direktes Treffen zum selben Zeitpunkt. Gegenüber einer Videokonferenz hat IRC den Vorteil des geringen Bandbreitenbedarfs.

Technisch wird der IRC-Dienst durch ein baumartiges logisches Netz von IRC-Servern gebildet. Sie tauschen untereinander die Mitteilungen aus, die von den Nutzern bei den IRC-Clients erzeugt werden, und liefern sie an andere Clients aus. Abbildung 8.3 auf der nächsten Seite zeigt diese Struktur. Technisch hat IRC den Nachteil, dadurch

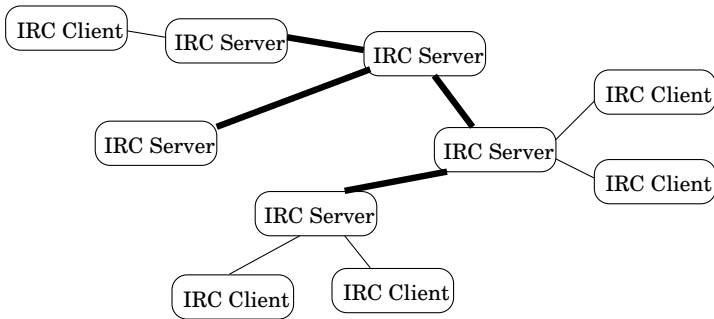


Abb. 8.3: Die technische Struktur von IRC

nicht sehr groß werden zu können, da der Kommunikationsaufwand zwischen den Servern nicht linear zur Anzahl der Server ist.

### 8.3 Elektronische Aktionsforen

talk und IRC erlauben das Führen geschriebener Diskussionen. Dabei sind Äußerungen die einzige Interaktionsform. Demgegenüber erlauben die *Multiuser Dungeons* (MUD) Interaktionen mehrerer Benutzer in einem Rollenspiel. Jeder Teilnehmer an einem MUD wählt einen bestimmten Charakter und findet eine Spiellandschaft vor, in der es Häuser, Brücken, Straßen etc. gibt. Hinzu kommen aber weitere Mitspieler und vom MUD-Server erzeugte Figuren. In der virtuellen MUD-Welt hat man die Möglichkeit zu komplexeren Interaktionen, so können Gegenstände genommen, betrachtet oder zerschlagen werden, man kann sich virtuell bewegen und schließlich mit den anderen Figuren in Dialoge treten.

Abbildung 8.4 auf der nächsten Seite zeigt einen Ausschnitt aus einer Interaktion in einer MUD-Welt, bei der eine künstliche Figur – ein alter Mann – unserem Spieler ein Paket mit für das Spiel nützlichen Dingen gibt.

The Alwarion is gently flowing below a bridge to the north. East of you there's the 'Adventurer's Guild'. Glandon's church, further behind, towers above the guild. Finally you hardly fail to see the NEW signpost with a big map of Glandon.

There are six obvious exits: south, west, north, northeast, east and up.

A shadow darkens the sun.

> look at island

It's an enormous chunk of rock. On the top you see some buildings and some kind of lift at a side.

> n

This is a bridge high above the Alwarion, the unique bridge crossing the river in Glandon.

A real rarity can be found here at the northern bank of the Alwarion: an apricot tree. On the roof of a nearby house a young dragon is looking hopefully at you.

The old man says: Welcome, Azro. You have entered the unknown world of Tubmud.

The old man says: Here you can find honour and glory, sometimes death... But don't worry, death is only another form of life.

> say welcome to man

You say: welcome to man

The old man says: I'm happy, because I can help you.

An old man gives a welcome package to you.

The old man says: Open this package and use my gifts for an easy beginning.

> look at package

This is the welcome package. Only new characters receive it. It shall help to make a beginner's life easier. So, perhaps you now want to open your package?

Abb. 8.4: Interaktionen in einem MUD

Die künstlichen Welten der MUD üben große Anziehungskraft auf die Spieler aus, insbesondere wegen der möglichen Interaktion mit anderen. Dabei sind MUDs aber keineswegs eine Spielerei, sondern haben das Potential für ernsthafte Anwendungen, daher werden sie inzwischen auch nicht mehr *Dungeons* für *Labyrinth*, sondern *Domains* für Gebiet genannt. Und ein solches Gebiet könnte auch ein simuliertes Büro sein. Tatsächlich werden MUDs zunehmend für Gruppenarbeitsanwendungen eingesetzt.

Technisch ist ein MUD kein verteilter Dienst – ein MUD-Server läuft auf einem bestimmten Rechner und verwaltet eine (von einem Administrator entworfene) Welt. Die Spieler benutzen Clients, die sich allesamt an denselben Rechner mit dem MUD-Server wenden.

## 8.4 Audio- und Video-Dienste

Nach außen spektakulär sind Audio- und Video-Anwendungen auf Rechnern, und auch hier hält das Internet verschiedene Dienste vor, die Entsprechendes leisten. Die Entwicklung von AV-Diensten ist kommerziell so interessant, daß man inzwischen unterscheiden muß zwischen offenen und freien Standards und Diensten des Internet und kommerziellen Diensten, die von Firmen entwickelt wurden, aber sehr verbreitet sind.

