



Fachhochschule
Darmstadt

Fachbereich: Information und Dokumentation

Sommersemester 1999

Diplomarbeit

Betreuer: Prof. Dr. Christian Otto

Internetserver auf Windows NT, Linux und Mac OS

Aufbau, Analyse und Vergleich

Darmstadt, 16. Juni 1999

Sören Jung
8. Semester
IuD
Mat.-N^o 344 146
Lindenplatz 3
63303 Dreieich
<jung@cybotage.de>

Alexander Nouak
8. Semester
IuD
Mat.-N^o 244 161
Heinrichstraße 195
64287 Darmstadt
<nouak@zeitform.de>

Ulf Stegemann
8. Semester
IuD
Mat.-N^o 444 139
Dieburger Straße 52
64287 Darmstadt
<stegemann@zeitform.de>

Erklärung

Wir versichern, daß wir die vorliegende Diplomarbeit selbständig erarbeitet haben und daß dabei keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet wurden.

Darmstadt, den _____
Sören Jung

Darmstadt, den _____
Alexander Nouak

Darmstadt, den _____
Ulf Stegemann

Die Abschnitte dieser Arbeit wurden von den nachfolgend aufgeführten Autoren erstellt. Abschnitte, die hier nicht aufgeführt werden, wurden von den Autoren gemeinsam angefertigt.

Sören Jung 1.3.3, 1.3.5, 3, 6.1.1, 6.4, 6.5, 6.8

Alexander Nouak 2, 5, 6.1.3, 6.6, 6.9

Ulf Stegemann 1.1, 1.2, 1.3.1, 1.3.2, 1.3.4, 4, 6.1.2, 6.2, 6.3, 6.7

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Veröffentlichung, auch auszugsweise, bedarf der schriftlichen Genehmigung der Autoren. Vervielfältigung in Form von Fotokopien, Microfilm oder andere Verfahren, insbesondere Datenverarbeitung, ist lediglich zu privaten Zwecken gestattet.

Vorwort

Die Idee zu dieser Arbeit entstand vor etwa einem halben Jahr, als erneut Meldungen über Preissenkungen bei Standleitungen zum Internet in der Presse kursierten. Wir fragten uns, wie lange es wohl dauere, bis jeder Bundesbürger oder zumindest jede hier ansässige Firma über eine eigene permanente Anbindung an das Internet verfüge und damit auch möglicherweise über den eigenen Server. Doch wie könnte ein solcher Server aussehen und mit welchem Betriebssystem wäre er am besten zu realisieren. Die Meinungen gingen über diesen Punkt auseinander und letztlich mußten wir zugeben, zu wenig Erfahrung über Serverbetriebssysteme zu besitzen, um ein klares Urteil fällen zu können. Da es einen direkten Vergleich zwischen den Systemen, die uns interessierten nicht gab, lag es nahe, eine gründliche Untersuchung anzustellen.

Wir waren uns einig, daß wir einen Vergleich anhand tatsächlich existierender Server vornehmen wollten, die von uns selbst eingerichtet und getestet würden. Um einige Kriterien bei der Untersuchung der Serversysteme adäquat zu berücksichtigen, wären Computer mit vergleichbarer Leistungsfähigkeit notwendig. Da diese jedoch nicht zur Verfügung standen, wurde in diesen Fällen auf externe Quellen zurückgegriffen.

Die angestrebte Zusammenarbeit mit der Firma Apple Computer erwies sich als schwierig, da man sich dort auch nach Verzögerungen bei der Auslieferung des neuen Betriebssystems Mac OS X weigerte, uns eine Vorversion zur Verfügung zu stellen. So mußte auf Mac OS 8.6 zurückgegriffen werden. Dabei stellte sich heraus, daß sich auch dieses System für den Vergleich von Internetservern sehr gut eignete.

In Anbetracht der vorgegebenen Zeitspanne, die uns zur Verfügung stand und vor allem der Tatsache, daß diese Arbeit nicht den Umfang von 1000 Seiten umfassen durfte, verzichteten wir auf die Untersuchung von weniger wichtigen Diensten wie Chat- und Newsserver zugunsten der Kernfunktionalitäten eines Internetserver zur Aufbereitung und Veröffentlichung von Informationen, die in gebührender Ausführlichkeit dargestellt werden sollten.

Wir glauben, daß es uns gelungen ist, ein genaueres Bild über den in dieser Arbeit untersuchten Themenkomplex erhalten zu haben und hoffen, daß wir dieses Wissen mit der vorliegenden Arbeit an Interessierte aus dem Bereich Information und Dokumentation in angemessener Form weitergeben können.

An dieser Stelle möchten wir uns bei Prof. Dr. Christian Otto für die Betreuung die-

ser Arbeit bedanken und insbesondere auch dafür, daß er die Gemeinschaftsarbeit dreier Komilitonen bei einer Diplomarbeit überhaupt zu Betreuung annahm, stellte sie doch ein Novum an unserem Fachbereich dar.

Auch Prof. Dr. Arno Weigend sei gedankt für seine rasche Hilfe bei einigen Formalitäten, die diese Arbeit betrafen.

Unser Dank gilt weiterhin Alex Pleiner, ohne dessen Hilfe beim Setzen dieser Arbeit mittels $\text{\LaTeX}2_{\epsilon}$ das vorliegende Werk längst nicht unseren optischen Ansprüchen hätte genügen können.

Wir danken weiterhin Herrn Carsten Dreyer für die Durchsicht der Arbeit und seine Verbesserungsvorschläge, die er uns als technisch kompetenter Leser gegeben hat.

Auch den Korrekturlesern dieser Arbeit sei Dank ausgesprochen. Es waren dies Nina Lauterborn, Mark Beck, Michael Kaselow, Margarete Stegemann, Severin Kurpiers und nicht zuletzt Christine Eckermann, die uns mit ihren zahlreichen Hinweisen half, so manche sprachliche Klippe zu umschiffen.

Darmstadt, Juni 1999

Sören Jung, Alexander Nouak & Ulf Stegemann

Ich möchte insbesondere meinen Eltern danken, die mich auf diesen Weg gebracht haben, ebenso meinen Großeltern, daß sie mich vor allem in den Jahren des Studiums so wohlwollend und reichhaltig versorgten.

Maryam und Ruth danke ich, daß sie mich in dieser Zeit das innere Leben nicht vergessen ließen. Meinen Warlords-Gegnern danke ich für's mitspielen und die Ablenkungen.

Und ein ganz besonderer Dank gilt Andrea, ohne die ich nicht fähig gewesen wäre, auch nur einen einzigen Satz zu schreiben.

Darmstadt, Juni 1999

Sören Jung

Vor allem meiner Frau Nira möchte ich danken, die mir mit ihrem Verständnis und ihrer Geduld die nötige Kraft für diese Arbeit gab.

Christine und Severin gilt mein Dank für Ihre wertvollen Ratschläge.

Und nicht zuletzt danke ich Mauricio für die sonntäglichen Ablenkungen.

Darmstadt, Juni 1999

Alexander Nouak

Mein Dank gilt meinen Mitbewohnern Sabine, Lukas, Marcel und Franz für die Unterstützung während dieser Arbeit und die intensive Nutzung – und damit den Test – des Netzwerks.

Für den Rückhalt und die Ermunterung danke ich Margarete, Hans und Jens Stegemann, ohne die diese Arbeit nie zustande gekommen wäre.

Unterstützung und tatkräftige Hilfe wurde mir auch von den Mitarbeitern der Firma opus 5 interaktive medien zuteil, insbesondere von Bettina Grösch die wertvolle Hinweise zum Vergleich von Windows NT und Linux gab.

Darmstadt, Juni 1999

Ulf Stegemann

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	iv
Abbildungsverzeichnis	xiii
Tabellenverzeichnis	xvi
Abkürzungsverzeichnis	xvii
Einleitung	1
1 TCP/IP	9
1.1 Protokolle der TCP/IP-Familie	10
1.2 Adressierung und Routing	11
1.3 Wichtige TCP/IP-Dienste	14
1.3.1 Telnet und SSH	14
1.3.2 DNS	14
1.3.3 SMTP und POP3	16
1.3.4 HTTP und HTTPS	17
1.3.5 FTP	18
2 Voraussetzungen für den Betrieb eines Internetservers	20
2.1 Eindeutige Adressen	20
2.2 Domains	21
2.3 Standleitung oder Server-Hosting?	22
3 Das Windows NT System	24
3.1 Software	24

3.1.1	Betriebssystem	24
3.1.2	Service Packs	28
3.1.3	Option Pack	29
3.2	Installation	31
3.2.1	Windows NT 4	31
3.2.2	Option Pack	34
3.2.3	Client	46
4	Das Linux System	50
4.1	Das Betriebssystem Linux	50
4.1.1	Was ist Linux?	50
4.1.2	Welche Software läuft unter Linux?	51
4.1.3	Wie wird Linux vertrieben?	52
4.2	Die Installation eines Linux Systems	53
4.2.1	Das Basissystem	53
4.2.1.1	Ur-Linux booten	54
4.2.1.2	Festplatten einrichten	55
4.2.1.3	Auswahl der Pakete	56
4.2.1.4	Abschluß der Basisinstallation	57
4.2.2	Das X Window System	58
4.2.2.1	X-Server installieren	58
4.2.2.2	X-Server konfigurieren	59
4.2.2.3	Window Manager auswählen	59
4.2.3	Kernel anpassen	59
4.2.4	Netzwerk-Konfiguration	63
4.2.4.1	Ethernet von Hand	64
4.2.4.2	Ethernet mit <i>YaST</i>	66
4.2.5	Serverdienste installieren und anpassen	69
4.2.5.1	Der ‚Internet Super-Server‘	69
4.2.5.2	Der Domain Name Service	70
4.2.5.3	Der Webserver	77

4.2.5.4	Der FTP-Server	85
4.2.5.5	Das Mailsystem	89
5	Das Macintosh System	93
5.1	Die Firma Apple Computer	93
5.2	Das Macintosh Operating System (Mac OS)	96
5.2.1	Die Benutzeroberfläche	97
5.2.2	Dateiformate	98
5.2.3	Arbeitsspeicherzuweisung	99
5.2.4	Netzwerk-Technologie	99
5.2.5	Der neue Weg: Mac OS X	100
5.3	Installation des Betriebssystems	103
5.4	Grundeinstellungen	108
5.5	Installation des Servers	110
5.5.1	Vorbereitungen	110
5.5.1.1	Einstellen von Betriebsfunktionen	110
5.5.1.2	Einrichten von TCP/IP	111
5.5.1.3	Auswahl und Einrichten eines DNS-Servers	113
5.5.2	Starnine's WebSTAR Server Suite 4.0	115
5.5.2.1	Funktionsumfang	116
5.5.2.2	Installation der Server Suite	117
5.5.2.3	Start des Servers	119
5.5.2.4	Konfiguration der Serverdienste	120
5.5.2.4.1	HTTP-Server	121
5.5.2.4.2	FTP-Server	124
5.5.2.4.3	Mailserver	126
5.5.2.5	Erweiterung der Serverfunktionalitäten	127
6	Vergleich der Systeme	129
6.1	Beurteilung der Installation	129
6.1.1	Windows NT	129

6.1.1.1	Service Pack 4 für Windows NT 4.0	130
6.1.1.2	Option Pack für Windows NT 4.0	131
6.1.2	Linux	132
6.1.2.1	Die SuSE-Distribution	133
6.1.2.2	Die Software-Pakete	135
6.1.3	Mac OS	135
6.1.4	Fazit	137
6.2	Performance	138
6.3	Administration	141
6.3.1	Konfiguration der Dienste	141
6.3.2	Kontrolle der Serverdienste	143
6.3.3	Backup	146
6.3.4	Automatisierung von Administrationsaufgaben	148
6.3.5	Fernadministration	149
6.3.6	Fazit	150
6.4	Stabilität	151
6.4.1	Fazit	154
6.5	Sicherheit	155
6.5.1	Fazit	158
6.6	Dokumentation und Support	160
6.6.1	Unterstützung für Windows NT Systeme	160
6.6.2	Unterstützung für Linux Systeme	162
6.6.3	Unterstützung für Macintosh Systeme	164
6.6.3.1	Mac OS	164
6.6.3.2	WebSTAR	166
6.6.4	Fazit	166
6.7	Verfügbarkeit von Anwendungen	167
6.7.1	Webserver-Module	167
6.7.2	Script- und Programmiersprachen	168
6.7.3	Datenbanken	169
6.7.4	E-Commerce Anwendungen	170

6.7.5	Suchmaschinen	171
6.7.6	Sonstige Anwendungen	171
6.7.7	Fazit	172
6.8	Zukunftssicherheit	173
6.8.1	Windows NT	173
6.8.2	Linux	174
6.8.3	Mac OS	175
6.8.4	Fazit	175
6.9	Kosten	176
6.9.1	Hardwarekosten	176
6.9.2	Softwarekosten	177
6.9.3	Weitere Kosten	179
6.9.4	Fazit	179
7	Conclusio	180
7.1	Windows NT	180
7.2	Linux	181
7.3	Mac OS	183
7.4	Fazit	184
A	Das Netzwerk <i>sol.sector</i>	186
B	Das Netzwerk <i>dieburger52.de</i>	187
C	Das Netzwerk <i>macserver.de</i>	188
D	Windows NT – Erfahrungsbericht	189
E	Windows NT C2-Zertifikat	193
F	Wichtige Dateien und Verzeichnisse unter Linux	194
G	Kernel-Konfiguration auf <i>poseidon.dieburger52.de</i>	197
H	GNU General Public License	200

I	Open Source Definition	207
J	Software und Tools für Macintosh Systeme	210
	Glossar	215
	Literaturverzeichnis	222

Abbildungsverzeichnis

3.1	TCP/IP-Eigenschaften – IP-Adresse	35
3.2	TCP/IP-Eigenschaften – DNS	36
3.3	Netzwerk – Protokolle	37
3.4	Microsoft Management Konsole	38
3.5	Webseite Assistent – Schritt 1	38
3.6	Webseite Assistent – Schritt 2	39
3.7	Webseite Assistent – Schritt 3	39
3.8	Webseite Assistent – Schritt 4	40
3.9	Eigenschaften digitaler-stein – Webseite	40
3.10	Eigenschaften digitaler-stein – Systemleistung	41
3.11	Eigenschaften digitaler-stein – Dokumente	42
3.12	DNS-Manager – Nameserver	42
3.13	DNS-Manager – Eintrag anlegen	43
3.14	DNS-Manager – Zone hinzufügen	44
3.15	DNS-Manager – Eigenschaften der Zone	45
3.16	http://digitaler-stein	46
3.17	Netzwerk – Konfiguration	46
3.18	Eigenschaften von TCP/IP – IP-Adresse	47
3.19	Eigenschaften von TCP/IP – Gateway	48
3.20	Eigenschaften von TCP/IP – DNS Konfiguration	49
4.1	YaST – Das SuSE Setup Tool	54
4.2	YaST – Festplatte partitionieren	55
4.3	YaST – Paketauswahl	56

4.4	YaST – Installation der Pakete starten	57
4.5	SuSE Advanced X Configuration Tool (SaX)	58
4.6	xconfig – Hauptmenü	60
4.7	xconfig – Hilfesystem	61
4.8	YaST – Netzwerkkarte konfigurieren	67
4.9	YaST – Netzwerkgerät auswählen	67
4.10	YaST – IP-Adresse für Netzwerkgerät festlegen	68
4.11	YaST – Netzwerk Grundkonfiguration	68
5.1	Der erste Apple Macintosh	94
5.2	Die Innovationen aus 1998/99 von Apple: iMac (oben), PowerMac G3 (unten)	96
5.3	Der Aufbau von Mac OS X	101
5.4	Der Start der Installation	104
5.5	Auswahl des Volumes, auf dem das Mac OS installiert werden soll . .	105
5.6	Auswahl der zu installierenden Komponenten	106
5.7	Die Installation	107
5.8	Die Aktualisierung auf Mac OS 8.6	108
5.9	Auswahl des Startvolume	109
5.10	Zusammenfassung der Abfragen durch den Mac OS Assistenten . . .	109
5.11	Zusammenfassung der Abfragen durch den Internet Assistenten . . .	110
5.12	In das Kontrollfeld TCP/IP sind zunächst IP-Adresse und andere relevante Daten einzutragen	111
5.13	Das Anlegen einer Zonendatei	114
5.14	Die Konfiguration eines Host in MacDNS	114
5.15	In diesem Verzeichnis befinden sich alle von WebSTAR installierten Dateien	117
5.16	Das Statusfenster des WebSTAR Servers	119
5.17	Über das Settings-Fenster werden alle wichtigen Servereinstellungen vorgenommen	121
5.18	Einrichten eines virtuellen Host in WebSTAR	122
5.19	Einrichten des FTP Dienstes in WebSTAR	125

5.20 Einrichten eines FTP-Accounts und Vergabe der Privilegien	126
A.1 Netzwerktopologie sol.sector	186
B.1 Netzwerktopologie dieburger52.de	187
C.1 Netzwerktopologie macserver.de	188
E.1 C2-Zertifikat für Windows NT	193

Tabellenverzeichnis

1.1	Protokollarchitektur von TCP/IP	10
1.2	Wichtige Well-Known-Services	13
5.1	Anlegen von virtuellen Hosts mit Zuweisung unterschiedlicher Sprachen	123
6.1	Konfiguration digitaler-stein.sol.sector	130
6.2	Konfiguration poseidon.dieburger52.de	133
6.3	Konfiguration www.macserver.de	136
6.4	Aufwendungen für Software für ein Windows NT System	177
6.5	Aufwendungen für Software für ein Linux System	178
6.6	Aufwendungen für Software für ein Macintosh System	178

Abkürzungsverzeichnis

Im Folgenden werden die in dieser Arbeit gebräuchlichen Abkürzungen aufgelistet. Nähere Erläuterungen zu einigen hier angeführten Begriffen finden sich im Glossar auf Seite 215.

ACL	Access Control List
API	Application Programming Interface
ARP	Address Resolution Protocol
ARPA	Advanced Research Project Agency
ASP	Active Server Pages
BDC	Backup Domain Controller
BGP	Border Gateway Protocol
BIND	Berkeley Internet Name Domain
BIOS	Basic Input/Output System
bps	bits per second
BSD	Berkeley Software Distribution
CGI	Common Gateway Interface
CISC	Complex Instruction Set Computer
CPU	Central Processing Unit
CR	Carrige Return
DFÜ	Datenfernübertragung
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DLC	Data Link Control (protocol)
DLD	Deutsche Linux Distribution
DLHP	Deutsches Linux HOWTO Projekt
DNS	Domain Name Service
DVI	Device Independent (Dokumentenformat)

E/A	Eingabe/Ausgabe (auch I/O)
EGP	Exterior Gateway Protocol
ESDI	Enhanced Small Device Interface
ext2	2 nd Extended Filesystem
FAQ	Frequently Asked Questions
FQDN	Fully Qualified Domain Name
FSF	Free Software Foundation
FTP	File Transfer Protocol
GB	Gigabyte
GID	Group Identity
GNU	GNU's not UNIX
GPL	GNU General Public License
GUI	Graphical User Interface
HCL	Hardware Compatibility List
HFS	Hierarchical File System
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IDE	Integrated Drive Electronics
IE	Internet Explorer
IIS	Internet Information Server
IMAP	Internet Message Access Protocol
I/O	Input/Output (auch E/A)
IP	Internet Protocol
IPX	Internetwork Packet Exchange
ISA	Industry Standard Architecture
ISM	Internet Service Manager
ISO	International Standards Organization
kB	Kilobyte
LAN	Local Area Network
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol
LDP	Linux Documentation Project

LF	Line Feed
MB	Megabyte
MBR	Master Boot Record
MDA	Mail Delivery Agent
MIME	Multipurpose Internet Mail Extension
MMC	Microsoft Management Console
MQS	Message Queue Server
MCSE	Microsoft Certified System Engineer
MSDN	Microsoft Developer Network
MTA	Mail Transport Agent
MUA	Mail User Agent
MX	Mail Exchange(r)
NCP	NetWare Core Protocol
NCSA	National Center for Supercomputing Applications
NCSC	National Computer Security Center
NetBIOS	Network Basic Input/Output System
NFS	Network File System
NIST	National Institute of Standards and Technology
NSF	National Science Foundation
NT	New Technology oder Network Technology
NTDS	NT Directory Service
NTP	Network Time Protocol
OEM	Original Equipment Manufacturer
ODBC	Open Database Connectivity
OSI	Open Systems Interconnect Reference Model
OSPF	Open Shortest Path First (Routing Protokoll)
PC	Personal Computer
PDA	Personal Digital Assistant
PDC	Primary Domain Controller
PGP	Pretty Good Privacy
PHP	Personal Home Page (Tools)

POP	Post Office Protocol oder Point of Presence
POSIX	Portable Operating System Interface for computer environments
PPP	Point-to-Point Protocol
PPTP	Point-to-Point Tunnelling Protocol
RAM	Random Access Memory (Arbeitsspeicher)
RAS	Remote Access Service
RFC	Request for Comments
RIP	Routing Information Protocol
RISC	Reduced Instruction Set Computer
RPM	Red Hat Package Manager
SaX	SuSE advanced X Configuration Tool
SCSI	Small Computer Systems Interface
SMB	Server Message Block (protocol)
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
SNA	Synchronous Network Architecture
SPARC	Scalable Processor Architecture
SSI	Server Side Includes
SSL	Secure Socket Layer
SP	Service Pack
SPX	Sequenced Packet Exchange
SuSE	Gesellschaft für System- und Softwareentwicklung
Tcl	Tool Command Language
TCP	Transmission Control Protocol
TCSEC	Trusted Computer System Evaluation Criteria
TNI	Trusted Network Interpretation
TTL	Time-To-Live
UDP	User Datagram Protocol
UID	User Identity
URL	Uniform Resource Locator
VGA	Video Graphics Array, Adaptor oder Accelerator
VPN	Virtual Private Network

YaST Yet another Setup Tool

Einleitung

Vor genau dreißig Jahren, 1969, fing alles an. Das US-Verteidigungsministerium bildete die *Advanced Research Project Agency* und stellte ihr die Aufgabe, ein Computernetzwerk zu schaffen, das auch dann noch funktionieren sollte, wenn Teile des Netzes ausfielen. Als Standorte für die ersten 40 Knoten des *ARPANET* wurden vor allem Großrechner der Universitäten gewählt. Dies brachte auch zivile Wissenschaftler auf den Plan, als sie erkannten, daß sich über ein solches Netzwerk hervorragend Forschungsergebnisse austauschen ließen. Die Beschränkungen, die den Forschern vom Militär auferlegt wurden, ließen sie das *USENET* schaffen. Und als Anfang der 80er Jahre die Kommunikation zwischen den Rechnern der Wissenschaftler durch die Verwendung des Protokolls TCP/IP standardisiert wurde, wurde mit der Einrichtung des *NSFNET* durch die *National Science Foundation* der Grundstein für globalen Gedanken- und Wissensaustausch gelegt. Doch die Krone setzte dem Ganzen das europäische Forschungszentrum für Kernphysik *CERN* in Genf auf, als es 1989 das *World Wide Web (WWW)* entwickelte und aufbaute. Nie war es so einfach, sich über Ländergrenzen, über Ozeane hinweg Informationen zu besorgen oder Daten zu übermitteln.

Und 1993 stellte ein gewisser MARC ANDRESSEN mit *NCSA Mosaic*¹ eine Applikation vor, die in der Lage war, nicht nur Text, sondern auch Bilder in ein und demselben Dokument anzuzeigen. Das war der Startschuß zu einer unglaublichen Entwicklung. Das Computernetzwerk, das man nun mit *Internet* bezeichnet, wächst exponentiell. Waren in Deutschland Anfang 1994 noch ganze 1123 Domains gemeldet, so waren es zwei Jahre später bereits siebenmal so viele. Im April 1999 zählte man 506017 angemeldete Domains.²

Der Zugang zum Internet war vorerst im wesentlichen Studenten vorbehalten, die an den Universitäten ihre Verbindungen zum Internet herstellen und den Umgang mit Computern lernen konnten. Doch mit den fortschreitenden Entwicklungen der Informationstechnologien und der größeren und leichteren Verfügbarkeit von Personal Computern, wurden auch bald Privat- und vor allem Geschäftsleute über den Umweg der Onlinedienste³ auf das neue Medium aufmerksam.

¹Aus diesem Programm entwickelte sich später der *Netscape Navigator*.

²Die angegebenen Zahlen stammen von DENIC EG und sind unter <http://www.nic.de/Netcount/netStatOverview.html> einzusehen.

³Mittlerweile werben die Onlinedienste wie T-Online, AOL oder CompuServe kaum noch mit ihrem Informationsangebot, als vielmehr mit dem einfachen Zugang zum Internet, den diese Dienste bieten.

Große Unternehmen erkannten im Internet sehr bald ein ideales Mittel zur Selbstdarstellung und Präsentation der hergestellten Produkte oder Dienstleistungen. Seitdem macht das Internet einen Wandel vom Informationsmedium hin zur E-Commerce-Plattform durch, von dem auch kleinere und mittlere Unternehmen profitieren wollen.

Ziel dieser Arbeit

Der Aufbau eines eigenen Servers ist heute auch für kleinere, weniger finanzkräftige Organisationseinheiten oder Unternehmen interessant, dank stetig fallender Preise für die Anbindung von Servern an das Internet. Es ist also beispielsweise für eine Kommune, einen Kleinbetrieb, die IuD-, Presse- oder PR-Abteilung eines mittelständischen Unternehmens durchaus zu überlegen, ob eine Internetpräsenz nicht mit Hilfe des eigenen Servers realisiert werden kann. Der Vorteil des eigenen Servers liegt in der größeren Flexibilität gegenüber der bloßen Anmietung von *Web-space*⁴ bei einem *Internet Service Provider (ISP)*. Der Server kann genau auf die vorhandenen Bedürfnisse abgestimmt werden, muß nicht mit anderen Anbietern geteilt werden, was sich u. U. negativ auf die Geschwindigkeit des Servers oder der Verbindung auswirken kann, und eine spätere Erweiterung des Angebots um neue Dienste, Spezialanwendungen etc. bereitet weniger Probleme. Da die meisten ISPs die Preise für ein Internetangebot entweder nach Größe des Webspace oder Umfang des Datentransfers berechnen, kann der eigene Server bei einem umfangreichen oder häufig abgefragten Angebot durchaus auch einen Kostenvorteil darstellen.

Die vorliegende Arbeit möchte zeigen, wie sich ein solcher Internetserver mit drei verschiedenen Betriebssystemen realisieren läßt und wo die spezifischen Vor- und Nachteile der jeweiligen Lösungen liegen. Dabei werden vor allem die Kernfunktionalitäten behandelt, die beim Aufbau eines Internetservers zunächst im Vordergrund stehen dürften, nämlich DNS-, Web-, FTP- und Maildienste.

Auswahl der Systeme und Komponenten

Bei der Auswahl der Softwarekomponenten für die jeweiligen Systeme wurden folgende Kriterien berücksichtigt:

- Als Basissystem sollte die zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit aktuellste Version des Betriebssystems verwendet werden.
- Möglichst viele Funktionen sollten mit Hilfe des Lieferumfangs des Betriebssystems, also mit sog. ‚Bordmitteln‘ realisiert werden. Standen hier mehrere

⁴Als Webspace wird Festplattenplatz auf einem ständig mit dem Internet verbundenen Rechner bezeichnet.

Möglichkeiten zur Auswahl, wurde auf die Software mit dem höchsten Verbreitungsgrad zurückgegriffen.

- Falls es nicht möglich war, bestimmte Dienste mit Bordmitteln bereitzustellen, wurde auf zusätzliche Software zurückgegriffen. Diese Software sollte jedoch ebenfalls einen hohen Verbreitungsgrad aufweisen.

Darüber hinaus mußten die einzelnen Serverdienste mindestens den nachfolgend genannten Anforderungen genügen.⁵

- DNS
 - Kompatibilität zu BIND
- Webserver
 - Unterstützung von HTTP 1.1
 - Verwaltung virtueller Hosts
 - Verwaltung mehrerer IP-Adressen
 - Unterstützung von CGI
 - Unterstützung von SSI
 - SSL
- FTP
 - Unterstützung wesentlicher FTP-Befehle
 - Unterstützung von anonymous FTP
- Mailsystem
 - Unterstützung von SMTP

Ziel der Komponentenwahl war es daher, möglichst ‚typische‘ Systeme aufzubauen, die die genannten Kriterien erfüllen. Im einzelnen finden im Rahmen dieser Arbeit die folgenden Komponenten Verwendung:

Windows Das Basissystem bildet *Windows NT 4.0 Server* (inkl. *Service Pack 4 für Windows NT 4.0 Server*). Als Nameserver wird der mit dem System gelieferte verwendet. Das *Option Pack für Windows NT 4.0 Server* (ebenfalls von Microsoft) stellt den hier verwendeten *Internet Information Server 4.0 (IIS4)* zur Verfügung. Der IIS4 enthält alle weiteren hier vorrangig besprochenen Dienste.

Linux *SuSE Linux 6.0* wurde für dieses System gewählt. Die Distribution liefert alle hier besprochenen Dienste mit. Dazu zählen der der DNS-Server *BIND 4.9*, Webserver *Apache 1.3*, der FTP-Server *wuftpd 4.2* und *sendmail 8.8* als zentraler Bestandteil des Mailsystems.

⁵Diese Kriterien werden in Kapitel 1 auf Seite 9 näher erläutert.

Macintosh Hier bildet das Basissystem Mac OS 8.6. Als Nameserver kommt das von Apple frei erhältliche *MacDNS* zum Einsatz. Die restlichen Serverdienste stellt die Server Suite *WebSTAR 4.0* zur Verfügung.

Natürlich sind auf allen Systemen auch andere Software-Installationen denkbar und werden auch in der Praxis verwendet. Die hier vorgestellten Komponenten gehören jedoch zu den am weitest verbreiteten Softwarepaketen in ihrer Kategorie.⁶

Gliederung

Kapitel 1

Zu Beginn wird in diesem Kapitel versucht, die wichtigsten theoretischen Grundlagen über die Netzwerkprotokollsuite zu vermitteln, die im Internet verwendet wird: TCP/IP. Hierbei kann es sich nicht um eine vollständige Einführung in die Architektur dieser Protokollsuite handeln. Es sollen jedoch die Voraussetzungen für das Verständnis der späteren Kapitel geschaffen werden, wenn der Leser zwangsläufig mit Begriffen wie *IP-Nummer*, *Routing* oder *MTA* konfrontiert wird.

Kapitel 2

In diesem Kapitel soll kurz auf die Voraussetzungen eingegangen werden, die – unabhängig vom eigentlichen Aufbau des Servers – erfüllt werden müssen, um einen Internetserver zu betreiben. Im wesentlichen wird hier gezeigt werden, wie ein Server überhaupt an das Internet angebunden werden kann und welche Bedingungen dafür erfüllt sein müssen.

Kapitel 3–5

Diese Kapitel beschäftigen sich jeweils mit einem der hier vorgestellten Systeme. Es soll gezeigt werden, wie sich das jeweilige Betriebssystem so installieren und einrichten läßt, daß es als Internetserver fungieren kann. Obwohl dabei großer Wert auch auf Details der Einrichtung des Systems gelegt wird, können diese Kapitel ein Installationshandbuch nicht ersetzen. Sie sollen vielmehr in besonderem Maße die Netzwerkeinrichtung beschreiben und sind somit eher als Ergänzung zu einer allgemeinen Installationsanleitung zu verstehen.

⁶Die Verbreitung der Komponenten wurde anhand zweier voneinander unabhängiger Untersuchungen ermittelt: *Serverwatch* von Net-Consultants Inc. (<<http://serverwatch.internet.com/>>) und *Netcraft Survey* der gleichnamigen Firma (<<http://www.netcraft.com/Survey/>>).

Kapitel 6

Nachdem gezeigt wurde, wie mit den unterschiedlichen Betriebssystemen ein Internetserver aufgebaut werden kann, sollen die einzelnen Installationen in diesem Kapitel unter verschiedenen Aspekten miteinander verglichen werden. Dabei spielen neben der Beurteilung des eigentlichen Installationsvorgangs auch Kriterien technischer und administrativer Art und nicht zuletzt auch die Kosten für die einzelnen Systeme eine Rolle.

Kapitel 7

Schließlich werden im letzten Kapitel die Erkenntnisse aus den vorangegangenen vier Kapiteln zusammengefaßt. Hier soll gezeigt werden, für welche Aufgaben sich welches System am besten eignet.

Konventionen in dieser Arbeit

Typographische Konventionen

Programme, Funktionen, Servernamen, Benutzernamen, Pfade, E-Mail Adressen, URLs o. ä. sowie neu eingeführte Begriffe werden i. d. R. durch Kursivschrift hervorgehoben:

Der Apache Webserver kann mit Hilfe des Moduls *mod_ssl* auch Transfers via *SSL* (*Secure Socket Layer*) ausführen.

Auf *poseidon.dieburger52.de* befinden sich die Home-Verzeichnisse unterhalb von */home*. *testperson@testperson.de* ist die E-Mail Adresse eines imaginären Benutzers, dessen virtueller Host mit dem Namen *www.testperson.de* die IP-Adresse *100.100.100.100* hat.

Um die Eindeutigkeit von Pfaden, E-Mail Adressen und URLs zu gewährleisten, werden diese, wie im obigen Beispiel zu sehen, ohne Bindestrich umgebrochen.

Namen von Autoren werden in Kapitälchen gesetzt:

mod_ssl ist eine Schnittstelle des Apache Servers zur SSL-Bibliothek *SSLey* von ERIC A. YOUNG und TIM HUDSON.

Auszüge aus Konfigurationsdateien werden in Courier gesetzt:

```
#####  
# #  
# /etc/rc.config #  
# #  
#####
```

```
# networking
# no. of network cards:
NETCONFIG="_0 _1 _2"

# IP Addresses
IPADDR_0="100.100.100.101"
IPADDR_1="100.100.100.102"
IPADDR_2="100.100.100.103"
```

Eingaben werden in Courier fett gesetzt. Ausgaben erscheinen ebenso in Courier, allerdings nicht fett. Der Prompt wird stets mit angegeben. Dabei ist unter Linux zu beachten, daß ein mit # endender Prompt für den User *root* steht, während der Prompt normaler User auf > endet. Unter DOS zeigt der Prompt lediglich das Laufwerk und den Pfad an. Unter Linux steht bei Pfadangaben ~ für das Home-Verzeichnis des Users und ~testperson für das Home-Verzeichnis von *testperson*:

```
ulf@poseidon:~ > su
Password:
poseidon:~ulf # cd /usr/local/httpd
poseidon:/usr/local/httpd # exit
ulf@poseidon:~ > cd /home/ulf/wwwhome
ulf@poseidon:~/wwwhome >
```

Bei Auszügen aus Dateien und der Darstellung von Eingaben enden Zeilen mit dem Umbruch, es sei denn, am Ende steht ein ↵. Bei der folgenden Eingabe kommt das Return erst nach *intern* und folglich gehört das ↵ nicht zur Eingabe:

```
alexander@poseidon:/usr/local/httpd > cd /home/alexander/ww↵
home/intern
```

Weiterhin werden in Auszügen aus Dateien und bei der Darstellungen von Eingaben Variablen in Courier kursiv resp. Courier fett-kursiv gesetzt:

```
user@poseidon:/ > echo $HOME
/home/user
user@poseidon:/ > cd $HOME/.ssh
user@poseidon:~/.ssh >
```

Der erste Befehl gibt die Umgebungsvariable *\$HOME* aus, hier wird also wirklich *\$HOME* eingegeben. Der zweite Befehl wechselt in das Home-Verzeichnis des Users, hier wird also im Falle des Users *root* *cd /root/.ssh* eingegeben und im Falle der Users *testperson* *cd /home/testperson/.ssh*.

Falls Leerzeichen von besonderer Bedeutung sind, werden sie extra gekennzeichnet:

Hier folgen drei Leerzeichen___vor dem nächsten Wort.

Gegebenenfalls werden weitere übliche Hervorhebungen, wie Unterstreichung und Fettschrift, im Text vorgenommen.

Zitierung

Wird aus einer Online-Quelle zitiert oder eine solche als Beleg angeführt, so erscheinen in der Fußnote der Autor oder Herausgeber, der Titel des Dokuments und das Erstellungsdatum, soweit diese Angaben verfügbar sind. Daran schließt sich die URL an, die in französische Anführungszeichen (<>) eingeschlossen wird, um eine Unterscheidung vom Titel zu erleichtern. Anschließend findet sich in runden Klammern das Datum, an dem das angeführte Dokument unter der angegebenen URL zuletzt zu finden war. Dient eine URL nicht als Quelle, sondern ist lediglich als Verweis auf weiterführende Informationen gedacht, erscheint in der Fußnote lediglich die URL selbst.

Insbesondere im Zusammenhang mit Standards von TCP/IP-Protokollen, sind die sogenannten *Request for Comments (RFC)* von besonderer Wichtigkeit. Unter diesen finden sich die Standards für die meisten Internet Protokolle und noch einiges mehr. RFCs werden fortlaufend numeriert und können von vielen Seiten im Internet in den unterschiedlichsten Formaten bezogen werden.⁷ Falls aus RFCs zitiert wird, so erscheinen in der Fußnote der oder die Autor(en), ‚RFC‘ nebst Nummer, den Titel des RFCs und das Datum der Veröffentlichung. Werden RFCs lediglich als Referenz angeführt, wird lediglich ‚RFC‘ samt Nummer angegeben.

Für Linux gibt es eine ganze Reihe von Dokumentationsprojekten und Hilfesystemen, die in dieser Arbeit angeführt werden. Die wichtigsten sind die *UNIX Manual*, das *Info-System* und *Linux HOWTOs*.⁸

Werden *man pages* angeführt, erscheint in der Fußnote der Autor, die man page in der üblichen Notation *man page-name(section-no)* und ggf. der entsprechende Abschnitt, sowie das Erstellungsdatum der man page soweit diese Angaben verfügbar sind.⁹

Wird Text aus dem Info-System angeführt, erscheint in der Fußnote ‚info:‘, der Name des Info-Eintrags ggf. gefolgt vom Abschnitt mit komplettem Pfad.¹⁰

Werden HOWTOs im Text angeführt, so erscheint in der Fußnote der Autor, der Titel des HOWTOs, die Version samt Erstellungsdatum und der entsprechende Abschnitt.¹¹

⁷ Bezugsquellen für RFCs finden sich im Literaturverzeichnis auf Seite 222.

⁸ Linux Dokumentationen werden ausführlich in Abschnitt 6.6.2 auf Seite 162 besprochen.

⁹ Zur Struktur von Manuals siehe Abschnitt 6.6.2 auf Seite 162 und JOHN W. EATON et al.: *man(1)*, 12.07.1995

¹⁰ Zur Struktur von Info-Einträgen siehe Abschnitt 6.6.2 auf Seite 162 und info: *Info* → *Getting Started*

¹¹ Ausführliche Erläuterungen zu HOWTOs finden sich ebenfalls in Abschnitt 6.6.2 auf Seite 162. Bezugsquellen für HOWTOs sind im Literaturverzeichnis auf Seite 222 aufgeführt.

Preisangaben

Preisangaben werden grundsätzlich in Euro (€) gemacht.¹² Sofern den Preisangaben Dollarpreise zugrunde liegen, wird der Wechselkurs und der entsprechende Tag, an dem dieser gültig war, angegeben. Bei der Angabe von Preisen, die zu einem Zeitpunkt vor der Einführung des Euro gültig waren, wird zusätzlich der Preis in DM angeführt.

¹² 1 € = 1,95583 DM

Kapitel 1

TCP/IP

*Der Protokollkrieg ist vorbei, und TCP/IP hat gewonnen.*¹

Der Begriff *TCP/IP* meint zweierlei. Einerseits bezeichnet er zwei eigenständige Protokolle, das *Transmission Control Protocol* und das *Internet Protocol*. Andererseits wird der Begriff häufig verwendet, um eine ganze Protokollfamilie zu kennzeichnen, zu der neben TCP und IP noch weitere Protokolle gehören und auf der immer mehr Netzwerke basieren, so u. a. auch das Internet.

1969 begründete in den USA die *Advanced Research Project Agency (ARPA)* ein Projekt zur paketweisen Datenübertragung in einem Netzwerk, welches dazu dienen sollte, eine landesweite Kommunikation zwischen Militäreinheiten auch in Atomkriegszeiten zu sichern. Es wurde das *ARPANET* genannt. Während der wechselvollen Geschichte des *ARPANET*² traf TCP/IP recht früh auf BSD-UNIX. Da UNIX damals schon eine sehr weite Verbreitung unter vernetzten Systemen hatte und andere Betriebssystemhersteller lange Zeit keine eigenen Netzwerk-Protokolle zur Verfügung stellten, konnte sich TCP/IP zur wichtigsten Protokoll-Suite überhaupt entwickeln. Heute läßt sich mit Fug und Recht behaupten: *Die Welt spricht TCP/IP*.

Der Erfolg der TCP/IP-Protokollfamilie ist aber nicht nur dadurch begründet, daß es auf UNIX-Systemen sehr früh zum Standard wurde. Schließlich gab es eine ganze Reihe anderer Protokollfamilien, die zwischenzeitlich auch eine recht ansehnliche Verbreitung fanden. Doch TCP/IP besitzt im grundlegenden Aufbau einige Merkmale, die es für die immer weiter zunehmende Vernetzung der unterschiedlichsten Computersysteme geradezu prädestinieren:

- Protokolle der TCP/IP-Familie sind offene Standards, welche frei zugänglich und einsehbar sind und unabhängig von einer speziellen Hardware oder einem speziellen Betriebssystem eingesetzt werden können. Dadurch ist

¹ CRAIG HUNT: *TCP/IP - Netzwerk-Administration*, Dt. Übers. von PETER KLICMAN, 2. Auflage, Köln, O'Reilly, 1998, S. ix

² ... die sich in fast jedem Buch über Netzwerke nachlesen läßt, z. B. in CRAIG HUNT, a. a. O., S. 2 ff.

TCP/IP ideal geeignet, um verschiedene Rechnerplattformen miteinander zu vernetzen.

- TCP/IP braucht keine spezielle Netzwerkhardware, wodurch es auf den verschiedensten Netzwerken aufsetzen kann, zum Beispiel auf diversen Ethernet-Varianten, Token Ring oder DFÜ-Netzwerken.
- TCP/IP besitzt ein Adressierungsschema, das es erlaubt, jedes angeschlossene Gerät mit einer individuellen Adresse anzusprechen, so daß es einmalig im Netzwerk vorhanden ist, selbst wenn es sich bei diesem Netzwerk um das weltweite Internet handelt.

1.1 Protokolle der TCP/IP-Familie

Um über Informationsübermittlung sprechen zu können, bietet es sich an, den gesamten Prozeß der Datenübertragung in Schichten einzuteilen, denen jeweils bestimmte Aufgaben zufallen. Das berühmteste Modell in diesem Zusammenhang stammt wohl von der *International Standards Organization (ISO)*: das *Open Systems Interconnect Reference Model (OSI)*.³ Die Protokollarchitektur von TCP/IP betreffend, ist jedoch ein anderes Schichtenmodell vorzuziehen, welches auf dem Protokollmodell des *US Department of Defense* basiert.⁴ Dieses Modell teilt die Datenübertragung in vier Schichten auf:

Anwendungsschicht Anwendungen, die auf das Netzwerk zugreifen
Host-zu-Host Transportschicht Protokolle für Dienste zwischen den Endstellen
Internetschicht Protokolle, die die Datenpakete und das Routing definieren
Netzzugangsschicht Protokolle für die Kommunikation mit der Netzwerk-Hardware

Tabelle 1.1: Protokollarchitektur von TCP/IP

Die Protokolle der untersten Schicht, Netzzugang, sind meist recht wenig bekannt. Sie sind für die Kommunikation mit der Netzwerkhardware zuständig und ermöglichen somit überhaupt erst den Zugang zu einem Netzwerk. Ein Beispiel für ein Protokoll der Netzzugangsschicht ist das *ARP*, das *Address Resolution Protocol*, das Adressen, die vom IP-Protokoll definiert werden, auf die Adressen der entsprechenden Ethernet-Karten abbildet.

³Gute Darstellungen der ISO-OSI Referenzmodells finden sich viele, u. a. in KLAUS LÖNS: *Kommunikationsnetze und Datenkommunikation* in MARIANNE BUDER, WERNER REHFELD et al. (Hrsg.): *Grundlagen der Praktischen Information und Dokumentation*, 4. Auflage, München, New Providence, London, Paris, K. G. Saur, 1997, S. 700 ff.

⁴vgl. CRAIG HUNT, a. a. O., S. 9 ff.

Das wichtigste Protokoll der Internetschicht ist das Internet-Protokoll. Es dient zunächst einmal als Vermittler zwischen Netzzugangsschicht und Transportschicht. Darüber hinaus obliegt dem IP aber auch die Definition eines *Datagramms*, i. e. eines Datenblocks oder Pakets, das im Internet selbständig seine Reise antreten kann. Das bedeutet, daß in einem Datagramm – neben den eigentlichen Daten, die von einem System zum anderen übermittelt werden sollen – alle Meta-Informationen, z. B. über Absender, Empfänger, Länge, Prüfsumme und noch einiges mehr, enthalten sein müssen. Weiterhin ist IP für das sog. *Routing* zuständig⁵ und die evtl. Fragmentierung oder Defragmentierung von Datagrammen. Und schließlich definiert IP auch noch das Adressierungsschema im Internet, weshalb dort die Adressen auch *IP-Adressen*⁶ genannt werden.

In der Transportschicht gehören insbesondere das *User Datagram Protocol*, *UDP*, und *TCP* zu den wichtigsten Protokollen. Beides sind gemäß der Schicht, in der sie angesiedelt sind, End-zu-End-Protokolle. Das *UDP* ist ein *verbindungsloses*⁷ Protokoll, i. e. bei der Datenübertragung wird nicht überprüft, ob die Daten beim Empfänger ankommen oder ob dieser überhaupt empfangsbereit ist. Es wird also keine logische Verbindung aufgebaut. Der Vorteil dieser Technik liegt im minimalen *Protokoll-Overhead*, also gewissermaßen dem Anteil an Meta-Informationen bei der Übertragung. Für Dienste, die den Aufbau einer logischen Verbindung zwischen den Endstellen benötigen, wird *TCP* verwendet. Als *verbindungsorientiertes* Protokoll stellt dieses zunächst sicher, daß der Empfänger erreichbar ist und bereit ist, Daten zu empfangen. Die Aufgabe beider Protokolle ist die Vermittlung von Daten zwischen Anwendungen und der Internetschicht.

Die Anwendungsschicht kennt viele Benutzerdienste, die über ein Netzwerk kommunizieren. Bekannte Beispiele sind *HTTP*, *FTP*, *SMTP*, *POP*, *Telnet*, *DNS* u. a.

1.2 Adressierung und Routing

Von elementarer Wichtigkeit für Kommunikation im Internet ist das sogenannte *Routing*, i. e. die Vorschriften, nach denen Datagramme eines Senders über eine bestimmte ‚Route‘ zum Empfänger gelangen. Damit *Routing* funktionieren kann, müssen die über das Netzwerk erreichbaren Empfänger über eine eindeutige Kennung verfügen, also über eine Adresse.

In *TCP/IP*-Netzen werden Adressierung und *Routing* vom *IP* übernommen. Als eindeutige Kennung wird eine sog. *IP-Adresse* vergeben. Diese *IP-Adressen* werden, entgegen dem üblichen Sprachgebrauch, nicht an einzelne Rechner innerhalb des Netzwerks vergeben, sondern an Schnittstellen (die sich physikalisch in oder an einzelnen Rechnern befinden). Solche Schnittstellen sind beispielsweise Netzwerkkarten oder auch serielle Anschlüsse (an die dann z. B. ein Modem an-

⁵ siehe Abschnitt 1.2

⁶ siehe Abschnitt 1.2

⁷ Solche Protokolle werden manchmal auch als *unzuverlässig* bezeichnet.

geschlossen wird).⁸ IP-Adressen bestehen aus 32 Adreßbits. Diese werden häufig als Dezimalzahlen dargestellt, wobei zwischen den einzelnen Adreßbytes ein Punkt gesetzt wird. In der IP-Adresse *192.168.99.17* hat das erste Adreßbyte den Wert 192, das zweite den Wert 168 usf.

Eine IP-Adresse besteht aus einem sog. *Netzwerkteil* und einem *Hostteil*. Früher erfolgte die Einteilung in Netzwerke und Hosts bytewise, tatsächlich ist aber eine bitweise Einteilung wesentlich flexibler und wird heute oft verwendet. *192.168.99.17/24* besagt, daß bei dieser Adresse die ersten 24 Bit den Netzwerkteil bezeichnen, während die verbleibenden 8 Bit den Hostteil kennzeichnen. Im Klartext: Hierbei handelt es sich um den Host mit der Adresse Nummer *17* im Netzwerk mit der Adresse *192.168.99*. Bei der sog. *Adreßmaske* werden alle Bits, die zum Netzteil der IP-Adresse gehören, auf 1 gesetzt, während die Bits des Hostteils auf 0 gesetzt werden. Die obige Adresse hätte dementsprechend die Adreßmaske *255.255.255.0*. Darüber hinaus bietet die IP-Adressierung die Möglichkeit, *Subnetze* einzurichten. Solche Subnetze besitzen den gleichen Netzteil der IP-Adresse, erweitern diesen allerdings um einen Subnetzteil, wodurch der Hostteil entsprechend verkürzt wird. Die Bildung der *Subnetzmaske* erfolgt analog zu der der Adreßmaske: Der Host *176.16.75.3* ist im Netzwerk *176.16.0.0/16* zu finden (Adreßmaske *255.255.0.0*) und dort im Subnetz Nummer *75* (*176.16.75.0/24* mit der Subnetzmaske *255.255.255.0*).

Über das Routing in TCP/IP-Netzen könnten sicherlich mehrere Abhandlungen verfaßt werden, deswegen muß die Darstellung hier auf das Notwendigste beschränkt werden. Grundsätzlich kann zwischen *statischem* und *dynamischem Routing* unterschieden werden. Fast alle Rechner in einem TCP/IP-Netzwerk routen Daten. Sie tun dies anhand einer *Routing-Tabelle*. Beim dynamischen Routing läuft zusätzlich noch ein Routing-Protokoll, das diese Tabelle dynamisch aktualisiert. Dies ist jedoch für die meisten kleineren Netze uninteressant. Beim dynamischen Routing kann man ferner zwischen *internen Routing-Protokollen* und *externen Routing-Protokollen* unterscheiden. Interne Routing-Protokolle, z. B. *RIP (Routing Information Protocol)* oder *OSPF (Open Shortest Path First)*, arbeiten innerhalb eines unabhängigen Netzwerks, auch *autonomes System* genannt. Externe Routing-Protokolle, z. B. *EGP (Exterior Gateway Protocol)* oder *BGP (Border Gateway Protocol)*, tauschen Routing-Informationen zwischen autonomen Systemen aus. Solche Protokolle werden ausschließlich in großen Netzwerken eingesetzt, weshalb wir auf eine weitere Betrachtung an dieser Stelle verzichten wollen.

Die für jede Art des Routing notwendige Routing-Tabelle enthält (neben weiteren) drei wesentliche Elemente: Die Zieladresse, das *Gateway* und das Interface. Sollen Daten an eine bestimmte Adresse geschickt werden, schaut das System in der Routing-Tabelle nach, ob die Zieladresse dort eingetragen ist. Ist das der Fall, wird ermittelt, ob die Adresse sich im lokalen Netz befindet und direkt (z. B. über das lokale Ethernet) erreicht werden kann. Wenn ja, werden die Daten direkt an den Zielhost geschickt. Ist der Zielrechner nicht direkt erreichbar, sollte in der

⁸Der Einfachheit halber werden aber auch wir in dieser Arbeit von IP-Adressen von Computern sprechen, wenn eigentlich die IP-Adresse der Schnittstellen gemeint ist, über die diese Computer zu erreichen sind.

Routing-Tabelle die Adresse eines Gateway-Rechners angegeben sein. Dann werden die Daten an das Gateway geschickt, und dieses kümmert sich um den weiteren Transport (womit die Sache für den ursprünglichen Sender erstmal erledigt ist). Der Interface-Eintrag dient dazu, dem System mitzuteilen, über welche Schnittstelle er den Zielhost oder das Gateway erreichen kann. Normalerweise findet sich in der Routing-Tabelle auch noch ein Eintrag *default*. Hier finden sich Gateway-Adresse und Interface-Kennung für die *Default Route*. Diese Route wird gewählt, wenn in der Routing-Tabelle kein passender Eintrag für den Zielhost zu finden ist.

Damit Daten von den Protokollen der Internetschicht an die vorgesehenen Protokolle der Transportschicht weitergegeben werden können, führen IP-Pakete eine *Protokollnummer* mit. Für TCP ist dies beispielsweise die 6, für UDP die Nummer 17. In ähnlicher Weise muß für die Protokolle der Transportschicht klar sein, für welche Anwendung die Daten bestimmt sind. Zu diesem Zweck dient die *Portnummer*, die – zusammen mit dem verwendeten Transportprotokoll – einer Anwendung korrespondiert. Portnummern sind für den Anwender wesentlich interessanter als Protokollnummern, da er diese beim Zugriff auf eine bestimmte TCP/IP-Anwendung u. U. angeben muß. Portnummern werden als 16-Bit Wert angegeben. Die Portnummern unter 256 sind dabei von besonderer Wichtigkeit, denn sie sind sog. *Well-Known-Services* zugeordnet. Heute werden zu dieses Services teilweise auch Dienste gerechnet, deren Portnummer zwischen 256 und 1024 liegen. Diese Dienste galten ursprünglich als UNIX-spezifisch, sind dies jedoch inzwischen größtenteils nicht mehr. Wichtige Well-Known-Services und die zugehörigen Portnummern und Transportprotokolle sind in Tabelle 1.2 angeführt.⁹

Stichwort	Port/Protokoll	Beschreibung
ftp	21/tcp	File Transfer Protocol
ssh	22/tcp	Secure Shell
ssh	22/udp	Secure Shell
telnet	23/tcp	Telnet
smtp	25/tcp	Simple Mail Transport Protocol
time	37/tcp	timserver
time	37/udp	timserver
whois	43/tcp	nicname
gopher	70/tcp	Internet Gopher
domain	53/tcp	Domain Name Service
www	80/tcp	WorldWideWeb HTTP
pop3	110/tcp	Post Office Protocol version 3
imap3	220/tcp	Interactive Mail Access Protocol v3
https	443/tcp	https/SSL
conference	531/tcp	chat

Tabelle 1.2: Wichtige Well-Known-Services

⁹Protokoll- und Portnummern werden definiert in JOYCE K. REYNOLDS, JON POSTEL: RFC 1700 – *Assigned Numbers*, Oktober 1994

Die eindeutige Identifikation eines Netzwerkprozesses im gesamten Netz kann mit Hilfe von IP-Adresse und Portnummer erfolgen. Diese Kombination wird als *Socket* bezeichnet.¹⁰

1.3 Wichtige TCP/IP-Dienste

1.3.1 Telnet und SSH

Der Telnet-Service dient vornehmlich dazu, eine Verbindung zu einem anderen Rechner auf Shell-Ebene herzustellen. Er gestattet daher eine direkte Kommunikation mit dem Betriebssystem des entfernten Rechners ebenso, wie es eine ‚normale‘ Shell mit dem Betriebssystem des eigenen Rechners gestattet. Systeme, die sich über eine Shell steuern lassen, können daher via Telnet nahezu vollständig von einem entfernten Rechner aus bedient werden. Die Kommunikation via Telnet ist jedoch nicht auf Port 23 beschränkt.¹¹ So läßt sich beispielsweise auch ein POP3-Server über Telnet ansprechen und bedienen.

Telnet hat den Nachteil, daß die gesamte Kommunikation – also auch die Übermittlung von Paßworten – im Klartext abgewickelt wird. Eine Lösung für dieses Problem bietet *SSH*, die *Secure Shell*. Stellt der entfernte Rechner diesen Service zur Verfügung, kann sich ein Client per SSH einwählen, wobei sich Client und Server zunächst authentifizieren müssen. Die gesamte Datenübertragung kann dann verschlüsselt stattfinden.¹²

1.3.2 DNS

Damit eine Schnittstelle in einem TCP/IP-Netzwerk angesprochen werden kann, muß sie über eine IP-Nummer verfügen. In bezug auf die Software reichen diese Nummern aus, um IP-Pakete korrekt zuzustellen. Da sich der Mensch in der Regel Nummernfolgen weniger gut merken kann, liegt es nahe, IP-Nummern auf Namen abzubilden und vice versa. Eine eindeutige IP-Nummer muß also einem eindeutigen Domain Name zugeordnet werden.¹³

Um eine solche Abbildung zu erreichen, sind verschiedene Verfahren denkbar und auch tatsächlich realisiert worden. Der *Domain Name Service* hat sich jedoch gerade im und durch das Internet als Standard durchgesetzt und leistet genau das: Er bildet IP-Nummern auf Domain Names ab und Domain Names auf IP-Nummern.

¹⁰Teilweise werden die Begriffe Portnummer und Socket auch synonym verwendet.

¹¹vgl. Tabelle 1.2 auf der vorherigen Seite

¹²Die Authentifizierung erfolgt über asynchrone Verschlüsselungsverfahren, wie beispielsweise RSA. Für die Übertragung der Daten stehen je nach Client/Server verschiedene synchrone Verfahren zur Verfügung, etwa DES, 3DES, IDEA oder Blowfish.

¹³Solche eindeutigen Domain Names werden als *Fully Qualified Domain Names* bezeichnet.

Der DNS besteht aus zwei Teilen, dem *Resolver* und dem *Nameserver*. Der Resolver ist für die Auflösung eines Domain Names zuständig und somit gewissermaßen der Client eines Nameservers. Sobald eine Anwendung mit einem Domain Name umgehen muß, wendet sie sich an den Resolver und dieser versucht, den Namen bei einem bestimmten Nameserver aufzulösen. Der Resolver entscheidet je nach Konfiguration, welcher Nameserver zu befragen ist und ob ein bestimmter Domain Name an den zu erfragenden Namen anzuhängen ist, falls dieser nicht aufgelöst werden kann.¹⁴

Die eigentlichen Informationen halten die Nameserver in Form von Einträgen, den sog. *Resource Records*, bereit. Die Nameserver bilden dabei ein verteiltes Datenbanksystem, das relativ unabhängig voneinander operieren kann. Domain Names sind hierarchisch geordnet. Die oberste Ebene wird als *Root* bezeichnet und im Zusammenhang mit dem DNS als Punkt (.) geschrieben. Direkt unterhalb des Roots finden sich die *Top-Level-Domains*, die entweder nach Organisationsform oder Ländern benannt werden (*com, net, org, de, fr, uk* etc.). In der nächsten Hierarchiestufe kommen die *Second-Level-Domains* hinzu und schließlich die *Third-Level-Domains*.¹⁵

Die Root-Domain wird von sog. *Root-Servern* bedient. Obwohl diese auf der obersten Hierarchiestufe stehen, halten sie nicht alle Informationen für alle Domain Names vor. Vielmehr besitzen sie Zeiger auf den *authoritative Nameserver*, i. e. den Server, der für eine bestimmte Domain maßgeblich ist. Da die Root-Server die Top-Level-Domains gliedern, besitzen sie Informationen über die Nameserver, die unterhalb der Top-Level-Domain für eine Second-Level-Domain zuständig sind. Diese Nameserver haben damit die Autorität über die entsprechenden Second-Level-Domains und können ihrerseits wieder auf andere Nameserver verweisen, wenn es um Third-Level-Domains innerhalb ihrer Zuständigkeit geht.

Trifft eine Anfrage nach *der.gruenkern.bratling.de* bei einem Root-Server ein, wird diese mit der Information an den Anfragenden zurückgeschickt, daß für die Namensauflösung von *bratling.de* der Server *ns.bratling.de* zuständig ist. Dieser Server wird daraufhin befragt und teilt nun mit, daß der Name der Domain *gruenkern.bratling.de* von einem Server namens *ns2.bratling.de* aufgelöst wird. Auf Anfrage bei *ns2.bratling.de* erhält man schließlich die IP-Nummer von *der.gruenkern.bratling.de*.

Um Traffic zu vermeiden, legen Nameserver einen Cache an, der Informationen aus früheren Anfragen speichert. Der Nameserver, von dem die ursprüngliche Anfrage im obigen Beispiel ausging, wird nun beim nächsten Auftreten von *der.gruenkern.bratling.de* gleich selbst eine Antwort aus seinem Cache liefern können und eine Anfrage nach *sesam.bratling.de* gleich an *ns.bratling.de* schicken, ohne den Root-Server nochmals zu belasten.

Damit das eben vorgestellte System funktioniert, müssen Nameserver Mechanismen bereitstellen, die dafür sorgen, daß gecachte Daten nach einer bestimmten

¹⁴Damit ist es einem Resolver auch möglich, Domain Names aufzulösen, die keine *Fully Qualified Domain Names* sind. Ist in der Resolverkonfiguration beispielsweise der Domain Name *localnet.net* eingetragen, so muß man zum Erreichen des Hosts *www.localnet.net* lediglich *www* eingeben, da der Rest angehängt wird.

¹⁵Ab dieser Hierarchiestufe wird üblicherweise nicht weitergezählt.

Zeit verworfen resp. aktualisiert werden können. Wie dies funktioniert, wird bei der Einrichtung des Nameservers unter den entsprechenden Betriebssystemen gezeigt.

Man kann verschiedene Typen von Nameservern unterscheiden. Nameserver, die die Daten über die Domain¹⁶, für die sie authoritative sind, aus Dateien beziehen, die lokal vorliegen und verändert werden können, werden als *Primary Server* bezeichnet. *Secondary Server* sind ebenfalls authoritative, beziehen Zonen-Informationen aber mittels sog. *Zonentransfers* von einem anderen Nameserver und speichern sie die Zonendatei lokal als nur lesbare Kopie. *Caching-Only Server* sind für keine Domain authoritative und unterhalten nur einen Cache mit Informationen bisheriger Nameserverabfragen.¹⁷

1.3.3 SMTP und POP3

Eine E-Mail gelangt vom Sender zum Empfänger durch das *Simple Mail Transfer Protocol* (*SMTP*). Es beschreibt einen einfachen Dialog, mit dem sich eine E-Mail über eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung zwischen zwei Rechnern übermitteln läßt. Im Internet handelt es sich dabei um eine TCP-Verbindung zum SMTP-Port 25 des Zielrechners.

Damit der Absender weiß, wohin er sich wenden muß, um die E-Mail zustellen zu können, bedient er sich des *DNS*. E-Mail-Adressen im Internet bestehen aus einem Benutzernamen, gefolgt von einem ‚@‘ und einem Domain Name, dessen Aufbau einem Rechnernamen gleicht. Ursprünglich war der Domain Name tatsächlich einfach der Name des Zielrechners, auf dem sich der Account des Empfängers befand. Um eine Mail an *user@machine.domain.com* auszuliefern, baute der Absender eine direkte SMTP-Verbindung zum Zielrechner *machine.domain.com* auf.

Heute gibt es jedoch eine Zwischenstufe. Der DNS speichert zu einem vorgegebenen Namen nicht nur eine IP-Adresse, sondern weitere Informationen in den verschiedenen Resource Records. Eine davon ist der *MX-Record* (für *Mail eXchange*). Ein Programm, das eine E-Mail an *user@domain.com* abschicken soll, fragt zunächst den DNS-Server nach dem MX-Record von *domain.com* ab. Als Antwort erhält das Programm die Adressen der sog. Mail Exchanger, der bereit ist, E-Mails für *domain.com* entgegenzunehmen. Zu jedem Kandidaten gibt es einen Preference-Wert, der seine Priorität festlegt. Niedrigere Preference-Werte bedeuteten höhere Priorität, der Absender muß sich also an den Exchanger mit dem niedrigsten Zahlenwert wenden und darf nur notfalls auf solche mit höherem Preference-Wert ausweichen.

Es ist dabei nicht die Aufgabe eines Mail-Clients, den man in diesem Zusammenhang als *Mail User Agent* (*MUA*) bezeichnet, das Mail-Routing vollständig zu beherrschen. Statt dessen gibt es eine Arbeitsteilung: Der MUA kümmert sich um die Kommunikation mit dem Benutzer und übergibt zu versendende E-Mails zum ei-

¹⁶Eigentlich spricht man im Zusammenhang mit DNS von sog. *Zonen*. Da eine Zone aber in der Regel mit einer Domain identisch ist, werden beide Begriffe häufig synonym verwendet.

¹⁷Selbstverständlich unterhalten Primary und Secondary Server in den allermeisten Fällen auch einen Cache.

gentlichen Transport an einen *Mail Transport Agent (MTA)*. Auf ihrem Weg durch das Netz macht eine E-Mail unter Umständen bei mehreren MTAs Station, bevor sie am Ziel ankommt.

Der Absender kann auf unterschiedliche Weise mit dem MTA kommunizieren. Unter Unix läuft als MTA üblicherweise das von ERIC ALLMAN entwickelte *sendmail*. Wenn der Client auf demselben Rechner arbeitet, kann er *sendmail* direkt aufrufen und ihm die E-Mail per Pipe übergeben.

Die meisten Anwender kommunizieren heute über eine Wählverbindung mit ihrem Internet-Provider. Die verbreitetste Schnittstelle zwischen Mail-Client und dem beim Provider stationierten MTA ist daher SMTP. Statt sich in die Untiefen einer *sendmail*-Konfiguration zu begeben, trägt der Anwender in seinem Mail-Client nur den Rechner des Internet-Providers ein. Abgehende Mails liefert der Client einfach per SMTP beim MTA des Providers ab, der sich um alles weitere kümmert.

Das vorläufige Endziel einer E-Mail auf dem Weg durchs Internet ist der MTA, der die Mail mittels eines *Mail Delivery Agents (MDA)* an das entsprechende Postfach auf dem Zielhost übergibt. Dort bleibt sie so lange liegen, bis der Benutzer sein E-Mail-Programm startet und sie abholt. Für den heute weit verbreiteten Fall, daß der Client nicht direkt auf das Postfach zugreifen kann, gibt es das *Post Office Protocol (POP)*. Praktisch alle Internet-Provider setzen es ein, um Mails an ihre Kunden auszuliefern.

POP ist ähnlich wie SMTP ein einfacher Dialog zwischen Empfänger und Mailserver. Nach dem Austausch von Username und Paßwort gibt es im wesentlichen drei Kommandos: ‚Wieviele Mails sind da?‘, ‚Gib mir Mail Nummer xy‘ und ‚lösche Mail Nummer xy‘.

POP war ursprünglich nur dafür gedacht, Mails vom Server abzuholen und dort zu löschen. Erst später kamen optionale Kommandos hinzu, mit denen der Client die Größe einer Mail ermitteln resp. nur den Header oder den Anfang einer Mail anfordern kann. Somit ist es möglich, sich zunächst einen Überblick über die eingegangene Mails zu verschaffen und einzelne Mails gezielt zum Download auszuwählen.

1.3.4 HTTP und HTTPS

HTTP ist ein verbindungsloses Protokoll, i. e. die Kommunikation zwischen Client und Server wird für jede Anfrage resp. Antwort neu initialisiert und in den Zwischenzeiten stehen Client und Server nicht miteinander in Verbindung. Dem HTTP-Dienst ist standardmäßig der Port 80 zugeordnet,¹⁸ andere Zuordnungen sind allerdings möglich.

Die Kommunikation via HTTP wird durch eine Anfrage, eine *GET*-Anweisung gefolgt von einer *URL*, eingeleitet. Dies geschieht üblicherweise mittels eines Browsers, kann aber auch manuell durch eine Telnet-Verbindung an Port 80 geschehen.

¹⁸vgl. Tabelle 1.2 auf Seite 13.

Der HTTP- oder Webserver wandelt die URL der Anfrage in einen Dateinamen um und überträgt die entsprechende Datei als Antwort an den anfragenden Client.

Bezeichnet die URL kein File, sondern ein Verzeichnis, kann der Webserver je nach Konfiguration eine Default-Datei,¹⁹ eine Fehlermeldung oder ein Verzeichnislisting zurückliefern. Letztere Möglichkeit wird in diesem Zusammenhang als *Directory Browsing* bezeichnet.

Dateien und Verzeichnisse, die via HTTP zugänglich sein sollen, finden sich normalerweise alle unterhalb des sog. *Document Root*. Die Pfadangaben in URLs sind immer relativ zum Document Root zu lesen. Allerdings lassen sich Zugriffe via HTTP durch die Einrichtung von Aliasen und symbolischen Links auch auf andere Teile des Dateisystems durchführen.

Über das *Common Gateway Interface (CGI)* ist es möglich, via HTTP Skripte zu starten und Programme auszuführen, sofern der Webserver dies unterstützt.

Darüber hinaus steht die Technik der *Server Side Includes (SSI)*, bei der Variablen, Dateinamen oder -inhalte, Uhrzeiten o. ä. vom Server in die angeforderte HTML-Seite eingefügt werden, bevor diese ausgeliefert wird.

HTTP kann außerdem mit dem *Secure Socket Layer* zusammenarbeiten. Solche HTTPS-Dienste ermöglichen durch asynchrone Verschlüsselungsverfahren eine sichere Übertragung der Daten via HTTP. Je nach Konfiguration müssen sich Server, Client oder beide authentifizieren, bevor eine (verschlüsselte) Datenübertragung stattfindet. Die Authentifizierung geschieht über Zertifikate, die von entsprechenden Zertifizierungsstellen signiert werden können und bei Bedarf von den Kommunikationspartnern verifiziert werden.

1.3.5 FTP

Das *File Transfer Protocol (FTP)* ist nur einer von vielen Diensten, den das Internet anbietet. Trotzdem hat FTP eine besondere Rolle im weltweiten Netz, denn es handelt sich um eine einfache, standardisierte und betriebssystemunabhängige Methode, um Daten über Netzwerke hinweg zu übertragen, und es ist damit ein wichtiges Protokoll für Filetransfers. Jeder Benutzer kann auf diesem Wege auf eine gigantische Datenmenge zugreifen. Die Benutzung von FTP ist sehr einfach. Um Daten zwischen zwei Rechnern übertragen zu können, wird auf dem auf dem FTP-Server einen Account benötigt. Nun kann dann von Host A aus mittels des Befehls *ftp Host B* eine FTP-Verbindung zu Host B herstellen. Host B antwortet mit der Aufforderung, sich zu identifizieren. Dies geschieht durch Angabe der User-ID sowie des entsprechenden Paßwortes. Ist der Nutzer mittels FTP auf Host B eingeloggt, können mit Hilfe einfacher Befehle Daten von einem Rechner zum anderen transportiert werden. Dabei ist sowohl ein Kopieren von Host A zu Host B als auch in umgekehrter Richtung möglich.

¹⁹Normalerweise handelt es sich dabei um eine Datei names *index.html* oder *index.htm*, aber auch *default.html* und *default.htm* sowie *home.html* und *home.htm* sind gebräuchlich.

Da nicht jeder FTP-Nutzer auf jedem FTP-Server einen richtigen Account haben kann, akzeptieren viele FTP-Server auch den *anonymous Login*. Die User-ID eines solchen Accounts ist dabei *anonymous* und als Paßwort sollte die eigene E-Mail-Adresse angegeben werden.²⁰

FTP kann weit mehr als nur Dateien kopieren. Nach dem Einloggen erscheint zunächst ein Prompt *ftp >*, an dem Kommandos absendet werden können. Doch bevor Dateien transferiert werden, muß zunächst der Verzeichnisbaum des Servers mit den gesuchten Dateien gefunden werden. Das aktuelle Verzeichnis gibt der Befehl *pwd* (*print working directory*) aus, den Inhalt dieses Verzeichnisses zeigt *ls* oder *dir* an, wobei der letzte Befehl in der Regel ausführlichere Informationen, z. B. die Dateigröße oder das Erstellungsdatum anzeigt. Um das gewünschte Directory zu erreichen, wird (ähnlich wie in den meisten Betriebssystem-Kommandozeilen-Shells) das aktuelle Verzeichnis mit dem Befehl *cd* (*change directory*) gewechselt.

Ist das Verzeichnis mit der gesuchten Datei erreicht, so läßt sich diese kopieren. Dabei ist jedoch unbedingt zu beachten, daß FTP Text- und Binärdateien unterschiedlich behandelt. Zu diesem Zweck gibt es verschiedene Übertragungsmodi, von denen *binary* und *ascii* besonders wichtig sind. Jedes Betriebssystem repräsentiert Textdateien auf seine Art. So ist zum Beispiel die Zeilenende-Kennung unter *MS-DOS* CR LF, während UNIX LF verwenden. Da FTP von Beginn an für die Verbindung zwischen unterschiedlichen Rechnerwelten konzipiert wurde, existiert die Möglichkeit, eine Textdatei während der Übertragung von einem Format ins andere zu konvertieren. Dabei ersetzt das Protokoll beispielsweise beim Kopieren eines Textfiles von einem Linux-Rechner auf einen Windows-Rechner jedes LF durch CR LF. Diese Umsetzung würde natürlich bei einer Binärdatei – z. B. einem ausführbaren Programm oder einem komprimierten File – katastrophale Folgen haben. Daher muß beim Download angegeben werden, ob die zu übertragenden Dateien im Binär- oder im ASCII-Modus kopiert werden sollen. Dies geschieht mit den Befehlen *binary* oder *ascii*, wobei der Textmodus normalerweise die Standardeinstellung ist. Ist der richtige Modus gewählt, so kann die Übertragung beginnen. Dazu dient der Befehl *get remotefilename [localfilename]*, wobei die Angabe des lokalen Dateinamens optional ist. Sind alle Dateien kopiert, wird die FTP-Session mit dem Befehl *quit* oder *bye* beendet.

Heute muß sich natürlich niemand mehr auf Kommandozeilenebene mit einem FTP-Server unterhalten. Für alle PC-Betriebssysteme gibt es inzwischen graphische Benutzerschnittstellen, die die eigenen Zugangsdaten verwalten, mit denen man bequem durch die Verzeichnisbäume blättern kann, die automatisch Dateitypen erkennen und die dazugehörigen Programme starten können und die das bequeme Kopieren ganzer Verzeichnisstrukturen erlauben.

²⁰Als Paßwort wird beim *anonymous Login* jedoch eine beliebige Zeichenfolge akzeptiert, ggf. wird hierbei geprüft, ob sich ein ‚@‘ in dieser Zeichenfolge findet.

Kapitel 2

Voraussetzungen für den Betrieb eines Internetserver

Nachdem im letzten Kapitel die theoretischen Grundlagen für den Aufbau eines Servers in einem TCP/IP-Netz geklärt wurden und bevor es nun um die Frage geht, wie ein Internetserver mit verschiedenen Betriebssystemen realisiert werden kann, soll in diesem Kapitel auf die Voraussetzungen für den Betrieb eines Internetserver eingegangen werden.

Zu diesen Voraussetzungen gehört zunächst einmal die Beschaffung einer oder mehrerer IP-Nummern, die an die Schnittstelle(n) des Servers vergeben werden können und die weltweit eindeutig sein müssen. Weiterhin muß die Frage der Domain Names geklärt werden, die ebenfalls eindeutig sein müssen. Schließlich sollte man auch schon überlegen, wo der Server physikalisch stehen soll und wie die Anbindung realisiert werden kann. Die eigentliche Anbindung kann zwar erst erfolgen, wenn tatsächlich ein Server existiert, doch es ist schon für die Planung und den Aufbau eines solchen Servers von Vorteil, die nachfolgend dargelegten Punkte zu kennen und evtl. schon erste Schritte in die Wege geleitet zu haben.¹

2.1 Eindeutige Adressen

Wie die vorherigen Abschnitte bereits verdeutlicht haben, wird zunächst eine IP-Adresse benötigt. Die europaweite Verwaltung der IP-Adressen hat die Organisation *Réseaux IP Européens (RIPE)*² übernommen und es sich zur Aufgabe gemacht, die administrative und technische Koordination in einem paneuropäischem Netzwerk im Namen ihrer Mitglieder zu bewerkstelligen. Mitglieder von RIPE sind Betreiber großer Netzwerke, sog. WANs, wie sie von großen Unternehmen oder von Internet Service Providern unterhalten werden. Letztere sind auch die richtigen Ansprechpartner, um an eine IP-Adresse für den neu eingerichteten Server zu

¹ Beispielsweise gehört ein nachträgliches Ändern sämtlicher IP-Nummern auf einem Server nicht gerade zu den angenehmsten Aufgaben.

² <<http://www.ripe.net>>

kommen. Darüber hinaus vertreiben ISPs IP-Adressen auch poolweise, i. e. sie werden in Paketen zu 8, 32, 64, und 128 Adressen vertrieben. Auch ganze Subnetze mit 254 IP-Adressen können geordert werden.

Ist geplant, ein gesamtes LAN mit weltweit eindeutigen Adressen zu versehen, empfiehlt sich aus Sicherheitsgründen der Einsatz einer sog. *Firewall*, um vor allem die weniger administrierten Einheiten im Netzwerk – wie sie Arbeitsplatzrechner in der Regel darstellen – vor unbefugten Zugriffen durch *Cracker* zu schützen. Ein als Firewall konfigurierter Computer verfügt über eine oder mehrere Verbindungen, wie z. B. dem Internet oder Einwahlmöglichkeiten etc., jedoch nur über eine Leitung zum firmeninternen Netzwerk, die zudem streng überwacht wird. Überwachungsmechanismen prüfen die ein- und ausgehenden Daten, rufen Einwähler zurück, um deren Authorisierung sicherzustellen u. v. m. Zumeist beinhaltet eine Firewall auch ein sog. *Proxy Gateway*. Dieses nimmt eine Request-Anfrage eines Browsers entgegen und übernimmt anstelle des Client den Kontakt zu dem betreffenden Server. Dabei kann der ausgehende Traffic kontrolliert werden. Auf diese Weise kann z. B. der Kontakt zu bestimmten Servern und damit Anbietern für Teilnehmer des internen Netzes gesperrt werden. Da jedoch nicht der Client selbst mit einem angefragten Server in Verbindung steht, sondern das Proxy Gateway, kann so auch der unbefugte Zugriff von außen verhindert werden. Darüber hinaus machen es Proxy Gateways vielfach überflüssig, jede Schnittstelle im internen Netzwerk mit einer weltweit eindeutigen IP-Adresse zu versehen, da nur Firewall oder Proxy Gateway mit anderen Servern im Internet in Verbindung stehen, niemals jedoch die interne Schnittstelle.

2.2 Domains

Um zu vermeiden, daß der Internetserver nur über eine Nummer angesprochen werden kann, ist die Abbildung der IP-Adresse auf einen eindeutigen Namen sinnvoll.³ Während die erlaubten TLDs bereits durch *Internet Assigned Numbers Authority (IANA)* festgelegt sind, können Second-Level-Domains frei gewählt werden. Da jedoch auch sie zumindest innerhalb der TLD eindeutig sein müssen, kümmern sich sog. *Network Information Centre (NIC)* ähnlich der RIPE um die Administration der Zuweisungen. Für die Vergabe von Domains unter der TLD *.de* ist die *DENIC eG* zuständig. Diese Genossenschaft ist ein Verbund der ISPs, der im wesentlichen die Finanzierung und damit die Funktionsfähigkeit des DE-NIC sicherstellen soll. Zwar ist es durchaus möglich, eine Second-Level-Domains direkt über DENIC eG zu beantragen, der – auch finanziell – günstigere Weg ist jedoch die Beantragung des Domainnamen über einen ISP.

Bei der Wahl der passenden Second-Level-Domain gilt es einiges zu beachten: Generell gilt, daß sowohl TLD als auch SLD zusammen nicht mehr als 24 Zeichen ausmachen, wobei das mit einem Punkt (.) spezifizierte Root-Zeichen mitgezählt wird. Daraus ergibt sich für die SDL unter der TDL *.de* ein Raum von 21 Zeichen.

³vgl. Abschnitt 1.3.2 auf Seite 14

Mindestens drei Zeichen müssen vergeben werden, wobei diese drei Zeichen in der Folge nicht, wie eine TLD lauten darf. So wäre also ein Domainname *com.de* nicht zulässig. Darüber hinaus sind keinerlei Sonderzeichen, insbesondere der in UNIX- bzw. Linuxkreisen beliebte Unterstrich (*_*) als Leerzeichenersatz, zugelassen. Lediglich der Bindestrich darf neben den Alphanumerischen Zeichen des 7-Bit ASCII Zeichensatzes verwendet werden, wobei hier die Einschränkung gilt, daß ein Bindestrich nicht am Anfang oder Ende des Namens stehen darf. Darüber hinaus schränken die Vergaberichtlinien der DENIC eG die Namensfindung insofern ein, als deutsche KFZ-Kennzeichen ebenfalls nicht verwendet werden dürfen.⁴

Nicht unbeachtet sollte bei der Wahl des Domainnamen die rechtliche Seite bleiben. DENIC eG weist in ihren Richtlinien darauf hin, daß mit Beantragung einer Domain der Antragsteller gleichzeitig bestätigt, keine Rechte Dritter zu verletzen. Verantwortlich kann die DENIC eG im Falle von Namenskonflikten nicht gemacht werden. Man ist also selbst aufgefordert, einen Konflikt mit Firmen, die evtl. Markenrechte auf Namen haben, zu vermeiden. Wobei die Rechtsprechung bei Streitigkeiten um Domains durchaus unterschiedlich ausfällt. So kommt das OLG Frankfurt in seinem Beschluß vom 13. Februar 1997 zu der Erkenntnis, daß Domains den Eintragungsvoraussetzungen von Marken nicht unterliegen.⁵ Doch in letzter Zeit scheinen Entscheidungen in dieser Hinsicht dahinzugehen, daß der Streitpartner, der einen Namen länger nutzt, Recht bekommt.⁶

Die Auseinandersetzung mit Recht und Domains könnte noch weiter vertieft werden. Dies würde jedoch den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Diese einleitenden Worte sollten jedoch darauf hinweisen, daß ein Name für die Second-Level-Domain mit äußerstem Bedacht gewählt werden sollte.

2.3 Standleitung oder Server-Hosting?

Zu guter Letzt bleibt die Frage nach der Verbindung zum Internet. Schließlich sollte ein Webserver rund um die Uhr, 7 Tage in der Woche erreichbar sein. Hierfür bieten sich zwei Möglichkeiten an: das Betreiben des Servers im eigenen Haus oder die Inanspruchnahme der Dienste eines ISP.