Im Bereich proprietärer AV-Dienste im Internet gibt es mindestens zwei wichtige Vertreter:

*RealAudio* ist ein proprietäres Protokoll zur Übertragung von Audiodaten über TCP/IP der Firma Progressive Networks, Seattle. Es ermöglicht die Verbreitung von aufgezeichneten oder Live-Audio-Strömen in unterschiedlichen Qualitäten mit unterschiedlichen Anforderungen an die vorhandene Netzbandbreite. Durch entsprechende Kompressionsmöglichkeiten ist es möglich, selbst auf Internet-Rechnern mit einem 14 400-Baud-Modem Radio zu hören.

Mittlerweise sind sehr viele – hauptsächlich US-amerikanische Radiostationen – auf Basis von RealAudio per Rechner empfangbar. Man kann so beispielsweise live die Übertragung eines Baseball-Spiels empfangen.

Zum Empfang eines Audio-Stroms ist eine entsprechende Software – ein *Player* – notwendig, der als Erweiterung in die gängigsten Web-Browser integriert wird. Die Server-Software bildet das Kerngeschäft von Progressive Networks – sie verkauft an die Internet-Radiostationen



RealAudio-Server, die preislich nach der Anzahl der gleichzeitig versendbaren Audio-Ströme gestaffelt sind.

Auf der Web-Site der Firma (<http://www.realaudio.com/>) sind die kostenlose Player für verschiedenste Plattformen und weitere Informationen erhältlich.

*CU-SeeMe* ist ein proprietäres System zur Übertragung von Video- und Audio-Daten über TCP/IP. Ähnlich wie bei RealAudio hat der Hersteller White Pine Software (New Hampshire) besonderes Augenmerk der Unterstützung schmalbandiger Internet-Anbindungen gewidmet – mit dem Resultat, daß durch software-gestützte Videokomprimierung auch ein Rechner mit einem 28 800-Baud-Modem Video-Ströme empfangen kann.

Zentral ist bei CU-SeeMe das Konzept des *Reflectors*, eine Unix-basierte Server-Software, an die sich die CU-SeeMe-Clients per Internet wenden und von dort die AV-Daten empfangen. Laut Hersteller kann ein Reflector bis zu 100 Clients effizient bedienen. Ähnlich wie bei RealAudio sind die Clients in Web-Browser integrierbar. Der Hersteller baut momentan das Anwendungsspektrum seines Systems durch Conferencing und Whiteboards zu Groupware aus.

Weitere Informationen und Software für die wichtigsten Rechnerplattformen findet man im Internet unter <http://www.cuseeme.com/>.

Neben diesen proprietären Entwicklungen gibt es eine erheblich größere Initiative für einen offenen Internet-Dienst zur Unterstützung von AV-Anwendungen, den *Multicast Backbone*, kurz MBONE. Unter *Multicast* versteht man eine Kommunikationsstruktur, bei der ein Sender an eine Gruppe von Rechnern Daten übermittelt. Im Gegensatz dazu ist *Unicast* das Senden an einen Rechner und *Broadcast* das Senden an alle Rechner.

MBONE setzt direkt auf IP auf und legt eine Basis für zukünftig in das Internet-Protokoll integrierte Multicast-Unterstützung. Die heutige Internet-Netztechnologie un-

terstützt Multicast nicht, daher muß MBONE sich einiger zusätzlicher Komponenten bedienen, um die entsprechende Kommunikationsstruktur zu implementieren.

Über das Internet wird ein zusätzliches, logisches Netz gelegt, das MBONE. Es verbindet Rechner, die zumeist über sehr gute Netzbandbreiten verfügen und an MBONE-Anwendungen teilnehmen können. Es gibt weltweit genau ein MBONE-Netz, in das man integriert sein muß.

Etabliert wird das Netz durch spezielle Software, die *Multicast Router*. Sie sorgen dafür, daß der Datenverkehr im MBONE effizient verläuft. Nehmen wir an, ein Rechner in einem lokalen Netz A möchte eine bestimmte Übertragung empfangen, die von einem Rechner im Netz B gesendet wird. Zwischen den Netzen sei ein solcher Multicast Router, der gleichzeitig das Netz C mit MBONE versorgt, in dem aber niemand die Übertragung empfangen will.

In diesem Fall sorgt das MBONE-Protokoll dafür, daß der Router weiß, daß er die Daten nicht an die Rechner in Netz C ausliefern soll, wohl aber nach A. Er meldet sich wiederum bei B, daß eines der Netze „nach“ ihm die Übertragung benötigt, und wird erst dann mit dem Datenstrom versorgt. Wird die Übertragung in A nicht mehr angefordert, benötigt auch der Router keine Daten mehr und meldet dies nach B.