Fällt die Entscheidung zugunsten des eigenen Hauses,⁷ bedarf es einer Standleitung zum nächsten Web-Knotenpunkt. Eine Standleitung darf man sich ähnlich einer permanenten Telefonverbindung zu ein und demselben Kontaktpartner vorstellen. Derartige Verbindungen stellen die unterschiedlichsten Provider mit den

⁴ vgl. DENIC EG (Hrsg.): *Richtlinien zur Vergabe von deutschen INTERNET-Domain's*, 13.04.1999, <<http://www.denic.de/vergabebestimmung.html>> (02.06.1999)

⁵ vgl. HAHN-DRODOFSKY MEDIA SERVICE (Hrsg.): *Rechtliche Klärung nicht auf die leichte Schulter nehmen – Domain-Namen im Konflikt mit geschützten Bezeichnungen*

⁶ vgl. ALEXANDER KLAUS ZIMMERMANN: *Sind Domains Marken? Mit dieser Fragestellung mußte sich das Landgericht Frankfurt/Main auseinandersetzen* in: PIT KLEIN (Hrsg.): *internet world*, Ausgabe 3/99, München, Verlag Web Media GmbH, S 124 f.

⁷ Dies ist vor allem dann angeraten, wenn ein hoher Wartungsaufwand bzgl. des Servers zu erwarten ist und sich der Server nur schlecht aus der Ferne zu administrieren ist.

unterschiedlichsten Bandbreiten zu unterschiedlichen Preisen zur Verfügung. Die Bandbreite bestimmt, wieviele Daten gleichzeitig über die Leitung verschickt bzw. empfangen werden können.

Eine weitere Möglichkeit stellt der *Callback-Service* dar, der von einigen ISPs angeboten wird. Wird eine URL angefordert, kontaktiert der ISP den Server, der daraufhin eine Verbindung zum Internet aufbaut und die angeforderten Daten an den Empfänger übermittelt. Diese Art, den Internetserver an das Internet anzubinden, birgt allerdings mehrere Nachteile: zum einen dauert es unverhältnismäßig lange, bis der Anwender, der einen Dienst des Servers in Anspruch nehmen möchte, Antwort vom Server bekommt. Zum anderen hat der Anbieter einen schlechten Überblick über die entstehenden Kosten. Zudem wird diese Art der Anbindung vor allem dann ungünstig, wenn hohe Zugriffszahlen auf den Server zu erwarten sind.

Kommt eine Standleitung – z. B. aus Kostengründen – nicht in Frage, gibt es noch die Möglichkeit, den fertig eingerichteten Server bei einem ISP unterzustellen. Dieser bietet zumeist hohe Bandbreiten und kann auch eher auf hohe Zugriffe reagieren, und einfacher höhere Bandbreiten buchen, was dem Halter eines einzelnen Servers nur unter hohem finanziellen Aufwand gelingt. ISPs verfügen darüber hinaus über Versicherungen, die im Brandfalle oder anderen Mißlichkeiten für Schäden am Server geradestehen. Die Abrechnung erfolgt zumeist nach dem entstandenen Traffic, der Menge an Daten also, die zwischen dem eingestellten Server und dem Knotenpunkt des Providers hin- und herfließen. Für Datensicherung und Ausfallsicherheit der Hardware ist der Betreiber des Servers selbst verantwortlich.

Kapitel 3

Das Windows NT System

Never touch a running system!

3.1 Software

3.1.1 Betriebssystem

Auf der CeBIT von 1992 läutete Microsoft eine neue Spielart ein: Man stelle ein unfertiges Produkt, es handelte sich um die erste Version von *Windows NT*, erstmals einer größeren Öffentlichkeit vor, versorge die Teilnehmer mit technischen Details und verspreche ihnen eine CD-ROM, die eine Windows NT-Vorabversion für Entwickler enthält.

Kaum hatte Microsoft eine renovierte Fassung von *Windows 3.0*, nämlich *Windows 3.1* fertiggestellt, wurde die zum nächsten Ziel bereits zurückgelegte Etappe präsentiert: Es gab *Windows NT* nicht nur auf CISC-, sondern auch auf RISC-Systemen zu sehen. Um den zukünftigen Entwicklern, die noch mit Windows 3.x arbeiteten, eine einfache Portierung auf Windows NT resp. das 32-Bit-API zu ermöglichen, brachte der hauseigene Verlag, Microsoft Press, auch gleich einen Band mit einer vorläufigen Dokumentation heraus.¹

Nach eigenen Aussagen begann Microsoft schon 1989, Windows NT (noch unter dem Namen OS/2 3.0) als portierbares Betriebssystem zu entwickeln. Die im August 1992 vorgelegte CD mit der Vorabversion (für 416,19 €/814,- DM (!) mit Handbüchern) konnte als Beweis herhalten: Sie enthielt Versionen sowohl für Intel- (i386 aufwärts) als auch für Mips-Systeme (R4000).² Wer mit dem Erwerb liebäugelte, mußte sich darüber im klaren sein, daß er nur eine Vorabversion bekam, der selbst Microsoft noch etliche Schwächen attestierte: Viele Funktionen waren nicht ausreichend getestet, einiges fehlte gar noch. Allein die neu-

¹HELEN CLUSTER: *Inside Windows NT*, Microsoft Press, 1992

²Die Unterstützung für Mips-Systeme wurde mittlerweile von Microsoft eingestellt.

en 32-Bit-Programmierschnittstellen (dem ‚natürlichen‘, zukünftigen Windows NT-Programmiermodell, kurz Win32) waren in einem nahezu endgültigen Stadium.

An dieser Politik der langen, vielversprechenden Vorankündigungen und der Einbeziehung zahlender Kunden als Betatester, hält Microsoft bis heute fest: Die Redmonder haben die Entwicklung des Nachfolgers von *Windows NT 4.0*, *Windows 2000* als ‚voll im Zeitplan‘ bezeichnet (was sie seit etwa 1997 tun), nachdem zur CeBIT 1999 die zweite Vorabversion (Release Candidate 1) zur Beta 3 fertig wurde. Diese Version enthält zwar alle Features, aber es können sich noch kosmetische Änderungen ergeben. Microsoft will die Beta 3 für rund 51,13 € (100,- DM) verkaufen. Die Herausgabe weiterer Testversionen wird nicht ausgeschlossen. Ein Datum, wann mit dem endgültigen Code zu rechnen ist, gibt es indes immer noch nicht. Microsoft macht den Termin weiterhin von den Rückmeldungen abhängig, obgleich sie den Verkaufsstart von *Windows 2000* wohl noch für 1999 anpeilen ...

... doch zurück zu den Anfängen: *Windows NT* war das erste Betriebssystem von Microsoft, das preemptives, multithreaded, symmetrisches Multitasking mit Multiprocessingsupport beherrschte. Die Rechenzeit wird dabei vom System ‚selbständig‘ auf alle laufenden Threads verteilt, ohne daß die Programme dazu wie unter dem Vorgänger *Windows 3.x* ihre Kooperationsbereitschaft signalisieren müssen. Auf einem System mit mehreren Prozessoren verteilt *Windows NT* alle laufenden Threads automatisch auf die vorhandenen CPUs.

Windows NT wartete mit integriertem, zum hauseigenen LAN-Manager kompatiblen Netzwerksupport auf. Mehrere *Windows NT* Systeme können darauf aufbauend einander Laufwerke respektive Verzeichnisse und Drucker zur Verfügung stellen (Peer-to-Peer-Networking). Der Integration eines *Windows NT* Systems in ein bestehendes LAN-Manager-Netz stand also nichts mehr im Wege. Ferner bot die Urversion erstmals eine TCP/IP-Unterstützung, die auch schon NetBEUI über TCP/IP laufen lassen konnte.

Vom visuellen Eindruck her unterschieden sich *Windows NT* und *Windows 3.1* nicht, obwohl hinter der Fassade kein Stein mehr auf dem anderen blieb. So mußte man sich zum Beispiel nun nach dem Start beim System anmelden, doch danach bot noch der ‚alte‘ Programm-Manager seine Dienste an. Die auffälligsten Unterschiede zu *Windows 3.1* ergaben sich durch die im System integrierten Erweiterungen für den Netzbetrieb und die Systemsicherheit.³

Es dauerte noch bis Oktober 1993, bis Microsoft *Windows NT* dann in seinen beiden ersten, offiziellen Verkaufsversionen von *Windows NT 3.5* auf den Markt brachte, wobei die beiden Versionen sich darin unterschieden, ob sie als Client resp. *Windows-für-Workgroups*-ähnlicher Pseudo-Server für kleinere Netzwerke dienen sollten (für 470,39 € bzw. 920,- DM) oder als *Advanced Server* (AS), als erweiterte Version für größere Netze (für 2.975,72 € bzw. 5.820,- DM).

Da Microsoft seinem neuen System zwar alle Versprechen mit auf den Weg gegeben

³PETER SIERING: *Betriebssystem-Poker – Erste Blicke auf Windows NT* in CHRISTIAN HEISE (Hrsg.): *c't – Magazin für Computertechnik*, Ausgabe 9/92, Hannover, Verlag Heinz Heise, 1992, S. 42 ff.

hatte, aber entweder sich selbst derer noch nicht so sicher war oder aber die Benutzer als mehr oder minder unreif einschätzte, boten sie für einen jährlichen Obolus von 4.090,34 € (8.000,- DM) den Service, binnen 12 Stunden auf fernmündliche Anfragen zu reagieren. Käufer des AS bekamen für 7.925,02 € (15.500,- DM) Telefonsupport, wobei sie auch Fragen über andere AS-Produkte stellen durften. Und es gab noch eine letzte, höchste Kaste, ‚Premier‘ genannt, die die jährliche Spende von 21.729,90 € (42.500,- DM) erforderte, doch sie war nur für wenige, sprich OEMs und sehr große Firmen überhaupt gedacht. Nichtsdestotrotz zeigte dies schön, aus welchen Geldsäckchen Microsoft schon damals seinen Profit holte: Man verkaufe ein (fast) ausgereiftes Produkt und lange beim Support ordentlich hin.⁴

‚NT‘ stand zu Beginn noch für ‚New Technology‘, während es heute als ‚Network Technology‘ gelesen wird. Im August 1996 wurde die Benutzeroberfläche dem im Vorjahr erschienenen *Windows 95* angepaßt, da die Oberfläche der Vorgängerversion noch dem *Windows 3.x*-GUI glich, welches seit 1991 gebräuchlich war. Die Versionsnummer sprang auf 4.0 und es wurde zwischen zwei Versionen unterschieden:

- *Windows NT 4.0 Workstation*, welches als Client-Betriebssystem ausgelegt ist, bei dessen Design Sicherheit, Erweiterbarkeit, Stabilität und Skalierbarkeit im Vordergrund standen. Hinzu kommt die bessere zentrale Administrierbarkeit im Vergleich zu *Windows 95*. *Windows NT 4.0 Workstation* zielt auf den Einsatz in Firmenumgebungen.
- *Windows NT 4.0 Server*, welches als Server-Betriebssystem in Konkurrenz zu Novell, Banyan oder UNIX tritt. Hauptsächlichster Unterschied zur Workstation-Version ist die potentielle Anwenderzahl, die das System benutzen dürfen. Diese Einschränkung bezieht sich auf File-Server-, Print-Server-, Named Pipe- sowie Mailslot-Verbindungen. Zudem ist ein Windows NT Server in der Lage, eine Domäne zu verwalten. Auch spezielle Dienste für den Netzwerkbereich stehen nur auf einem Windows NT Server zur Verfügung.

Windows NT 4 ermöglicht die Interaktion mit anderen Serverbetriebssystemen, wie beispielsweise *NetWare*, *UNIX*, *Banyan*, *Vines*, *IBM LAN Server* oder *Macintosh*, und deren Migration resp. Verwaltung unter Windows NT. Auf Clientseite unterstützt es gängige Standardbetriebssysteme, wie beispielsweise *DOS*, *Windows 3.x*, *Windows NT 4.0 Workstation*, *UNIX*, *OS/2*, oder *Macintosh*.⁵

Windows NT 4 ist derzeit das einzige Netzwerkbetriebssystem, das das Sicherheits-Zertifikat ‚C2‘ aus dem Orange Book von der US-Regierung erhalten hat,⁶ da alle Daten einem strengen Sicherheitskonzept unterliegen, unabhängig davon über welche Protokolle oder welche Clients auf diese Daten zugegriffen wird. Wobei ‚Sicherheit‘ hier die Bedeutung hat, daß der absichtliche und schadhafte Zugriffsversuch von Personen auf ein Computersystem verhindert werden soll (dies betrifft sowohl

⁴vgl. PETER SIERING: *DebütaNT – Windows NT fertiggestellt*, in CHRISTIAN HEISE (Hrsg.): *c't – Magazin für Computertechnik*, Ausgabe 10/93, Hannover, Verlag Heinz Heise, 1993, S. 12 ff.

⁵vgl. Microsoft Corporation (Hrsg.): *Grundlegende Funktionen und Installation Microsoft Windows NT Server*, 1995, S. 1 ff.

⁶vgl. Abschnitt 6.5 auf Seite 155.

den lokalen Zugriff als auch den Zugriff über das Netzwerk) und nicht Sicherheit im Sinne von Ausfallsicherheit oder Datensicherung meint.

Die Sicherheitsmechanismen ähneln grundlegend denen gängiger UNIX-Betriebssysteme: Für jeden potentiellen Anwender muß der Systemverwalter einen Account einrichten, der grundsätzlich dessen Rechte beschreibt. Die Differenzierung zwischen Anwendern und Systemverwaltern fällt allerdings feiner aus als unter UNIX. Erstere dürfen durchaus mit administrativen Aufgaben betraut werden. Schutz vor unberechtigten Dateizugriffen bietet das Windows NT-eigene Dateisystem *NTFS*. Die weiterhin unterstützten DOS- und OS/2-Systeme, FAT und HPFS, hielten den Sicherheitsanforderungen nicht stand und gelten demgemäß als unsicher. Konzeptionell ist Windows NT für die noch schärfere Sicherheitsstufe ‚B1‘ ausgelegt.⁷

Windows NT 4 unterstützt mehr Protokolltypen und Anwendungsschnittstellen als jedes andere derzeit auf dem Markt befindliche Netzwerkbetriebssystem, unter anderem NCP, X-Open SMB, POSIX, TCP/IP, IPX/SPX, NetBEUI, AppleTalk, DLC, SNA, PPP und PPTP. Mittels des *Component Object Model (COM)* und des erweiterten *Distributed Component Object Model (DCOM)* wird die Integration von Anwendungen und/oder ihren Komponenten über einen Web-Browser im Inter- oder Intranet möglich (z.B. das Bearbeiten eines Excel-Sheets). Benutzer, die fernab eines Firmenbüros arbeiten, können sich per *Remote Access Service (RAS)* am Windows NT Server einwählen. Dabei sind 256 gleichzeitig eingeloggte Benutzer pro Server möglich. Der Verzeichnisdienst von Windows NT 4 (*NTDS*) kann mehr als 25.000 Benutzer pro Domäne unterstützen, wobei die Anzahl der verwaltenden Domänen ‚unbegrenzt‘ sein kann, sofern die Hardwareausstattung entsprechend großzügig skaliert ist.⁸

Damit Windows NT 4 überhaupt läuft, braucht es hardwareseitig folgende Mindestausstattung: einen ix86-basierten 32-Bit-Mikroprozessor ab einem i486, der mit 25 Mhz getaktet ist, oder einen RISC-basierten Mikroprozessor, wie den Mips R4x00, den Alpha-Prozessor oder den PowerPC. Der Monitor sollte mindestens VGA beherrschen. Darüberhinaus sollte eine Festplatte vorhanden sein, mit mindestens 125 MB freiem Speicherplatz bei ix86-Systemen resp. 160 MB bei RISC-Systemen, jeweils auf der Partition, die die Systemdateien enthält.⁹ Außerdem sind ein 3,5-Zoll-HD-Disketten-, wie auch ein CD-ROM-Laufwerk erforderlich, falls der Rechner, auf dem das System installiert werden soll, nicht bereits an ein Netzwerk angeschlossen ist. Schließlich braucht Windows NT 4 mindestens 16 MB Arbeitsspeicher. Optional, aber dringend zu empfehlen, ist eine Maus oder ein ähnliches Zeigegerät und natürlich eine Netzwerkkarte, wenn der Server auch als solcher in einem Netzwerk benutzen werden soll. Windows NT 4 unterstützt in der Lieferversion, die standardmäßig verkauft wird, Computer, die mit bis zu vier Prozessoren bestückt sind. Doch man kann auch auf Nachfrage beim Händler eine Version erhalten, die mit 32

⁷ vgl. B. TRITSCH: *Windows NT für Programmierer*, IGD, 22.04.1998 <www.igd.fhg.de/inisc/mswin/awfntdev/kap2.htm> (31.03.1999)

⁸ vgl. DAVID A. SOLOMON: *Inside Windows NT*, 2. Auflage, Microsoft Press, 1998

⁹ Das muß immer die erste Partition sein, wenn mehrere Betriebssysteme nebeneinander installiert werden sollen.

Prozessoren in einem Computer arbeitet, wobei außerdem noch ein paralleler Betrieb von mehreren Windows NT Servern mit mehreren Prozessoren es ermöglicht, weitere Leistungssteigerungen zu erzielen.

Microsoft bietet außerdem eine ständig aktualisierte Liste über das World Wide Web an, die *Hardware Compatibility List (HCL)*, die darüber Auskunft gibt, welche Hardware außer den genannten Minimalkomponenten mit Windows NT 4 zusammen läuft, woraus sich im Umkehrschluß natürlich ergibt, welche Hardware sich (wahrscheinlich) nicht mit Windows NT 4 verträgt.¹⁰

Wenn der Server ausfällt, Selbsthilfe nicht ausreicht und sich auf den Support-Seiten von Microsoft im World Wide Web¹¹ keine hilfreichen Informationen finden lassen, kann ein Unternehmen über das weltweite Netzwerk von ‚Microsoft Solution Providern‘ gegen Gebühr einen Software Service zu Hilfe rufen, der 24 Stunden täglich und an allen sieben Wochentagen zur Verfügung steht. Autorisierte Support Center stellen dann Techniker zur Verfügung, die speziell dafür ausgebildet sind, Microsoft-Produkte in Umgebungen mit Produkten verschiedener Hersteller zu unterstützen.¹²

3.1.2 Service Packs

Pünktlichkeit mag die Höflichkeit der Könige sein, die von Microsoft ist es gewiß nicht. Dennoch versuchen sie ihren Vorankündigungen einigermaßen die versprochenen Produkte folgen zu lassen und daher schicken sie ein ums andere Mal mehr oder weniger unfertige Basisanwendungen ins Rennen um die Marktposition. Denn in der Computerbranche kann nur der wirklich Geld verdienen, der frühzeitig, vor aller Konkurrenz, einen Markt für sich erobert und dort einen Standard etabliert, der anschließend nicht mehr ungeachtet bleiben kann, was manchmal sogar dazu führt, daß aus einem proprietären Standard eine Norm der ISO wird.

So weit ist es mit Microsoft's Windows NT 4 noch nicht gediehen, daß es schon eine eigene Industrie-Norm wäre (während andere Produkte aus gleichem Hause, zum Beispiel *Word*, durchaus als eine ebensolche Quasi-Norm gelten können), doch muß man anerkennen, daß *Windows NT* in seinen beiden Serverversionen mit dem *Internet Information Server* in nicht einmal 5 Jahren knapp 25% des Server-Betriebssystemmarktes besetzt hat.¹³

Dieser Wettlauf gegen die Konkurrenz ist jedoch nur die halbe Miete. Die andere Hälfte muß darauf Rücksicht nehmen, daß die Entwicklungen in der Computerbranche nicht stehen bleibt und sich ständig neue Möglichkeiten hinzugesellen bezüglich der Fähigkeiten, was ein Computer alles kann, bzw. was in der jeweils aktuellen Gegenwart an selbstverständlichem Können von ihm erwartet wird.

¹⁰Die HCL ist im Internet zu finden unter <http://www.microsoft.com/isapi/hwtest/hcl.idc?RLD=34>.

¹¹Die Support-Seiten finden sich im Internet unter <http://support.microsoft.com/support>.

¹²Ein Microsoft-Solution-Provider wäre z. B. die Firma *CompuTrain* aus Dreieich, im Internet zu finden unter <http://www.computrain.de>

¹³vgl. <http://www.idc.com> und <http://www.netcraft.com/survey>

Aus diesen beiden Quellen stammen daher die Service Packs für Windows NT von Microsoft. Einerseits versuchen sie die Fehler auszubügeln, die sich die Entwickler geleistet haben, weil ihnen ein zu früher Master-Termin aufgezwungen wurde, an dem das System ausgeliefert werden sollte. Andererseits versuchen die Service Packs mit der Innovationsgeschwindigkeit der Branche wenigstens einigermaßen mitzuhalten und dem System durch ‚Anbau‘ neuer Softwarebausteine Fähigkeiten zu verleihen, die in der ursprünglichen Planung gar nicht vorgesehen waren, weil sie nicht vorauszusehen waren. Dabei kommt es durchaus vor, daß ein Service Pack einen Fehler ausbügelt und dafür einen neuen mitbringt oder eine Funktion ausfällt, weil eine andere, neuere Funktion deren Daten ändert resp. überscheibt.

Für Windows NT gibt es inzwischen fünf Service Packs, wobei die jeweils höhere Version die vorhergehenden beinhaltet. Welches Service Pack installiert ist, kann während des Startvorgangs von Windows NT, in der *Windows NT-Diagnose*, auf der Registrierkarte *Version* und unter dem Menüeintrag *Hilfe-Über* der meisten Verwaltungsprogramme eingesehen werden.

Da es, wenn ein Service Pack neu erschienen ist, durchaus Probleme gegeben hat, wenn eine bestehende Soft-/Hardwarekombination auftauchte, die bei der Entwicklung nicht vorausgeahnt wurde und es so schon zu Bug-Fixes der Service Packs kam, sollte man ein Service Pack frühestens einige Wochen nach dem Erscheinen installieren und in der Zwischenzeit Mailing-Listen und Newsgroups studieren, um von den Erfahrungen anderer Nutzer zu profitieren.

Jedes Service Pack korrigiert nur bereits installierte Software. Wenn nach der Installation wieder Dateien von der originalen Windows NT Version ohne Service Packs installiert werden, muß das Service Pack neu aufgespielt werden. Ob ein Service Pack überhaupt installiert werden muß, hängt davon ab, welche Fehler es ausbügelt bzw. welche neuen Funktionen es mitbringt.

3.1.3 Option Pack

1995 erschien Bill Gates Buch *Der Weg nach vorn*,¹⁴ in dem der Microsoft-Gründer die Zukunft einer vernetzten Gesellschaft beschreibt, ganz ohne das Internet oder seine Dienste wie das World Wide Web zu erwähnen, und in der alle Geräte, vom Portemonnaie bis hin zum Turnschuh miteinander kommunizieren (und wahrscheinlich dachte er dabei daran, daß die Software dafür von Microsoft kommen würde). Doch dadurch, daß er und seine Firma Microsoft so auf sich selbst fokussiert, und sie darüber hinaus damit beschäftigt waren, ihr neues *Windows 95* auf dem Markt zu etablieren, hatten er und seine Mannen den Beginn des längst angebrochenen Internetzeitalters schlicht verschlafen. Doch Microsoft wäre nicht Microsoft, wenn es nicht zu einer außerordentlichen Aufholjagd angesetzt hätte.¹⁵

Damit sie dieses Rennen gewinnen würden, setzte der Softwareriese alle Hebel in

¹⁴BILL GATES: *Der Weg nach vorn*, Hoffmann und Campe, 1995

¹⁵JAMES WALLACE: *Overdrive – Bill Gates and the race to control Cyberspace*, John Wiley & Sons, Inc., 1997

Bewegung (was ihn, nachdem das Rennen 1998 gewonnen schien, vor das US-amerikanische Department of Justice brachte, angeklagt wegen Ausnutzung seiner Quasi-Monopolstellung im Markt der Betriebssysteme, um im Markt des Internetzugangs ebenfalls zu dominieren¹⁶). Denn Microsoft warf einen Browser, den *Internet Explorer* auf den Markt. Und schon kurze Zeit später gab die Firma ein Add-On für ihr *Windows NT Server 3.51* heraus, ihre erste Version eines Webservers, den *Internet Information Server*.

IIS has grown in Internet time. Microsoft cobbled together a quick and dirty IIS1 and released it as an update to *Windows NT Server 3.51*. It wasn't much more than a placeholder, but at least it got the ball rolling. When *Windows NT Server 4.0* was released, it bundled IIS2, a significant upgrade that filled most of the gaping holes and killed most of the bugs in IIS1. Still, the major third-party web server vendors like Netscape and O'Reilly weren't too worried - IIS2 couldn't compete with their feature sets.

When Microsoft shipped IIS3, the third party vendors started to sweat. Microsoft was giving away a product that compared favorably in features and performance with their expensive commercial products. Even worse, Microsoft started to ship free supporting components, like Index Server, that made IIS a complete serverside Internet solution.¹⁷

Inzwischen ist der IIS4 als Teil des sogenannten *Option Pack* erhältlich, welches zum freien Download im Internet bereit steht. Es ist eine ganze Programmsuite, welche aus Windows NT 4 einen beinahe vollständig ausgestaffierten Internet-Server macht (was aber schon vollmundig auf der Packung von Windows NT 4 versprochen wird).¹⁸ Das *Option Pack* ist seit dem ersten Quartal 1998.

Der *Option Pack* besteht aus zehn Unterprogrammen:

- dem *Internet Information Server 4.0*, in dem ein HTTP-, ein FTP-, ein NNTP- und ein SMTP-Server enthalten ist und der dadurch Internet basierende Anwendungen wie Bereitstellung von Hypertexten für das World Wide Web, Datentransfer, Nachrichtenbretter und E-Mail-Dienste ermöglicht
- dem *Index Server 2.0*, welcher die auf dem Server liegenden Inhalte indizieren kann, so daß sie einfach über ein, in eine HTML-Seite eingebundenes Script gesucht werden können, wobei dies nicht nur Inhalte in HTML-Dateien meint, sondern darüber hinaus auch die Suche in sämtlichen Office-Dokumenten auf dem Server ermöglicht, die, einen Browser von Microsoft vorausgesetzt, oder bei einem Nicht-Microsoft-Browser mit einem entsprechenden Plug-In, ebenfalls angezeigt werden können
- dem *Certificate Server 1.0*, einem Tool zum Zertifizieren der angebotenen Inhalte des Servers, so daß ein Surfer sichergehen kann, daß der angezeigte Inhalt

¹⁶vgl. Ziff Davies Verlag (Hrsg.): *Microsoft hat Netscape nicht zerstört*, 04.06.1999, <www.zdnet.de/news/artikel/1999/06/04009-wf.htm> (06.06.1999)

¹⁷CRAIG HUNT, ROBERT BRUCE THOMPSON: *Windows NT TCP/IP Network Administration*, O'Reilly, 1998, S. 278 f.

¹⁸Dabei ist immer noch IIS2 Teil der Standardinstallation.

authentisch ist und er nicht beispielsweise gefälschte Inhalte eines wie auch immer motivierten Fremdanbieters gezeigt bekommt

- dem *Site Server Express 2.0*, einem Analyse-Tool, um die Anzahl von Zugriffen auf die angebotenen Inhalte, die dazu verwendeten Browser, die Menge der angeforderten Bytes aufzuzeichnen und entsprechende Statistiken automatisch zu erstellen
- dem *Transaction Server 2.0*, welcher Serverlaufzeiten und Ressourcen für komponentenbasierte Anwendungen automatisch zuweisen kann
- dem *Message Queue Server 1.0*, welcher es Endanwendungen, wie beispielsweise einem Mail-Programm, ermöglicht, auf asynchronem Wege zu kommunizieren, in dem der MQS als zwischenlagernde ‚Poststelle‘ dient
- den *Data Access Components 1.5*, einzelnen Softwarekomponenten, die sowohl auf Client- wie auf Serverseite Zugriff auf alle Daten innerhalb eines Netzes ermöglichen
- den *FrontPage Server Extensions*, die dazu dienen, mit Microsofts *FrontPage* generierten Intra- und Internetauftritte zu publizieren und zu managen
- den *Internet Connection Services for Remote Access Service*, die es Windows NT 4 ermöglichen, virtuelle private Netzwerke (VPN) zu realisieren, einschließlich erweiterter Ferneinwahlfunktionen für im Außendienst befindliche Mitarbeiter
- und der *MMC*, einem graphischen User-Interface, welches eine einfache Handhabung und Verwaltung der einzelnen Server-Bestandteile durch sogenannte ‚Snap-Ins‘ gewährleisten soll.

Theoretisch stellt hat der IIS4 keine anderen Hardwareanforderungen an den Rechner als Windows NT 4 selbst. Allerdings muß zusätzlicher Festplattenplatz zur Verfügung stehen, der bei Installation aller Komponenten 169 MB beträgt. Praktisch empfiehlt Microsoft einen Pentium 90 mit 64 Megabyte RAM, damit das System mit Antwortzeiten unmittelbar nach einem Mausklick reagiert. Ein tatsächlich schnell arbeitendes System dürfte daher mindestens einen Pentium 200 Prozessor und 256 MB RAM erfordern.

3.2 Installation

3.2.1 Windows NT 4

Zur Vorbereitung der Installation sollte man die gesamte Hardware anhand der HCL überprüfen! Ein Exemplar der HCL liegt dem Produkt Windows NT 4.0 Server bei. Microsoft warnt ausdrücklich davor, daß beim Verwenden von Hardware, die nicht in dieser Liste aufgeführt ist, das System möglicherweise nicht einwandfrei laufen kann.

Das Setup ist menügeführt und erfolgt in aufeinanderfolgenden Fenstern, in denen sich der Anwender für verschiedene Optionen entscheiden kann. Daher sollte der Anwender kein unbedarfter Computernutzer sein, der spätestens dann nicht weiter weiß, wenn er gefragt wird, ob er den IIS2 installieren möchte und wie die IP-Adresse des Rechners lauten soll. Der Computer wird während des Installationsvorgangs mehrfach vom System neu gestartet, da einige Softwarekomponenten Treiber benötigen, die wiederum auf anderen Softwarekomponenten aufsetzen oder manche Hardware erst korrekt funktioniert, wenn sie mit ihren eigenen und nicht mit dem Standardtreiber von Microsoft läuft.

Neben der CD mit Windows NT braucht man für die Installation eine 3,5-Zoll-Diskette mit einer Kapazität von 1,44 MB, um diese als Notfalldiskette zu verwenden, falls das installierte System in Zukunft einmal nicht starten sollte. Die dazu benötigten Dateien werden im Verlauf der Installation auf die Diskette kopiert. Weiter sollte man den CD-Schlüssel (eine 10stellige Zahl auf der CD-Hülle) bereithalten, denn diese wird während des Installationsvorgangs abgefragt. Und zu guter Letzt sollte man sich bereits einen Namen für den Computer, einen Namen für die Arbeitsgruppe, bzw. Domäne¹⁹ und die IP-Adresse²⁰ ausgedacht oder sich diese Angaben beim zuständigen Netzwerkadministrator besorgt haben.

Falls vorher ein anderes Betriebssystem installiert war, so kann dieses auf der Festplatte bleiben. Es kann nach der abgeschlossenen Installation von Windows NT 4 weiter verwendet werden und ist durch ein Startmenü alternativ anwählbar. Windows NT kann auf eine beliebige Partition einer beliebigen Festplatte installiert werden, allerdings müssen einigen Dateien, z. B. *boot.ini*, immer auf der bootfähigen Partition im Root-Verzeichnis abgelegt werden.

Außerdem installiert sich Windows NT 4 immer auf die erste, aktivierte Partition der Festplatte und akzeptiert keinen anderen Ort. Deswegen sollten andere Betriebssysteme nicht nur in anderen Verzeichnissen liegen, sondern am besten auch auf anderen Partitionen.

Da Windows NT 4 unterschiedliche Prozessoren (CISC und RISC basierte) unterstützt, gibt es geringfügige Unterschiede beim Verfahren, das Setup-Programm auszuführen. Auch die Art des Zugriffs auf die Setup-Dateien unterscheidet sich, je nach dem, ob vom Boot-Medium oder über ein Netzwerk installiert wird.

Hat man all diese Faktoren berücksichtigt und sich auf ihre Anforderungen vorbereitet, kann man das System installieren (alle hier beschriebenen Verfahren beziehen sich auf einen ix86-basierten Prozessor und eine Installation von CD-ROM).

Im Lieferumfang sind drei Disketten enthalten, wovon die erste zum Booten des Rechners dient. Wenn das BIOS des Computers das bootfähige El-Torito-CD-ROM-Format unterstützt, werden die Setup-Disketten nicht benötigt und eine Erstinstallation kann direkt von CD ausgeführt werden.

Das Setup beginnt mit einem Begrüßungsfenster und einem Durchsuchen des

¹⁹Der Name kann beliebig gewählt sein, sollte jedoch eine eindeutige Identifizierung des Rechners ermöglichen.

²⁰Dies ist nun nötig, sofern im Netzwerk kein DHCP-Server vorhanden ist.

Computers nach Massenspeichergeräten wie CD-ROM-Laufwerken und SCSI-Adaptern. Alle IDE und ESDI-Laufwerke werden ebenfalls automatisch erkannt. Dann wird der Rechner auf weitere vorhandene Hardware überprüft und anschließend werden die Ergebnisse in einer Liste dargestellt. Dort finden sich zunächst einmal nur die Grundelemente eines Rechners, d.h. Computertyp, Anzeige, Tastatur, Tastaturlayout und Zeigegerät. Stimmen die Angaben, kann man im nächsten Schritt das Verzeichnis auswählen, in das die Windows NT-Dateien installiert werden sollen und unter welchem Dateisystem das geschehen soll. Dabei stehen nur FAT oder NTFS zur Wahl, und da die Systemdateien im Hauptverzeichnis von Laufwerk C: (Datenträger 0) abgelegt werden, sollte daran gedacht werden, daß anschließend kein anderes Betriebssystem anschließend installiert werden kann, wenn die Systemdateien an gleiche Stelle geschrieben würde. Um die Sicherheitsfunktionen von Windows NT 4 zu nutzen, ist NTFS als Dateisystem zwingend erforderlich, wobei dieses jedoch den Einsatz anderer Betriebssysteme auf der gleichen Partition ausschließt, da es ein Standard von Microsoft ist. Die Installationspartition kann zu diesem Zeitpunkt mit NTFS formatiert bzw. eine bestehende FAT-Partition kann umgewandelt werden. Über die Taste F1 steht eine Hilfefunktion zur Verfügung, die die einzelnen Schritte noch einmal näher erklärt. Anschließend werden die Dateien für das System auf die Festplatte überspielt und der Rechner wird neu gestartet. Damit ist der DOS-basierte Teil der Installation abgeschlossen.

Nach dem Neustart wird der nächste Teil des Setup, der sogenannte *Windows NT-Setup-Assistent*, ausgeführt. Während der Ausführung des Setup-Assistenten hat man die Möglichkeit, Fenster mit den Schaltflächen *Zurück* und *Weiter* zu überspringen. So kann man die Informationen noch ändern, die man in den vorangegangenen Fenstern eingetragen hat.

Im Setup stehen vier Installationsarten zur Wahl: *Standard*, *Laptop*, *Minimal* und *Benutzerdefiniert*. Das Standard-Setup stellt die einfachste Möglichkeit dar, Windows NT 4 zu installieren. Hier müssen die wenigsten Fragen beantwortet werden und es werden sämtliche optionalen Komponenten, wie z.B. eine Telefonierwählfürhilfe, mitinstalliert. *Minimal* ist eine Installation ohne optionale Komponenten, *Laptop* ist wie *Minimal*, nur mit den zusätzlichen Komponenten, wie beispielsweise PCMCIA-Unterstützung, die für Laptops sinnvoll sind. Im benutzerdefinierten Setup kann der Benutzer selbst auswählen, welche Komponenten installiert werden sollen und welche nicht.

Im nächsten Schritt müssen die den Computer betreffenden Adressen und Namen eingegeben werden. Das sind neben dem CD-Schlüssel noch der Computernamen, unter dem er im Netzwerk identifiziert werden soll und der Server-Typ. Beim Server-Typ stehen drei verschiedene zur Auswahl: *Primärer Domänen-Controller*, *Sicherungs-Domänen-Controller* und *alleinstehender Server*.

Dann wird ein Standardkonto, das *Administratorkonto*, erstellt, über das die Administratorrechte zur Verwaltung der Gesamtkonfiguration des Computers erteilt werden. Für den Administrator, der später weitere Benutzer im *Benutzermanager* hinzufügen und mit unterschiedlichen Rechten versehen kann, gilt, daß er selbst das Recht besitzt, alle Einstellungen zu verändern. Deswegen ist es selbst für den Ad-

administrator sinnvoll, sich später ein zweites Konto mit eingeschränkten Rechten zu erstellen, um so versehentliche Fehländerungen zu vermeiden.

Zuletzt erscheint ein Fenster, in welchem man die optionalen Komponenten auswählen kann, sofern man sich zuvor für eine benutzerdefinierte Installation entschieden hat. Anschließend beginnt der Netzwerkteil der Installation.

Zunächst ist anzugeben, ob der Computer an ein Netzwerk angeschlossen werden soll. Diese Frage ist zu bejahen, da es nur so möglich ist, zum Dialog zu gelangen, in dem Angaben über die Netzwerkhardware einzutragen sind. Allerdings sollte die Option, den IIS zu installieren, nicht angenommen werden, da es sich hierbei um die Version 2 handelt, was dem Anwender an dieser Stelle jedoch nicht mitgeteilt wird. Im Option Pack ist die aktuellere Version 4 des IIS enthalten.

Windows NT 4 Server erkennt eine Reihe von Netzwerkkarten automatisch, jedoch kann auch einen eigener Typ angegeben werden, falls der Hersteller der Karte einen speziellen Treiber mitgeliefert hat. Im nachfolgenden Menü müssen die für die Karte gültige IRQ-Nummer, Basis-E/A-Anschlußadresse, Speicherpufferadresse und andere Einstellungen eingetragen werden, wobei die Felder schon vom Setup mit den erkannten Werten ausgefüllt wurden. Sie können jedoch geändert werden. Es sollte unbedingt darauf geachtet werden, daß die Angaben korrekt sind, denn bei falschen Angaben kann Windows NT 4 die Netzwerkdienste nicht ausführen und quittiert dies mit ‚blauen Bildschirmen‘ bei späteren Neustarts. Zuletzt sind die Netzwerkprotokolle auszuwählen, mit denen der Rechner später im Netzwerk verbunden wird. Standardmäßig sind TCP/IP, IPX/SPX und NetBEUI aktiviert, weitere können aus einer Liste ausgewählt werden.

Zum Abschluß der Installation wird noch die Zeitzone, das Datum und die Uhrzeit bestimmt für den Ort, an dem der Computer steht. Zuletzt muß der Rechner neu gestartet werden. Fertig.

Um sich nun am System anzumelden, muß man bei Windows NT 4 die Tastenkombination *STRG+ALT+ENTF* drücken, worauf hin ein Fenster aufgeht, in das man seinen Namen und sein Paßwort eintragen kann.²¹

3.2.2 Option Pack

Nachdem Windows NT 4 installiert ist, kann der *Option Pack* aufgespielt werden, der die Software beinhaltet, die für den Server-Vergleich die eigentlich entscheidende ist. Windows NT 4 bringt zwar in seiner Basisausstattung bereits den IIS2 mit, doch ist dieser wirklich nur als ‚basic‘ zu bezeichnen, eben, wie bereits erwähnt, ein früher Versuch von Microsoft nachträglich noch Fuß zu fassen im bereits expandierenden Internet, während die Konkurrenz schon in Marschgeschwindigkeit am davonziehen war.

²¹Alle Schritte finden sich nochmals mit genauer Erklärung und Bildschirmfotos in Microsoft Corporation (Hrsg.): *Grundlegende Funktionen und Installation Microsoft Windows NT Server*, 1995.

Die Installationsreihenfolge der einzelnen Softwarekomponenten mag ein wenig seltsam erscheinen, doch wird sie klar, wenn man, wie in Abschnitt 3.1.2 auf Seite 28 beschrieben, bedenkt, daß Windows NT 4 ein im Grunde genommen bereits ‚angegrautes‘ Produkt ist, welches seit fast drei Jahren unverändert auf dem Markt ist. Damit alles mit allem am Ende noch läuft, muß folgende Reihenfolge eingehalten werden: Erst wird der *Service Pack 3* (oder eine höhere Version) installiert, dann der *Internet Explorer 4.01* und erst danach der *Internet Information Server 4.0*. Und falls man vorher schon den *Proxy-Server 2.0* laufen hatte, so muß man den ganz am Schluß nocheinmal drüber installieren. Diese Reihenfolge hängt mit der Marktfreigabe der einzelnen Softwarekomponenten zusammen, denn der IE4 braucht einige Dateien aus dem SP3, während der IIS4 einige Dateien aus dem IE4 braucht, während der Proxy-Server 2.0 gar keine dieser Dateien braucht, sondern die, die original von ihm installiert wurden, die aber bei der Installation von IE4 und IIS4 überschrieben werden, wobei sich die Frage stellt, wozu einem der IE4 überhaupt zu installieren aufgezwungen wird, da ein Internetserver prinzipiell keinen Browser braucht (obgleich es natürlich von Vorteil ist, ihn zu Überprüfungszwecken installiert zu haben), und wieso Dateien, die von neueren Versionen überspielt werden, nicht so angepaßt sind, daß auch ältere Software noch mit ihnen arbeiten kann.

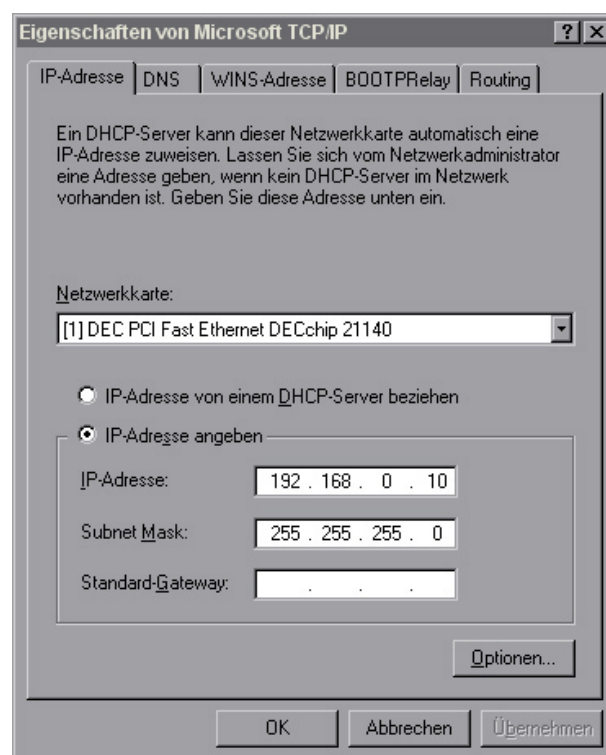


Abbildung 3.1: TCP/IP-Eigenschaften – IP-Adresse

Diese Prozedur klingt komplizierter als die Installation des Betriebssystems, doch sie ist im Gegensatz dazu viel einfacher, da ja bereits alle Hardwareklippen umschiffen wurden, so daß es jetzt prinzipiell nur noch um das Aufspielen von zusätzlichen Funktionen geht. Und da alle Teile aus der Microsoft-Welt stammen, klappt ihr Zusammenspiel, hält man sich an die Reihenfolge, auch erstaunlich problemlos. Aller-

dings dauert der Installationsvorgang recht lange, wobei das nur zum Teil abhängig von der verwendeten Hardware ist, da nach fast jeder Teil-Installation einer Komponente das ganze System neu gebootet werden muß und der Windows NT 4 OS-Loader nicht gerade zu den schnellsten gehört.

Prinzipiell funktioniert die Installation des IIS4 mittels Checkboxes im Browserfenster,²² mit denen man die einzelnen Komponenten auswählen kann, welche man installieren möchte.

Ist der letzte Neustart dann endlich geschafft, kann die eigentliche Konfiguration des Servers beginnen. Zum einen sind da die Einstellungen der Netzwerkkarte (welche dann doch noch einen Neustart erfordert), wenn man die Angaben noch nicht beim Aufspielen des Betriebssystems eingab, und zum anderen die des IIS4 und seiner Komponenten. Im folgenden sind ein paar der Schritte mit Bildschirmfotos näher dokumentiert, die alle zu dem Ziel beitragen, einen laufenden Internetserver einzurichten.

Unter dem Menüpunkt *IP-Adresse* der *Eigenschaften von Microsoft TCP/IP* (Abb. 3.1 auf der vorherigen Seite) muß eine ebensolche Adresse für die betroffene Netzwerkkarte vergeben werden. Sind mehrere Hardwarekomponenten eingebaut, die alle mittels TCP/IP kommunizieren könnten, so kann für jede dieser Komponenten eine eigene IP-Adresse vergeben werden.

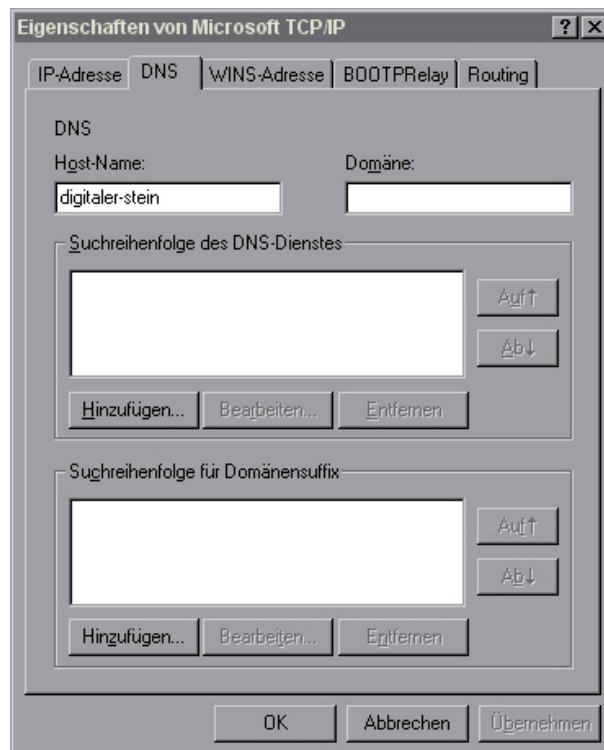


Abbildung 3.2: TCP/IP-Eigenschaften – DNS

²²Hier beantwortet sich die Frage nach der IE4-Notwendigkeit, da Microsoft keine Möglichkeit einräumt, auf anderem Wege den IIS4 zu installieren

Bei *DNS* (Abb. 3.2 auf der vorherigen Seite) wird ein Name für die zuvor vergebene IP-Adresse zugewiesen, unter der der Host später zu finden sein wird. Dies ist noch nicht die Auflösung der IP-Adresse gegenüber eines Domain Server Namens, sondern nur eine Zuordnung eines Namens für dieses System, die der Identifikation als *Resolver* dient, wenn von diesem System eine Anfrage an einen DNS-Server geschickt wird, um die IP-Adresse eines Angebots zu erfahren, damit das antwortende System, der Nameserver, weiß, wohin die Antwort zurückgeschickt werden soll.

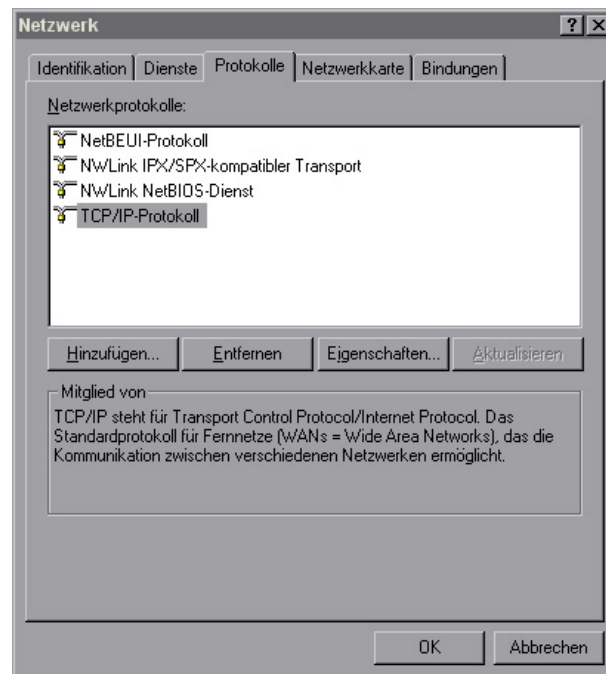


Abbildung 3.3: Netzwerk – Protokolle

Damit die Kommunikation über TCP/IP grundsätzlich funktioniert, muß dieses Datenübertragungsprotokoll natürlich dem Windows NT 4 Server bekannt sein, sprich es muß wissen, daß es das unterstützen soll. Dazu wird unter *Protokolle* (Abb. 3.3) TCP/IP einfach hinzugefügt. Es können dabei mehrere Netzwerkprotokolle vom System unterstützt werden, die alle unterschiedlichen Kommunikationsformen mit verschiedenen Netzwerken dienen. Wie im Bildschirmfoto zu sehen, gibt es zum Beispiel das NetBEUI, welches zur Kommunikation innerhalb von Windows-Netzwerken verwendet wird, während IPX/SPX beispielsweise in der Novell-Welt weit verbreitet ist.

Die eigentliche Konfiguration des Systems als HTTP-, FTP- und SMTP-Server wird in der *MMC* (Abb. 3.4 auf der nächsten Seite) vorgenommen. Sie ist eine Umgebung für verschiedene Konfigurations- und Verwaltungsdienste unter Windows NT, in die mittels sogenannter *Snap-In's* gleichgestaltete Benutzerschnittstellen zur Administration zur Verfügung gestellt werden. Wir sehen hier das Snap-In des *Internet Service Managers* (ISM), wie es nach fertiger Einrichtung der drei Dienste aussieht. Auffällig ist dabei, daß es neben dem FTP- und SMTP-Dienst zwei weitere HTTP-Dienste neben dem eigentlichen *digitaler-stein* gibt. Das liegt daran, daß bei der Installation

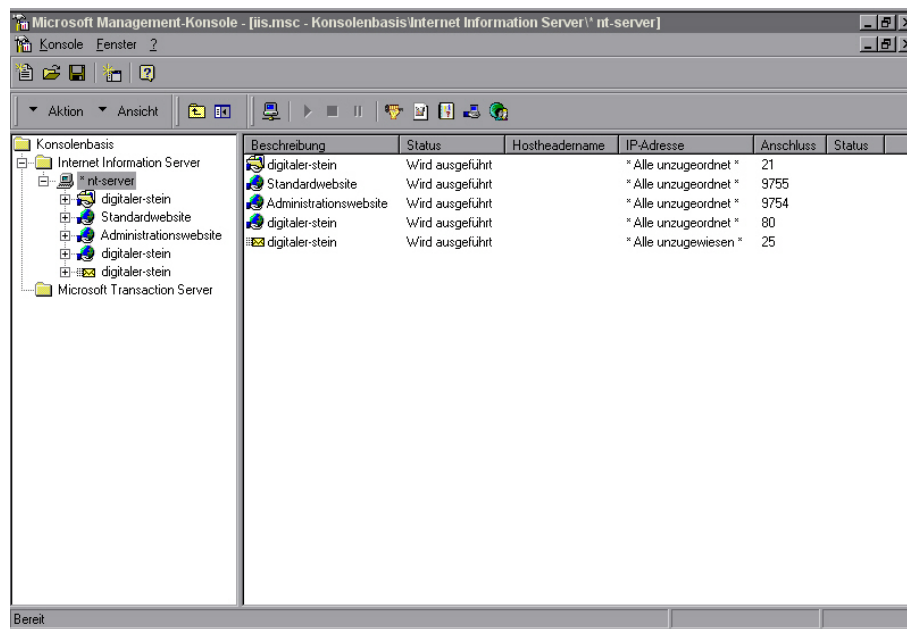


Abbildung 3.4: Microsoft Management Konsole

des IIS4 automatisch eine Standardwebseite und eine Administratorwebseite aufgesetzt wird, wobei auf der Standardwebseite Informationen über das *Option Pack* zu finden sind, während über die Administratorwebseite die Konfiguration der verschiedenen Dienste ebenso möglich ist, wie an dieser Stelle über die *MMC*. Dies ist zum Beispiel für die Fernadministration über einen Browser auf einem anderen Rechner interessant.

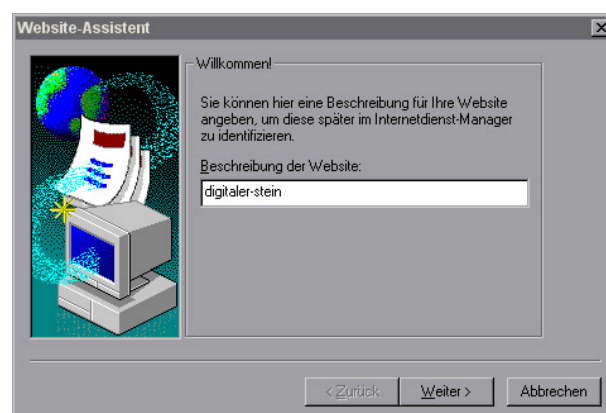


Abbildung 3.5: Webseite Assistent – Schritt 1

Der *Internet Service Manager* erlaubt es, beliebig viele HTTP- und FTP-Dienste hinzuzufügen, jedoch läßt Windows NT 4 nur einen einzigen SMTP-Dienst pro Server zu, der ebenfalls automatisch mitinstalliert wird, aber beliebig bezeichnet werden kann.

Grundsätzlich ist das Hinzufügen einer Webseite eine einfache Abfolge von vier Schritten, bei denen ein sogenannter Assistent zur Seite steht. Der erste Schritt

besteht daraus, einen Namen für den gewünschten HTTP-Dienst einzutragen (Abb. 3.5 auf der vorherigen Seite). Dieser Name hat nichts mit dem Namen zu tun, der später in die Adresszeile des Browsers eingetragen wird, um zur Webseite zu gelangen. Er dient an dieser Stelle bloß dazu, um im IIS4 die Webseite identifizieren zu können, falls mehrere Webseiten parallel laufen.

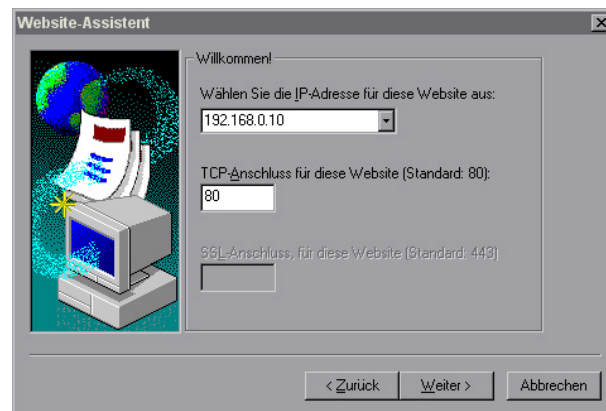


Abbildung 3.6: Webseite Assistent – Schritt 2

Im zweiten Schritt wird eine IP-Adresse, eine Port- und eine SSL-Adresse gewählt, welche der Webseite zugeordnet werden sollen (Abb. 3.6). Je nachdem wieviele IP-Adressen auf dem Server vergeben wurden, können die gewünschten Adressen aus einem Pull-Down-Menü entsprechend auswählen werden. Standardmäßig ist für den HTTP-Dienst die Port-Adresse 80 eingestellt und jeder Browser geht davon aus, daß sich eine Webseite an diesem Port befindet. Wird eine andere Port-Adresse an dieser Stelle gewählt, so muß in der Adresszeile des Browsers die Portadresse zusätzlich zur IP-Adresse (oder bei aktiviertem DNS zusätzlich zum Namen) nach folgendem Muster eingegeben werden: *http://digitaler-stein:9754*.

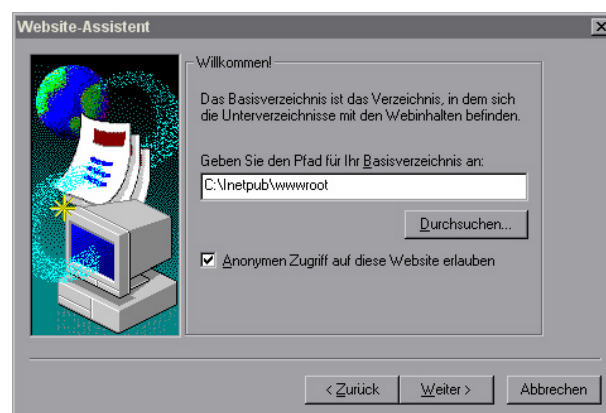


Abbildung 3.7: Webseite Assistent – Schritt 3

In der dritten Eingabemaske wird der Pfad eingegeben, unter welchem die Inhalte der Webseite abgelegt sind (Abb. 3.7). Falls der Pfad nicht bekannt ist, kann auch nach ihm gesucht werden. Dabei kann es sich sowohl um ein Verzeichnis auf dem

lokalen Server handeln, also auf dem gleichen Rechner, auf dem der Server läuft, wie auch um ein Verzeichnis auf einem anderen Computer, welcher beispielsweise per NetBEUI an das Firmennetzwerk angebunden ist. Es ist aber auch möglich, einfach nur eine Umleitung zu einer anderen URL zu wählen.

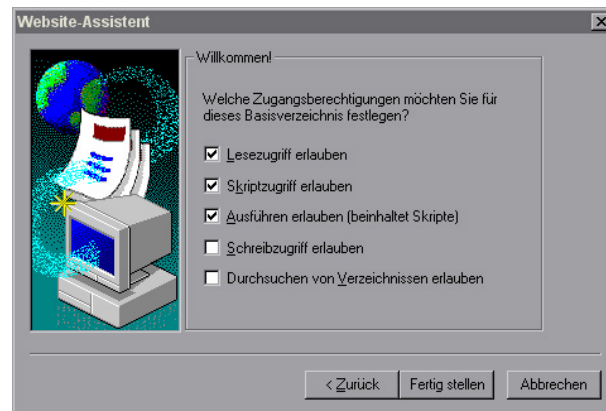


Abbildung 3.8: Webseite Assistent – Schritt 4

Den *anonymen Zugriff* sollte man natürlich nur gewähren, wenn die angebotenen Webseiten für die Allgemeinheit bestimmt sind. Diese Checkbox ist standardmäßig aktiviert. Im späteren Verlauf der Konfiguration sollten dann noch Paßwörter für bestimmte Benutzergruppen eingereicht werden.

Im letzten Schritt wird die der Zugriffsberechtigungen für das gewählte Verzeichnis ausgewählt und Grundsätzliches – Leserechte, Zugriff auf Scripte – sowie Erweitertes – Ausführung von Scripten, Schreibrechte, Directory Browsing – festgelegt (Abb. 3.8).

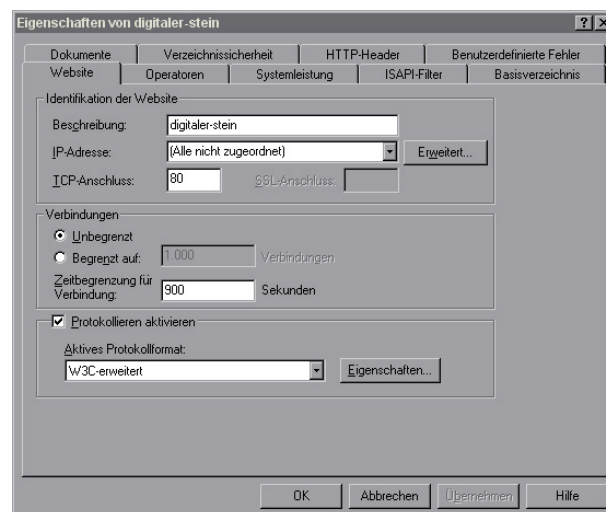


Abbildung 3.9: Eigenschaften digitaler-stein – Webseite

Standardmäßig sind hierbei die ersten beiden Checkboxen aktiviert, wobei es sinnvoll sein kann, auch die dritte und fünfte Checkbox zu aktivieren, da auf modernen

Webseiten oftmals kleine Scripte für die Navigation, als Spielerei oder zur Komforterhöhung beitragen bzw. ältere Browser möglicher Weise die Inhalte moderner Sites nicht richtig darstellen können, so daß wenigstens spezielle Dateien zu öffnen sind, falls die gesamte Seite schon nicht zu öffnen ist (zum Beispiel falls diese Frames enthält).

Alle installierten Dienste können in der *MMC* per alternativer Maustaste angeklickt und durch den Menüpunkt der aufklappenden Graphik deren Eigenschaften ausgewählt werden. Unter den verschiedenen zur Verfügung stehenden Registrierkarten können unter *Webseite* zur Identifikation ein Name, eine spezielle IP- und eine Port-Adresse bearbeitet und oder neu vergeben werden (Abb. 3.9 auf der vorherigen Seite). Unter *Beschreibung* steht abermals nicht der für die DNS-Funktion zuständige Name, sondern diesmal dient er nur zur Identifikation im ISM. Eine IP-Adresse ist nicht zuzuordnen, wenn mehrere IP-Adressen auf dem Server verwaltet werden. Wichtig ist bloß, daß eine Webseite immer eindeutig zu identifizieren ist, was dadurch erreicht wird, daß sie sich in wenigstens einem Merkmal aus drei Merkmalen (IP-Adresse, Port-Adresse, Namen) von eventuell weiteren Webseites unterscheidet.

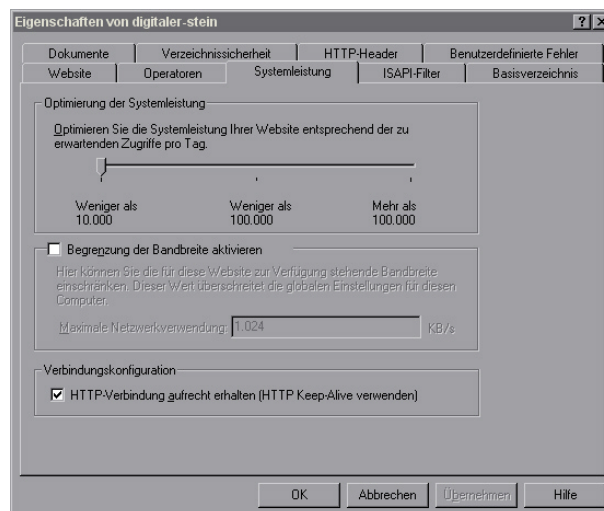


Abbildung 3.10: Eigenschaften digitaler-stein – Systemleistung

Um diverse Einstellungen der Performance zu beeinflussen, dient der *Systemleistungs*-Reiter (Abb. 3.10); um so die etwa erwartete Anzahl von täglichen Hits auf der Webseite einzustellen, dient der Schiebebalken. Microsoft hätte diese Funktion auch als ein Menü mit Check-Boxen gestalten können, da der Schiebebalken nur drei feste Einstellungen ermöglicht und keine Zwischenstufen, wie man annehmen könnte. Die Einstellung auf *weniger als 10.000* reduziert den RAM-Bedarf, doch reduziert er auch die Antwortzeiten des Servers, wenn die Anzahl der Anfragen die 10.000 fast erreicht. Die Einstellung *mehr als 100.000* dagegen beansprucht mehr RAM als tatsächlich benötigt wird und reduziert dadurch die Gesamtperformance des Servers.

Die *Begrenzung der Bandbreite* zu aktivieren, welche als Standardeinstellung deakti-

viert ist, gibt die Möglichkeit, eine Größe der Bandweite in kB/s anzugeben, die maximal zulässig sein soll. Dies macht Sinn, wenn der Server auch noch für andere Aufgaben, eventuell als Web-Server genutzt wird, z.B. als Application-Server in einer Firma und dafür ebenfalls Bandbreite im Netzwerk zur Verfügung stehen muß, die nicht von anderen Diensten genutzt werden soll.

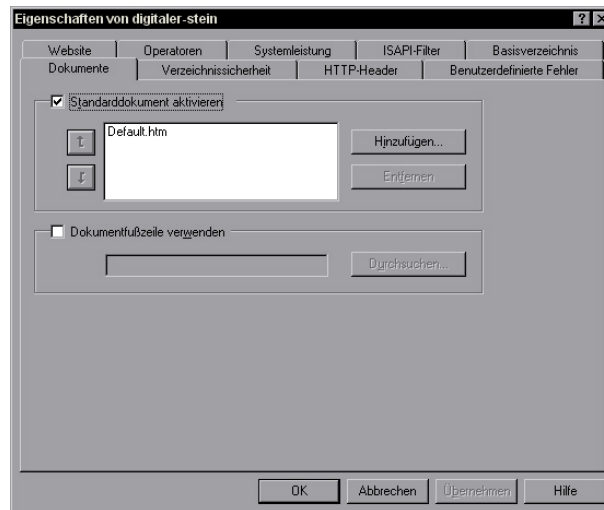


Abbildung 3.11: Eigenschaften digitaler-stein – Dokumente

Unter *Dokumente* wird festgelegt, wie die Dateien einer Webseite heißen, die nach der Eingabe der Internetadresse in die Adresszeile des Browsers automatisch angezeigt werden (Abb. 3.11). Ein Benutzer bekommt also nur dann etwas unter *http://digitaler-stein* zu sehen, wenn sich ‚dahinter‘ eine HTML-Seite verbirgt, die dem HTTP-Dienst des Servers als eine zur Standardanzeige bekannte vorliegt. In diesem Fall ist es die Datei *default.htm*. Würde jetzt für diese Webseite aber z.B. nur die Datei *index.htm* im Verzeichnis liegen, dann würde der Browser entweder eine leere Seite zeigen, eine Fehlermeldung ausgeben, oder, falls das Blättern im Verzeichnis erlaubt ist, den Verzeichnisbaum darstellen, nicht aber die Homepage der eingegebenen Internetadresse.

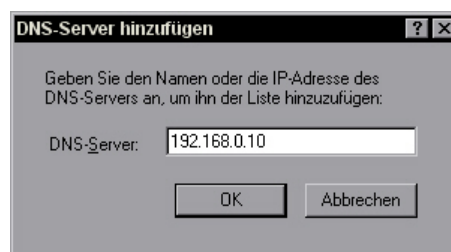


Abbildung 3.12: DNS-Manager – Nameserver

Damit man sich keine IP-Adressen merken muß, kann unter Windows NT 4 im *DNS-Manager* ein Namenseintrag für eine IP-Adresse zugewiesen werden (Abb. 3.12). Das funktioniert nicht ganz so komfortabel, wie mit dem Assistenten für die Einrichtung eines HTTP- oder FTP-Servers in der *MMC*, aber doch

einfach durch einen leichten Zugang zu den zu konfigurierenden Dateien mittels Menüfenster.

Der DNS-Server von Windows NT 4 ist kompatibel mit RFC1033, RFC1034, RFC1035, RFC1101, RFC1123, RFC1183 und RFC1536, ebenso wie mit der populären *Berkeley Internet Name Domain* (BIND) Implementierung des DNS. Somit können Applikationen auf allen Plattformen den DNS-Server von Windows NT 4 zur Namensauflösung verwenden.

Als erstes teilt man dem *DNS-Manager* mit, welcher DNS-Server bzw. welche IP-Adresse überhaupt hinzugefügt werden soll (Abb. 3.13).

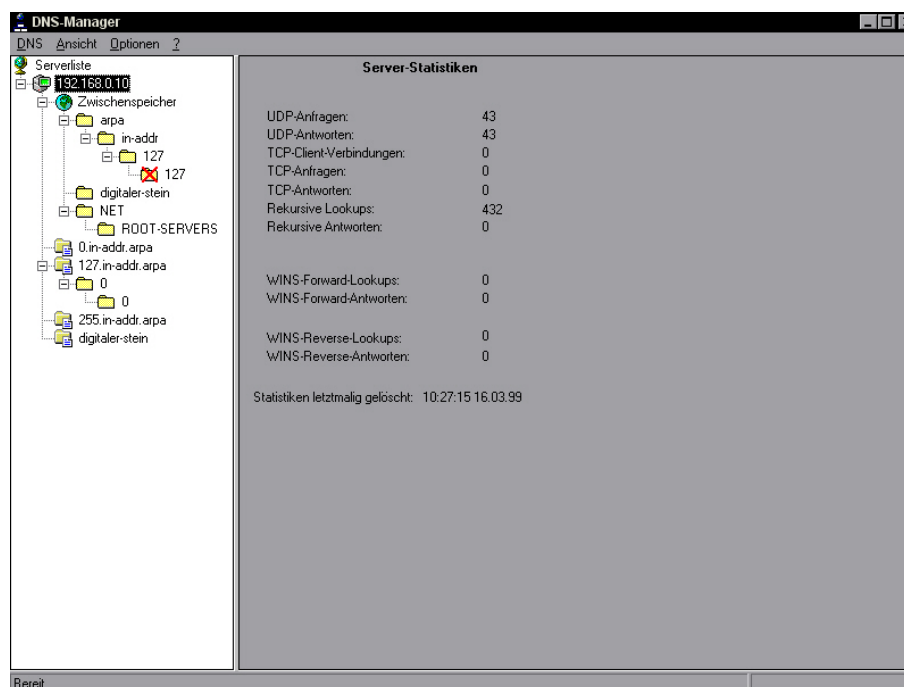


Abbildung 3.13: DNS-Manager – Eintrag anlegen

Danach wird automatisch ein Konfigurations-Baum, der dem Baum-Verzeichnis des Windows-Explorers gleicht, erzeugt. Der wichtigste Eintrag, in diesem Beispiel *digitaler-stein*, fehlt jedoch zunächst. Er wird durch den Befehl *Hinzufügen einer neuen Zone* erzeugt, welcher man durch einen alternativen Mausklick auf den Server aufzurufen geht (Abb. 3.14 auf der nächsten Seite). Dieser Eintrag darf nicht fehlen, denn wird er nicht gemacht, funktioniert das Zuweisen von einer IP-Adresse zu einer namentlichen Internetadresse nicht, auch wenn alle anderen Einträge vorhanden sind, da ohne die Zonendatei der Name-Server nicht weiß, in was er die Anfrage des Resolvers auflösen soll. Schließlich ist die Adresse *http://digitaler-stein* letztendlich eine Zone innerhalb der vom Server verwalteten Netzwerkumgebung, wobei die Zone zugleich die Datei ist, in der diese Informationen gespeichert sind, jeweils für eine Domäne. Real muß also der Zonename ein Domain-Name sein.

Der DNS-Manager kreiert automatisch die Zonendateien für die Zonen, die man erstellt hat. Dabei werden für die verschiedenen Optionen Default-Werte eingetra-

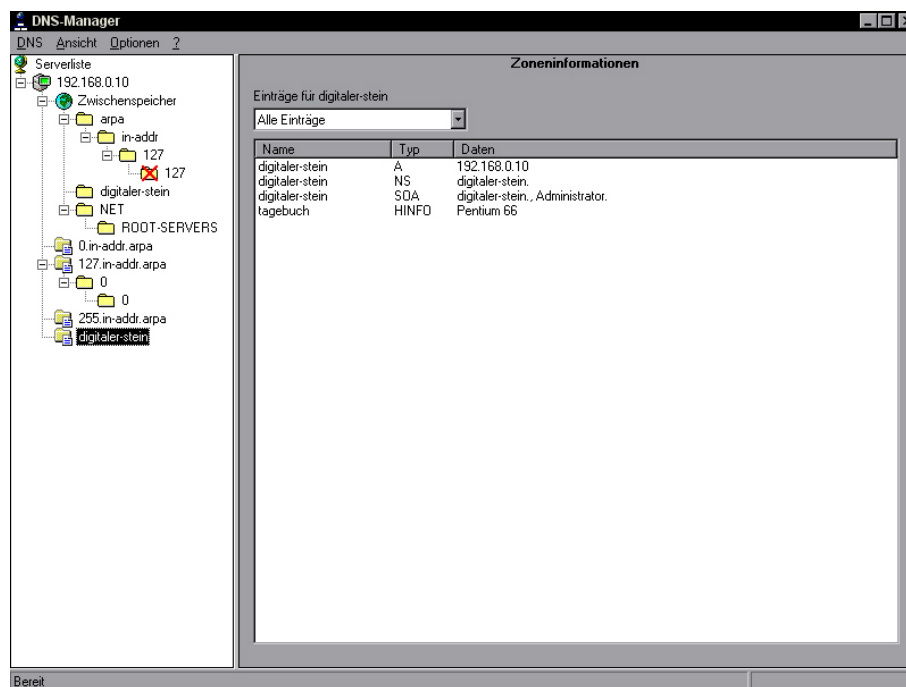


Abbildung 3.14: DNS-Manager – Zone hinzufügen

gen. Um diese bearbeiten zu können, muß man mit der alternativen Maustaste den Zonen-Namen anklicken und *Eigenschaften* aus dem Pop-Up-Menü wählen. Anschließend sind vier Reiter zu sehen: *Allgemein*, *SOA*, *Notify* und *WINS* (Abb. 3.15 auf der nächsten Seite).

Der Reiter für die allgemeinen Einstellungen wird beispielsweise genutzt, um den Namen der Zonendatei zu ändern oder um den Typ des Servers von Primär auf Sekundär zu ändern.

Unter *SOA* (steht für *Start of Authority*) finden sich alle Möglichkeiten zur Einstellung der Parameter für die gesamte Zonendatei. Hier findet sich der Name des primären Name-Servers und die E-Mail-Adresse des zuständigen Administrators, der sogenannten *responsible person* (RP). Die Eintragungen unter *SOA* kontrollieren außerdem das Timing für die Zonentransfers. Ein Zonentransfer ist der Transfer, bei dem ein primärer DNS-Server Daten an einen sekundären DNS-Server schickt.

Die Seriennummer wird jedes Mal um einen Zähler addiert, wenn eine Veränderung an den Daten der Zonendatei vorgenommen wird und bestimmt dadurch, wann automatische Zonentransfers eingeleitet werden. Ein sekundärer DNS-Server speichert die zuletzt erhaltene Seriennummer, welche mit den Daten der Zone verknüpft ist, so daß er zu einem späteren Zeitpunkt die Seriennummer mit der des primären DNS-Servers vergleichen kann und bei einer höheren Nummer auf dem primären DNS-Server sich die aktualisierte Zonendatei herunter lädt.

Das Aktualisierungsintervall gibt einem sekundären DNS-Server vor, wie oft er den primären DNS-Server auf Veränderungen überprüfen soll. Setzt man die Zeit niedrig an, ist für eine stets aktuelle Liste auf beiden Servern gesorgt, jedoch erhöht das

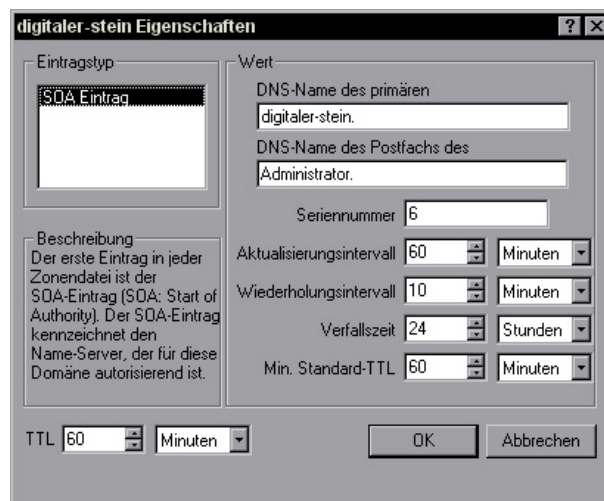


Abbildung 3.15: DNS-Manager – Eigenschaften der Zone

den Traffic im Netzwerk, was dann von Nachteil sein kann, wenn viele sekundäre DNS-Server an einem primären hängen. 60 Minuten gilt als eine sehr lange Zeit zwischen zwei Aktualisierungen.

Das Wiederholungsintervall gibt einem sekundärer DNS-Server vor, wie lange er warten soll, um die Zone-Daten abzurufen, falls dies mal nicht auf Anhieb klappt.

Die Verfallszeit spezifiziert, wie lange ein sekundärer DNS-Server auf die Anfragen von Resolvern antworten soll, falls es für ihn nicht möglich sein sollte, sich mit primären DNS-Server im vorgesehenen Intervall zu verbinden. 24 Stunden sind die vorgegebene Einstellung, doch im Prinzip hängt der einzutragende Wert davon ab, wie schnell die Zonen-Informationen als ‚veraltet‘ gelten. Bei einem reinen Firmennetzwerk ohne Internetverbindung mag sich nicht mal innerhalb eines Tages eine Veränderung ergeben, oder in noch längeren Zeiträumen, während im Internet ein primärer DNS-Server quasi ständig um neue Einträge bereichert wird. Ist die Verfallszeit überschritten, antwortet ein sekundärer DNS-Server nicht mehr auf die Anfragen, weswegen die Zeit nicht so knapp bemessen sein sollte, wie in der 24-stündigen Vorgabe. Wenn z.B. der primäre DNS-Server freitags abends abstürzte, würde der sekundäre DNS-Server seine Namensauflösung Samstag abend einstellen – und das, wenn möglicherweise erst Montag morgen wieder jemand nach dem primären DNS-Server sehen kommt, so daß für über einen Tag ein eventuell größerer Teil eines Netzwerkes nicht erreichbar gewesen wäre.

Die minimale Standard-*Time to Live (TTL)* gibt an, wie lange ein Empfänger von Daten aus der Zone diese zwischenspeichern darf. Die standardmäßig eingetragenen 60 Minuten sind recht kurz, falls die Netzwerkkonfiguration stabil ist. Dann kann man als Wert dort auch mehrere Tage eintragen. Die TTL sollte dabei nicht niedriger sein als das Aktualisierungsintervall.

3.2.3 Client

Sich die Arbeit zu machen, einen Server aufzusetzen, macht nur Sinn, wenn es auch Clients gibt, die die vom Server angebotenen Informationen abrufen. In der Testumgebung des Windows NT 4 Servers war dies ein Rechner unter Microsoft *Windows 98*.



Abbildung 3.16: <http://digitaler-stein>

Die abgeschlossene Installation des Client-Betriebssystems wird an dieser Stelle der Arbeit vorausgesetzt, jedoch sollten einige grundsätzliche Einstellungen kurz aufgezeigt werden, ohne die die Simulation des Abrufs von Informationen aus dem Internet nicht möglich wäre.

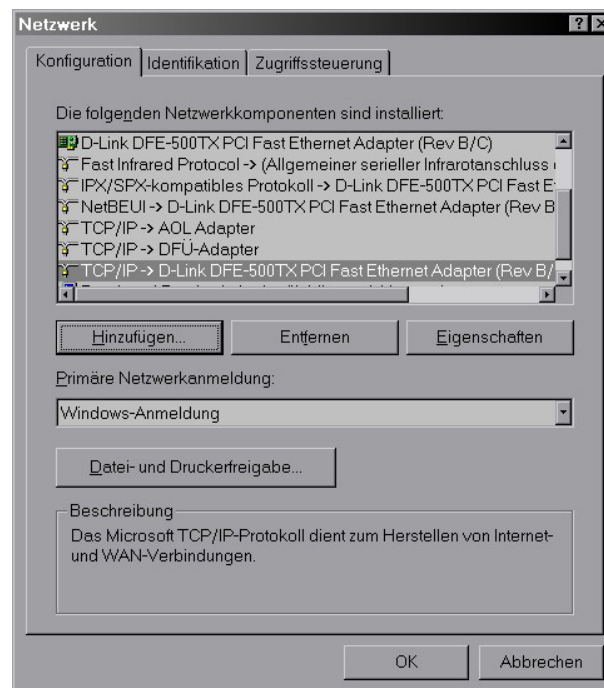


Abbildung 3.17: Netzwerk – Konfiguration

Im Normalfall, wenn ein privater Anwender von Zuhause im Internet surfen will, braucht er unter *Windows 95/98* oder *Windows NT 4 Workstation/Server* nicht viel mehr zu tun, als per DFÜ-Netzwerk eine Verbindung über die Telefonleitung zum nächsten POP aufzubauen. Irgendwelche besonderen Einstellungen in irgendwelchen Netzwerkmenüs sind dafür nicht notwendig. Alles was er braucht, ist ein korrekt eingerichtetes Modem oder ein ISDN-Adapter, eine Zugangsberechtigung und

ein Ziel, welches er ansteuern möchte. Zum Beispiel: *http://www.spiegel.de*. Der angewählte PPP-Kommunikationspartner weist dem Client dann automatisch eine IP-Adresse für diese Session zu, die dynamisch mittels einer Funktion von PPP vergeben wird. Das geschieht zwar für den Anwender verborgen, aber falls er das möchte, kann er jederzeit mit dem Programm *winipcfg.exe* nachschauen, welche IP-Adresse der eigene Rechner bekommen hat.

Damit dieses einfache Surfen auch im Intranet funktioniert, muß auf Client-Seite eine Verbindung zu einem HTTP-Server aufgebaut werden, welcher die Zuordnung von Orten, an denen die Inhalte liegen, und den IP-Adressen, unter denen sie zu finden sind, gespeichert hat. Und weil sich der Durchschnitts-Surfer keine IP-Nummer merken möchte (und bei der Vielzahl von Angeboten wohl auch nicht merken könnte), ist es von Vorteil, wenn man sich stattdessen nur Namen statt Zahlenstränge zu merken braucht. Wer also z.B. *http://digitaler-stein* eingibt, will einfach die entsprechende Homepage angezeigt bekommen (Abb. 3.16 auf der vorherigen Seite).

Um dies zu erreichen, ist in der *Systemsteuerung* unter *Netzwerk* ein Gerät, welches für die TCP/IP-Verbindung zuständig ist, einzurichten (Abb. 3.17 auf der vorherigen Seite). Prinzipiell kann dies ein DFÜ-Adapter (Modem oder ISDN-Adapter) sein, ebenso wie eine Ethernetkarte oder auch ein Infrarot-Adapter. Entscheidend ist hierbei nicht das Gerät selbst, sondern die Bindung der Hardware an ein bestimmtes Protokoll, wodurch es möglich ist, eine bestimmte Hardware an mehrere Protokolle binden zu lassen. Im gegebenen Versuchsaufbau kann so die Netzwerkkarte z.B. gleichzeitig per NetBEUI wie auch per TCP/IP kommunizieren.