Auf diese Weise können in den verschiedenen Teilen des MBONE-Netzes unterschiedliche Übertragungen ablaufen, und gleichzeitig kann die Netzlast minimiert werden. Bei einer MBONE-Übertragung kann konfiguriert werden, wie weit die Router die Daten weiterleiten sollen. Dadurch lassen sie sich auf ein Gebäude, eine Stadt oder einen Kontinent begrenzen.

Für MBONE benötigt man sowohl extern als auch im lokalen Netz hohe Bandbreiten, da ein Video-Strom samt Audio 0,5 MBit/s erfordern kann. Insbesondere bei interkontinentalen Übertragungen ist die internationale Netzinfrastruktur daher für Anwendungen im großen Maßstab momentan noch nicht ausreichend.

In den USA dagegen ist es heute schon Praxis, Vorlesungen campus-weit durch MBONE zu übertragen. Zunehmend lassen sich auch internationale Konferenzen weltweit auf diese Weise ohne Anreise verfolgen. Weitere Informationen über das MBONE findet man im Web unter <http://www.best.com/~prince/techinfo/mbone.html>

Die Frage nach Audio- und Video-Diensten, die Datenübermittlung in Echtzeit erfordern, hat inzwischen zur Entwicklung des *Real Time Protocol* (RTP) geführt, das in den RFCs 1889 und 1890 standardisiert ist ([44, 43]). RTP setzt wie TCP auf UDP auf, ist aber ein vollständiges Transportprotokoll mit entsprechendem Paketformat und Eigenschaften, die die Echtzeiteigenschaft sichern.

## 9 Ausblick

Sie haben in diesem Buch die wichtigsten Internet-Dienste kennengelernt. Ein Ausblick auf die Zukunft fällt aus verschiedenen Gründen schwer. Das Wachstum des Internet ist nach wie vor ungebrochen – daraus werden sich neue Anforderungen an Dienste ergeben. Gleichzeitig sind die Möglichkeiten für Dienste noch lange nicht erschöpft. Nachdem das Internet immer populärer wird, steigt auch die Nachfrage nach neuen Diensten und das kreative Potential zu deren Entwurf.

Einige Entwicklungen lassen sich jedoch abschätzen; dieses Kapitel soll einen Eindruck von ihnen vermitteln.

### 9.1 Internet, Next Generation: IPng

In Kapitel 3 auf Seite 21 haben Sie die Grundlagen der Arbeitsweise des Internet kennengelernt. Sie basiert auf der Version 4 des Internet-Protokoll (IPv4), die Anfang der achtziger Jahre entstanden ist. Durch das Wachstum des Internet ergibt sich aber ein absehbarer Engpaß bezüglich der IP-Nummern – nach Schätzungen der IETF von 1994 wird im Zeitraum 2005 bis 2010 der Internet-Adreßraum erschöpft sein.

Durch die Praxis bei der Vergabe von IP Adressen in unterschiedlichen Netzklassen können mit den 32 Bit der Adresse erheblich weniger als die rechnerisch möglichen 4 Billionen Rechner adressiert werden. Dabei werden in Class A und Class B Netzen kaum die jeweils maximale Anzahl von Rechnern installiert sein, zudem ist die Anzahl dieser Netzadressen natürlich beschränkt. Die verstärkte Vergabe von Class C Netzen mit jeweils bis zu 255 Rechnern hilft nicht

weiter, weil dann durch die hohe Anzahl von Netzadressen die Belastung auf Routern zu stark wird.

Ungefähr seit 1993 ([5]) gibt es daher Arbeiten für eine neue IP-Version, die dieses Dilemma beheben soll. Diese Entwicklung ist unter dem Namen *Internet Protocol, next generation*, kurz *IPng* bekannt; die entworfenen Protokolle heißen *IPv6*. Seit Anfang 1996 sind einige der Resultate dieser Arbeiten in den RFCs 1883 bis 1887 spezifiziert worden ([9, 15, 6, 45, 41]). RFC 1933 ([13]) legt eine Strategie fest, mit der IPv4 und IPv6 noch auf sehr lange Zeit nebeneinander betrieben werden können.

Das Kernstück von IPv6 bildet die Erweiterung des Adreßraums des Internet durch die Verwendung von 128 Bit (statt 32) pro Adresse. Durch diese Vergrößerung sollte nicht nur das Problem der IP-Nummern für originäre Rechner behoben sein – sie öffnet auch den Weg, eine Fülle anderer Geräte Internet-Nummern zuzuordnen, beispielsweise Fernsehern oder Haushaltsgeräten.

Da die IP-Adresse das Kernstück jeden Datentransports im Internet darstellt, ist klar, daß sämtliche Betriebs-Software auf Rechnern und im Netz entsprechend angepaßt werden muß. Die IETF wird durch Referenzimplementierungen diesen Prozeß vorantreiben.