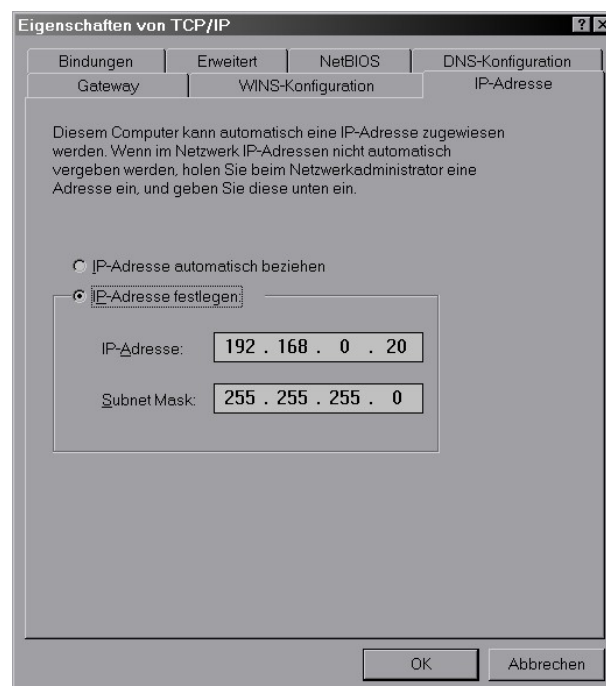


Abbildung 3.18: Eigenschaften von TCP/IP – IP-Adresse

Während bei einer DFÜ-Verbindung zum Internet, beispielsweise über den Ein-

wahlknoten der TU Darmstadt, der anwählende Client automatisch eine IP-Adresse vom Server zugewiesen bekommt, mußte hier dem Rechner manuell eine IP-Adresse geben werden, denn auf dem Windows NT Server wurden keine PPP-Funktionen extra eingerichtet, um nur einen einzigen Client zu bedienen (Abb. 3.18 auf der vorherigen Seite).

Das Zuweisen einer eigenen IP-Adresse ‚per Hand‘ ist schnell gemacht: Das Netzwerkprotokoll für die Netzwerkkarte muß markiert sein. Danach ist auf den Button *Eigenschaften* anzuklicken und es erscheint ein Fenster, in welches die Adresse eingegeben werden kann. Die Adresse *192.168.0.20* und die Subnet Mask *255.255.255.0* wurden wieder aus dem Pool der Adressen für private Netze vergeben.

Damit der Client überhaupt Inhalte finden kann, muß er seine Anfragen an einen Server schicken können, wozu er wiederum überhaupt einen Server kennen muß, der ihm die Anfrage beantworten kann. Die sogenannte Nameserveradresse wird bei der Einwahl per DFÜ-Netzwerk ebenso wie die IP-Adresse automatisch zugewiesen. Im Testaufbau aber muß auch die Adresse des Servers selbst eingetragen werden, und zwar unter der Registrierkarte *Gateway* (Abb. 3.19). Ist dies getan, kann der Anwender nach einem Neustart des Rechners (wie es bei Änderungen einer Systemeinstellung von Windows üblich ist ...) bereits surfen, ganz einfach, in dem er eine ihm bekannte IP-Adresse eintippt. Hier funktioniert natürlich nur *http://192.168.0.10*, denn der Windows NT Server selbst hat nur auf dieser Adresse einen HTTP-Dienst laufen, da er ja nicht mit anderen Gateways verbunden ist, an die er Anfragen weiterreichen könnte.

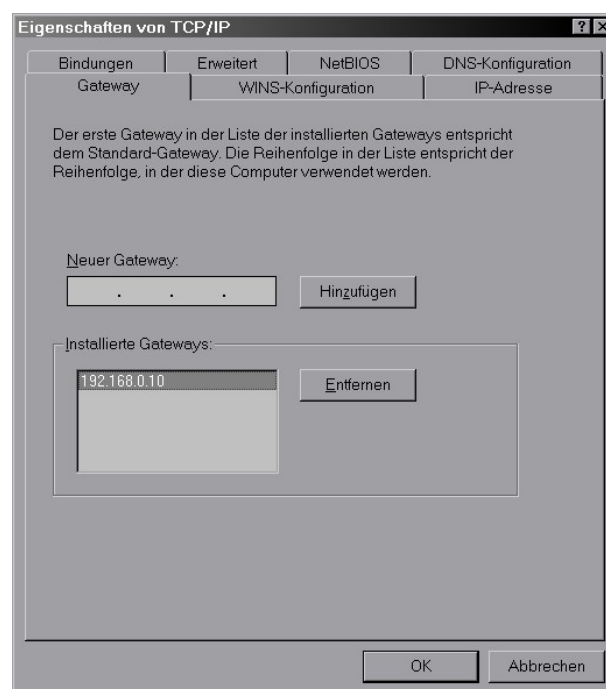


Abbildung 3.19: Eigenschaften von TCP/IP – Gateway

In diesem speziellen Beispiel könnte man erwarten, daß der Anwender des Clients sich noch die eine IP-Adresse merken kann oder sie einfach der Favoritenliste sei-

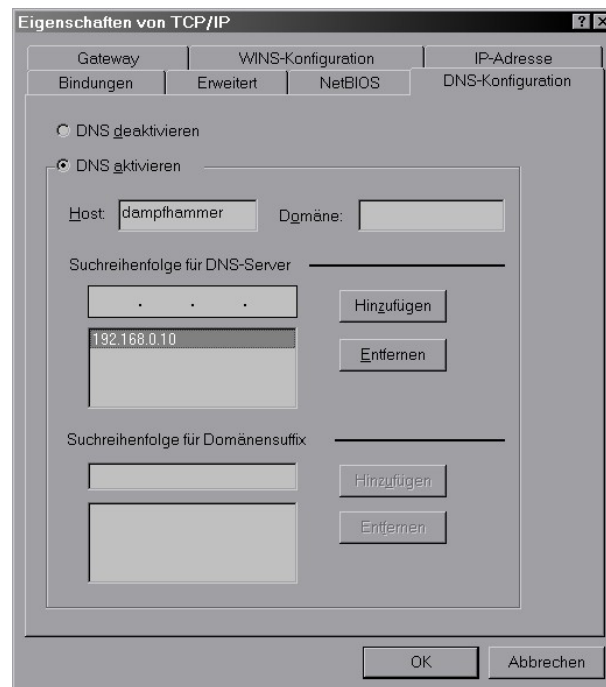


Abbildung 3.20: Eigenschaften von TCP/IP – DNS Konfiguration

nes Browser hinzufügt. Doch würde das bei mehreren Adressen, die selbst in einem Intranet möglich sind, da einer im Windows NT Server steckenden Netzwerkkarte durchaus mehrere IP-Adresse zugewiesen werden können, schnell unübersichtlich oder gar unmerkbar werden. Deshalb kann man unter der Registrierkarte *DNS-Konfiguration* die Adresse eines DNS eintragen, welcher dann die les- und merkbaren Namen der Menschen für die Computer in IP-Adressen übersetzt (Abb. 3.20). Wenn der Anwender also *http://digitaler-stein* in die Adresszeile seines Browsers eingibt, dann sendet der Client diesen Eintrag an den DNS, welcher ihn übersetzt und den Inhalt der zugehörigen IP-Adresse zurück sendet. Damit man keine Fehlermeldung erhält, wenn man DNS aktiviert, muß man einen (beliebigen) Namen für den eigenen Rechner vergeben, hier *dampfhammer*.

Für ein freies, ungestörtes Surfvergnügen genügen diese Einstellungen. Doch wie man sieht, gäbe es noch vier weitere Reiter, in denen man ebenfalls Einstellungen vornehmen könnte. Die einzig interessante von ihnen ist jedoch *WINS-Konfiguration*, unter der man die Auflösung von den in reinen Windows-Netzwerken oft noch üblichen NetBIOS-Namen der einzelnen Rechner in konforme Adressen für TCP/IP aktivieren kann.

Kapitel 4

Das Linux System

We all know Linux is great. It does infinite loops in 5 seconds.¹

4.1 Das Betriebssystem Linux

4.1.1 Was ist Linux?

Als Antwort auf diese Frage ist oft zu hören, daß Linux ein kostenloses UNIX für PCs mit Intel-Prozessor sei. So handlich diese knappe Formulierung auch sein mag, den wirklichen Sachverhalt gibt sie nur ungenügend wieder.

Zunächst einmal ist Linux nicht auf PCs mit Intel-Prozessoren beschränkt. Mittlerweile werden nahezu alle Prozessoren der x86-Familie unterstützt, darunter auch solche der Firmen AMD und Cyrix. Außerdem gibt es Linux-Versionen für Systeme, die auf anderen Prozessoren basieren, z. B. Alpha-PCs, Sparcstations oder Apple Macintosh Computer.²

Ein UNIX ist Linux ebenfalls nicht, jedenfalls darf es sich nicht so nennen, da es nicht vom X/Open Konsortium geprüft und lizenziert wurde. Dennoch ist Linux UNIX nachempfunden und läßt sich durchaus als ‚UNIX-Klon‘ bezeichnen. Doch was ist eigentlich UNIX?

UNIX – damals noch UNICS – wurde ursprünglich von KEN THOMPSON und DENNIS RITCHIE an den Bell Laboratories³ entwickelt. Da es AT&T durch Ver-

¹LINUS TORVALDS anlässlich des *Amsterdam Linux Symposium* über die Überlegenheit von Linux.

²Nähere Informationen zu Systemen, die ‚Linux-tauglich‘ sind, finden sich (als Teil der Linux HOWTOs, s. Abschnitt 6.6.2 auf Seite 162), in MICHAEL K. JOHNSON: *Informationsblatt zu Linux*, Dt. Übers. von ANTJE FABER, KARSTEN HILBERT, v4.13, 10.07.1998, 1. *Einführung in Linux*

³Damals waren die Bell Laboratories eine Forschungseinrichtung von AT&T und Western Electric.

träge mit der US-Regierung nicht gestattet war, UNIX zu vermarkten, wurde der Source Code Universitäten zu einem äußerst günstigen Preis zur Verfügung gestellt.⁴ Nicht zuletzt die ungeheure Verbreitung von UNIX an Universitäten hat dazu geführt, daß es im professionellen Bereich rasch andere Betriebssysteme verdrängte. Dabei handelte es sich bei UNIX nie um *ein* Betriebssystem, vielmehr etablierten sich Implementierungen verschiedener Anbieter mit unterschiedlichen Features und einer alles andere als einheitlichen Bedienung.⁵

1991 begann LINUS TORVALDS, angeregt durch ein kleines UNIX-System namens *Minix*, ein UNIX-System für 386er Prozessoren zu schreiben. Er tat dies ‚from scratch‘, also ohne bereits vorhandenen Code zu verwenden. TORVALDS veröffentlichte die Linux-Version 0.02 in einer Newsgroup⁶ im Internet und stieß damit eine Entwicklung an, die er wohl selbst nie erträumt hätte.

Linux erregte unter den damaligen Internet-Nutzern großes Interesse, und so bildete sich rasch eine unüberschaubar große Gemeinde an Entwicklern, die sich mit dem Projekt Linux befaßte, Programme dafür schrieb resp. von anderen Systemen portierte oder Erweiterungen und Verbesserungen für den *Kernel* entwickelte. Der Kernel ist die unterste Ebene eines Betriebssystems und enthält die grundlegenden Funktionen zur Prozeßsteuerung, Ein- und Ausgabe, Datei- und Speicherverwaltung, und nur er ist strenggenommen das, was mit ‚Linux‘ bezeichnet werden kann.⁷

4.1.2 Welche Software läuft unter Linux?

Bald waren die meisten Programme, die auf herkömmlichen UNIX-Systemen zu finden sind, auch für Linux verfügbar. Häufig handelt es sich dabei um *GNU-Versionen*. Das GNU-Projekt⁸ der *Free Software Foundation*⁹ (FSF) hat zum Ziel, eine komplette Suite von Programmen als *Open Source*¹⁰ zur Verfügung zu stellen. Im Rahmen des Projekts werden einerseits Programme von anderen Plattformen (zumeist UNIX) portiert, andererseits werden aber auch neue Programme entworfen und geschrieben.

GNU-Programme, aber auch der Linux-Kernel sowie die überwiegende Anzahl von Programm-Paketen für Linux, unterliegen dem Lizenzierungsmodell der FSF,

⁴vgl. SEBASTIAN HETZE et al.: *Linux - Anwenderhandbuch und Leitfaden für die Systemverwaltung*, 7. Auflage, Berlin, LunetIX, 1997, S. 16

⁵Ein kurzer, aber guter Überblick über die verschiedenen Entwicklungslinien von UNIX findet sich in EILEEN FRISCH: *UNIX System Administration*, Dt. Übers. von PETER KLICMAN, 1. Auflage, Bonn, O'Reilly, Internat. Thomson-Verl., 1996, S. xii ff.

⁶<news://comp.os.minix>

⁷Inzwischen meint Linux in den meisten Fällen jedoch nicht nur den Kernel, sondern ein Computersystem, mit all seinen Bibliotheken, Programmen und sonstigen Dateien, dessen Betriebssystem ein Linux-Kernel zu Grunde liegt.

⁸<<http://www.gnu.org>> GNU steht übrigens für *GNU's not UNIX*.

⁹<<http://www.fsf.org>>

¹⁰vgl. Anhang I auf Seite 207

der sog. *GNU General Public License (GPL)*. Die GPL weist einige signifikante Unterschiede zur Public-Domain-Licence oder zur Freeware-Licence auf. So wird etwa ausdrücklich das Copyright des Autors geschützt. Um etwaige Unklarheiten bezüglich der GPL zu vermeiden, ist diese als Anhang H auf Seite 200 enthalten.

Nicht zuletzt die in der GPL ausdrücklich vorgesehene Möglichkeit der Änderung des Source Codes eines Programmes führte dazu, daß die Bestandteile eines Linux Systems ständig verbessert und Fehler behoben wurden. Aber es wurde und wird gleichzeitig ständig Neues entwickelt. Dies gilt auch¹¹ und vor allem für Treiber neuer Hardware, die bis jetzt von den diversen Herstellern noch nicht selbst für Linux zur Verfügung gestellt werden.¹²

Derzeit findet sich Software für Linux in großen Maße: Compiler für nahezu alle Programmiersprachen sind vorhanden, ebenso fast die gesamte Bandbreite an TCP/IP-Software. Kaum eine Netzwerkkarte wird von Linux nicht unterstützt, und bei Sound- oder Graphikkarten dauert es zumeist kaum ein halbes Jahr, bis die entsprechenden Treiber zur Verfügung stehen. SCSI-Controller werden in der Regel ebenfalls unterstützt, gleiches gilt für die meisten Bandlaufwerke, Mäuse und Trackballs. Auch die Unterstützung von PCMCIA-Karten funktioniert. Programme und Programmsuiten für Büroanwendungen (Textverarbeitung, Tabellenkalkulation etc.) gibt es, sehr viele naturwissenschaftlichen Anwendungen sind selbstverständlich.

4.1.3 Wie wird Linux vertrieben?

Linux wird im Gegensatz zu den anderen beiden hier behandelten Betriebssystemen nicht kommerziell produziert. Das System und ein überwiegender Teil der Anwendungen sind kostenlos und können aus dem Internet heruntergeladen werden. Einen lauffähigen C-Compiler vorausgesetzt, kann Linux, samt der benötigten Programme direkt aus dem Source Code erzeugt werden.

Üblicherweise dient zur Neuinstallation von Linux aber eine sog. *Distribution*. Die Hersteller solcher Distributionen stellen aus der unüberschaubaren Menge an frei verfügbarer Software für Linux eine Auswahl zusammen und packen diese, samt Kernel und diversen Installationstools auf CD-ROM.¹³ Distributionen unterscheiden sich bezüglich des Installationskomforts, des Softwareumfangs und der Organisation von Dateibaum und Konfigurationsdateien teilweise erheblich, so daß sich in bezug auf die verschiedenen Distributionen vielleicht am ehesten von ‚Linux-Geschmacksrichtungen‘ sprechen läßt. Die bekanntesten Linux-Distributionen sind

¹¹Die prominentesten Entwicklungen der letzten Zeit betreffen die graphische Benutzeroberfläche und heißen *GNOME* (<<http://www.gnome.org>>) und *KDE* (<<http://www.kde.org>>).

¹²zur Geschichte von Linux vgl. MATT WELSH, LAR KAUFMAN: *Linux – Wegweiser zur Installation & Konfiguration*, Dt. Übers. von MATTHIAS K. DALHEIMER, JÖRG REDMER, 2. Auflage, Köln, O'Reilly, 1998, S. 4 ff.

¹³Die meisten Distributionen kosten etwa 50 €. Dieser Betrag wird jedoch nicht für die Software verlangt (diese ist kostenlos), sondern nur für die Zusammenstellung, CD-Produktion und den Vertrieb. Viele Distributionen können jedoch auch kostenlos aus dem Internet heruntergeladen werden.

jene von *Red Hat*, *Caldera* und *Debian* sowie insbesondere hierzulande die deutschsprachigen *SuSE* und *DLD*.

Software für Linux – sofern sie der GPL unterliegt – bedeutet in der Regel Source Code. Dieser wird zunächst einmal compiliert und anschließend installiert und konfiguriert. Das Compilieren des Source Codes hat den Vorteil, daß bestimmte Optionen direkt in Programme ‚hinein compiliert‘ werden können resp. die Möglichkeit vorhanden ist, den Code so zu verändern, daß das spätere Programm auf dem System optimal läuft. Dazu sind in der Regel keine Kenntnisse in Programmiersprachen notwendig.

Viele Programme sind aber auch als vorcompilierte *binary distribution* erhältlich. Das *RPM*-Format (*Red Hat Package Manager*) hat sich hier durchgesetzt. Beim Einspielen von *RPM*-Paketen werden zunächst die Abhängigkeiten geprüft (Sind alle notwendigen Bibliotheken installiert? o. ä.), anschließend werden die Dateien an die richtigen Stellen kopiert, und es erfolgt ein Eintrag in die *RPM*-Datenbank, damit der Benutzer den Überblick über die installierten Pakete behält und diese ggf. leicht wieder deinstallieren kann.

Die Wahl zwischen Source Code und *RPM* ist eine Glaubensfrage. Puristen und Programmierer werden die erste Alternative vorziehen, da sie die größere Kontrolle gestattet und die Source Code-Versionen der meisten Programme aktueller sind. Die Installation via *RPM* ist andererseits wesentlich unkomplizierter (sofern sie erfolgreich verläuft) und fordert vom Anwender nur einen einzigen Befehl (oder Mausklick).

4.2 Die Installation eines Linux Systems

4.2.1 Das Basissystem

Im Folgenden wird die Installation von Linux anhand der Distribution von *SuSE* in der Version 6.0 (Dezember 1998) dargestellt.¹⁴ Die Installation eines Linux Systems mit anderen Distributionen kann – je nach *Setup-Tool* – davon abweichen, die grundlegenden Schritte sind jedoch identisch.

Die Installation des Systems erfolgt in zwei Schritten. Zunächst wird ein ‚*Ur-Linux*‘ gebootet. Während dieses in einer *RAM-Disk* läuft, werden die Festplatten formatiert und für das Dateisystem vorbereitet. Danach werden die ausgewählten Programmpakete installiert. Ist dieser Schritt abgeschlossen, wird der Rechner neu gestartet und bootet nun *Linux* direkt von der Festplatte. Anschließend werden die noch fehlenden Einrichtungen vorgenommen und die Installation des Basissystems wird abgeschlossen.

¹⁴siehe Abschnitt 4.1.3 auf der vorherigen Seite.

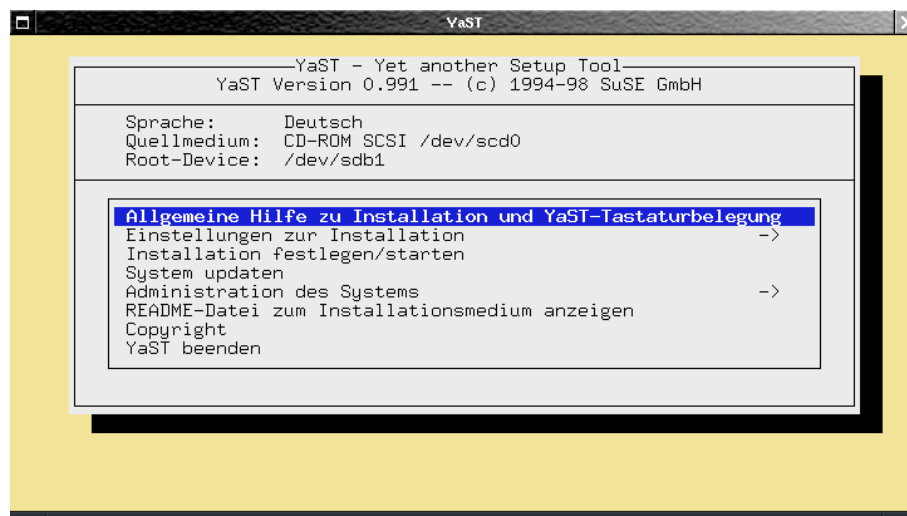


Abbildung 4.1: YaST – Das SuSE Setup Tool

4.2.1.1 Ur-Linux booten

Damit Linux installiert werden kann, muß auf der Festplatte ein entsprechendes Dateisystem vorhanden sein. Im Falle von Linux ist das *ext2*, das *2nd Extended Filesystem*. Um dieses einzurichten, ist ein entsprechendes Partitionierungs- und Formatierprogramm¹⁵ nötig, das unter Linux läuft. Aus diesem Grunde muß zunächst ein Ur-Linux gestartet werden.

Die SuSE-Distribution bietet zum Start des Ur-Linux drei Möglichkeiten: Es kann – bootfähiges CD-ROM-Laufwerk und entsprechendes BIOS vorausgesetzt – direkt von der ersten CD der Distribution gebootet werden. Alternativ liefert SuSE auch eine Boot-Diskette mit, die das Ur-Linux startet. Schließlich bleibt die Möglichkeit, das Ur-Linux aus MS-DOS heraus zu booten.

Damit Linux aus MS-DOS heraus gebootet werden kann, muß der Rechner im *real mode* oder im *virtual 386 mode* laufen. Dies bedeutet, daß die Installation nicht aus Windows 9x heraus gestartet werden kann, sondern zunächst der *MS-DOS Modus* gestartet werden muß oder der Rechner direkt MS-DOS bootet.¹⁶ Weiterhin muß das CD-ROM-Laufwerk sowohl von MS-DOS als auch von Linux unterstützt werden.¹⁷

Nachdem das *setup*-Programm von der CD gestartet wurde, meldet sich kurze Zeit später das Programm *linuxrc*. *linuxrc* bietet neben einigen Auswahlmöglichkeiten zur Kosmetik (Farbbildschirm, Sprache etc.) die Möglichkeit, einen der *Standard-Kernel* zum Starten auszuwählen. Diese Kernel unterstützen eine breite Palette an Hardware und unterscheiden sich bezüglich des aktivierten Controllers. Nach-

¹⁵Dieses heißt analog zum DOS-Partitionierungsprogramm *fdisk*.

¹⁶Verantwortlich dafür ist das Programm *loadlin*, das Linux aus MS-DOS heraus startet und nur in einem der genannten Modi ausgeführt werden kann.

¹⁷Ist dies nicht der Fall, können Teile der ersten Installations-CD auch auf Festplatte kopiert und die Installation so begonnen werden.

dem ein Standard-Kernel gewählt wurde, startet das Ur-Linux. Nun bietet sich die Möglichkeit, weitere *Kernel-Module* zu laden. Diese sind wichtig, damit während der Installation auf bestimmte Ressourcen zurückgeriffen werden kann, wie etwa Netzwerk- oder PCMCIA-Karten. In den meisten Fällen müssen jedoch keine zusätzlichen Module geladen werden. Schließlich kann jetzt auch schon die Entscheidung getroffen werden, wie Linux künftig gestartet werden soll. Einerseits kann dies über *lilo*, den *Linux Loader* erfolgen, der vom *MBR (Master Boot Record)* oder dem Bootsektor der ersten aktivierten Festplatte gestartet wird oder über *loadlin* aus MS-DOS heraus.

4.2.1.2 Festplatten einrichten

Sind alle Angaben gemacht, wird das zentrale Konfigurationstool der SuSE-Distribution gestartet: *YaST (Yet another Setup Tool)*. Nachdem *YaST* mitgeteilt wurde, das Linux neu zu installieren sei, öffnet sich der Dialog zur Einrichtung der Festplatten (Abb. 4.2).

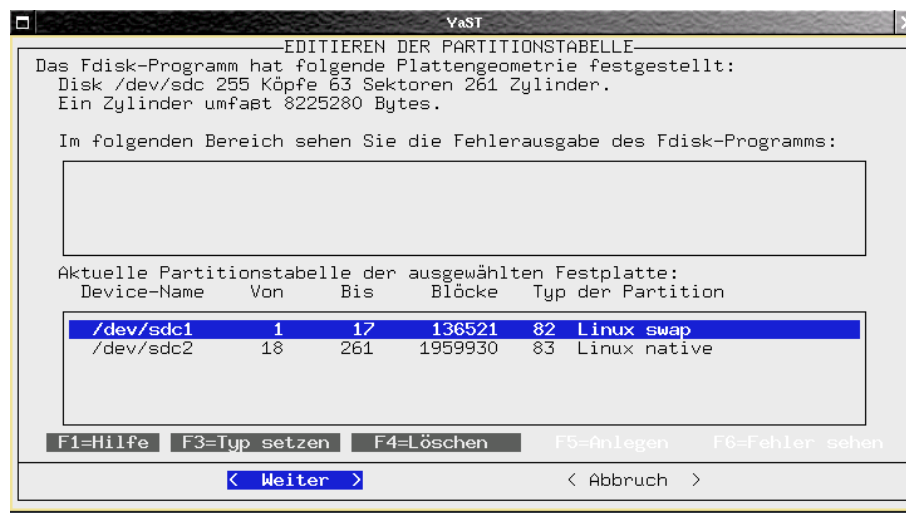


Abbildung 4.2: YaST – Festplatte partitionieren

Hier stellt sich insbesondere für Anfänger die Frage, wie die Platten zu partitionieren sind. Unter Linux werden die einzelnen Partitionen nicht wie unter MS-DOS als einzelne Laufwerke angesprochen, sondern an sog. *mount points* in einen einzigen Dateibaum eingehängt (*gemountet*). Die oberste Ebene dieses Baums (*/*), sowie einige für das Booten notwendige Verzeichnisse befinden sich immer auf der Partition, von der gebootet wird (der *Root-Partition*). Für andere Teile des Dateisystems können eigene Partitionen verwendet werden. Sinnvoll ist dies beispielsweise für die Benutzerdaten in */home*, Daten von Anwendungsprogrammen in */usr*, */opt* und */var* oder für temporäre Dateien in */tmp*, */usr/tmp* oder */var/tmp*.¹⁸ Außerdem können

¹⁸Je nach Distribution sind die Dateisysteme leicht unterschiedlich organisiert. Bei der SuSE-Distribution ist das globale Temporärverzeichnis in */tmp* angesiedelt.

spezielle *Swap-Partitionen* für die Auslagerungsdateien angelegt werden. Für Benutzer mit UNIX-Erfahrung stellt dies nichts Neues dar, Anfänger finden sich dank des in diesem Punkt hervorragenden Handbuchs der SuSE-Distribution schnell zu recht.¹⁹

Wie die optimalste Partitionierung aussieht, hängt von der vorhandenen Hardware, z. B. der Größe der Festplatten oder des RAM und vom Zweck des Servers ab, so daß hier kaum allgemeingültige Empfehlungen gegeben werden können. Zu erwähnen wäre noch, daß Linux derzeit Swap-Partition nur bis 128 MB Maximalgröße zuläßt, was jedoch nicht zu Problemen führt, da bei Bedarf die Einrichtung mehrerer Swap-Partitionen möglich ist.

4.2.1.3 Auswahl der Pakete

Nach dem Anlegen der Partionierungsdaten und dem Formatieren der Partitionen, erscheint die Auswahl der Pakete, die installiert werden können. Einen kleinen Ausschnitt zeigt Abb. 4.3.



Abbildung 4.3: YaST – Paketauswahl

Die Auswahl der benötigten Programme, Bibliotheken, Hilfe-Dateien etc. kann schon einige Zeit in Anspruch nehmen. Glücklicherweise läßt sich alles auch zu einem späteren Zeitpunkt installieren resp. rückstandslos entfernen,²⁰ so daß zunächst auf eine der vorbereiteten Konfigurationen von SuSE zurückgegriffen werden kann

¹⁹vgl. BODO BAUER et al.: *SuSE Linux 6.0 – Installation, Konfiguration und erste Schritte*, 13. Auflage, Nürnberg, SuSE GmbH, 1998, S. 55 ff.

²⁰Die SuSE-Distribution ist vollständig RPM-basiert. Dementsprechend bietet *YaST* ein Frontend für das Programm *rpm*, mit dem sich auch später Pakete der Distribution oder anderen RPM-Pakete installieren lassen. Allerdings kann auch auf andere RPM-Frontends zurückgegriffen werden, etwa *kpackage*, oder *rpm* kann am Prompt ausgeführt werden. Siehe dazu MARC EWING, ERIK TROAN: *rpm(8)*, 19.08.1997.

(*Minimalsystem, Standardsystem, Netzwerksystem* o. ä.). Erwähnt sei hierbei, daß keineswegs von CD installiert werden muß. *YaST* bietet die Möglichkeit, die Installation auch von Festplatte oder per NFS oder FTP durchzuführen.

Sind die Pakete ausgewählt, kann mit der eigentlichen Installation begonnen werden (Abb. 4.4). Diese kann je nach Umfang und Installationsquelle einige Zeit dauern.²¹ In dieser Zeit ließen sich sicherlich schon einige andere Aufgaben mit dem Computer bewältigen, aber – kleiner Schönheitsfehler am Rande – obwohl Linux ein echtes Multitasking Betriebssystem ist, bleibt dem Benutzer bei der Neuinstallation an dieser Stelle nichts anderes übrig, als zu warten.

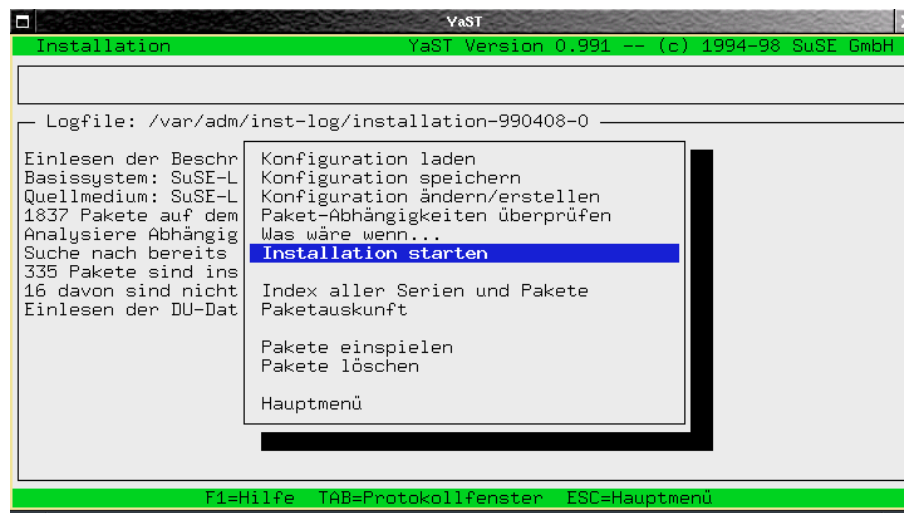


Abbildung 4.4: YaST – Installation der Pakete starten

4.2.1.4 Abschluß der Basisinstallation

Nachdem alle Pakete installiert wurden, muß der Benutzer einen Standard-Kernel angeben, mit dem Linux beim nächsten Start gebootet wird (Dieser richtet sich wieder nach dem vorhandenen Controller.). Dieser Kernel wird installiert, und der Rechner führt einen Reboot durch.

Nun wird Linux bereits von Festplatte gebootet, und der Benutzer wird aufgefordert, ein *root-Paßwort*²² zu vergeben. Jetzt kann der erste Login erfolgen, und die Installation des Basissystems ist fast abgeschlossen. Einige Scripte laufen noch (automatisch) ab und *YaST* wird nochmals gestartet, um zu erfragen, welche Maus verwendet wird, ob das Modem konfiguriert werden soll und einige Dinge mehr, die an dieser Stelle jedoch noch gar nicht so wichtig sind und deshalb übergangen werden können. Endlich erscheint der Prompt und das System läuft.

²¹Die Standard-Installation von einem 6x CD-ROM-Laufwerk dauert ca. eine halbe Stunde.

²²Mit *root* wird in der UNIX-Welt der Superuser bezeichnet, der üblicherweise die Systemadministration übernimmt und dem vom System Sonderrechte eingeräumt werden.

4.2.2 Das X Window System

Die Installation der graphischen Benutzeroberfläche, *X Window System* oder kurz *X* genannt,²³ ist auf einem Webserver nicht nötig. Da jedoch gerade am Anfang viele Dateien geöffnet und gelesen resp. editiert werden müssen, trägt eine Fensterumgebung durchaus zum angenehmeren Arbeiten bei, zumal X schnell installiert und konfiguriert ist. Später kann das X Window System wieder deinstalliert werden.²⁴

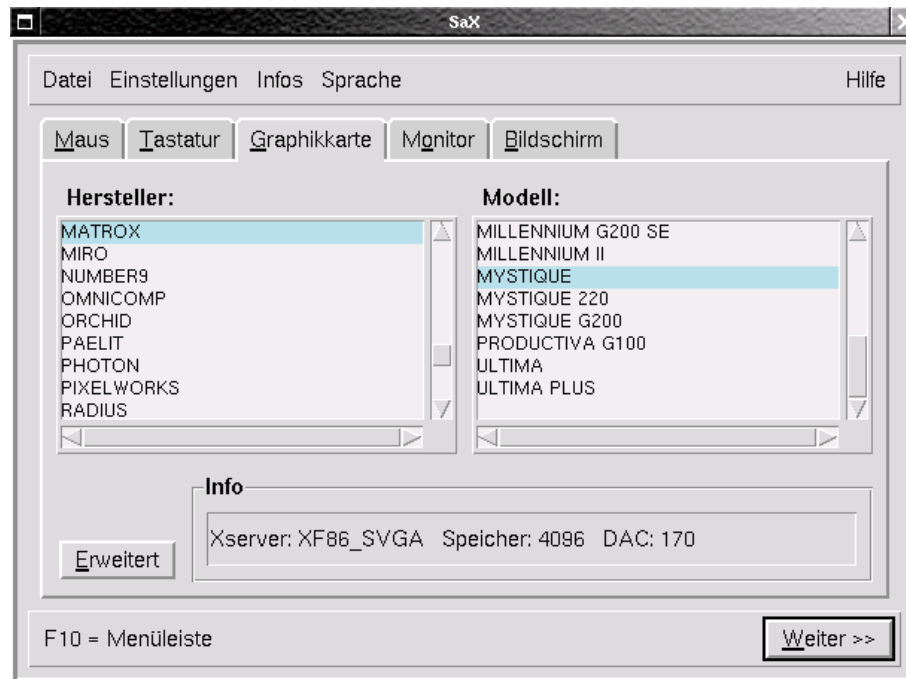


Abbildung 4.5: SuSE Advanced X Configuration Tool (SaX)

4.2.2.1 X-Server installieren

Das X Window System besteht aus Anwendungen für X, sog. *X-Clients* und einem *X-Server*, der die Ein- und Ausgabe über Tastatur, Maus, Bildschirm etc. steuert. Zunächst muß – falls bei der Basisinstallation nicht schon geschehen – ein geeigneter X-Server installiert werden. X-Server-Pakete finden sich reichlich in der Distribution und können (wie alle Pakete der Distribution) mittels *YaST* installiert werden. X-Server sind meist speziell auf einen bestimmten Graphikkarten-Chip abgestimmt.²⁵ Sollte kein spezieller X-Server für die vorliegende Graphikkarte vor-

²³X ist eigentlich mehr als eine ‚graphische Benutzeroberfläche‘. Es handelt sich dabei um eine netzwerkfähige Schnittstelle, die graphische Oberflächen ermöglicht, indem sie über eine ganze Reihe von Protokollen Ein- und Ausgaben entsprechend verarbeitet.

²⁴Grundsätzlich gilt, daß auf einem Server nichts installiert sein sollte, das nicht tatsächlich benötigt wird.

²⁵Welcher Chip das bei der verwendeten Graphikkarte ist, kann deren Handbuch entnommen werden.

handen sein, läuft X in den allermeisten Fällen mit dem *generic SVGA-Server* oder bei älteren Modellen mit dem *generic VGA-Server*.

4.2.2.2 X-Server konfigurieren

Die Konfiguration von X kann mit einem Tool namens *SaX* (*SuSE advanced X Configuration Tool*) vorgenommen werden.²⁶ *SaX* fragt nach der vorhandenen Maus, Typ und Sprache der Tastatur, der Graphikkarte, dem Monitor und der gewünschten Auflösung und Farbtiefe (Abb. 4.5 auf der vorherigen Seite). Diese Angaben sollte auch ein Laie – notfalls unter Rückgriff auf die entsprechenden Hardware-Handbücher – machen können. Anschließend wird zum Test ein X-Server in der gewünschten Konfiguration gestartet und es wird die Möglichkeit geboten, Bildhöhe und -breite anzupassen. Ist die Darstellung befriedigend, wird die Konfiguration gespeichert und *SaX* verlassen. Der X-Server ist nun lauffähig.

4.2.2.3 Window Manager auswählen

Schließlich kann ganz nach Belieben ein *Window Manager* ausgewählt werden.²⁷ Die SuSE-Distribution bietet auch hier reichlich Auswahl vom Klassiker *fvwm* über *icewm* bis zu *WindowMaker* und *KDE*.²⁸ Jetzt kann der X-Server mit *startx* oder auch *init 3* gestartet werden und die X-Session beginnen.

4.2.3 Kernel anpassen

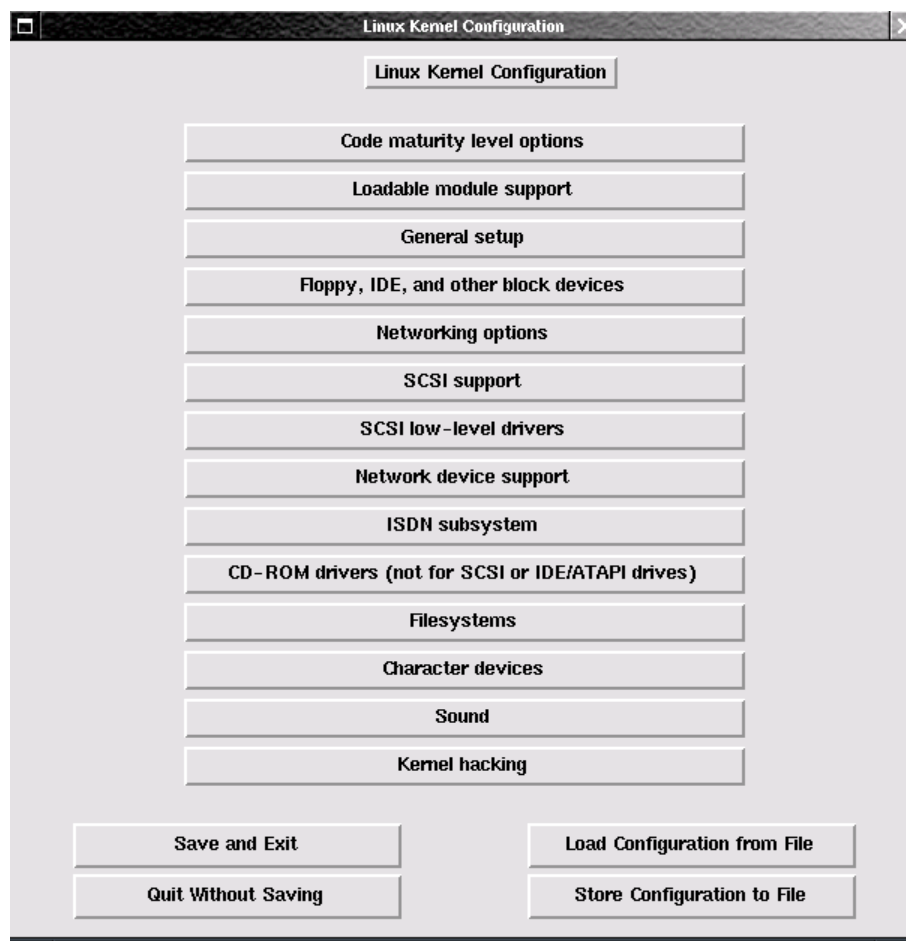
Wie bereits erwähnt, wird bei der Installation von Linux zunächst ein Standard-Kernel verwendet, der eine möglichst breite Palette an Hardware unterstützt. Mit diesem Kernel sollte das System zwar zunächst laufen, es schleppt aber eine ganze Menge an unnötigem Ballast mit sich herum. Außerdem werden einige, für spezielle Anwendungen notwendige Features nicht unterstützt.

Um den Kernel zu optimieren und an die Erfordernisse anzupassen, wird dieser aus den Source Codes neu kompiliert. Auch hier gilt, daß dafür keinerlei Kenntnisse in Programmiersprachen notwendig sind. Im Gegenteil, mit dem Konfigurationstool *xconfig* (Abb. 4.6 auf der nächsten Seite) gestaltet sich die Auswahl der Kernel-Optionen und -Features äußerst einfach. Alle Schritte, die für die Erstellung eines neuen Kernel notwendig sind, finden sich außerdem im SuSE-Handbuch sehr

²⁶ Dieses Tool weigert sich mit manchen Graphikkarten zusammenzuarbeiten. In diesen Fällen stehen die Programme *XF86Setup* und *xf86config* zur Verfügung.

²⁷ *Window Manager* steuern die Darstellung der Fenster, des Desktops und der Kontextmenüs, also all dessen, was nicht vom X-Client gesteuert wird.

²⁸ *KDE* ist eigentlich kein Window Manager, sondern ein *Desktop Environment*, i. e. es stellt mehr Funktionen zur Verfügung und sorgt für ein möglichst einheitliches ‚Look & Feel‘. Nähere Informationen finden sich unter <http://www.kde.org>.

Abbildung 4.6: *xconfig* – Hauptmenü

gut beschrieben.²⁹ Zunächst wird *xconfig* aufgerufen:³⁰

```
poseidon:~ # cd /usr/src/linux
poseidon:/usr/src/linux # make xconfig
```

Nun kann damit begonnen werden, die notwendigen Optionen zu aktivieren. Die entsprechenden Treiber werden später in den Kernel eingebunden. Bei vielen Treibern besteht außerdem die Möglichkeit, sie als Modul zu compilieren. Solche Treiber werden nicht direkt in den Kernel ‚hineincompiliert‘, sondern als einzelnes Modul nur bei Bedarf zur Laufzeit nachgeladen (was den Kernel schlanker macht und die Leistung verbessert).

Zu den meisten Kernel-Optionen sind kurze Hilfetexte verfügbar (Abb. 4.7 auf der nächsten Seite), die Erklärungen über die Art der Option geben, Verweise auf weiterführende Hilfedokumente enthalten und ggf. Empfehlungen aussprechen, was zu tun ist, wenn dem Anwender die Bedeutung einer Option nicht klar ist („If you

²⁹vgl. BODO BAUER et al.: *SuSE Linux 6.0*, a. a. O. S. 307 ff.

³⁰Die folgende Anweisung kann nur unter X erfolgreich durchgeführt werden. Für die Textkonsole lautet der Aufruf *make menuconfig* statt *make xconfig*.

haven't heard about it, you don't need it.“). Ist die Konfiguration beendet und gespeichert, kann der Kernel kompiliert werden:

```
poseidon:/usr/src/linux # make dep clean zImage
```

Dieser Befehl startet die Compilierung, räumt anschließend ein wenig die Festplatte auf und erzeugt schließlich ein komprimiertes Kernel-Image, das zum Booten des Systems verwendet werden kann. Dieser Vorgang kann evtl. einige Zeit in Anspruch nehmen. SuSE gibt hier für schnelle Pentium Pros 4 Minuten, für 386er mit 8 MB RAM einige Stunden an.³¹ Es ist allerdings problemlos möglich, während dieser Zeit auf einem anderen Terminal (oder unter X in einem anderen Fenster) den Computer anderweitig zu nutzen.

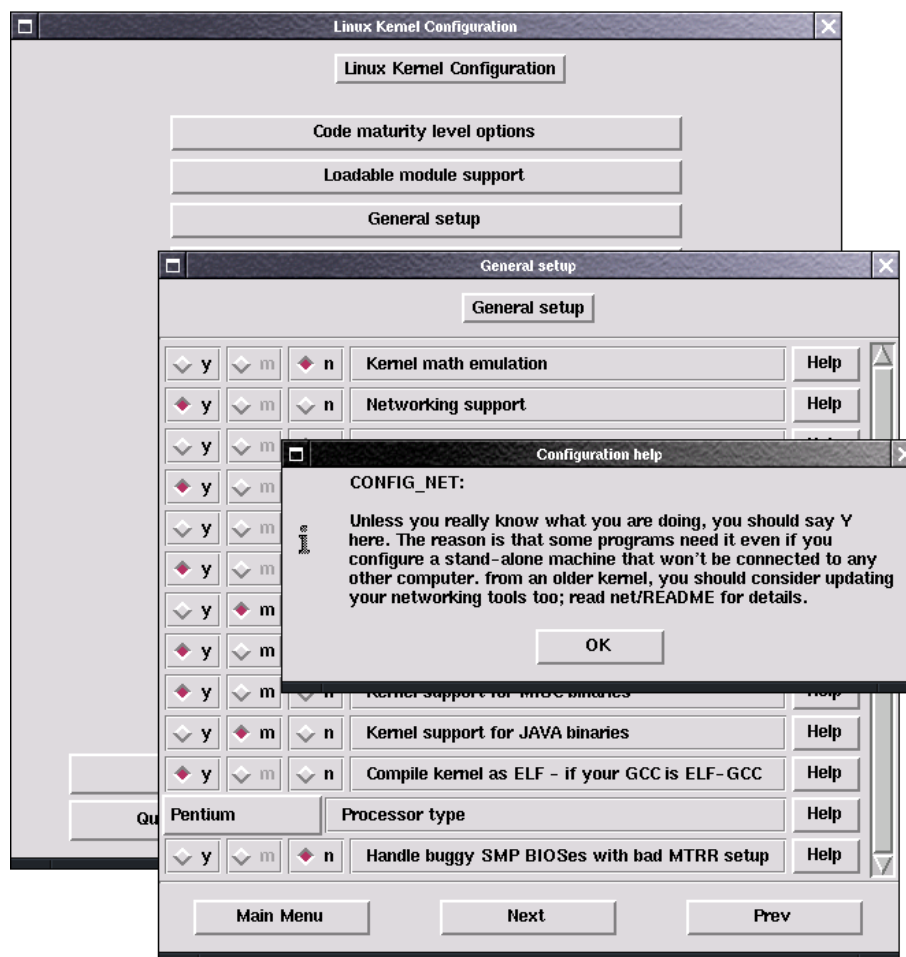


Abbildung 4.7: xconfig – Hilfesystem

Die wichtigsten Kernel-Optionen für den Betrieb eines Servers in einem TCP/IP-Netzwerk seien hier kurz aufgeführt:

- Grundvoraussetzung für Netzwerkanwendungen ist zunächst, daß ganz allgemein Netzwerke unterstützt werden. Dies geschieht durch die Option *Networking support*.

³¹vgl. BODO BAUER et al.: *SuSE Linux 6.0*, a. a. O. S. 338

- Unter *Networking options* werden die Optionen *Network firewalls*, *Network aliasing*, *TCP/IP networking*, *IP: forwarding/gatewaying*, *IP: firewalling*, *IP: firewall packet logging*, *IP: masquerading*, *IP: ipautofw masquerading*, *IP: ICMP masquerading*, *IP: transparent proxy support*, *IP: always defragment*, *IP: accounting*, *IP: aliasing support*, *IP: Drop source routed frames*, *IP Allow large windows* aktiviert. Nicht alle Optionen sind zum Betrieb eines Servers in einem TCP/IP-Netzwerk erforderlich. Die Optionen rund um *firewalling* und *masquerading* werden beispielsweise benötigt, wenn der Server auch als Internet-Router für das LAN dienen soll. Je nach Aufgabe können hier also unterschiedliche Konfigurationen notwendig sein. In der Regel weisen aber die Dokumentationen von Netzerkanwendungen darauf hin, daß eine bestimmte Kernel-Option erforderlich ist.
- Schließlich muß noch der richtige *Network device support* aktiviert werden. Dies kann z. B. die Unterstützung für PCI-Ethernetkarten mit einem bestimmten Chipsatz oder die Unterstützung für *PPP* und *SLIP* sein.
- Externe ISDN Terminal Adapter am Server werden wie ein normales Modem über die serielle Schnittstelle angesprochen. Daher ist eine Aktivierung des ISDN-Subsystems im Kernel nicht notwendig. Soll der Server ISDN über eine ISDN-Karte nutzen, muß dieses Subsystem aktiviert und der entsprechende Kartentreiber eingebunden werden.
- Dient der Server als Fileserver, ist die Einbindung des *Quota support* u. U. sinnvoll.³² Außerdem sollte die Unterstützung für alle Filesysteme, mit denen der Server in Berührung kommt, aktiviert werden. Neben dem Linux-Dateisystem *ext2* kommen hierfür auch *ISO9660*, die diversen *FAT*-Versionen aus der DOS/Windows-Welt, *NFS* u. a. in Frage.
- Soll der Server als Printserver dienen und benutzt er einen Drucker am Parallel-Port, muß auch hierfür die Unterstützung aktiviert werden.
- Je nach Hardware-Ausstattung und Verwendungszweck des Servers sind weitere Optionen anzugeben (z. B. für Controller, Protokolle, CPU etc.)

Die Konfiguration des Kernel sollte in allen notwendigen Punkten gut durchdacht sein und auf jeden Fall nicht erst dann vorgenommen werden, wenn der Server bereits richtig genutzt wird. Das hängt weniger damit zusammen, daß die Systemleistung unter einem schlecht konfigurierten Kernel leidet,³³ sondern daß die Installation eines neuen Kernel zu den wenigen Arbeiten gehört, die einen Reboot zwingend erforderlich machen.³⁴ Außerdem kann ein falsch konfiguriertes Kernel dazu führen, daß das System nicht mehr hochfährt und damit sogar noch etwas länger ausfällt.

³²Sog. *Disk Quotas* gestatten dem Systemverwalter die Einrichtung von Festplattenkontingenten für einzelne Nutzer oder Nutzergruppen. Eine Überschreitung des zugewiesenen Speicherplatzes kann dem Nutzer optional für kurze Zeit gewährt werden.

³³Auf modernen x86-PC stellt das nicht mehr wirklich ein Problem dar.

³⁴Außer bei der Installation eines neuen Kernel, muß ein Linux System eigentlich nur zum Einbau neuer Hardware oder bei Hardware-Defekten neu gestartet werden.

Um der eben genannten Gefahr zu begegnen, empfiehlt es sich, ein Backup des alten Kernel und der Datei */boot/System.map*³⁵ zu machen. Der Kernel findet sich bei Systemen, die mit *lilo* booten, in */boot/* und heißt *vmlinuz*. Bei Systemen, die aus MS-DOS heraus booten, liegt der Kernel im *loadlin*-Verzeichnis einer MS-DOS-Partition (Default: *C:\loadlin*) und heißt *zimage*. Alle notwendigen Arbeiten werden bei *lilo*-Systemen mit Aufruf von *make zlilo* ausgeführt. Die Einstellung eines neuen Kernel auf Systemen, die über *loadlin* booten, wird folgendermaßen durchgeführt:

```
poseidon:/usr/src/linux # cp /boot/System.map /boot/System.2
map.old
poseidon:/usr/src/linux # cp System.map /boot/System.map
poseidon:/usr/src/linux # cp /dosc/loadlin/zimage /dosc/loa2
dlin/zimage.old
poseidon:/usr/src/linux # cp arch/i386/boot/zImage /dosc/lo2
adlin/zimage
poseidon:/usr/src/linux # shutdown -r now
```

Zunächst werden Sicherheitskopien von *System.map* und *zimage* angelegt (Zeile 1 und 3) und anschließend die Originale durch die neu erzeugten Dateien ersetzt (Zeile 2 und 4).³⁶ Um den neuen Kernel zu booten, muß ein Neustart durchgeführt werden (Zeile 5).

4.2.4 Netzwerk-Konfiguration

Bevor die Netzwerk-Konfiguration beginnen kann, sollte sichergestellt werden, daß der Kernel die vorhandene Hardware und die zu verwendenden Protokolle unterstützt. Das ist zwar nicht zwingend erforderlich, aber so kann mangelnde Kernelunterstützung als Ursache von Problemen ausgeschlossen werden.

Zur Konfiguration des Netzwerks muß das Netzwerkgerät (z. B. die Ethernetkarte) einen Gerätenamen bekommen und mit einem entsprechenden Treiber assoziiert werden. Außerdem muß TCP/IP, da dieses prinzipiell unabhängig von der Netzwerkhardware ist, die Netzwerkschnittstelle bekannt gegeben werden. Weiterhin muß für das korrekte Routing³⁷ im Netzwerk gesorgt werden, und die Adreß- und Namensauflösung muß gewährleistet sein.

Für die häufigsten Konfigurationen, kann die gesamte Einrichtung des Netzwerks bei der SuSE-Distribution mit *YaST* erfolgen. Speziallösungen erfordern es jedoch, selbst Hand an die entsprechenden Konfigurationsdateien zu legen. Bei SuSE-Linux bedeutet dies vor allem, daß die Datei */etc/rc.config* editiert werden muß. In dieser

³⁵Diese Datei wird von Kernel-Modulen zum korrekten Aufruf von Kernel-Funktionen benötigt und ist abhängig vom jeweiligen Kernel.

³⁶Das Verzeichnis */dosc* dient in diesem Beispiel als Mount Point (siehe Abschnitt 4.2.1.2 auf Seite 55) für die FAT-Partition, von der MS-DOS gebootet wird. Unter MS-DOS wird diese Partition als Laufwerk *C:* bezeichnet, so daß die Datei *zimage* unter diesem Betriebssystem als *C:\LOADLIN\ZIMAGE* angesprochen werden kann.

³⁷vgl. Abschnitt 1.2 auf Seite 11

„Meta-Konfigurationsdatei“ werden Variablen gesetzt, die von den Startskripten der SuSE-Distribution ausgelesen werden. Außerdem werden aus dieser Datei mittels des Programms *SuSEconfig* diverse andere Konfigurationsdateien generiert.

4.2.4.1 Ethernet von Hand

Hier soll zunächst gezeigt werden, wie die Anbindung des Linux-Rechners an ein Ethernet-Netzwerk von Hand erledigt werden kann. Falls die entsprechenden Konfigurationsdateien von *SuSEconfig* generiert werden sollen, muß dieses Programm nach jedem Editieren von */etc/rc.config* gestartet werden.

```
poseidon:~ # emacs /etc/rc.config
...
poseidon:~ # SuSEconfig
```

Der Aufruf von *SuSEconfig* kann unterbleiben, wenn die Konfigurationsdateien von Hand geändert werden sollen. Allerdings sollte in diesem Fall die Variable *ENABLE_SUSECONFIG* in */etc/rc.config* auf *no* gesetzt werden.³⁸

Als erstes sollte sichergestellt sein, daß für die Netzwerkkarte der richtige Treiber verwendet wird. Ethernetkarten bekommen unter Linux den Gerätenamen *ethn* zugewiesen, wobei *n* für die Nummer der Karte steht. Handelt es sich bei der ersten Netzwerkkarte um eine der weitverbreiteten Ethernetkarten mit Tulip-Chipsatz der Firma DEC, wird folgende Zeile in der Datei */etc/conf.modules* eingefügt:³⁹

```
alias eth0 tulip
```

Nun muß die Karte an TCP/IP bekannt gegeben werden. Dies funktioniert unter Linux (wie unter den meisten UNIX-Systemen) mit dem Befehl *ifconfig* (*Interface Configure*). *ifconfig* ordnet der Schnittstelle eine IP-Adresse zu und setzt Broadcast-Adresse⁴⁰ und Subnetzmaske. Außerdem läßt sich das Gerät über *ifconfig* aktivieren und deaktivieren:⁴¹

```
ifconfig eth0 192.168.0.10 broadcast 192.168.0.255 netmask 2
255.255.255.0 up
```

Damit der obige Befehl nicht jedesmal beim Start des Netzwerks eingegeben werden muß, sollte er automatisch vom Script */sbin/init.d/network* ausgeführt werden. Dieses Script baut die Befehlszeilen für alle Netzwerkgeräte aus Variablen in */etc/rc.config* zusammen. Folgende Einträge sind hier nötig:

³⁸Die Einträge in */etc/rc.config* haben die Form *VARIABLE="wert"*.

³⁹Selbst wenn alles von Hand editieren werden soll, ist jedoch anzuraten, die Angabe des Treibers in *YaST* durchzuführen, um so die u. U. mühsame Suche nach dem korrekten Namen des Treibers zu umgehen.

⁴⁰Die Broadcast-Adresse dient dazu, alle Hosts in einem Netz resp. Subnetz anzusprechen. Bei ihr sind die Hostbits der IP-Adresse auf 1 gesetzt.

⁴¹*ifconfig* kann noch einiges mehr, vgl. dazu PHIL BLUNDELL: *ifconfig(8)*, 04.08.1997 und CRAIG HUNT: *TCP/IP – Netzwerk-Administration*, Dt. Übers. von PETER KLICMAN, 2. Auflage, Köln, O'Reilly, 1998, S. 127 ff.

```

NETCONFIG="_0"
IPADDR_0="192.168.0.10"
NETDEV_0="eth0"
IFCONFIG_0="192.168.0.10 broadcast 192.168.0.255 netmask 255.255.255.0 up"

```

Die Zeile *NETCONFIG* gibt die Anzahl und Nummer der Netzwerkgeräte an (für drei Netzwerkgeräte würde hier *"_0_1_2"* stehen). Zeile 2 setzt die IP-Adresse für das Gerät und aus den Zeilen 3 und 4 generiert */sbin/init.d/network* den *ifconfig*-Befehl.

Als nächstes sollte das Routing konfiguriert werden. Für das Anlegen statischer Routing-Tabellen ist das Script */sbin/init.d/route* zuständig. Es liest dazu die Konfigurationsdatei */etc/route.conf*. Diese wird entsprechend editiert. Die Einträge enthalten jeweils durch Whitespace getrennte Informationen über das Ziel der Route, das Gateway, die Netzmaske und das angeschlossene Gerät. Eine */etc/route.conf* könnte beispielsweise so aussehen:

```

192.168.0.0      0.0.0.0          255.255.255.0   eth0
172.20.27.10    192.168.0.27     255.255.255.255
172.16.0.0      192.168.0.72     255.255.0.0
default        192.168.0.99

```

Hier werden alle Datagramme für das Netz *192.168.0.0* (Netzmaske *255.255.255.0*) über die Schnittstelle *eth0* verschickt. Da sich der Rechner im selben Netz befindet und direkt erreichbar ist, findet sich in der Spalte Gateway ein Dummy-Eintrag (*0.0.0.0*).

Datagramme für den Host *172.20.27.10* werden über das Gateway *192.168.0.72* geroutet. Da es sich hier um einen einzigen Rechner handelt, wird die Netzmaske auf *255.255.255.255* gesetzt. Diesem wie den folgenden Einträgen muß kein Gerät zugeordnet werden, da ein Gateway angegeben ist und dieses immer über eine direkte Verbindung erreicht werden können muß (und für diese Verbindungen wurde in Zeile 1 ein Gerät spezifiziert).

Das Netz *172.16.0.0* (Netzmaske *255.255.0.0*) wird über den Rechner *192.168.0.72* geroutet.

Alle Zieladressen, die nicht vorher erfaßt wurden, werden vom Eintrag *default* übernommen. Dieser setzt die Default-Route auf den Host *192.168.0.99*. Hier kann die Angabe der Netzwerkmaske entsprechend entfallen.

Zur Namens- und Adreßauflösung muß der Rechner zuerst benannt werden. Bei Linux Systemen findet sich der Rechnername (ohne Domain) in der einzeiligen Datei */etc/HOSTNAME*.⁴² Dort wird der entsprechende Name eingetragen. Um Namens- und Adreßauflösung auch ohne Nameserver betreiben zu können, wird die Datei */etc/hosts* editiert. In dieser Datei finden sich durch Whitespace getrennt

⁴²Alternativ kann der Hostname – diesmal mit Domain – auch in */etc/rc.config* unter der Variable *FQHOSTNAME* eingetragen werden, so daß *SuSEconfig* die Datei */etc/HOSTNAME* automatisch erzeugt.

IP-Nummer, Fully Qualified Domain Name und Kurzname jedes Rechners, der auch ohne Nameserverabfrage zu erreichen sein soll:

```
127.0.0.1          localhost
192.168.0.10      poseidon.dieburger52.de   poseidon
192.168.0.30      arthemis.dieburger52.de  arthemis
192.168.0.50      hermes.dieburger52.de    hermes
```

Damit ist die Konfiguration des Netzwerks zunächst einmal abgeschlossen. Nachdem die Netzwerkgeräte initialisiert und die Routing-Tabelle neu angelegt wurden, sollte es möglich sein, die anderen Rechner im Netzwerk zu erreichen. Um das zu überprüfen, werden die entsprechenden Scripte neu gestartet und ein Erreichbarkeitstest mittels *ping* durchgeführt:

```
poseidon:~ # /sbin/init.d/route stop
Shutting down routing                                     done
poseidon:~ # /sbin/init.d/network stop
Broadcast Message from root@poseidon
                (/dev/tty2) at 10:30 ...

Network is going down now!

Shutting down network device eth0                       done
poseidon:~ # /sbin/init.d/network start
Setting up network device eth0                          done
poseidon:~ # /sbin/init.d/route start
Setting up routing (using /etc/route.conf)              done
poseidon:~ # ping hermes.dieburger52.de
PING hermes.dieburger52.de (192.168.0.50): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.0.50: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.2 ms
64 bytes from 192.168.0.50: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.2 ms

--- hermes.dieburger52.de ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 0.2/0.2/0.2 ms
```

4.2.4.2 Ethernet mit *YaST*

Eine einfache Netzwerkkonfiguration, wie sie aus den obigen Beispielen zu erahnen ist, läßt sich durchaus auch mit *YaST* durchführen. Allerdings werden die komfortablen Menüs mit einem Weniger an Transparenz erkaufte. Erfahrene Linuxer werden also die händische Konfiguration vorziehen (zumal sie genauso schnell, wenn nicht schneller vor sich geht, vorausgesetzt, der Administrator weiß, was zu tun ist). Für Anfänger kann *YaST* aber ein wertvolles Hilfsmittel sein, um schnell und einfach eine Anbindung ans Netz zu erhalten.

Nachdem *YaST* gestartet wurde, gestattet *Administration des Systems* → *Hardware im System integrieren* → *Netzwerkkarte konfigurieren* (Abb. 4.8 auf der nächsten Seite) das

Eintragen den Netzwerktyps und die Auswahl des richtigen Treibers über ein Pull-Down-Menü.⁴³



Abbildung 4.8: YaST – Netzwerkkarte konfigurieren

Wie bereits erwähnt, ist die Unterstützung von Netzwerkkarten unter Linux sehr gut, so daß sich in dieser Liste das verwendete Modell oder ein dazu kompatibles finden sollte. Es ist empfehlenswert, diesen Schritt mit Hilfe von *YaST* durchzuführen, auch wenn die sonstige Netzwerkkonfiguration von Hand vorgenommen wird.⁴⁴

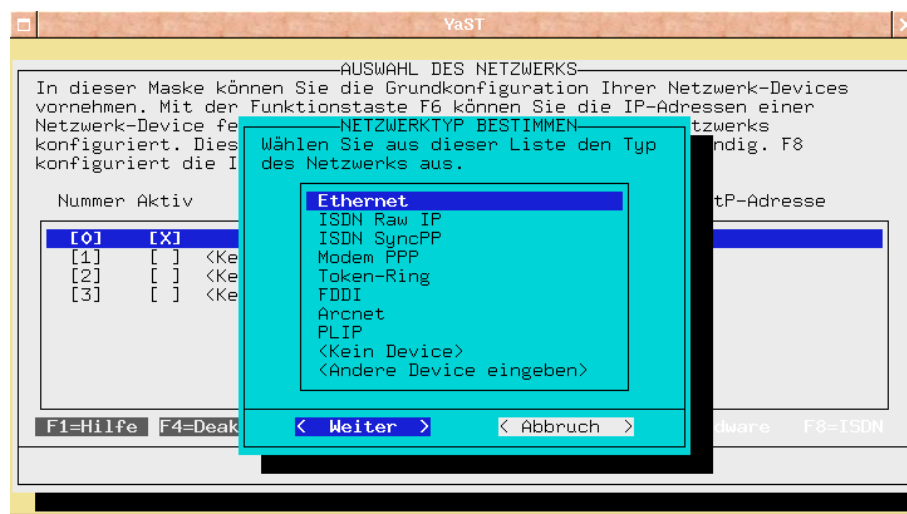


Abbildung 4.9: YaST – Netzwerkgerät auswählen

⁴³Normalerweise genügt für die meisten Netzwerkkarten der Default-Wert, der im Feld *Optionen* angegeben wird. Sollte die Karte damit Probleme haben, bietet die Dokumentation des Treibers genauere Informationen.

Beschreibungen zum Einbinden von Netzwerkkarten finden sich außerdem in PAUL GORTMAKER: *Ethernet HOWTO*, 6 Juli 1998.

⁴⁴siehe Abschnitt 4.2.4.1 auf Seite 64

Nach einem Wechsel in *Administration des Systems* → *Netzwerk konfigurieren* → *Netzwerk Grundkonfiguration* kann im *Device*-Dialog das entsprechende Gerät ausgewählt werden (Abb. 4.9 auf der vorherigen Seite).

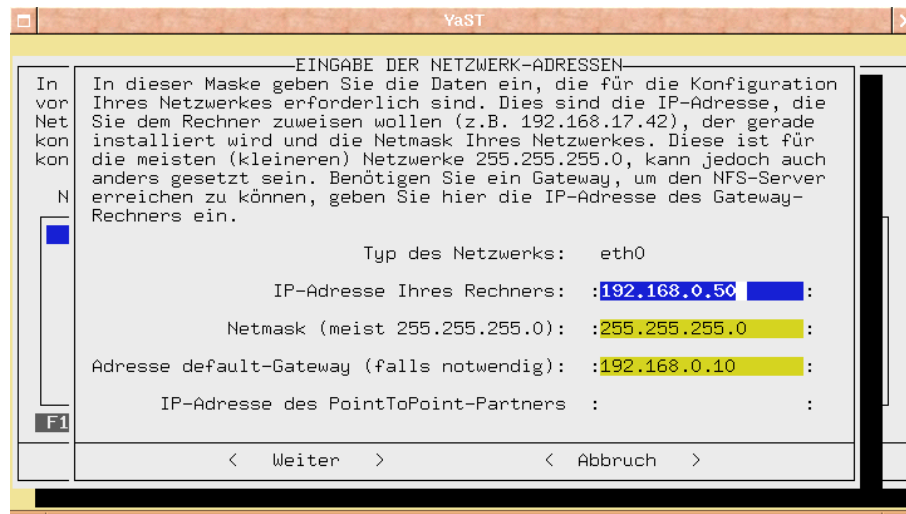


Abbildung 4.10: YaST – IP-Adresse für Netzwerkgerät festlegen

Zurück im Hauptmenü sollte nun der Menüpunkt *IP-Adresse* ausgewählt werden. Im sich öffnenden Dialog kann für die spezifizierte Schnittstelle eine IP-Adresse vergeben und die entsprechende Netzwerkmaske festgelegt werden. Falls notwendig, kann hier auch die IP-Nummer des Default-Gateway eingetragen werden (Abb. 4.10).



Abbildung 4.11: YaST – Netzwerk Grundkonfiguration

Nun ist das Netzwerkgerät vollständig konfiguriert. Damit die Einstellungen auch wirksam werden, muß die entsprechende Schnittstelle per Checkbox aktiviert werden. Ist auch das erledigt, wird die Konfiguration gespeichert, die nun etwa wie in Abb. 4.11 dargestellt aussehen sollte.

Um den Rechnernamen zu ändern, wird *Administration des Systems* → *Netzwerk konfigurieren* → *Rechnernamen ändern* gewählt und hier können Name und Domain eingetragen werden. Danach wird *YaST* beendet, wobei zuvor automatisch *SuSEconfig* gestartet wird. Nun müssen, genau wie zuvor beschrieben, die Scripte */sbin/init.d/network* und */sbin/init.d/route* ausgeführt werden, und die Konfiguration ist abgeschlossen.⁴⁵

4.2.5 Serverdienste installieren und anpassen

4.2.5.1 Der ‚Internet Super-Server‘: *inetd* (BSD 4.3)

Damit ein Server Anfragen beantworten kann, muß ein Prozeß – üblicherweise ein Dämon⁴⁶ – laufen, der nach solchen Anfragen Ausschau hält. Da der Einsatz vieler Dämonen das System unnötig belastet, wurde in Berkeley der *inetd* entwickelt, der als ‚Internet Super-Server‘ dient. Dieser Dämon achtet auf Service-Anfragen für verschiedene Dienste und startet im Falle einer solchen den dazugehörigen Dämon.

Die SuSE-Distribution liefert den *inetd* als Teil des *BSD Netkit 0.09*. Der *inetd* kann prinzipiell alle Dienste der TCP/IP-Anwendungsschicht überwachen und starten. Bei einigen Diensten, etwa HTTP oder SSH ist dies aber u. U. nicht wünschenswert.⁴⁷ Normalerweise wird das BSD Netkit bei der Erstinstallation eingerichtet, und der *inetd* wird ab diesem Zeitpunkt automatisch gestartet (es sei denn, das entsprechende Paket wird nicht installiert oder den Start via Konfigurationsdatei abschaltet, siehe Abschnitt 6.1.2.1).

Die Konfiguration des *inetd* erfolgt über die Datei */etc/inetd.conf*. Zeilenweise werden hier die Dienste, die *inetd* verwaltet, aufgeführt (hier am Beispiel Telnet):

```
telnet  stream  tcp  nowait  root  /usr/sbin/tcpd  in2
.telnetd
```

Nach dem Namen des Dienstes folgen Angaben über den Socket-Typ, das Protokoll, Optionen, den Benutzer, unter dessen User ID der Dämon gestartet werden soll und schließlich der zu startende Dämon und die Argumente, die diesem beim Start

⁴⁵Die Konfiguration mit *YaST* und stellenweise auch die manuelle Konfiguration sind sehr gut im SuSE-Handbuch beschrieben, vgl. BODO BAUER et al.: *SuSE Linux 6.0*, a. a. O. S. 133 ff.

Die Netzwerkkonfiguration beschreibt TERRY DAWSON: *NET-3 HOWTO*, August 1998.

Viele weitere Dokumentationen können bei der Einrichtung des Netzwerks hilfreich sein. Einen Überblick bietet DANIEL LÓPEZ RIDRUEJO: *Networking Overview HOWTO*, 10. Juli 1998.

⁴⁶Dämonen sind Programme, die im Hintergrund laufen und ihre Arbeit ohne Interaktion mit dem Benutzer erledigen. Da sie meist beim Booten automatisch gestartet werden, bleiben sie für den Anwender ‚unsichtbar‘, daher ihr Name.

⁴⁷Der *inetd* verursacht notgedrungen eine kurze Verzögerung der Antwort, die bei Diensten die sowieso ständig angefordert werden, die Vorteile des Super-Servers aufheben. Der SSH-Dämon hingegen generiert bei jedem Aufruf einen *Host-Key*, der vom Anfragenden SSH-Client als existent vorausgesetzt wird. Dadurch kann es zusammen mit dem *inetd* zu Problemen kommen.

übergeben werden sollen.⁴⁸

In der Version von */etc/inetd.conf*, die mit dem Netkit installiert wird, finden sich bereits Einträge für die meisten Dienste, für die der *inetd* in Frage kommt. Normalerweise beschränkt sich das Editieren der Konfigurationsdatei auf das Auskommentieren (= sperren) von Diensten resp. auf das Löschen des Kommentarzeichens vor der Zeile mit einem gewünschten Dienst. Hat sich die Konfiguration geändert, wird der *inetd*-Prozeß durch ein *HUP*-Signal angewiesen, seine Konfiguration neu einzulesen.⁴⁹ Die Arbeit des Servers wird dadurch nicht beeinträchtigt:

```
poseidon:~ # ps x | grep inetd
 3792 ? S    0:00 /usr/sbin/inetd
poseidon:~ # kill -HUP 3792
```

Soll der Server später über das Internet zu erreichen sein, sollte *inetd* so wenige Dienste wie möglich verwalten (bei einem reinen Webserver kann der Super-Server auch gänzlich abgeschaltet werden). Sicherheitslücken können insbesondere durch die Dienste Finger, Telnet, Netstat und die sog. r-Dienste entstehen. Diese sollten in */etc/inetd.conf* auskommentiert sein.

4.2.5.2 Der Domain Name Service: *BIND 4.9.7-35*

Die Einrichtung und Verwaltung eines Nameservers ist für kleine Netzwerke mit 2 bis 3 Rechnern nicht unbedingt notwendig. Die Namens- und Adreßauflösung kann dort über *hosts*-Dateien erfolgen.⁵⁰ Sobald das Netz jedoch größer wird und es mehr IP-Adressen zu verwalten gilt, sind die Dienste eines Nameservers ohne Zweifel äußerst nützlich und stellen eine immense Arbeitserleichterung dar. Server, die über das Internet erreichbar sein sollen, müssen ohnehin in einem Nameserver eingetragen sein, wengleich dieser nicht auf dem eigentlichen Server laufen muß.

Die SuSE-Distribution liefert den weitverbreiteten *BIND*, den *Berkeley Internet Name Domain (Server)*, in den Versionen 4.9.7-35 und 8.1.2-22 mit. Die derzeit noch stärker verbreitete Version 4.9, die hier beschrieben werden soll, unterscheidet sich von Version 8 durch das Format der Konfigurationsdateien. Wenn im Folgenden von *BIND* gesprochen wird, ist immer die Version 4.9 gemeint.

Das Aufsetzen eines Nameservers unter Linux ist schnell und einfach über das Editieren einiger Konfigurationsdateien zu erledigen, vorausgesetzt die Syntax von

⁴⁸Genaugenommen wird in diesem Fall von *inetd* nicht der Telnet-Dämon gestartet, sondern der TCP-Wrapper *tcpd*. Dieses Programm implementiert Sicherheitsmechanismen (Logging, Authentifizierung o. ä.) und startet seinerseits den gewünschten Server, der diese Mechanismen selbst nicht bietet. Siehe dazu auch WIETSE VENEMA: *tcpd(8)*.

⁴⁹Signale können die Arbeit laufender Prozesse beeinflussen. Bekanntes Beispiel ist das Signal *INT* (*interrupt*), das auf vielen Computersystemen mit der Tastenkombination *CRTL-C* an den derzeitigen Vordergrundprozeß geschickt werden kann. Das Signal *HUP* (*hangup*) wird von Programmen unterschiedlich interpretiert. Die meisten Dämonen können damit angewiesen werden, ihre Konfiguration erneut einzulesen.

⁵⁰vgl. Abschnitt 4.2.4.1, Seite 64.

BIND ist vertraut. Ist dies nicht der Fall, kann die Einrichtung des Nameservers einige Zeit in Anspruch nehmen. Als Belohnung erhält der Administrator aber einen Nameserver, der allen Anforderungen gewachsen und leicht zu verwalten ist. Anfängern sei in jedem Fall eine gründliche Lektüre der Dokumentation empfohlen, die dem BIND-Paket beiliegt (bei der SuSE-Distribution findet sich diese in */usr/doc/packages/bind/*).⁵¹

Der Resolver, der Teil des DNS-Systems, der die Abfragen absetzt, ist unter Linux in Form einer Standard-C-Bibliothek realisiert, auf die von den verschiedensten Programmen zugegriffen werden kann. Es ist also für Nameserverabfragen nicht notwendig, ein eigenes Programm zu starten. Die Resolver-Bibliothek bezieht Informationen aus den beiden Dateien *host.conf* und *resolv.conf*, die sich im Verzeichnis */etc* befinden.

/etc/host.conf listet pro Zeile einen Befehl, bei dem die Argumente durch Whitespace getrennt werden:

```
order    bind hosts
multi   on
```

Im obigen Beispiel wird der Resolver mit dem Befehl *order* angewiesen, für Anfragen zunächst den Nameserver (*bind*) und anschließend */etc/hosts* zu befragen. Die zweite Zeile erlaubt mehrere Adressen für einen einzigen Host in */etc/hosts*.⁵²

In */etc/resolv.conf* wird der Nameserver für Abfragen angegeben und bei Bedarf eine Default-Domain gesetzt:

```
domain    dieburger52.de
nameserver 192.168.0.10
```

Die Default-Domain wird bei erfolglosen Abfragen an den zu erfragenden Namen angehängt, worauf eine erneute Abfrage erfolgt. Damit ist der Host *hermes.dieburger52.de* auch unter dem Namen *hermes* erreichbar. Wird das Schlüsselwort *domain* durch *search* ersetzt, kann eine Liste von durch Whitespaces getrennten Default-Domains angegeben werden, die dann der Reihe nach durchprobiert werden.

Hinter dem Schlüsselwort *nameserver* steht die IP-Adresse des zu befragenden Nameservers. Dieser Befehl kann max. dreimal in */etc/resolv.conf* auftauchen und bietet so die Möglichkeit, Ersatz für nicht verfügbare Nameserver anzugeben.

⁵¹Gute Anleitungen zum Aufsetzen eines Nameservers finden sich in OLAF KIRCH: *Linux – Wegweiser für Netzwerker*, Dt. Übers. von OLAF KIRCH & PETER KLICMAN, 1. Auflage, Bonn, O'Reilly/International Thomson Verlag, 1996, S. 85 ff. (Dieses Buch liegt der SuSE-Distribution auch in Form von Postscript-Dateien bei.)

Etwas ausführlicher wird das Thema in CRAIG HUNT: *TCP/IP - Netzwerk-Administration*, a. a. O. S. 207 ff. und S. 511 ff. behandelt.

Wer das letzte aus BIND herausholen will, sollte zu PAUL ALBITZ, CRICKET LIU: *DNS and BIND*, 3. Auflage, Sebastopol, O'Reilly & Associates, 1998 greifen.

⁵²In */etc/host.conf* können noch weitere Befehle stehen, vgl. BODO BAUER et al.: *SuSE Linux 6.0*, a. a. O. S. 137 f.

Zur Konfiguration von BIND muß dieses zunächst (etwa über *YaST*) installiert werden. Danach steht der Nameserver-Dämon zur Verfügung: `/usr/sbin/named`. Damit *named* korrekt arbeiten kann, erwartet er die Konfigurationsdatei *named.boot* in `/etc`. Diese verweist wiederum auf die einzelnen Dateien, die die Adreß-Informationen enthalten, die sog. *Zonendateien* (*zone files*).⁵³ Alle Möglichkeiten von `/etc/named.boot` und der Zonendateien aufzuführen, würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen, deshalb sei hier eine einfache Konfiguration vorgeführt, mit der sich allerdings schon sehr viel erreichen läßt. Für weitergehende Informationen sei auf die oben angeführte Literatur verwiesen.

Eine einfache `/etc/named.boot` könnte etwa so aussehen (Kommentarzeilen werden mit einem Semikolon eingeleitet):

```

; /etc/named.boot
;
;
directory /var/named
;
cache      .                root.cache
primary    dieburger52.de    dieburger52.de.hosts
primary    localhost         local.hosts
primary    168.192.in-addr.arpa  dieburger52.de.rev
primary    0.0.127.in-addr.arpa  local.rev
forwarders 195.185.185.195 194.162.141.17
;
; END OF FILE

```

Der *directory*-Eintrag gibt an, in welchem Verzeichnis die nachfolgend aufgeführten Zonendateien zu finden sind.

cache und *primary* weisen *named* an, die Zoneninformationen für die angegebenen Zonen aus den entsprechenden Dateien zu laden. *cache* bedeutet dem Nameserver einerseits, einen Cache mit Adreßinformationen zu laden, andererseits die Informationen für die *Root-Domain*, die sog. *root name server hints* aus `/var/named/root.cache` zu beziehen (s. u.). Die *primary*-Befehle konfigurieren *named* als primären Nameserver für die Domänen *dieburger52.de* und *localhost* sowie für *192.168.0.0* und *127.0.0.0* (Bei den letzten beiden geht es um die *reverse address resolution*, s. u.).

Hinter dem Schlüsselwort *forwarders* können die IP-Adressen von bis zu drei weiteren Nameservern angegeben werden, an die eine Anfrage weitergereicht wird, wenn sie von *named* nicht beantwortet werden kann.

Soll der Nameserver ein sekundärer sein, wird das Schlüsselwort *primary* durch *secondary* ersetzt. In der dritten Spalte wird nun die IP-Adresse des Nameservers angegeben, von der der Nameserver seine Zoneninformationen beziehen soll, während in der neu hinzukommenden vierten Spalte ein Dateinamen für das Backup dieser Informationen angegeben wird (Aus diesen Dateien kann der sekundäre Nameserver Informationen beziehen, wenn der angegebene Bezugsserver nicht verfügbar ist.).

Für den Aufbau eines *Caching-only Nameservers* können alle *primary*- und *forwarders*-

⁵³Die Zonendateien liegen unter Linux üblicherweise unterhalb von `/var/named/`.

Zeilen aus der oben gezeigten Datei *named.boot* entfernt werden. Lediglich die Einträge für *localhost* können beibehalten werden, wenn auf einen entsprechenden Eintrag in */etc/hosts* verzichtet werden soll.

Die eigentlichen Informationen finden sich in den Zonendateien. *named.root* enthält die root name server hints, i. e. die Informationen über Root-Nameserver, die zum Aufbau eines Cache notwendig sind. Die Datei ist im BIND-Paket enthalten und muß in der Regel nicht angepaßt werden.⁵⁴

Die Datei *dieburger52.de.hosts* aus dem obigen Beispiel ist für die Umsetzung von Namen auf IP-Nummern für die Domain *dieburger52.de* zuständig. Sie könnte beispielsweise so aussehen:

```

; /var/named/dieburger52.de.hosts
;
;
@           IN      SOA      poseidon.dieburger52.de. ulf.diebur
ger52.de. (
                                12          ; serial
                                86400       ; refresh: once per day
                                3600       ; retry: one hour
                                3600000    ; expire: 42 days
                                604800    ; minimum: 1 week
                                )
;
                                IN      NS      poseidon.dieburger52.de.
                                IN      MX      10 poseidon.dieburger52.de.
;
; Begin entries for poseidon (192.168.0.10)
;
poseidon    IN      A        192.168.0.10
                                IN      MX      5 poseidon.dieburger52.de.
www         IN      CNAME    poseidon
;
secure     IN      A        192.168.0.14
                                IN      MX      5 poseidon.dieburger52.de.
;
;
; Begin entries for haephaistos (192.168.0.20)
;
haephaistos IN      A        192.168.0.20
                                IN      MX      5 poseidon.dieburger52.de.
;
;
; Begin enties for hermes (192.168.0.50)
;
hermes     IN      A        192.168.0.50
                                IN      MX      5 poseidon.dieburger52.de.
;
; END OF FILE

```

Das Beispiel mag zunächst abschreckend wirken. Auf den zweiten Blick läßt sich aber erkennen, daß sich alle Einträge im wesentlichen in vier Spalten gliedern

⁵⁴Eine aktuelle Version der Datei findet sich unter <ftp://ftp.rs.internic.net/domain/named.root>.

(Kommentarzeilen werden bei allen *named*-Dateien mit einem Semikolon eingeleitet). Diese, jeweils durch Whitespace getrennten Spalten enthalten den Namen, die Klasse, den Typ und die Daten. Die Einträge sind einzeilig, abgesehen vom geklammerten *SOA*-Eintrag, und werden als *Resource-Records* bezeichnet.⁵⁵

Der Name im ersten Resource-Record ist ein besonderer. @ bezeichnet den derzeitigen Ursprung, auf den sich relative Namensangaben beziehen, also in diesem Falle die Domain *dieburger52.de*. Das nächste Feld definiert die Adreßklasse des Records. Für alle Internet-Adressen heißt die Klasse *IN*. Der erste Record ist vom Type *SOA* und kennzeichnet die *Start of Authority*. Durch diesen Record wird die Zone definiert, für die die nachfolgenden Records gelten. Für die Zone *dieburger52.de* wird im nächsten Feld der *Master-Server* angegeben, gefolgt von der E-Mail-Adresse des zuständigen Administrators, wobei ein @ durch einen Punkt (.) ersetzt wird.

Die folgenden Zeilen (bis zum Ende der Klammer) gehören ebenfalls zum *SOA*-Record. Die erste Zahl ist eine max. 8-stellige Seriennummer. Diese kann frei gewählt werden, solange sie nur jedesmal erhöht wird, sobald die Zonendatei geändert wird. Die Seriennummer verwenden sekundäre Nameserver, um festzustellen, ob sich Daten auf dem primären Nameserver geändert haben. Ist die Seriennummer auf dem primären Server höher als die, die der sekundäre Server zuletzt gespeichert hat, wird ein *Zonentransfer* eingeleitet und die Zonendatei zum sekundären Server übertragen.

Die nächste Zahl gibt das Zeitintervall an, in dem sekundäre Server die eben erwähnte Seriennummer überprüfen sollen. Bei diesen, wie den nachfolgenden Zeitangaben gilt es, einen Kompromiß zwischen Aktualität (der sekundären Server) und Netzwerkklast (durch das Abfragen des primären Servers) zu finden. Die hier eingestellten Werte können dabei als Basis dienen.

Der folgende *retry*-Wert definiert das Zeitintervall, in dem sekundäre Server versuchen sollen, den primären Nameserver zu erreichen, falls dieser bei einer der oben erwähnten *refresh*-Anfragen nicht antworten sollte.

Der nachfolgende *expire*-Wert gibt an, wie lange sekundäre Nameserver die Zoneninformationen vorhalten dürfen, ohne einen Zonen-Refresh empfangen zu haben. Hat ein primärer Server für die hier angegebene Zeit auf keine Refresh-Anfrage im oben definierten Intervall geantwortet, werden die Zoneninformationen vom sekundären Server verworfen.

Der *minimum*-Wert schließlich definiert, die *TTL* (*Time-To-Live*) der Resource-Records, in denen kein eigener TTL-Wert angegeben ist. Die Resource-Records sollen für die mit TTL angegebene Zeitspanne im Cache entfernter Hosts vorgehalten werden.

Der nächste Resource-Record enthält ein leeres Namensfeld, was bedeutet, daß er sich auf denselben Namen wie der vorangegangene Record bezieht: *dieburger52.de*.

⁵⁵Genaugenommen können die meisten Standard-Resource-Records zwischen dem Namen und der Klasse noch ein Feld für die *TTL* enthalten, wenn diese vom Vorgabewert (s. u.) abweichen soll.

Der Typ des Records ist *NS*, und hier wird der autoritative Nameserver für die Domain spezifiziert. Dies ist im vorliegenden Fall *poseidon.dieburger52.de*, wobei der Punkt (.) hinter dem Domainnamen besagt, daß dieser nicht relativ zum Ursprung gelesen werden darf, sondern daß es sich um einen Fully Qualified Domain Name handelt.

Beim darauf folgenden Record vom Typ *MX* wird der Mail Exchanger angegeben (immer noch für *dieburger52.de*). Dieser Record enthält im Daten-Feld vor dem Namen des Hosts, der Mail für die Domain handhaben soll, auch eine Prioritätsangabe. Ein niedrigerer Wert steht hierbei für eine höhere Priorität, so daß es möglich ist, einen Mail Exchanger für die gesamte Domain zu definieren, aber einzelnen Hosts einem anderen Mail Exchanger mit höherer Priorität zuzuordnen.

Der nachfolgende *A*-Record dient zur Umwandlung eines Hostnamens in eine IP-Adresse. Da am Ende des Namensfelds kein Punkt steht, ist der Name relativ zum Ursprung zu lesen, so daß hier der Host *poseidon.dieburger.52.de* gemeint ist. Anschließend wird für diesen Host auch noch ein Mail Exchanger definiert, was jedoch eigentlich nicht nötig wäre, da es sich um denselben handelt, der Mails für die Domain *dieburger52.de* handhabt.

Der *CNAME*-Record definiert ein Alias für *poseidon.dieburger52.de*, so daß dieser Rechner auch als *www.dieburger52.de* angesprochen werden kann. Dabei ist zu beachten, daß ein Alias nicht in einem Bezug auftauchen darf, was praktisch bedeutet, daß das Namensfeld des nachfolgenden Records niemals leer sein darf.

Bei dem darauffolgenden Host *secure.dieburger52.de* handelt es sich zwar physikalisch um denselben Rechner. Da *secure.dieburger52.de* aber eine eigene IP-Nummer hat, reicht ein *CNAME*-Record hier nicht aus.

Die nachfolgenden Zeilen behandeln genau wie oben die Hosts *haephaistos.dieburger52.de* und *hermes.dieburger52.de* und können anhand der obigen Erklärungen gelesen werden.

Damit die von einigen Programmen benötigte reverse address resolution durchgeführt werden kann, muß der Nameserver auch in der Lage sein, Adressen auf Hostnamen abzubilden. Als dafür notwendige Datei wurde, entsprechende der für den umgekehrten Vorgang zuständigen, *dieburger52.de.rev* angegeben. Diese sieht ihrem Pendant sehr ähnlich:

```

; /var/named/dieburger52.de.rev
;
;
@           IN      SOA      poseidon.dieburger52.de. ulf.diebur
ger52.de. (
                                10          ; serial
                                86400       ; refresh: once per day
                                3600        ; retry: one hour
                                3600000    ; expire: 42 days
                                604800     ; minimum: 1 week
                                )
;
                                IN      NS      poseidon.dieburger52.de.

```

```

;
;
10.0          IN    PTR    poseidon.dieburger52.de.
14.0          IN    PTR    secure.dieburger52.de.
20.0          IN    PTR    haephaistos.dieburger52.de.
50.0          IN    PTR    hermes.dieburger52.de.
;
; END OF FILE

```

Der *SOA*-Record unterscheidet sich bis auf die Seriennummer nicht von *dieburger52.de.hosts*. Außer diesem und dem obligatorischen *NS*-Record finden sich hier nur die Gegenstücke zu den Address-Records (*A*), die *PTR*-Records. Diese bilden alle relativ zu *192.168.0.0* angegebenen Adressen (in *in-addr.arpa*-Notation) auf die entsprechenden Hostnamen ab: *192.168.0.10* → *poseidon.dieburger52.de*, *192.168.0.14* → *secure.dieburger52.de* usw.

Die Dateien *local.hosts* und *local.rev* gleichen den beiden eben vorgestellten Zonendateien. Sie sind aber zuständig für den *localhost* mit der speziellen Adresse *127.0.0.1*. Name und Adresse verweisen dabei immer auf den Rechner, auf dem sich der Benutzer befindet. So entspricht der Befehl *ping localhost* einem *ping hermes.dieburger52.de*, wenn er auf *hermes.dieburger52.de* ausgeführt wurde, während er auf *poseidon.dieburger52.de* einem *ping poseidon.dieburger52.de* entsprechen würde.

Ist der Nameserver konfiguriert, kann er durch Eingabe von */usr/sbin/named* gestartet werden. Bei SuSE-Linux kann auch */sbin/init.d/named start* eingegeben werden. Außerdem sollte in */etc/rc.config* die Variable *START_NAMED* auf *yes* gesetzt werden, damit der Nameserver in Zukunft immer automatisch gestartet wird.

Läuft der Nameserver, empfiehlt sich eine Überprüfung der Konfiguration mit Hilfe des Programms *nslookup* an, das Teil des BIND-Pakets ist. *nslookup* macht Nameserveranfragen und sollte sowohl für IP-Adressen als auch für Hostnamen die richtigen Ergebnisse liefern:

```

ulf@poseidon:~ > nslookup hermes.dieburger52.de
Server:  poseidon.dieburger52.de
Address: 192.168.0.10

Name:    hermes.dieburger52.de
Address: 192.168.0.50

ulf@poseidon:~ > nslookup 192.168.0.50
Server:  poseidon.dieburger52.de
Address: 192.168.0.10

Name:    hermes.dieburger52.de
Address: 192.168.0.50

ulf@poseidon:~ > nslookup www
Server:  poseidon.dieburger52.de
Address: 192.168.0.10

```

```
Name:      poseidon.dieburger52.de
Address:   192.168.0.10
Aliases:   www.dieburger52.de
```

Die ersten beiden Zeilen der Ausgabe liefern Name und Adresse des Nameservers, der die Auskunft erteilt. Die restlichen Zeilen geben die eigentliche Antwort. Der letzte Befehl funktioniert nur, weil in */etc/resolv.conf* die Domain *dieburger52.de* steht, die bei Bedarf automatisch an Anfragen angehängt wird.

Wie bereits angesprochen, wenn der Nameserver korrekt eingerichtet ist, gibt es eigentlich keine Probleme damit. Die Administration beschränkt sich in der Regel auf das Einfügen oder Löschen von *A*-, *CNAME*- oder *PTR*-Records, also Einzeilern, in denen sich außer dem Hostnamen und evtl. der IP-Nummer nicht viele Angaben finden.

4.2.5.3 Der Webserver: *Apache 1.3.3-7*

Die SuSE-Distribution 6.0 bietet den Apache Webserver⁵⁶ in zwei verschiedenen Varianten an, wobei es sich jeweils um die Version 1.3.3 vom 12. Dezember 1998 handelt. Die beiden Pakete unterscheiden sich dahingehend, daß in der etwas mächtigeren Version die Module für die Scriptsprache *PHP3* enthalten sind sowie die Unterstützung für *Secure Socket Layer (SSL)*. Das SSL-Modul bedient sich dabei des – ebenfalls in der Distribution enthaltenen – Pakets *SSLeay*, einer freien SSL-Bibliothek.

Sofern eines der oben genannten Pakete in der Basisinstallation angegeben war, ist der Apache Webserver installiert und sollte bereits laufen.⁵⁷ Dies läßt sich einfach überprüfen:

```
poseidon:~ # /sbin/init.d/apache status
Checking for service httpd: OK
```

Falls der Apache nicht läuft, wird folgende Meldung zurückgeliefert:

```
poseidon:~ # /sbin/init.d/apache status
Checking for service httpd: No process
```

Wenn das Paket nicht installiert ist, fehlt auch das entsprechende Script, und die Antwort fällt (je nach verwendeter Shell) etwa so aus:

```
poseidon:~ # /sbin/init.d/apache status
bash: /sbin/init.d/apache: Datei oder Verzeichnis nicht gef
unden
```

⁵⁶Der Apache Webserver wurde resp. wird von einer freien Gruppe von Programmierern, der sog. *Apache Group*, entwickelt und kostenlos zur Verfügung gestellt. Er basiert ursprünglich auf dem *httpd 1.3* des *NCSA (National Center for Supercomputing Applications)* und einiger Patches, ist also *a patchy webserver*.

⁵⁷Die meisten Standardkonfigurationen, wie sie bei der Basisinstallation von SuSE angeboten werden, beinhalten den Apache Webserver, da mit diesem die Suche in der SuSE-HTML-Hilfe realisiert wird. Siehe auch Abschnitt 4.2.1.3 auf Seite 56.

Ist der Webserver noch nicht installiert, wird das mittels *YaST* oder eines anderen Paket-Manager nachgeholt. Alternativ können auch die Sourcen der neusten Version und die benötigten Pakete aus dem Internet geladen und nach beigefügter Anleitung kompiliert und installiert werden.⁵⁸

Die SuSE-Distribution legt die Dateien des Apache in etwas ungewöhnlichen Verzeichnissen ab, nämlich alle Konfigurationsfiles in */etc/httpd* und die Serverdateien in */usr/local/httpd*. Normalerweise sollte eine Distribution die Dateien in */var/httpd* anlegen, wobei sich Konfigurationsdateien in */var/httpd/conf* befinden würden.⁵⁹ Wird der Apache aus dem Source Code kompiliert und installiert, werden die Dateien per Default in */usr/local/apache* abgelegt (Konfigurationsdateien in */usr/local/apache/conf*).

Die wichtigsten Dateien zur Konfiguration des Apache Webserver finden sich im entsprechenden Verzeichnis und heißen *httpd.conf*, *access.conf* und *srml.conf*. Bevor die Einrichtung des Webserver erfolgt, sollten unbedingt die Dokumentationen und evtl. auch die FAQs gelesen werden.⁶⁰

Wurde Apache von der SuSE-Distribution installiert, steht bereits eine funktionsfähige Konfiguration zur Verfügung und deren Konfigurationsdateien können zur Orientierung dienen. Sollen mehrere Websites betrieben und auch einige zusätzliche Features des Apache genutzt werden, ist eine Änderung der Konfiguration unumgänglich.

Die Konfigurationsdateien des Apache sind einfache Textfiles, die die Anweisungen für den Server zum größten Teil in Form von Schlüssel-Wert-Paaren enthalten.⁶¹ Im folgenden sollen einige wichtige Punkte anhand der im Rahmen der SuSE-Distribution vorinstallierten Konfigurationsfiles erklärt werden. Außerdem soll gezeigt werden, wie auf einem physikalischen Rechner mehrere *virtuelle Hosts* mit und ohne eigene IP-Nummer aufgesetzt werden können. Natürlich ist mit dem Apache-Server sehr viel mehr möglich; eine Beschreibung dessen würde jedoch den Rahmen dieser Arbeit sprengen.⁶²

⁵⁸Der Apache Webserver kann unter `<http://www.apache.org>` bezogen werden.

⁵⁹Nach gängiger Konvention ist der Baum unterhalb von */usr/local* für Dateien bestimmt, die nicht Teil der Distribution sind.

⁶⁰Diese werden zusammen mit dem Apache installiert und ist über die Default-Homepage (beispielsweise */usr/local/httpd/htdocs/index.html*) nach der Installation zu erreichen. Dazu genügt es in einem Browser die URL `<http://localhost/>` aufzurufen. Sollte der Webserver nicht laufen, kann das File auch direkt aufgerufen (`<file:///usr/local/httpd/htdocs/index.html>`) oder die Dokumentation unter `<http://www.apache.org>` besorgt werden.

⁶¹Der einfache Aufbau der Konfigurationsfiles begünstigt hier (wie bei vielen anderen UNIX/Linux-Programmen auch) die Entwicklung von Frontends und Konfigurationstools. Neben einigen Linux-Administrationssystemen wie *Webmin* (`<http://www.webmin.com/webmin/>`) und *LinuxConf* (`<http://www.solucorp.qc.ca/linuxconf/>`), über die der Apache Webserver konfiguriert werden kann, seien hier vor allem *TkApache* (`<http://eunuchs.org/linux/TkApache/>`) und *Comanche*, der *Configuration Manager for Apache* (`<http://comanche.com.dtu.dk/comanche/>`) als spezielle Konfigurations-Frontends für diesen Webserver erwähnt.

⁶²Zum Apache Webserver gibt es außer der genannten Dokumentation eine Reihe sehr guter Literatur online und in Buchform. Eines der besten Bücher sowohl für den Einstieg als auch als Referenz ist BEN LAURIE, PETER LAURIE: *Apache – The Definitive Guide*, 1. Auflage, Sebastopol, O'Reilly & Associates, 1997.

Zunächst soll ein auf das Wesentliche gekürzter Auszug aus der Datei *httpd.conf* betrachtet werden. Dies ist die wichtigste Konfigurationsdatei des Webservers, und es ist auch möglich, alle Anweisungen in dieser Datei unterzubringen und somit auf die anderen beiden o. g. zu verzichten.

```
...
LoadModule cgi_module          /usr/libexec/apache/mod_cgi.so
...
AddModule mod_cgi.c
...
```

Nach einem Vorspann mit Kommentaren und Hinweisen (Kommentarzeichen ist #) werden üblicherweise eine ganze Reihe von Modulen geladen. Das obige Beispiel zeigt dies anhand des CGI-Moduls. In diesem Bereich muß nur etwas verändert werden, wenn neue Module zum Webserver hinzukommen sollen. Evtl. ist dafür auch ein erneutes Compilieren des Apache notwendig.

```
...
ServerType standalone
Port 80
HostnameLookups on
User wwwrun
Group #-2
PidFile /var/run/httpd.pid
Timeout 300
...
ServerAdmin webmaster@dieburger52.de
ServerRoot /usr/local/httpd
ErrorLog /var/log/httpd.error_log
ServerName poseidon.dieburger52.de
DokumentRoot /usr/local/httpd/htdocs
...
```

Der *ServerType* bestimmt, ob der Server eigenständig laufen oder mittels *inetd* gestartet werden soll. Da nicht alle Funktionen des Apache beim Start über *inetd* zur Verfügung stehen, sollte hier nur in Ausnahmefällen *standalone* durch *inetd* ersetzt werden.⁶³

Der Schlüssel *Port* spezifiziert den Port, für den der Webserver zuständig ist.⁶⁴

HostnameLookups kennt die Werte *on* und *off*. Damit läßt sich bestimmen, ob der Webserver IP-Nummern in Hostnamen umsetzen soll, bevor sie im Logfile auftauchen. Werden diese Lookups durchgeführt, sind die Logfiles aussagekräftiger, allerdings wird mehr Traffic durch Nameserverabfragen erzeugt.

Die folgenden beiden Zeilen bestimmen, unter welcher Benutzer- und Gruppen-ID der Webserver laufen soll. Dienste mit einer Portnummer kleiner 1000 können

⁶³vgl. Abschnitt 4.2.5.1 auf Seite 69.

⁶⁴vgl. Abschnitt 1.2 auf Seite 13.

nur vom Superuser (*root*) gestartet werden. Da es jedoch unter Sicherheitsaspekten nicht sinnvoll ist, den Webserver Dateizugriffe als *root* ausführen zu lassen, legt der Apache gleich nach seinem Start eine Reihe von Kopien seiner selbst an, die für den HTTP-Dienst verwendet werden, aber nun nicht mehr als *root* arbeiten, sondern unter der UID und GID, die hier spezifiziert wird. Praktisch bedeutet das, daß eine Datei für den hier genannten User lesbar sein muß, damit der Webserver darauf zugreifen kann, ohne einen Fehler zu produzieren.

Dem Schlüssel *PidFile* folgen Pfad und Name einer Datei, in der die Prozeßnummer des HTTP-Dämonen gespeichert ist. Diese Nummer ist notwendig, um dem laufenden Prozeß Signale zu schicken, wie dies schon beim *inetd* gezeigt wurde.⁶⁵

Über *Timeout* und eine Reihe weiterer Schlüssel läßt sich der Webserver optimieren. Neben dem hier angegebenen Zeitintervall, nach dem das Warten auf eine Verbindung von Seiten des Servers aufgegeben wird, lassen sich maximale Zugriffe, Anzahl der zu startenden Kopien des Dämons und vieles Weitere einstellen. Dies fällt aber schon in den Bereich des Feintuning und soll hier nicht weiter besprochen werden, zumal die Default-Werte zunächst einmal vollkommen ausreichen dürften.

ServerAdmin setzt eine E-Mail-Adresse, die zu der für den Server verantwortlichen Person paßt. Diese Adresse kann beispielsweise bei servergenerierten Seiten eingebildet werden, damit der Client eine Kontaktmöglichkeit hat.

Unter *ServerRoot* wird das Serververzeichnis angegeben. Alle Pfadangaben in den Konfigurationsfiles, die nicht mit einem Slash (/) beginnen oder relativ zum Document Root gelesen werden (s. u.) werden relativ zum Server Root gelesen. In den meisten Fällen kann die Angabe des Server Roots jedoch entfallen.

Der Wert für *ServerName* kann entweder eine IP-Nummer oder ein Hostname sein. Wichtig ist jedoch, daß Nummer oder Name dem System bekannt ist, wenn der Webserver gestartet wird, also entweder aus */etc/hosts* oder von einem Nameserver bezogen werden kann. Ist das nicht der Fall, startet der Apache nicht. Unter dem hier angegebenen Namen oder der IP-Nummer wird der Webserver später zu erreichen sein. Im vorliegenden Fall wäre das *http://poseidon.dieburger52.de*.

Hinter *DocumentRoot* schließlich wird selbiges angegeben.⁶⁶ Hier wird also das Verzeichnis bestimmt, unter dem die Dateien zu finden sein werden, die der Server aufrufen kann.

Weitere wichtige Einstellungen der Grundkonfiguration finden sich in der Datei *access.conf*, die hier ohne die Kommentare wiedergegeben wird:

```
<Directory />
Options None
AllowOverride None
</Directory>

<Directory /usr/local/httpd/htdocs>
```

⁶⁵vgl. Abschnitt 4.2.5.1 auf Seite 69.

⁶⁶siehe Abschnitt 1.3.4 auf Seite 17

```
Options Indexes FollowSymLinks Includes
AllowOverride AuthConfig
order allow,deny
allow from all
</Directory>

<Directory /usr/local/httpd/cgi-bin>
AllowOverride None
Options +ExecCGI -Includes
SetHandler cgi-script
</Directory>
```

Die Anweisungen im obigen Beispiel werden in Form von *Block Directives* gegeben, i. e. alle Direktiven innerhalb eines Blocks beziehen sich lediglich auf die am Beginn des Blocks definierte Einheit. Solche Einheiten können virtuelle Hosts, Verzeichnisse (wie oben), Dateien oder URLs sein. Die Anweisungen stehen zwischen Tags. Für die eben genannten Einheiten lauten die Start-Tags `<VirtualHost ... >`, `<Directory ... >`, `<Files ... >` und `<Location ... >`, wobei die Punkte jeweils durch einen passenden Eintrag ersetzt wird. Die End-Tags benötigen diesen Eintrag nicht, führen jedoch ein Slash (`/`). Die hier gezeigten Block Directives wurden in aufsteigender Priorität angeführt, i. e. eine Anweisung aus einem Directory-Block wird durch eine anders lautende aus einem Files-Block überschrieben.

Der oberste Block behandelt das Root-Verzeichnis (`/`) und damit das gesamte Dateisystem. Alle möglichen Optionen werden global deaktiviert, damit sie anschließend für bestimmte Verzeichnisse gezielt freigegeben werden können. Mit *AllowOverride* wird bestimmt, was eine besondere Gruppe von Dateien tun darf. Diese Dateien heißen normalerweise *.htaccess*. Sind sie in einem Verzeichnis vorhanden, werden sie vom Webserver gelesen, bevor auf eine Datei aus diesem Verzeichnis (oder einem Unterverzeichnis dazu) zugegriffen wird. *.htaccess*-Dateien enthalten Konfigurationsanweisungen für den Webserver, mit dem die laufende Konfiguration überschrieben werden kann. Somit können Änderungen der Konfiguration für einzelne Verzeichnisse durchgeführt werden, ohne diese Änderungen in einem der Konfigurationsfiles des Apache eintragen zu müssen, was einen Neustart des Apache bedingen würde. Im obigen Beispiel wird den *.htaccess*-Files nichts erlaubt, i. e. sie dürfen gar keine Konfiguration überschreiben.

Der zweite Block befaßt sich mit dem Verzeichnis `/usr/local/httpd/htdocs`, also mit dem Document Root. Hier werden nun die obigen Einschränkungen teilweise wieder aufgehoben. Die Option *Indexes* ermöglicht das Directory Browsing.⁶⁷ Weiterhin werden die Optionen *FollowSymLinks* und *Includes* aktiviert. Ersteres gestattet es dem Webserver, auf Dateien oder Verzeichnisse zuzugreifen, bei denen es sich um *symbolic Links* handelt.⁶⁸ Mit der letzten Option wird die Verwendung von *Server Side Includes* gestattet.⁶⁹

⁶⁷ vgl. Abschnitt 1.3.4 auf Seite 18.

⁶⁸ Solche *SymLinks* sind Zeiger auf andere Dateien. Diese müssen nicht notwendigerweise unterhalb des Document Root liegen.

⁶⁹ vgl. Abschnitt 1.3.4 auf Seite 18.

Die letzten beiden Anweisungen des Blocks bestimmen, wer den Webserver nutzen darf. *order* definiert, in welcher Reihenfolge die Anweisungen *allow* und *deny* gelesen werden. Die oben gezeigte Konfiguration gewährt jedermann Zugriff auf den Webserver. Soll der Zugriff beispielsweise für das Netz *194.64.23.0/255.255.255.0* gesperrt werden, würde die Zeile *deny from 194.64.23* hinzugefügt werden. Da die *deny*-Anweisung nach der *allow*-Anweisung gelesen wird, würde der Zugriff für alle User, deren IP mit *194.64.23* beginnt, verweigert.

Der letzte Block befaßt sich mit dem *cgi-bin*-Verzeichnis. Damit CGI-Skripte ausgeführt werden können, muß hier die Option *ExecCGI* und der Handler *cgi-script* gesetzt werden. Server Side Includes werden aus Sicherheitsgründen für dieses Verzeichnis verboten.

Die letzte verbleibende Konfigurationsdatei ist *srm.conf*. Hier werden per Default eine ganze Menge Einstellungen vorgenommen, die zunächst einfach übernommen werden können. Diese betreffen beispielsweise das sog. *Fancy Indexing*, bei dem die Darstellung von Verzeichnisinhalten beim Directory Browsing graphisch aufgewertet werden kann. Vielfach wird die Datei auch für die Definition von Typen, Handlern und Aliasen genutzt. Einige wichtige Auszüge seien hier kurz vorgestellt:

```
...
AccessFileName .htaccess
<Files .htaccess>
order allow,deny
deny from all
</Files>
...
Alias /icons/ "/usr/local/httpd/icons/"
...
TypesConfig /etc/httpd/mime.types
...
ScriptAlias /cgi-bin/ "/usr/local/httpd/cgi-bin/"
AddHandler cgi-script .cgi
<Location /cgi-bin>
AddHandler perl-script .pl
PerlHandler Apache::Registry
PerlSendHeader On
Options +ExecCGI
</Location>
...
AddType text/html .shtml
AddHandler server-parsed .shtml
...
```

Zu Beginn des Auszugs wird der Name der Datei definiert, die die Konfiguration ändern darf. Wie zuvor beschrieben ist dies normalerweise *.htaccess*. Über den *Files*-Block wird weiterhin bestimmt, daß ein User solche Dateien nicht im Browser anzeigen lassen kann. Dies ist sinnvoll, da in *.htaccess*-Dateien häufig Authentifizie-

rungsdaten stehen.

Im nächsten Abschnitt wird die Definition eines Alias gezeigt. Nach der Anweisung *Alias* folgt dessen Name und das Ziel. Im obigen Beispiel wäre das Verzeichnis */usr/local/httpd/icons/* (das außerhalb des Document Root liegt) über *http://poseidon.dieburger52.de/icons* zu erreichen.

In ähnlicher Weise legt die Anweisung *ScriptAlias* das Verzeichnis für Scripte fest, die über *http://poseidon.dieburger52.de/cgi-bin* erreichbar sein sollen. Die Handler-Anweisungen bestimmen, daß Dateien mit einer bestimmten Endung vom entsprechenden Apache-Modul bearbeitet werden sollen. Um beispielsweise Perl-Scripte mit der Endung *pm* ansprechen zu können, müßte die Anweisung *AddHandler perl-script .pm* eingefügt werden. Normalerweise muß dem Webserver auch noch der Typ der Datei bekannt gegeben werden. Da der Apache durch die hinter *TypesConfig* spezifizierte Datei */etc/httpd/mime.types* bereits den Typ von *.pl*- und *.pm*-Dateien kennt – nämlich *application/x-perl* – kann die entsprechende Anweisung entfallen.

Anders verhält sich das im Falle von *.shtml*-Dateien, die für Server Side Includes benutzt werden sollen. Hier wird zusätzlich zur *AddHandler*-Direktive noch eine *AddType*-Direktive benötigt, da *.shtml*-Dateien in */etc/httpd/mime.types* nicht als *text/html* definiert sind.⁷⁰

Falls eine der Konfigurationsdateien geändert wurde, werden diese Änderungen nicht sofort wirksam; der Apache Webserver muß die neue Konfiguration erst einlesen. Dies wird erreicht, indem dem httpd-Prozeß ein *HUP*-Signal geschickt wird.⁷¹ Bei SuSE-Distribution geschieht am einfachsten mittels des entsprechenden Startscripts:

```
poseidon:~ # /sbin/init.d/apache reload
Reload service httpd                               done
```

Der Apache Webserver bietet verschiedene Möglichkeiten, mehrere Webserver auf demselben Rechner laufen zu lassen. Eine davon ist, einfach einen zweiten Apache mit anderen Konfigurations-Dateien zu starten. Dies ist aber aufgrund der aufwendigeren Wartung und der zusätzlichen Systembelastung keine optimale Lösung. Deshalb bietet der Apache-Server auch die Möglichkeit, sog. *Virtual Hosts* über eine einzige Konfiguration zu verwalten.

Zunächst muß entschieden werden, ob der neue Virtual Host über eine eigene IP-Nummer verfügen soll. Ist dies nicht der Fall, wird eine Anfrage aufgrund der Domain Name-Information im HTTP-Header an den Virtual Host geschickt. Das hat den Nachteil, daß dieser Host nicht durch Eingabe der IP-Nummer zu erreichen ist, spart aber auf der anderen Seite auch solche IP-Nummern.

⁷⁰Sog. *MIME*-Types werden von vielen Anwendungen benutzt, um zu klären, um welche Art von Daten es sich handelt. Als bekanntestes Beispiel seien hier MIME-fähige Mailprogramme erwähnt, die anhand des MIME-Types erkennen können, in welcher Art und Weise eine E-Mail codiert ist, etwa 7-Bit, 8-Bit, HTML, binäre Daten etc. MIME-Types sind in RFC 2045 – 2049 beschrieben.

⁷¹vgl. Abschnitt 4.2.5.1 auf Seite 69.

Fällt die Entscheidung zugunsten einer eigenen IP-Nummer aus, muß diese dem System zunächst bekannt gemacht werden, da der Apache beim Lesen der Konfiguration prüft, ob die Adressen der Hosts existieren und seine Dienste verweigert, wenn das nicht der Fall ist. Eine neue IP-Nummer wird, wie in Abschnitt 4.2.4.1 auf Seite 64 oder Abschnitt 4.2.4.2 auf Seite 66 beschrieben, eingerichtet. Da es sich bei der zugehörigen Schnittstelle nicht um eine neue Ethernet-Karte handelt, sondern um die bereits bekannte (*eth0*), muß als Netzwerkgerät eine ‚virtuelle Ethernetkarte‘ angegeben werden. Dies läßt sich erreichen, indem als Netzwerkgerät *eth0:0* eingetragen und in gleicher Weise einrichtet wird, wie *eth0*, aber mit einer anderen IP-Nummer.⁷² Der Domain Name des neuen Virtual Hosts muß anschließend noch, wie in Abschnitt 4.2.5.2 auf Seite 70 beschrieben, im Nameserver oder in */etc/hosts* der IP-Nummer zugeordnet werden.

Bei Virtual Hosts ohne eigene IP-Adresse genügt es, ein Alias (*CNAME*) im Nameserver oder in */etc/hosts* einzutragen.

Sind Domainname und evtl. IP-Nummer dem System bekannt, kann in der Datei *httpd.conf* die Einrichtung eines Virtual Host vorgenommen werden. Der folgende Auszug zeigt einen Virtual Host mit und einen ohne eigene IP-Nummer:

```
...
NameVirtualHost 192.168.0.10

<VirtualHost 192.168.0.10>
ServerAdmin webmaster@dieburger52.de
DocumentRoot /usr/local/httpd/www
ServerName www.dieburger52.de
ErrorLog /var/log/www.http-error_log
TransferLog /var/log/www.http-access_log
</VirtualHost>

<VirtualHost 192.168.0.11>
ServerAdmin webmaster@people.dieburger52.de
DocumentRoot /usr/local/httpd/people
ServerName people.dieburger52.de
ErrorLog /var/log/people.http-error_log
TransferLog /var/log/people.http-access_log
</VirtualHost>
```

Sollen über eine IP-Nummer mehrere Virtual Hosts betrieben werden, ist es wichtig, diese Nummer hinter *NameVirtualHost* anzugeben. Ansonsten tauchen in den Anweisungsblöcken die gleichen Befehle auf, die schon oben beschrieben wurden. Tatsächlich lassen sich fast alle Apache-Direktiven auch innerhalb eines *VirtualHost*-Blocks einsetzen und gestatten so, zusammen mit den *Directory*-Anweisungen, den neuen Host gänzlich unterschiedlich zu gestalten.

⁷²Auf diese Weise lassen sich 256 virtuelle Netzwerkschnittstellen mit einer einzigen Netzwerkkarte erzeugen (*eth0:0* – *eth0:255*).

Das obige Beispiel beschränkt sich auf die wichtigsten Aufgaben, die für einen Virtual Host definiert werden sollten. Naheliegende Erweiterungen sind beispielsweise die Definition von Aliassen oder Typen und Handlern nur für einen bestimmten Host. Eine andere interessante Anwendung ist die Einrichtung eines *Secure Servers* mittels SSL, die ebenfalls als Virtual Host realisiert werden kann.⁷³

4.2.5.4 Der FTP-Server: *wuftp* 2.4.2 beta 18-9

Der FTP-Server wird bei den meisten von SuSE vorgeschlagenen Konfigurationen⁷⁴ installiert und normalerweise per *inetd* kontrolliert.⁷⁵ Sollte dies nicht der Fall sein, kann das Paket *wuftp* mit *YaST* oder einem anderen Paketmanager nachinstalliert werden.

Da der FTP-Server vom Internet Super-Server verwaltet wird, muß ein entsprechender Eintrag in */etc/inetd.conf* vorhanden sein:

```
ftp stream tcp nowait root /usr/sbin/tcpd wu.ft d
pd -a
```

Um den Nutzern des Servers Zugriff auf das Home-Verzeichnis zu gewähren, muß der Server in vielen Fällen nicht weiter konfiguriert werden, da die Default-Konfiguration hier ausreichend ist.

wuftp bietet aber neben dem FTP-Zugriff für User mit *real Account*, also mit normalem Benutzer-Eintrag auf dem Server, auch die Möglichkeit, anonyme User (*anonymous FTP*) und Gäste (*Guest Accounts*) zu bedienen. Beim anonymous FTP greift der Besucher, der kein eigenes Home-Verzeichnis auf dem Server hat, auf ein spezielles FTP-Verzeichnis zu, welches als *anonymous FTP-root* bezeichnet wird. Die Identifizierung erfolgt hierbei mit der User-ID *anonymous* und der E-Mail-Adresse des Nutzers als Paßwort. Da anonymen Benutzern prinzipiell mit Vorsicht begegnet werden sollte, haben solche Besucher nur sehr eingeschränkte Rechte. *Guest Accounts* werden hingegen auf dem Server eingetragen und besitzen einen Benutzernamen und ein Paßwort. Allerdings wird ihnen in der Regel der Telnet-Login auf dem Server verboten, so daß sie nur per FTP (oder eben HTTP) auf den Server zugreifen können. Außerdem ist es sinnvoll, Guest Accounts so einzurichten, daß der Besucher sein FTP-Root nicht verlassen kann.

Ein weiteres, für viele Sites wichtiges Feature von *wuftp* ist die Möglichkeit, virtuelle FTP-Server einzurichten. Im Folgenden soll gezeigt werden, wie der FTP-Server für anonymous FTP, Guest Accounts und virtuelle Server konfiguriert wird.

Für den eigentlichen File Transfer genügt es, ein entsprechendes Verzeichnis anzugeben, auf das der User per FTP zugreifen kann. Damit aber einige wichtige Funk-

⁷³Die Einrichtung eines Secure Servers ist ein wenig komplexer und kann deshalb hier nicht dargestellt werden. Es sei aber auf die Dokumentation des Apache Webservers hingewiesen, die eine sehr gute Beschreibung des Moduls *mod_ssl* enthält. Dort wird auch Schritt für Schritt erläutert, wie die Einrichtung eines SSL-Servers abläuft.

⁷⁴vgl. Abschnitt 4.2.1.3 auf Seite 56.

⁷⁵vgl. Abschnitt 4.2.5.1 auf Seite 69.

tionen per FTP ausgeführt werden können, sind zusätzliche Programme notwendig. Dazu gehört vor allem *ls*, der List-Befehl, ohne den es nicht möglich ist, den Verzeichnisinhalt per FTP anzeigen zu lassen.⁷⁶ Für *Real Accounts* spielt dies keine Rolle, da die Besucher hierbei die im System vorhandenen Programme nutzen können. Bei anonymen Besuchern oder Gästen, also Usern, die das FTP-Root normalerweise nicht verlassen dürfen, müssen diese Programme in der FTP-Umgebung (i. e. unterhalb des FTP-Root) zur Verfügung gestellt werden.

Die SuSE-Distribution stellt eine beispielhafte FTP-Umgebung als RPM-Paket bereit, die unter */usr/local/ftp* installiert wird. Leider setzt dieses Paket die Dateirechte der erzeugten Dateien und Verzeichnisse etwas lax. Im Zweifelsfall ist die man-Page von *ftpd* zu konsultieren, um diesen Mißstand zu beheben.⁷⁷

Für anonymes FTP muß an der Konfiguration des *wuftp* normalerweise nichts geändert werden. Die Einrichtung beschränkt sich auf die Installation der oben erwähnten FTP-Umgebung. Anonyme Besucher landen beim Zugriff per FTP dann im Verzeichnis */usr/local/ftp*. Weitere Verfeinerungen der Konfiguration sind möglich und gleichen den im Folgenden beschriebenen bei der Einrichtung von Guest Accounts.

Um einen Guest Account einzurichten, wird zunächst ein passendes Verzeichnis erstellt, daß dem späteren Gast als FTP-Root dienen soll, beispielsweise */home/ftp/fgast*. In diesem Verzeichnis wird eine komplette FTP-Umgebung mit den entsprechenden Zugriffsrechten angelegt. Als Vorlage kann hier die Beispielumgebung unter */usr/local/ftp* dienen.

Manuell oder mit Hilfe von *YaST* wird dann ein neuer User angelegt. Dieser bekommt einen Benutzernamen und ein Paßwort wie jeder andere Benutzer. Alle Gäste müssen einer speziellen, später noch zu spezifizierenden Gruppe angehören (beispielsweise *ftpgast*), die gleich erstellt werden kann. Als Home-Verzeichnis dient das eben erstellte FTP-Root (hier */home/ftp/fgast*). Schließlich erhält der Benutzer eine spezielle Login-Shell, die verhindert, daß er sich per Telnet einloggen kann. Falls auf leistungsfähigere Scripte mit Log-Funktionen o. ä. verzichtet werden kann, genügt es, selbst eine kleine ‚Shell‘ zu schreiben (Kommentarzeilen beginnen mit #):⁷⁸

```
#!/bin/sh
#
# /usr/local/bin/ftponly
#
/bin/echo "Sie dürfen sich auf diesem Server nur per FTP ei
nloggen!"
```

⁷⁶ Andere, für FTP sinnvolle Programme sind *gzip*, *tar* oder *compress*, die der Komprimierung resp. Archivierung von Dateien dienen.

⁷⁷ vgl. *ftpd(8)*, 18.06.1996

⁷⁸ Dieses kleine Script gibt mit *echo* eine Meldung aus und beendet sich dann. Da dieses Script als Login-Shell angegeben wird, bedeutet das, daß auch die Login-Shell beendet wird, was effektiv einen Log-out bedeutet.

```
/bin/echo "Sorry & Good-bye"
exit 0
```

Damit das System dieses Script als Login-Shell akzeptiert, müssen Pfad und Dateiname in */etc/shells* eingetragen sein. In diesem Falle muß dort also die Zeile */usr/local/bin/ftponly* eingefügt werden. Außerdem muß das Script ausführbar sein. Die Execute-Rechte werden mit *chmod* gesetzt:

```
poseidon:~ # chmod +x /usr/local/bin/ftponly
```

Damit *fgast* nicht aus */home/ftp/fgast* herauskommt, findet ein kleiner ‚Trick‘ Anwendung. Dem System wird mitgeteilt, daß für diesen User */home/ftp/fgast* das Root-Verzeichnis (normalerweise */*) sei. Dies geschieht in */etc/passwd*, indem der Eintrag für den gerade erstellten User *fgast* leicht abgeändert wird:

```
# /etc/passwd alte Zeile
fgast:x:800:800::/home/ftp//fgast:/usr/local/bin/ftponly

# /etc/passwd neue Zeile
fgast:x:800:800::/home/ftp/fgast/./:/usr/local/bin/ftponly
                ^^^
```

Durch Einfügen von *./* hinter dem Eintrag für das Home-Verzeichnis wird dieses für den User zum neuen Root-Verzeichnis.

Nun ist noch ein kleiner Eingriff in eine der Konfigurationsdateien erforderlich. Da auch die anderen beiden Dateien u. U. für die eine oder andere Konfiguration interessant sind, seien hier alle drei kurz vorgestellt. Es handelt sich dabei um die Dateien *ftpassess*, *ftpusers* und *ftpconversions* im Verzeichnis */etc*.⁷⁹

/etc/ftpconversions ist die *conversions*-Datenbank des FTP-Servers und befaßt sich mit der Behandlung von Dateien durch externe Programme. Hierbei sind vor allem die Packprogramme *gzip* und *compress* sowie das Archivierungs-Programm *tar* interessant. Diese Programme sind in der Default-Version der Datei schon erfaßt.⁸⁰

/etc/ftpusers ist eine einfache Liste von Benutzernamen. Alle Benutzer, die in dieser Datei aufgeführt sind, dürfen sich nicht per FTP auf dem Server einloggen. Üblicherweise enthält diese Liste den Superuser *root*, sowie Accounts, die keinem tatsächlichen User entsprechen (*news*, *lp*, *nobody* etc.).

Die in diesem Zusammenhang eigentlich wichtige Datei ist */etc/ftpassess*. Hier können entscheidende Angaben zum Verhalten des FTP-Servers eingestellt werden: Gruppen von FTP-Nutzern, Gruppenrechte, Name des FTP-Administrators, Art der Paßwortabfrage, Begrüßungs- und Log-out-Texte, Art des Logfiles, maximale Anzahl von Besuchern u. v. a. m. Dank der reichlich kommentierten Beispiel-Datei, die im Paket vorhanden ist, sollte eine schnelle Orientierung möglich sein.⁸¹

⁷⁹ Außerdem gibt es noch die Dateien *ftpshosts* und *ftpgroups*. Da diese für das hier Besprochene nicht von Bedeutung sind, wird nicht auf sie eingegangen.

⁸⁰ Auch das Hinzufügen von *conversions* ist nicht schwer. Auskunft gibt hier *ftpconversions(5)*.

⁸¹ Außerdem lohnt ein Blick in *ftpassess(5)*.

Für die Einrichtung des oben besprochenen Guest Account wird in die Datei die Zeile *guestgroup ftponly* eingefügt. Damit wird dem System bekannt gemacht, daß es sich bei Mitgliedern der Gruppe *ftponly* um Gäste handelt.

Jetzt kann sich der neue Gast als *fgast* mit seinem entsprechenden Paßwort einloggen und findet sich in */home/ftp/fgast* wieder, von wo aus er zwar in Unterverzeichnisse wechseln kann, daß er aber niemals nach oben verlassen kann.

Auch die Einrichtung von virtuellen FTP-Servern ist relativ unproblematisch. Vorausgesetzt die entsprechende FTP-Umgebung besteht, müssen lediglich folgende Zeilen in */etc/ftpaccess* eingefügt werden:

```
virtual 192.168.0.11 root    /usr/local/ftp/people
virtual 192.168.0.11 banner /usr/local/ftp/people/msgs/welcome.msg
virtual 192.168.0.11 logfile /var/log/people_ftp-log
```

Im Gegensatz zu einem virtuellen Webserver kann ein virtueller FTP-Server nicht ohne eigene IP-Nummer auskommen, da hier kein HTTP-Header zur Verfügung steht, aus dem auf den entsprechenden Server geschlossen werden könnte.⁸² Vor Inbetriebnahme eines virtuellen FTP-Servers muß also eine freie IP-Nummer vorhanden sein und dem System bekannt gemacht werden.

Hinter dem Schlüsselwort *virtual* und der IP-Nummer des virtuellen FTP-Servers werden die drei Dinge spezifiziert, die sich für einen solchen virtuellen Server individuell regeln lassen. Alle anderen Anweisungen aus den Konfigurationsdateien gelten für alle virtuellen Server.

root bezeichnet das FTP-Root des virtuellen Server, *banner* eine Textdatei, die dem Besucher vor dem Login angezeigt wird, und *logfile* legt fest, in welcher Datei die Transfers des FTP-Servers protokolliert werden sollen. Nachdem */etc/ftpaccess* gespeichert wurde, steht der neue FTP-Server *ftp://192.168.0.11* sofort zur Verfügung. Dieser kann – entsprechenden Eintrag im Nameserver oder in */etc/hosts* des Clients vorausgesetzt – auch mit dem Fully Qualified Domain Name angesprochen werden, in diesem Falle beispielsweise analog zum virtuellen Webserver mit *ftp://people.dieburger52.de*.

Für die meisten Aufgaben dürfte die hier gezeigte Konfiguration ausreichend sein. Soll der FTP-Server im Internet betrieben werden, ist bei der Einrichtung große Sorgfalt geboten, da FTP-Server zum Sicherheitsloch werden können. Die Lektüre der, dem Paket *wuftp* beiliegende Dokumentation ist in jedem Fall ratsam. Weitere Informationen über die Möglichkeiten sicherer FTP-Server können aus dem Internet bezogen werden.⁸³

⁸²vgl. Abschnitt 4.2.5.3 auf Seite 83.

⁸³Neben der eigentlichen Dokumentation finden sich Informationen unter <http://www.hvu.nl/~koos/wu-ftp-faq.html>, <http://www.wustl.edu/ftp>, <http://www.landfield.com/wu-ftp> und <http://www.academ.com/academ/wu-ftp>.

4.2.5.5 Das Mailsystem: *BSD Sendmail 8.8.8-40* u. a.

Zu einem Mailsystem gehören neben dem Mail User Agent (MUA), der die Mail abschickt, der Mail Transport Agent (MTA), der sie entgegennimmt und weiterleitet sowie der Mail Delivery Agent (MDA), der die Mail in der lokalen Mailbox ablegt.⁸⁴ Der MUA ist die Benutzerschnittstelle und fällt daher in die Zuständigkeit des Clients, so daß hier nicht auf ihn eingegangen wird. Als MDA kommt auf den meisten Linux Systemen das Programm *procmail* zum Einsatz, das zumeist schon voll funktionsfähig im Rahmen der Basisinstallation bereitgestellt wird.⁸⁵ Da auf *procmail* ohne weitere Änderungen an der Konfiguration zurückgegriffen werden kann, wird der MDA hier ebenfalls nicht näher besprochen.⁸⁶ Bleibt das eigentliche Kernstück des gesamten Mailsystems, der MTA. Auf den meisten UNIX-Systemen dient hier das Programm *sendmail*, und auf dieses soll hier näher eingegangen werden.

sendmail ist genau die Art von Werkzeug, die UNIX seinen schlechten Ruf eingetragen hat. Sein Design ist miserabel, die Dokumentation völlig unverständlich, und es ist absolut unverzichtbar. Es wurde entwickelt, um Probleme zu lösen, die es längst nicht mehr gibt, erwies sich aber als universell genug, um Probleme zu lösen, für die er nicht gedacht war.⁸⁷

Diese Aussage trifft auch noch heute größtenteils zu. *sendmail* hat die fantastische Eigenschaft, daß sich damit fast alles bewerkstelligen läßt, was mit dem Transport von Mails in irgendeiner Art und Weise zu tun hat. Ganz gleich welche E-Mail-Nutzer, -Netzwerke, -Transportarten oder -Protokolle vorhanden sind, *sendmail* kann dafür sorgen, daß die E-Mails richtig transportiert werden. Um zu funktionieren stützt sich *sendmail* auf seine zentrale Konfigurationsdatei *sendmail.cf*, die in aller Regel im Verzeichnis */etc* zu finden ist. Ein gängiges Bonmot unter UNIX-Systemverwaltern besagt, daß man kein richtiger Administrator sei, wenn man nicht mindestens einmal *sendmail.cf* editiert habe, aber andererseits ein vollständig Verrückter, wage man sich ein zweites Mal an diese Datei. Um einen Eindruck zu vermitteln, was hinter dieser Aussage steht, sei hier ‚Ruleset 96‘ aus *sendmail.cf* wiedergegeben, einer der Regelsätze, die für die Umsetzung von Mailadressen zuständig sind:

```
#####
### Ruleset 96 -- bottom half of ruleset 3  ###
#####

S96

# handle special cases for local names
```

⁸⁴vgl. Abschnitt 1.3.3 auf Seite 16.

⁸⁵ Anders als bei Windows oder MacOS ist bei UNIX die Funktion, Mails zu versenden, integraler Bestandteil des Systems. Viele Programme, insbesondere solche, die im Hintergrund operieren, kommunizieren mit dem Benutzer per E-Mail („Ihr Druckjob wurde um 00:00 Uhr erfolgreich beendet.“, „Die Systemauslastung auf Host xyz beträgt seit 2 Stunden 99,8%“, etc.)

⁸⁶ Denn auch *procmail* läßt sich in umfangreicher Art und Weise konfigurieren und besitzt neben den MDA-Funktionen auch die Möglichkeit als Mailfilter zu fungieren.

⁸⁷ MIKE LOUKIDES: *System Performance Tuning – Optimierung von UNIX-Systemen*, Dt. Übers. von CHRISTOPH BADURA, THOMAS MAUS, 1. Auflage, Bonn, O’Reilly/International Thomson Verlag, 1995, S. 84 f.

```

R$* < @ localhost > $*           $: $1 < @ $j . > $2           no domain at all
R$* < @ localhost . $m > $*       $: $1 < @ $j . > $2           local domain
R$* < @ localhost . UUCP > $*     $: $1 < @ $j . > $2           .UUCP domain
R$* < @ [ $+ ] > $*               $: $1 < @@ [ $2 ] > $3       mark [a.b.c.d]
R$* < @@ $=w > $*                 $: $1 < @ $j . > $3           self-literal
R$* < @@ $+ > $*                   $: $1 < @ $2 > $3           canon IP addr

# try UUCP traffic as a local address
R$* < @ $+ . UUCP > $*             $: $1 < @ $[ $2 $] . UUCP . > $3
R$* < @ $+ . . UUCP . > $*        $: $1 < @ $2 . > $3

# pass to name server to make hostname canonical
R$* < @ $* $ P > $*               $: $1 < @ $[ $2 $3 $] > $4

# local host aliases and pseudo-domains are always canonical
R$* < @ $=w > $*                   $: $1 < @ $2 . > $3
R$* < @ $j > $*                     $: $1 < @ $j . > $2
R$* < @ $=M > $*                   $: $1 < @ $2 . > $3
R$* < @ $* $=P > $*               $: $1 < @ $2 $3 . > $4
R$* < @ $* . . > $*                $: $1 < @ $2 . > $3

```

Glücklicherweise gibt es Mittel und Wege, *sendmail* einzurichten, ohne die Datei *sendmail.cf* direkt zu editieren. Zunächst wird *sendmail* im Rahmen der SuSE-Distribution mit zwei lauffähigen *sendmail.cf*-Dateien ausgeliefert, mit denen sich schon viele Netzwerkkonfigurationen bedienen lassen. Immerhin bietet auch *YaST* über die Konfigurationsdatei */etc/rc.config* die Möglichkeit, *sendmail* wenigstens minimal zu konfigurieren. Dazu werden in */etc/rc.config* entsprechende Variablen gesetzt, aus denen *SuSEconfig* eine *sendmail.cf* generiert.⁸⁸

Über */etc/rc.config* lassen sich die folgenden Variablen setzen:

- ***SENDMAIL_TYPE***

Hier wird *yes* eingetragen, wenn *sendmail.cf* aus *rc.config* heraus erzeugt werden soll. Soll *sendmail* manuell konfiguriert werden, muß hier *no* stehen.

- ***SENDMAIL_LOCALHOST***

Hier werden als Werte die Hostnamen angegeben, die *sendmail* als lokal ansehen soll. Mails an diese Hosts werden dann sofort dem MDA übergeben und lokal ausgeliefert.

- ***FROM_HEADER***

Mit dieser Variablen läßt sich die Absender-Adresse maskieren. Mails, die über den Mailserver versendet werden, tragen den hier eingetragenen Wert als Hostnamen (= der Teil der Adresse hinter dem @).

- ***SENDMAIL_SMARTHOST***

Der hier angegebene Mailserver dient als sog. *Smart Host*, i. e. alle Mails, die nicht lokal ausgeliefert werden können, werden an diesen Server verschickt. Bei Einwahlzugängen zum Internet steht hier typischerweise der Mailserver des Providers.

- ***SENDMAIL_NOCANONIFY***

Die möglichen Werte *no* und *yes* legen fest, ob *sendmail* die Adressen im Mail-Header nachschauen und durch Fully Qualified Domain Names ersetzen soll

⁸⁸vgl. Abschnitt 4.2.4 auf Seite 64.

oder nicht. Da eine solche Adreßauflösung einen Zugriff auf einen Nameserver erfordert, ist es bei den meisten Einwahlzugängen zum Internet sinnvoll, diese Option zu aktivieren.

- *SENDMAIL_EXPENSIVE*

Wird diese Option mit *yes* aktiviert, leitet *sendmail* Mails, die nicht lokal ausgeliefert werden sollen, nicht sofort an den Smart Host weiter, sondern speichert sie zunächst in */var/mqueue*. Erst ein Aufruf von *sendmail -q* führt zur Auslieferung.

- *SENDMAIL_ARGS*

Hier können die Argumente eingetragen werden, mit denen *sendmail* gestartet werden soll.

Für viele Systeme sind diese Konfigurationsmöglichkeiten ausreichend. Verfeinerungen der Konfiguration lassen sich durch Makrodateien erreichen. Solche Dateien sind wesentlich einfacher zu lesen und zu konfigurieren als *sendmail.cf*. Sie werden nach Abschluß der Konfiguration mit dem Makroprozessor *m4* verarbeitet, der aus der Makrodatei eine *sendmail.cf* erstellt. Um eine Vorstellung davon zu geben, wie eine solche Makrodatei aussieht, sei hier ein kleiner Auszug wiedergegeben (Kommentare werden mit *dnl* eingeleitet):

```
...
dnl you can specify a smarthost here
dnl
define(`SMART_HOST', `smtp:mail.provider.de')dnl
dnl
dnl redirect all email to unknown people to root
dnl
define(`LUSER_RELAY', `local:root')dnl
dnl
dnl you can use these tables for additional
dnl sendmail features (mapping of email names)
dnl
FEATURE(`genericstable', `hash -o /etc/mail/genericstable.db')dnl
FEATURE(`virtusertable', `hash -o /etc/mail/virtusertable.db')dnl
dnl
dnl sendmail only accepts emails as local that use the FQDN.
dnl if you want to accept further hostnames as local email,
dnl add them here or put them into a sendmail.cw file.
dnl
dnl define(`confCW_FILE', `/etc/mail/sendmail.cw')dnl
dnl FEATURE(use_cw_file)dnl
dnl alternate names:
Cw localhost www.dieburger52.de people.dieburger52.de ...
```

Dank der guten Kommentare in den mitgelieferten Makrodateien, läßt sich *sendmail* doch noch halbwegs komfortabel konfigurieren. Besonders sei hier auf

die beiden Features *genericstable* und *virtusertable* hingewiesen. Dies sind Datenbankdateien, die von *sendmail* benutzt werden können, um die Datei *sendmail.cf* zu entlasten. Die oben angegebenen Tabellen dienen dazu, die Absender resp. Empfängeradresse umzusetzen. Die entsprechenden Dateien werden mit Hilfe des Programms *makemap* aus einfachen Textdateien erzeugt.⁸⁹ *sendmail* kann eine ganze Reihe unterschiedlicher Datenbanken verwenden, hauptsächlich um Adressen oder Adressenteile umzusetzen.

Ist eine entsprechende Makrodatei bearbeitet, beispielsweise */etc/mail/mailserver.mc*, wird aus dieser mit Hilfe des Programms *m4* die Datei *sendmail.cf* erzeugt und anschließend den Mailserver neu startet:

```
poseidon:~ # m4 /etc/mail/mailserver.mc > /etc/sendmail.cf
poseidon:~ # /sbin/init.d/sendmail reload
Reload service sendmail                               done
```

Trotz allem bleibt die Konfiguration von *sendmail* kein leichtes Unterfangen, und falls der Mailserver nicht gerade mit einer Standardkonfiguration betrieben werden kann, sollten unbedingt einige Dokumentationen zum Thema gelesen werden.⁹⁰

⁸⁹vgl. *makemap(8)*, 16. 11. 1992

⁹⁰Die *sendmail*-Dokumentation sowie ein FAQ und weitere wertvolle Tips finden sich auf <http://www.sendmail.org>. Wer mit komplexeren Konfigurationen zu tun hat, sollte zur entsprechenden ‚Bibel‘ greifen, die im Falle von *sendmail* wiederum aus dem Hause O’Reilly stammt: BRIAN COSTALES, ERIC ALLMAN: *Sendmail*, 2. Auflage, Sebastopol, O’Reilly & Associates, 1997.

Kapitel 5

Das Macintosh System

C:\ONGRTLNS.W95¹

5.1 Die Firma Apple Computer

Betrachtet man die Entwicklung des Mac OS – eine Abkürzung für Macintosh Operating System – kommt man nicht umhin, auch die Entstehungsgeschichte der Firma APPLE COMPUTER und deren Hardwareprodukte, die Macintosh-Rechner zu untersuchen. Denn im Gegensatz zu den beiden anderen in dieser Arbeit vorgestellten Systeme, ist das Betriebssystem von Apple eng an die Hardware aus gleichem Hause gebunden.²

STEVE JOBS und STEVEN WOZNIAK arbeiteten aus Leidenschaft zur Elektronik an einem Computer, der möglichst kompakt und für damalige Verhältnisse leistungsstark sein sollte. 1976 veröffentlichten sie mit dem *Apple I* einen ersten Versuch, dem jedoch angesichts eines fehlenden Gehäuses kein Erfolg beschieden war. Besser war da der schon ein Jahr später erschienene erste *Personal Computer*, der *Apple II*, denn dieser Computer hatte ein Plastikgehäuse und verfügte über eine Graphikdarstellung mit 6 Farben. Zudem war für ihn eine Software entwickelt worden, die selbst Großrechner nicht anbieten konnten. Die Tabellenkalkulation *VisiCalc* ließ Firmen mit Leichtigkeit Betriebskosten und Profite berechnen und war somit die ‚Killerapplikation‘. Der große Erfolg des Apple II führte zu Weiterentwicklungen, die weitere Leistungssteigerungen vorsahen.

1979 lernte STEVE JOBS im Palo Alto Research Center (PARC) der Firma *Xerox* den *Alto* kennen, einen etwa schreibtischgroßen Computer, der über eine graphische Benutzeroberfläche verfügte: die Textauswahl erfolgte per Maus, Befehle wurden

¹ Geburtstagsanzeige von Apple Computer an Microsoft anlässlich der Einführung von Windows 95. Eine Anspielung auf die kryptische Benutzeroberfläche von MS-DOS Computern.

² Dies hat zwar den Nachteil, daß man in der Auswahl der Hardware relativ eingeschränkt ist, man kann sich jedoch im Gegenzug darauf verlassen, daß Hardware und Betriebssystem gut zusammen funktionieren.

über Popupmenüs eingegeben, Inhalte in Fenstern dargestellt.³ Dies war wohl die ausschlaggebende Inspiration, um die Mannschaft rund um Apple davon zu überzeugen, einen Computer zu entwickeln, der nur über ein GUI zu bedienen wäre. Mit Hilfe einiger abgeworbener Xerox-Entwickler war 4 Jahre später *Lisa OS* entstanden, das in Verbindung mit dem Computer *Lisa* 1983 die Arbeit mit Computern revolutionieren sollte.

Schlechtes Management und interne Querelen waren u. a. dafür verantwortlich, daß dieser Neuheit kein herausragender Erfolg beschieden war. Doch unter der Leitung des vormaligen Präsidenten von Pepsi-Cola JOHN SCULLEY stellte Apple 1984 unter Einsatz eines inzwischen legendären Werbespots⁴ den ersten PC mit rein graphischer Benutzeroberfläche vor – der Apple Macintosh war geboren (s. Abb. 5.1).



Abbildung 5.1: Der erste Apple Macintosh

Steve Jobs, der nach wie vor an dem Projekt Macintosh arbeitete, wußte von Beginn an, daß ein Erfolg des Computers nur durch ein Vielzahl an Anwendungssoftware realisierbar war. Schon früh wurde deshalb auch ein gewisser BILL GATES mit der Entwicklung von Software für den Macintosh beschäftigt. Das Projekt Macintosh war Gates ein großes Anliegen:

Die Industrie [hat] einen Punkt erreicht, der es unmöglich macht, einen Standard aus ihren eigenen innovativen Technologien zu schaffen, ohne die Unterstützung durch – und die daraus resultierende Glaubwürdigkeit – andere Hersteller von Personal Computern.⁵

Doch der Empfehlung von Gates, den Macintosh zu lizenzieren, kam Apple nicht nach. Diesen Fehler versuchte Apple unter der Leitung von GIL AMELIO 1996 wiedergutzumachen und gab somit anderen Hardwareherstellern die Gelegenheit, Macintosh kompatible Rechner zu bauen. Da dieser Vorstoß allerdings zu spät kam

³ vgl. GLEN SENFORD, 02.02.1999, <<http://www.apple-history.com/GUI.html>>, (04.04.1999)

⁴ In diesem 60-sekündigen Spot nahm Apple in Anlehnung an den Roman *1984* von GEORGE ORWELL die Vormachtstellung von IBM auf's Korn. Diesen Werbespot kann man im Internet unter <<ftp://ftp.apple.com/whymac/1984.mov>> (12.05.1999) finden.

⁵ Bill Gates in einem Memo von 1985, zitiert nach Jim Carlton – vgl. STEPHAN SELLE: *Apple Inside Story – Zu genial für diese Welt?*, MACup 3/98, 14. Jahrgang, S. 200

und daher auch nicht die erwarteten Erfolge zeigte, nahm ihn Steve Jobs, der nach dem Rücktritt von Amelio 1997 als Interims-Geschäftsführer eingesetzt wurde,⁶ wieder zurück.

Den Ruf, daß Apple Macintosh Computer und ihr Betriebssystem sich hauptsächlich für Graphiker und Zeitschriftenverlage eigne – der sich vor allem in Deutschland beharrlich hält – verdankt Apple im wesentlichen glücklichen Zufällen. Kurz nach Markteinführung der ersten Macintosh Rechner kam der Unternehmer PAUL BRAINARD auf eine Idee, wie in großen Unternehmen Papier eingespart werden kann, nachdem er herausgefunden hatte, daß die wohl größten Papierbedrucker weniger Verlage, als vielmehr Regierung und Firmen wie IBM oder General Motors waren. Er entwickelte ein Programm, mit dem interne Publikationen auch intern erstellt werden konnten – *PageMaker*. JOHN WARNOCK hingegen suchte nach einer Programmiersprache, die einzelne Druckseiten derart beschreiben kann, daß immer das beste Druckergebnis erzielt werde, das der eingesetzte Drucker bietet, ungeachtet dessen, ob es sich um einen Nadel- oder einen hochauflösenden Tintenstrahldrucker handelt. So entwickelte er *PostScript*, eine Sprache, die in der Beschreibung des zu druckenden Inhalts auf Kurven und nicht auf Punkten aufbaut. Auch Apple arbeitete eifrig daran, bessere Druckergebnisse zu erzielen, als dies bei Nadeldruckern oder Typenraddruckern der Fall war und entwickelte den Laserdrucker.⁷

Diese drei Umstände führten zur Geburt des *Desktop-Publishing*, mit dem es so leicht wie nie zuvor war, Publikationen zu erstellen. So fanden die drei A (Apple – Macintosh und Laserdrucker, Adobe – PostScript und Aldus – PageMaker) schnell bei Graphikern und Verlagen Gefallen.⁸

Während die ersten Macintosh Computer auf dem CISC-Prozessor der 68000-Reihe (man spricht auch von der 68k-Reihe) von Motorola aufsetzten, kommt seit 1994 der in Gemeinschaft mit IBM und Motorola entwickelte PowerPC zum Einsatz, der auf der leistungsstärkeren RISC-Technologie basiert.

Seit Gründung der Firma war Apple immer für Innovationen gut. So ist diesem Unternehmen auch die Erfindung des Laptops – in Apple-Nomenklatur: Powerbook – zu verdanken. 1991 stellte Apple mit dem Powerbook 100 den ersten tragbaren Computer vor. Auch die immer beliebteren *PDA*s (*Personal Digital Assistants*) wurden mit der Entwicklung des *Newton* eingeführt.

Apple achtet bei der Gestaltung der Hardware ebenso wie bei der Software auf leichte Handhabbarkeit und auf Design. So sind Apple Computer meist rasch und ohne den Einsatz von Zusatzwerkzeug geöffnet, und erweiterbare Komponenten wie RAM-Steckplätze oder Festplattenschächte sind dem Anwender schnell und leicht zugänglich. Dies zeigen vor allem die Anfang 1999 vorgestellten *Power Ma-*

⁶Jobs ist dies heute noch, bei einem jährlichen Gehalt von \$ 1,-.

⁷vgl. STEPHAN SELLE: *Apple Inside Story – Zu genial für diese Welt?*, a. a. O., S. 202

⁸Inzwischen gibt es weitaus mehr Anwendungen für den Apple Macintosh, sowohl für den Bürobereich als auch für die IT-Branche, für Musiker und viele andere Berufsgruppen. In letzter Zeit verstärkt Apple auch sein Engagement im Spielebereich und versucht mit Erfolg, Spieleerzeuger dafür zu gewinnen, ihre Produkte für die Macintosh Plattform zu portieren.

Macintosh G3 Yosemite. Da Computer in Büros und im Heim meist gut sichtbar sind, hält Apple auch die äußerliche Gestaltung für sehr wichtig und konnte durch zukunftsweisendes Design auch schon so manchen Preis für sich verbuchen. Zuletzt erregte Apple Aufsehen durch die Entwicklung eines All-in-One-Rechners – i. e. in einem Gehäuse vereinen sich Monitor, Zusatzgeräte und Computer – mit Namen *iMac*. Beide angesprochenen Geräte sind in Abb. 5.2 dargestellt.



Abbildung 5.2: Die Innovationen aus 1998/99 von Apple: *iMac* (oben), *PowerMac G3* (unten)

5.2 Das Macintosh Operating System (Mac OS)

Das Mac OS verfügt im Vergleich zu Windows NT und Linux über einige Besonderheiten, die an dieser Stelle beschrieben werden. Zudem ist es anders als die konkurrierenden Systeme als Endbenutzer- und Einzelplatzsystem ausgelegt. Dies sollte man sich bei der Beurteilung der folgenden Beschreibung immer wieder vor Augen halten.⁹

Apple führte die Bezeichnung *Mac OS* im Jahre 1997 mit der Veröffentlichung der System Software 7.6 ein. Wird in der Folge also von Mac OS ohne eine Angabe der Versionsnummer gesprochen, ist das Betriebssystem ganz allgemein zumindest ab dieser Version gemeint.

⁹Wie aus Insiderkreisen verlautet, soll sich das mit der Systemversion Mac OS 8.7 ändern. Dieses System soll ähnlich Windows NT eingeschränkte Multi-User-Fähigkeiten aufweisen, i. e. es kann mehrere User verwalten, es kann jedoch lediglich *ein* Anwender eingeloggt sein – vgl. *Mac OS 8.7 (Code Named „Sonata“)*, <<http://www.appleinsider.com/macos8.7.shtml>> (29.05.1999)

5.2.1 Die Benutzeroberfläche

Die Grundidee bei der Entwicklung der Oberfläche des MacOS war es, dem Anwender die Eingabe kryptischer Befehle zu ersparen und die Bedienung des Computers mittels Metaphern zu erleichtern. So stellt die graphische Benutzeroberfläche den Schreibtisch eines Büros dar. Aus dem Büroalltag bekannte Elemente werden über Symbole dargestellt und ebenso wird versucht, Arbeitsabläufe nachzubilden, soweit dies möglich ist: Dokumente werden in Ordnern verwahrt, in den Papierkorb gezogen, sollen sie gelöscht werden u.s.w.¹⁰ Ganz ähnlich wird verfahren, wenn der Computer angewiesen wird, etwas zu tun. Ein Objekt wird ausgewählt und über Menüs werden nur die Befehle als ausführbar angezeigt, die tatsächlich eine Aktion bewirken.

Ein weiterer wichtiger Punkt in der Benutzerführung ist es, dem Anwender die volle Kontrolle über den Computer und seine Peripherie zu geben, i. e. auch die Steuerung der Hardware wird vom Anwender über das Betriebssystem vorgenommen. Einstellungen, die z. B. den Monitor betreffen, werden über Kontrollfelder geregelt, was dazu führte, das die Firma Apple Monitore herausbrachte, die außen nur noch rudimentäre Steuerelemente haben. Ebenso werden wechselbare Speichermedien über eine Aktion im sog. *Finder* – dem Dateimanager und Programm-Umschalter – ausgeworfen und nicht über Tasten am Computer selbst. Sogar der Ausschaltvorgang wird von der Software vorgenommen. Eine Taste am Gerät selbst muß nicht gedrückt werden.¹¹ Auch wurde von jeher darauf geachtet, daß der Computer aussagekräftige Fehlermeldungen ausgibt, die dem Anwender klar zu erkennen geben bringen, wo das Problem liegt.

Damit diese Grundphilosophie, die hier nur in aller Kürze wiedergegeben werden kann, auch von den Entwicklern übernommen werden konnte, verfasste Apple ein umfangreiches Werk, in dem nicht nur diese Richtlinien erörtert werden, sondern auch klare Anweisungen gegeben werden, wie Anwendungsprogramme konzipiert sein sollen.¹² So schuf Apple die Grundlagen für Softwareergonomie und erreichte eine Einheitlichkeit im Aufbau der Anwendungsprogramme, die dem Anwender den leichten Einstieg in jedes neue Programm ermöglichen.

Dies mag mit ein Grund dafür sein, warum Anwender angeben, mit Macintosh Systemen produktiver und leichter arbeiten zu können, schnellere Ergebnisse zu erzielen und insgesamt zufriedener sind.¹³

¹⁰Diese Metaphern konsistent zu halten, ist auch Apple nicht ganz gelungen. So ist es nur schwer verständlich, wieso jedes Speichermedium seine eigene Schreibtischoberfläche hat, der Anwender diese aber nicht explizit als eine andere Oberfläche erkennen kann. Oder daß wechselbare Speichermedien wie Disketten, CD-ROMs oder dgl. in den Papierkorb gezogen werden müssen, um sie wieder auszuwerfen.

¹¹Übrigens wird ein Macintosh in der Regel über eine spezielle Taste an der Tastatur auch eingeschaltet. Schließlich ist sie meist leichter zugänglich als der Computer selbst!

¹²Apple Computer Inc. (Hrsg.): *Macintosh Human Interface Guidelines*, Reading/Massachusetts, Menlo Park/California, New York [u. a.], Addison-Wesley Publishing Company, 1992

¹³vgl. Evans Research Associates (Hrsg.): *Personal Computer Satisfaction – An Independent Study of People Who use Both Macintosh and Windows 95 Computers*, Mai 1996 <<ftp://ftp.apple.com/whymac/evans.pdf>>, (10.05.1999)

5.2.2 Dateiformate

Im Gegensatz zu den beiden anderen vorgestellten Systemen, deren Datei-Programmzuordnung über die Dateierdung resp. eine Patternsammlung in externer Datei erfolgt, besitzen Macintosh-Dateien zwei ‚Dateizweige‘, den Datenzweig und den Ressourcenzweig. Während ersterer die Daten der Datei beinhaltet, speichert der Ressourcenzweig Informationen darüber, welche Applikation diese Datei erstellt hat – „Programmtyp“ – und welchem Dateityp sie entspricht. Durch diese Informationen ist das Mac OS in der Lage, sowohl ein passendes Icon für diese Datei darzustellen, als auch nach einem Doppelklick das passende Programm zur weiteren Verarbeitung oder Anzeige zu öffnen.

Dieses Vorgehen wirft jedoch seit dem zunehmenden Aufkommen des Internets auch Probleme auf. Zum einen läßt sich auf FTP-Servern schlecht erkennen, welchem Programm- oder Dateityp eine Datei entspricht, und zum anderen geht der Ressourcenzweig durch den Up- und Download auf Nicht-Mac OS-Server verloren. Das erste Problem wird zumeist dadurch gelöst, daß Dateien, die auf FTP-Servern gelagert werden, eine entsprechende Endung angehängt wird. Dem Verlust des Ressourcenzweiges wird jedoch am besten damit begegnet, diese Dateien in Archive zu packen. Diese Archive kommen ohne den Ressourcenzweig aus und haben den zusätzlichen Vorteil, eine geringere Dateigröße aufzuweisen. Auf Mac OS Systemen ist das Programm *StuffIt* der Firma *Aladdin Systems*¹⁴ gebräuchlich, dessen Archive die Endung *.sit* aufweisen. Doch auch mit ZIP-Archiven und anderen Formaten kommt der Macintosh gut zurecht.

Eine andere Vorgehensart dieses Problem zu umgehen ist die Codierung der Dateien in ASCII-Text – die gebräuchlichste Art der Codierung auf dem Macintosh ist *BinHex*, das an der Endung *.hqx* zu erkennen ist – oder die Ausweisung der Datei als *MacBinary* – erkennbar an der Endung *.bin*. Filetransferprogramme auf dem Macintosh erkennen solche speziellen Dateien und sind so in der Lage, sowohl Daten als auch Finder-Informationen, i. e. Erstellungs- und Änderungsdaten, Icon u. a. m., zu übertragen.

Dateinamen dürfen seit jeher 32 Zeichen beinhalten. Lediglich das Kolon darf nicht enthalten sein, da das Betriebssystem dieses als Trennzeichen zwischen Ordnernamen benutzt. Deshalb wird es automatisch zu einem Bindestrich gewandelt.

Macintosh Systeme benutzen wie die meisten anderen Computersysteme den ASCII-Zeichensatz, dessen erste 128 Zeichen standardisiert sind. Der auf 256 Zeichen erweiterte Zeichensatz ist nicht standardisiert, so daß der Macintosh andere Codes benutzt als z. B. Windows NT oder Linux. Da in diesem Zeichenraum jedoch u. a. die deutschen Umlaute und Sonderzeichen definiert sind, kann es zu Schwierigkeiten beim Austausch von Textdateien kommen. Moderne Textverarbeitungsprogramme wissen ob dieses Umstands und sind in der Lage, Textdateien sowohl in der einen als auch in der anderen Art zu lesen und abzuspeichern. *Texteditoren* hingegen nehmen ein solche Umwandlung nicht vor und zeigen das der Codierung

¹⁴ <<http://www.aladdinsys.com>>

entsprechende Zeichen an. Aus diesem Grunde sollte man in Dateien, die auf allen Systemen verwendet werden sollen, auf Umlaute verzichten. Dies gilt vor allem für die Seitenbeschreibungssprache HTML, die ohnehin eine eigene Codierung für Sonderzeichen vorsieht.

Seit Mac OS 8.5 wird auch Unicode 2.1 unterstützt.

5.2.3 Arbeitsspeicherzuweisung

Eine weitere Eigenheit der Macintosh Betriebssysteme, über die ein künftiger Administrator unbedingt Bescheid wissen sollte, ist, daß der Anwender von Software bestimmt, wieviel Arbeitsspeicher eine Applikation für sich in Anspruch nehmen darf. Zwar geben die Programmierer Werte für die Minimalanforderung und den idealen Speicherkonsum vor. Der Anwender kann jedoch den Wert jederzeit höher setzen, sollte er dies für richtig halten. Ausreichend physikalischen RAM vorausgesetzt, kann dies manche Programme beschleunigen resp. die Zuverlässigkeit erhöhen.

Dieser Umstand ist vor allem beim Einsatz von Programmen wichtig, deren Funktionalität über Plug-Ins erweitert werden kann, wie es z. B. bei *Netscape Communicator* oder der weiter unten vorgestellten Server Suite *WebSTAR* der Fall ist. Je mehr dieser Plug-Ins eingesetzt werden, desto höher fällt der RAM-Konsum aus, auf den der Anwender reagieren muß.

5.2.4 Netzwerk-Technologie

Schon früh waren Apple Macintosh Systeme sowohl hardwareseitig als auch softwareseitig mit Netzwerkfähigkeiten ausgerüstet. Apple entwickelte dafür das Netzwerkprotokoll *AppleTalk*, das nach dem OSI-Schichtenmodell arbeitet. Dieses Protokoll wird im ROM jedes Macintosh, aber auch im ROM von Laserdruckern und anderen Netzwerkgeräten aus dem Hause Apple eingebaut. Als Zugriffsverfahren kommen das eigene *LocalTalk*, aber auch Ethernet oder TokenRing zum Einsatz. Zwar gab es eine Reihe von Gateways von Fremdanbietern, die die Verbindung mit anderen Netzwerken u. a. auch TCP/IP zuließen, die Oberhand jedoch behielt immer *AppleTalk*.¹⁵

Mit System 7.5.2 stellte man mit *Open Transport* eine Systemerweiterung zur Verfügung, die eine Gleichberechtigung zwischen den Protokollen herstellte. Open Transport benutzt dabei Industriestandard APIs, die es ermöglichen, daß Programme, die für Open Transport geschrieben wurden, jedes Netzwerkprotokoll benutzen können. Während also früher die Protokolle selbst an das Betriebssystem angepaßt werden mußten, ist es nun nur noch nötig, eine Schnittstelle zu OpenTransport zu programmieren. Open Transport wird jedoch schon mit TCP/IP Netzwerkprotokollen ausgeliefert.

¹⁵Mehr zu *AppleTalk* erfährt man in ALBERT KARLSTETTER et al.: *Apple Handbuch Datenkommunikation und Netzwerke*, Bonn, Paris, Reading/Massachusetts, [u. a.] Addison-Wesley, 1993.

Seit der Betriebssystemversion 8.5 verstärkt Apple die Unterstützung der Internet-Konnektivität. So wurde die Suchfunktion im Betriebssystem komplett überarbeitet und durch eine Suchmöglichkeit im Internet ergänzt. Diese Funktion stellt Verbindungen zu ausgewählten Suchmaschinen her und zeigt deren Output in einem eigenen Fenster an. Da die Verbindung und Suchanfragen über einfache Textdateien in an HTML angelehnter Syntax realisiert werden, lassen sich leicht und schnell neue Suchmaschinen in die Funktion einbinden.

Eine weitere Neuerung ist das Internet Kontrollfeld, das personenbezogene Interneteinstellungen speichert und an Internetprogramme, die eine diesbezügliche Schnittstelle aufweisen, weitergibt.¹⁶ Auch Datum und Uhrzeit können nun bequem über ein Kontrollfeld durch Kontaktaufnahme mit im Internet öffentlich zugänglichen Timeservern gestellt werden.

Zudem bietet ein Assistent die einfache Konfiguration des Internetzugangs an, der bis zur Anmeldung bei einem ISP reicht.

Die Implementation von Internet Technologie wird in kommenden Betriebssystemversionen von Apple noch weiter ausgebaut. So ist aus Insiderkreisen zu vernehmen, daß Apple in Mac OS 8.7, dessen Veröffentlichung für Herbst 1999 vorgesehen ist, vom hauseigenen Protokoll AppleTalk zunehmend abkommen wird, und FileSharing-Dienste nur noch über TCP/IP realisiert werden. Auch sollen Software Updates der einzelnen Betriebssystemkomponenten künftig automatisch über das Internet erfolgen.¹⁷

5.2.5 Der neue Weg: Mac OS X

Seit Mitte April 1999 geht Apple einen neuen Weg in der Betriebssystemstrategie. Lange Zeit war klar, daß der Kern des Betriebssystems veraltet ist. Fehlender Speicherschutz, der zur Folge hatte, daß abstürzende Programme das ganze Betriebssystem zum Stillstand bringen konnten, und lediglich kooperatives Multitasking können den Anwendern das Leben schwer machen. Da Apple mit eigenen Entwicklungen ziemlich glücklos war, entschloß man sich 1996, die Firma NeXT zu kaufen, deren Betriebssystem NeXTStep in einigen Nischenmärkten große Zufriedenheit hervorruft. Die Anpassungen an die Macintosh-Plattform und Weiterentwicklung führten zu dem neuen Betriebssystem Mac OS X, das in seiner ersten Version als Serverbetriebssystem herausgebracht wurde und daher Endanwendern nicht angeraten wird.