Zur Optimierung des Datenverkehrs gibt es einige Änderungen an den Paket-Headern, so werden einige Felder von IPv4 optional, gleichzeitig schafft ein Extensionsmechanismus eine Erweiterbarkeit schon auf technisch sehr tiefer Ebene.

Den gestiegenen Anwendungsanforderungen tragen neue Konzepte zur Verschlüsselung und Authentifizierung in IPv6 Rechnung. Insbesondere für Multimedia-Anwendungen wird es möglich, bestimmte Dienstgüte-Parameter für eine IP-Verbindung anzufordern (*flow labeling*) – ein Beispiel ist das Justieren der Bandbreite für eine bestimmte Videoanwendung durch die Video-Dienst-Software. Durch die Einführung eines Konzepts zur Dienstgüte in IP lassen sich auch Eigenschaften moderner Breitband-Netztechnologie wie ATM ([16])

nutzen, die solche Parameter schon auf der untersten Netzwerkschicht kennt.

Schließlich soll IPv6 Mobilität und Autokonfiguration unterstützen. So würde ein Laptop weltweit immer unter derselben IP-Nummer erreichbar sein, egal an welches konkrete Netz er momentan angeschlossen ist. Autokonfiguration betrifft Mechanismen zur automatischen Einstellung der Internet-Software auf einem Rechner.

IPv6 wurde 1996 in ersten größeren Tests eingesetzt; es ist zu erwarten, daß schon in absehbarer Zeit diese Protokollfamilie verfügbar ist. IPv6 wird aber keineswegs IPv4 auf einen Schlag ablösen – die Übergangsperiode wird sich vielleicht in Jahrzehnten messen.

## 9.2 Netzentwicklung

Das Internet scheint immer am oberen Rande der darunterliegenden Netzkapazität zu arbeiten. Sobald die Netztechnik neue Bandbreite bereitstellt, werden Dienste populärisiert, die diese Bandbreite konsumieren. Grund genug, einen Blick auf die für das Internet verwendete Technologie zu werfen.

Drei Technologien werden sich in den nächsten Jahren massiv verbreiten. Auf allen wird ein IP-Protokoll möglich sein und alle werden zur Internet-Infrastruktur beitragen und neue Dienste ermöglichen.

*Breitbandnetze* Im Sommer 1996 sind breitbandige Netze als Internet-Backbones mit Kapazitäten von 34 MBit/s, 155 MBit/s und über 600 MBit/s Realität. Sie basieren zumeist auf der Technologie *Asynchronous Transfer Mode* (ATM), die durch spezielle Switches eine sehr hohe Vermittlungsrate sehr kleiner Datenpakete bei garantiertem Durchsatz ermöglicht ([16]). In den nächsten Jahren wird diese Netztechnologie im Bereich der GBit-Netze verfügbar sein, also Übertragungsraten von über 2 GBit/s ermöglichen. Damit wird die Infrastruktur

des Internet massiv verbessert werden und insbesondere Video-Dienste in Realzeit hochqualitativ unterstützen.

*Drahtlose Netze* Die bisherige Netzinfrastruktur des Internet besteht aus im Boden verlegten Kabeln. Zukünftig werden drahtlose Netze auf Funk- oder Satellitenbasis erheblich mehr Bedeutung erlangen. Mit Funknetzen sind schon heute problemlos 2 MBit/s Bandbreite im Bereich von einigen Kilometern erreichbar. Zukünftig werden größere Bereiche der Netzkommunikation über lokale Funknetze mit höheren Datenraten oder Satellitenverbindungen über größere Distanzen abgelöst werden.

*Mobilität in Netzen* Ein heutiger Internet-Rechner ist stationär an einen bestimmten Netzwerkananschluß gebunden. Zukünftig wird das *mobile Computing* ([11]) erheblich mehr an Gewicht gewinnen. Dabei verfügt der Nutzer über einen Notebook-Rechner oder einen handtellergroßen *Personal Digital Assistant* – vielleicht integriert mit einem mobilen Telefon –, der Internet-Kommunikation ermöglicht. Mit diesem Gerät wird man sich unabhängig von einem physischen Netzanschluß weltweit bewegen können und dabei einen konstanten Internet-Zugang haben. Die Vorstellung eines in Java programmierten Web-Servers, der auf einem 200 Gramm leichten Handy-Telefon arbeitet, vom Nutzer jederzeit mit neuen Informationen bestückt werden kann und jederzeit an jedem Ort der Welt erreichbar bleibt (man spricht auch von *nomadic Computing*), ist keineswegs eine Vision von Produktmanagern, sondern absehbare Technologieentwicklung der nächsten fünf Jahre.

### 9.3 Internet-Entwicklung

Das Internet selbst wird sein Wachstum vielleicht in der gewohnten Weise fortsetzen. Die folgenden Entwicklungen sind zu erwarten:

*Kommerzialisierung* Das Internet ist schon heute zu einem Wirtschaftsfaktor geworden. Diese Entwicklung wird sich fortsetzen und technisch durch Dienste und Dienstleistungen zu sicherer Kommunikation und Abrechnungsmöglichkeiten unterstützt werden. Schon heute gibt es Methoden zur Verschlüsselung von Daten, die über TCP/IP versandt werden; bei vielen Diensten sind Abrechnungsmöglichkeiten zumindest vorgesehen. Dabei wird die Entwicklung in diese Richtung zunehmend von Firmen getrieben werden und nicht mehr nur von Netzexperten.

*Weitere Popularisierung* In Deutschland schätzt man, daß in etwa jedem zweiten Haushalt ein PC steht. Allerdings ist davon nur vielleicht ein Fünftel mit Hardware zur Datenkommunikation ausgerüstet. Damit ist die Reichweite des Internet in Deutschland nach wie vor beschränkt. Es ist anzunehmen, daß die jetzige Popularität des Internet in den herkömmlichen Medien diesen Anteil zukünftig erhöhen wird. Auf der Anbieterseite haben diese herkömmlichen Medien wie Tageszeitungen und Fernsehen das Internet ernstgenommen und Internet-Präsenz – teilweise unter großen Investitionen – aufgebaut. Auch dadurch wird die Verbreitung des Internet erheblich zunehmen.

*Anwendungen* In diesem Buch haben Sie die Dienste des Internet kennengelernt. Neben neuen Diensten wird es zunehmend Anwendungen im Internet geben. Dabei werden verteilte Anwendungen zur Gruppenarbeit eine besondere Rolle spielen. Waren Stichworte wie Telearbeit, verteilte Teams und papierloses Büro bisher hauptsächlich Gegenstand von öffentlichen Diskussionen, werden sie in der nächsten Zeit auf Basis des Internet implementiert.

Das Internet und seine Dienste ist ein neues Massenmedium, in seinem Potential vergleichbar mit dem Zeitungsdruck oder dem Fernsehen. Diese Aussage mag euphorisch



klingen, und tatsächlich liegt ihre Realisierung noch in der Zukunft.

# A Die Internet-Standard-Protokolle

Protokoll	Beschreibung	RFCs	STD
	Internet Official Protocol Standards	1880	1
	Assigned Numbers	1700	2
	Host Requirements – Communications	1122	3
	Host Requirements – Applications	1123	3
IP	Internet Protocol	791	5
IP	Subnet Extension	950	5
IP	Broadcast Datagrams	919	5
IP	Broadcast Datagrams with Subnets	922	5
ICMP	Internet Control Message Protocol	792	5
IGMP	Internet Group Multicast Protocol	1112	5
UDP	User Datagram Protocol	768	6
TCP	Transmission Control Protocol	793	7
TELNET	Telnet Protocol	854, 855	8
FTP	File Transfer Protocol	959	9
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol	821	10
SMTP-SIZE	SMTP Service Ext for Message Size	1870	10
SMTP-EXT	SMTP Service Extensions	1869	10
MAIL	Format of Electronic Mail Messages	822	11
CONTENT	Content Type Header Field	1049	11
NTPV2	Network Time Protocol, Version 2	1119	12

Protokoll	Beschreibung	RFCs	STD
DOMAIN	Domain Name System	1034, 1035	13
DNS-MX	Mail Routing and the Domain System	974	14
SNMP	Simple Network Management Protocol	1157	15
SMI	Structure of Management Information	1155	16
Concise-MIB	Concise MIB Definitions	1212	16
MIB-II	Management Information Base-II	1213	17
NETBIOS	NetBIOS Service Protocols	1001, 1002	19
ECHO	Echo Protocol	862	20
DISCARD	Discard Protocol	863	21
CHARGEN	Character Generator Protocol	864	22
QUOTE	Quote of the Day Protocol	865	23
USERS	Active Users Protocol	866	24
DAYTIME	Daytime Protocol	867	25
TIME	Time Server Protocol	868	26
TFTP	Trivial File Transfer Protocol	1350	33
RIP	Routing Information Protocol	1058	34
TP-TCP	ISO Transport Service on top of the TCP	1006	35
ETHER-MIB	Ethernet MIB	1643	50
PPP	Point-to-Point Protocol (PPP)	1661	51
PPP-HDLC	PPP in HDLC Framing	1662	51
IP-SMDSIP	Datagrams over the SMDS Service	1209	52

## B Abkürzungsverzeichnis

### **ARP**

Address Resolution Protocol; Abbildung einer IP-Adresse auf eine lokale Netzwerkadresse.

### **ATM**

Asynchronous Transfer Mode; Netztechnologie für Breitbandnetze.

### **DNS**

Domain Name System; System zur Verwendung von symbolischen Rechnernamen.

### **E-Mail**

Electronic Mail; Elektronische Post im Internet.

### **FTP**

File Transfer Protocol; Dateiübertragungsdienst.

### **FYI**

For Your Interest; Dokumentenreihe der RFCs, die informative Dokumente ohne Standardisierungcharakter beinhaltet.

### **HTML**

Hypertext Markup Language; Auszeichnungssprache für Web-Seiten.