Mac OS X Server setzt auf einem Mach-2.5-Kernel und dem in den USA beliebten BSD 4.4 UNIX auf, womit die beiden größten zuvor beschriebenen Probleme ausgeräumt sind, da die Multitaskingfähigkeit sowie der Speicherschutz von UNIX-Systemen legendär ist. Entwickler haben nun, wie Abb. 5.3 auf der nächsten Seite zeigt, vier verschiedene Umgebungen, um Applikationen für Mac OS X zu ent-

¹⁶Dieses Kontrollfeld ist keine Eigenentwicklung von Apple, sondern war vormals ein Freewareprogramm mit Namen *Internet Config* von PETER N. LEWIS.

¹⁷vgl. *Mac OS 8.7 (Code Named „Sonata“*, <<http://www.appleinsider.com/macos8.7.shtml>> (29.05.1999)

wickeln. Während die *Yellow Box* dazu dient, Anwendungen zu schreiben, die sowohl auf Macintosh als auch auf IBM-Kompatiblen laufen, bieten *Blue Box*, *Java* und *BSD* die Möglichkeit, Programme für Mac OS, UNIX resp. Java zu entwickeln.¹⁸

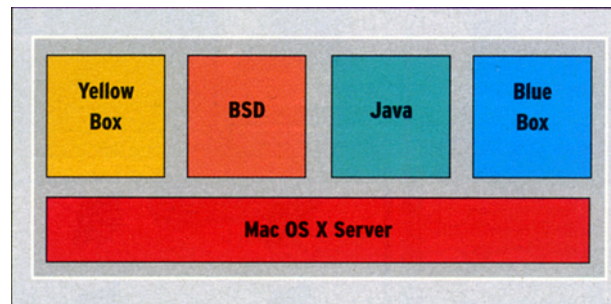


Abbildung 5.3: Der Aufbau von Mac OS X

Der Blue Box kommt eine besondere Bedeutung zu, da sie als eigenständige Applikation sicherstellt, daß bestehende Mac OS Applikationen weiterhin in gewohnter Umgebung laufen können. In dieser Box wird ein herkömmliches Mac OS 8.5 gestartet und läßt Programme ablaufen, solange sie nicht direkt auf die Hardware zugreifen. Daten lassen sich über eine Zwischenablage zwischen beiden Welten austauschen. Zudem ist Mac OS X Server in der Lage, Festplattenpartitionen auch im macüblichen HFS resp. HFS+ Format zu lesen. Das Betriebssystem selbst jedoch bedient sich eines eigenen Dateisystems.

Um das neue Serverbetriebssystem in bestehende Netzwerke einzubinden, stellt es verschiedene Dienste bereit.¹⁹

Apache Webserver 1.3.4

Apple macht sich die Leistungsfähigkeit des Webserver Apache zunutze, wobei der große Vorteil darin besteht, daß der Server einfach über die Benutzeroberfläche zu konfigurieren ist und somit Ausflüge in die Kommandozeileingabe nicht notwendig sind. Zudem konnte Apple mit der Apache Organisation vereinbaren, neueste Versionen des Servers in einem Paket mit fertigen Binaries für Mac OS X bereitzustellen.

Ein Mailserver hingegen fehlt gänzlich, und es wird lediglich auf ein Drittanbieter-Programm verwiesen.

AppleTalk Fileserver

Die Fileservices, die Mac OS X für AppleTalk Clients bietet, verkraften bis zu

¹⁸vgl. MATTHIAS ZEHDEN: *Oh! Es! X!* in THOMAS REHDER (Hrsg.): *MACup*, Ausgabe 5/99, 15. Jahrgang, Hamburg, MACup Verlag GmbH, S. 94

¹⁹Ausführliche Informationen zu diesem neuen Betriebssystem finden sich in erster Linie unter <http://www.apple.com/macosx/server> und dort verlinkten Dokumenten sowie in DETLEV DROEGE et al.: *Ein X für ein U. Mac OS X Server in der Praxis* in CHRISTIAN HEISE (Hrsg.): *c't Magazin für Computertechnik* Ausgabe 09/99, Hannover, Verlag Heinz Heise, 1999, S. 116 ff.; MATTHIAS ZEHDEN: *Oh! Es! X!*, a. a. O., S. 93 ff. und MARTIN STEIN, WALTER MEHL: *Der erste Test: Mac-OSX Server* in *Macwelt*, Ausgabe 5/99, München, IDG Magazine Verlag GmbH, 1999 S. 26 ff.

1000 Nutzer und 4000 gleichzeitig geöffnete Dateien. Allerdings sind weitere Annehmlichkeiten wie Ansprechen anderer Dateisysteme als HFS+, Printserver, Verwendung verschlüsselter Paßwörter u. ä. noch nicht oder nur rudimentär eingebaut. Zudem läßt sich dieser Dienst nur über ein Web-Interface konfigurieren. Künftig sollen auch Windows-Fileservices über das Samba-Paket, das für Linux bereits verfügbar ist, eingebunden werden.

QuickTime Streaming Server

Der QuickTime Streaming Server ermöglicht es, über das Real Time Streaming Protokoll (RTSP) multimediale Daten wie QuickTime Movies dem Anwender in Echtzeit zur Verfügung zu stellen. Es tritt also in direkte Konkurrenz zu Real Video resp. Real Audio oder zu der Neuentwicklung von Microsoft dem *Windows Media Player*.

NetBoot Server

Mit dem NetBoot Server wird es möglich, netbootfähige Computer wie z. B. den iMac oder auch die PowerMac G3 Rechner der zweiten Generation über das Netzwerk zu starten. Das System wird also nicht von lokaler Festplatte hochgefahren, sondern vom Mac OS X Server. Da so alle Clients auf das gleiche System und auf gleiche Programme zugreifen, wird so die Netzwerkadministration erheblich erleichtert. Individuelle Systemeinstellungen werden für jeden Client separat gespeichert.

WebObjects 4.0.1

Mit WebObjects stellt Apple eine flexible und leistungsfähige Entwicklungs- und Laufzeitumgebung für Netzwerk- und Datenbankapplikationen zur Verfügung, die bereits mit Erfolg in Unternehmen wie der Deutschen Bank, dem Reiseveranstalter TUI oder dem Buchgroßhandel Libri.de zum Einsatz kommt. Der Vorteil dieses Systems liegt im wesentlichen darin, daß Datenbank, Anwendung und Benutzeroberfläche auf unterschiedlichen Rechnern und verschiedenen Betriebssystemen laufen können.

Unter dem Projektnamen *Darwin* stellt Apple Teile des Source-Codes zu dem neuen Betriebssystem allen Entwicklern zur Verfügung in der Hoffnung, Mac OS X könnte einen ähnlichen Aufschwung erleben, wie dies bei Linux der Fall war. Mit Unterstützung der *Open Source Initiative (OSI)*²⁰ versucht man die Weiterentwicklung des Systems voranzutreiben.

Ganz kritiklos wurde Apples Vorgehen allerdings nicht hingenommen, da jeder interessierte Entwickler einer *Apple Public Source Licence* zustimmen muß, die vorsieht, daß der Code zu Forschungszwecken zwar zur Verfügung steht, bei Änderungen oder Verbesserungen jedoch Apple nicht nur zu verständigen ist, sondern auch die Nutzungsrechte an den Neuerungen zu überlassen sind. Derartige Beschränkungen entsprechen jedoch in keinsten Weise den Grundgedanken der Open Source Bewegung, wie Lalo Martins, Projektleiter und Mitglied der Gruppierung *Software in*

²⁰vgl. Anhang I auf Seite 207

the Public Interest (SPI) moniert.²¹ Wie die weitere Entwicklung in dieser Hinsicht aussieht, bleibt daher abzuwarten.

Apple hat für das Frühjahr 2000 das Erscheinen einer Client-Version des neuen Betriebssystems angekündigt. Diese Version wird ohne Serverfunktionalitäten ausgeliefert, jedoch ebenso auf BSD UNIX basieren und daher Multi-User-Fähigkeiten aufweisen. Daneben wird Apple jedoch die Entwicklung des bisherigen Einzelplatzsystems Mac OS weiterführen, um dessen Anwender auf den neuen Weg, den Mac OS X darstellt, vorzubereiten. Dabei werden Funktionalitäten, die das neue OS bieten, sukzessive eingebaut. Dies beinhaltet die vollständige Umstellung von AppleTalk auf TCP/IP ebenso, wie erste Implementationen von Multi-User-Fähigkeit u.v.m.²²

Mac OS X kann jedoch zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit ohnehin nicht als eine Alternative zur Beschreibung eines Internetservers auf einem Macintosh System angesehen werden, da es noch zu unausgereift erscheint. Zudem sind wichtige Serverfunktionen, wie z. B. ein Mailserver noch nicht vorhanden. Auch fehlen weitere native Applikationen, die zur Verwaltung eines Servers notwendig sind. Da Mac OS X Server auf einem Berkeley UNIX aufsetzt, könnte man wohl mit Mitteln, wie sie in Kapitel 4 auf Seite 50 beschrieben sind, einen voll funktionstüchtigen Webserver aufsetzen, jedoch kommen dabei die Eigenheiten des Mac OS nicht mehr zur Geltung, weshalb die Berücksichtigung dieses Betriebssystems verworfen wurde.

5.3 Installation des Betriebssystems

Macintosh Computer werden üblicherweise mit einem vorinstalliertem aktuellem Betriebssystem ausgeliefert. Hier sind in der Regel nur die korrekten Einstellungen zu treffen, um aus dem Rechner einen Server zu machen. Dennoch sei an dieser Stelle auch der Installationsvorgang des Betriebssystems erläutert, da es aus diversen Gründen notwendig sein kann, mit einer reinen Einrichtung zu beginnen.

Die folgende Beschreibung widmet sich der Installation des Betriebssystems Mac OS 8.5.1 und dem seit dem 10. Mai 1999 verfügbaren Update auf Mac OS 8.6, das einige Verbesserungen gegenüber der Vorversion brachte, so u. a. einen kleineren, effizienteren Kernel mit besserer Multitaskingfähigkeit und gesteigerter Unterstützung bei Einsatz mehrerer Prozessoren sowie einer besseren TCP/IP-Anbindung von Laserdruckern.²³

²¹vgl. JOHN FAIRFAX HOLDINGS LTD. (HRSG.): *Industry News: Apple in a stew over Open Source*, 23.03.1999, <<http://www.it.fairfax.com.au/990323/industry/industry5.html>>, (30.05.1999)

²²vgl. *Mac OS 8.7 (Code Named „Sonata“*, a. a. O.

²³siehe dazu Apple Computer Inc. (Hrsg.): *Tech Info Library – Mac OS 8.6: What's New – Overview* <<http://til.info.apple.com/techinfo.nsf/artnum/n60230>> (10.05.1999)

Diese Betriebssystemversion setzt einen Macintosh oder Kompatiblen²⁴ mit einem PowerPC 601 oder höher voraus. Zudem sollte ein von Apple unterstütztes CD-ROM-Laufwerk vorhanden sein, wie es in neueren Macintosh Rechnern üblicherweise mitgeliefert wird. Damit ist es möglich, von der Installations-CD-ROM direkt zu booten.

Die System-CD-ROM wird in das CD-ROM-Laufwerk eingelegt und der Rechner neu gestartet. Dabei wird die Taste *C* gedrückt, um dem Rechner zu erkennen zu geben, daß von CD gebootet werden soll. Dies hat den Vorteil, daß wirklich nur die nötigsten Prozesse gestartet werden und keine anderen Tasks die Installation stören.

Ein Doppelklick auf das Symbol *Mac OS Installation* startet die Installationsprozedur (siehe Abb. 5.4).



Abbildung 5.4: Der Start der Installation

Das Fragezeichen in der rechten oberen Ecke ruft eine Hilfedatei auf, sollte es an irgendeinem Punkt der Installation zu Unklarheiten kommen.

In einem nächsten Schritt wird das Volume, also die Partition ausgewählt, auf der das Betriebssystem installiert werden soll. Zudem wird überprüft und angezeigt, wieviel Platz auf dem Volume noch vorhanden ist und wieviel Platz eine Installation voraussichtlich benötigen wird (siehe Abb. 5.5 auf der nächsten Seite).

Ist auf dem Volume bereits ein Betriebssystem installiert, bietet es sich an, den Button *Optionen...* zu drücken. Dahinter verbirgt sich die Auswahl, ob ein neuer Systemordner angelegt, oder das bestehende System lediglich aktualisiert werden soll. Üblicherweise wird man die Option des neuen Systemordners nutzen, da so sichergestellt wird, daß wirklich alle benötigten Dateien neu installiert werden und evtl. beschädigte Dateien nicht in das neue System mit übernommen werden.

²⁴In der Zeit zwischen 1996 und 1997 ermöglichte es Apple Fremdanbietern, mac-kompatible Hardware herzustellen und zu vertreiben. Da diese Systempolitik jedoch nicht die erwarteten Erfolge einer größeren Verbreitung der Macintosh-Plattform brachte, wurde diese Strategie wieder verworfen. Dennoch sind auf dem Gebrauchtmart immer noch sog. ‚Klones‘ zu finden.



Abbildung 5.5: Auswahl des Volumes, auf dem das Mac OS installiert werden soll

In der Folge wird eine ReadMe-Datei angezeigt, die erläutert, welche Punkte bei der Installation zu beachten sind. Danach wird der Lizenzvertrag in der Sprache angezeigt, in der das Betriebssystem installiert wird. Dieser Vertrag wird jedoch auch in anderen Sprachen angeboten. Die Lektüre dieses Schreibens muß explizit bestätigt werden.

Der nächste Bildschirm gibt an, daß das System installiert werden kann. Klickt man hier auf *Start*, werden voreingestellte Komponenten installiert. Doch auch hier hat man wieder die Möglichkeiten der Anpassung. Diesmal kann ausgewählt werden, ob die Festplattentreiber aktualisiert werden sollen, wobei Apple fairerweise darauf hinweist, daß nur eine beschränkte Auswahl an Festplatten unterstützt wird. Wurde die Festplatte jedoch zuvor mit einem Festplattentool eines Fremdanbieters bearbeitet und dessen Treiber installiert, ist das Installationsprogramm verständlicherweise nicht in der Lage, eine Aktualisierung vorzunehmen. Desweiteren kann an dieser Stelle verlangt werden, ein Installationsprotokoll anzufordern, das nach erfolgtem Aufspielen der Daten Aufschluß darüber gibt, was wohin installiert wurde. Dies ist vor allem dann sinnvoll, wenn ein bestehendes Betriebssystem aktualisiert werden soll. Mit dem angelegten Protokoll kann überprüft werden, welche Komponenten tatsächlich hinzugekommen sind.

Will man sich nicht auf die Vorauswahl seitens Apple bzgl. der zu installierenden Komponenten verlassen, klickt man an dieser Stelle den Button *Anpassen*. Dieser öffnet ein Fenster zur Auswahl der Betriebssystemkomponenten, die eingerichtet werden sollen, wie Abb. 5.6 auf der nächsten Seite zeigt.

Installiert man das Betriebssystem zum ersten Mal, ist es angeraten, den angezeigten Empfehlungen nachzukommen. Um zu erfahren, welches Paket welche Funktionen erfüllt, ruft ein Klick auf den Button *i* ein Fenster auf, das eine kurzgefaßte Erklärung gibt. Die in Abb. 5.6 erkennbaren Pakete sollte man installieren:

Mac OS 8.5 installiert alle Komponenten die nötig sind, um mit dem Computer arbeiten zu können.

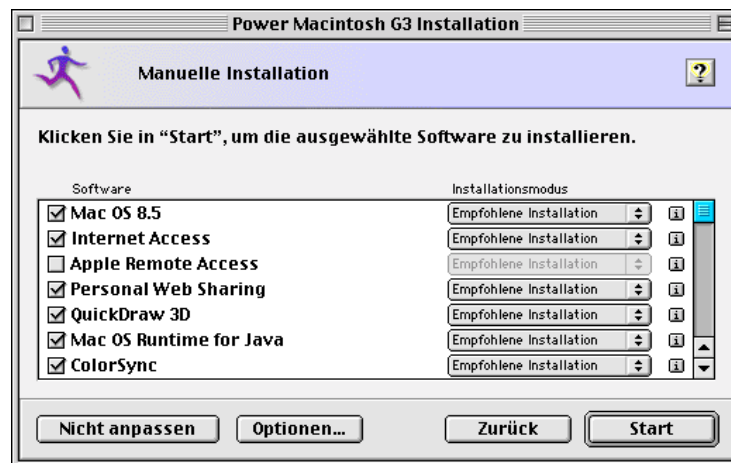


Abbildung 5.6: Auswahl der zu installierenden Komponenten

Internet Access installiert ein Kontrollfeld, daß Voreinstellungen für Internet Programme treffen läßt, wie z. B. E-Mail-Accountdaten, Default-Programme für den Zugriff auf das Internet etc. Zudem werden Browser (sowohl *Netscape Navigator* als auch *Microsoft Internet Explorer*) und ein E-Mail Programm (*Microsoft Outlook Express*) installiert. Ein Entpacker zum Extrahieren von unter Mac OS gebräuchlichen Archiven rundet das Paket ab.

Apple Remote Access installiert Software, die den Zugang zum Internet über die Telefonleitung ermöglichen.

Personal Web Sharing installiert einen Minimalwebserver, der es dem Anwender ermöglicht, HTML-Seiten im Netz zu publizieren.

QuickDraw 3D ist ein Softwarepaket zur Darstellung von dreidimensionalen Objekten.

Mac OS Runtime for Java installiert eine Ablaufumgebung für Java. Dies ist nötig, da der *Netscape Navigator* eine solche unter Mac OS nicht mitliefert und die von Microsoft gelieferte unzuverlässig arbeitet. Zudem läßt sich diese Umgebung auch separat als Applet-Viewer verwenden.

ColorSync gewährleistet die optimale Darstellung und Zusammenwirkung von Farben bei Scannern, Bildschirmdarstellungen und Druckern.

QuickDraw GX stellt erweiterte graphische Funktionen zur Verfügung, die jedoch kaum von Programmen unterstützt werden. Es kann daher davon ausgegangen werden, daß diese Technologie nicht mehr weiterentwickelt wird.

Text-to-Speech ist eine Erweiterung, die es dem Computer ermöglicht, Texte vorzulesen. Diese Software gibt es jedoch nur in Englisch und in mexikanischem Spanisch, so daß Texte in deutscher Sprache kaum verständlich wiedergege-

ben werden.²⁵

Multilingual Internet Access ermöglicht die Darstellung und Bearbeitung mehrsprachiger Texte.

Auch was die einzelnen Pakete angeht muß man nicht unbedingt den Empfehlungen Folge leisten – wenn es auch angezeigt ist! Mit einem Klick auf das Pop-up-Menü und der Auswahl von entweder *Manuelles Installieren...* oder *Manuelles Entfernen...* läßt sich der Installationsvorgang noch verfeinern resp. können Komponenten, die sich beim Gebrauch als nutzlos herausgestellt haben, wieder entfernt werden.

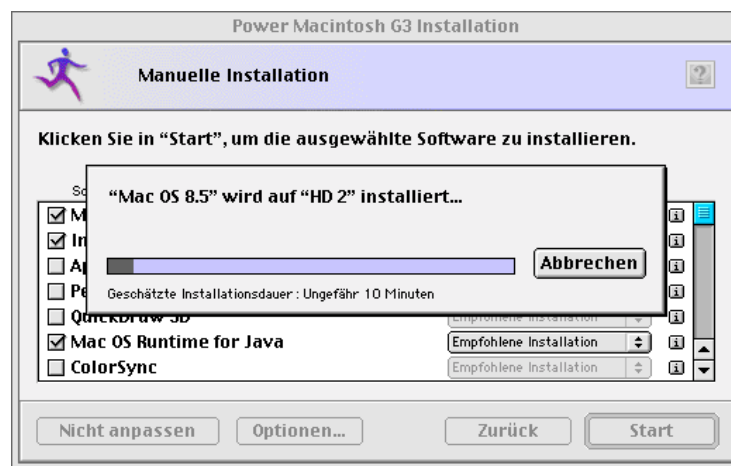


Abbildung 5.7: Die Installation

Die nachfolgende Installation dauert je nach Leistungsstärke des Rechners etwa 15 Minuten, wobei die Überprüfung der Festplatte auf fehlerhafte Blöcke die meiste Zeit in Anspruch nimmt.

Bevor noch irgendwelche Einstellungen vorgenommen werden, sollte sofort das Update auf Mac OS 8.6 durchgeführt werden. Updates werden in der Regel über das Internet angeboten.²⁶ Apple stellt solche Updates als sog. Disk-Images zur Verfügung. Disk-Images sind Abbilder von Festplattenpartitionen als Datei, und sie werden nach einem Doppelklick auch wie eine Festplatte dargestellt und verhalten sich ebenso. Üblicherweise benötigt man zur Darstellung eines solchen Images ein Programm – DiskCopy – doch Apple hat eine Möglichkeit entwickelt, solche Dateien zu ausführbaren Programmen zu machen.

²⁵Nichtsdestotrotz sollte darauf hingewiesen werden, daß in künftigen Betriebssystemversionen eine leistungsstarke Spracherkennungssoftware implementiert werden soll. Vgl. Redaktionsbüro Wunner (Hrsg.): *MacGadget – Der deutsche Macintosh-Nachrichtendienst – Archiv – 01. bis 10. Mai 1999* 10.05.1999, <<http://www.macgadget.de/archiv/1999/Mai/mai991.html>> (15.05.1999)

²⁶Über einen Kaufnachweis von Mac OS 8.5 läßt sich aber bei Apple für einen Unkostenbeitrag in Höhe von 20,37 € eine CD-ROM anfordern. Sie enthält jedoch nicht das Update sondern ein Installationsprogramm zur vollen Installation von Mac OS 8.6. Das heißt, der folgende Schritt muß nicht gemacht werden.

Das Update auf Mac OS 8.6 ist etwa 37 MB groß und kann von den FTP-Servern von Apple²⁷ kostenlos heruntergeladen werden.

Wie auch bei der Installation des Betriebssystems öffnet ein Doppelklick auf *Aktualisierung auf Mac OS 8.6* das Installationsprogramm und zeigt wieder die bereits bekannten Fenster. Doch hier kann nicht wie zuvor ausgewählt werden, was aktualisiert werden soll, sondern es wird alles aktualisiert, was zuvor installiert wurde. Auch das Popup-Menü, wie es in Abb. 5.8 erscheint, bietet nicht wirklich eine Auswahlmöglichkeit. Es besteht lediglich die Optionen der Aktualisierung der Festplattentreiber und des Erstellens eines Installationsprotokolls.



Abbildung 5.8: Die Aktualisierung auf Mac OS 8.6

Auch hier dauert der Aktualisierungsvorgang etwa 15 Minuten.

Ist das installierte System das einzige auf allen Partitionen des Rechners, kann nun unbedenklich ein Neustart des Systems vorgenommen werden. Sind jedoch auf anderen Festplattenpartitionen ebenfalls Betriebssysteme installiert, ist über das Kontrollfeld *Startvolume*, das sich unter dem sog. *Apfelmönü* ganz links in der Menüleiste befindet, die Partition auszuwählen, auf die das neue System installiert wurde (siehe Abb. 5.9 auf der nächsten Seite).

Auf der Festplatte befinden sich nun der Systemordner mit allen Systemdateien, ein Ordner mit sog. Dienstprogrammen, i. e. *Erste Hilfe* zur Untersuchung von Festplatten und des Dateisystems auf Fehler sowie *Laufwerke konfigurieren* zur Initialisierung und Formatierung von Festplatten, und diverse andere Ordner mit Programmen.

5.4 Grundeinstellungen

Ist der Macintosh wieder hochgefahren, wird sofort ein *Mac OS Systemassistent* gestartet. Er hilft dem Anwender, diverse Grundeinstellungen Schritt für Schritt vorzu-

²⁷ <ftp://ftp.x.info.apple.com/Apple_Software_Updates> – das x steht für eine beliebige Zahl von 1 bis 32



Abbildung 5.9: Auswahl des Startvolumen

nehmen und zu erklären. So wird erfragt, welche Ländereinstellung gewählt werden soll, um Datums-, Uhrzeit-, Zahlen- und Textformate richtig einzustellen. Der Benutzername und evtl. der Firmenname soll eingetragen werden, um sich in AppleTalk-Netzen zu identifizieren. Auch aktuelle Uhrzeit und Datum sind einzugeben, und es ist mitzuteilen, in welcher Zeitzone man sich befindet und ob gerade Sommerzeit gilt oder nicht. Die Einstellungen enden mit den Vorgaben für das Netzwerk. Dem Computer ist ein Name zuzuweisen, ein Kennwort für den eigenen Zugriff ist anzugeben und zu klären, wie ein Drucker angeschlossen ist.

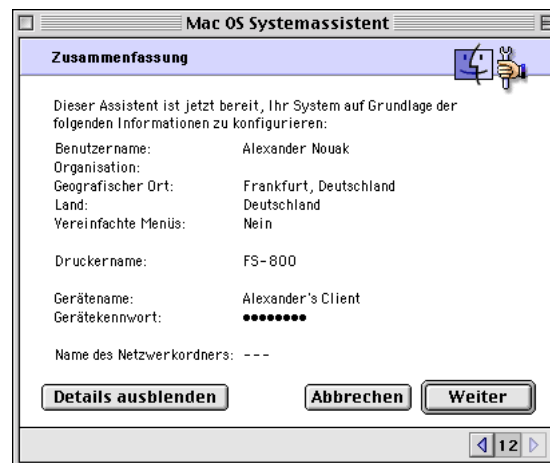


Abbildung 5.10: Zusammenfassung der Abfragen durch den Mac OS Assistenten

Sind dem Assistenten alle Vorgaben mitgeteilt worden (siehe Abb. 5.10), so richtet er, nach einem Klick auf *Weiter* das System ein und startet den *Internet Assistent*.

Der Internet Assistent stellt nun Fragen zur Realisierung des Internetzugangs. Erhielt man über einen Administrator oder einen ISP eine IP-Adresse, kann diese hier bereits eingetragen werden. Doch auch die Einstellungen für einen Modemzugang werden hier getroffen, und wenn noch kein Vertrag mit einem ISP bzgl. eines Wählaccounts geschlossen wurde, so kann man eine Anmeldung zu Nacamar, T-Online oder UUNet ebenso an dieser Stelle vornehmen.

Die in Abb. 5.11 auf der nächsten Seite gezeigte Zusammenfassung kann durchaus



Abbildung 5.11: Zusammenfassung der Abfragen durch den Internet Assistenten

abweichen, wenn man z. B. erst die Anmeldung zu einem ISP vornimmt oder den Zugang zum Internet über ein Modem resp. einem ISDN-Terminal-Adapter realisiert.

5.5 Installation des Servers

Die, im vorhergehenden Abschnitt erörterte Art der Installation des Betriebssystems und dessen Einrichtung ist jedem Arbeitsplatzrechner zu eigen, der auf einem Macintosh System läuft. Will man jedoch einen Internetserver einrichten, sind an den Systemadministrator höhere Anforderungen gestellt, die im folgenden beschrieben werden sollen.

5.5.1 Vorbereitungen

5.5.1.1 Einstellen von Betriebsfunktionen

Bevor der Rechner für den Serverbetrieb eingerichtet wird, sollten einige Systemfunktionen richtig eingestellt werden.

Macintosh Computer verfügen über diverse Energiesparfunktionen, die nicht nur das Verdunkeln des Bildschirms, sondern auch das Abschalten der Festplatte, ja sogar das Ausschalten nach voreingestellter Zeit bewirken. Für den Serverbetrieb können diese Funktionen aber hinderlich sein, weswegen ihre Einstellung zuvor überprüft werden sollten.

Das Kontrollfeld *Energie sparen* regelt diese Einstellungen. Hier sollte sichergestellt werden, daß der Monitor sich zwar verdunkelt – das Videosignal der Graphikkarte wird einfach abgeschaltet – jedoch die Festplatte *nie* in den Ruhezustand geht. Gleiches gilt für das Betriebssystem. Erfolgen die Einstellungen in anderer Weise,

kann es durch das Aktivieren des Systems und vor allem der Festplatte zu lästigen Verzögerungen kommen.

Sicherheitshalber sollte auch überprüft werden, daß unter *Weitere Einstellungen* die Funktionen zum selbständigen Ein- und Ausschalten des Computers deaktiviert sind.

5.5.1.2 Einrichten von TCP/IP

Zunächst gilt es, sich Klarheit darüber zu verschaffen, welche IP-Adressen zur Verfügung stehen, wie die Subnetzmaske lautet, ob ein Router angebunden werden soll und wo ein DNS-Dienst zur Verfügung steht.²⁸

Diese Daten sind nun in das Kontrollfeld *TCP/IP* einzutragen, wie in Abb. 5.12 dargestellt.

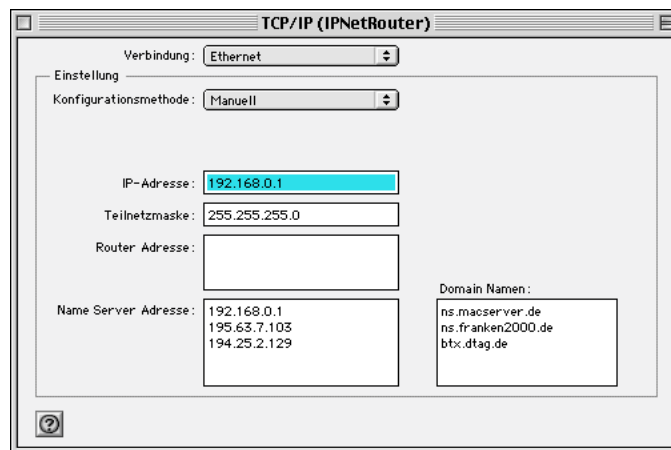


Abbildung 5.12: In das Kontrollfeld *TCP/IP* sind zunächst IP-Adresse und andere relevante Daten einzutragen

Über das Popup-Menü *Verbindung* wird die Verbindung definiert, über die der Computer resp. der Server mit dem Netzwerk resp. dem Internet kommuniziert. In Verbindung mit der zu wählenden Konfigurationsmethode ändern sich die Eintragsfelder. Wird z. B. die Verbindungsart PPP und die Methode PPP Server gewählt, ist lediglich im Feld *Name Server Adresse* etwas einzutragen, da die restlichen Daten vom Server des ISP, zu dem man per PPP eine Verbindung aufgebaut hat, geliefert werden. In dem beschriebenen Falle wird jedoch *Manuell* als Konfigurationsmethode gewählt, da schließlich ein eigener Server eingerichtet werden soll.

Das Feld *IP-Adresse* läßt die Adresse definieren, unter der der Server künftig per TCP/IP erreichbar ist.²⁹ *Teilnetzmaske* teilt dem Mac OS mit, in welchem Subnetz

²⁸In dieser Arbeit wird davon ausgegangen, daß ein Primary DNS-Server selbst eingerichtet wird.

²⁹In dem angeführten Beispiel werden IP-Adressen aus dem, in entsprechenden RFCs definierten, Bereich für lokale Netzwerke verwendet. Soll der Server tatsächlich mit dem Internet in Verbindung stehen, ist die von einem ISP zugewiesene IP-Adresse an dieser Stelle einzutragen.

es sich befindet und sucht nach einem evtl. vorhandenen Router mittels der unter *Router Adresse* eingegebenen Adresse. Dieses Feld ist optional und kann unter Umständen leer gelassen werden. Wichtig sind die Einträge in dem Feld *Name Server Adresse*. Hier werden ein oder mehrere Nameserver adressiert, die das Netzwerk ansprechen kann, sobald es auf der Suche nach einem Domainnamen ist. Ist der erste eingegebene DNS-Server nicht auffindbar, wird der zweite angesprochen und so weiter. Alternativ können in dem Feld *Domain Namen* rechts davon auch die Domainnamen der unterschiedlichen Nameserver eingegeben werden.

Diese Einstellungen sind nicht nur für den Server vorzunehmen, sondern in gleicher Weise auf jedem Macintosh-Client im Netzwerk. An dieser Stelle sei erwähnt, daß man über das Menü *Bearbeiten* und Auswahl des Befehls *Benutzermodus...* auch einen Administrationsmodus dieses Kontrollfeldes aufrufen kann, der unter Angabe eines Paßwortes die getroffenen Einstellungen sperren läßt. So ist im Netzwerk sichergestellt, daß unbedarfte Anwender diese Angaben nicht ändern können.

Seit Version 1.3 der Netzwerksoftware OpenTransport wird das sog. *Multihoming* unterstützt, i. e. es können mehrere IP-Adressen auf einem Rechner verwaltet und benutzt werden. Sollen also dem kommenden Server mehrere IP-Adressen zugewiesen werden, so wird dies über eine Textdatei konfiguriert. *Es ist dies das erste und letzte Mal, daß ein Dienst auf dem Macintosh Server per Textdatei zu konfigurieren ist!* Diese Datei wurde bei der Installation von OpenTransport bereits unter *Festplatte: Systemordner: Preferences: IPSecondaryAddresses* angelegt. Sie ist mit einem Texteditor (z. B. mit dem standardmäßig mitgelieferten *SimpleText*) zu öffnen, und unter Einhaltung der folgenden Syntax sind alle weiteren Adressen einzutragen, die der Server verwalten soll.

```

; IP Secondary Addresses are for use with Open Transport 1.3 or greater.
;
; 'ip=' for ip address, 'sm=' subnet mask, 'rt=' router address
; Note: no space in 'ip=192.168.22.200'
;
;IP address          subnet mask          router addresses
;-----
;ip=192.168.22.200  sm=255.255.255.0  rt=192.168.20.1
ip=192.168.0.2 sm=255.255.255.0 rt=192.168.0.1
ip=192.168.0.3 sm=255.255.255.0 rt=192.168.0.1
ip=192.168.0.4 sm=255.255.255.0 rt=192.168.0.1
ip=192.168.0.5 sm=255.255.255.0 rt=192.168.0.1
ip=192.168.0.6 sm=255.255.255.0 rt=192.168.0.1

```

Während die ersten acht Zeilen dem Administrator vermitteln, was die Abkürzungen bedeuten und wie die Syntax lautet – diese Zeilen sind auch mit einem vorangestellten Semikolon auskommentiert und haben somit keine Auswirkung auf die Konfiguration – teilen die restlichen Zeilen dem System mit, welche zusätzlichen IP-Adressen verwaltet werden sollen, welchem Subnetz sie angehören und welcher Router zur Weiterleitung von Daten zu verwenden ist.

Mac OS lädt die Softwarekomponenten von OpenTransport in der Regel nur, wenn sie auch tatsächlich gebraucht werden. Das ist zwar für ein Einzelplatzsystem äußerst nützlich, da es hilft, mit Ressourcen sparsam umzugehen, für einen Server ist ein solches Vorgehen aber eher hinderlich. Deshalb sollte die Funktion

Nur bei Bedarf *laden* deaktiviert werden. Dies wird erreicht, wenn der Button *Optionen...* angeklickt wird und in dem erscheinenden Fenster die betreffende Funktion ausgeschaltet wird.³⁰

5.5.1.3 Auswahl und Einrichten eines DNS-Servers

Wie auch im Anhang J auf Seite 210 dokumentiert, gibt es für das Mac OS verschiedene DNS-Server, die sich nicht wesentlich voneinander unterscheiden. In jedem Falle erfüllen sie ihre Aufgabe, wobei der ein oder andere vielleicht einen höheren Bedienkomfort aufweist. Im wesentlichen sollte jedoch ein Nameserver die Auflösung der Domainnamen in gültige IP-Adressen vornehmen. Dieser Aufgabe kommt auch das für diese Arbeit ausgewählte Softwarepaket *MacDNS* nach, das Apple seit Anfang 1999 in der aktuellen Version 1.0.4 kostenlos über seine Server zur Verfügung stellt.³¹

Das Programm ist schnell installiert. Apple stellt es über ein selbstmountendes Archiv bereit. Die Applikation ist einfach von dem virtuellen Volume an einen geeigneten Platz auf der lokalen Festplatte zu ziehen und per Doppelklick zu starten. Ein 40-seitiges Handbuch führt in die Belange von DNS ein und erläutert die Funktionen von MacDNS. Eine FAQ beantwortet weitere evtl. aufkommende Fragen.

Nach dem Start der Applikation erscheint ein sog. *Message Log*, ein Fenster also, das darüber informiert, auf welcher IP-Adresse der DNS-Server läuft und daß noch keine *Parent Server* angegeben sind. So ist zunächst über das Menü *Host* der Befehl *Set Parent Server...* auszuführen, der ein Fenster öffnet, in dem man Nameserver angeben muß, die MacDNS kontaktieren kann, sollten angeforderte Einträge nicht in den eigenen Konfigurationsdateien vorhanden sein.

Der nächste Schritt sieht die Einrichtung eines *Zone Files* (Zonendatei) vor. Über den Menübefehl *New Zone File...* aus dem Menü *File* öffnet man ein Fenster, in dessen Felder man die nötigen Daten eingeben kann. Abb. 5.13 auf der nächsten Seite zeigt die Eingabe.

Der bei einem ISP oder direkt bei DENIC eG angemeldete Domainname wird hier ebenso eingetragen wie ein entsprechender Name für den DNS-Service, ein evtl. konfigurierter Secondary DNS-Server, der eine Kopie der Zonen-Daten vorhält,³² sowie die gültige E-Mail Adresse des Administrators, der bei Problemen mit dem DNS-Dienst informiert werden kann. Um die Einrichtung in diesen Feldern zu erleichtern, sind bereits *Template*-Eintragungen vorgenommen worden. Optional können auch Zeitspannen dafür angegeben werden, wie lange ein Sekundärserver die Daten vorhalten soll, wie oft seine Daten überprüft und auf den neuesten Stand gebracht werden sollen u. dgl. m. Es empfiehlt sich jedoch, die Voreinstellungen beizubehalten und nur bei auftretenden Problemen die Angaben zu korrigieren.³³

³⁰Der Button *Optionen...* steht jedoch nur in den Benutzermodi *Erweiterte Funktionen* und *Administratorfunktionen* zur Verfügung, die über das Menü.

³¹<<http://asu.info.apple.com/swupdates.nsf/artnum/n11264>>

³²MacDNS kann allerdings nur als Primary Server fungieren.

³³vgl. Abschnitt 1.3.2 auf Seite 14

The 'Zone Information' dialog box is shown with the following configuration:

- Domain Name: macserver.de
- Primary Server: ns.macserver.de
- Secondary Server: (empty)
- Administrator: admin@macserver.de
- Refresh Interval: 8 hours
- Retry Interval: 2 hours
- Expire Interval: 7 days
- Minimum TTL: 1 days

Abbildung 5.13: Das Anlegen einer Zonendatei

Die erstellte Konfiguration kann über den Menüaufruf *Set Zone Information...* jederzeit geändert werden.

Sind die Zonen-Informationen definiert, können nun *Hosts* eingerichtet werden. Jeder unter einer bestimmten IP-Adresse im Netzwerk erreichbare Host, sei es ein virtuell über die später verfügbare Serversoftware verwalteter oder ein physikalischer, ist als Host einzutragen. Dabei kann ein Host auch alternativ über andere Namen, sog. Aliasnamen, angesprochen werden. Abb. 5.14 illustriert, wie die Eintragungen auszusehen haben.

The 'Host Information' dialog box is shown with the following configuration:

- Host Name: www.macserver.de
- IP Address: 192.168.0.1
- Time to Live: 1 days
- Aliases: ftp.macserver.de, ns.macserver.de, proxy.macserver.de, alex.macserver.de
- Mail Exchangers: 10 mail.macserver.de
- Hardware: None
- Software: None

Abbildung 5.14: Die Konfiguration eines Host in MacDNS

Der Angabe des Hostnamens folgt also die Eingabe der IP-Adresse. Im Feld *Time to live* kann bestimmt werden, wie lange ein DNS-Server, der auf diese Hostinformationen zugreift, die spezifizierten Daten in seinem Cache behalten darf. Optional können nun auch Aliasnamen definiert werden, die mit Kommata zu trennen sind. Desweiteren kann auch ein Mailserver spezifiziert werden, wobei hier ein Prioritätswert voranzustellen ist. Damit ist es möglich, einzelnen Hosts Mail-Exchanger zuzuweisen, indem deren Priorität höher angegeben wird (niedrigerer Wert) als dem Mail-Exchanger der gesamten Domain. Zudem können als weitere Informationen die verwendete Hardware (Macintosh, Power-Macintosh oder Macintosh-Powerbook) und das Betriebssystem unter dem die Serversoftware läuft (MACOS, MS-DOS, UNIX) angegeben werden. Auch diese Werte sind optional zu vergeben

und können auch auf der Einstellung *none* bleiben. Ein Vorteil von MacDNS ist, daß es während der Eingabe die Angaben auf Fehler prüft und fehlerhafte Einträge nicht zuläßt.

Nach Eingabe aller vorhandenen Hosts werden die Informationen über den Menübefehl *Save* aus dem File-Menü an geeigneter Stelle, zumeist dem Verzeichnis, in dem sich auch das Programm befindet, gesichert. Man erhält eine Textdatei, deren Inhalt genau so aufgebaut ist, wie dies schon in Abschnitt 4.2.5.2 auf Seite 70 beschrieben wurde. Sie ist also zu BIND kompatibel und kann mit diesem DNS-Server jederzeit ausgetauscht werden.

Ein eigenes Fenster mit dem Namen der Domain, das über das Menü *Window* aufgerufen werden kann, listet nun Hosttyp, letzte Benutzung, IP-Adresse und Hostnamen der in der Zone vorkommenden Hosts auf. Soll ein Eintrag geändert werden, ist dies mit einem Doppelklick auf den zu modifizierenden Hostnamen möglich, der das schon bekannte Fenster mit den Host Informationen aufruft.

MacDNS verfügt auch über Caching-Funktionen. Gecachte Informationen können über das Fenster *Cached Hosts* begutachtet und evtl. auch einzeln gelöscht werden, sollte ein problematischer Eintrag stattgefunden haben. Zudem bietet MacDNS auch einige Statistikfunktionen, auf die hier nicht näher eingegangen wird.

Die Funktion des nun fertig eingerichteten DNS-Servers läßt sich überprüfen, indem man, ein geeignetes Tool, das separat bezogen werden muß, vorausgesetzt,³⁴ ein *NSLookup* auf den Namen eines eingerichteten Hosts setzt. Wird der Domainname in eine IP-Adresse aufgelöst, ist der DNS-Server richtig eingerichtet.

5.5.2 Starnine's WebSTAR Server Suite 4.0

Für das Mac OS gibt es eine Reihe von HTTP-, FTP-, Mail- und anderen Servern. Einige davon werden im Anhang J auf Seite 210 vorgestellt. So läßt sich durchaus auch ein kostenloser vollwertiger Internetserver unter Mac OS einrichten, wobei hier sicherlich Abstriche beim Bedienungskomfort gemacht werden müssen. Zudem müssen viele Komponenten einzeln besorgt und konfiguriert werden, so daß auch die Gefahr der Inkompatibilität zu anderen Softwarekomponenten besteht.

Weitaus bequemer ist die Verwendung einer Server Suite, eines Pakets, das alle wichtigen Dienste, wie sie im Internet verwendet werden, zur Verfügung stellt. Das unter dem Mac OS meistbenutzte Serverpaket³⁵ stellt *WebSTAR* der Firma *Starnine Inc.*³⁶ dar, das im Juni 1999 in überarbeiteter und erweiterter Version 4.0 herauskam.

³⁴Tools werden im Anhang J auf Seite 210 vorgestellt.

³⁵vgl. Georgia Institute of Technology (Hrsg.): *GVU's Ninth WWW User Survey - Which Server?*, April 1998, <http://www.cc.gatech.edu/gvu/user_surveys/survey-1998-04/graphs/webmaster/q3.htm> (10.05.1999) oder internet.com LLC (Hrsg.): *Server Watch's Review of WebSTAR*, 17. 11. 1998, <<http://serverwatch.internet.com/reviews/web-webstar.html>>, (15. 05. 1999)

³⁶<<http://www.starnine.com>>

5.5.2.1 Funktionsumfang

WebSTAR bietet mit einer einzigen Applikation die folgenden Dienste an:

Webserver

Der Webserver unterstützt das HTTP 1.1 Protokoll ebenso wie SSL in den Versionen 2 und 3, also das HTTPS Protokoll. An Kryptographiestandards sind neben anderen 3DES, DES-56 und DES-40 implementiert. Der Server kann mehrere Domains und IP-Adressen verwalten. Eine erweiterte SSI-Funktionalität wird über ein mitgeliefertes Plug-In zur Verfügung gestellt. Mac OS basierte CGIs, Java Servlets, eine zum ISAPI-Standard kompatible WebSTAR API Schnittstelle und die Kommunikation mit mit WebObjects erstellten Applikationen ergänzen die Funktionsvielfalt. Die Sicherheitsarchitektur wird mittels definierbarer Bereiche resp. expliziter Zugriffszuweisungen oder -beschränkungen gebildet.

FTP-Server

Der FTP-Server bietet neben den üblichen Funktionen der Zugriffsprivilegien für Dateientransfer auch die automatische Konvertierung in Macintosh-spezifische Formate. Anwenderverzeichnisse können in ihrer Größe limitiert werden. Auch die Fortsetzung von abgebrochenen Datentransfers wird unterstützt, sowie die Anzeige selbstdefinierter Verzeichnismeldungen.

Mailserver

Der Mailserver des vorgestellten Programms unterstützt die unterschiedlichsten Mailprotokolle: SMTP, ESMTP (ein erweitertes SMT Protokoll), IMAP4 (ein Protokoll, das den Anwender die empfangenen Mails direkt auf dem Server auswählen läßt), POP3, APOP, MIME sowie eingeschränkt LDAP für E-Mail Aliases und Adressen Lookups. Anwender haben die Möglichkeit, E-Mails über ein Web-Interface abzufragen und zu verwalten. Desweiteren sind Filtermöglichkeiten zur Vermeidung von ‚Spam‘-Mails implementiert.

Proxy Server

Mehr für Intranets dürfte die Funktion eines Proxy Servers für das HTTP-Protokoll sein, der durch seine Cachefunktionen die Bandbreite des Netzwerkes niedrig hält, indem er häufig abgefragte Webseiten in seinen Speichern vorhält.

Starnine bietet seinen Server auch in einer 30 Tage lauffähigen uneingeschränkten Demoversion an, um so die Möglichkeit zu schaffen, das Produkt ausgiebig zu testen, bevor es endgültig angeschafft wird. Unter Eingabe einer Seriennummer, die nach Kauf von WebSTAR von Starnine Inc. zugestellt wird, kann die Server Suite freigeschaltet werden. Somit wird vermieden, daß das erfolgreich getestete Produkt erneut installiert und konfiguriert werden muß.

5.5.2.2 Installation der Server Suite

Die Installation der Server Suite gestaltet sich höchst einfach. Über das Installationsprogramm wird angegeben, auf welchem Volume und in welchem Ordner das Serverprogramm und alle relevanten Daten installiert werden soll. Wie schon bei der Installation von Mac OS, kann man auch hier entscheiden, ob man eine einfache Installation, i. e. die Auswahl an Softwarepaketen wurde von Starnine bereits vorgenommen, bevorzugt, oder selbst über eine manuelle Installation die Softwarekomponenten auswählen will. In diesem Falle sei zur einfachen Installation geraten, da so alle relevanten Pakete installiert werden. Das Entfernen von nicht benötigten Komponenten ist höchst einfach. Alles Nötige wird in einem Verzeichnis abgelegt – das selbstverständlich wiederum in Unterverzeichnisse gegliedert ist – und so ist ein guter Überblick gewährleistet, wie Abb. 5.15 illustriert.

WebSTAR unterstützt auch SSL. Doch aufgrund von Exportrestriktionen seitens der US-Regierung ist es Starnine nicht möglich, die erforderliche Verschlüsselungssoftware über das Internet anzubieten. Hier ist man also tatsächlich auf die CD-ROM-Version angewiesen, die in jedem Falle dem Käufer der Software zugestellt wird. Darauf befindet sich die Installationsroutine für SSL-Verschlüsselung. Sollte auf dem einzurichtenden Server jedoch bereits eine Vorgängerversion der Kryptographiesoftware vorhanden sein, ist ein Update mit dem beschriebenen Installer selbstverständlich möglich.

Nicht unerwähnt sollte bleiben, daß das WebSTAR Installationsprogramm keinerlei Systemerweiterungen oder sonstige Systemdateien installiert. Es setzt also ausschließlich auf Systemkomponenten auf, die von Apple durch das MacOS zur Verfügung gestellt werden. Das garantiert nicht nur größtmögliche Kompatibilität, sondern ermöglicht auch einfache Backups, indem die gesamte Konfiguration auf eine andere Festplatte oder ein Wechselmedium kopiert wird. Im Hinblick auf Sicherheit heißt dies allerdings auch, daß darauf geachtet werden muß, daß Unbefugte keinen Zugriff auf den Rechner haben.

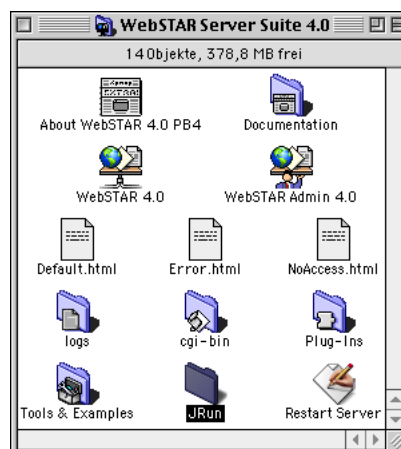


Abbildung 5.15: In diesem Verzeichnis befinden sich alle von WebSTAR installierten Dateien

Abb. 5.15 zeigt, welche Dateien und Verzeichnisse das Installationsprogramm an-

gelegt hat. Die umfangreiche und ausführliche Dokumentation zu WebSTAR liegt sowohl im HTML-Format als auch im PDF-Format vor. Sie hilft nicht nur bei der Einrichtung der unterschiedlichen Dienste, sondern weist auch allgemein in die Funktionsweisen der Dienste ein. Der angelegte Ordner, in dem sich alle notwendigen Komponenten befinden, dient gleichzeitig auch als *root*-Verzeichnis. Deshalb befinden sich hier auch die Dateien *Default.html*, eine temporäre Start-Datei, die aufgerufen wird, wenn der Server kontaktiert wird, *Error.html*, die aufgerufen wird, wenn eine Seite nicht gefunden werden konnte, sowie *NoAccess.html*, die erscheint, wenn ein Anwender eine Seite oder eine Funktion aufruft, für die er keine Zugriffsberechtigung hat.

Der Ordner *cgi-bin* dient zur Ablage von CGI-Skripten. Man kann, wie später noch erläutert wird, die Ausführbarkeit von CGI-Funktionen auf dieses Verzeichnis beschränken. In jedem Falle sucht WebSTAR genau hier nach diesem Ordner, weshalb er nicht umbenannt oder an andere Stelle verschoben werden sollte.

Die wohl wichtigste Datei jedoch ist *WebSTAR*. Dies ist die Serverapplikation, die um sog. Plug-Ins, die sich im gleichnamigen Ordner befinden, erweitert wird. WebSTAR selbst bietet lediglich einen HTTP-Server. Die Dienste FTP, Mail und Proxy³⁷ werden mittels Plug-Ins eingebunden. Auch dieser Ordner darf weder umbenannt noch verschoben werden, jedoch können Dienste, die nicht benutzt werden, jederzeit aus dem Verzeichnis entfernt werden. Sollten sie zu einem späteren Zeitpunkt doch benötigt werden, können sie problemlos unter Verwendung des Installationsprogramms wieder eingefügt werden.

Die mitgelieferten Plug-Ins umfassen neben den bereits genannten Dienste folgende Funktionalitäten:

WebSTAR Admin wird von der Applikation *WebSTAR Admin* verwendet und ist auch für die Administration über einen Browser verantwortlich.

WebSTAR Data Cache wird von zahlreichen Plug-Ins benutzt, um die Antwortzeiten des Servers zu verringern.

WebSTAR Log Archiver läßt den Server zu voreingestellten Zeiten resp. Zeitintervallen Log-Dateien archivieren.

WebSTAR SSI erweitert WebSTAR um die Funktion von Server Side Includes.

WebSTAR Virtual Hosts wird vom Server zur Verwaltung von virtuellen Hosts und mehreren IP-Adressen benötigt.

Weitere Plug-Ins, auf die zu einem späteren Zeitpunkt eingegangen wird, stehen nach der Installation zur Verfügung. Sie erweitern den Server um interessante Funktionen, die im Ordner *Tools & Examples* vorgestellt werden resp. über die vorinstallierte Startseite aufgerufen werden können.

Die Applikation *Restart Server* wird automatisch aufgerufen, sobald TCP/IP-Fehler auftreten oder Änderungen an den Einstellungen vorgenommen werden, die ein

³⁷Auf den Proxy-Server wird in dieser Arbeit nicht näher eingegangen, da er mehr für ein Intranet von Interesse ist.

erneutes Einlesen aller Konfigurationen nötig machen und bewirkt – wie der Name sagt – den Neustart des Programms WebSTAR.

Eingerichtet und verwaltet wird die WebSTAR Server Suite über das Programm *WebSTAR Admin*.

5.5.2.3 Start des Servers

Bevor der Server jedoch konfiguriert werden kann, muß er durch einen Doppelklick auf die Applikation gestartet werden. Beim erstmaligen Start muß eine Seriennummer eingegeben werden, die den rechtmäßigen Besitz des Softwarepakets ausweist. Ist diese Hürde genommen, öffnen sich mehrere Fenster – Monitore der Dienste – deren wichtigstes das Statusfenster ist, wie es in Abb. 5.16 dargestellt ist.

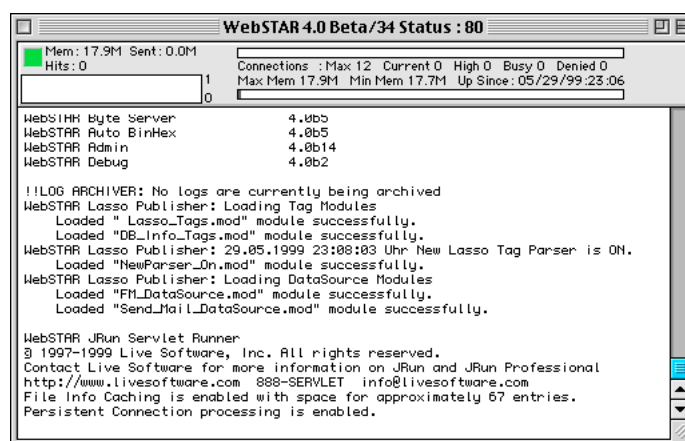


Abbildung 5.16: Das Statusfenster des WebSTAR Servers

Im Statusfenster des HTTP-Servers wird die Speicherauslastung ebenso angezeigt, wie die Anzahl der bestehenden Verbindungen und die Menge an transferierten Daten. Zudem wird jede Webaktivität aufgelistet. FTP-, Mail- und Proxyaktivität erscheinen in den jeweiligen Monitorfenstern.

Der erste Schritt sollte nun die Vergabe eines Administratorpaßwortes sein. Erscheint ein entsprechendes Fenster nicht automatisch, kann der entsprechende Dialog über den Menübefehl *Admin Password* aus dem Menü *Edit* aufgerufen werden.

Nun kann ein erster Test des Servers erfolgen. Nach dem Start eines Browsers³⁸ kann – korrekte Einrichtung der TCP/IP Komponenten und des DNS-Servers vorausgesetzt – der Domainname oder die IP-Adresse eingegeben werden, und die Startseite sollte im Browserfenster erscheinen. Hier findet man Links zur Dokumentation sowie zu den meisten installierten Beispielen zu installierten Erweiterungen.

³⁸Die Auswahl und Installation eines Browsers wird an dieser Stelle nicht erklärt. Sie erfolgt jedoch in ähnlicher Art und Weise, wie sie schon für das Mac OS und die Server Suite erklärt wurde.

5.5.2.4 Konfiguration der Serverdienste

Ist der erste Test erfolgreich verlaufen, kann nun die endgültige Konfiguration vorgenommen werden. Dazu ist das Programm *WebSTAR Admin* zu starten.³⁹ Über einen Dialog wird man aufgefordert, Hostname, Portnummer⁴⁰ sowie Administrationspaßwort anzugeben.

Diese Vorgehensweise ermöglicht es, mit nur einer Applikation verschiedene Server, die unter WebSTAR laufen, zu administrieren. WebSTAR Admin kann sog. *Administration Files* anlegen, in denen Hostname und Paßwort eines Servers gespeichert werden. Dies ist jedoch nur empfohlen, wenn sichergestellt ist, daß Unbefugte keinen Zugriff auf die Daten resp. die Applikation haben.

Die gesamte Kommunikation zwischen dem Administrationsprogramm und der Server Suite findet verschlüsselt statt. So ist sichergestellt, daß sicherheitsempfindliche Daten nicht ‚abgefangen‘ werden können. Zudem ändert sich der verwendete Schlüssel bei jeder neuen Verbindung.

Nach dem Start des Programms werden vier Fenster angezeigt, Monitore der einzelnen Dienste. Ähnlich dem bereits kennengelernten Statusfenster der Serverapplikation werden hier Angaben zur Verbindung, den gesendeten Daten sowie den einzelnen Aktivitäten gemacht. Zum Teil kann hier auch in die Dienste eingegriffen werden, z. B. lassen sich im Mail-Monitor Nachrichten, die nicht zugestellt werden können, löschen. Die Verbindung zu dem zu verwaltenden Server wird solange aufrecht erhalten, wie zumindest *ein* Fenster offen bleibt. Sobald das letzte Fenster geschlossen wird, beendet WebSTAR Admin auch die Verbindung zum Server. Aus Sicherheitsgründen wird die Verbindung allerdings auch beendet, wenn längere Zeit keine Eingabe erfolgt ist.

Um den Server nun endlich zu konfigurieren, ist über das Menü *Edit* der Befehl *Server Settings...* aufzurufen, der das Einstellungsfenster aufruft, wie in Abb. 5.17 auf der nächsten Seite dargestellt.

Auf der linken Seite befinden sich die unterschiedlichen Einstellungsmöglichkeiten gruppiert nach Serverdienst und Bereich. Auf der rechten Seite können entsprechende Einstellungen vorgenommen werden. Sofern physikalische Dateien anzugeben sind, bietet WebSTAR Admin einen Button *Choose...* an, der einen Dateimanagerdialog aufruft. Es wird immer vom Wurzelverzeichnis des Servers ausgegangen, dem Ordner, in dem WebSTAR sich befindet. Es ist jedoch auch möglich, über den Browser auf dem Root-Level des Macintosh ein Volume auszuwählen, um auf einer anderen Partition ein Verzeichnis oder eine Datei zu bestimmen. Man ist also nicht auf das Applikationsverzeichnis beschränkt.

Das Trennzeichen in Pfadangaben ist auf Macintosh Systemen das Kolon. WebSTAR behandelt Pfadangaben folgendermaßen: Pfade zu Dateien enden mit dem

³⁹Das Programm kann übrigens auch auf einem entfernten Rechner gestartet und der Server von dort aus konfiguriert werden.

⁴⁰Die Portnummer ist defaultmäßig auf 80 eingestellt, der für den HTTP-Dienst reservierten Nummer.

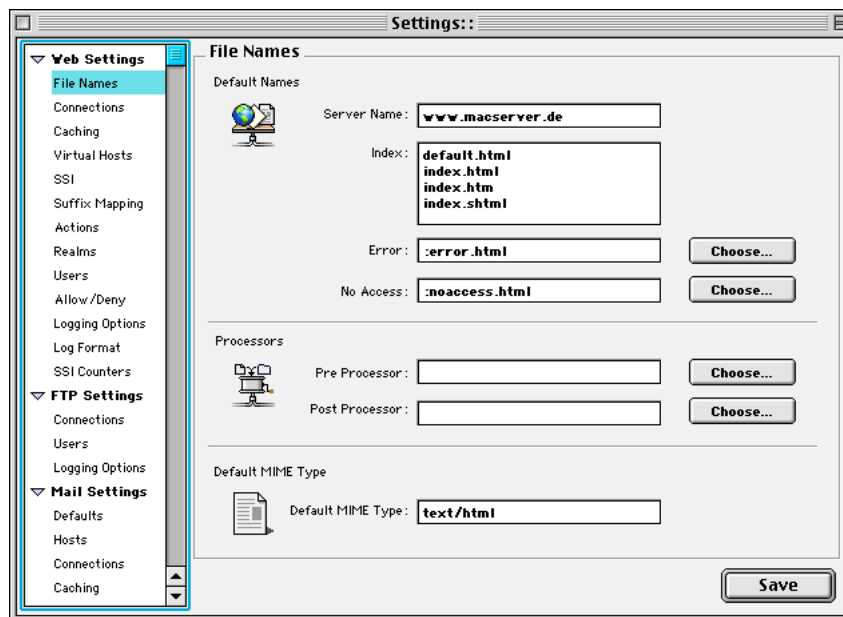


Abbildung 5.17: Über das Settings-Fenster werden alle wichtigen Servereinstellungen vorgenommen

Dateinamen, Pfade zu Verzeichnissen mit einem Kolon.⁴¹ Relative Pfadangaben erfolgen unter Voranstellung eines Kolon. WebSTAR geht dann von seinem Heimatverzeichnis aus. Absolute Pfadangaben, wie sie vom FTP-Server verlangt werden, nehmen Ihren Ausgangspunkt von einer Festplattenpartition. In diesem Fall ist kein Kolon voranzustellen.

Im wesentlichen kann man den voreingestellten Werten vertrauen. Lediglich dann sind ein paar wenige Eintragungen zu machen, wenn man den Server an eigene Gegebenheiten anpassen will. WebSTAR speichert die vorgenommenen Konfigurationen in seinem Root-Verzeichnis unter dem Namen *WebSTAR Settings* sowie Userdaten unter *WebSTAR User Data*. Aus Sicherheitsgründen sollten diese Dateien in jedem Falle in ein tägliches Backup aufgenommen werden.

In der Folge werden die wichtigsten Einstellmöglichkeiten erläutert.

5.5.2.4.1 HTTP-Server

Im ersten Einstellfenster, das auch erscheint, wenn die Settings aufgerufen werden, wird der Servername angegeben, unter dem die Server Suite ihre Dienste tut. Dieser Eintrag wird auch benötigt, wenn relative Pfadangaben in HTML-Dateien gemacht wurden, aber vor allem greift der FTP-Server auf ihn zurück. Des weiteren können diverse Namen für Startdateien angegeben werden, nach denen in einem Verzeichnis, das über eine URL angesprochen wird, gesucht wird. Die Bestimmung von Dateien, die bei Fehlern angezeigt werden (Datei nicht gefunden resp. Keine Zugriffsberechtigung) komplettieren die Angaben. Es können auch Plug-Ins oder

⁴¹Trotz dieses Umstands werden URLs dennoch mit einem ‚Slash‘ als Trennzeichen angegeben.

CGIs definiert werden, die vor oder nach Bearbeitung eines URL-Aufrufs Funktionen ausführen können. Dies ist vor allem in Zusammenhang mit Datenbankverbindungen etc. interessant. Die hier getroffenen Einstellungen gelten global für den gesamten Server, auch für eingerichtete virtuelle Hosts. Die Angabe des MIME-Typs teilt dem Browser mit, welches Datenformat er erwarten darf und ist üblicherweise auf *text/html* eingerichtet. Diese Einstellung ist vor allem dann wichtig, wenn Dateien an der Endung nicht erkennen lassen, welchem Format sie entsprechen.

Im Fenster *Connection* wird spezifiziert, wieviele gleichzeitige Verbindungen zugelassen werden sollen, wie die Portnummer lautet, Größe des Pufferspeichers und Weiteres zur Performance des Servers. Hier läßt sich auch einstellen, daß CGIs nur dann zur Ausführung kommen, wenn sie sich im oben genannten *cgi-bin*-Verzeichnis befinden. Angaben zur Nutzung des vorhandenen Speichers lassen sich im Fenster *Caching* vornehmen, in dem Cachegrößen vergeben werden oder unterschiedliche Arten des Cache sich ein- oder ausschalten lassen. Die hier voreingestellten Werte sollten belassen und erst angepaßt werden, wenn der Umgang mit der Server Suite zur Selbstverständlichkeit geworden ist.

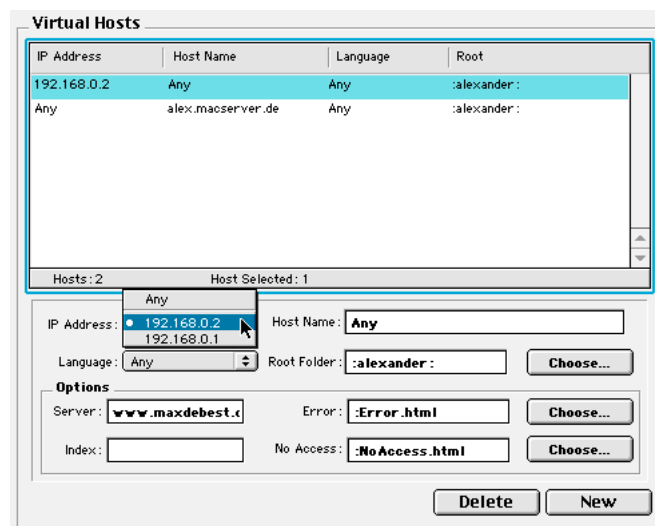


Abbildung 5.18: Einrichten eines virtuellen Host in WebSTAR

Größere Bedeutung kommt der Einrichtung von *Virtual Hosts* zu, wie sie in Abb. 5.18 beispielhaft dargestellt wird. Das Anlegen von virtuellen Hosts gibt dem Server die Möglichkeit, weitere Domainnamen oder zusätzliche IP-Adressen zu verwalten und so unterschiedliche Web-Sites vorzuhalten. In dem aufgerufenen Einstellungsfenster werden entweder eine weitere IP-Adresse oder ein Domainname vergeben, wobei die Einstellung der IP-Adresse auf *Any* verbleibt. Wird eine neue IP-Adresse vergeben, so übernimmt die Namensauflösung der DNS-Server. Wird hingegen eine neue Domain verwaltet, so ist diese als weiteres Alias zu dem Host, unter dem der Webserver läuft, im Nameserver anzugeben. Mit Hilfe der Request-Angabe, die der Browser übermittelt, stellt der Server anhand der unter *Virtual Hosts* angelegten Liste fest, welches Verzeichnis anzusprechen ist. WebSTAR geht dabei von oben nach unten vor, weshalb die spezifischen Einstellungen an erster Stelle

stehen sollten, allgemein gehaltenere weiter unten.

Ein weiteres interessantes Feature stellt die Angabe der Sprache dar. Browser verfügen über Einstellungen, die die, vom Anwender bevorzugte Sprache angeben. Diese Angabe übermittelt der Browser an den Server. WebSTAR ist nun mit der Einstellung unter *Language* in der Lage, diese Anforderung auszuwerten. So lassen sich Einträge denken, wie sie in Tabelle 5.1 dargestellt sind:

IP-Adress	Host Name	Language	Root Folder
192.168.0.3	Any	German	:multilang:deutsch:
192.168.0.3	Any	French	:multilang:france:
192.168.0.3	Any	English	:multilang:english:

Tabelle 5.1: Anlegen von virtuellen Hosts mit Zuweisung unterschiedlicher Sprachen

Der Browser schickt eine Anforderung, die auch die Angabe der bevorzugten Sprache Französisch beinhaltet, an die IP 192.168.0.3, die er vom DNS-Server erhalten hat. WebSTAR erkennt dies und übermittelt die Default-Seite aus dem Verzeichnis *multilang/france*.

Damit der neu eingerichtete virtuelle Host korrekt identifiziert werden kann, ist unter *Options* im Feld *Server* der korrekte Servername anzugeben. Das ist insbesondere deshalb wichtig, damit der Host erkennen kann, wie er sich selbst zu referenzieren hat. Über die Felder *Index*, *Error* und *NoAccess* können die für den Server vergebenen Grundeinstellungen übergangen werden. Der Eintrag erfolgt analog den Einstellungen, wie sie weiter oben bereits beschrieben wurden.

Unter den Konfigurationen zu *SSI* können Zeichencodierung, Cachegrößen und sicherheitsrelevante Einschränkungen spezifiziert werden. Da unter *SSI* die Kommandos *#exec* und *#include* nicht nur spezifizierte Dateien anzeigen, sondern auch CGIs zur Ausführung bringen können, lassen sich hier Limitierungen vornehmen.

Die Einstellungen zu *Suffix Mapping* und *Actions* weisen MIME- und Dateitypen bestimmte Funktionen im Server oder umgekehrt zu. Auch hier sind alle wesentlichen Anpassungen bereits vorgenommen, so daß an diesen Stellen keine Änderungen nötig sind. Dies wird erst wichtig, wenn neue Plug-Ins hinzugefügt werden. Das Handbuch gibt jedoch sehr genau Aufschluß über die zu treffenden Einstellungen und deren Wirkungsweisen.

Dem Fenster *Realms* kommt vor allem eine sicherheitsrelevante Bedeutung zu. Hierüber kann in Verbindung mit den Einstellungen unter *Users* der Zugriff auf bestimmte Verzeichnisse oder Funktionen limitiert werden. Voreingestellt sind die Umgebungen *Administration* und *Logs*. Unter *Users* können nun Anwender definiert werden, denen ein bestimmter Bereich sowie ein Paßwort zugewiesen wird. Die Funktionsweise entspricht etwa der von *.htaccess*, die unter dem Apache Server üblich ist. Da jedoch keine Dateien oder allgemein zugänglichen Funktionen aufgerufen werden, sind diese Einstellungen immer vom Administrator durchzuführen.

Weitere Einschränkungen können über *Allow/Deny* vorgenommen werden. Hier können explizit IP-Adressen oder Domains vom Aufruf eines Bereichs ausgeschlos-

sen resp. zugelassen werden. Das bedeutet, daß eine Datei nicht angezeigt wird, obwohl die Angaben zu Userdaten und Paßwort stimmen, wenn der Host, von dem aus die Anforderung verschickt wurde, nicht zugelassen ist.

Selbstverständlich werden auch Logdateien erstellt, die mit Analyseprogrammen von Drittanbietern ausgewertet werden können. Der Platz, an dem die Logfiles abgelegt werden und ein Intervall, innerhalb dessen Logfiles archiviert werden sollen, lassen sich im Fenster *Logging* definieren. Das Format, i. e. die Daten, die in die Logdatei geschrieben werden sollen, wird unter *Log Format* angegeben. WebSTAR bietet drei Standardformate zur Auswahl: ein eigenes WebSTAR Log Format, das Common Log Format (CLF) sowie das Extended Log Format (ExLF). Sollte keines der drei angebotenen Formate von einem Auswertungsprogramm akzeptiert werden, kann das Format auch selbst definiert werden.

WebSTAR erstellt Logfiles jedoch nur für den gesamten Serverbetrieb. Es ist nicht in der Lage, separate Dateien für virtuelle Hosts anzulegen. Zwar bietet es alle Informationen, die es Auswertungsprogrammen möglich machen, die für einen einzelnen Host anfallenden Einträge auszuwerten. Besteht man jedoch auf eigene Dateien für jeden virtuellen Host, ist man auf Drittanbieter angewiesen.

5.5.2.4.2 FTP-Server

Der FTP-Server erfüllt genau die Anforderungen, die an einen FTP-Server zu stellen sind. Er unterstützt alle FTP-Kommandos, wie sie im RFC 959 spezifiziert sind. Daneben bietet er ein umfangreiches Konzept, welche Daten er einem FTP-Anwender anzeigt und welche nicht. So wurde eine Funktionalität implementiert, die vorsieht, alle Dateien, die in Zusammenhang mit der Server Suite WebSTAR stehen, niemals anzuzeigen. Unter diesen Gesichtspunkten ist es auch nicht als Nachteil zu sehen, daß WebSTAR alle für den Betrieb relevanten Dateien zusammen mit den HTML-Dateien in einem Verzeichnis ablegt. Plug-Ins, Settingsdateien sowie die Applikationen selbst werden dem FTP-Client vorenthalten.

Dennoch ist der FTP-Server, im Gegensatz zum HTTP-Server, in der Lage, Dateien und Verzeichnisse auch an physikalisch anderer Stelle als dem Root-Verzeichnis anzubieten. So lassen sich Anwenderverzeichnisse in Ordnern außerhalb des WebSTAR-Ordners ebenso zur Verfügung stellen, wie auch auf anderen Partitionen der Festplatte oder auf anderen Festplatten. Diese Flexibilität sollte jedoch mit äußerstem Bedacht verwendet werden, da so bei ungenauer Rechtezuweisung Anwendern Tür und Tor zu Systemdateien und anderen Daten geöffnet werden. Vor allem ist zu bedenken, daß ein Anwender in jedem Fall Zugriff auf alle im spezifizierten Verzeichnis befindlichen Unterverzeichnisse hat.

Bei aller Sicherheit sollte aber auch bedacht werden, daß FTP-Paßworte in der Regel unverschlüsselt übermittelt werden. D. h., daß bei einer Überwachung des Datenstroms von Angreifern empfindliche Userdaten abgefangen und mißbraucht werden können.

Wie jeder FTP-Server unterstützt auch WebSTAR FTP-Server die Datentypen AS-

CII und Binary. Zusätzlich jedoch ist er in der Lage, auch mit dem mac-typischen MacBinary umzugehen und Dateien, die einen Ressourcenzeitpunkt haben, mit der Endung *.bin* zu versehen. Dies gibt geeigneten Client-Applikationen die Möglichkeit, solche Dateien ‚on the fly‘ zu konvertieren.

WebSTAR FTP-Server greift nicht auf die unter *Virtual Host* bei der Einrichtung des Webservers eingerichteten virtuellen Hosts zu, sofern sie nicht über eine eigene IP-Adresse verfügen. Dies wäre auch für einen FTP-Server unmöglich. Legt man jedoch im DNS-Server für die Domain ein Alias im Stil `ftp.macserver.de` an, erkennt WebSTAR den FTP-Request und routet in das entsprechende Verzeichnis.

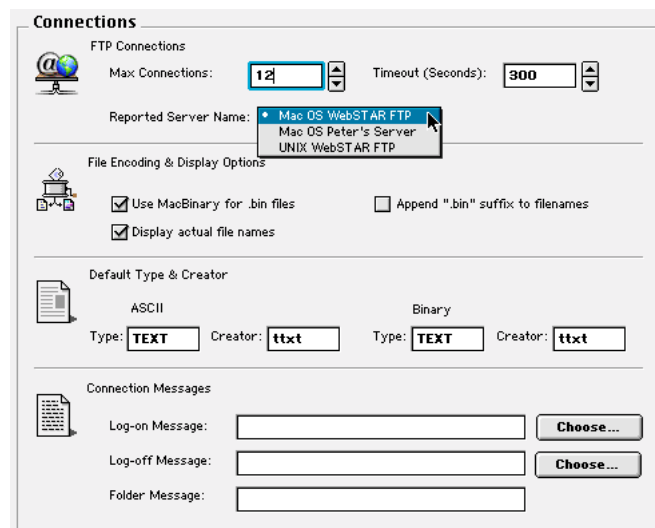


Abbildung 5.19: Einrichten des FTP Dienstes in WebSTAR

Die Einrichtung des Servers gestaltet sich ähnlich einfach, wie dies bei der Konfiguration des Web-Servers der Fall war. Abb. 5.19 zeigt das Einstellungsfenster für FTP-Verbindungen. Auch hier kann die maximale Anzahl gleichzeitig möglicher Verbindungen vorgegeben werden,⁴² sowie ein Timeout-Wert, um zu gewährleisten, daß nach voreingestellter Zeit, in der kein Datenfluß stattgefunden hat, die Verbindung zu trennen.

Üblicherweise ermittelt ein FTP-Client, auf welche Plattform er zugreift. Allerdings kommt es vor, daß Applikationen die Ergebnisse der Session unterschiedlich anzeigen, formatieren oder zurückgeben. Aus diesem Grunde kann ein Server Name vergeben werden, der dem Client die Plattform ausweist oder vorspiegelt. Die beste Kompatibilität ist mit der Einstellung *UNIX WebSTAR FTP* in Verbindung mit der Option *Append „.bin“ suffix to file names* zu erzielen, da diese Einstellung bewirkt, daß sowohl Macintosh als auch Windows Browser die Informationen korrekt handhaben und zusätzlich die Übertragung von MacBinary Daten gestatten.

Des weiteren können Textdateien definiert werden, die Meldungen beinhalten. Diese werden dem Anwender angezeigt, wenn er sich einloggt resp. ausloggt. Diese

⁴²Der Maximumwert beträgt 500, d.h. maximal 500 FTP-Clients können auf den Server zur gleichen Zeit zugreifen.

Meldungen einzusetzen eignet sich gut, um Benutzer des FTP-Dienstes mit bestimmten Gegebenheiten des Servers vertraut zu machen. Die Option *Folder Message* erfüllt die gleiche Funktion, allerdings beim Zugriff auf jedes einzelne Verzeichnis.

Nun sind noch User zu definieren, die Zugriff auf die per FTP verfügbar gemachten Daten haben. Dies geschieht im Einstellungsfenster *Users*. Zuvor ist für den künftigen User ein Verzeichnis anzulegen, sollte es nicht bereits existieren. Dafür gibt es zwei Möglichkeiten: Das Anlegen eines Ordners über den Finder des Mac OS oder durch Einwahl auf den Server per FTP und Anlegen eines Verzeichnisses mit FTP-Befehlen. Ist dies geschehen, wird sowohl ein Username, ein Paßwort sowie das Userverzeichnis definiert, auf das der angelegte Anwender Zugriff haben soll. Um sorgsam mit Festplattenplatz umzugehen, steht weiter die Möglichkeit der Größenbeschränkung des Anwenderverzeichnisses zur Verfügung. Dieser Vorgang läßt sich über die Abb. 5.20 nachvollziehen.



Abbildung 5.20: Einrichten eines FTP-Accounts und Vergabe der Privilegien

Die Abb. 5.20 verdeutlicht auch, wie Privilegien vergeben werden können. So kann für jeden einzelnen User bestimmt werden, ob er sich einloggen darf, in welche Richtung er Dateien transferieren darf, ob er Verzeichnisse anlegen oder löschen darf und ob er Dateien ändern oder entfernen darf. Zur leichteren Administration der Anwenderdaten bietet WebSTAR die Möglichkeit, die eingetragenen Daten zu exportieren, um die Verwaltung über eine Datenbank zu erledigen. Ebenso gibt es natürlich die Funktion, Daten zu importieren.

Alle Zugriffe auf den FTP-Server werden selbstverständlich in Logfiles aufgezeichnet, sofern man dies nicht unter *Logging* unterbunden hat. Auch hier kann wiederum ein Intervall spezifiziert werden, in dem Logdateien an angegebener Stelle archiviert werden.

5.5.2.4.3 Mailserver

Die Verwaltung eines Mailservers birgt viele Aufgaben und vor allem Verantwortung mit sich. Es ist nicht nur sicherzustellen, daß der Server kontinuierlich läuft, sondern auch, daß Userdaten nicht verlorengehen, ebenso wie Nachrichten oder Attachments. Es ist daher dringend geboten, bei Verwendung des Mailservers zur Verwaltung von Mailaccounts, diese Daten regelmäßig zu sichern. Doch der Administrator des Mailservers hat auch die Aufgabe, regelmäßig ein Auge auf den Mail Monitor zu werfen, um sicherzugehen, daß Nachrichten nicht zwischen SMTP Servern hin und hergeschickt werden, der Server nicht für Massenmails oder un-

erwünschtes Versenden von Werbebotschaften (Spam) mißbraucht wird u. ä. m. Außerdem muß er Mails, die an den *postmaster* tw. auch automatisch geschickt werden, regelmäßig lesen, um aufkommende Probleme schnell beseitigen zu können. Die Wartung eines Mailserver ist also der aufwendigste Teil bei der Benutzung eines Webserver.

WebSTAR erleichtert dem Administrator insofern die Arbeit, als es Userdaten, Messages und Attachments als externe Dateien in einem Verzeichnis *WebSTAR Mail Data* ablegt, um so die Möglichkeit zu schaffen, einfache Backups zu fahren.

Will man sich tatsächlich darauf einlassen, bietet der Mailserver von WebSTAR eine mannigfaltige Fülle an Möglichkeiten. Abgesehen von seinen SMTP- und POP-Server Funktionalitäten stehen auch IMAP sowie der Zugriff auf Mailaccounts über einen herkömmlichen Webbrowser zur Verfügung.

Wichtig ist in jedem Fall der korrekte Eintrag im DNS-Server. Hier muß explizit angegeben sein, welcher Mailserver Mails für den angegebenen Host behandelt. Ist das sichergestellt, geht die Einrichtung des Mailserver ganz ähnlich vonstatten, wie bei der Konfiguration des HTTP-Servers beschrieben. Deshalb wird an dieser Stelle nicht mehr näher darauf eingegangen.

WebSTAR Mailserver ist in der Lage 8-bit ASCII Zeichen zu unterstützen, was bei älteren Mailservern nicht immer der Fall ist. Gerade deutschsprachige Anwender können so sichergehen, daß bei Verwendung von Umlauten in ihren Nachrichten diese auch korrekt angezeigt werden. Zudem nimmt auch der Mailserver Rücksicht auf das MacBinary Format. Um ‚Spam‘ zu vermeiden, bietet der Server Einstellungsmöglichkeiten, die die Angaben des Absenders erst verifizieren, bevor die Mails weitergeleitet werden.

5.5.2.5 Erweiterung der Serverfunktionalitäten

Wie schon erläutert, können die Funktionalitäten von WebSTAR über Plug-Ins erweitert werden. WebSTAR stellt dafür Entwicklern die Schnittstelle *Web* API* und ein entsprechendes Developerpaket zur Verfügung. Daneben liefert WebSTAR allerdings eine Fülle von Plug-Ins mit. Um die Plug-Ins zu konfigurieren und an spezifische Gegebenheiten anzupassen, ist das Admintool über einen Browser aufzurufen. Nach Eingabe der URL http://www.macserver.de/pi_admin.admin und der Authentifizierung kann über den Link *Plug-Ins* eine Liste der installierten Erweiterungen angezeigt werden. Über weitere Links werden Konfigurationsseiten aufgerufen, über die die Einstellung zu dem jeweiligen Plug-In vorgenommen werden kann.