### **HTTP**

Hypertext Transport Protocol; Übertragungsprotokoll für Seiten im World Wide Web.

### **IAB**

Internet Architecture Board; Internet-Organisation, die Standards verabschiedet und die technische Gestaltung des Internet betreibt.

**IANA**

Internet Assigned Numbers Authority; Internet-Organisation, die verbindlich Parameterwerte – z.B. Nummern für Kommunikationskanäle – für Internet-Protokolle vergibt.

**ICMP**

Internet Control Message Protocol; Übertragungsprotokoll für Kontrollmitteilungen.

**IESG**

Internet Engineering Steering Group; Übergreifendes Leitungsgremium der verschiedenen Arbeitsgruppen der IETF.

**IETF**

Internet Engineering Task Force; Das technische Forum für die Weiterentwicklung der Internet-Protokolle.

**IP**

Internet Protocol; Das grundlegende Protokoll mit dem Netze im Internet verbunden werden.

**IPv4**

Internet Protocol, version 4; die aktuelle Version des Internet-Protokolls.

**IPng**

Internet Protocol, next generation; der zukünftige Standard des Internet-Protokolls, auch IPv6.

**IRC**

Internet Relay Chat; Dienst für Gruppendiskussionen im Internet.

**IRTF**

Internet Research Task Force; Das Forum für die längerfristigen Forschungsaufgaben zum Internet.

**ISDN**

Integrated Services Digital Network; digitales Telefonnetz.

**ISO**

International Standardization Organization; Der weltweite Zusammenschluß der nationalen Normungsorganisationen wie dem DIN in Deutschland.

**ISOC**

Internet Society; Das rechtliche Dach der Institutionen im Internet wie IETF, IAB etc.

**ISP**

Internet Service Provider; die Institution oder Firma, die Ihnen den Internet-Zugang durch Weiterleitung Ihrer Daten verschafft.

**Java VM**

Java Virtual Machine; Der in Software nachgebaute Prozessor, für dessen Maschinencode Java-Programme kompiliert werden.

**JDK**

Java Development Kit; Compiler und Klassenbibliotheken für Applets in Java.

**MIME**

Multipurpose Internet Mail Extensions; Erweiterung von E-Mail, mit der Daten unterschiedlicher Medien übertragen werden können.

**MUD**

Multiuser Domain (auch Multiuser Dungeon); Dienst für Gruppeninteraktionen (oder Rollenspiele) in virtuellen Welten.

**NSF**

National Science Foundation; Forschungsförderungsagentur der US-Regierung.

**NNTP**

Network News Protocol; Übertragungsprotokoll für Artikel im UseNet.

**POP**

Point-of-Presence; Zugangsmöglichkeit zu einem Internet-Provider an einem Ort.

**RARP**

Reverse Address Resolution Protocol; Abbildung einer IP-Adresse auf eine lokale Netzwerkadresse.

**RFC**

Request for Comments; Standarddokument im Internet.

**RTP**

Real Time Protocol; Protokoll zur Datenübermittlung in Echtzeit.

**SGML**

Standard Generalized Markup Language; ISO-Standard für Auszeichnungssprachen.

**SMTP**

Simple Mail Transport Protocol; Übertragungsprotokoll für E-Mail im Internet.

**STD**

Standard; Dokumentenreihe der RFCs, die Standardprotokolle beschreibt.

**TCP**

Transmission Control Protocol; Übertragungsprotokoll des Internet, der zuverlässige Übertragung garantiert.

**TTL**

Time To Live; Maximale Anzahl der Gateways, über die ein IP-Datenpaket weitergeleitet werden soll.

**UDP**

User Datagram Protocol; Übertragungsprotokoll des Internet ohne Zuverlässigkeitsgarantien.

**URL**

Uniform Resource Locator; Im Web verwendete Internet-Adresse, die auf eine bestimmte Information verweist, die mit einem bestimmten Protokoll abfragbar ist.

**VRML**

Virtual Reality Modeling Language; Auszeichnungssprache für dreidimensionale Szenen.

**W3C**

World Wide Web Consortium; Organisation zur Entwicklung des Web.

**WG**

Working Groups; Arbeitsgruppe in der IETF.

**WWW**

World Wide Web (auch kurz: Web); populärster Internet-Dienst





## Literaturverzeichnis

- [1] F. Anklesaria, M. McCahill, P. Lindner, D. Johnson, D. John, D. Torrey, und B. Alberti. *The Internet Gopher Protocol (a distributed document search and retrieval protocol)*. RFC 1436, Internet Engineering Task Force, March 1993.
- [2] T. Berners-Lee, L. Masinter, und M. McCahill. *Uniform Resource Locators (URL)*. RFC 1738, Internet Engineering Task Force, December 1994.
- [3] Internet Activities Board und A. Chapin. *Introduction to the STD Notes*. RFC 1311, Internet Engineering Task Force, March 1992.
- [4] N. Borenstein und N. Freed. *MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions) Part One: Mechanisms for Specifying and Describing the Format of Internet Message Bodies*. RFC 1521, Internet Engineering Task Force, September 1993.
- [5] S. Bradner und A. Mankin. *IP: Next Generation (IPng) White Paper Solicitation*. RFC 1550, Internet Engineering Task Force, December 1993.
- [6] A. Conta und S. Deering. *Internet Control Message Protocol (ICMPv6) for the Internet Protocol Version 6 (IPv6)*. RFC 1885, Internet Engineering Task Force, January 1996.
- [7] D. Crocker. *Standard for the format of ARPA Internet text messages*. STD 11, RFC 822, Internet Engineering Task Force, August 1982.