Eine kleine Auswahl an Servererweiterungen, die nützlich erscheinen, sei an dieser Stelle angeführt:

WebSTAR Search

Das Plug-In *WebSTAR Search* erweitert WebSTAR um eine Suchmaschine, die nicht nur Textdateien, sondern auch Dateien im PDF-Format indexieren kann. Mit Hilfe des zum Lieferumfang gehörenden Programms *WebSTAR*

Search Indexer wird ein Index in dem zu indexierenden Verzeichnis angelegt. Diese Indexdatei, deren Endung *.search* lautet, wird über den Formtag in einer HTML-Datei angesprochen. Die voreingestellten Suffix Mappings resp. Action Settings sorgen dafür, daß so das Plug-In angesprochen wird und gefundene Dateien angezeigt werden. Dabei werden nicht nur der Dokumenttitel angegeben, sondern auch relevante Ausschnitte aus der Datei. Die Suche kann mittels Bool'scher Operatoren verfeinert werden, und es besteht die Möglichkeit, die Ausgabe auf einen zu benennenden Anteil an Relevanz zu beschränken. Daneben verfügt WebSTAR Search über eine Stopwortliste sowie eine Substitutionsliste, die unbedarfte Anwender mit natürlichsprachlicher Syntax nach Treffern suchen läßt. Die letztgenannten beiden Listen sind natürlich für die englische Sprache verfaßt und müssen lokalisiert werden, sollen sie für deutschsprachige Inhalte angewendet werden.

WebSTAR Lasso Publisher

Auf Macintosh Systemen wird gerne Filemaker Pro von der gleichnamigen Firma als Datenbankapplikation verwendet. Das hier aufgeführte Plug-In stellt eine etwas eingeschränkte Version des Produkts der Firma Blueworld Inc.⁴³ zur Verfügung, die es ermöglicht mit wenigen Mausklicks laufende Datenbanken in eine Internet-Site einzubinden. Die Beschränkungen bestehen darin, daß Anwender in solchen Datenbanken lediglich Datensätze abfragen oder hinzufügen können, nicht jedoch aktualisieren. Dennoch lassen sich mit dieser Kombination schnell und einfach dynamische Webseiten generieren.

WebSTAR WebObjects Adaptor

Die erfolgreiche Entwicklungsumgebung WebObjects von Apple kann auch in Zusammenarbeit mit WebSTAR genutzt werden. Mit ihrer Hilfe ist es möglich, große Datenbanken auf anderen Systemen zu benutzen. WebObjects läuft z. Zt. auf den Plattformen Windows NT, Solaris, HP-UX, und Mac OS X server. Das genannte Plug-In bietet die Möglichkeit, mit WebObjects erstellte Applikationen auf allen Plattformen anzusprechen.

WebSTAR Form Mail

Was üblicherweise über Perl-Scripte gelöst wird, wird hier als Plug-In mitgeliefert. Form Mail erweitert den HTTP-Server um den Versand von E-Mails aus HTML-Formularen über den eigenen SMTP-Server.

WebSTAR File Upload

Dieses Tool läßt das Hochladen von Dateien über HTTP zu.

Selbstverständlich können Erweiterungen auch per CGIs z. B. mit Hilfe von AppleScript oder Perl selbst verfaßt werden. Eine Besonderheit ist dabei allerdings zu beachten: Beide Script-Programme sind in der Lage, ausführbare Dateien zu erstellen. Diese sind, sofern dies in den Einstellungen des Webservers so spezifiziert wurde, im Verzeichnis *cgi-bin* abzulegen. Das Anlegen reiner Textdateien, wie dies auf Linux Systemen üblich ist, funktioniert leider nicht.

⁴³ <<http://www.blueworld.com>>

Kapitel 6

Vergleich der Systeme

6.1 Beurteilung der Installation

6.1.1 Windows NT

Wie sich im vorliegenden Fall zeigte, kann die Installation von Windows NT 4 Server durchaus problematisch sein.¹ Die eigenen Erfahrungen ergaben, daß ein gründliches Studium des Handbuch angeraten ist. Insbesondere die Integration von neuerer Hardware kann zu Schwierigkeiten führen, da Fehlkonfigurationen u. U. ein komplette Neuinstallation bedeuten können. So konnte bei der Einrichtung des Testsystems eine ISDN-Karte nicht eingebunden werden, die zur Einwahl in das System dienen sollte.

Dennoch ist anzumerken, daß sich im Handbuch einige wichtige Hinweise nicht finden lassen, so z. B. jener, daß Windows NT während der Installation fast doppelt so viel Festplattenplatz benötigt, als das eingerichtete System schlußendlich in Anspruch nimmt. Das bedeutet praktisch, daß die Angabe über den minimalen Platzbedarf für ein Windows NT System falsch ist.

Heutzutage kann man davon auszugehen, daß Windows NT 4 Server meistens beim Kauf eines Rechners schon vorinstalliert ist. Doch selbst wenn das Betriebssystem eigenhändig aufspielt werden muß, so ist die Möglichkeit gegeben, daß mittele bereits vorhandener, an ein Netzwerk angeschlossener Rechner eine Netzwerkinstallation vorgenommen werden kann.

Sicherlich ist es von Vorteil, bereits Erfahrungen mit anderen Windows-Installationen gesammelt zu haben, zumal auch bei anderen Hardwarevoraussetzungen als denen die hier gegebenen, immer wieder Probleme auftreten können (siehe Tabelle 6.1.1 auf der nächsten Seite).

Die Bestückung des Servers ist eher als schwach einzustufen, doch erfüllt die Mindestanforderungen, die von Microsoft für den Betrieb von Windows NT 4 Server

¹vgl. Anhang D auf Seite 189

<i>digitaler-stein.sol.sector – 192.168.0.10 (Server)</i>	
Betriebssystem:	Windows NT 4.0 Server (Build 1381) mit Service Pack 4
Prozessor:	Intel Pentium 66 MHz
Arbeitsspeicher:	56 MB PS/2 EDO RAM
Mainboard:	PA-1000 T mit VIA-Chipsatz (VT82C530MV)
Controller:	Adaptec 1460 B SCSI-2
Festplatte:	Quantum ProDrive LPS 525S (512 MB)
CD-Laufwerk:	4x IDE Toshiba XM 5302-B
Diskettenlaufwerke:	NoName 3,5 Floppy (1,44 MB) Iomega ZIP 100 SCSI (100 MB)
Graphikkarte:	miro MEDIA 3D 2 MB RAM
Netzwerkkarte:	D-Link DFE-500TX (100 MBit)

Tabelle 6.1: Konfiguration digitaler-stein.sol.sector

vorgibt.

Es bleibt zu hoffen, daß das angekündigte Windows 2000 die vielfältige moderne Hardware so unterstützt wie Windows 98 es tut, dabei aber mehr Stabilität mitbringt, weniger Reboots erfordert – und vielleicht trotzdem einfach zu installieren ist.

6.1.1.1 Service Pack 4 für Windows NT 4.0

Um die ‚Altersschwächen‘ von Windows NT 4 auszugleichen, brachte *Microsoft* in den vergangenen Jahren die *Service Packs* heraus. Diese stellen kostenlose, zum Download angebotene Softwarepakete dar, die Anpassungen an neue Hardware und Behebung von bekannten Problemen beinhalten. Meistens waren die *Service Packs* eine Sammlung vorangegangener Bugfixes und jedes *Service Pack* beinhaltet immer seine jeweiligen Vorgänger.²

Die Installation des Service Packs bereitete im Gegensatz zur Einrichtung des Betriebssystems selbst keine Schwierigkeiten, obgleich auch sie nicht frei von Kuriositäten war. Beispielsweise ist es unverständlich, warum der Service Pack 4 den *Internet Explorer* erneut installiert, obwohl dieser bereits auf dem System vorhanden war. Obwohl es sich beim IE4 um eine neuere Version handelt, ist nicht einzusehen, daß sie in jedem Fall installiert werden muß. Dies gilt noch in höherem Maße für die Programme *Outlook Express* und *FrontPage Express*, die ebenfalls installiert werden müssen, auch wenn bereits eine Vollversion dieser Produkte auf dem System vorhanden ist.

Der Installationsvorgang des SP4 beanspruchte in der Testumgebung ca. 35 Minuten, was zeitweise die Besorgnis aufkommen ließ, das System sei abgestürzt. Hier wäre eine ausführlichere Beschreibung des Updatevorgangs wünschenswert, doch

² Dies bedeutet im Falle des Service Pack 4, daß 80 MB aus dem Internet geladen werden müssen.

auf der Internetseite, auf der der Download des Service Packs angeboten wird,³ findet sich nur folgender Text:

Service Pack 4 (SP4) is the latest and most comprehensive update available for Microsoft Windows NT Server 4.0, Standard Edition; Windows NT Server 4.0, Enterprise Edition; and Windows NT Workstation. It provides improved management, security, and availability capabilities and helps prepare IT professionals for the Year 2000 and euro currency changes.

Weitere Angaben sind nicht leicht zu finden. Immerhin wird darauf hingewiesen, es zu Problemen kommen kann, wenn der Option Pack bereits installiert ist, so daß dieser neu eingespielt werden muß.

Prinzipiell läßt sich jedoch sagen, daß kostenlose Softwareupdates auch bei einem kommerziell vertriebenen Betriebssystem eine Pflichtübung sein sollten und Microsoft dieser nachkommt. Alles andere wäre auch nicht einzusehen, da das Produkt schließlich viel Geld kostet. Ein völlig fehlerfreies Betriebssystem hat es noch nie gegeben, und wird es vermutlich (leider) auch nie geben, daher sind Updates und Bugfixes notwendig. Jedoch wäre etwas mehr Transparenz wünschenswert, da nicht klar ersichtlich ist, welche Komponenten verbessert werden resp. neu hinzukommen.

6.1.1.2 Option Pack für Windows NT 4.0

Erst mit dem Option Pack wird aus Windows NT 4 ein vielseitiger, vollwertiger Intra- resp. Internetserver. Der Umfang, der in ihm enthaltenen Programme, ist groß, auch wenn ausgerechnet ein vollwertiger Mailserver fehlt. Doch diesen will *Microsoft* in Form seines *Exchange Servers* lieber verkaufen. . .

Die Installation des Option Pack zeichnet sich eher durch unüberschaubare Vielfalt als durch Mangel oder programmtechnische Fallgruben aus. Sie lief in der gegebenen Testumgebung völlig problemlos ab. Auch blieben Kuriositäten aus, sieht man einmal davon ab, daß der Option Pack, falls dieser vor dem SP4 installiert wird, ebenfalls die Einrichtung des IE4 erfordert. Der IE4 hat an dieser Stelle allerdings mehr Berechtigung als beim SP4, denn einige der Konfigurationseinstellung lassen sich nur über einen Browser vornehmen. Da es sich bei der im Option Pack befindlichen Software ausschließlich um netzwerkbezogene Komponenten handelt, ist fundiertes Grundwissen über Netzwerktechnologie und das Internet erforderlich, sonst findet der Administrator sich in den unzähligen Menüs und aufeinanderfolgenden Fenstern nicht zurecht.

Microsoft brachte den Option Pack nicht allein aus altruistischen Gründen auf den Markt, sondern um verlorene Marktanteile zurück zu gewinnen. Das Produkt ist umfangreich, läuft in der Testumgebung stabil und bietet eine einfache Administrierbarkeit über die MMC und resp. oder den IE4.

³ <<http://www.microsoft.eu/germany/service/>>

6.1.2 Linux

Für diese Arbeit wurde der Server *poseidon.dieburger52.de* komplett neu aufgebaut. Er ersetzt seitdem den bisherigen Server des Netzwerks. Das Netz *dieburger52.de* wurde also nicht allein zu Testzwecken eingerichtet, sondern wurde und wird als privates LAN eingesetzt. Durch die ständige Benutzung durch mehrere User über einen längeren Zeitraum ergibt sich die, für diese Arbeit günstige Situation, daß der Server im tatsächlichen Einsatz getestet werden konnte.

Die – neben den aus anderen Quellen verfügbaren – Aussagen über die Eigenschaften und Leistungsfähigkeit des Linux Systems wurden hauptsächlich aufgrund der Erfahrungen mit *poseidon.dieburger52.de* gemacht. Deshalb sei in Tabelle 6.1.2 auf der nächsten Seite ein kurzer Einblick in die tatsächliche Hardware des Servers gegeben.

Die Ausstattung des Servers ist in bezug auf den aktuellen Markt für x86-Rechner als veraltet zu bezeichnen. Ein solches Gerät ließe sich heute allenfalls noch gebraucht erwerben. Dennoch sollte die Hardware unter Linux auch für anspruchsvollere Serveranwendungen ausreichen, da das Betriebssystem sehr schonend mit den Hardware-Ressourcen umgeht. Da es mangels eines ‚Herausgebers‘ des Betriebssystems keine offiziellen Mindestanforderungen für Linuxsysteme gibt, erweckt die Diskussion um angemessene Hardwareausstattung den Anschein eines Glaubenskrieges. Zwar läßt sich ein Linux-Printserver schon auf einem i386 mit 8 MB RAM und 60 MB Festplatte betreiben, aber für höhere Lasten sollte man mindestens auf einen i486 zurückgreifen und insbesondere für genügend RAM und entsprechend schnelle Festplatten sorgen.⁴

Für die hier vorgenommenen Tests sollte die etwas ältere Serverhardware jedoch ausreichend sein und die Leistung der Serveranwendungen nicht wesentlich negativ beeinflussen.

Bei den Clients des Netzwerks handelt es sich um ix86-basierte Systeme, die mit 10 resp. 100 MBit über einen Hub mit dem Server kommunizieren. Die Bandbreite der Geräte reicht von einem 486/66 DX System bis zu einem mit 400 MHz Pentium Celeron Prozessor. Als Betriebssysteme kommen auf den Clients Windows 95, Windows 98 und Linux zum Einsatz.⁵

Die Installation des Servers ging problemlos vor sich und verlief in der Regel genauso, wie im Abschnitt 4.2 auf Seite 53 beschrieben. Probleme waren aufgrund der

⁴Hinweise zur Hardwareausstattung für diverse Anwendungen unter Linux finden sich u. a. in: FLORIAN KÜHNERT: *Reise ins Linux-Land* in CHRISTIAN HEISE (Hrsg.): *c't – Magazin für Computertechnik*, Ausgabe 9/98, Hannover, Verlag Heinz Heise, 1998, S. 146 ff.

KRISTIAN KÖHNTRUP: *Spinne im Netz* in CHRISTIAN HEISE (Hrsg.): *c't – Magazin für Computertechnik*, Ausgabe 20/98, Hannover, Verlag Heinz Heise, 1998, S. 204 ff.

JOHANNES ENDRES: *Druckausgleich* in CHRISTIAN HEISE (Hrsg.): *c't – Magazin für Computertechnik*, Ausgabe 24/98, Hannover, Verlag Heinz Heise, 1998, S. 186 ff.

MATT WELSH, LAR KAUFMAN: *Linux – Wegweiser zur Installation & Konfiguration*, Dt. Übers. von MATTHIAS K. DALHEIMER, JÖRG REDMER, 2. Auflage, Köln, O'Reilly, 1998, S. 34 ff.

⁵Nähere Informationen zur Netzwerktopologie von *dieburger52.de* finden sich im Anhang B auf Seite 187.

<i>poseidon.dieburger52.de – 192.168.0.10 (Server)</i>	
Betriebssystem:	Linux (Kernel 2.0.36)
Prozessor:	Intel Pentium 200 MHz MMX
Arbeitsspeicher:	64 MB PS/2 EDO RAM
Mainboard:	Gigabyte GA-586DX
Controller:	Adaptec AIC 7880 (SCSI)
Festplatten:	IBM DCAS-34330 (4,1 GB)
	IBM DCRS04U (4,3 GB)
	Seagate ST32155N (2,0 GB)
CD-Laufwerk:	Teac CD-56S
Diskettenlaufwerke:	NoName 3,5 Floppy (1,44 MB)
	Iomega ZIP 100 (100 MB)
Graphikkarte:	Matrox Mystique (4 MB RAM)
Netzwerkkarte:	NoName mit Digital DS21140 Tulip Chip (100 MBit)

Tabelle 6.2: Konfiguration poseidon.dieburger52.de

schon wenig exotischen Hardware allerdings auch nicht zu erwarten.

Die Einrichtung des Grundsystems nahm etwa eine Stunde in Anspruch. Nach einer weiteren Stunde war unter einem laufenden X Window-System ein für den Server angepasster Kernel erstellt.⁶

Die Netzwerkanbindung dauerte etwa eine halbe Stunde und verlief ebenfalls problemlos. Die Einrichtung der verbleibenden Dienste nahm den Rest des Tages in Anspruch, so daß am Ende ein voll funktionsfähiger Server verfügbar war.⁷

Normalerweise – vorausgesetzt Probleme mit der Anbindung von Hardware treten nicht auf – kann die Installation eines Servers unter Linux in einem halben bis einem Tag abgeschlossen werden. Für unerfahrene Administratoren sollte man jedoch, je nach Computer-Erfahrung mit einer oder mehreren Wochen rechnen, da die Einarbeitung in das System viel Zeit kosten kann.

6.1.2.1 Die SuSE-Distribution

Das auffallendste Merkmal der SuSE-Distribution ist zunächst ihr Umfang. Auf 5 CDs finden sich neben dem Grundsystem über 850 Anwendungen, die, wollte man sie alle installieren, mehr als 4 GB Plattenplatz belegen würden. Daneben gehört zu der Distribution ein über 500 Seiten starkes, deutsches Handbuch im Postscript-Format resp. als gedrucktes Buch. Erwirbt der Nutzer die Distribution bei SuSE

⁶Man sollte allerdings beachten, daß eine Kernel-Anpassung gerade für Benutzer, die mit Linux nicht vertraut sind, erheblich mehr Zeit in Anspruch nehmen kann. Gleiches gilt auch, wenn neue Optionen des Kernel ausprobiert werden sollen.

⁷An den einzelnen Diensten wurde im Verlauf der darauffolgenden Wochen noch das eine oder andere verbessert. Im wesentlichen kann die Konfiguration jedoch nach dem ersten Tag als abgeschlossen gelten.

oder einem entsprechenden Händler,⁸ kann er sich registrieren lassen und erhält vom Distributor einen 60-tägigen, kostenlosen Installationssupport via Telefon, Fax, E-Mail oder Post.

Die Installation ist im Handbuch hervorragend dokumentiert, so daß hier auch ein unerfahrener Benutzer schnell Erfolge erzielen kann. Auch die restlichen Kapitel des Handbuchs enthalten umfangreiche und einigermaßen leicht verständliche Beschreibungen zu den wichtigsten Aspekten eines Linux Systems, auch wenn aus Platzmangel viele Punkte nicht behandelt werden können. Erfahrene Linux-Benutzer dürften insbesondere das Kapitel über die Besonderheiten der SuSE-Distribution zu schätzen wissen, so daß ein Umstieg von einer anderen Distribution relativ problemlos zu bewerkstelligen sein sollte. Überhaupt hat man sich bei SuSE sehr viel Mühe mit der Dokumentation gegeben. So findet sich auf den CDs beispielsweise die SuSE Hardware-Datenbank, die Auskunft über Komponenten gibt, die von Linux unterstützt werden. Die SuSE Support-Datenbank, ebenfalls in der Distribution enthalten, leistet bei vielen, mehr oder weniger SuSE-spezifischen Problemen Hilfestellung. Beide Datenbanken sind über ein Web-Interface erreichbar, ebenso wie die der Distribution beigefügten HOWTOs in deutsch und englisch und die Beschreibungen der einzelnen Pakete samt Dateiliste.⁹

Die Software-Pakete liegen allesamt als RPM-Paket und als Source Code vor. Die Programmversionen sind zwar nicht immer tagesaktuell, dafür wurden sie gründlich für die Verwendung mit der Distribution getestet und evtl. angepaßt. Neuere Programmversionen können vom SuSE-FTP-Server bezogen werden. Die große Auswahl an Anwendungen gestattet es auch, ausgefalleneren Anforderungen gerecht zu werden. Die Sortierung von Paketen in sog. *Serien* macht das Auffinden einzelner Pakete auf dem Installationsmedium erheblich einfacher. Allerdings wird nicht sorgfältig zwischen Programmen unterschieden, die frei verfügbar sind und solchen, die restriktiveren Lizenzbestimmungen unterliegen.

Bei all diesen positiven Aspekten der SuSE-Distribution seien jedoch auch die wesentlichen Schwachpunkte nicht verschwiegen. Insbesondere der laxer Umgang mit den Konventionen zu Verzeichnisstruktur fällt des öfteren unangenehm auf. Neben den bereits erwähnten Besonderheiten bei der Apache-Installation,¹⁰ werden vor allem Systembibliotheken an teilweise ungewöhnlichen Stellen im Dateibaum abgelegt. Immerhin sind die Startscripte ab SuSE 6.0 nicht nur in */sbin/init.d* zu finden, sondern sind auch nach */etc/rc.d* gelinkt, dem Verzeichnis, das eigentlich dafür vorgesehen ist.

Die Verwendung einer zentralen Konfigurationsdatei (*/etc/rc.config*) mag dem Anfänger den Umgang mit dem System vielleicht noch erleichtern, erfahrene Anwender werden das Konzept jedoch eher als Hindernis empfinden. Schließlich ist diese Datei SuSE-proprietär (so daß sie auch in keiner, nicht von SuSE stammenden Dokumentation berücksichtigt wird) und im Zusammenhang mit *SuSEconfig* trägt

⁸Wie schon erwähnt, darf die Distribution frei kopiert werden und kann über den FTP-Server von SuSE auch aus dem Internet bezogen werden.

⁹vgl. Abschnitt 6.6 auf Seite 160

¹⁰vgl. Abschnitt 4.2.5.3 auf Seite 78.

ihre Verwendung nicht gerade zur Transparenz des Systems bei. So kann es durchaus vorkommen, daß eine mehr oder minder mühsam erstellte Konfigurationsdatei beim nächsten Lauf von *SuSEconfig* ohne Vorwarnung überschrieben wird.

Auch beim zentralen Konfigurationstool *YaST* mangelt es entschieden an Transparenz. Der User weiß zunächst nicht, welche Konfigurationsdateien von *YaST* oder dem sich anschließenden Lauf von *SuSEconfig* verändert werden. Da *YaST* aber nur für grundlegende Administrations- und Konfigurationsaufgaben geeignet ist, sollte das Tool eine manuelle Einrichtung des Systems wenigsten nicht erschweren, was es aber häufig genug tut.

Insgesamt überwiegt bei der SuSE-Distribution aber der positive Eindruck. Im allgemeinen wurde bei der Zusammenstellung und Konfiguration der Software sehr sorgfältig gearbeitet. Installation und Fehlersuche resp. -beseitigung funktionieren dank der hervorragenden Dokumentation meist sehr gut. Durch den starken ‚Eigengeschmack‘ der Distribution gestaltet sich die Konfiguration und Administration des Systems jedoch etwas anders als bei anderen Linux-Distributionen und ist etwas gewöhnungsbedürftig. *YaST* und *SuSEconfig* vermitteln doch sehr den Eindruck, daß man erst nach einigen Mühen ‚Herr im eigenen System‘ ist.

6.1.2.2 Die Software-Pakete

Sofern die Software-Pakete als RPM Teil der Distribution sind, gibt es bei der Installation eigentlich keine Probleme. Hier haben die Verantwortlichen bei SuSE sehr sauber gearbeitet. Ist ein Paket eingespielt und entsprechend konfiguriert, kann man davon ausgehen, daß es funktioniert und die Lauffähigkeit durch das Einspielen weiterer Pakete der Distribution nicht beeinträchtigt wird. Auf evtl. bestehende Konflikte wird dank RPM vor der Installation eines neuen Pakets aufmerksam gemacht.

Programme, die man selbst aus dem Source Code compilieren will, zeigen sich mit der SuSE-Distribution manchmal ein wenig „bockig“, was zumeist darin begründet ist, daß Systembibliotheken an anderen Stellen im Dateibaum erwartet werden. Nach einer Anpassung der Pfade, sollte dieses Problem behoben sein. Evtl. erwartet ein Programm auch neuere oder nicht installierte Systembibliotheken, die sich einfach nachinstallieren lassen, indem man auf die Distributions-CDs oder die diversen Quellen im Internet zurückgreift. Normalerweise sollte es also auch kein Problem darstellen, Programme selbst zu compilieren.

6.1.3 Mac OS

Die ursprünglichen Pläne sahen vor, das neue Betriebssystem von Apple, Mac OS X, auf seine Servertauglichkeit zu testen. Da die Hardwareanforderungen dieses Systems einen Macintosh Computer der G3-Reihe vorsehen, wurde ein neuer Rechner angeschafft. Doch erste Tests und ein näheres Studium der diesbezüglichen Fachliteratur lieferte die Erkenntnis, daß für dieses Betriebssystem noch zu wenig

native Applikationen verfügbar waren, um von einem ‚Macserver‘ zu sprechen. Lediglich für den eingesetzten Apache Webserver gibt es zur Zeit ein Interface, das ‚maclike‘ zu bedienen ist. Alle anderen Komponenten, die zum Betreiben eines Webserver nötig wären, liegen nur für Unix vor, so daß ein Unterschied in der Art der Einrichtung und Wartung zwischen einem Server unter Mac OS X und einem Server unter Linux nicht auszumachen wäre.

Dieser Umstand und die Tatsache, daß der neu erworbene Rechner sehr viel schneller arbeitete als der bereits vorhandene, waren verantwortlich, daß das ursprüngliche Vorhaben verworfen und eine neue Konstellation gefunden wurde. So wurde das bisherige Arbeitsgerät, wie es in Tabelle 6.1.3 näher spezifiziert ist, zum Server umgebaut und der neue Rechner als Client bzw. neuer Arbeitsrechner verfügbar gemacht.

<i>www.macserver.de – 192.168.0.1 (Server)</i>	
Betriebssystem:	Mac OS 8.6
Prozessor:	PowerPC 604e 200 MHz
Arbeitsspeicher:	192 MB DIMM RAM
Macintosh Modell:	PowerMac 7500/7600 AWS 8550
Controller:	SCSI onboard, nicht näher spezifiziert
Festplatten:	IBM DDRS 34560 (4,25 GB)
	IBM DCAS 34330 (4,0 GB)
CD-Laufwerk:	Matchita CD-ROM CR-8005A
Diskettenlaufwerke:	NoName 3,5 Floppy (1,44 MB)
	Iomega ZIP 100 (100 MB) extern
Graphikkarte:	onboard, nicht näher spezifiziert (4 MB RAM)
Netzwerkkarte:	Ethernet 10-BaseT onboard

Tabelle 6.3: Konfiguration www.macserver.de

Der ausgewählte Computer dient bereits seit mehreren Jahren als Kommunikationsgerät, i. e. er wird sowohl als Faxgerät als auch als AppleShare Server per *Remote Access* für einen ausgewählten Kreis an Anwendern zur Verfügung gestellt. Die Einrichtung einer geeigneten Testumgebung für einen Internetserver wurde nun zum Anlaß genommen, ein privates Netzwerk einzurichten, wie es im Anhang C auf Seite 188 abgebildet ist.

Anfänglich stand nur die Betriebssystemversion 8.5.1 zur Verfügung, die, wie beschrieben, innerhalb von 15–20 Minuten installiert war. Ein Update auf Version 8.6 war erst zu einem späteren Zeitpunkt verfügbar und wurde bei einer Größe von 37 MB von Apples FTP-Server¹¹ heruntergeladen.

Für die Installation des Betriebssystems reicht es allemal aus, den Anweisungen des Installationsprogramms Folge zu leisten. Lediglich bei der Auswahl der Systemkomponenten wäre ein wenig mehr an Erläuterungen wünschenswert, doch ist man mit

¹¹[<ftp://ftp.info.apple.com/>](ftp://ftp.info.apple.com/)

der Verwendung der Voreinstellungen in jedem Falle auf der sicheren Seite. Zu bemerken ist jedoch, daß das Update auf Mac OS 8.6 nicht ganz auf dem aktuellen Stand war. So waren für die Softwarekomponenten *Macintosh Runtime for Java (MRJ)* und *ColorSync* bereits neuere Versionen vorhanden und wurden ebenfalls auf Apples FTP-Server zur Verfügung gestellt. Hier den Überblick zu bewahren, fällt nicht immer leicht.

Dank der Assistenten, die nach Systemstart automatisch aufgerufen werden, ist auch die erste Einrichtung des Netzwerks einfach zu bewerkstelligen, elementare Grundkenntnisse in Netzwerk- und insbesondere der TCP/IP-Technologie vorausgesetzt.

Das weitaus größere Problem ist, daß es Werke wie dieses braucht, um herauszufinden, welche Software zur Einrichtung eines Webservers überhaupt verfügbar und geeignet ist. Und gerade in Deutschland ist derartige Literatur rar. Hat man jedoch die nötigen Softwarekomponenten gefunden, gestaltet sich die Installation und auch die Einrichtung einfach und unkompliziert.

Sowohl der von Apple kostenlos zur Verfügung gestellte DNS-Server als auch die verwendete WebSTAR Server Suite sind sehr gut dokumentiert, und die Einrichtung läßt sich innerhalb von ein bis zwei Stunden problemlos bewerkstelligen.

6.1.4 Fazit

Von allen hier getesteten Systemen, war Mac OS am einfachsten und schnellsten zu installieren. Die Installation dieses Systems setzt die wenigsten system- und netzwerkspezifischen Kenntnisse voraus. Das Installationsprogramm läßt sich intuitiv bedienen, so daß eine zeitraubende Einarbeitung in die mitgelieferten Handbücher nicht unbedingt notwendig ist.

Die Probleme bei der Installation von Windows NT können sicherlich nicht als repräsentativ für jede Windows NT-Installation angesehen werden,¹² zeigen aber, welche Arten von Schwierigkeiten auftreten können, wenn der Systemverwalter nicht die volle Kontrolle über das System hat. Microsoft hat sich sichtlich bemüht, eine einfache und graphisch ansprechende Systeminstallation zu implementieren, auch wenn sie im vorliegenden Fall zunächst nicht so recht funktionieren wollte.

Die SuSE-Linux Distribution ließ sich ebenfalls schnell und problemlos installieren. Allerdings werden hier deutliche Unterschiede zu den anderen beiden Systemen sichtbar. So dürfte es einem Administrator ohne Linux- resp. UNIX-Erfahrung kaum möglich sein, das System entsprechend zu installieren und zu konfigurieren, wenn nicht wenigstens eine Lektüre der entsprechenden Kapitel des Handbuchs stattgefunden hat. Die CD-ROM einfach in das Laufwerk zu legen und zu sehen, was passiert, kann bei beiden anderen Systemen durchaus auch in angemessener Zeit zu einem erfolgreich installierten System führen, bei Linux ist dies nicht der

¹²Man sollte bei der Beschreibung der Installation aller drei Systeme beachten, daß es sich um Einzelbeispiele handelt.

Fall.¹³ Die Linux-Installation setzt im Vergleich die meisten Kenntnisse (oder deren Erwerb während des Setups) voraus, was allerdings auch dazu führt, daß sich der Linux-Administrator nach erfolgreicher Installation auch am besten im System auskennt. Während die anderen beiden Systeme, der Philosophie der einfachen Bedienbarkeit, bei weniger Systemtransparenz folgend, den Administrator häufig zu dem Schluß kommen lassen, daß dies oder jenes einfach ‚irgendwie‘ funktioniert, weiß der Linux-Verwalter in der Regel auch, warum das der Fall ist.¹⁴

6.2 Performance

Die Performance eines Servers ist sicherlich ein wesentliches Kriterium für die Beurteilung der Systeme. Leider läßt sich hier nur sehr eingeschränkt eine Bewertung vornehmen.

Ein Urteil auf Grund der Erfahrungen mit den Testsystemen scheidet aus, da diese auf gänzlich unterschiedlichen, nicht miteinander zu vergleichenden Hardware-Plattformen aufgesetzt wurden. Außerdem war es nicht möglich, in den kleinen LANs, in denen die Systeme getestet wurden, eine ausreichende Serverbelastung für eine aussagekräftige Untersuchung der Performance zu realisieren.

Aus diesen Gründen muß ein Performance-Vergleich hauptsächlich unter Zuhilfenahme externer Quellen durchgeführt werden, ähnlich wie beim Thema *Stabilität* in Abschnitt 6.4 auf Seite 151. Anders als dort, ist die Quellenlage bei Performance-Vergleichen aber weniger gut. Dies mag daran liegen, daß die Durchführung solcher Vergleiche immer eine heikle Angelegenheit ist. Einerseits wird die Leistung eines Systems durch die zugrundeliegende Hardware bestimmt, die nicht in allen Fällen miteinander verglichen werden kann. Andererseits ist für die Performance aber auch die Konfiguration der Software – vom BIOS über das Betriebssystem bis zu den Anwendungen – von entscheidender Bedeutung und hier kann es durch Feintuning und Abstimmung auf die Hardware zu erheblichen Schwankungen kommen, selbst bei Systemen, die baugleich sind und identische Software verwenden.

Weiterhin ist die schiere Menge an öffentlich zugänglicher Information sehr unterschiedlich. Während sich durchaus Quellen mit der Performance von Windows NT oder Linux auseinandersetzen, gibt es kaum Berichte oder Messungen zu Macintosh-Servern. In jedem Falle ist die Quellenlage hier so schlecht, daß kaum allgemeingültigen Aussagen getroffen werden können.

Schließlich zeigte sich bei der Bewertung der verschiedenen Quellen zu Windows NT und Linux kein so homogenes Bild, wie dies im Falle von Stabilitätsvergleichen

¹³Auch in dieser Beziehung unterscheiden sich Linux-Distributionen deutlich. Während bei einer Debian-Distribution nahezu alles ‚von Hand‘ erledigt werden muß, bietet die neueste Distribution von Caldera eine Installation, die sich kaum noch von einem typischen Windows-Setup unterscheiden läßt. Die SuSE-Distribution liegt zwischen diesen beiden Extremen.

¹⁴... schließlich hat er mehrere Stunden damit zugebracht, die Konfigurationsdatei zu finden, in der eine Zeile unbedingt auskommentiert werden mußte, i. e. dieses Wissen ist u. U. gerade von unerfahrenen Administratoren hart erkaufte worden.

der Fall war. Da vielfach eine genaue Beschreibung der Testbedingungen fehlt, ist eine sachgemäße Bewertung solcher Quellen äußerst schwierig bis unmöglich. Oftmals wird ein schnelleres System einfach nur behauptet. Eine Beurteilung anhand persönlicher, subjektiver Eindrücke erscheint jedoch unangebracht.¹⁵

Aber auch Studien, mit scheinbar wissenschaftlicher Ausrichtung sind nicht unbedingt vertrauenswürdig, zumal in einem Markt, auf dem sich der Kampf um Anteile zunehmend verschärft und Studien, die diesem oder jenem System einen Vorteil bescheinigen, u. U. sehr wertvoll sein können. Bekanntes Beispiel hierfür ist die vor kurzer Zeit veröffentlichte Studie von *Mindcraft*,¹⁶ die einem Windows NT/IIS4 System einen klaren Performance-Vorteil gegenüber einem Linux/Apache System bescheinigt. Es stellte sich jedoch heraus, daß die Mindcraft-Studie von Microsoft gesponsert wurde, daß keine gleichartigen Rechner verwendet wurden und daß auch in puncto Feintuning nicht mit gleicher Sorgfalt vorgegangen wurde.¹⁷

Aus diesen Gründen kann hier nur ansatzweise und sehr vorsichtig auf einen Vergleich der Systeme unter dem Gesichtspunkt Performance eingegangen werden. Mit Sicherheit läßt sich lediglich sagen, daß bei geringer Last, wie dies in den tatsächlich getesteten Netzwerken der Fall war, bei den untersuchten Diensten keine signifikanten Geschwindigkeitsunterschiede ausgemacht werden konnten. Daß bei keinem der Systeme durch HTTP-, DNS- und FTP-Dienste alleine eine auch nur annähernde Auslastung des Speichers und der CPU erreicht wurden, legt die Vermutung nahe, daß die getesteten Systeme auch eine höhere Last ohne wesentliche Geschwindigkeitseinbußen bewältigen können. Darüber hinaus können jedoch kaum Aussagen getroffen werden.

Fest steht auch, daß die Grundbelastung des Systems bei Linux am geringsten ausfällt, da dieses im Gegensatz zu den beiden anderen Systemen ohne graphische Benutzerschnittstelle betrieben werden kann. Aber allein hieraus im Umkehrschluß auf eine bessere Performance zu schließen, ist fragwürdig. Allenfalls ließe sich behaupten, daß sich auch mit schwächerer Hardware unter Linux eine ähnliche Performance erreichen ließe, wie unter den anderen beiden Systemen. Viel mehr kann aber im Rahmen dieser Arbeit zum Vergleich der Performance der Systeme nicht gesagt werden.

Um dem Leser die Möglichkeit zu geben, sich ein eigenes Bilde der Situation zu verschaffen, werden im folgenden einige Quellen genannt, die sich mit der Performance von Serversystemen beschäftigen. Da aber die im Internet verfügbaren Quellen aus

¹⁵ Auch viele Quellen zur Systemstabilität berichten von persönlichen Erfahrungen. Doch das Erleben eines System- oder Programmabsturzes ist wesentlich weniger subjektiv als das Erleben eines ‚schnellen‘ oder ‚langsamen‘ Systems, weshalb sich solche Quellen zur Systemstabilität auch dort verwenden lassen.

¹⁶ Mindcraft Inc. (Hrsg.): *Web and File Server Comparison: Microsoft Windows NT Server 4.0 and Red Hat Linux 5.2 Upgraded to the Linux 2.2.2 Kernel*, 13.04.1999, <<http://www.mindcraft.com/whitepapers/nts4rhlinux.html>> (01.06.1999)

¹⁷ Eine Übersicht über die Unstimmigkeiten der Mindcraft-Studie wurde von ERIC S. RAYMOND höchstselbst verfaßt: ERIC S. RAYMOND: *ESR and the MindCraft Fiasco*, 23.04.1999, <<http://slashdot.org/features/99/04/23/1316228.shtml>> (01.06.1999). Die Seite listet auch eine große Anzahl Kommentare und Links zum Thema.

den o. g. Gründen keine allgemeingültige Beurteilung der Serversysteme zulassen, sei hier noch einmal die Empfehlung ausgesprochen, die Ergebnisse der Untersuchungen mit entsprechender Vorsicht einzuordnen.

<http://www.mindcraft.com/whitepapers/nts4rhlinux.html>

Die bereits angesprochene Studie von Mindcraft vergleicht Windows NT mit einem RedHat Linux. Dazu sollte unbedingt auch der Kommentar von Eric S. Raymond gelesen werden (<http://slashdot.org/features/99/04/23/1316228.shtml>).

<http://www.zdnet.com/pcweek/stories/jumps/0,4270,401961,00.html>

Die Zeitschrift *PC Week* testet Windows NT und Linux.

<http://www.zdnet.com/pcmag/stories/reviews/0,6755,402311,00.html>

Der Webserver-Test der Zeitschrift *PC Magazine*.

<http://www.lot-germany.com/magazin/unix-nt.htm#performance>

Die Studie *Microsoft Windows NT 4.0 Server vs. UNIX* von JOHN KIRCH ist eine der am häufigsten zitierten Quellen im Internet zum Thema Windows NT vs. UNIX. Mit einer Unmenge an Verweisen kann sie gut als Sprungbrett für einen breiten Überblick dienen.

<http://www.darkelf.net/metachart/>

Die *Windows NT vs. Linux MetaChart* präsentiert viele Untersuchungen zum Systemvergleich, auch zur Performance der beiden Systeme. Die ebenfalls angeführten Kommentare zur MetaChart geben einen guten Eindruck der gegensätzlichen Meinungen.

<http://www.cavcomp.demon.co.uk/halloween/halloween1.html>

Microsoft-Mitarbeiter VINOD VALLOPILLIL über Linux und Windows NT.¹⁸

<http://citv.unl.edu/linux/LinuxPresentation.html>

Warum die *University of Nebraska Press* sich von Windows NT verabschiedete. Dieser umfangreiche Bericht kann als typisches Fallbeispiel dienen, derer sich noch eine ganze Reihe weiterer im Internet finden lassen.

<http://www.ugraf.com/unix-nt/jt/>

Performance-Vergleich einiger UNIX- und Windows NT Systeme von Mikro-Graf.

Die hier vorgestellten Quellen stellen selbstverständlich nur eine kleine Auswahl des verfügbaren Materials dar, wobei hier solche Quellen überwiegen, die sich zugunsten von Linux/UNIX-Systemen äußern. Dies spiegelt aber durchaus die Verhältnisse in der Quellenlage wider.

¹⁸Eine Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse des umfangreichen Berichts findet sich unter <http://www.news.com/News/Item/0,4,28397,00.html>.

6.3 Administration

Der Betrieb eines Servers bringt fast immer einen gewissen Verwaltungsaufwand mit sich. Dieser kann je nach Typ und Verwendungszweck des Servers unterschiedlich groß sein. Im folgenden werden die Systeme im Hinblick auf typische Administrationsaufgaben untersucht, wie sie bei den meisten Servern anfallen.

Vorab sei darauf hingewiesen, daß sich die anschließenden Ausführungen auf die tatsächlich aufgebauten Systeme beziehen. Gerade im Bereich der Administration gibt es sehr viele Möglichkeiten, alle drei Server durch Soft- und Hardwarelösungen wesentlich aufzuwerten. Es ist bei allen Systemen u.U. möglich, Mängel bei der Administration durch solche Produkte auszugleichen. Auf diese Produkte kann aber aufgrund der unüberschaubaren Menge kaum Rücksicht genommen werden; dies läßt schon der Rahmen der Arbeit nicht zu. Aus diesem Grund werden hier hauptsächlich Administrationsmöglichkeiten beschrieben, die sich mit den in den Zielvorgaben beschriebenen Soft- und Hardwarekomponenten realisieren lassen. Auf weiterführenden Produkte kann allenfalls hingewiesen werden. Es sollte jedoch in bezug auf das Folgende bedacht werden, daß sich die hier untersuchten Basissysteme gerade im Umfang der vorhandenen Administrationstools erheblich voneinander unterscheiden. Die Scriptsprache Perl – um nur ein Beispiel zu nennen – ist praktisch in jeder Linux-Distribution enthalten und genießt ein recht hohen Stellenwert, kann daher durchaus als zum Basissystem gehörig angesehen werden, während das bei Windows NT und Mac OS nicht der Fall ist, obwohl die Sprache auf diesen Plattformen ebenfalls verfügbar ist.

6.3.1 Konfiguration der Dienste

Auch nachdem ein Server einmal in Betrieb genommen wurde, kommt es vor, daß die Konfiguration der einzelnen Serverdienste geändert werden muß. Typische Beispiele dafür sind die Einrichtung einer neuen IP-Adresse im Nameserver, eines neuen Virtual Hosts, neuer Features bei verschiedenen Diensten,¹⁹ eines neuen Benutzers oder eines neuen FTP-Accounts.

Generell kann eine Änderung der Dienste-Konfiguration während des Betriebs bei allen Systemen in der gleichen Weise geschehen, wie bei der Erstinstallation. Unter Windows NT bedeutet dies, daß die Konfiguration von Web-, FTP- und SMTP-Server über die MMC erfolgt. Alle Einstellungen lassen sich auch während des laufenden Betriebs vornehmen, ohne daß ein Neustart des Systems erforderlich wäre.²⁰ Als etwas gewöhnungsbedürftig erweist sich die stark verschachtelte Menüstruktur, allerdings findet man sich nach einer gewissen Zeit regelmäßiger Benutzung zurecht und kann die Administrationsaufgaben flüssig erledigen. Etwas besser strukturiert

¹⁹Im Falle des Webservers könnte dies die Einrichtung einer Frontpage-Unterstützung, von Server Side Includes o. ä. sein.

²⁰Wie unter Windows üblich muß das System allerdings neu gestartet werden, wenn ein komplett neuer Dienst installiert wird.

zeigt sich hier das Web-Interface der *MMC*, das dieselben Funktionen wie das eigentliche Tool bereitstellt. Allerdings erwies sich dieses Interface auf dem Testsystem als äußerst behäbig und verhinderte schnelles und effektives Arbeiten.²¹

Leider sind unter Windows NT die User-Administration und die Verwaltung des Nameservers nicht über Snap-Ins gelöst.²² Das hat zur Folge, daß das an sich sinnvolle Konzept der einheitlichen Administrationsschnittstelle, wie sie die *MMC* darstellt, an diesen Stellen durchbrochen wird.²³ Gerade bei weniger häufigen Administrationaufgaben kann deshalb die Suche nach dem adäquaten Tool oder dem richtigen Reiter länger dauern als die eigentlichen Änderungen. Für User- und DNS-Verwaltung gibt es außerdem kein Web-Interface oder eine andere Möglichkeit der Fernadministration, so daß Änderungen hierbei nur direkt am Server gemacht werden können.

Im Gegensatz zu den anderen beiden Systemen kann unter Linux die gesamte Administration auch ohne graphische Oberfläche durchgeführt werden. Da die meisten Konfigurationen in ASCII-Dateien abgelegt werden, dürfte das am häufigsten gebrauchte Administrationstool der Text-Editor sein. Da es den Konfigurationsdateien an Einheitlichkeit fehlt, setzt die Administration eines Linux Systems von Hand in der Regel gute Kenntnisse der verwendeten Dateien und der Konfigurations-Optionen voraus.²⁴ Allerdings gibt es für alle Aufgaben der Serveradministration Tools für die Textkonsole oder für das X Window System. Doch wie generell unter Linux ist bisher leider keine Vereinheitlichung der Schnittstelle erreicht, so daß nicht wie unter Windows NT oder Mac OS von der Bedienung und Funktionsweise eines Tools auf die eines anderen Tools geschlossen werden kann. Anstrengungen, diesen Mangel zu beheben, sind jedoch im Gange. Interessante Lösungen stellen hier sicher die Web-basierten Konfigurations Tools, *Linuxconf* und *Webmin* dar²⁵ sowie die Desktop-Projekte *Gnome* und *KDE*.²⁶ Auf diese Projekte wird hier jedoch aufgrund ihres noch recht frühen Entwicklungsstadiums nicht weiter eingegangen.

Neben diesen Nachteilen, die insbesondere unerfahrenen Administratoren erhebliche Schwierigkeiten bereiten können, bietet die Art der Systemadministration eines Linux Systems aber auch erhebliche Vorteile. Erfahrene Administratoren werden den Geschwindigkeitsvorteil einer Shell oder eines Texteditors gegenüber einer graphischen Schnittstelle schätzen. Vertraute Kommandos sind in vielen Fällen mächtiger und lassen sich schneller absetzen als entsprechende Operationen mit Tastatur und Maus auf einer graphischen Oberfläche. Im Falle der Fernadmini-

²¹Dies ist sehr wahrscheinlich auf die etwas magere Hardware-Ausstattung des Windows NT Systems zurückzuführen.

²²Dies soll sich jedoch – wie man hört – mit Windows 2000 ändern.

²³Dies gilt im übrigen nicht nur für die User- und DNS-Verwaltung. Schließlich können bestimmte Administrationaufgaben unter Windows NT nur mit eigenen Administrationsprogrammen oder über die *Systemsteuerung* bewältigt werden.

²⁴Man könnte auch sagen: Während der Windows NT-Administrator nach dem richtigen Menü sucht, per Trial-and-Error Optionen ausprobiert und wartet, bis das System neu gestartet ist, versenkt sich der Linux-Administrator in man pages, FAQs und Bücher über Linux.

²⁵vgl. Fußnote 61 auf Seite 78.

²⁶vgl. Fußnote 11 auf Seite 52.

stration steigt der Übertragungsaufwand bei graphischen Benutzeroberflächen gegenüber einer Shell geradezu dramatisch an, was sich insbesondere bei langsamen Wählverbindungen auswirkt. Durch das Format der Konfigurationsdateien ist es praktisch ohne Bedeutung, unter welchem Betriebssystem der Administrator arbeitet und Dateien einspielt.

Unter Linux lassen sich alle Serverprozesse über ihre Prozeß-ID ansprechen. Damit ist es möglich, alle Serveranwendungen jederzeit zu stoppen und wieder zu starten. Über Prozeßsignale können Prozesse auch angewiesen werden, ihre Konfigurationsdateien neu einzulesen oder eine Statusmeldung auszugeben. Für all dies ist kein Neustart des Systems notwendig, so daß sich durch Neukonfigurationen keine Ausfallzeiten ergeben.

Die Administration von *WebSTAR* auf dem Macintosh erfolgt wie die Installationskonfiguration mit Hilfe des Tools *WebSTAR Admin*. Mit den bekannten und auf dem Macintosh sehr konsequent durchgehaltenen graphischen Schnittstellen des Programms lassen sich sämtliche Konfigurationen der Suite durchführen. Das Tool präsentiert sich hierbei weniger verwirrend und deutlich schneller als sein Pendant auf Windows NT.²⁷ *WebSTAR Admin* kann unter einer Oberfläche den Web-, Mail- und FTP-Server verwalten. Dies ist auch per Fernadministration möglich. *WebSTAR* bietet auch ein Web-Interface, welches leider nicht alle Funktionen unterstützt. Insbesondere fehlen hierbei die User-Administration und einige Server-Monitore.

WebSTAR verlangt keine Änderungen an Systemdateien, wenn neue Einstellungen an der Konfiguration vorgenommen resp. neue Dienste eingebunden werden. In-fofern ist ein Reboot des Servers bei Aktualisierungen der Konfiguration nicht erforderlich, allenfalls muß die Applikation selbst neu gestartet werden. *WebSTAR* beurteilt dabei selbständig, ob im Falle einer Änderung der Konfiguration ein Dienst neu gestartet werden muß oder ob die Änderungen ohne Neustart wirksam werden können.

Die Konfiguration des DNS-Servers *MacDNS* kann mit Hilfe des gleichnamigen Tools verwaltet werden. Dieses Programm muß leider direkt am Server bedient werden und bietet von Haus aus keine Möglichkeit der Fernadministration. Allerdings verwendet *MacDNS* BIND-konforme Zonedateien, so daß diese per Texteditor erstellt und per FTP eingespielt werden können (was jedoch ein für den Macintosh eher ungewöhnliches Vorgehen darstellt).

6.3.2 Kontrolle der Serverdienste

Besonders bei Servern, bei denen die ständige Verfügbarkeit wichtig ist, haben Server-Monitore und Log-Files eine große Bedeutung. Der Administrator sollte in der Lage sein, jederzeit festzustellen, ob ein Dienst läuft, wer, wann, von wo die einzelnen Dienste in Anspruch nimmt resp. genommen hat und was die Ursache für den evtl. Ausfall eines Dienstes ist.

²⁷Was wiederum entscheidend an der besseren Hardware des Macintosh-Testsystems liegen dürfte.

Windows NT liefert die entsprechenden System-Monitore mit. Allerdings ermöglichen die meisten dieser Monitore lediglich die Überwachung von Aktivitäten, die über SMB, also über das lokale Microsoft-Netz ablaufen. Hier ist der *NT Server Manager* zu erwähnen, der Informationen über die gerade eingeloggten Benutzer und deren Clients liefert und die derzeit von diesen Benutzern geöffneten Dateien auflistet. Über den *Systemmonitor* und den *Taskmanager* lassen sich Informationen über die momentan laufenden Programme beziehen und diese notfalls auch beenden.²⁸ Für Windows NT sind zahlreiche weitere Monitorprogramme, teilweise auch als Share- oder Freeware, verfügbar.

Das Systemlogging kann unter Windows NT mit einem zentralen Tool, der sog. *Ereignisanzeige* gesteuert werden. Hiermit lassen sich Einstellungen zum Umfang des Logging machen und Logeinträge manuell, automatisch nach Ablauf einer bestimmten Zeitspanne oder beim Erreichen eines spezifizierten Umfangs der Logfiles löschen. Außerdem dient das Programm zum Durchsuchen und Anzeigen der einzelnen Einträge. Das System unterscheidet hierbei zwischen *System-*, *Sicherheits-* und *Anwendungs-Events*. Die Konfigurationsmöglichkeiten sind jedoch nicht sehr umfangreich und die Einträge in vielen Fällen nicht sehr aussagekräftig und ohne entsprechende Kenntnisse teilweise nur schwer zu interpretieren. Allerdings geht Windows NT schon ohne manuelle Konfiguration des System-Loggings recht gewissenhaft vor und loggt von sich aus alle relevanten Ereignisse.

Für die Netzwerküberwachung steht unter Windows NT der *Netzwerkmonitor* zur Verfügung, ein umfangreiches und leistungsfähiges Tool, das die übertragenen Datenblöcke und evtl. auftretende Fehler protokolliert. Weiterhin bietet dieses Programm umfangreiche Funktionen zur Auswertung und Aufbereitung der gesammelten Daten. Allerdings wird der Netzwerkmonitor nicht standardmäßig installiert, obwohl er sich auf der Installations-CD-ROM befindet.

Für Linux steht eine unüberschaubare Auswahl von Systemmonitoren zur Verfügung. Diese sind sowohl für die Shell als auch für X und seine diversen Windowmanager verfügbar. Die meisten dieser Tools bedienen sich des Prozeßdateisystems, welches normalerweise beim Booten in */proc* gemountet wird. Unterhalb dieses Pfads befinden sich nicht wirkliche Dateien (die beispielsweise Festplattenplatz belegen würden), vielmehr werden hier alle relevanten Daten des Kernels in Dateiform dargestellt und bieten somit eine universelle Schnittstelle für beliebige Programme.²⁹

Das wichtigste Tool unter Linux ist das Programm *ps*, das mit seinen umfangreichen Optionen³⁰ alle verfügbaren Informationen zu den laufenden Prozessen anzeigen

²⁸Der *Taskmanager* unter Windows NT zeigt dabei im Gegensatz zum weiter unten beschriebenen Linux System Programme an und nicht Prozesse (die in der Microsoft-Terminologie *Threads* genannt werden). Ein Programm kann eine ganze Reihe von Prozessen erzeugen, die aber unter Windows nicht einzeln angesprochen werden können.

²⁹Die ‚Datei‘ */proc/meminfo* enthält beispielsweise Informationen über die Belegung des Speichers. Neben Daten zum Status des laufenden Systems finden sich unterhalb von */proc* auch umfangreiche Informationen zur Hardware des Systems.

³⁰vgl. COHESIVE SYSTEMS: *ps(1)*, 03.09.1997

kann.³¹ Zahlreiche weitere Tools für Netzwerkstatistiken, IP-Traffic o. ä. existieren.

Alle hier besprochenen Dienste können unter Linux ein Logfile über ihre Tätigkeit erstellen. Der Apache Webserver bietet außerdem die Möglichkeit, ein Error-Log zu pflegen, also eine Datei, die alle auftretenden Fehler sammelt und auflistet. Schließlich ist es bei allen genannten Diensten möglich, das sog. *Debug Level* einzustellen und damit festzulegen, wie genau die Vorgänge auf dem Server protokolliert werden sollen.

Meldungen über Verbindungsaufbauten und Systemereignisse werden unter Linux von *syslogd* gehandhabt.³² Dieser Dämon ist die zentrale Protokolleinrichtung des Systems und kann auch von anderen Diensten zu Protokollzwecken verwendet werden. Über die zentrale Konfigurationsdatei */etc/syslog.conf* kann der Dämon veranlaßt werden, mit unterschiedlichen Meldungen auf bestimmte Weise zu verfahren, beispielsweise sie in ein Logfile zu schreiben, sie auf der Systemkonsole auszugeben, sie per Mail zu verschicken o. ä. Logfiles werden normalerweise im Verzeichnis */var/log* abgelegt. Für Apache-Logfiles, aber auch für andere Protokoll-Dateien stehen mannigfaltige Auswertungs- und Statistik-Programme zur Verfügung.

Die Monitor- und Log-Eigenschaften von Linuxsystemen lassen für den Systemadministrator kaum Wünsche offen und stellen bei der täglichen Arbeit eine wertvolle Hilfe bei der Fehlersuche und -behebung, aber auch bei der Erstellung von Statistiken und dem Aufspüren von Sicherheitsproblemen, dar. Wie meistens im Umgang mit Linux ist jedoch ein wenig Grundwissen erforderlich, um die Möglichkeiten, die das System anbietet, wirklich nutzen zu können.

Dem Macintosh System mit Mac OS 8.6, das nicht wie die beiden anderen Systeme explizit als Server- oder Mehrbenutzersystem gedacht ist, ist ein generelles Systemlogging fremd. Monitor-Tools stehen zwar auch als Free- oder Shareware zur Verfügung, sind aber – verständlicherweise – zumeist für Endbenutzer-Systeme gedacht und weniger für Server-Monitoring.³³

WebSTAR Admin stellt aber auch hier für die von *WebSTAR* bereitgestellten Dienste Monitore breit. So kann über dieses Programm die Funktionsfähigkeit der HTTP-, Mail- und FTP-Dienste überwacht werden. Außerdem gestattet es Einblick in die gerade aktiven Verbindungen zu den einzelnen Diensten. Als angenehm erweist sich, daß die Monitor-Tools in das zentrale Programm-Interface integriert sind, so daß man sich in einem Programm sowohl einen Überblick über die Konfiguration als auch über die Aktivitäten der Dienste machen kann. Dadurch macht *WebSTAR Admin* einen sehr kompakten Eindruck. Leider wurden im Web-Interface die Monitor-Tools nur sehr rudimentär implementiert, so daß der Administrator, sofern er sich nicht ständig in der Nähe seines Servers aufhält, auf einen Macintosh-Client angewiesen ist, will er effektives Monitoring betreiben.

³¹In diesem Zusammenhang sei auch das Tool *top* erwähnt, daß Prozesse nach CPU-Auslastung geordnet ausgibt; vgl. *top(1)*, 01.02.1993

³²Eigentlich handelt es sich um zwei Dämonen, den *syslogd* und den *klogd*. Letzterer loggt Kernelmeldungen; vgl. *sysklogd(8)*, Version 12.10.1998

³³Diese Programme ähneln von Konzeption und Zielsetzung also eher denen, die auch für Windows 3.x/9x verfügbar sind.

Da ein Protokollieren der Systemvorgänge beim Macintosh (vor Mac OS X) konzeptionell nicht vorgesehen ist, müssen in dieser Hinsicht Abstriche gemacht werden. Dies ist aber bei einem Webserver, bei dem eine Einwahl per Telnet o. ä. nicht möglich ist, auch nicht unbedingt notwendig. Immerhin liefert *WebSTAR* auch hier Logfiles für die von ihm realisierten Dienste. Es werden allerdings nur frei konfigurierbare Zugriffslogs zur Verfügung gestellt, keine Fehlerlogs.

Eine wirklich umfassende Systemüberwachung ist mit dem Macintosh System kaum möglich. Windows NT und Linux bietet hier bei weitem mehr Funktionen. Bei Windows NT bleibt jedoch unverständlich, warum die Größe der Systemlogfiles auf 512 kB voreingestellt ist, so daß das Logging eingestellt wird, wenn diese Größe erreicht wird und es dem System nicht erlaubt wird, alte Einträge zu überschreiben. Diese Erlaubnis muß jedoch explizit erteilt werden. Allerdings sollte man nicht vergessen, daß Linux, das über die umfangreichsten Möglichkeiten für den Zugang auf Shellbene und die Ausführung von Scripten verfügt, diese Überwachungsfunktionen auch am dringenden benötigt.

6.3.3 Backup

Das Backup von Serverdaten gehört zu den wichtigsten und am häufigsten vernachlässigten Aufgaben der Systemadministration. Ein auf die speziellen Bedürfnisse beim Betrieb des Servers angepaßtes Backupkonzept gehört zu jeder vernünftigen Serverimplementierung.

Windows NT bietet hier zwei Tools an: *NT Bandsicherung* und *NT Backup*. Das erstgenannte verfügt über eine graphische Benutzeroberfläche und arbeitet mit Streamern, die an den Server angeschlossen sind. Backups lassen sich sowohl lokal als auch über das Netzwerk erstellen und zurückspielen.

NT Backup kann auch mit anderen Backupmedien umgehen, so lassen sich Backups beispielsweise auch auf Festplatte o. ä. sichern und zurückspielen. Allerdings verfügt NT Backup nicht über eine graphische Benutzerschnittstelle und muß in der Eingabeaufforderung (Shellersatz) durch den Befehl *backup* gestartet werden. Es ist also u. U. nicht sofort ersichtlich, daß dieses Programm überhaupt existiert.

Beide Tools arbeiten mit dem *Schedule-Dienst* zusammen, so daß sich das Backup automatisieren läßt.

Von Drittanbietern steht eine breite Palette von Programmen zur Verfügung, die für den entsprechenden Preis, unterschiedliche Backupkonzepte ermöglichen können.

Da eine Windows NT-Installation bei Zerstörung einer der vielen Systemdateien in der Regel komplett neu aufgesetzt werden muß, gestaltet sich die Entwicklung einer geeigneten Backupstrategie problematisch. Aufgrund der Tatsache, daß die Konfiguration des Systems nicht wie bei den anderen beiden Systemen über klar unterscheidbare Konfigurationsdateien realisiert ist, sondern über das Konzept der Systemregistry, lassen sich beschädigte oder versehentlich fehlkonfigurierte Installationen nur sehr schwer wiederherstellen.

Anders verhält es sich mit den Nutzerdaten, die – falls gesichert – problemlos über die zahlreichen, von Windows NT unterstützen Backup-Geräte wieder restauriert werden können.

Der *Tape Archiver*, *tar*, gehört praktisch zu jeder Linux-Distribution und ist gewissermaßen *das* Backup-Programm. Daneben existieren weitere Tools, wie *dump* oder *cpio*. Die meisten dieser Kommandozeilen-orientierten Programme wurden ursprünglich für die Verwendung mit Streamern konzipiert, lassen sich jedoch mit allen anderen Backup-Medien problemlos verwenden. Für *tar* und andere gängige Archivierungsprogramme gibt es eine Reihe von Frontends sowohl für die Shell als auch für das X Window System. Auch komplette Backup-Systeme für die verschiedensten Konfigurationen (lokales Backup, Backup über Netzwerk o. ä.) werden kommerziell oder unter GPL angeboten.

Prinzipiell läßt sich das Backup unter Linux komplett über das Netz vornehmen (oder automatisieren). Auch die Wiederherstellung von Daten ist über das Netz möglich, solange keine für den Netzbetrieb notwendigen Dateien zerstört sind. Besitzt man physikalischen Zugang zum Server, läßt sich auch das gesamte System wiederherstellen. Dazu wird ein Rettungssystem über Diskette, CD o. ä. gebootet, Linux in einer RAM-Disk ausgeführt, die beschädigte(n) Partition(en) gemountet und die zerstörten Dateien zurückgespielt, soweit ein Backup existiert.

Da nahezu alle wichtigen Konfigurationsdateien als ASCII-Text vorliegen oder aus ASCII-Texten generiert werden, lassen sich Konfigurationen von Serverdiensten problemlos kopieren und im Falle einer nachfolgenden Fehlkonfiguration wieder zurückspielen.

Den Vorteil, daß Programm- und Dienstkonfigurationen nicht in einer Systemregistry abgelegt werden, sondern in einzelnen, klar spezifizierten Dateien, was eine Wiederherstellung einer älteren Konfiguration sehr vereinfacht, bietet auch das Mac OS. Hier werden Konfigurationen in den sog. *Preferences* der entsprechenden Programme abgelegt, so daß sich leicht Sicherheitskopien erstellen lassen.

Das Macintosh System von Haus aus keine Backup-Software mit. Hier kann eine Backup-Lösung von Drittanbietern erworben werden. Insbesondere das *Retrospect Remote* der Firma Dantz Development Corp.³⁴ ist hierbei zu nennen, das Backups auch über das Netzwerk ermöglicht. Denkbar ist allerdings, ein Backupkonzept mit Hilfe von *AppleScript*³⁵ zu realisieren.

Linux bringt von Haus aus Tools zum Datenbackup mit. Allerdings müssen diese in der Regel in ein (selbst zu erstellendes) Script eingebunden werden, um eine ‚richtige‘ Backup-Lösung darzustellen. Der Aufwand ist dabei für Administratoren, die nicht allzusehr in Script- oder Programmiersprachen bewandert sind, häufig höher als die Konfiguration einer gängigen Backup-Suite unter Windows NT oder Mac OS. Im Gegenzug bietet Linux eine größere Flexibilität als viele solcher Suites.

³⁴ <http://www.dantz.com>

³⁵ zu *AppleScript* siehe Abschnitt 6.3.4 auf der nächsten Seite

Fertig konfektionierte Lösungen werden für alle Systeme angeboten,³⁶ unter Linux unterliegen dabei viele Programmpakete der GPL und können kostenlos bezogen werden. Man sollte jedoch bei einem so sensiblen Bereich auch beachten, daß die GPL-Tools unter Linux zwar seit Jahren oder Jahrzehnten auf tausenden von Computern zuverlässig arbeiten, aber den Nachteil haben, daß im Falle des Datenverlusts aufgrund fehlerhafter Scripte niemand zur Verantwortung gezogen werden kann und somit keine Ersatzansprüche geltend gemacht werden können.

6.3.4 Automatisierung von Administrationsaufgaben

Da Systemadministratoren Menschen sind, die Fehler machen können, die Neigung haben, wichtige Dinge zu vergessen und in der Regel auch faul sind, ist die Automatisierung von periodisch ablaufenden Verwaltungsaufgaben eine erhebliche Erleichterung und Sicherheitsvorkehrung.

Mit Windows NT wird der sog. *Schedule-Dienst* geliefert, der sich über die Eingabeaufforderung mit dem Kommando *at* starten läßt. Der Schedule-Dienst ermöglicht die Ausführung von Befehlen oder Programmen, zu einem bestimmten Zeitpunkt, einem bestimmten Datum und resp. oder in vorgegebenen Intervallen.

Die Möglichkeiten des Schedule-Dienstes werden aber in einem Windows NT-Basissystem insofern eingeschränkt, als hier außer wenig leistungsfähigen Batchdateien keine Scriptsprache zur Verfügung steht. Es ist daher in vielen Fällen erforderlich, zusätzlich eine solche Sprache – etwa *Perl* oder *Rexx* – zu beschaffen, damit eine umfangreiche Automatisierung realisiert werden kann.

Da unter Linux viele Administrationsaufgaben aus Dateioperationen (Kopieren, Verschieben, Packen, Auslesen etc.) und der Manipulation von ASCII-Texten bestehen, bietet sich eine Automatisierung per Shellsript an. Linux bietet eine große Anzahl an Scriptsprachen, vom einfachen *Bourne-Shell* Script über *Python*, *Expect* u. v. a. m. bis zu *Perl*, der Scriptsprache, von der viele sagen, sie mache alle anderen überflüssig. Daneben stehen äußerst leistungsfähige Kommandozeilen-Tools zur Verfügung – *grep*, *sort*, *find* um nur einige zu nennen – die alle problemlos in Scripten verwendet werden können. Zusammen mit dem *Cron*-Dämon *cron*, der Programme und Scripte zu bestimmten Zeiten automatisch ausführen kann, lassen sich unter Linux sehr viele Administrationsaufgaben automatisieren (und nicht nur diese!). Die Verwendung der Scriptsprachen, aber auch des *cron*, setzt allerdings eine gewisse Einarbeitungszeit voraus.

Im Gegensatz zu Windows NT kann Mac OS aber schon seit einiger Zeit mit *AppleScript* aufwarten, einer Scriptsprache, über die sich viele Mac-Programme steuern lassen, die aber zunächst keine eigenen Funktionen zur Zeitsteuerung mitbringt. Dieses Versäumnis behebt jedoch das von Sophisticated Circuits entwickelte Kon-

³⁶Häufig finden sich kommerzielle Programme für Windows und Mac OS auch als Zugabe bei Bandsicherungsgeräten.

trollfeld *iDo Script Scheduler*.³⁷ Aber auch bei der Verwendung von *AppleScript* ist eine gewisse Einarbeitungszeit vonnöten. Auch für Macintosh Computer ist die Scriptsprache *Perl* verfügbar. Da Mac OS von seiner Grundkonzeption her ebenso wie Windows NT rein graphisch orientiert ist, tut sich hier eine Scriptsprache naturgemäß schwerer als auf Systemen, die eine Shell zur Verfügung stellen. Die Möglichkeiten von *AppleScript* können deshalb auch bei weitem nicht an die der verschiedenen Scriptsprachen für UNIX-Systeme heranreichen.

Beim Thema Automatisierung muß sich Windows NT den beiden anderen Systemen eindeutig geschlagen geben, da es außer dem Scheduler-Dienst kaum Funktionalitäten in dieser Richtung zur Verfügung stellt. Auch kommerzielle Lösungen können aufgrund komplexer Dateiformate diesen Rückstand nicht wettmachen. Das Macintosh System stellt immerhin eine auf das System abgestimmte Scriptsprache zur Verfügung, mit der sich durchaus einige Administrationsaufgaben automatisieren lassen. Linux bietet mit Abstand die meisten Möglichkeiten, da sich das gesamte System mit Hilfe einer großen Auswahl an Scriptsprachen nahezu komplett steuern läßt. Es ist das einzige System im Test, bei dem sich alle periodisch wiederkehrenden Aufgaben automatisieren lassen.

Einige Administrationswerkzeuge für Windows und Macintosh – hier sind insbesondere Backup-Lösungen zu nennen – bringen ihre Automatisierungsmechanismen gleich mit. Dabei handelt es sich aber um Programmfunktionen, die nicht systemweit angewendet werden können.

6.3.5 Fernadministration

Die Möglichkeit der Fernwartung eines Servers gewinnt mit der Größe des Netzwerks an Bedeutung. Befindet sich der Server nicht im eigenen Hause, sondern ist er etwa an die Standleitung eines ISP angeschlossen, der u. U. viele Kilometer entfernt seine Serverfarm unterhält, kann die Fernadministrierbarkeit eines Systems sogar zum ‚Knock-Out-Kriterium‘ werden, sofern man sich keinen Administrator vor Ort leisten kann.

Wie in den vorangegangenen Abschnitten schon stellenweise erwähnt, können weder Windows NT- noch Mac OS-Systeme mit der in dieser Arbeit verwendeten Software vollständig fernadministriert werden. Bei beiden Systemen lassen sich – wenn überhaupt – nur die Netzwerkdienste fernsteuern. Da aber zur Administration eines Servers mehr gehört, als beispielsweise zu überwachen, ob der Webserver noch läuft, kann von tatsächlicher Fernadministration nur bedingt gesprochen werden, sofern man nicht zusätzliche Lösungen von Drittanbietern beschafft. Beispielhaft sei hier das Programm *Timbuku Pro* der Firma Netopia, Inc.³⁸ erwähnt, das sowohl für Macintosh als auch für Windows NT verfügbar ist. Dieses Programm ist in der Lage, den Bildschirminhalt des zu administrierenden Computers auf dem

³⁷Diese Erweiterung bietet Apple unter <http://asu.info.apple.com/swupdates.nsf/artnum/n11402> kostenlos zum Download an.

³⁸<http://www.netopia.com>

lokalen Bildschirm auszugeben und Eingaben, die für den Server bestimmt sind, zu übertragen. Damit ist es möglich, den entfernten Computer auf gleiche Art und Weise zu bedienen, als wäre er vor Ort.

Im Gegensatz dazu läßt sich das Linux System gänzlich fernadministrieren, solange die Netzwerkverbindung aufrechterhalten werden kann.³⁹ Die Einwahl über Telnet oder SSH⁴⁰ gestattet einen kompletten Zugriff auf das System, genauso, als ob man physikalisch am Server sitzen würde. Dem Benutzer steht eine vollwertige Shell-Umgebung zur Verfügung. Hat der Administrator einen X-Server auf seinem Client laufen, kann er sich auch eine komplette graphische Benutzerumgebung ins Haus holen und somit auch X-Clients auf dem Server starten.

6.3.6 Fazit

Linux erweist sich in puncto Administration als das mit Abstand mächtigste und flexibelste der hier untersuchten Systeme. Es bietet bei allen besprochenen Punkten die meisten Möglichkeiten und effektivsten – wenn auch nicht die benutzerfreundlichsten – Tools. Erfahrung im Umgang mit Linux- resp. UNIX-Systemen, Scriptsprachen und Netzwerken vorausgesetzt, kann keines der anderen Systeme derart schnell und einfach verwaltet werden. Einzig die Konfiguration der Dienste, insbesondere wenn sie nicht sehr häufig geschieht, mag den Arbeitsfluß des Administrators negativ beeinflussen, falls die Syntax von Befehlen oder Konfigurationen erst nachgeschlagen werden muß. Hier bieten graphische Tools, die vielfach allerdings ebenfalls für Linux vorhanden sind, evtl. Vorteile. Allerdings kann von der Administration eines Linux Systems durch einen Laien oder reinen Anwender, insbesondere wenn er mit graphischen Benutzeroberflächen groß geworden ist, nur abgeraten werden. Die Verwaltung eines professionellen Linux-Servers sollte unbedingt auch von einem professionellen Administrator mit UNIX-Erfahrung oder der Fähigkeit, sich in das System einzuarbeiten, betrieben werden.

Jedes der beiden anderen Systeme hat in einigen Bereichen seine Schwächen. Bei Windows NT stellt die Schwierigkeit des Datenbackups, verursacht durch das Format der Systemkonfiguration den schwerwiegendsten Mangel dar, der insbesondere bei einem Serversystem nicht vorhanden sein dürfte. Die etwas eigenwillige Strukturierung der Administrations-Tools und -funktionen mag den einen oder anderen Systemverwalter zunächst verärgern, sollte jedoch nach einer gewissen Einarbeitungs- und Gewöhnungszeit in der täglichen Arbeit kein wirkliches Problem darstellen. Microsoft setzt auch unter Windows NT den mit den Windows-GUI eingeleiteten Trend fort, den Benutzer vom System fernzuhalten und die Bedienung des Systems intuitiv zu gestalten. Da aber auf diese Weise die Transparenz des Systems zunehmend verloren geht, scheint dieser Ansatz für ein Server-Betriebssystem verfehlt.

³⁹ Einige Administrationsaufgaben erfordern einen Neustart des Netzwerks, aber ein geordnetes Herunterfahren des Netzes mit anschließendem erneuten Starten ist per Script oder Runlevel kein Problem. Auch ein Reboot kann aus der Ferne durchgeführt werden, so daß das System – erfolgreiches Booten vorausgesetzt – nach kurzer Zeit wieder über das Netz erreicht werden kann.

⁴⁰ vgl. Abschnitt 1.3.1 auf Seite 14.

Einem Systemadministrator sollte nicht die ‚Trial-and-Error-Mentalität‘ unterstellt werden, die vielen Endanwendern eigen ist. Sofern es sich der Administrator leisten kann, physikalisch in der Nähe des Servers zu sein und auch ab und an ein Auge auf diesen zu werfen resp. Hand an ihn zu legen, läßt sich das Windows NT System einigermaßen vernünftig verwalten. Dabei vermag die durchwegs graphische Oberfläche den Einstieg zu erleichtern.

Dem Macintosh System ist an vielen Stellen deutlich anzumerken, daß es nicht als Serverbetriebssystem konzipiert wurde. Zwar erscheint die Bedienung der Administrationstools vielfach etwas einfacher und konsistenter als unter Windows, aber dies ist nur ein schwacher Ausgleich für einige wichtige, nicht vorhandene Serverfunktionen. Die Netzwerkdienste selbst bieten die wichtigsten Funktionen, die man von einem Server erwarten darf, aber das gänzliche Fehlen des Systemloggings und -monitorings ist ein wesentlicher Mangel und ein Indiz für ein noch grundsätzlicheres Problem: Da der Macintosh nicht auf Serverbetrieb ausgelegt ist, werden Funktionen, die normalerweise dem System eigen sind – etwa die Benutzerverwaltung – von den Netzwerkdiensten angeboten. Im vorliegenden Testsystem, in dem zunächst bewußt nur eine ganze Suite, die mehrere Serverdienste bereitstellt, gewählt wurde, spielt das nur eine untergeordnete Rolle. Sind aber beispielsweise einige Dutzend Benutzer für drei, vier oder noch mehr Dienste zu verwalten, die alle ihre eigene User-Administration mitbringen, steigt der Aufwand dramatisch an. Kleinere Serverlösungen, bei denen der Systemverwalter möglichst ständig physikalischen Zugang zum Server hat, lassen sich aber mit dem Macintosh System gut bewältigen, und in diesem Fall kann sich die einfache und weitestgehend intuitive Bedienung, insbesondere gegenüber dem Linux System, als Vorteil erweisen.

6.4 Stabilität

Von einem Server muß erwartet werden, daß die von ihm bereitgestellten Dienste möglichst ohne Ausfälle zur Verfügung stehen. Das bedeutet, daß sowohl die Serverapplikationen als auch das Betriebssystem als solches, eine hohe Laufsicherheit aufweisen müssen.

Ein entscheidendes Kriterium für die Stabilität stellt das Speichermanagement des Systems dar. Dies wird bei den vorgestellten Systemen unterschiedlich gehandhabt. Windows NT verfügt über zwei getrennte Systembereiche. Der sog. *Executive Mode* (auch *priviligierter* oder *Kernmodus* genannt) stellt einen geschützten Bereich dar, in dem Kernelfunktionen ausgeführt werden. Durch die Abschottung dieses Betriebssystembereichs soll verhindert werden, daß Applikationen bei auftretenden Fehlern das Gesamtsystem beeinträchtigen.

Anwendungen laufen im sog. *User Mode* (auch *Anwendungsmodus* genannt) ab und kommunizieren über definierte Schnittstellen mit dem Kernel. Dabei wird der benötigte Speicher vom System dynamisch zugewiesen resp. freigegeben. Direkte Zugriffe auf die Hardware können dabei von den Applikationen nicht durch-

geführt werden und werden notfalls vom Betriebssystem abgeblockt.⁴¹ Stattdessen erfolgt die Kommunikation mit der Hardware über den Executive Mode.

Obwohl dieses Modell einen Systemcrash durch den Absturz einer einzelnen Applikation weitestgehend ausschließen sollte, finden sich jedoch viele Quellen (s. u.), die von Fehlern bei der Ausführung von Anwendungsprogrammen und anschließendem Systemausfall berichten. Dies läßt vermuten, daß das zugrundeliegende Konzept nicht fehlerfrei implementiert wurde.

Linux verwendet ebenfalls das Konzept, zweier getrennter Bereiche, die unter diesem Betriebssystem als *Kernel Space* und *User Space* bezeichnet werden. Auch hier soll diese Trennung dazu führen, daß Abstürze von einzelnen Applikationen nicht zum Ausfall des Gesamtsystems führen können. Anwendungen laufen in separaten Speicherbereichen ab, die vom System dynamisch verwaltet werden. Der überwiegenden Anzahl der Berichte zufolge, scheint diese Architektur bei Linux besser umgesetzt worden zu sein als bei Windows NT, da hier Programmabstürze nur in sehr seltenen Fällen zu einem Systemcrash führen.

Bei Mac OS ist der Speicherbereich für das Betriebssystem nicht in gleicher Weise abgeschirmt, wie das bei den anderen beiden Systemen der Fall ist. Zudem kann es leicht zu einer Speicherfragmentierung kommen, da Applikationen auf Macintosh Systemen zusammenhängende Speicherbereiche benötigen. Der freie Speicher, der durch das Beenden einer Applikation gewonnen wird, kann vom System nicht defragmentiert werden, so daß Anwendungen u. U. nicht ausgeführt werden können, da nicht genügend zusammenhängender Speicher vorhanden ist, obwohl die Gesamtspeichermenge ausreichend wäre. Um diesen Mangel auszugleichen, entwickelte die Firma Connectix Inc.⁴² das Tool *RAM Doubler*, das neben anderen Funktionen auch eine verbesserte Speicherverwaltung realisiert.⁴³

Allerdings kann unter Mac OS einer Applikation – beispielsweise *WebSTAR* – Speicher zugeteilt werden,⁴⁴ den diese dann selbständig dynamisch verwalten kann.

Die schlechte Speicherverwaltung und der nicht vorhandene Speicherschutz des Mac OS kann durchaus dazu führen, daß Fehler in Anwendungsprogrammen einen Systemcrash auslösen. Dies dürfte u. a. für Apple ein Grund sein, bei dem neuesten Macintosh-Betriebssystem auf UNIX zu setzen.

Im Falle eines Programmabsturzes kann auf allen drei Systemen das fehlerhaft arbeitende Programm abgeschaltet werden. Dies gilt allerdings nur, wenn die Stabilität des Gesamtsystems durch den Programmabsturz nicht beeinträchtigt wurde. Unter Windows NT heißt dieser Vorgang *Task beenden*, unter Linux verwendet man dazu den Befehl *kill*, und auf dem Macintosh wird dies durch die Tastenkombination *Apfel-Alt-Esc* erreicht. Bei Windows NT und Mac OS empfiehlt sich anschließend das System herunterzufahren und neu zu starten.

⁴¹Aus diesem Grund können unter Windows NT auch keine MS-DOS-Programme ausgeführt werden, die hardwarenahe Systemaufrufe absetzen.

⁴²<<http://www.connectix.com>>

⁴³Die Installation dieses Tools ist jedem Macintosh-Benutzer angeraten.

⁴⁴vgl. Abschnitt 5.2.3 auf Seite 99

Eine hinreichende Beurteilung aufgrund der eigenen Erfahrungen mit den einzelnen Systemen läßt sich in puncto Stabilität kaum finden. Dies liegt an den beschränkten Testmöglichkeiten, insbesondere dem Umstand, daß keiner der Server einer großen Nutzungslast ausgesetzt war. Deshalb mußte zur Beurteilung der Stabilität auf externe Quellen ausgewichen werden.

Erfahrungen aus anderen Quellen konnten jedoch lediglich für Windows NT und Linux genutzt werden. Zum Mac OS als Serverbetriebssystem gibt es nahezu keine Literatur zur Systemstabilität. Zwar finden sich hinlänglich Berichte zur Laufsicherheit von Apple Computern, doch diese beziehen sich auf Endanwendersysteme und berücksichtigen die Netzwerk- oder gar Serverfähigkeiten von Hard- und Software kaum. Aus diesem Grund können sie hier nicht zur Beurteilung herangezogen werden.

Aussagen zur Systemstabilität von Windows NT und Linux finden sich vor allem in Online-Quellen und für diese gilt in besonderem Maße, daß nicht alles wahr ist, was veröffentlicht wurde. Doch gerade in puncto Stabilität zeigt sich eine eindeutige Tendenz: Während viele Quellen Linux-Servern eine ausgezeichnete Stabilität bescheinigen, wird die mangelnde Laufsicherheit vielfach als einer der Hauptkritikpunkte von Windows NT genannt. Microsoft-Mitarbeiter VINOD VALLOPILLIL schreibt dazu in einer für seinen Arbeitgeber verfaßten internen Studie, die unter dem Namen *Halloween Papers* eine gewisse Berühmtheit erlangt hat, folgendes:

There are hundreds of stories on the web of Linux installations that have been in continuous production for over a year. Stability more than almost any other feature is the #1 goal of the Linux development community (and the #1 cited weakness of Windows)⁴⁵

Auf den Seiten des von Net-Consultants Inc. ins Leben gerufenen (und u. a. von Microsoft gesponserten) *Serverwatch* wird genau diese Ansicht vertreten. Im Gegensatz zu Windows NT, das „nicht [als] das absturzsicherste Betriebssystem in der Welt der PCs“⁴⁶ angesehen werden kann, ist „Linux bekannt für sein hohes Maß an Fehlertoleranz und die Unempfindlichkeit gegenüber Situationen, die die meisten Betriebssysteme zum Absturz bringen würden.“⁴⁷ Daher wird für ‚mission-critical environments‘ von Windows NT abgeraten. Server, die nicht abstürzen dürfen, sollten besser auf Linux, FreeBSD oder einem kommerziellen UNIX betrieben werden.⁴⁸

Auch Networking Consultant und Microsoft Certified Professional JOHN KIRCH vertritt in seiner umfangreichen Studie *Microsoft Windows NT 4.0 Server vs. UNIX* die Meinung, daß Windows NT „noch eine lange Entwicklung vor sich [hat], bis es den Grad der Stabilität der freien UNIX-Systeme erreicht.“⁴⁹ In diesem Zusam-

⁴⁵ VINOD VALLOPILLIL, JOSH COHEN: *VinodV Memorandum (Halloween Papers)*, 11.08.1998 – v1.00, <<http://www.cavcomp.demon.co.uk/halloween/halloween2.html>> (01.06.1999)

⁴⁶ Net-Consultants Inc. (Hrsg.): *ServerWatch's Review of Windows NT Server*, <<http://serverwatch.internet.com/reviews/platform-winnt.html>> (01.06.1999) [Übers. Ulf Stegemann]

⁴⁷ Net-Consultants Inc. (Hrsg.): *ServerWatch's Review of Windows NT Server*, a. a. O.

⁴⁸ vgl. Net-Consultants Inc. (Hrsg.): *ServerWatch's Review of Windows NT Server*, a. a. O.

⁴⁹ JOHN KIRCH: *Microsoft Windows NT 4.0 Server vs. UNIX*, 29.08.1998, Dt. Übers. von J. TRIPPLER, A. KANESE, <<http://www.lot-germany.com/magazin/unix-nt.htm>> (01.06.1999)

menhang äußert auch NICHOLAS PETRELEY, Chefredakteur von NC World, daß sich „weniger Leute über Ausfälle beschwerten, weil diese [Linux, FreeBSD und BSDI-UNIX] Server stabiler arbeiten als Windows NT.“⁵⁰.

ED BOTT merkt in einem Artikel der Online-Ausgabe von *PC Computer* an, daß die von Microsoft vielbeschworene Robustheit von Windows NT nicht mit Absturz-sicherheit gleichzusetzen sei, und daß im Gegenteil Abstürze von Windows NT so häufig vorkämen, daß der darauf folgende ‚blaue Bildschirm‘ nicht nur einen Namen bekommen hätte (*Blue Screen of Death*), sondern sich für diesen Namen sogar schon das entsprechende Akronym etabliert hätte (*BSOD*).⁵¹

Die im Rahmen eines Vergleichstests der Zeitschrift *Internet Professional* befragten Experten ALEXANDER HOFF und KARSTEN SCHRAMM bestätigen, daß sowohl in bezug auf die Stabilität der Systeme (Windows NT vs. Linux) als auch in puncto Stabilität der Webserversoftware (IIS4 vs. Apache), Linux/Apache deutlich besser abschneiden, während „sich bei Windows NT-Administratoren der ein- bis zweiwöchentliche Neustart als sinnvolle Vorsorgemaßnahme gegen absinkende Performance und Abstürze etabliert hat“.⁵²

Die Auswahl der hier angeführten Quellen, soll die Richtung sichtbar machen, in die die Aussagen bezüglich der Stabilität von Linux- und Windows NT-Servern gehen. Es sei angemerkt, daß es sich bei der überwiegenden Anzahl der Quellen um Erfahrungsberichte aus der täglichen Arbeit mit diesen Systemen handelt und nicht um wissenschaftlich angelegte Untersuchungen.⁵³

6.4.1 Fazit

Wie aus den vorliegenden Quellen geschlossen werden kann, sind die an sich guten Konzepte zur Laufsicherheit bei Windows NT nicht hinreichend implementiert, weshalb es in der Praxis zu Ausfällen einzelner Dienste oder des gesamten Servers kommen kann. Linux hingegen reiht sich mühelos in die Vielzahl kommerzieller UNIX- oder Mainframe-Betriebssysteme ein, bei denen Systemsicherheit als gegeben hingenommen wird.⁵⁴ Obwohl sich kaum Literatur zu Thema Stabilität von Macintosh-Servern findet, läßt sich mit einiger Wahrscheinlichkeit behaupten, daß

⁵⁰NICHOLAS PETRELEY, zitiert nach JOHN KIRCH: *Microsoft Windows NT 4.0 Server vs. UNIX*, a. a. O.

⁵¹vgl. ED BOTT: *NT lies – Lie 5 NT is Robust and Crash-proof*, 07. 1997, <<http://www.zdnet.com/pccomp/features/fea0797/nt/sub5.html>> (01.06.1999)

⁵²RICHARD JOERGES: *Serversoftware – Linux vs. NT*, 01.1999, <http://www.zdnet.de/internet/artikel/sw/199901/linuxserver_01-wfhtml> (01.06.1999)

⁵³Der interessierte Leser wird viele weitere Anekdoten zu diesem Thema im Internet finden. Einen guten Einstieg liefert der bereits erwähnte Bericht von JOHN KIRCH (<<http://www.lot-germany.com/magazin/unix-nt.htm>>), der mit vielen Links aufwarten kann. Allerdings bieten diese Quellen inhaltlich kaum andere Aussagen als die hier bereits getroffenen. Besonders empfohlen sei jedoch die Geschichte des Schlachtschiffs *USS Yorkshire*, das dank eines Versagens von Windows NT manövrierunfähig wurde (vgl. <<http://www.gcn.com/gcn/1998/July13/cov2.htm>>).

⁵⁴vgl. GANESH C. PRASAD: *The Ultimate Argument Against Linux*, <<http://www.osopinion.com/Opinions/GaneshCPrasad/GaneshCPrasad1.html>> (01.06.1999)

sich in bezug auf die Laufsicherheit auch Mac OS nicht mit Linux messen kann. GANESH C. PRASAD merkt in einem Artikel für die Website *OS Opinion* an, daß „die einzigen Computersysteme, von denen bekannt ist, daß sie abzustürzen, PCs und Macintosh-Computer“⁵⁵ sind. Bei Macintosh-Computern spielt insbesondere der mangelnde Speicherschutz eine Rolle.⁵⁶ Dies kann durch die Erfahrungen der Autoren dieser Arbeit teilweise bestätigt werden. Alle an den aufgebauten Netzen beteiligten Computer⁵⁷ hatten, sofern auf ihnen Windows oder Mac OS lief, Systemabstürze zu verzeichnen. Die Linux Systeme werden hingegen teilweise seit über einem Jahr betrieben, und bei keinem kam es jemals zu einem Systemabsturz. Das Macintosh System hat jedoch, im Unterschied zu ix86-basierten Systemen,⁵⁸ den Vorteil, daß die zugrundeliegende Hardware wenig Probleme bereitet und oftmals nicht in der notorisch schlechten Qualität geliefert wird, wie es sich heute beim (Massen-)PC-Markt durchgestezt hat. Dies erscheint mit Ausblick auf das UNIX-basierte Mac OS X um so interessanter.

6.5 Sicherheit

Sicherheit bei Internetservern bezieht sich auf den Schutz des Systems vor schadhafte Zugriffen von Personen, die böse Absichten verfolgen oder die aufgrund mangelnder Erfahrung resp. mangelndem Wissen das System fehlerhaft bedienen. Solche Zugriffe können lokal oder über das Netzwerk erfolgen.

Generell läßt sich sagen – und dies gilt für alle hier betrachteten Systeme –, daß kein System als sicher betrachtet werden kann, wenn der Server auch Personen zugänglich ist, die nicht als vertrauenswürdig angesehen werden können. Der physikalische Zugang zum Computer eröffnet einem Angreifer die Möglichkeit, die meisten Sicherheitsmechanismen der Software zu umgehen. Beispielsweise können Daten durch den Diebstahl der verwendeten Festplatten oder gar des gesamten Servers in die Hände Dritter gelangen. Die entwendeten Datenträger müssen anschließend lediglich in ein anderes System eingebunden werden. Allenfalls kann ein Ausspähen der Daten durch die Verwendung von Verschlüsselungssystemen verhindert werden. Eine der vielen Softwarelösungen stellt in dieser Hinsicht das Programm *Pretty Good Privacy (PGP)* dar, das für alle hier behandelten Plattformen verfügbar ist.⁵⁹ Selbstverständlich können diese Mechanismen den Verlust der Daten nicht verhindern. Falls der Server Zugriff auf Disketten- oder CD-ROM-Laufwerke bie-

⁵⁵ GANESH C. PRASAD: *The Ultimate Argument Against Linux*, a. a. O. [Übers. Ulf Stegemann]. In diesem Zitat bezieht sich die Bezeichnung ‚PC‘ auf einen ix86 Computer mit DOS- oder Windows-Betriebssystem.

⁵⁶ ... oder, um es mit den Worten von LINUS TORVALDS zu sagen: „The memory management on the PowerPC can be used to frighten small children.“

⁵⁷ vgl. Anhänge A–C auf den Seiten 186–188.

⁵⁸ Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß weder Windows NT noch Linux auf diese Plattformen beschränkt sind.

⁵⁹ vgl. ALEXANDER NOUAK, ULF STEGEMANN: *Verschlüsselungssysteme in Datennetzen*, Hausarbeit für das Fach ‚Informationsmanagement IV‘ des Fachbereichs ‚Information und Dokumentation‘, FH Darmstadt, 1998

tet und von diesen gebootet werden kann, ist es außerdem möglich, eine andere Installation des Betriebssystems zu starten und auf diesem Wege auf die Daten des Servers zuzugreifen und diese zu manipulieren. Grundsätzlich ist sicherzustellen, daß unbefugte Personen keinen physikalischen Zugang zum Server erlangen können.

Um softwareseitig einen gewissen Schutz vor nicht autorisiertem Zugriff zu bieten, dient die Login-Prozedur. Während Windows NT und Linux sich dabei der systemweiten User-Verwaltung bedienen, muß bei Mac OS als Einzelplatzsystem auf Produkte von Drittanbietern zurückgegriffen werden, wie sie im Anhang J auf Seite 210 aufgelistet werden.⁶⁰

Zentraler Bestandteil der Sicherheitsmechanismen jedes hier besprochenen Servers stellt die Benutzerverwaltung dar, i. e. das System muß erkennen können, wer darauf zugreift und welche Rechte dieser Nutzer hat. Die Benutzerverwaltung kann dabei vom System und resp. oder von einzelnen Anwendungen realisiert werden.

Um die Daten auf dem Server zu schützen, ist es erforderlich, durch die Vergabe spezifischer Zugriffsrechte festzulegen, wer auf welche Datenbestände und Verzeichnisse auf welche Art und Weise zugreifen darf. In diesem Zusammenhang zeichnen sich die Sicherheitskonzepte durch die Möglichkeit der präzisen Steuerung der Anwenderzugriffe auf Objekte (z.B. Dateien, Verzeichnisse, Prozesse, Speicherbereiche, Geräte, etc.) aus.

Unter Windows NT stehen systemweite Funktionen zur diskreten, benutzerbestimmbaren Zugriffskontrolle unter Verwendung von Zugriffskontroll-Listen (ACL) zur Verfügung. Die ACL's beinhalten die Zugriffsrechte sämtlicher Benutzer und Gruppen. Mit ihnen können differenzierte Lese-, Schreib-, Lösch- und Ausführungsrechte für einzelne Benutzer und Gruppen erteilt oder gesperrt werden. Benutzer können dabei einer oder mehreren Gruppen angehören. Es lassen sich auf diese Weise beliebige Rechtestrukturen aufbauen.

Windows NT besitzt seit der Version 3.5 mit SP3 die C2-Zertifizierung der US-amerikanischen Regierung.⁶¹ Dies gilt jedoch ohne Einschränkung nur für Windows NT-Rechner ohne Netzwerkanbindung und sehr spezieller Hardware-Konfiguration. Konzeptionell ist Windows NT sogar für die noch schärfere B1-Sicherheitsstufe ausgelegt. Grundlage für die Sicherheitsoptionen unter Windows NT sind mehrere Mechanismen, die in den Kern des Betriebssystems integriert sind. Insbesondere ist hier die Zugriffsmarkierung (engl.: *Token*) zu nennen, die an jedes Windows NT-Objekt gekoppelt ist. Hierüber lassen sich alle Zugriffe über eine ACL mit Hilfe des Windows NT-Sicherheitsmonitors genau regeln.⁶²

Linux realisiert Zugriffsrechte für Benutzer oder Gruppen mit Hilfe von Dateiattributen. Da unter diesem Betriebssystem auch Geräte und Prozesse als ‚Dateien‘ behandelt werden können, werden auch für diese die Zugriffsrechte über Attribute definiert. Dateien werden einem Benutzer und einer Gruppe zugeordnet. Für den

⁶⁰Eine Login-Prozedur auf Basis der User-Verwaltung wird Mac OS erst ab der Version 8.7 bieten.

⁶¹siehe Anhang E auf Seite 193

⁶²Einige der Sicherheitsoptionen sind dabei deutlich stärker als B1, was jedoch im Gegensatz zur C2-Einstufung keine kommerzielle Bedeutung hat.

Besitzer, die besitzende Gruppe und alle anderen Nutzer können Lese-, Schreib- und Ausführungsrechte bestimmt werden.

Der Aufwand zur Verwaltung der ACL's und Attribute gestaltet sich in der Praxis relativ einfach, da Zugriffsrechte für ganze Verzeichnisbäume quasi automatisch vergeben werden können. Dabei können Zugriffsrechte sowohl vom Systemverwalter als auch vom Eigentümer vergeben werden. Dies hat den Vorteil, daß der Eigentümer einer Datei anderen Benutzern den Zugriff auf eigene Dateien verwehren kann.⁶³

Mac OS stützt sich bei der Vergabe von Zugriffsrechten auf eine systemweite Benutzerverwaltung, ähnlich der des Linux Systems. Diese Mechanismen sind allerdings nur in AppleTalk-Netzen wirksam, spielen daher bei einem Internetserver mit WebSTAR keine Rolle. Zugriffe, die nicht über AppleTalk erfolgen, bedienen sich der Benutzerverwaltung der Software, die den Zugriff ermöglicht. Das bedeutet, daß für Zugriffe per HTTP, FTP etc. beim beschriebenen Server die Rechte von WebSTAR verwaltet werden. Zugriffe, beispielsweise über einen zusätzlich installierten Telnet-Dämon, werden aber von diesem Dämon gehandhabt.

Die drei vorgestellten Systeme bieten unterschiedliche Angriffspunkte, begründet durch die Tatsache, daß verschiedene Dienste für einen Zugriff auf den Server zur Verfügung stehen. Generell bergen alle Dienste Sicherheitsrisiken, die die Ausführung von Befehlen resp. Programmen auch von einem anderen Host aus gestatten. Dazu zählt u. a. neben dem FTP-Dienst auch der HTTP-Dienst, sofern er über die Unterstützung von CGI oder SSI verfügt.

Windows NT und MacOS bieten von Haus aus keinen Telnet-Server, was aus Sicht einer guten Fernadministration zwar nachteilig, aber aus Sicherheitsgründen als Vorteil zu werten ist. Telnet bietet komplette Administrationsmöglichkeiten eines Servers, so daß es einen guten Angriffspunkt darstellt. Unter Linux existieren außerdem die aus der UNIX-Welt bekannten sog. *remote Dienste*. Diesen liegt das Konzept zugrunde, daß sich der Benutzer lediglich an seiner Arbeitsstation authentifiziert und anschließend, sofern Benutzer und Host auf dem Server eingetragen sind, auf dem Server Programme ausführen oder eine Shell öffnen kann, ohne daß eine weitere Authentifizierung notwendig wäre. Bei Servern, die über das Internet zu erreichen sind, stellen diese Dienste ein erhebliches Sicherheitsrisiko dar und sollten durch SSH⁶⁴ ersetzt werden, das prinzipiell die gleichen Funktionen zur Verfügung stellt, allerdings eine Authentifizierung verlangt und verschlüsselte Übertragung ermöglicht.⁶⁵ Aus der UNIX-Tradition stammen noch eine ganze Reihe als unsicher zu bewertende Dienste, beispielsweise der Dämon *nfsd* (*Network File System Daemon*), der das Mounten von Partitionen über das Netzwerk ermöglicht. Konzeptionell wurden viele dieser Dienste für die Verwendung in Netzwerken entwickelt, zu denen ausschließlich vertrauenswürdige Personen Zugang hatten, und

⁶³Unter Windows NT kann ein Zugriff auch dem Systemadministrator untersagt werden.

⁶⁴vgl. Abschnitt 1.3.1 auf Seite 14

⁶⁵Bei der SuSE-Distribution sind die Dämonen für die r-Befehle standardmäßig nicht aktiviert. Bei Internetservern empfiehlt es sich, den Telnet-Dämon ebenfalls zu deaktivieren. Auch dieser ist bei Verwendung von SSH nicht mehr notwendig.

besitzen deshalb keine für einen Internetserver hinreichenden Sicherheitsmechanismen.

Um das Mac OS aus der Ferne zu steuern, bedarf es der Programme von Drittanbietern wie z. B. das schon erwähnte Timbuku Pro. Sind solche Programme auf dem Server nicht eingerichtet, bietet das Mac OS kaum Möglichkeiten, in das System einzudringen.

Experience has shown that the most secure Web server is a computer that runs a Web server and no other applications, that does not have a readily accessible scripting language, and that does not support remote logins. In practice, this describes an Apple Macintosh Computer running MacHTTP, WebStar, or a similar Web server. [...] Of course, there are many advantages to running a Web server on a UNIX computer instead of a Macintosh. [...] Nonetheless, we suggest that the security-conscious administrator give the Mac-based approach serious thought.⁶⁶

Doch selbst wenn alle anderen Dienste, die einen Zugriff auf den Server gestatten, abgeschaltet werden, kann ein Angriff auch über den Webserver erfolgen. So gibt es z. B. unter Windows NT die Möglichkeit ActiveX-Komponenten oder ASP-Scripte auszuführen. Ursprünglich waren beide Programmschnittstellen von Microsoft erdacht, um insbesondere Teile von MS-Office-Anwendungen ausführen zu können, beispielsweise um *Excel*-Tabellen aufzurufen oder *Access*-Datenbanken anzubinden. Auch auf den anderen beiden Systemen lassen sich – etwa über CGI oder SSI – Programme resp. Scripte auf dem Server ausführen. Grundsätzlich gilt, daß die Sicherheit des Servers erhöht wird, je weniger zusätzliche Funktionen implementiert werden.

6.5.1 Fazit

Einen wirklich hundertprozentig sicheren Server aufzubauen, dürfte mit allen getesteten Systemen nahezu unmöglich sein. Eine ‚ausreichende‘ Sicherheit für einen Server zu implementieren, der auch über das Internet weltweit zu erreichen ist, stellt in jedem Falle einen nicht zu unterschätzenden Aufwand dar.

Die Angriffspunkte sind unter Linux am zahlreichsten, was durch die vielseitigen Möglichkeiten bedingt ist, auf den Server zuzugreifen. Dennoch bietet das System zahlreiche Sicherheitsmechanismen an, so daß es nicht als ‚unsicher‘ angesehen werden kann. Allerdings bedarf es einer großen Sorgfalt bei der Einrichtung des Systems, um Sicherheitslücken zu schließen und gleicht darin anderen UNIX-Systemen.

UNIX has a sophisticated security system that controls the ways users access files, modify system databases, and use system resources. Unfortunately, those mecha-

⁶⁶SIMSON GARFINKEL, GENE SPAFFORD: *Practical UNIX & Internet Security*, 2. Auflage, Sebastopol, O'Reilly & Associates, 1996, S. 540

Bei dem hier angeführten Titel handelt es sich um *das* Standardwerk zum Thema Sicherheit von UNIX-Systemen. Die Lektüre sei einem Linux-Administrator, der Internet-Server zu verwalten hat, dringend ans Herz gelegt.

nisms don't help much when the systems are misconfigured, are used carelessly, or contain buggy software. Nearly all of the security holes that have been found in UNIX over the years have resulted from these kinds of problems rather than from shortcomings in the intrinsic design of the system.⁶⁷

Die wenigsten Sicherheitsfeatures bietet das Mac OS, das allerdings auch von der Systemkonzeption her schon die wenigsten Möglichkeiten für Angreifer mitbringt. Dies zeigt auch ein Wettbewerb der Firma *VirTech Communications* im Juni 1997. Auf Basis eines Macintosh Systems wurde mit Hilfe von WebSTAR ein Internetserver eingerichtet. Zusätzlich wurden die Software *Timbaktu Pro* zur Fernadministration und das Tool *PowerKey Pro* zum automatischen Reboot installiert. Die Öffentlichkeit wurde aufgefordert, in den Server einzudringen, eine (virtuelle) Kreditkartennummer ausfindig zu machen und eine Textzeile auf einer Webseite zu ändern.⁶⁸ Während des achtwöchigen Wettbewerbs konnten 127.456 Versuche verzeichnet werden, das System zu ‚knacken‘. Nach zwei Monaten wurde der Versuch eingestellt: Es war niemandem gelungen, die Aufgabe zu erfüllen. Vor allem war festzustellen, daß im wesentlichen versucht worden war, die typischen Schwachstellen von UNIX- und Windows NT Systemen anzugreifen. Die Firma VirTech kam daher zu dem Schluß:

We have also learned a great deal about Macintosh, UNIX, and Windows NT servers, and the strategies that hackers will employ to try and compromise their security. We know that the Macintosh is in no way susceptible to the typical security problems that UNIX and Windows NT servers face, and that, in all attempts made to penetrate our Macintosh, aided by the friendly and upstanding server software collection, our server is impenetrable.⁶⁹

In jedem Fall, sollte die Sicherheit des Servers sehr ernstgenommen werden und in dieser Hinsicht ist für jedes Szenario ein individuelles Sicherheitskonzept zu erarbeiten. Dabei sollte berücksichtigt werden – unabhängig von der gewählten Plattform –, daß auf dem Server nur solche Dienste resp. Programme verfügbar sind, die tatsächlich benötigt werden. Deren Funktionalität sollte darüber hinaus nur auf das notwendigste beschränkt sein. Der Systemadministrator sollte sich außerdem ständig über bekannte Sicherheitsprobleme informieren. Dabei können Mailinglisten eine wertvolle Hilfe darstellen.⁷⁰ Schließlich bleibt anzumerken, daß der überwiegende Teil von Sicherheitsproblemen nicht durch Hard- und Software selbst verursacht wird, sondern durch die Menschen, die damit umgehen.

Die moderne Mythologie besagt, daß Verletzungen der Netzwerksicherheit durch hochbegabte Cracker verursacht werden, die Sicherheitslücken in Programmen aufspüren, um so in Computersysteme einzubrechen. Die Wahrheit ist, daß viele

⁶⁷ SIMSON GARFINKEL, GENE SPAFFORD: *Practical UNIX & Internet Security*, a. a. O. S. 15 f.

⁶⁸ vgl. sensei consulting (Hrsg.): *The EvangeList: PR – VanHacking's \$10,000 Macintosh Web Server Security Challenge*, 29.05.1997, <<http://wais.sensei.com.au/macarc/macway/9705/0368.html>>, (04.06.1999)

⁶⁹ DAVID L. HART, PHILIP E. BOURNE: *Mac OS 8 Web server cookbook*, New Jersey, Prentice Hall PTR, 1999, S. 164

⁷⁰ z. B. *Bugtraq*, <<http://www.geek-girl.com/bugtraq/about.html>>.

Eindringlinge in die Systeme gelangen, indem sie Paßwörter erraten oder stehlen, oder indem sie bekannte Sicherheitsprobleme veralteter Software für ihre Zwecke nutzen.⁷¹

6.6 Dokumentation und Support

Administratoren sind nicht allwissend und nicht immer läuft alles so, wie man sich das vorstellt. Spätestens dann, wenn ein ernsthaftes Problem auftritt, das nicht ‚en passant‘ gelöst werden kann, ist man dankbar für jede Information, die hilft, den klaglosen Betrieb eines Servers wieder herzustellen. Doch auch bei der Installation sind die Dokumentation der eingesetzten Software und der Support, der für offene Fragen zur Verfügung steht hilfreich.

6.6.1 Unterstützung für Windows NT Systeme

Erwirbt man das Betriebssystem Windows NT, wird ein recht karges Handbuch mitgeliefert, das entgegen allen Erwartungen mehr die implementierten Funktionen beschreibt, als Aufschluß darüber zu geben, wie bei der Installation vorgegangen werden muß. Es sind zwar noch weitere Handbücher beigelegt, jedoch in binärer Form auf CD-ROM im MS Word Format. Diese kann man aber erst lesen, wenn bereits ein Betriebssystem installiert ist und zusätzlich auch noch das Programm MS Word oder das ebenfalls nicht gerade billige Office-Paket von Microsoft zur Verfügung steht. Zwar lassen sich die Dokumente auch mit dem *WordPad* betrachten, dieses kann jedoch nur eine beschränkte Anzahl von Zeichen darstellen.

Hat man Windows NT installiert, stehen drei unterschiedliche Hilfesysteme zur Verfügung, die den Anwender im laufenden Betrieb unterstützen sollen: zum einen kann über das in der Menüleiste befindliche *Fragezeichen* eine eher allgemeine Hilfefunktion aktiviert werden. Dabei wird zu jedem im Programmfenster sichtbaren Element ein kleiner Text angezeigt, der die wesentliche Grundfunktion erläutert. Desweiteren bietet Windows NT ein auf Hypertext basierendes Hilfesystem an, dessen Erläuterungen schon ausführlicher sind. Die Erklärungen können hierbei in einem Browser angezeigt werden, was den Vorteil hat, daß man durchaus auch aus der Ferne darauf zugreifen kann. Eine dritte Möglichkeit bietet eine erweiterte Version dieses Systems, in der mögliche Lösungsvorschläge zur Umsetzung von gewünschten Funktionalitäten vorgestellt werden.

Während diese vorgestellten Hilfesysteme recht statisch aufgebaut sind und den Anwender ständig fordern, seine Probleme in Microsoft-Nomenklatur zu formulieren, soll die angekündigte Version Windows 2000 über Agenten verfügen, die auf den Nutzer reagieren und sich melden, wenn Probleme auftauchen oder Lösungs-

⁷¹CRAIG HUNT: *TCP/IP – Netzwerk-Administration*, Dt. Übers. von PETER KLICMAN, 2. Auflage, Köln, O'Reilly, 1998, S. 379 f.

vorschläge zum einfacheren Umgang mit dem Betriebssystem und seinen Anwendungen vorliegen.⁷²

Daneben bietet Microsoft über den eigenen Verlag Microsoft Press weitere Handbücher und Bücher über das Betriebssystem und diverse Anwendungen an. Diese sind jedoch nicht ganz billig und Lokalisierungen liegen zumeist erst 6 Monate nach einer Veröffentlichung der Originalprogramme vor. Zudem bietet Microsoft zu einem Thema eine Vielzahl an Publikationen an, was die Auswahl des richtigen Buches erschwert, zumal auch im Internet keine erläuternden Kommentare zu den unterschiedlichen Ausgaben zu beziehen sind.⁷³ Bessere Unterstützung findet man da bei dem Verlag O'REILLY, der seit einigen Monaten sein Engagement im Windows NT-Bereich ausweitet und mit seinen Publikationen, fundiertes Wissen vermittelt.

Weitere Hilfestellung erhält man im Internet. Hier ist vor allem die *Microsoft Knowledge Base*⁷⁴ zu erwähnen. Sie bietet weitere Hilfstexte zu Komponenten und Problemlösungen von Windows NT und seinen Anwendungen. Noch tiefergehende Informationen sind im *Microsoft Developer Network (MSDN)* zu finden. Hier ist eine Mitgliedschaft gefordert, der in diesem Netzwerk erhältliche Support jedoch ist kostenlos. Weiterhin existieren diverse Newsgroups und Mailinglisten, die zumeist von Microsoft angeboten und moderiert werden. Sie informieren auch über neue Produkte, Updates und Programmverbesserungen.

An kleinere und mittlere Unternehmen richtet sich der Support der von Microsoft ins Leben gerufenen *Authorized Support Center*. Nach Berufs- oder Interessengruppen gegliedert, werden bei diesem Dienst in Partnerschaft mit anderen Firmen der Computerbranche passende Supportpakete geschnürt und über Telefon oder das Internet angeboten, was allerdings seinen Preis hat. So beläuft sich nach eigenem Bekunden von Microsoft⁷⁵ der Einstiegspreis in diesen Dienst auf etwa 35.790,- €. Kleinere Pakete, die sich nur auf den Officebereich und dessen Anwendungen (i. e. MS Office oder Windows 98) beschränken, sind zu günstigeren Preisen zu beziehen, sind jedoch zumeist auf lediglich 10 Anfragen während eines Zeitraums von 12 Monaten limitiert.

Auch im Schulungsbereich zeigt sich Microsoft aktiv. So werden weltweit über Schulungsunternehmen die Ausbildung zum *Microsoft Certified System Engineer – MCSE* angeboten, die wiederum dazu befähigt, Support anzubieten. Auf diese Art werden weitere Stellen geschaffen, an die sich Ratsuchende wenden können.

Nicht zuletzt sollte erwähnt werden, daß zahlreiche Hardwareanbieter die nötige Software zum Betreiben des Geräts und Problemlösungen in erster Linie für Windows in all seinen Variationen anbieten. Dies mag an der starken Marktdurchdrin-

⁷²Eine ähnliche Funktion wurde in das Office-Paket von Microsoft bereits integriert.

⁷³So sind allein zum Thema *Internet Information Server* drei unterschiedliche Publikationen erschienen, deren wahrer Inhalt und vor allem dessen Differenzen nur schwer auszumachen sind.

⁷⁴Die *Knowledge Base* ist über die Adresse <http://www.microsoft.com/germany/support/> zu erreichen.

⁷⁵vgl. MICROSOFT GMBH DEUTSCHLAND: *MAS-Supportprofil: präzise, persönlich, proaktiv*, <http://www.microsoft.com/germany/support/servicesupport/mas.htm> (10.05.1999)

gung der Produkte aus dem Hause Microsoft liegen. Anwender anderer Betriebssysteme bleiben mit ihren Problemen zumeist enttäuscht auf der Strecke und müssen sich anderweitig um Problemlösungen bemühen.

6.6.2 Unterstützung für Linux Systeme

Zwar lassen sich das gesamte Betriebssystem und passende Anwendungsprogramme auch über das Internet beziehen, viel komfortabler ist es jedoch, man bedient sich einer *Distribution*. In dem hier vorgestellten Fall war diese das Paket der Firma *SuSE*. Mit dem Erwerb dieses Pakets erhält man auch ein 520 Seiten starkes Handbuch, das selbst unbedarften Anwendern die Installation von Linux klar darstellt und Anweisungen zur ersten Einrichtung des Betriebssystems gibt. Damit ist ein guter Einstieg in die Auseinandersetzung mit Linux gewährleistet. Zudem wird, nach einer Registrierung der Programmsammlung, ein 60-tägiger kostenloser Support zugesichert, der über Telefon, Fax, E-Mail oder das WWW in Anspruch genommen werden kann. Dabei werden alle Fragen zur Installation und den Grundfunktionen des Systems beantwortet mit dem Ziel, dem Anwender ein lauffähiges System bereitstellen zu können.⁷⁶ Weitergehende Fragen werden hier aber nicht beantwortet.

Auch über die eigene Webpage⁷⁷ bietet SuSE viele nützliche Informationen, so z. B. eine Hardwaredatenbank, die Aufschluß darüber gibt, welche Hardware unterstützt wird und wo evtl. Treiber oder sonstige unterstützende Software zu beziehen ist.⁷⁸ Auch bietet SuSE auf diesem Wege interessante Informationen rund um Linux und selbstverständlich auch eine Datenbank mit häufig nachgefragten Problemstellungen (FAQ).⁷⁹ Weiterhin stellt SuSE Informationen zu Sicherheit von SuSE-Linux (*Security Announcements*⁸⁰), Programmupdates und -patches⁸¹ und diverse Mailinglisten⁸² bereit.

Aus Unix-Kreisen stammt die Tradition, zu jedem Programmpaket, das entwickelt wird, neben einer *ReadMe-Datei* oder Kommentaren im Source Code, mehr oder weniger umfangreiche *man pages*⁸³ mitzuliefern, die in einer Datenbank, der *mandb* abgelegt werden und systemweit zur Verfügung stehen. Solche Manuals sind in Abschnitte (sog. *sections*) unterteilt. Jeder Abschnitt besteht aus einer man page und trägt eine Bezeichnung (0-9nlpo), die den Typ der man page charakterisiert. So steht die Bezeichnung 1 für ausführbare Programme und Shellscripts oder 8 für Befehle zur Systemadministration. Jede man page untergliedert sich in Teile (sog. *parts*), die jedoch nicht einheitlich bezeichnet werden. Fast auf jeder man page fin-

⁷⁶Der Installationssupport wird dabei von SuSE recht großzügig ausgelegt und umfaßt beispielsweise auch die Vernetzung mehrerer Rechner und Internetanbindung.

⁷⁷<<http://www.suse.de>>

⁷⁸Die Hardwaredatenbank ist auf den Distributions-CDs enthalten. Die aktuellste Version findet sich unter <<http://cdb.suse.de/cdb/D/>>.

⁷⁹<<http://www.suse.de/sdb/de/html/index.html>>

⁸⁰<<http://www.suse.de/security/index.html>>

⁸¹<http://www.suse.de/patches/index.html>

⁸²<http://www.suse.de/maillinglisten.html>

⁸³*man* steht hierbei für *UNIX Manuals*.

den sich jedoch ‚NAME‘, ‚SYNOPSIS‘, ‚DESCRIPTION‘, ‚FILES‘, ‚SEE ALSO‘, ‚BUGS‘ und ‚AUTHOR‘. man pages können über die Kommandozeile aufgerufen und durchsucht werden und stellen eine schnelle und in vielen Fällen umfangreiche Hilfe dar. Da man pages einfach zu erstellen sind und inzwischen zahlreiche Interfaces (Webbrowser, Pager, X-Clients) bereit stehen, sind sie immer noch ein wertvolles Hilfsmittel, das oft genutzt wird, auch wenn sie ‚offiziell‘ als veraltet gelten und durch das Hypertext-basierte *Info-System* abgelöst werden sollen.

Dieses Hilfesystem bietet ob seines Dokumentenformats größere Möglichkeiten als man pages. Das Info-System stellt eine hierarchische Struktur von Hypertextdokumenten dar, die in sog. *nodes* gegliedert werden. Leider bringt dieses Hilfesystem ein wenig ergonomisches Interface mit, doch sind Frontends für das Info-System in jeder Distribution enthalten, die ein komfortables Browsen der Info-Einträge an der Kommandozeile und unter X, z. B. auch im Webbrowser, ermöglichen. Darüber hinaus hat es sich durchgesetzt, jedem Kommando die Option `--help` oder `-h` zu implementieren, die Informationen zu verfügbaren Optionen und deren Wirkungsweise ausgibt.

Neben diesem Hilfefpaket, dessen Erklärungen sich auf Programm- oder Bibliotheksfunktionen beschränken, werden sog. HOWTOs angeboten. In diesen Dokumenten, die in den unterschiedlichsten Formaten angeboten werden (Text, PDF, HTML etc.), werden umfassende Konzepte abgehandelt, z. B. die Einrichtung eines Mailservers oder die Integration verschiedener Netzwerkkarten in ein Linux System. Das Konzept dieser Dokumentationen entstammt dem Brauch, sich gegenseitig bei Problemen zu helfen, und so werden gelöste Problemstellungen in aller Regel dokumentiert und in Form besagter HOWTOs verfügbar gemacht. Ein freiwilliges Projektteam, das *Linux Documentation Project*, wacht darüber, daß die erstellten Texte in ihrem Aufbau einheitlich gestaltet sind, damit ein schnelles Zurechtfinden unter den angebotenen Informationen sichergestellt ist. Weitere freiwillige Teams sorgen in den einzelnen Ländern für die Lokalisierung und Übersetzung der HOWTOs.⁸⁴

Doch viele Anwender ergreifen auch die Eigeninitiative und stellen interessante Informationen und Problemlösungen zusammen und machen sie über das WWW einer Öffentlichkeit zugänglich. Daneben finden sich auch jede Menge *newsgroups*⁸⁵ und *Mailinglisten* zu den unterschiedlichsten Themen rund um Linux. Der Umgangston in diesen Foren ist zumeist sehr freundlich, und man findet immer jemanden, der bereit ist, bei Problemen Hilfestellung zu leisten.

Auch für den professionellen Einsatz von Linux im Business-Bereich finden sich kompetente Support-Zentren. Dabei handelt es sich zumeist um Firmen, die Komplettsysteme vertreiben und Interesse daran haben, Ihren Kunden lauffähige System bereitstellen zu können. Allerdings wird hier der Support aus verständlichen

⁸⁴Englische HOWTOs können beispielsweise über <http://sunsite.unc.edu/LDP/HOWTO/>, [<ftp://sunsite.unc.edu/pub/Linux/docs/howto/>](ftp://sunsite.unc.edu/pub/Linux/docs/howto/) oder [<ftp://tsx-11.mit.edu/pub/linux/docs/HOWTO>](ftp://tsx-11.mit.edu/pub/linux/docs/HOWTO) bezogen werden. Deutsche HOWTOs finden sich unter [<http://www.tu-harburg.de/~semb2204/dlhp/>](http://www.tu-harburg.de/~semb2204/dlhp/), [<ftp://hp00.rz.tu-harburg.de/pub/software/systems/pc/linux/dlhp/>](ftp://hp00.rz.tu-harburg.de/pub/software/systems/pc/linux/dlhp/) oder [<ftp://sunsite.unc.edu/pub/Linux/docs/howto/translations/de>](ftp://sunsite.unc.edu/pub/Linux/docs/howto/translations/de).

⁸⁵Gruppen zum Thema Linux finden sich zumeist unterhalb von *comp.os.linux* oder *de.comp.os.unix.linux*. Der Klassiker allerdings ist [<news://alt.os.linux>](news://alt.os.linux)

Gründen nicht unentgeltlich angeboten.⁸⁶

Die steigende Beliebtheit von Linux hat in den letzten Monaten zu einem wahren Boom an Fachliteratur über das Betriebssystem und seine Anwendungen geführt.⁸⁷ So hat auch der Distributor SuSE inzwischen einen eigenen Verlag gegründet und bietet diverse Publikationen zum passenden Thema an. Doch nach dem Dafürhalten der Autoren dieser Arbeit finden sich die maßgeblichen Bücher zu Themen aus dem Bereich Linux und Serververwaltung bei den Verlagen O'REILLY und ADDISON-WESLEY.⁸⁸

6.6.3 Unterstützung für Macintosh Systeme

Da die vorgestellte Macintosh-Server-Lösung auf einer Anwendung basiert, muß hier unterschieden werden zwischen Dokumentation und Support für das System selbst und der verwendeten Serveranwendung *WebSTAR* von Starnine. Schließlich kommen beide Komponenten aus unterschiedlichen Häusern und können daher nicht für Probleme des anderen verantwortlich zeichnen.

6.6.3.1 Mac OS

Schafft man sich ein Macintosh System an, so ist das Betriebssystem bereits installiert. Handbücher klären über die Hardwareeigenschaften auf und geben Aufschluß darüber, wie das bestehende System mit zusätzlicher Hardware aufgerüstet werden kann. Doch erwirbt man lediglich das Betriebssystem – um vielleicht ein älteres Rechnermodell auf den neuesten Stand zu bringen –, steht nur ein 30 Seiten ‚starkes‘ Handbuch zur Verfügung, das das Betriebssystem in Grundzügen erläutert und eine Anleitung zur Installation bereithält. Weitere Informationen über die zu installierenden Pakete bietet das Installationsprogramm selbst.

Mit dem Erwerb des Computers erwirbt man auch einen 90-Tage-Support über das *Apple Assistance Center*. Ab dem Zeitpunkt der Registrierung der Erwerbung erhält man hier telefonisch Auskunft zu Problemen im Umgang mit dem Apple Macintosh bzw. den Produkten von Apple.

Ist das Betriebssystem installiert, stehen weiterführende Hilfen zur Verfügung. Ähnlich wie bei Windows NT ist unter dem Menüpunkt *Hilfe* der Eintrag *Erklärungen ein* zu finden, der eine sog. Sprechblasenhilfe einschaltet. Fährt man mit der Maus über ein Element, popt eine Sprechblase auf, die einfache Erklärungen über das

⁸⁶Professioneller Support wird auch von den großen Linux-Distributoren, so auch SuSE bereitgestellt. SuSE hat damit begonnen, ein Netz aus Supportcentern aufzubauen. In Deutschland finden sich solche in Nürnberg, München und Frankfurt/Main.

⁸⁷Man kann allerdings immer auch auf die große Auswahl an Büchern zum Thema UNIX zurückgreifen.

⁸⁸Einen guten Überblick über Dokumentationen und Hilfesysteme für Linux gibt MARCO BUDDE: *Dokumentation für Einsteiger* in *Linux-Magazin*, Ausg. 01/99, München, Linux-Magazin Verlag, 1999, S. 44 ff.

ausgewählte Element beinhaltet. Diese ‚Baloon-Help‘ steht jedoch nicht nur für das Mac OS zur Verfügung, sondern für jedes Programm, das diese Art der Hilfe implementiert hat.⁸⁹

Weit aussagekräftiger jedoch ist die Hilfe zum Mac OS selbst, die unter dem gleichnamigen, bereits erwähnten Menüpunkt zu finden ist. Dieser Menüpunkt wird von jedem Programm angeboten und unterschiedlich unterstützt. Während Apple seit Mac OS 8.0 ein auf Hypertext basierendes Hilfesystem zur Verfügung stellt, bieten einige Programme noch eine veraltete Version zur Darstellung von Texten. In beiden Fällen handelt es sich jedoch um eine *aktive* Hilfe, i. e. per Events werden Programmteile oder Kontrollfelder aufgerufen, Text erklärt, was hier einzustellen ist und eine rote Markierung in Form eines Kreises zeigt an, an welcher Stelle etwas einzutragen oder zu verändern ist. Zudem bieten beide Versionen der Hilfe Suchfunktionen an, mit Hilfe derer relevante Themen aufgefunden werden können. Da Apple auf die Intuition des Anwenders setzt, wird weitere Unterstützung an dieser Stelle nicht zur Verfügung gestellt.

Doch das Internetangebot von Apple hält eine Vielzahl an Dokumenten zum Betriebssystem bereit. So finden sich unter den folgenden Adressen interessante und hilfreiche Informationen zu allen Produkten von Apple:

<http://support.info.apple.com/te/te.taf>

Hier finden sich sowohl Handbücher und Spezifikationen im PDF-Format als auch Diskussionsforen zu den unterschiedlichsten Produkten sowie Links zu Support-Seiten.

<http://til.info.apple.com/>

An dieser Stelle wird eine Vielzahl an Dokumenten zu Wissenswertem rund um Macintosh Systeme in Form einer komfortabel durchsuchbaren Datenbank angeboten.

<http://asu.info.apple.com/>

Hier läßt sich nach den neuesten Software- oder auch Hardwareupdates suchen.

<http://support.info.apple.com/te/troubleshooting/>

In diesem Bereich finden sich Problemlösungen und unterstützende Informationen zur Fehlerbehebung.

<http://developer.apple.com/techpubs/>

Entwickler, Techniker und Ingenieure erhalten hier technische Dokumentationen zu den Produkten von Apple.

An dieser Stelle sollte erwähnt werden, daß Eigeninitiative und Zusammenhalt unter Macintosh-Anwendern großgeschrieben werden. So finden sich nicht nur zahlreiche informative Angebote von privater Seite im Internet, sondern neben einer

⁸⁹Da diese Art der Hilfe jedoch schon recht alt – sie existiert seit Veröffentlichung von System Version 6.0 im Jahre 1987 – und sie nicht sehr ergiebig ist, wird sie kaum noch von Anwendungen unterstützt.

Vielzahl von *newsgroups* auch Foren und Mailinglisten. Wie bei Linux ist auch hier der Umgangston freundlich und die Hilfsbereitschaft groß. Daneben unterstützt Apple selbst eine Vielzahl von *Usergroups*, Zusammenschlüsse von Anwendern, die sich gegenseitig unterstützen und auf dem laufenden halten.

Die wichtigsten Internetangebote seien an dieser Stelle aufgelistet:

<http://www.macfixit.com>

Erfassung bekannter Inkompatibilitäten und Vorschläge zur Beseitigung. Tägliche Aktualisierung.

<http://www.versiontracker.com>

Erfassung neuester Softwareversionen, seien es kommerzielle Updates oder Programme aus dem Freeware-Sharewarebereich. Tägliche Aktualisierung.

<http://www.macresource.com/>

Neuigkeiten rund um Apple Macintosh. Tägliche Aktualisierung.

<http://www.macnews.de/>

Neuigkeiten rund um Apple Macintosh in deutscher Sprache. Tägliche Aktualisierung. Mit Forum.

Fachliteratur in Deutschland und noch dazu in deutscher Sprache zu finden, ist hingegen eine Herausforderung. Dies ist im wesentlichen damit zu begründen, daß der Marktanteil von Apple in Deutschland unverhältnismäßig klein ist. Zwar sind ausreichend Publikationen vorhanden, man muß sich jedoch viel Mühe machen, über diverse Internet-Bookstores, Lektüre von Fachzeitschriften etc. diese Literatur zu recherchieren. Die wenigsten Buchhandlungen haben Veröffentlichungen zum Macintosh vorrätig, und selbst in Universitätsbuchhandlungen findet man nicht immer das Gesuchte. Mit entsprechendem Einsatz jedoch läßt sich zu jedem Thema etwas ausfindig machen, vor allem dann, wenn man vor englischsprachiger Literatur nicht zurückschreckt.

6.6.3.2 WebSTAR

Das Produkt von Starnine wird mit einem über 400 Seiten starken Handbuch ausgeliefert, das nicht nur über die Installation und Einrichtung der Server Suite Aufschluß gibt, sondern auch über die Funktionsweise der verwendeten Dienste und Protokolle selbst informiert. Darüber hinaus gibt es die Möglichkeit, sich über Mailinglisten nicht nur über die neuesten Produkte von Starnine informieren zu lassen, sondern auch Hilfestellung bei Problemen mit der Suite zu erhalten.

6.6.4 Fazit

Insgesamt läßt sich feststellen, daß es für alle vorgestellten Systeme Möglichkeiten gibt, bei evtl. auftretenden Problemen Hilfestellung und Hintergrundinformationen zu bekommen.

Bei Windows NT jedoch drängt sich der Verdacht auf, daß Microsoft mit seinem Unterstützungsangebot mehr finanzielle Interessen verfolgt als das Erzielen einer zufriedenen Anwenderschaft.

Bei Linux hingegen wird man von der Fülle des Informationsmaterials fast erschlagen. So stellt sich hier weniger die Frage, ob man Informationen zu diversen Funktionalitäten erhält als vielmehr, wo man die relevante Information finden kann. Bei Problemen mit einzelnen Programmen ist es in der Regel möglich, direkt mit der kompetentesten Person zu sprechen: dem Autor des Programms.

Das Mac OS wiederum setzt mehr auf die Intuition des Anwenders und auf die einfache, konsistente Benutzerführung des Betriebssystems. Die für den professionellen Einsatz eher unzureichende mitgelieferte Dokumentation kann man allerdings dem Hersteller nicht zum Vorwurf machen. Schließlich ist das System ursächlich nicht für den Serverbetrieb ausgelegt. Warum jedoch dem Serverbetriebssystem Windows NT eine ausführliche Dokumentation fehlt, bleibt ungeklärt. Hier wäre eine detailliertere und den professionellen Ansprüchen eher gerecht werdende Unterstützung des Administrators wünschenswert.

6.7 Verfügbarkeit von Anwendungen

Der folgende Abschnitt beschäftigt sich mit der Frage, inwieweit für die untersuchten Systeme Anwendungen zur Verfügung stehen, die für einen Server von Relevanz sind. Es geht also nicht um typische Client-Applikationen wie z. B. Office-Anwendungen, da deren Verfügbarkeit für einen Server nicht von Belang ist. Die Verfügbarkeit von bestimmten Anwendungen ist von enormer Wichtigkeit, wenn es um die Integration bestehender Applikationen in das Netz geht. Aber auch für die Zukunftsplanung sind die diesbezüglichen Überlegungen wichtig, da der Server der Integration neuer Software nicht entgegenstehen darf. Falls wichtige Applikationen nur über bestimmte Serversysteme im Netz integriert werden können, kann die Verfügbarkeit der entsprechenden Serveranwendung schnell zum Knock-out Kriterium werden.

6.7.1 Webserver-Module

Viele Anwendungen können heute über den Webbrowser gesteuert werden. Dies erfordert eine Kommunikation des Webservers mit Script- und Programmiersprachen resp. eine Anbindung an Applikationen über die diversen Schnittstellen. Solche Funktionen realisieren die hier besprochenen Webserver über Module, die bei Bedarf vom eigentlichen Server aufgerufen werden und mit diesem interagieren.

Für den Apache Webserver ist eine umfangreiche Sammlung von Modulen verfügbar. Die wichtigsten sind in der Source-Distribution und den Binary-Distributionen der diversen Anbieter bereits enthalten. Dazu gehören beispielsweise verschiedene Mechanismen der Zugriffskontrolle, Server Aliase, Di-

rectory Browsing, CGI-Unterstützung, Server Side Image Maps, Server Side Includes, Serverstatus- und konfigurationsinformationen, erweiterte Logging-Fähigkeiten, MIME-Unterstützung, Perl-Unterstützung, SSL-Unterstützung, URL-Rewrite u. a.⁹⁰

Daneben existieren sehr viele Module, die nicht Teil der offiziellen Apache-Distribution sind. Zu den wichtigsten gehören hier Module zur Unterstützung der Sprachen PHP, Tcl und Python, weiterhin solche für FastCGI-Unterstützung, Web-Counter, Server Side JavaScript, *GNUzip* (De-)Kompression, Java Servlets, Unterstützung für *Netscape Roaming Access* und das E-Commerce System *WebShop Plus*. Im Alpha-Stadium sind derzeit Module zur Unterstützung von ASP und *Cold Fusion*.⁹¹

Auch für WebSTAR ist eine breite Palette von Modulen verfügbar. Zwar hat rein zahlenmäßig Apache mehr zu bieten, doch alle wichtigen Module stellt auch der getestete Macintosh Server zur Verfügung: CGI, SSI, SSL, Directory Browsing, Logging u. a. Besonders erwähnenswert erscheint hier auch die serverseitige Unterstützung für *Apple QuickTime*. Eine Unterstützung für ASP und *Cold Fusion* ist derzeit jedoch nicht vorhanden. Schließlich bietet WebSTAR ebenso wie Apache eine API zur Erstellung neuer Webserver-Module an.⁹²

6.7.2 Script- und Programmiersprachen

Über das *Common Gateway Interface* (CGI) lassen sich auch via HTTP Skripte und Programme auf dem Server ausführen. Dies kann natürlich nur gelingen, wenn für solche Skripte und Programme ein entsprechender Interpreter auf dem Serverbetriebssystem zur Verfügung steht resp. wenn diese für das Serverbetriebssystem kompiliert werden können, sprich: es für die jeweilige Programmiersprache einen entsprechenden Compiler gibt.

Die wichtigsten und am meisten für Web-Anwendungen genutzten Sprachen sind C/C++, Java und Perl. Für diese Sprachen stehen Compiler resp. Interpreter auf allen hier getesteten Plattformen zur Verfügung, so daß Webanwendungen problemlos in einer dieser Sprachen erstellt werden können. Dadurch lassen sich sehr viele denkbare Anwendungen auf jedem System realisieren. Auf einige Besonderheiten sei dennoch verwiesen.

Windows NT bietet als einziges System eine native Unterstützung für *Active Server Pages* (ASP), die es erlaubt, Code verschiedener Scriptsprachen, beispielsweise *Visual Basic*, direkt in HTML-Dokumente einzubinden. Dieses ist oftmals weniger aufwendig, als die entsprechenden Funktionen per CGI-Programm oder Perl-Skript zu realisieren.

⁹⁰Eine vollständige Liste der Module des Apache-Packets findet sich unter <http://www.apache.org/docs/mod/index.html>.

⁹¹Eine Suchmaschine für Apache Module findet sich unter <http://modules.apache.org>.

⁹²Ausführliche Informationen zu WebSTAR-Modulen finden sich unter <http://www2.starnine.com/extendingwebstar.html>.

Unter Linux steht mit *PHP3* eine mächtige Sprache zur Verfügung, deren Code ebenfalls – entsprechendes Apache-Modul vorausgesetzt – direkt in die HTML-Seite eingebettet werden kann. Die Anwendungsmöglichkeiten ähneln denen von ASP. Während die anderen Systeme kaum Scriptsprachen außer Perl unterstützen, bietet hier Linux eine sehr große Auswahl. Auch wenn die entsprechende Funktion in Perl realisiert werden könnte, so kann es dennoch, je nach Anwendung, sinnvoll sein, auf andere Scriptsprachen zurückzugreifen, die für die betreffende Aufgabe vielleicht besser geeignet sind. Durch die vielen Kommandozeilen-Tools unter Linux ergeben sich für Scriptsprachen oftmals größere Möglichkeiten, da diese Tools von Skripten aufgerufen und ihr Output einfach verarbeitet werden kann.⁹³

Unter MacOS steht mit *AppleScript* zwar eine Scriptsprache zur Verfügung, doch wird man in vielen Fällen das weiterverbreitete Perl vorziehen, da sich Perl-Skripte auch leichter auf andere Plattformen portieren lassen. Darüber hinaus bietet die Standardinstallation von WebSTAR mit ‚JRun‘ eine Erweiterung, die die serverseitige Ausführung von Java Applets zuläßt.

6.7.3 Datenbanken

Für Datenbanken gibt es in Computernetzen breite Anwendungsmöglichkeiten. Sie reichen von der Generierung dynamischer Webseiten bis zur kompletten Personalverwaltung. Da hierbei in den meisten Fällen auf bestehende (und oftmals nicht eben preiswerte) Lösungen aufgebaut werden muß, kommt der Datenbankunterstützung ein besonderes Gewicht zu.

Für Windows NT wird eine breite Palette an Datenbanklösungen angeboten. *MS-Access*, *Oracle*, *FoxPro* und viele weitere Systeme laufen unter Windows NT, und Schnittstellen zum IIS existieren. Microsoft selbst bietet den *SQL-Server* an, ein Datenbanksystem mit vielen Integrationsfunktionen, das u. a. mit Office-Anwendungen wie *Excel* kooperieren kann. Bei der Verfügbarkeit von Anwendungen dieser Art sollte es auf der Windows-Plattform nicht zu Problemen kommen.

Unter Linux gibt es ebenfalls für alle Anwendungsbereiche Datenbanklösungen. Hier sei auf die weitverbreiteten Datenbanken *MySQL*, *PostgreSQL* und *ADABAS D* hingewiesen. Einige aus der Windowswelt bekannte Datenbanksysteme laufen derzeit noch nicht unter Linux. Allerdings haben die großen Hersteller seit etwa 1998 ihre Linux-Unterstützung angekündigt, und teilweise sind Produkte für diese Plattform schon verfügbar, z. B. *Oracle 8*. Microsoft selbst hat verständlicherweise wenig Interesse daran, seine Datenbank-Produkte, wie *Access* oder den *SQL-Server*, nach Linux zu portieren. Dennoch besteht über die vorhandene *ODBC*-Schnittstelle die Möglichkeit, diese Datenbanken (die dann auf einer Windows-Maschine laufen) über den Server anzusprechen.

⁹³So ist es unter Linux viel einfacher – per Script – zu realisieren, sich beispielsweise die Festplattenbelegung des Systems auf einer Webseite ausgeben zu lassen. Da die entsprechenden Tools der anderen beiden Systeme nicht in Skripten verwendet werden können, muß hier auf die entsprechenden Betriebssystemsfunktionen zurückgegriffen werden.

Beim Mac OS ist eine ähnliche Sachlage vorzufinden wie bei Linux. Auch hier lassen sich alle Anwendungsmöglichkeiten durch Datenbanksysteme, die auf Macintosh laufen, abdecken. Beispielhaft seien hier die bekannten Datenbanken *FileMaker Pro*, das über *Web Companion* seine eigene Schnittstelle zum Webserver mitbringt, und *4th Dimension* genannt. Datenbanken auf anderen Systemen können auch vom Mac OS-Server über Plug-Ins oder die vorhandene ODBC-Schnittstelle angesprochen werden.

6.7.4 E-Commerce Anwendungen

Selbst wenn der Server zunächst nur dazu dienen sollte, eine einfache Webpräsenz zu realisieren, sollte die Möglichkeit, später einmal ein Shopping-System zur Verfügung zu stellen, nicht unbeachtet bleiben.

Für Windows NT sind in den letzten Jahren unzählige Shopping-Systeme jeglicher Größenordnung auf den Markt gekommen. Neben den großen Datenbankherstellern, die Shopping-Lösungen (basierend auf ihrem Datenbankprodukt) bereitstellen, gibt es viele weitere Anbieter mit unterschiedlichen Lösungsansätzen: Vom Kleinstladen, basierend auf Perl-Scripten, bis hin zum großen Warenhaus mit integrierter Lagerverwaltung. Auch Speziallösungen sind in diesem Bereich für Windows-Systeme äußerst vielfältig. Wenn nicht gerade eine minimalistische Lösung ausreichend ist, kann hier auf den *Commerce Server* von Microsoft oder *Intershop* der gleichnamigen Firma zurückgegriffen werden, um nur zwei Beispiele zu nennen.

Auch unter Linux gewinnt das Thema E-Commerce zunehmend an Bedeutung, allerdings fehlt es hier im Vergleich zur Windows-Plattform (noch) an der Vielfalt der Programme. Viele kleinere Lösungen, insbesondere Perl- oder CGI-basierte, laufen auch problemlos auf einem Linux-Server. Für professionellere Anwendungen sei hier auf das bereits erwähnte *WebShop Plus*, auf *MiniVend* und vor allem auf *VShop* verwiesen. Letzteres vermag auch höchsten Anforderungen zu genügen und kann mittlerweile eine ansehnliche Verbreitung vorweisen.

Im Gegensatz dazu kann für das Mac OS auf eine Vielzahl an E-Commerce Anwendungen zurückgegriffen werden, seien sie auf Basis von CGI oder als Plug-Ins für WebSTAR gelöst.⁹⁴ Hier seien vor allem die Produkte *WebCatalog* und *WebMerchant* angeführt, die in Kombination anspruchsvolle E-Commerce Lösungen zulassen. Daneben sei darauf hingewiesen, daß WebSTAR eine Schnittstelle zu Anwendungen liefert, die mit der bekannten Entwicklungsumgebung *WebObjects* von Apple erstellt wurden. Damit ist es auch ohne weiteres möglich, große Datenbanken auf fremden Systemen anzusprechen.

⁹⁴ siehe auch <<http://www2.starnine.com/extendingwebstar.html>>

6.7.5 Suchmaschinen

Das Aufsetzen einer Suchmaschine mit Web-Interface ist schon für Server oder Netze mit relativ kleinem Datenbestand sinnvoll. Alle drei Systeme bieten hier fertige Lösungen an.

Unter Windows NT kann auf den im Option Pack enthaltenen *Index Server* zurückgegriffen werden. Dieser ist in der Lage, neben HTML-Dateien auch andere Textdateien, Office-Dokumente o. a. zu indexieren. Die Suchmöglichkeiten umfassen eine einfache Suche oder eine unter Verwendung von Bool'schen Operatoren. Für die meisten Fälle dürfte der Index Server ausreichend sein, es sind aber auch leistungsfähigere Produkte von Drittanbietern verfügbar.

Für Linux stehen ebenfalls Suchmaschinen zur Verfügung. Für kleine bis mittelgroße Sites empfiehlt sich das Programmpaket *ht://dig*⁹⁵. Es erlaubt die Indexierung von HTML-Seiten und die anschließende Abfrage mittels einfacher Suche oder einer auf AND, OR und NOT beschränkten Bool'schen Suche. Für größere Anwendungen kann auf das ebenfalls frei erhältliche Paket *Harvest*⁹⁶ zurückgegriffen werden, das sehr weit verbreitet ist und professionellen Ansprüchen genügen kann. Es werden sehr viele Dateiformate indexiert (z. B. auch Postscript oder PDF-Dateien) und die Suche bietet umfassende Möglichkeiten von der einfachen bis hin zur Bool'sche Suche unter Verwendung von regulären Ausdrücken.

Für Macintosh Systeme stehen, neben der in Abschnitt 5.5.2.5 auf Seite 127 bereits beschriebenen Suchmaschine *WebSTAR Search*, noch weitere leistungsfähige Alternativen zur Verfügung. So sei beispielhaft das Produkt *Phantom* der Firma Maxum Development⁹⁷ erwähnt, das sowohl als Plug-In an den Server angebunden werden kann als auch als eigenständiges Programm fungieren kann. Dabei ist *Phantom* auch in der Lage, Site Management Aufgaben zu bewältigen, wie das Spiegeln ganzer Sites, Archivierung, Linküberprüfung, automatische Aktualisierung und mehr. Das Programm berücksichtigt bei der Indexierung die in einer HTML-Datei vergebenen Meta-Tags. Abfragen können sowohl mittels einfacher Suche als auch – im beschränkten Umfang – mit Hilfe Bool'scher Operatoren vorgenommen werden. Preislich günstiger – da Shareware – aber nicht weniger leistungsfähig ist der *Search-Server* von Social Engineering.⁹⁸ Er operiert nur als CGI-Anwendung und kann, im Gegensatz zu *Phantom* nur lokale Sites indexieren. Allerdings wartet er dafür mit einem entscheidenden Geschwindigkeitsvorteil auf.

6.7.6 Sonstige Anwendungen

Die Aufzählung von Serveranwendungen resp. von Applikationen, die durch ein Serversystem unterstützt werden, ließe sich noch seitenweise fortsetzen, was letztlich

⁹⁵ siehe auch <<http://www.htdig.org>> (Dieses Paket ist auch Teil der SuSE-Distribution.)

⁹⁶ siehe <<http://www.tardis.ed.ac.uk/harvest>>

⁹⁷ siehe <<http://www.maxum.com/Phantom/>>

⁹⁸ siehe <<http://www.socialeng.com/html/searchserver.html>>

in der Vielfalt der Software begründet liegt. Abschließend sollen einige wichtige Anwendungen genannt werden, die in unterschiedlichen Implementierungen für alle hier betrachteten Systeme verfügbar sind: Mailserver (SMTP, IMAP, POP3), Newsserver, Proxyserver, Chatserver, Programme zum IP-Accounting, Firewalls, ISDN und Analog Dial-In Server, Faxserver und NTP-Server.

6.7.7 Fazit

Alle wichtigen Internet-Anwendungen lassen sich auf jedem der Server realisieren. Es gibt praktisch nichts, was auf einem der vorgestellten Systeme unmöglich wäre. Unter Windows NT gibt es die größte Fülle an Anwendungen, insbesondere laufen auf dieser Plattform Anwendungen, die sehr weit verbreitet sind oder einen Quasi-Standard darstellen. Die Einbindung bestehender Applikationen funktioniert mit einem Windows NT Server am einfachsten, sofern diese Applikationen bereits auf einer Windows-Plattform laufen. Mit diesem Betriebssystem ist man in puncto Anwendungsvielfalt und -integration zumeist auf der sicheren Seite.

Für Linux sind viele bekannte Applikationen nicht oder noch nicht verfügbar. Dennoch lassen sich mit einem Linux-Server dieselben Aufgaben erledigen, indem man auf andere Programmpakete mit ähnlichen oder gleichen Funktionen zurückgreift. Windows- oder Macintosh-proprietäre Programme lassen sich in der Regel – sofern ein Rechner zur Verfügung steht, auf dem das jeweilige Programm laufen kann – problemlos an den Server anbinden. Die Unterstützung der MS- und Mac-Dateisysteme gestatten es darüber hinaus, auch Datenbestände auf den Server auszulagern. Durch die Verfügbarkeit vieler mächtiger Scriptsprachen lassen sich gerade kleinere Aufgaben auf einem Linux-Rechner häufig einfacher erledigen.

Auch für den Macintosh-Server gilt, daß es keinen wichtigen Applikations-Bereich gibt, der vom Server nicht gehandhabt werden könnte. Ähnlich wie bei Linux, stehen allerdings einige weitverbreitete Programme nicht zur Verfügung. Diese können aber ebenfalls an den Server angebunden werden, wenn sie auf einem geeigneten Rechner laufen, oder durch andere, gleichwertige Programme ersetzt werden. Besonders günstig erscheint ein Macintosh-Rechner, wenn die notwendigen Anwendungen sowieso Apple-proprietär sind, da sie dann – sofern sie netzwerkfähig sind – besonders einfach integriert werden können.

Die Verfügbarkeit von Anwendungen spielt in vielen Fällen also nur eine untergeordnete Rolle bei der Entscheidung für oder wider ein Serverbetriebssystem, nicht etwa weil die Thematik wenig Relevanz besitzt, sondern da hier alle drei getesteten Server umfassende Möglichkeiten bieten. Einzig bei exotischen Applikationen oder Spezialanwendungen, die nur für ein Serversystem verfügbar sind, kann hier das eine oder andere System erforderlich sein. Aber die meisten Netzwerkanwendungen lassen sich selbst in diesen Fällen an einen Server mit anderem Betriebssystem anbinden. Sollen eigene Serveranwendungen entwickelt werden, kann auch hier keinem der untersuchten Systeme vorab der Vorzug gegeben werden. Hierbei kann allenfalls das Zielsystem für diese Anwendungen oder der persönliche Geschmack

der Programmierer für diese oder jene Entwicklungsumgebung den Ausschlag geben.

6.8 Zukunftssicherheit

Sind die Systeme von heute gut gerüstet für die Anforderungen der Zukunft? Dies ist eine schwer zu beantwortende Frage und zum Teil muß sie spekulativ beantwortet werden, da der Markt von PC Hard- und Software so von Fortschritt und Innovation geprägt ist, daß niemand sagen kann, was in ein paar Jahren sein wird.

Sind die in dieser Arbeit vorgestellten Internetserver und die ihnen zugrunde liegenden Hardwareplattformen und Betriebssysteme also auch morgen noch up-to-date? Um diese Frage zu beantworten ist es notwendig, den Blick in die Vergangenheit dieser Systeme zu richten. Hier kann man erkennen, wie die ‚Ahnen‘ der heutigen Systeme sich bewährten.

6.8.1 Windows NT

Da Windows NT ein Betriebssystem ist, welches erst Anfang dieses Jahrzehnts antrat, um mit der Marktmacht seiner Väter im Rücken den Markt zu erobern, hat es eine noch vergleichbar kurze Historie. Seit seinem Erscheinen sind vier Versionen erschienen, die mit unzähligen Servicepacks immer wieder verbessert werden mußten. Dieses Flickwerk ist gleichzeitig aber auch ein Hinweis auf die Zukunftssicherheit von Windows NT und IIS. Microsoft bemühte sich sehr, ein Serverbetriebssystem samt Interneterweiterungen zu etablieren, und durch diese nicht einmal zehn Jahre währende Anstrengung hat Windows NT fast ein Drittel des Marktes erobert. Das liegt allerdings nicht allein an einer vermeintlich überragenden Qualität des Produkts, sondern zu einem ganz großen Teil an der Marktmacht, die Microsoft durch seine Präsenz auf dem Einzelplatz-PC gewonnen hat, und daran, daß (fast) alle Programme, die unter den Vorgängern von Windows NT liefen, immer noch anwendbar waren resp. sind. Ihre Zahl ist Legion, was ein weiterer Grund dafür ist, daß Windows NT samt Zubehör zukunftssicher ist, denn Microsoft hat mit seiner Windows-Welt einen Quasi-Standard gesetzt. Das Zusammenspiel mit dem Chip-Giganten Intel, welches dem Team den Namen ‚Wintel‘ einbrachte, ist ein weiterer Grund für Zukunftssicherheit. Der Kreislauf von Hardware, die immer leistungsfähiger wird, und Software, die beständig höhere Hardwareanforderungen stellt, garantiert das Wachstum beider Firmen. Grundsätzlich ist gegen diesen Kreislauf nichts einzuwenden, denn er hat in den letzten zehn Jahren zu einem Preisverfall und einer Leistungssteigerung geführt, die vorher undenkbar erschien. Kritik ist allein an dem faktischen Oligopol und den aus ihm resultierenden Nachteilen zu üben. So meinen einige Kritiker, die Entwicklung würde bei mehr Markttransparenz und einem vollkommeneren Markt durchaus noch schneller voranschreiten. Microsoft ist bemüht, seine Betriebssysteme und auch seine andere Software immer wieder aktuellen Gegebenheiten anzupassen, was vom Jahr-2000-Problem bis hin

zu Funktionserweiterungen reicht. Die Firma wird sich auch weiterhin bemühen müssen, sich den Anforderungen der Zukunft zu stellen, auch für jene Benutzer, die ältere Systeme betreiben. Auch das Betriebssystem der nächsten Generation ist bereits als Beta-Version im Umlauf und wird zum Jahreswechsel als Verkaufsversion erwartet. Microsoft hat mit Windows 2000 ein Betriebssystem versprochen, daß von Anfang an zur Zufriedenheit aller Anwender funktionieren soll. Um dieses Ziel zu erreichen, ist eben jene Beta-Version ein Vierteljahr getestet worden. Die Kritik und die Vorschläge der jetzigen Nutzer sollen in die Endversion Eingang finden. Windows 2000 soll man über bestehende Installationen spielen können, so daß die bisherigen Konfigurationen nicht ungültig werden. Bei der Größe dieses Projekts, ist davon auszugehen, daß es für Windows 2000 so schnell keinen neuen Nachfolger geben wird, sondern daß eher, wie bei Windows NT 4, diverse Service-Packs bei Bedarf zusätzlich erstellt werden. Und solange der Microsoft ‚Partner‘ Intel weiter an der Leistungsschraube dreht, wovon man nach fast 30 Jahren Marktpräsenz ausgehen kann, braucht man sich für die nächsten Jahre hier wohl keine Sorgen wegen mangelnder Zukunftssicherheit zu machen.

6.8.2 Linux

Linux ist ebenfalls eine noch junge Entwicklung, die aber bereits sehr viel Aufmerksamkeit erregt und Anerkennung geerntet hat. Als freies Angebot auf dem Betriebssystemmarkt, welches jedermann nutzen und verändern kann, bietet es einen Zukunftsausblick, der so vielfältig ist, wie seine Anwender es sind. Betrachtet man die Computerei von einer soziologischen Warte aus, sieht man, daß es seit den Anfängen immer wieder einige Anwender gab, die technisch versierter und interessierter und die mit weniger als dem vollständigen Zugriff auf das System unzufrieden waren. Ein System, das vollständig transparent ist, hat aus administrativer Sicht unbestritten alle Vorteile auf seiner Seite, zumal wenn es, wie es sich allmählich durchzusetzen beginnt, auch mit graphischen Benutzerschnittstellen aufwarten kann. Wenn zudem eine ‚webweite‘ Gemeinde sich gegenseitig unterstützt, so daß jeder sein Wissen mit anderen teilen kann, ist eine Weiterentwicklung – und damit Zukunftssicherheit – des Systems ein geradezu automatischer Vorgang. Als Kritik könnte man hier anführen, daß viele Köche angeblich den Brei verderben, doch bemüht sich die Linux-Gemeinde, Standards vorzugeben, an die sich alle halten sollen. Bisher funktioniert diese Selbstorganisation jedenfalls erstaunlich gut. Nicht ganz unproblematisch ist hingegen die Zukunftssicherheit in dem konkreten Fall, daß eine Firma einen Linux-Server anschafft und neue erschienene Hardware integriert werden soll. Wer schreibt den Treiber, wenn kein hauseigener Programmierer verfügbar ist und sich im Netz niemand dafür findet? Oder was ist, wenn ein Softwarefehler dafür verantwortlich ist, daß die Datenbank, das Herz der Firma, plötzlich nicht mehr zu gebrauchen ist? Wen kann man auf Schadenersatz verklagen? Doch glücklicherweise sind solche Szenarien nicht alltäglich, und wenn man nicht immer ganz an der Spitze der Hard- und Softwarefront stehen muß, mag man vielleicht auch mit einer der frei verfügbaren, etwas älteren Versionen von Linux vorliebnehmen, die auch auf betagteren Rechnern problemlos ihren Dienst verrichten. Dies ist

ein nicht zu unterschätzender Zukunftsvorteil, denn ohne das Wintel-Wechselspiel kann man sich seiner Investitionen von heute auch morgen noch sicher sein, weil man sie nicht jährlich gegen neue Hardware austauschen muß, nur um eine neue Funktion nutzen zu können.

6.8.3 Mac OS

Mac OS ist, wie seine beiden Kontrahenten, ein System, welches nicht morgen schon als veraltet und damit wertlos gelten wird. Im Gegenteil, es bringt, durch die Einheit von Hard- und Software, gute Voraussetzungen mit, auch noch übermorgen eingesetzt zu werden. Da hier alles aus einer Hand kommt, kann der Anwender darauf vertrauen, daß das Zusammenspiel der einzelnen Bestandteile reibungslos abläuft. Als Apple beispielsweise von der 68er Prozessorreihe auf RISC-Prozessoren umstellte, gelang dies in fließendem Übergang, so daß die bestehende Software und die mit ihr erstellten Daten auch ganz sicher portiert werden konnten. Im Gegensatz dazu gab es in der ‚Wintel-Welt‘ bei der Umstellung auf neue Prozessoren oder neue Betriebssysteme doch immer einige Schwierigkeiten, die nicht selten zu der Erkenntnis führten, daß ein neues System komplett neu eingerichtet werden muß. In größeren Firmen bedeutete dies nicht unerhebliche Anschaffungskosten. Mac OS ist ab dem System 7 Jahr-2000-kompatibel, und auch sonst sorgt Apple immer wieder mit kleinen Updates für eine kontinuierliche Erneuerung des Systems. Für den Herbst 1999 wird der Sprung von System 8.6 auf System 8.7 erwartet.⁹⁹ Im Frühjahr 1999 hat Apple auch die Verkaufsversion von Mac OS X Server auf den Markt gebracht. Dort steckt ein UNIX-System unter der Oberfläche und bringt alle Vorteile von diesem mit. Ob sich die Apple-Gemeinde jedoch mit der Konfigurationsvielfalt, die ein UNIX-Derivat mit sich bringt, schnell anfreunden wird, bleibt abzuwarten und dürfte eine Frage des Marketings werden. Jedenfalls ist Apple in diesem Bereich immer wieder für Innovationen gut; man beachte diesbezüglich den 1998 erschienen iMac. Mit solchen Produktinnovationen zeigen sich die Mannen um Steve Jobs als Trendsetter und eben nicht als Nachahmer.

6.8.4 Fazit

Ein eindeutiges Urteil, welches der untersuchten Systeme die zukunftssicherste Plattform ist, läßt sich nicht fällen. Erkennbar ist, daß die ‚Wintel-Welt‘ unter dem selbstgeschaffenen Innovationsdruck leidet, und die beiden Giganten inzwischen nicht mehr so harmonisch wie zu Beginn ihrer Liason miteinander agieren. Das eine Mal bietet die Hardware eine Leistung, die noch nicht gebraucht wird, das andere Mal fordert die Software eine Leistung, die noch nicht verfügbar ist. Im hart umkämpften PC-Markt gilt zudem die Regel, daß das, was im Moment des Erwerbs der Hardware noch als ultramodern gilt, spätestens in einigen Wochen als veraltet gelten kann. Ein Macintosh hingegen gilt als extravagant und etwas besonderes,

⁹⁹Dabei handelt es sich endlich um eine Version mit Multi-User-Zugang und einer Umstellung bei den Netzwerkprotokollen vom proprietären Apple-Talk auf das standardisierte TCP/IP.

und von daher ist er wenigstens in diesem Bereich zukunftssicherer als seine Kontrahenten, obgleich er vom Funktionsumfang des Betriebssystems auch nicht mehr und nicht weniger leistet. Linux hat gute Chancen, den ersten Platz als zukunftsichere Investition zu besetzen, da es nicht nur im Styling oder in der Featureritis zukunftsweisend ist, sondern auch bezüglich der Möglichkeiten zur Veränderung. Denn auch in der Computerbranche gilt die evolutionäre Weisheit, daß nur, wer sich verändert und anpaßt eine Zukunft hat. Das mag bei einem freien System, an dem sich jeder mit seinen Ideen beteiligen darf, am besten gelingen.

6.9 Kosten

Ein nicht unwesentlicher Faktor bei der Entscheidungsfindung zur Beschaffung eines Internetservers sind die Kosten.

6.9.1 Hardwarekosten

Sowohl Windows NT Systeme als auch Linux Systeme lassen sich auf den gleichen Hardwarekomponenten einrichten. Dank der großen Nachfrage und des daraus resultierenden großen Angebots, sind die einzelnen Komponenten, die zum Einrichten eines Computers nötig sind, günstig zu erwerben. Durch den Einsatz von Standardbauteilen lassen sich, Fachkenntnisse vorausgesetzt, geeignete Rechner zusammensetzen. Bei dem mannigfaltigen Angebot ist die Gefahr jedoch nicht zu unterschätzen, qualitativ den Anforderungen, die an einen Server gestellt werden, nicht zu entsprechen. Durch die Auswahl höherwertiger Komponenten steigt zwar der Preis, was aber vielfach mit höherer Zuverlässigkeit vergolten wird. Ein weiteres Problem stellt evtl. auftretende Inkompatibilität von Bauteilen untereinander dar.

Systeme für Windows NT lassen sich bereits ab 1.500,- € realisieren. Die Erfahrung zeigt jedoch, daß die Anforderungen an die Hardware, genauer an Arbeitsspeicher- und Festplattenbedarf sowie an Prozessorleistung, bei Updates oder neuen Systemversionen stark steigen. Es ist also mit Folgekosten beim Ausbau des Systems zu rechnen.

Linux dagegen verhält sich in der Regel genügsamer, da dieses System mit Ressourcen schonender umgeht und daher die Hardwareanforderungen als nicht ganz so hoch anzusetzen sind, wie dies bei Windows NT Systemen der Fall ist.

Scheut man vor einem Eigenbau eines Servers zurück, bieten diverse Firmen fertig zusammengestellte Systeme an, die zumeist zusammen mit einer Betriebssystemlizenz vertrieben werden. So bietet z. B. die Firma SGI vorkonfigurierte Systeme für Windows NT ab 3.500,- € an. Nach oben sind keine Grenzen gesetzt. Das teuerste System der gleichen Firma ist für rund 67.000,- € zu haben.¹⁰⁰

¹⁰⁰ vgl. DR. FRED HANTELMANN: *SGI stellt NT Workstation vor*, in CHRISTIAN HEISE (Hrsg.): *iX – Magazin für professionelle Informationstechnik*, Ausgabe 2/99, Hannover, Verlag Heinz Heise, 1999, S. 20

Doch auch unter Linux resp. UNIX stehen vorkonfigurierte Server zur Verfügung. Hier ist beispielsweise der *Cobalt Cube* der Darmstädter Firma Cobalt Networks¹⁰¹ zu nennen, dessen Preis sich auf etwa 1.500,- € beläuft.

Macintosh Systeme stehen hingegen nur vorkonfiguriert zur Verfügung. Da Apple zur Zeit kein explizites Serverbetriebssystem anbietet (abgesehen von Mac OS X, das jedoch nicht Gegenstand dieser Arbeit ist) und die Hardwareanforderungen des Softwarepakets WebSTAR zur Einrichtung eines Servers als eher gering einzustufen sind, läßt sich hier ein kleiner Server durchaus schon mit einem *iMac* vorstellen, der zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit für etwa 1.000,- € erhältlich ist. Höhere Belastungen vertragen jedoch die größeren Rechner von Apple, namentlich die PowerMacs G3, die mit unterschiedlicher Ausstattung für 1.500,- € bis 4.000,- € zu erwerben sind. Des weiteren bietet Apple seit Anfang Juni 1999 auch Systeme mit hochwertigeren Bauteilen ab etwa 3.700,- € an, die mit der hauseigenen Serversoftware *Apple Share IP* komplett vorkonfiguriert wurden.

6.9.2 Softwarekosten

Leichter als die Hardwarekosten lassen sich die Aufwendungen für die Software beziffern. Um einen Internet Server unter Windows NT einzurichten, bedarf es einer Lizenz für das Serverbetriebssystem Windows NT 4.0 Server. Diese beinhaltet auch Lizenzen für 5 Clients. Scheut man den Download des Option Pack, der den Internet Information Server 4.0 beinhaltet, muß eine CD-ROM-Version dieser Software besorgt werden. Zum Versand von Mails dient der im Option Pack enthaltene SMTP-Server. Der benötigte DNS-Server hingegen wird mit Windows NT 4.0 Server geliefert. Tabelle 6.9.2 listet den finanziellen Aufwand auf.¹⁰²

Betriebssystem	Windows NT 4.0 Server	770,- €
HTTP- und FTP-Server	Option Pack auf CD-ROM	130,- €
SMTP-Server	Teil des Option Pack	inkl. €
DNS-Server	DNS-Manager 4.0	inkl.
Summe der Aufwendungen		900,- €

Tabelle 6.4: Aufwendungen für Software für ein Windows NT System

Bei dieser Aufstellung sollte beachtet werden, daß im Gegensatz zu den anderen beiden Systemen bei Windows NT 4.0 Server kein vollwertiger Mailserver mitgeliefert wird. Es wird ausschließlich ein SMTP-Server zur Verfügung gestellt, so daß beispielsweise ein für einen Internetserver u. U. wichtige POP3-Server nicht realisiert werden kann. Um diese Aufgabe zu erfüllen, ist die Anschaffung eines geeigneten Softwarepakets notwendig, z. B. *Microsoft Exchange 5.5*, dessen Preis sich

¹⁰¹ <<http://www.cobaltnet.com>>

¹⁰² Die angegebenen Preise sind gerundet und verstehen sich inkl. MWSt. Sie wurden dem Produktkatalog der Firma MEGASOFT GMBH, Solingen (<<http://www.megasoft.de>>) entnommen und sind auf dem Stand von März 1999.

auf ca. 1.200,- € beläuft. Dieser bietet allerdings mehr als die Unterstützung des POP3-Protokolls.