- [8] Wolfgang Dalitz und Gernot Heyer. *Hyper-G – Das Internet-Informationssystem der 2. Generation*. dpunkt, 1995. ISBN 3-920993-14-4.
- [9] S. Deering und R. Hinden. *Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification*. RFC 1883, Internet Engineering Task Force, January 1996.
- [10] P. Deutsch, A. Emtage, und A. Marine. *How to Use Anonymous FTP*. FYI 24, RFC 1635, Internet Engineering Task Force, May 1994.
- [11] Norbert Diehl und Albert Held. *Mobile Computing – Systeme, Kommunikation, Anwendungen*. Nummer 3 in Thomson´s Aktuelle Tutorien (TAT). International Thomson Publishing, 1995. ISBN 3-929821-80-X.
- [12] R. Finlayson, T. Mann, J. Mogul, und M. Theimer. *Reverse Address Resolution Protocol*. RFC 903, Internet Engineering Task Force, June 1984.
- [13] R. Gilligan und E. Nordmark. *Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers*. RFC 1933, Internet Engineering Task Force, April 1996.
- [14] Matthew Gray. *Web Growth Summary*. <http://www.mit.edu:8001/people/mkgray/net/web-growth-summary.html>.
- [15] R. Hinden und S. Deering. *IP Version 6 Addressing Architecture*. RFC 1884, Internet Engineering Task Force, January 1996.
- [16] Michael Hochmuth und Frank Wildenhain. *ATM-Netze – Architektur und Funktionsweise*. Nummer 10 in Thomson´s Aktuelle Tutorien (TAT). International Thomson Publishing, 1995. ISBN 3-8266-0127-0.
- [17] E. Huizer und D. Crocker. *IETF Working Group Guidelines and Procedures*. RFC 1603, Internet Engineering Task Force, March 1994.

- [18] Internet Architecture Board, Internet Engineering Steering Group, C. Huitema, und P. Gross. *The Internet Standards Process – Revision 2*. RFC 1602, Internet Engineering Task Force, March 1994.
- [19] ISO/IEC JTC1. *Standard Generalized Markup Language (SGML)*, 1986. ISO/IEC IS 8879.
- [20] M. Lottor. *Internet Growth (1981-1991)*. RFC 1296, Internet Engineering Task Force, January 1992.
- [21] G. Malkin und J. Reynolds. *F.Y.I. on F.Y.I.: Introduction to the F.Y.I. notes*. FYI 1, RFC 1150, Internet Engineering Task Force, March 1990.
- [22] P. Mockapetris. *Domain names – concepts and facilities*. STD 13, RFC 1034, Internet Engineering Task Force, November 1987.
- [23] P. Mockapetris. *Domain names – implementation and specification*. STD 13, RFC 1035, Internet Engineering Task Force, November 1987.
- [24] K. Moore. *MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions) Part Two: Message Header Extensions for Non-ASCII Text*. RFC 1522, Internet Engineering Task Force, September 1993.
- [25] Network Wizards. *Internet Domain Survey*. <http://www.nw.com/zone/www/top.html>.
- [26] J. Oikarinen und D. Reed. *Internet Relay Chat Protocol*. RFC 1459, Internet Engineering Task Force, May 1993.
- [27] Mark Pesce. *VRML – Browsing and Building Cyberspace*. New Riders, Indianapolis, 1995. ISBN 1-56205-498-8.
- [28] D. Plummer. *Ethernet Address Resolution Protocol: Or converting network protocol addresses to 48.bit Ethernet address for transmission on Ethernet hardware*.

- RFC 826, Internet Engineering Task Force, November 1982.
- [29] J. Postel. *User Datagram Protocol*. STD 6, RFC 768, Internet Engineering Task Force, August 1980.
  - [30] J. Postel. *Internet Control Message Protocol*. STD 5, RFC 792, Internet Engineering Task Force, September 1981.
  - [31] J. Postel. *Internet Protocol*. RFC 791, Internet Engineering Task Force, September 1981.
  - [32] J. Postel. *Transmission Control Protocol*. STD 7, RFC 793, Internet Engineering Task Force, September 1981.
  - [33] J. Postel. *Simple Mail Transfer Protocol*. STD 10, RFC 821, Internet Engineering Task Force, August 1982.
  - [34] J. Postel. *Character Generator Protocol*. STD 22, RFC 864, Internet Engineering Task Force, May 1983.
  - [35] J. Postel. *Daytime Protocol*. STD 25, RFC 867, Internet Engineering Task Force, May 1983.
  - [36] J. Postel. *Discard Protocol*. STD 21, RFC 863, Internet Engineering Task Force, May 1983.
  - [37] J. Postel. *Echo Protocol*. STD 20, RFC 862, Internet Engineering Task Force, May 1983.
  - [38] J. Postel. *Instructions to RFC Authors*. RFC 1543, Internet Engineering Task Force, October 1993.
  - [39] J. Postel und J. Reynolds. *Telnet binary transmission*. STD 27, RFC 856, Internet Engineering Task Force, May 1983.
  - [40] J. Postel und J. Reynolds. *File Transfer Protocol*. STD 9, RFC 959, Internet Engineering Task Force, October 1985.

- [41] Y. Rekhter und T. Li. *An Architecture for IPv6 Unicast Address Allocation*. RFC 1887, Internet Engineering Task Force, January 1996.
- [42] J. Reynolds und J. Postel. *Assigned Numbers*. STD 2, RFC 1700, Internet Engineering Task Force, October 1994.
- [43] H. Schulzrinne. *RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control*. RFC 1890, Internet Engineering Task Force, January 1996.
- [44] H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, und V. Jacobson. *RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications*. RFC 1889, Internet Engineering Task Force, January 1996.
- [45] S. Thomson und C. Huitema. *DNS Extensions to support IP version 6*. RFC 1886, Internet Engineering Task Force, January 1996.
- [46] Robert Tolksdorf. *Die Sprache des Web: HTML 3 – Informationen aufbereiten und präsentieren*. dpunkt, Heidelberg, 2 Auflage, 1996. ISBN 3-920993-35-7.
- [47] D. Zimmerman. *The Finger User Information Protocol*. RFC 1288, Internet Engineering Task Force, December 1991.



# [Index

## ] A

ARP, 24, 95  
ARPAnet, 2  
ATM, 23, 88, 89, 95

## B

Berkeley UNIX, 3  
Browser, 59

## C

chargen, 35  
CU-SeeMe, 84

## D

daytime, 35  
discard, 35  
DNS, 28, 95  
Domain, 28  
Dot-Notation, 22, 28

## E

E-Mail, **41–47**, 62, 95  
echo, 35  
Ethernet, 21, 23

## F

finger, **37–39**  
Firewall, 15  
flow labeling, 88  
Follow-Up, 50  
FTP, 5, 95  
ftp, **53–56**, 62  
ftp-Suche, 56  
FYI, 5, 95

## G

Gateway, 25

Gopher, **57–59**, 62  
Gopher-Suche, 59

## H

HTML, 61, 95  
HTTP, 61, 67, 95  
Hyper-G, **65–66**

## I

IAB, 7, 95  
IANA, 8, 28, 96  
ICMP, 25, 31, 32, 96  
IESG, 8, 96  
IETF, 7, 96  
Internet Protocol, *siehe* IP  
Intranet, 15  
IP, 2, 24, 96  
IP-Adresse, 22  
IPng, **87–96**  
IPv4, 87, 96  
IPv6, 88  
IRC, **79–81**, 96  
IRTF, 8, 96  
ISDN, 13, 15, 23, 96  
ISO, 4, 29, 97  
ISOC, 6, 97  
ISP, 11, 97

## J

Java, 69, **71–76**  
Java VM, 97  
JavaScript, 75  
JDK, 74, 97

## K

KIT, vi, 65

## M

Mailing-Listen, **45–47**  
MBONE, 84  
MIME, **44–45**, 52, 97  
mobile Computing, 90



Modem, 13  
MUD, **81–83**, 97

## **N**

News, **47–52**, 62  
News-Gruppen, 47  
Newsreader, 49  
NNTP, 51, 97  
NSF, 3, 97

## **P**

ping, **31–32**  
POP, 97  
Port, 26  
Posting, 50

## **R**

RARP, 24, 98  
RealAudio, 83  
RFC, **4–6**, 98  
Router, 14, 25, 88  
Routing-Tabelle, 25  
RTP, 86, 98

## **S**

SGML, 61, 98  
SMTP, 43, 98  
STD, 5, 98  
Subnet, 22  
Subnet-Mask, 23

## **T**

talk, **77–79**  
TCP, 27, 86, 98  
TCP/IP, 16  
telnet, **33–35**, 35  
Thread, 50  
Top Level Domain, 28  
traceroute, **32–33**  
TTL, 98

## **U**

UDP, 26, 86, 98

URL, 4, 61, 98  
UseNet, 47

## **V**

Veronica, 59  
VRML, **66–69**, 98

## **W**

W3C, 62, 99  
Web, *siehe* WWW  
Web Suche, **65**  
Web-Suche, **63**  
WG, 7, 99  
World Wide Web, *siehe* WWW  
WWW, **59–65**, 99