Hinzuzurechnen sind noch Aufwendungen für diverse Tools und Hilfsprogramme, die hier nicht näher spezifiziert werden können.

Unter Linux geben die Kosten hingegen ein völlig anderes Bild ab. Hier ist lediglich eine geeignete Distribution zu besorgen, die in dem vorgestellten Fall von der Firma SuSE zu beziehen ist. Tabelle 6.9.2 listet den finanziellen Aufwand für ein Linux System auf.

Betriebssystem	Linux (SuSE Distribution 6.0)	50,- €
HTTP- und FTP-Server	Apache 1.3 und wu-ftpd 2.4	inkl.
SMTP-Server	Sendmail 8.8	inkl.
DNS-Server	BIND 4.9	inkl.
Summe der Aufwendungen		50,- €

Tabelle 6.5: Aufwendungen für Software für ein Linux System

Weitere Kosten entstehen nicht, da alle für den Betrieb eines Servers notwendigen Tools und Hilfsprogramme entweder mitgeliefert werden oder unter der GNU-Lizenz frei zu beziehen sind.

Das Macintosh System benötigt eine Lizenz für das Betriebssystem. Diese wird zwar mit der Hardware mitgeliefert, der Vollständigkeit halber sollte sie in diese Aufstellung aber mit einbezogen werden. Zudem ist eine Internetserver Software nötig, wobei die Entscheidung auf die WebSTAR Server Suite von Starnine fällt. Sie beinhaltet sowohl HTTP- und FTP-Server sowie einen Mailserver. Der DNS-Server MacDNS wird von Apple kostenlos zur Verfügung gestellt und ist über das Internet zu beziehen. Tabelle 6.9.2 listet den finanziellen Aufwand für ein Macintosh System auf.¹⁰³

Betriebssystem	Mac OS 8.6	100,- €
HTTP- und FTP-Server	WebSTAR Server Suite 4.0	570,- €
SMTP-Server	WebSTAR Server Suite 4.0	inkl.
DNS-Server	MacDNS 1.0.4	kostenlos
Summe der Aufwendungen		670,- €

Tabelle 6.6: Aufwendungen für Software für ein Macintosh System

Auch hier kommen diverse Sharewaregebühren für Tools und Hilfsprogramme hinzu, die für den Serverbetrieb notwendig sind. Eine Auswahl dieser Tools findet sich in Anhang J auf Seite 210.

¹⁰³Die Preisangaben sind gerundet, verstehen sich inkl MWSt. und basieren für Mac OS auf Angaben aus dem Apple Store (<<http://www.apple.com/germanstore/>>), für WebSTAR auf Angaben von Starnine (<<http://www.starnine.com/>>). Dollarpreise wurden mit Stand 31.05.1999 auf Euro umgerechnet.

6.9.3 Weitere Kosten

Über Kosten, die durch die Aufrechterhaltung des Betriebes entstehen, ist kaum objektive Literatur zu finden, weshalb hier keine eindeutigen Aussagen gemacht werden können. Grundtenor in einschlägigen Newsgroups und Diskussionsforen¹⁰⁴ ist jedoch, daß die mangelnde Stabilität, vor allem des Windows NT Systems, eine intensive Betreuung notwendig macht. Dies kann vor allem dann hohe Kosten verursachen, wenn professioneller Support zu Hilfe geholt werden muß. Diesen läßt sich, wie in Abschnitt 6.6 auf Seite 160 beschrieben, Microsoft teuer bezahlen.

6.9.4 Fazit

Linux erweist sich als das eindeutig günstigste System, da sein schonender Umgang mit Hardwareressourcen keine teuren Anschaffungen nötig machen. Zudem entstehen auch kaum Kosten für die, für einen Internetserver erforderlichen, Softwarekomponenten oder das Betriebssystem. Über die Folgekosten zur Gewährleistung eines reibungslosen Betriebes lassen sich zwar keine Angaben machen, doch es darf gemutmaßt werden, daß aufgrund der hohen Stabilität und Ausfallssicherheit hier kaum Kosten entstehen.

Windows NT hingegen erscheint finanziell ein Risiko. Die eigenen Erfahrungen bestätigen, daß die Mindestausstattung nach Angaben von Microsoft zum Betreiben von Windows NT in keinster Weise ausreichend ist. Das bedeutet, daß man von höheren Hardwarekosten auszugehen hat. Auch die Kosten für Software erscheint im Vergleich zu den beiden anderen vorgestellten Systemen eher teuer. Doch vor allem die Unkenntnis ob seiner Zuverlässigkeit lassen Zweifel aufkommen, ob sich ein vertretbarer finanzieller Rahmen überhaupt stecken läßt.

Macintosh Systeme sind, die Hardware betreffend, in der Regel teurer als die beiden anderen Systeme. Damit erkaufte man jedoch Kompatibilität und gutes Zusammenspiel von Hard- und Software. Die Kosten für die Erweiterung um geeignete Software für den Serverbetrieb halten sich jedoch in einem vertretbaren Rahmen. Das Fehlen objektiver Literatur über Aufwendungen, die im Zusammenhang mit einer Instandhaltung des Servers stehen, lassen jedoch eine zusammenfassende Beurteilung nicht zu.

¹⁰⁴u. a. <news://de.comp.os.ms-windows.nt>, <news://comp.os.ms-windows.nt.misc> oder <news://comp.os.ms-windows.nt.admin.misc>

Kapitel 7

Conclusio

And the winner is ...

Im Verlauf dieser Arbeit wurden von der Installation über die Konfiguration bis hin zum Betrieb der jeweiligen Betriebssysteme und Serveranwendungen die Stärken und Schwächen der einzelnen Systeme untersucht und bewertet. Dies alles, mit dem Ziel, am Ende das System zu ermitteln, das sich für den Einsatz als Internetserver für die anfangs definierte Zielgruppe am besten eignet.

7.1 Windows NT

Microsoft versucht mit all seiner Marktmacht, seit einem guten Jahrzehnt ein eigenes, selbstentwickeltes Betriebssystem am Servermarkt zu etablieren. Dazu wurden nicht unerhebliche Mittel, insbesondere finanzieller Art, aufgewendet. Entstanden ist dabei ein *Windows*, das sich bezüglich der Benutzeroberfläche auf seine bekannten und verbreiteten Vorgänger stützt und somit viele Benutzer gefunden hat. Microsoft beherrscht den Markt der Desktop-Betriebssysteme mit einem faktischen Monopol, welches genutzt werden sollte, um auch die Welt der Großrechner und Server zu erobern und dabei die Vielfalt ihrer Desktop-Windows-Welt mit einzubringen.

Die Frage ist allgemein, ob dieser Eroberungszug als gelungen gelten kann, und sie stellt sich im Rahmen dieser Arbeit besonders in bezug darauf, ob dies auch für Internetserver gelten kann. Die Antwort darauf lautet z.Z.: Zu einem Drittel. Microsoft Windows NT 4 Server in Kombination mit dem Internet Information Server 4 hat in kurzer Zeit einen respektablen Anteil von 33% am Internetservermarkt erobert. Allerdings ist es beachtenswert, daß Microsoft Firmengrößen wie STEVE BALLMER das Produkt aus ihrem Hause schlechter bewerten als das der

Konkurrenz.¹

Für Microsoft gilt heute wie zu Beginn, daß Leistungen eher eingekauft, als selbst entwickelt werden, oder, wenn sie im eigenen Hause entstehen, oftmals Imitationen der Entwicklungen anderer Firmen sind. Für die hier bewertete Produktkombination gilt daher, daß einerseits der Leistungsumfang des Option Packs beachtlich ist, da viele verschiedene Dienste, die für einen Internetauftritt wichtig sein können, enthalten sind. Andererseits aber läßt die Qualität der einzelnen Dienste häufig zu wünschen übrig, da es an Stabilität mangelt und das System unter hoher Last zusammenbrechen kann. Auch wirkt es sich negativ aus, daß die Neuentwicklung die Anwender von 16-Bit-Windows-Software nicht gänzlich zurücklassen wollte. So ist Windows NT ein System, das es allen recht machen wollte, sich nun aber nicht für alle Szenarien eignet. Mit Windows 2000 will Microsoft einen überzeugenden Versuch machen. Ob das gelingt, wird sich voraussichtlich ab Ende des Jahres testen lassen.

Windows NT ist nicht nur relativ instabil, sondern auch teuer. Die Anschaffungskosten sind zwar auch für kleinere und mittelständische Unternehmen tragbar, ein evtl. notwendig werdender Support ist allerdings mit teilweise erheblichen Zusatzkosten verbunden. Und falls ein Mitarbeiter das System auch wirklich beherrschen soll, ist eine Schulung dieses Mitarbeiters gefordert. Denn trotz graphischer Benutzeroberfläche ist es ein Serverbetriebssystem und keine einfach zu handhabende Einzelplatzumgebung.

7.2 Linux

Linux ist in Mode! In Fachkreisen, in Management-Etagen und nicht zuletzt in den Medien findet seit dem vergangenen Jahr dieses freie Betriebssystem zunehmend Beachtung. Falls man das nicht schon vom Jahr 1998 behaupten möchte, so scheint es wahrscheinlich, daß, entgegen allen anderslautenden Kalendern, 1999 das Jahr des Pinguins wird.² Doch ist dies auch gerechtfertigt? Kann Linux die Erwartungen erfüllen, die an ein Betriebssystem für Internetserver gestellt werden?

Zum Abschluß der vorliegenden Arbeit müssen diese Fragen mit einem klaren *Ja* beantwortet werden. Das hier vorgestellte Linux System zeigte sich gegenüber den anderen beiden Systemen in allen untersuchten Bereichen als gleichwertig oder überlegen. Keines der anderen Systeme verfügt über derart mächtige Werkzeuge zur Administration, wie dies bei Linux der Fall ist. Soll der Server aus der Ferne administriert werden, so kommt von den hier untersuchten Systemen nur Linux in Frage, da es sich als einziges ohne zusätzliche Hard- oder Software vollständig fernsteuern läßt. Die hohe Stabilität des Betriebssystems und die Möglichkeit, fast

¹ Auf einer Rede in Wien verglich BALLMER IIS mit Apache und kam zu dem Schluß, letzterer sei „einfach besser“. vgl. Verlag Heinz Heise (Hrsg.): *news – Ballmer: Apache ist einfach besser*, 31.05.1999, <<http://www.heise.de/newsticker/data/jo-31.05.99-000/>> (01.06.1999)

² Wer sich nun fragt, was ein Pinguin mit Linux zu tun hat, dem sei verraten, daß es sich bei diesem Vogel, *Tux* mit Namen, um das offizielle Linux-Maskottchen handelt.

alle Konfigurationsänderungen im laufenden Betrieb durchzuführen, ermöglichen eine hohe Verfügbarkeit des Servers. Darüber hinaus handelt es sich bei Linux um das am besten dokumentierte Betriebssystem überhaupt. Auch in bezug auf professionellen Support kann Linux mittlerweile mit seinen kommerziellen Mitstreitern konkurrieren.

Alle für einen im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Internetserver notwendigen Anwendungen sind für Linux verfügbar und unterliegen im Unterschied zur Software für Windows NT und MacOS der GPL. Das Argument, daß Open Source Software gegenüber kommerziellen Programmen von schlechterer Qualität sei, da kein mehr oder minder hoch bezahltes Entwicklerteam dahinter steht, wird durch die Realität entkräftet. Viele Open Source Programme können als mindestens gleichwertig zu kommerziellen Programmen derselben Kategorie angesehen werden. BIND, Apache, Sendmail und nicht zuletzt Linux selbst sind Beispiele dafür. Der Support für solche Programme ist ebenfalls vielfach dem für kommerzielle Software ebenbürtig, wenngleich aber kein Anspruch darauf besteht. Der augenfälligste Vorteil von Open Source mag es sein, daß die Programme kostenlos bezogen werden können. Wichtiger ist jedoch u. U., daß der Source Code mitgeliefert wird und verändert werden kann, so daß eine Abhängigkeit vom entsprechenden Software-Produzenten faktisch ausgeschlossen ist. Auch ist somit die Möglichkeit gegeben, Programme individuell anzupassen oder in andere Programmpakete einzubinden.

Als echtes Multi-User Betriebssystem spielt Linux gerade im Netzwerk seine Fähigkeiten voll aus. Die Fülle der Möglichkeiten, die dieses System im Netz bietet, konnte hier – wenn überhaupt – nur ansatzweise erörtert werden. Die Bedienung des Systems ohne GUI erweist sich als einer der entscheidendsten Vorteile von Linux gegenüber den anderen beiden Systemen. Keine graphische Umgebung kann die gleiche Flexibilität und Geschwindigkeit einer einfachen Shell bieten. Kann man unter Linux mit Hilfe einer Kommandozeile oder eines Scripts buchstäblich Berge versetzen, erweist sich das Versetzen desselben Bergs unter Windows NT oder MacOS oftmals als schwierig, wenn nicht unmöglich. Man kann darüber streiten, ob diese Mächtigkeit auf einem Endbenutzersystem, das möglicherweise auch von weniger versierten Anwendern benutzt wird, zugunsten einer intuitiveren graphischen Umgebung aufgegeben werden sollte, für einen Server jedoch wäre ein solcher Streit schnell entschieden.

Schließlich ist Linux auch noch das mit Abstand kostengünstigste System, sowohl was die Hardware betrifft als auch in bezug auf die Software. Da ein einmal eingerichtetes Linux System stabil und zuverlässig arbeitet, kann der kostenintensive Wartungs- und Administrationsaufwand niedrig angesetzt werden. Die hohe Ausfallsicherheit sollte entscheidend dazu beitragen, daß Kosten durch Nicht-Verfügbarkeit des Servers vermieden werden können.

Trotzdem kann kein klares Votum zugunsten von Linux ausgesprochen werden. Denn dieses System zwingt den Betreiber mehr als die beiden anderen, sich mit dem Server auseinanderzusetzen. Einerseits dürfte für viele Benutzer, die bisher lediglich Erfahrungen im Umgang mit Betriebssystemen gesammelt haben, die eine graphische Benutzeroberfläche bieten, der Einstieg in die Welt der Kommandozeile nicht

leicht sein, so daß zunächst mit vergleichsweise hohen Kosten für die Einarbeitung gerechnet werden muß. Dabei ist Linux nicht benutzerunfreundlich, allenfalls ist es gewöhnungsbedürftig.³ Andererseits erfordert gerade die Mächtigkeit des Systems eine äußerst gewissenhafte Einrichtung, da Sicherheitslücken nicht nur durch fehlerhafte, sondern auch schon durch unachtsame Konfiguration des Systems entstehen können. Auch hierfür ist mit einem hohen anfänglichen Aufwand zu rechnen, wenn kein Personal mit Linux- oder UNIX-Erfahrung zur Verfügung steht.

Ist jedoch solches Personal verfügbar oder die Zeit vorhanden, sich mit dem System intensiv zu beschäftigen, dann ist Linux für die hier untersuchten Aufgaben das geeignetste System.

7.3 Mac OS

Im Verlauf dieser Arbeit zeigte sich, daß es möglich ist, mit einem Betriebssystem wie Mac OS 8.6, das eigentlich für den Einzelplatz konzipiert ist, einen leistungsfähigen und zuverlässigen Internetserver aufzubauen.

Das Macintosh System besticht dabei vor allem durch die Einfachheit in Bedienung. Die Installation des Betriebssystems, wie auch der WebSTAR Server Suite, geht schnell und unkompliziert vonstatten. Auch für die Einrichtung und Administration sind umfassende Kenntnisse nicht unbedingt erforderlich. Zudem hilft bei der Einrichtung die umfangreiche und gute Dokumentation, die mit der WebSTAR Server Suite mitgeliefert wird. Doch es bedarf einiges Engagements, um alle Tools und Softwarekomponenten zusammenzusuchen, die benötigt werden, um einen Server einzurichten. Utilities, die Funktionen wie Ping, NSLookup etc. mitbringen und für den laufenden Betrieb unabdingbar sind, müssen erst ausfindig gemacht und besorgt werden. Es ist Aufgabe des Administrators, aus einem Einzelplatzsystem eine Serverbetriebssystem zu machen.

Auch für die wichtigsten Aufgaben der Administration sind Programme und Tools verfügbar, obwohl sie zumeist über Drittanbieter beschafft werden müssen. Selbst die Fernwartung ist mit Hilfe von speziellen Anwendungen möglich, wenn sie auch derzeit eher als lediglich für Notfälle geeignet angesehen werden muß. Doch dieser Umstand bietet wiederum einen nicht unwesentlichen Vorteil: da er kaum Angriffspunkte für den unbefugten Zugang bietet, kann der auf Macintosh basierende Server als das sicherste System angesehen werden.

Ist alle Software zusammengetragen und der Webserver fertig konfiguriert, stehen alle Dienste zur Verfügung, die benötigt werden, um eine eigene Website zu betreiben und durch zeitgemäße Funktionalitäten zu erweitern. Starnine liefert mit der Server Suite ein umfangreiches Paket an zusätzlichen Modulen für den Server. Darüber hinaus unterhält der Hersteller auf seiner Internet-Site ein Verzeichnis, das einen Überblick über die von Fremdanbietern erstellten Erweiterungen verschafft.

³Eine beliebte Antwort von Linux-Usern auf die Behauptung, das System sei nicht benutzerfreundlich, ist: „Linux ist benutzerfreundlich – aber es ist nicht ignorantenfreundlich.“

Auch lassen sich auf schnelle und einfache Art und Weise Datenbanken in Internetpräsentationen einbinden und mit der Schnittstelle zu *WebObjects* wird zudem die Möglichkeit geschaffen, große Datenbanksysteme wie *Oracle* u. a. einzubinden. Selbst aufwendige E-Commerce Anwendungen lassen sich mit WebSTAR realisieren.

Lediglich die schlechte Speicherverwaltung muß kritisiert werden. Mangelnder Speicherschutz und fehlendes preemptives Multitasking können während der Arbeit mit dem Computer zu Abstürzen und damit zu Serverausfällen führen. Mit der Neugestaltung des Betriebssystemkernels in Mac OS 8.6 will Apple diese Probleme minimieren, doch gänzliche Abhilfe wird wohl erst das neue Betriebssystem Mac OS X schaffen.

Nach den hier vorgelegten Untersuchungen erscheint es durchaus denkbar, daß kleinere und mittlere Firmen, deren LANs ohnehin auf Macintosh basieren, das Netzwerk um einen Internetserver bereichern, der auf bereits vorhandenen Komponenten aufsetzt. Damit läßt sich der Dienst am Kunden erweitern, und Geschäftspartner und Interessierte können mit aktuellen Informationen versorgt werden.

Ist jedoch eine Internetpräsentation im großen Stil geplant, und sind hohe Zugriffszahlen zu erwarten, empfiehlt es sich, einen Macintosh im Netz zu opfern und Linux zu installieren.⁴

7.4 Fazit

Computer sollten nach dem Verständnis der Autoren die Aufgaben der Menschen bewältigen und damit dem Menschen dienen. Dieser Forderung kann nur ein System gerecht werden, das flexibel ist und den jeweiligen Bedürfnissen entsprechend eingerichtet werden kann. Das bedeutet, daß sich das System nach dem Menschen richten muß und nicht der Mensch nach den Vorgaben des Systems.

Es hat den Anschein, daß nur Linux bzw. UNIX und seine Derivate, zu denen inzwischen auch Apples neues Betriebssystem Mac OS X zu zählen ist, tatsächlich in der Lage sind, diesem Anspruch auch gerecht zu werden. Die Vielfalt der Anpassungsmöglichkeiten, die diese Systeme bieten, ist so groß, daß mit Fug und Recht behauptet werden kann, daß sich für nahezu jedes Problem eine gelungene Lösung finden läßt.

Aus diesem Grund und in Anbetracht der in dieser Arbeit dargestellten Vergleichsergebnisse ergibt sich, daß Linux mit der beschriebenen Serversoftware am geeignetsten für den Aufbau eines Internetserver für die avisierte Zielgruppe ist.

Die beiden anderen Systeme sind aber für die gestellte Aufgabe nicht grundsätzlich ungeeignet. Insbesondere wenn der angehende Administrator bereits über Erfahrung mit dem jeweiligen System verfügt, kann eine Lösung auf Basis von Win-

⁴Linux ist auch für den PowerPC erhältlich. Anbieter sind z. B. Apple Computer mit dem Projekt *MKLinux*, <<http://www.mklinux.apple.com/>> oder LinuxPPC, <<http://www.linuxppc.org>>.

dows NT oder Mac OS vorteilhaft sein. Allerdings sollten die beschriebenen Einschränkungen beachtet werden. Weiterhin sollte bedacht werden, daß der Aufbau eines Servers mit einem dieser Betriebssysteme mit einer Abhängigkeit vom jeweiligen Hersteller einhergeht. Schließlich darf auch bei diesen vermeintlich einfacher einzurichtenden Systemen der Einarbeitungsaufwand nicht unterschätzt werden. Kommt es zu Problemen beim Serverbetrieb, sind von der Standardinstallation abweichende Konfigurationen notwendig oder muß auf Sicherheitsaspekte besonders Wert gelegt werden, ist eine mindestens ebenso gründliche Einarbeitung in Windows NT resp. Mac OS und die dazugehörigen Softwarekomponenten notwendig, wie dies bei einem Linux System vorausgesetzt werden muß.

Vor dem Aufbau eines Internetservers sollte die Frage nach dem Serversystem sorgfältig erwogen werden, da die verschiedenen Lösungen je nach Anforderungen unterschiedlich gut geeignet sind, einen solchen Server zu realisieren.

Anhang A

Das Netzwerk *sol.sector*

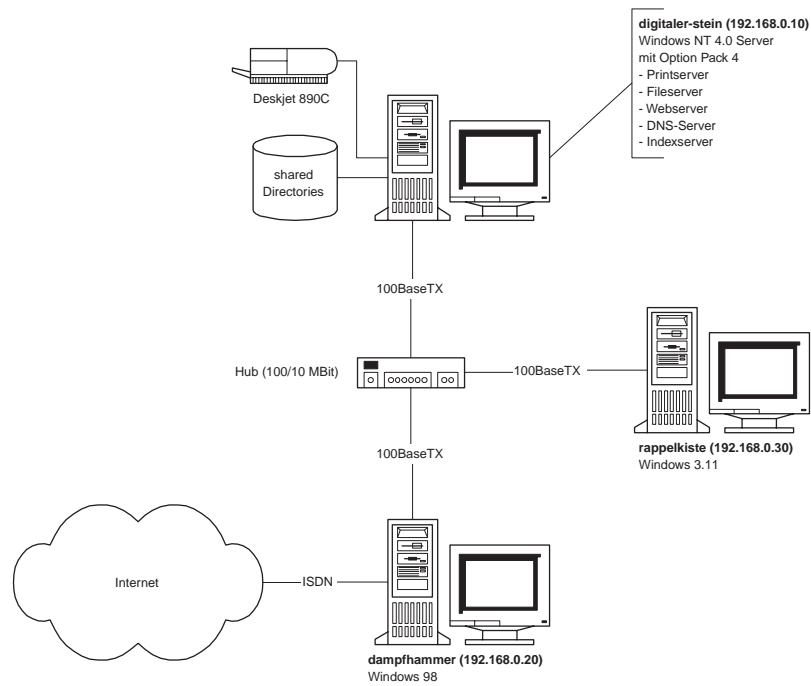


Abbildung A.1: Netzwerktopologie *sol.sector*

Anhang B

Das Netzwerk *dieburger52.de*

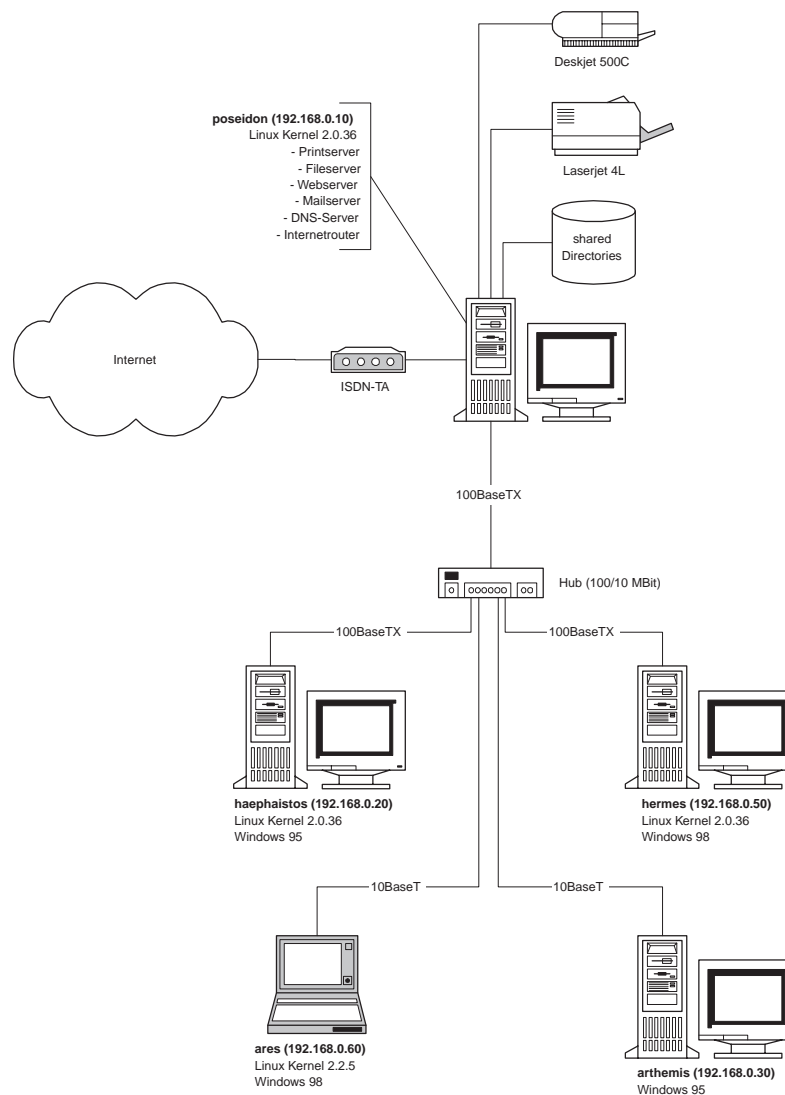


Abbildung B.1: Netzwerktopologie *dieburger52.de*

Anhang C

Das Netzwerk *macserver.de*

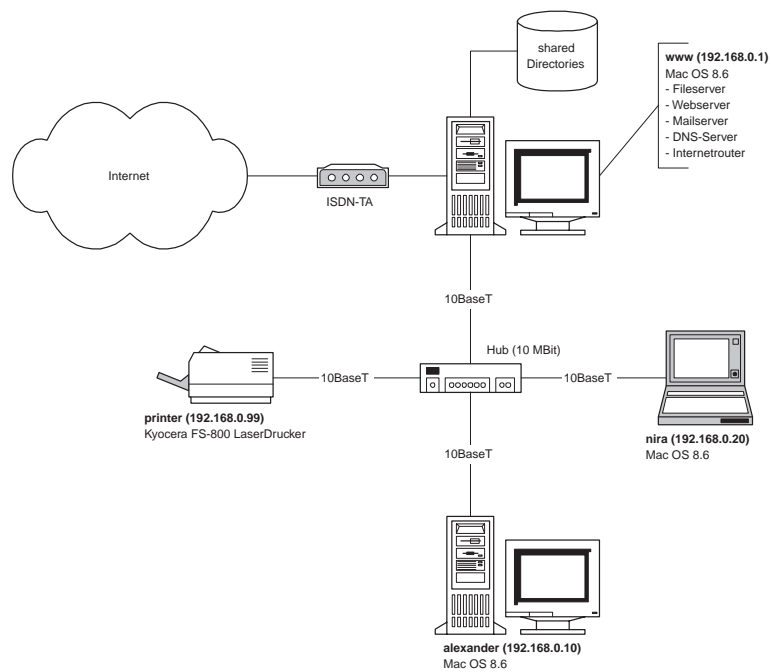


Abbildung C.1: Netzwerktopologie *macserver.de*

Anhang D

Die Installation von Windows NT – Ein Erfahrungsbericht

Runde 1:

Als erstes ging es also zunächst einmal darum NT4 zu installieren. Laut Anleitung soll das bei einem BIOS, welches es erlaubt von CD zu booten, ganz einfach geschehen: CD einlegen und los doch außer der netten Meldung, daß es auf der Festplatte nichts zu booten gäbe, und der Aufforderung doch die erste der angeblich beigelegten Bootdisketten einzulegen geschah nichts. Im Handbuch fand sich aber immerhin der freundlich Hinweis, daß man die Bootdisketten auch von selbst erzeugen könne, wenn man denn welche bräuchte. Und ich brauchte welche. Doch, so stellte ich mir die Frage, wie solle daß jemand tun, der keinen zweiten, lauffähigen Computer in seiner Nähe hat, denn schließlich will er ja gerade den einen neuen einrichten. Wahrscheinlich geht Microsoft davon aus, daß es sich bei jemandem, der einen NT-Server installiert, ausschließlich um einen Systemadministrator handeln kann, der als solcher in einer Firma arbeitet in welcher viele lauffähige Rechner stehen, bzw. daß die Firma sich gleich einen fertig eingerichteten NT-Server, wie beispielsweise die *Kayak XW Visualize-fx6* von Hewlett-Packard kauft.¹

Runde 2:

Doch davon ließ ich mich natürlich nicht zurückhalten, und bootete mit einer zweiten Festplatte ein bereits installiertes *Windows 98*, legte die NT4 CD ein und erstellte mit einem zugehörigen, kleinen DOS-Program drei Disketten. Dabei lernte ich, daß dieses Utility nur dann die Disketten beschreiben kann, wenn diese formatiert oder leer sind, was aber erst später ein Problem werden sollte. An diesem Punkt kam ich jedoch einfach der Aufforderung nach und löschte drei alte Disketten. Daraufhin wurden mir die Startdisketten erstellt und ich fuhr mein System wieder herunter, tausche die Platten und bootete von der ersten Startdiskette. Das dauert eine Weile, dann will die Installationsroutine die zweite Diskette, dann die dritte - um mir dann zu sagen, daß drei formatierte oder leere Disketten gebraucht würden! Die eben

¹vgl. FRED HANTELMANN, MICHAEL RIEPEIN: *Sechser mit zwei* in CHRISTIAN HEISE (Hrsg.): *iX - Magazin für professionelle Informationstechnik*, Ausgabe 01/99, Hannover, Verlag Heinz Heise, 1999, S. 58 ff.

verwendeten Disketten, mit denen man sich bis zu diesem Punkt vorgearbeitet hatte, wurden prompt ignoriert, und jeder Versuch diesen Menüpunkt irgendwie zu umgehen, oder das System irgendwie wenigstens dazu zu bewegen die Disketten erneut zu bespielen, scheiterten.

Runde 3:

An dieser Stelle blieb keine andere Wahl als mit F3 die Installation zu verlassen, die Platte wieder zu wechseln, erneut *Windows 98* zu booten, die Disketten wieder zu löschen, wieder die Platten zu wechseln und mit einer Bootdiskette von *MS-DOS 6.2* zu starten.

Doch sogleich ergab sich ein neues Problem: Wie an den Inhalt der CD herankommen? Die alte DOS-Version bootete standartmäßig keine CD-ROM-Laufwerke und keine SCSI-Geräte, noch macht sie einen Zugriff auf CD-ROM-Laufwerke überhaupt möglich. Also noch eine Runde *Windows 98* starten, diesmal eine *Windows 98* Startdiskette erstellen, die beim Booten auch SCSI-CD-ROM-Laufwerke erkennt, und den Rechner neu starten² Leider war ich dem Beginn der Installation auch nun noch nicht entscheidend näher gerückt, sondern mußte feststellen noch immer in der Prä-Installationsphase zu stecken, da diesmal zwar ein CD-ROM-Laufwerk erkannt und ein Laufwerksbuchstaben zugewiesen wurde, aber aus einem mir unbekanntem Grund mir darauf kein Zugriff gestattet wurde. Vielleicht nicht der richtige DOS-Treiber, aber vielleicht auch ein Interrupt-Problem, denn die lapidare Fehlermeldung lautete ‚Fehler bei INT24‘.

Runde 4:

Inzwischen begann ich doch den Gerüchten Glauben schenken zu wollen, daß Microsoft Betriebssysteme von einer gewissen Dürftigkeit sein sollen, denen allein stets die Marktmacht, die zweifelhaften Lizenz- und Verkaufspraktiken und die Quasi-Monopolstellung von Microsoft zu weiter Verbreitung geholfen haben. Aber so schnell wollte ich mich ja auch nicht geschlagen geben. Also startete ich abermals *Windows 98*, und kopierte kurzerhand die komplette Windows NT-CD auf die zweite Festplatte. So konnte ich beim anschließenden Neustart auf das CD-ROM-Laufwerk verzichten und endlich wieder in die Setup-Routine von NT4 gelangen. An dem Punkt, da sie drei Startdisketten erstellen möchte, gab es diesmal keine Probleme, da die drei Disketten inzwischen wieder leer und bereit waren.

Nachdem sie bespielt wurden, begann die eigentliche Vorbereitung der Installation von Seiten des Betriebssystems: Es kopierte für den ersten Systemstart scheinbar das ganze zukünftige Betriebssystem in ein temporäres Verzeichnis auf der Festplatte und entpackte die überspielten Dateien dabei zugleich. Das dauerte etwa eine halbe Stunde, und ist wohl insbesondere von der Geschwindigkeit der Festplatte abhängig. Und wahrscheinlich wäre das auch schneller gegangen, wären die Installationsdateien nicht auf der gleichen Platte gewesen, so daß Lese- und Schreibzugriffe sich immer abwechseln mußten.

Runde 5:

²Dabei sei bemerkt, daß es immer eine gewisse Zeit dauert, bis ein Computer bootet, insbesondere dann, wenn er auch noch einen SCSI-Controller beherbergt, so daß ich, mit den nachfolgenden Neustarts, sicherlich eine Stunde allein mit Booten verbracht habe.

Nach einem weiteren Neustart endlich das erhebende Gefühl voran zu kommen: Der Rechner bootete von Festplatte und zeigte den blauen NT-Startbildschirm, in welchem er seine Betriebssystemversion, die Anzahl der Prozessoren und seine RAM-Bestückung kundtut. Nachdem man sich den Lizenz-Vertrag durchgelesen hat, gelangt man in einen Auswahlbildschirm in dem man, sofern die Maus funktioniert,³ die Zubehörkomponenten der zu installierenden Windows-Umgebung auswählen kann. Da wären zum Beispiel verspielte 3D-Mauszeiger, Hintergrundbilder für den Desktop, Taschenrechner, Kartenspielchen oder Eingabehilfen für Behinderte.⁴ Anschließend werden die Dateien aus dem temporären Verzeichnis von ‚Runde 4‘ an ihren endgültigen Bestimmungsort, in einem neuen Verzeichnis, vorschlagener Weise nach ‚winnt‘ kopiert, womit die Daten nun also bereits in dreifacher Form auf der Platte lagen. Das belegt nicht gerade wenig an Platz, sprich zusammen kanpp 500 MB! Anschließend wurde ich gefragt, ob ich eine ‚Notfall-Diskette‘ erstellen wolle, doch im hoffnungsvollen Glauben endlich alle Hürden überwunden, und schon mehr Zeit des Tages als geplant geopfert zu haben, lehnte ich dies ab...

Daran schloßen sich einige Fenster an, in denen man seine Netzwerkkarte angeben und deren Treiber installieren kann. Danach ist die Installation erfolgreich abgeschlossen. Und das System muß neu gestartet werden. . .

Runde 6:

Endlich! *Windows NT 4 Server*! Ein geglückter Neustart, ein NT-Logo, ein Anmeldebildschirm. Das zuvor in Runde 6 vergebenen Administratorpaßwort eingegeben⁵ und dann die erhoffte, bekannte Umgebung im Look von *Windows 95*. Natürlich nur in 16 Farben und einer Auflösung von 640x480 Bildpunkten, bei gerademal 60 Hz. Damit bereitet ein dauerhaftes Arbeiten Augenschmerzen und Kopfschmerzen, weswegen ich mich als erstes daran machte den mitgelieferten Treiber meines Graphikkartenherstellers zu installieren. Bis vor einem Jahr war das noch keine Selbstverständlichkeit, daß Hardwarehersteller ihren Produkten auch Treiber für NT4 mitlieferten. Ich entsinne mich da an einige vorangegangene Installationsversuche als der Hype um NT4 gerade begann, und ich, als PC-Freund da natürlich auch mal sehen wollte, wovon alle Welt sprach. Doch diesmal klappte es erstaunlich gut, obgleich die 3D-Fähigkeiten der Karte unter NT4 nicht ganz ausgereizt werden können, da dafür zusätzlich nötige Software, wie DirectX, kein Bestandteil von NT4 ist. Nach einem weiteren Neustart hatte ich also eine ordentliche Auflösung von 800x600 dpi auf meinem 15"-Zoll Monitor, bei Truecolor und 85 Hz.

Schnell noch den Treiber für die Soundkarte installieren, dachte ich mir, auch wenn in einem Web-Server prinzipiell keine Soundkarte von Nöten ist. Es geht ja, gerade als Administrator eines Systems, irgendwo auch ums Prinzip, darum die Maschine zu beherrschen und sich nicht von ihr beherrschen zu lassen. Und siehe da: Noch ein Neustart später tönten aus den Lautsprechern die spährische Startmelodie von NT. Blieben jetzt an Hardware, deren Treiber noch fehlten, der Drucker, der Scanner und die ursprünglich ebenfalls eingebaute ISDN-Karte. Drucker und Scanner

³was nur bei Seriellem oder PS/2 Anschluß der Fall ist, nicht aber bei USB, obgleich ich dennoch mit französischen Fehlermeldungen rechnete. . .

⁴Installationshilfen für Administratoren wären ebenso wichtig gewesen!

⁵hätte ich es ahnen sollen, daß ‚DOOM‘ hierfür eine geradezu prophetische Wahl war?

gingen genauso Problemlos wie Graphik- und Soundkarte. Die ISDN-Karte schien auch einfach zu werden: Erst die Treiber für die Karte selbst -wieder ein Neustart-, dann die virtuellen Modems, die die Karte simulieren soll und die auf der CAPI-Schnittstelle aufsetzen, damit man über sie später per DFÜ-Netzwerk eine Verbindung zum Internet herstellen kann.

Doch da passierte es: Während des Bootvorgangs stoppte das System, und mit weißer, zerfledderter nur teilweise lesbarer DOS-Schrift auf schwarzem Grund wurde mir mitgeteilt, daß ein Fehler vorliege, welcher darauf beruhe eine bestimmte Datei nicht laden zu können (ich vermute, den CAPI-Treiber), weswegen ich mit den Startdisketten neu starten solle und dann die ‚Option R‘ auswählen müßte, um das System wieder herzustellen. ‚Option R‘, welche leider erst nach dem Laden der 3. Startdiskette auszuwählen ist, forderte mich dann auf, entweder die bereits erwähnte Notfall-Diskette einzulegen, oder aber einfach ‚Escape‘ zu drücken, dann würde die Festplatte auf eine bereits vorhandene NT-Installation überprüft und eventuelle Fehler beseitigt, indem der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt wird. Aber nach dem Drück von ‚Escape‘ und dem Verstreichen einiger Sekunden erschien bloß eine weitere Fehlermeldung, daß angeblich keine NT-Installation auf der Festplatte existiert, und man deswegen doch die Notfall-Diskette einlegen soll. . .

Eine Möglichkeit an dieser Stelle eine Notfall-Diskette zu erstellen wurde natürlich nicht gegeben, so daß ich in der Tat DOOM dran war...

Runde 7:

Im Beginn nichts Neues. Es gab keine Möglichkeit die Installation zu retten, also konnte ich an dieser Stelle nur noch einmal das komplette System neu installieren. Diesmal jedoch unterließ ich es *zu* ehrgeizig zu sein, und baute die ISDN-Karte einfach in einen anderen Rechner ein, da es für das Ziel einer Beschreibung und eines Vergleiches der verschiedenen Server-Systeme nicht notwendig war eine tatsächliche Internetverbindung herstellen zu können.

Am Ende stand also nun ein laufendes Betriebssystem NT-Server, und ein Diplomat, der sich seiner Wahl vorläufig unsicher war, ob er denn das richtige Thema und in diesem den richtigen Part sich ausgesucht hatte. Es schien als sei dieser Installations-Marathon erst der Beginn der Reise. . .

Sören Jung, März 1999

Anhang E

Windows NT C2-Zertifikat

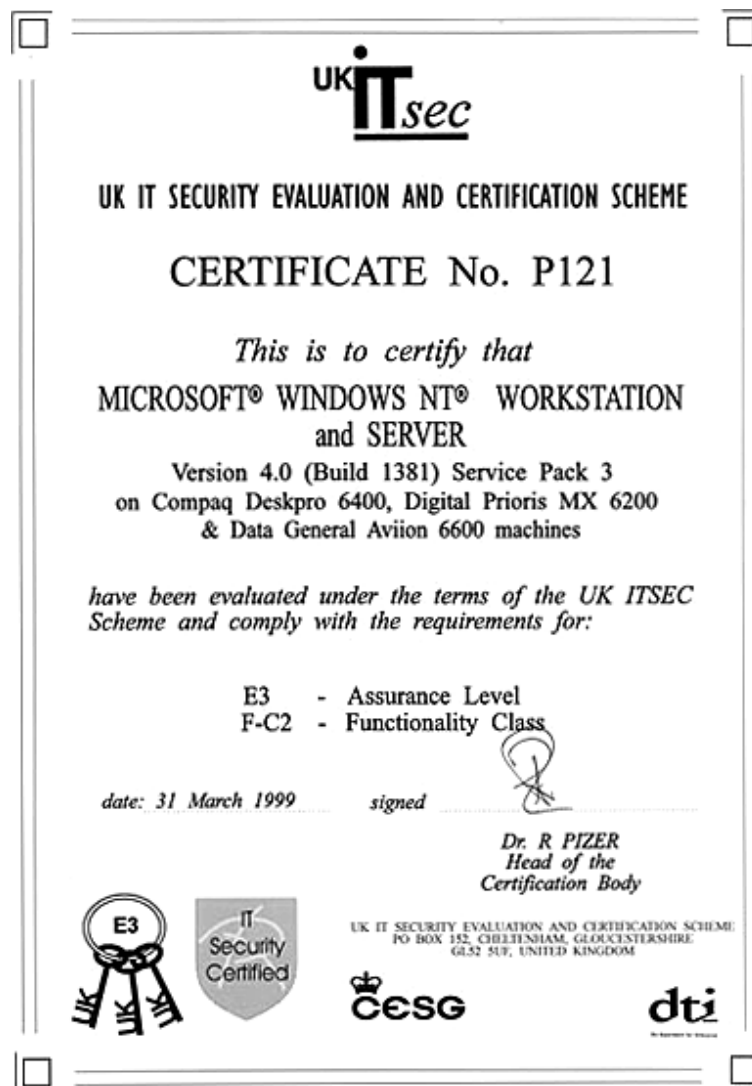


Abbildung E.1: C2-Zertifikat für Windows NT

Anhang F

Wichtige Dateien und Verzeichnisse unter Linux

<i>/boot</i>	Der Boot-Kernel und die System Map finden sich normalerweise in diesem Verzeichnis. Wird Linux über <i>loadlin</i> gestartet, findet sich der Kernel im <i>loadlin</i> -Verzeichnis auf einer DOS-Partition.
<i>/etc/dev</i>	In diesem Verzeichnis liegen die Devicefiles, über die mit den entsprechenden Geräten (Festplatten, Schnittstellen usw.) kommuniziert werden kann.
<i>/etc</i>	In diesem Verzeichnis finden sich fast alle wichtigen Konfigurationsdateien.
<i>/etc/aliases</i>	In dieser Datei stehen die Mail-Aliase.
<i>/etc/crontab</i>	Diese Datei wird von <i>crond</i> verwendet, um die System-Cronjobs durchzuführen. Crontabs einzelner User finden sich in <i>/var/cron/tabs</i> .
<i>/etc/fstab</i>	In dieser Tabelle stehen Informationen über die vorhandenen Dateisysteme (z. B. Festplattenpartitionen), deren Mount Points sowie wann und mit welchen Optionen sie in den Dateibaum eingehängt werden. <i>/etc/fstab</i> wird beim Booten und bei der Ausführung von <i>mount</i> -Befehlen konsultiert.
<i>/etc/group</i>	Diese Datei beschreibt die Benutzergruppen des Systems.
<i>/etc/HOSTNAME</i>	Hier steht der Name des Rechners ohne Domain.
<i>/etc/host.conf</i>	Diese Datei wird vom Resolver benutzt und legt u. a. fest, welche Dienste für die Namens- und Adreßauflösung in welcher Reihenfolge abgefragt werden sollen.
<i>/etc/hosts</i>	In dieser Datei stehen Zuordnungen von IP-Adressen und Rechnernamen.
<i>/etc/httpd</i>	In diesem Verzeichnis werden die Konfigurationsdateien des

	Apache Webservers abgelegt, sofern er von der SuSE-Distribution installiert wird. Andere Distributionen legen diese Files in <i>/var/httpd/conf</i> ab. Wird der Apache nicht als Teil einer Distribution installiert, so finden sich die Konfigurationsdateien normalerweise in <i>/usr/local/apache/conf</i> .
<i>/etc/inetd.conf</i>	Dies ist die zentrale Konfigurationsdatei des <i>inetd</i> Internet Super-Servers.
<i>/etc/ld.so.conf</i>	In dieser Datei finden sich die Pfade zu den Systembibliotheken.
<i>/etc/passwd</i>	In dieser Datei sind die Benutzer samt Paßwort eingetragen. Da der Paßworteintrag im Klartext in dieser Datei ein Sicherheitsrisiko darstellt, wird heute auf Linux zumeist das <i>Shadow Password</i> System verwendet. Die Paßwortfelder von <i>/etc/passwd</i> werden dann durch ein <i>x</i> ersetzt und finden sich in verschlüsselter Form in der Datei <i>/etc/shadow</i> .
<i>/etc/rc.config</i>	Diese Datei ist spezifisch für die SuSE-Distribution. Hier werden Variablen gesetzt, die von diversen Scripten (meist den Startscripten) ausgelesen werden. Außerdem werden aus <i>/etc/rc.config</i> mit Hilfe des Programms <i>SuSEconfig</i> verschiedene andere Konfigurationsdateien erzeugt.
<i>/etc/rc.d</i>	Unterhalb dieses Verzeichnisses finden sich die Startscripte des Linux System, i. e. die Scripte, die beim Wechsel in einen bestimmten Runlevel ausgeführt werden sollen. Bei der SuSE-Distribution ist das Verzeichnis aus Kompatibilitätsgründen auch nach <i>/sbin/init.d</i> gelinkt.
<i>/etc/resolv.conf</i>	Diese Datei dient dem Resolver zur Konfiguration der Nameserverabfragen.
<i>/etc/route.conf</i>	Aus dieser Datei wird bei SuSE-Linux mit Hilfe des Scripts <i>/sbin/init.d/route</i> die statische Routing-Tabelle angelegt.
<i>/etc/sendmail.cf</i>	Bei dieser Datei handelt es sich um das zentrale Konfigurationsfile von <i>sendmail</i> .
<i>/etc/XF86Config</i>	Dies ist die Konfigurationsdatei des X-Servers.
<i>/proc</i>	Unterhalb dieses Verzeichnisses findet sich das Prozeßdateisystem.
<i>/tmp</i>	Dieses Verzeichnis wird für temporäre Dateien verwendet. Bei vielen Systemen kann dies auch <i>/usr/tmp</i> oder <i>/var/tmp</i> sein.
<i>/usr/src/linux</i>	Hier finden sich die Quellen des Linux-Kernels.
<i>/var/log</i>	In diesem Verzeichnis werden üblicherweise die Log-Files abgelegt.

<i>/var/named</i>	Per Konvention finden sich in diesem Verzeichnis die Zonendateien des BIND-Nameservers.
<i>/var/run</i>	Hier werden in der Regel die Lock-Files von Anwendungen abgelegt.

Anhang G

Konfiguration des Kernel auf *poseidon.dieburger52.de*

Bei der hier wiedergegebenen Konfiguration des Kernels auf *poseidon.dieburger52.de* handelt es sich um die Datei `/usr/src/linux/.config`, die beim Bauen des Kernels vom Compiler eingelesen wird. Lediglich die Kommentarzeilen wurden entfernt.

```
CONFIG_EXPERIMENTAL=y

CONFIG_MODULES=y
CONFIG_KERNELD=y

CONFIG_NET=y
CONFIG_PCI=y
CONFIG_SYSVIPC=y
CONFIG_BINFMT_AOUT=m
CONFIG_BINFMT_ELF=y
CONFIG_BINFMT_MISC=y
CONFIG_BINFMT_JAVA=m
CONFIG_KERNEL_ELF=y
CONFIG_M586=y

CONFIG_BLK_DEV_FD=y

CONFIG_BLK_DEV_LOOP=m
CONFIG_BLK_DEV_RAM=m

CONFIG_FIREWALL=y
CONFIG_NET_ALIAS=y
CONFIG_INET=y
CONFIG_IP_FORWARD=y
CONFIG_IP_FIREWALL=y
CONFIG_IP_FIREWALL_VERBOSE=y
CONFIG_IP_MASQUERADE=y

CONFIG_IP_MASQUERADE_IPAUTOFW=y
CONFIG_IP_MASQUERADE_ICMP=y
CONFIG_IP_TRANSPARENT_PROXY=y
```

```
CONFIG_IP_ALWAYS_DEFRAG=y
CONFIG_IP_ACCT=y
CONFIG_IP_ALIAS=m

CONFIG_IP_NOSR=y
CONFIG_SKB_LARGE=y

CONFIG_SCSI=y

CONFIG_BLK_DEV_SD=y
CONFIG_CHR_DEV_ST=m
CONFIG_BLK_DEV_SR=y
CONFIG_CHR_DEV_SG=m

CONFIG_SCSI_AIC7XXX=y
CONFIG_AIC7XXX_RESET_DELAY=5

CONFIG_NETDEVICES=y
CONFIG_DUMMY=m
CONFIG_EQUALIZER=m
CONFIG_PPP=y

CONFIG_SLIP=y
CONFIG_NET_ETHERNET=y
CONFIG_NET_PCI=y
CONFIG_DEC_ELCP=y

CONFIG_QUOTA=y
CONFIG_EXT2_FS=y
CONFIG_NLS=y
CONFIG_ISO9660_FS=y
CONFIG_FAT_FS=y
CONFIG_MSDOS_FS=y
CONFIG_VFAT_FS=y
CONFIG_NLS_CODEPAGE_437=y
CONFIG_NLS_CODEPAGE_850=m
CONFIG_PROC_FS=y
CONFIG_NFS_FS=y
CONFIG_SMB_FS=m
CONFIG_SMB_WIN95=y
CONFIG_AUTOFS_FS=y

CONFIG_SERIAL=y
CONFIG_PRINTER=m
CONFIG_MOUSE=y
CONFIG_PSMOUSE=m
CONFIG_RTC=y

CONFIG_SOUND=m
CONFIG_SB=y
CONFIG_ADLIB=y
CONFIG_AUDIO=y
CONFIG_MIDI=y
CONFIG_YM3812=y
SBC_BASE=220
```

```
SBC_IRQ=5
SBC_DMA=1
SB_DMA2=5
SB_MPU_BASE=330
SB_MPU_IRQ=5
DSP_BUFFSIZE=65536
CONFIG_LOWLEVEL_SOUND=y
CONFIG_AWE32_SYNTH=y
```

Anhang H

GNU General Public License

Version 2, June 1991

Copyright (C) 1989, 1991 Free Software Foundation, Inc.
59 Temple Place - Suite 330, Boston, MA 02111-1307, USA

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

Preamble

The licenses for most software are designed to take away your freedom to share and change it. By contrast, the GNU General Public License is intended to guarantee your freedom to share and change free software—to make sure the software is free for all its users. This General Public License applies to most of the Free Software Foundation's software and to any other program whose authors commit to using it. (Some other Free Software Foundation software is covered by the GNU Library General Public License instead.) You can apply it to your programs, too.

When we speak of free software, we are referring to freedom, not price. Our General Public Licenses are designed to make sure that you have the freedom to distribute copies of free software (and charge for this service if you wish), that you receive source code or can get it if you want it, that you can change the software or use pieces of it in new free programs; and that you know you can do these things.

To protect your rights, we need to make restrictions that forbid anyone to deny you these rights or to ask you to surrender the rights. These restrictions translate to certain responsibilities for you if you distribute copies of the software, or if you modify it.

For example, if you distribute copies of such a program, whether gratis or for a fee, you must give the recipients all the rights that you have. You must make sure that they, too, receive or can get the source code. And you must show them these terms so they know their rights.

We protect your rights with two steps: (1) copyright the software, and (2) offer you this license which gives you legal permission to copy, distribute and/or modify the software.

Also, for each author's protection and ours, we want to make certain that everyone understands that there is no warranty for this free software. If the software is modified by someone else and passed on, we want its recipients to know that what they have is not the original, so that any problems introduced by others will not reflect on the original authors' reputations.

Finally, any free program is threatened constantly by software patents. We wish to avoid the danger that redistributors of a free program will individually obtain patent licenses, in effect making the program proprietary. To prevent this, we have made it clear that any patent must be licensed for everyone's free use or not licensed at all.

The precise terms and conditions for copying, distribution and modification follow.

Terms and Conditions for Copying, Distribution and Modification

0. This License applies to any program or other work which contains a notice placed by the copyright holder saying it may be distributed under the terms of this General Public License. The "Program", below, refers to any such program or work, and a "work based on the Program" means either the Program or any derivative work under copyright law: that is to say, a work containing the Program or a portion of it, either verbatim or with modifications and/or translated into another language. (Hereinafter, translation is included without limitation in the term "modification".) Each licensee is addressed as "you".

Activities other than copying, distribution and modification are not covered by this License; they are outside its scope. The act of running the Program is not restricted, and the output from the Program is covered only if its contents constitute a work based on the Program (independent of having been made by running the Program). Whether that is true depends on what the Program does.

1. You may copy and distribute verbatim copies of the Program's source code as you receive it, in any medium, provided that you conspicuously and appropriately publish on each copy an appropriate copyright notice and disclaimer of warranty; keep intact all the notices that refer to this License and to the absence of any warranty; and give any other recipients of the Program a copy of this License along with the Program.

You may charge a fee for the physical act of transferring a copy, and you may at your option offer warranty protection in exchange for a fee.

2. You may modify your copy or copies of the Program or any portion of it, thus forming a work based on the Program, and copy and distribute such modifications or work under the terms of Section 1. above, provided that you also meet all of these conditions:

- a) You must cause the modified files to carry prominent notices stating that you changed the files and the date of any change.
- b) You must cause any work that you distribute or publish, that in whole or in part contains or is derived from the Program or any part thereof, to be licensed as a whole at no charge to all third parties under the terms of this License.
- c) If the modified program normally reads commands interactively when run, you must cause it, when started running for such interactive use in the most ordinary way, to print or display an announcement including an appropriate copyright notice and a notice that there is no warranty (or else, saying that you provide a warranty) and that users may redistribute the program under these conditions, and telling the user how to view a copy of this License. (Exception: if the Program itself is interactive but does not normally print such an announcement, your work based on the Program is not required to print an announcement.)

These requirements apply to the modified work as a whole. If identifiable sections of that work are not derived from the Program, and can be reasonably considered independent and separate works in themselves, then this License, and its terms, do not apply to those sections when you distribute them as separate works. But when you distribute the same sections as part of a whole which is a work based on the Program, the distribution of the whole must be on the terms of this License, whose permissions for other licensees extend to the entire whole, and thus to each and every part regardless of who wrote it.

Thus, it is not the intent of this section to claim rights or contest your rights to work written entirely by you; rather, the intent is to exercise the right to control the distribution of derivative or collective works based on the Program.

In addition, mere aggregation of another work not based on the Program with the Program (or with a work based on the Program) on a volume of a storage or distribution medium does not bring the other work under the scope of this License.

3. You may copy and distribute the Program (or a work based on it, under Section 2) in object code or executable form under the terms of Sections 1. and 2. above provided that you also do one of the following:
 - a) Accompany it with the complete corresponding machine-readable source code, which must be distributed under the terms of Sections 1. and 2. above on a medium customarily used for software interchange; or,
 - b) Accompany it with a written offer, valid for at least three years, to give any third party, for a charge no more than your cost of physically performing source distribution, a complete machine-readable copy of the corresponding source code, to be distributed under the terms of Sections 1. and 2. above on a medium customarily used for software interchange; or,

- c) Accompany it with the information you received as to the offer to distribute corresponding source code. (This alternative is allowed only for noncommercial distribution and only if you received the program in object code or executable form with such an offer, in accord with Subsection b) above.)

The source code for a work means the preferred form of the work for making modifications to it. For an executable work, complete source code means all the source code for all modules it contains, plus any associated interface definition files, plus the scripts used to control compilation and installation of the executable. However, as a special exception, the source code distributed need not include anything that is normally distributed (in either source or binary form) with the major components (compiler, kernel, and so on) of the operating system on which the executable runs, unless that component itself accompanies the executable.

If distribution of executable or object code is made by offering access to copy from a designated place, then offering equivalent access to copy the source code from the same place counts as distribution of the source code, even though third parties are not compelled to copy the source along with the object code.

4. You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Program except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense or distribute the Program is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.
5. You are not required to accept this License, since you have not signed it. However, nothing else grants you permission to modify or distribute the Program or its derivative works. These actions are prohibited by law if you do not accept this License. Therefore, by modifying or distributing the Program (or any work based on the Program), you indicate your acceptance of this License to do so, and all its terms and conditions for copying, distributing or modifying the Program or works based on it.
6. Each time you redistribute the Program (or any work based on the Program), the recipient automatically receives a license from the original licensor to copy, distribute or modify the Program subject to these terms and conditions. You may not impose any further restrictions on the recipients' exercise of the rights granted herein. You are not responsible for enforcing compliance by third parties to this License.
7. If, as a consequence of a court judgment or allegation of patent infringement or for any other reason (not limited to patent issues), conditions are imposed on you (whether by court order, agreement or otherwise) that contradict the conditions of this License, they do not excuse you from the conditions of this License. If you cannot distribute so as to satisfy simultaneously your obligations under this License and any other pertinent obligations, then as

a consequence you may not distribute the Program at all. For example, if a patent license would not permit royalty-free redistribution of the Program by all those who receive copies directly or indirectly through you, then the only way you could satisfy both it and this License would be to refrain entirely from distribution of the Program.

If any portion of this section is held invalid or unenforceable under any particular circumstance, the balance of the section is intended to apply and the section as a whole is intended to apply in other circumstances.

It is not the purpose of this section to induce you to infringe any patents or other property right claims or to contest validity of any such claims; this section has the sole purpose of protecting the integrity of the free software distribution system, which is implemented by public license practices. Many people have made generous contributions to the wide range of software distributed through that system in reliance on consistent application of that system; it is up to the author/donor to decide if he or she is willing to distribute software through any other system and a licensee cannot impose that choice.

This section is intended to make thoroughly clear what is believed to be a consequence of the rest of this License.

8. If the distribution and/or use of the Program is restricted in certain countries either by patents or by copyrighted interfaces, the original copyright holder who places the Program under this License may add an explicit geographical distribution limitation excluding those countries, so that distribution is permitted only in or among countries not thus excluded. In such case, this License incorporates the limitation as if written in the body of this License.
9. The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Program specifies a version number of this License which applies to it and "any later version", you have the option of following the terms and conditions either of that version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Program does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published by the Free Software Foundation.

10. If you wish to incorporate parts of the Program into other free programs whose distribution conditions are different, write to the author to ask for permission. For software which is copyrighted by the Free Software Foundation, write to the Free Software Foundation; we sometimes make exceptions for this. Our decision will be guided by the two goals of preserving the free status of all derivatives of our free software and of promoting the sharing and reuse of software generally.

NO WARRANTY

11. BECAUSE THE PROGRAM IS LICENSED FREE OF CHARGE, THERE IS NO WARRANTY FOR THE PROGRAM, TO THE EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW. EXCEPT WHEN OTHERWISE STATED IN WRITING THE COPYRIGHT HOLDERS AND/OR OTHER PARTIES PROVIDE THE PROGRAM "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESSED OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. THE ENTIRE RISK AS TO THE QUALITY AND PERFORMANCE OF THE PROGRAM IS WITH YOU. SHOULD THE PROGRAM PROVE DEFECTIVE, YOU ASSUME THE COST OF ALL NECESSARY SERVICING, REPAIR OR CORRECTION.
12. IN NO EVENT UNLESS REQUIRED BY APPLICABLE LAW OR AGREED TO IN WRITING WILL ANY COPYRIGHT HOLDER, OR ANY OTHER PARTY WHO MAY MODIFY AND/OR REDISTRIBUTE THE PROGRAM AS PERMITTED ABOVE, BE LIABLE TO YOU FOR DAMAGES, INCLUDING ANY GENERAL, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THE PROGRAM (INCLUDING BUT NOT LIMITED TO LOSS OF DATA OR DATA BEING RENDERED INACCURATE OR LOSSES SUSTAINED BY YOU OR THIRD PARTIES OR A FAILURE OF THE PROGRAM TO OPERATE WITH ANY OTHER PROGRAMS), EVEN IF SUCH HOLDER OR OTHER PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

How to Apply These Terms to Your New Programs

If you develop a new program, and you want it to be of the greatest possible use to the public, the best way to achieve this is to make it free software which everyone can redistribute and change under these terms.

To do so, attach the following notices to the program. It is safest to attach them to the start of each source file to most effectively convey the exclusion of warranty; and each file should have at least the copyright" line and a pointer to where the full notice is found.

one line to give the program's name and an idea of what it does.

Copyright (C) yyyy name of author

This program is free software; you can redistribute it and/or modify it under the terms of the GNU General Public License as published by the Free Software Foundation; either version 2 of the License, or (at your option) any later version.

This program is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTA-

BILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU General Public License for more details.

You should have received a copy of the GNU General Public License along with this program; if not, write to the Free Software Foundation, Inc., 59 Temple Place - Suite 330, Boston, MA 02111-1307, USA.

Also add information on how to contact you by electronic and paper mail.

If the program is interactive, make it output a short notice like this when it starts in an interactive mode:

```
Gnomovision version 69, Copyright (C) yyyy name of author
Gnomovision comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; for details type `show
w`. This is free software, and you are welcome to redistribute it un-
der certain conditions; type `show c` for details.
```

The hypothetical commands *show w* and *show c* should show the appropriate parts of the General Public License. Of course, the commands you use may be called something other than *show w* and *show c*; they could even be mouse-clicks or menu items – whatever suits your program.

You should also get your employer (if you work as a programmer) or your school, if any, to sign a copyright disclaimer” for the program, if necessary. Here is a sample; alter the names:

```
Yoyodyne, Inc., hereby disclaims all copyright interest in the pro-
gram `Gnomovision' (which makes passes at compilers) written by James
Hacker.
```

```
signature of Ty Coon, 1 April 1989
```

```
Ty Coon, President of Vice
```

This General Public License does not permit incorporating your program into proprietary programs. If your program is a subroutine library, you may consider it more useful to permit linking proprietary applications with the library. If this is what you want to do, use the GNU Library General Public License instead of this License.

FSF & GNU inquiries & questions to <gnu@gnu.org>

Copyright notice above.

Free Software Foundation, Inc.,

59 Temple Place - Suite 330, Boston, MA 02111, USA

Anhang I

Die Definition von „Open Source“

Deutsche Übersetzung der „Open Source Definition“

(Version 1.0)

„Open Source“ bedeutet nicht einfach nur Zugriff auf den Quellcode. Die Bedingungen zur Verbreitung eines Open-Source-Programms müssen mit den folgenden Kriterien übereinstimmen:

1. Freie Weiterverbreitung

Die Lizenz darf niemanden im Verkauf oder der Weitergabe der Software als Teil einer aus verschiedenen Quellen zusammengesetzten Softwaredistribution einschränken. Die Lizenz darf keinerlei Lizenz- oder andersartige Gebühr verlangen.

2. Quellcode

Das Programm muß den Quellcode beinhalten und sowohl die Verbreitung als Quellcode, als auch in kompilierter Form gestatten. Wird ein Teil des Produkts nicht mit Quellcode verbreitet, so muß auf eine Möglichkeit, den Quellcode gebührenfrei aus dem Internet downzuloaden, ausdrücklich hingewiesen werden. Ein Programmierer soll den Quellcode verändern können. Absichtlich verwirrend geschriebener Quellcode ist nicht erlaubt. Ebenso sind Zwischenformen wie die Ausgabe eines Präprozessors oder eines Übersetzers verboten.

3. Auf dem Programm basierende Werke

Die Lizenz muß die Veränderung des Programms, auf dem Programm basierende Werke, sowie deren Verbreitung unter den gleichen Lizenzbedingungen gestatten.

4. Die Unversehrtheit des Originalcodes

Die Lizenz darf die Verbreitung von modifiziertem Quellcode *nur* dann einschränken, wenn sie die Verbreitung von sogenannten „Patchdateien“ in Verbindung mit dem Originalcode gestattet, damit das Programm vor der Benutzung verändert werden kann. Die Lizenz muß ausdrücklich die Verbreitung von Software erlauben, die mit verändertem Quellcode erstellt wurde. Die Lizenz darf allerdings von auf dem Programm basierenden Werken verlangen, einen von der Originalsoftware unterschiedlichen Namen oder eine andere Versionsnummer zu tragen.

5. Keine Diskriminierung von einzelnen Personen oder Gruppen

Die Lizenz darf keinerlei Personen oder Personengruppen diskriminieren.

6. Keine Einschränkungen für bestimmte Anwendungsbereiche

Die Lizenz darf niemanden in der Benutzung des Programms in einem bestimmten Einsatzgebiet einschränken. Sie darf beispielsweise nicht die kommerzielle Nutzung oder die Benutzung in der Genforschung verbieten.

7. Verbreitung der Lizenz

Die zum Programm gehörigen Rechte müssen für jeden gelten, der das Programm erhalten hat, ohne daß eine weitere Lizenz beachtet werden muß.

8. Die Lizenz darf nicht für ein bestimmtes Produkt gelten

Die zum Programm gehörigen Rechte dürfen nicht davon abhängen, daß das Programm teil einer bestimmten Softwaredistribution ist. Wird das Programm außerhalb einer solchen Distribution genutzt oder verbreitet, so gelten für den Benutzer die selben Rechte, die in der Originaldistribution gewährt werden.

9. Die Lizenz darf andere Software nicht beeinträchtigen

Die Lizenz darf keine andere Software einschränken, die zusammen mit der lizenzierten Software verbreitet wird. Die Lizenz darf beispielsweise nicht verlangen, daß jegliche Software, die auf dem selben Datenträger verbreitet wird, Open-Source-Software sein muß.

10. Beispiellizenzen

Beispiele für zur Open Source Definition konforme Lizenzen sind die GNU GPL, die BSD License, die X Consortium License und die Artistic License.

Das gilt auch für die MPL und die QPL.

Anmerkung zur Übersetzung

Diese Übersetzung soll dem besseren Verständnis der „Open Source Definition“ dienen. An einigen Stellen ist sie etwas freier übersetzt, um dieses Verständnis nicht unnötig zu erschweren. Die Übersetzung ist somit nicht „rechtsgültig“, ausschlaggebend ist immer die englische Originalversion. Sollten irgendwelche Fehler in der Übersetzung sein (kann ja mal passieren ;-), wäre es schön wenn Sie mich per Email darüber informieren, damit ich sie berichtigen kann.

Übersetzt von Jens D. Baumgartner <jdb@gmx.net>

Send questions or suggestions about this page to webmaster@opensource.org

Anhang J

Neben den, in Abschnitt 6.7 auf Seite 167 aufgezeigten Anwendungen, bei denen es sich eher um Erweiterungen des bereits eingerichteten Webservers handelt, gibt es auch noch Alternativen zu der ausgewählten Server Suite WebSTAR sowie einige Tools, die die Ausfallsicherheit des eingerichteten Systems erhöhen. Eine nützliche Auswahl derartiger Programme sei an dieser Stelle aufgeführt.

Webserver

Personal Web Sharing *in der Mac OS Installation enthalten*

Eine Erweiterung des Mac OS ab Version 8.5. Dabei handelt es sich um einen Miniatur-HTTP Server mit nur wenigen Einstell- oder Erweiterungsmöglichkeiten, der HTML-Seiten verfügbar machen kann.

WebTen <http://www.tenon.com/products/webten/> (kommerziell)

WebTen ist die für das Mac OS angepaßte Version des Apache Webservers, bietet aber auch FTP- und DNS-Dienste.

AppleShare IP <http://www.apple.com/appleshareip/> (kommerziell)

AppleShare IP macht aus einem AppleTalk Netzwerk eines auf TCP/IP-Basis und stellt dabei nicht nur HTTP- und FTP-Server sondern auch Mail-, File- und Printserver und eignet sich damit sehr gut für Intranets. Die Leistung des HTTP-Servers muß als bescheiden erachtet werden, kann jedoch um WebSTAR-Plug-Ins erweitert werden.

MacHTTP <http://www.starnine.com/machttp> (Shareware)

Dieser kleine Server ist die Ursprungsversion von WebSTAR und ist für Anwender bestimmt, deren Ansprüche nicht all zu hoch sind.

Quid Pro Quo <http://www.socialeng.com/> (Freeware sowie kommerziell)

Quid Pro Quo ist ein einfacher frei verfügbarer HTTP-Server der Firma Chris Hawk's Social Engineering. Eine Version, die allerdings mit SSL umzugehen weiß, wird auf kommerzieller Ebene vertrieben.

WebSTAR <http://www.starnine.com> (kommerziell)

Dieser Web-, FTP-, Mail- und Proxy Server wurde in der vorliegenden Ar-

beit bereits vorgestellt. Er sei an dieser Stelle nur der Vollständigkeit halber erwähnt.

FTP-Server

Die oben genannten Webserver bieten zumeist auch FTP-Dienste. Als ausgewiesene FTP-Server stellen sich die folgenden Produkte dar.

NetPresenz <http://www.stairways.com/netpresenz/> (Shareware)
Dieser FTP-Server bietet auch HTTP und Gopher Dienste.

Rampus <http://www.maxum.com/Rampus/> (kommerziell)
Leistungsfähiger FTP-Server, der auch zusätzliche Sicherheitsfunktionen implementiert hat.

Mailserver

Eudora Internet Mail Server <http://www.eudora.com/eims> (Freeware bzw. kommerziell)

Der ursprünglich von Apple entwickelte einfach zu handhabende Mailserver AIMS (Apple Internet Mail Server) wird nunmehr von Eudora weitergeführt. Eine um u. a. dem Protokoll IMAP erweiterte Version wird kommerziell vertrieben.

CommuniGate <http://www.stalker.com/> (Freeware bzw. kommerziell)

Die Kommunikationsprodukte von Stalker sind leistungsstark und stehen auch für UNIX resp. Linux zur Verfügung. Neben den diversen Mailprotokollen ist auch ein Faxserver implementiert. Wird gerne auch als Alternative zu sendmail gesehen, da CommuniGate einfacher zu konfigurieren sei.

NetTen <http://www.tenon.com/products/netten/> (kommerziell)

Aus dem gleichen Hause wie WebTen kommt dieser Mailserver, der nicht nur die Standard-Mailprotokolle bietet, sondern auch einen DNS-Server.

Listserver

ListSTAR <http://www.starnine.com/liststar/liststar.html> (kommerziell)

Wie am Namen schon zu erkennen ist, ist ListSTAR eine Erweiterung für WebSTAR um einen Mailinglisten Server.

Macjordomo <http://leuca.med.cornell.edu/Macjordomo> (Freeware)

Der Name suggeriert zwar, dieses Softwarepaket wäre eine Umsetzung des UNIX-Programms majordomo, tatsächlich jedoch ist dieser Listserver eine eigenständige Entwicklung für die Macintosh Plattform.

AutoShare <http://www.dnai.com/~meh/autoshare/> (Freeware)
AutoShare ist ein genügsamer kleiner Listserver.

DNS-Server

Non Sequitur <http://www.gross.net/sw/nonsequitur/> (Freeware)
Non Sequitur ist ein kleiner frei verfügbarer Nameserver.

QuickDNS lite + pro <http://www.menandmice.com> (kommerziell)
QuickDNS ist ein Nameserver, der durch ein Plug-In besondere Unterstützung durch die WebSTAR Server Suite 4.0 erfährt.

MacDNS <http://asu.info.apple.com/swupdates.nsf/artnum/n11264> (Freeware)
Dieser von Apple kostenlos zur Verfügung gestellte DNS-Server wurde bereits in der vorliegenden Arbeit vorgestellt.

Netzwerktools

IPNetMonitor <http://www.> (Shareware)
IPNetMonitor vereint zehn Tools in einer Applikation, die den Macintosh Anwender erlauben TCP/IP- resp. Internetverbindungen zu überwachen. Es werden die Dienste Ping, Trace Route, NSLookup, Whois, Finger angeboten und darüber hinaus ist es möglich, Informationen zu übertragenen Datenpaketen abzufragen u.v.m.

Tooldaemon <http://www.douwere.com/shareware/default.html> (Shareware)
Tooldaemon ermöglicht in Verbindung mit dem mitgelieferten und kostenlosen Toolserver von Apple, einen Macintosh per Telnet auf Kommandozeilenebene anzusprechen und zu verwalten.

Daemon <http://www.share.com/peterlewis/daemon/index.html> (Freeware)
Daemon ist ein Server, der einige Daemons beinhaltet, wie sie unter UNIX resp. Linux verwendet werden: Finger, Whois, Ident, Daytime, Time und NTP.

Timbuktu <http://www.netopia.com/software/tb2/> (kommerziell)
Timbuktu ist eine Software, die es gestattet per TCP/IP oder Modem eine Verbindung zu einem Macintosh aufzubauen und dessen Desktop auf dem eigenen Bildschirm so darzustellen, daß eine Fernbedienung möglich ist. Auf diese Art und Weise erlangt man volle Kontrolle über den entfernten Rechner. Diese Software ist auch für Windows verfügbar.

Zugangskontrolle

At Ease <http://www.apple.com/networking/anat/suite.html> (kommerziell)

Diese Erweiterung wird von Apple einzeln oder innerhalb eines *Network Administrator Toolkit* vertrieben und ist in der Lage, Benutzerbereiche unter Mac OS zu definieren, sowie eine nicht leicht zu umgehende Zugangskontrolle zu dem Rechner einzurichten.

FileGuard <http://www.highware.com/> (kommerziell)

Auch diese Software ist in der Lage, Zugangskontrollen für einen Rechner einzurichten sowie die Zugriffsberechtigungen auf Dateien zu bestimmen.

Sesame <http://www.planete.net/~objectiv> (Shareware)

Einfacher Paßwortschutz für den Apple Macintosh.

Startup Lock <http://www.mindvision.com> (Freeware)

Richtet ebenfalls einen einfachen Paßwortschutz ein.

Tools und Utilities

AutoBoot <http://www.vl-brabant.be/mac/> (Shareware)

Zwar verfügt Mac OS über Funktionen, die einen automatischen Start des Rechners nach einem Stromausfall bewirken, sollte der Mac jedoch, aus welchen Gründen auch immer, abstürzen, sorgt AutoBoot dafür, daß er auch wieder hochfährt.

Keep It up <http://www.vl-brabant.be/mac/> (Shareware)

Aus der gleichen Softwareschmiede wie *AutoBoot* kommt Keep It up, das jedoch darauf achtet, daß definierte Applikationen laufen und diese daher neu startet, sollten sie irrtümlich beendet worden resp. abgestürzt sein.

PowerKey Pro <http://www.sophisticated.com> (kommerziell)

Wird durch ein Plug-In von WebSTAR unterstützt und bewirkt, daß Macintosh Rechner aus der Ferne neu gestartet werden können.

Okey Dokey http://www.oneclick.com/click/okey_dokey_read_me.html (Freeware)

Bezeichnenderweise wurde dieses Utility von einem Apple Mitarbeiter entwickelt. Dieses Tool sorgt dafür, daß aufkommende oder vergessene Dialogboxen automatisch nach voreingestellter Zeit mit dem voreingestellten Button quittiert werden, um so die volle Leistungskapazität des Rechners wieder herzustellen.

Weitere nützliche Software

StuffIt <http://www.aladdinsys.com/deluxe/index.html> (kommerziell)

StuffIt ist ein Archivierungs- und Komprimierungsprogramm, das auf keinem

Macintosh fehlen sollte. Seine Archive werden an der Endung *.sit* erkannt. Aladdin Systems Inc. stellt auch ein reines Entpackprogramm frei zur Verfügung, um zu gewährleisten, daß jedermann bereitgestellte Archive dekomprimieren kann. Ein Entpacker ist auch für Windows erhältlich (*UnStuff*). In Verbindung mit AppleScript ist diese Applikation auch für Backupstrategien zu empfehlen.

MacPerl <http://www.iis.ee.ethz.ch/~neeri/macintosh/perl.html> (Freeware)

MacPerl ist die Portierung der, unter Linux resp. UNIX beliebten Scriptsprache Perl. Dieses Programm kann nicht nur zur Erstellung von Scripts für Linux Server angesehen werden, sondern ermöglicht es auch, Abläufe auf dem Macintosh zu steuern.

Retrospect <http://www.dantz.com> (kommerziell)

Die Auswahl an ausgereiften Backupprogrammen ist auf der Macintosh Plattform leider sehr begrenzt. Dieses Programm jedoch bietet umfangreiche Funktionen und liegt darüberhinaus in zwei unterschiedlichen Versionen vor: *Retrospect Express* stellt die Grundfunktionen zur Verfügung, die man von einem Backupprogramm erwarten kann, *Retrospect* hingegen bietet darüber hinaus umfangreiche Möglichkeiten zur Automatisierung und läßt Backups auch über das Netzwerk zu.

iDo Script Scheduler <http://asu.info.apple.com/swupdates.nsf/artnum/n11402>
(Freeware)

Wie bereits in der Arbeit dargelegt (Abschnitt 6.3.4 auf Seite 148), hat es Apple verabsäumt, die Scriptsprache *AppleScript* mit einer Zeitsteuerung zu versehen. Diesen Mangel hat die Firma Sophisticated Circuits mit diesem Tool behoben, das Apple nun über die eigenen Webseiten anbietet. Damit ist es nun möglich, Scripts zu voreingestellten Zeitpunkten ablaufen zu lassen.

Glossar

ActiveX

ActiveX ist Microsofts Antwort auf Java. Eine vereinfachte Implementierung von *OLE (Object Linking and Embedding)*, die über \rightarrow *Links* ausgeführt wird.

Alpha-PC

Alpha-PCs sind Computer mit Alpha-Chips, den von Digital Equipment entwickelten RISC-Prozessoren.

API

Als *Application Programming Interface* wird die Schnittstelle bezeichnet, mit deren Hilfe eine Applikation auf Betriebssystemroutinen und andere Dienste zugreift.

AppleScript

AppleScript ist eine objektorientierte Scriptsprache, die aus der für die Multimediaanwendung HyperCard entwickelten Programmiersprache HyperTalk entstand. Sie dient im wesentlichen zur Automatisierung von häufig benötigten Arbeitsschritten, wird jedoch auf Servern, die unter Mac OS laufen, auch für CGIs benutzt. Dank ihrer natürlichsprachlichen Syntax ist sie relativ leicht zu erlernen.

ASP

Active Server Pages sind eine Scriptumgebung für den MS Internet Information Server, die es gestattet, HTML, Scripte und wiederverwendbare \rightarrow *ActiveX* Komponenten zu dynamischen Web-Seiten zu vereinen. Dabei können die unterschiedlichsten Scriptsprachen zum Einsatz kommen, wie VisualBasic, JScript u. a.

BDC

Ein *Sicherungs-Domänen-Controller (BDC)* ist ein Server, der eine Kopie einer PDC-Verzeichnisdatenbank verwaltet. Diese Kopie wird in regelmäßigen Abständen automatisch mit dem \rightarrow *PDC* synchronisiert. Darüber hinaus bestätigen *BDCs* Benutzeranmeldungen und können bei Bedarf zu PDCs heraufgestuft werden. In einer Domäne können mehrere *BDCs* vorhanden sein.

Cache

[von franz. *acher* = *verbergen, verstecken*] Ein Pufferspeicher, der den Zugriff auf Daten beschleunigt.

CDFS

Das *CD File System*, ein Dateisystem für CD-ROMs, erlaubt lange Dateinamen. Es können jedoch auch CD-ROMs verwendet werden, die kompatibel zum CD-

Standard ISO9660 sind.

CGI

Das *Common Gateway Interface* ist eine Standardschnittstelle, um externe Applikationen von einem HTTP-Server aus anzusprechen. *CGI* definiert, wie Argumente an diese Programme weitergegeben werden, beinhaltet die unterschiedlichsten Umgebungsvariablen und generiert in der Regel eine HTML-Ausgabe. Häufig werden *CGIs* mit der Scriptsprache → *Perl* umgesetzt.

CISC-Prozessor

Complex Instruction Set Computer meint Prozessoren, die mit etwa 300 Befehlen einen deutlich größeren Befehlssatz aufweisen, als modernere → *RISC-Prozessoren*. Bei *CISC-Prozessoren* wurde der Befehlssatz so ausgelegt, daß sich der Programmcode möglichst effektiv schreiben läßt. Typische Vertreter der *CISC-Prozessoren* sind die Intel 80x86- und Pentium-Prozessoren, die in IBM-kompatiblen Computern zum Einsatz kommen, sowie die Motorola 68k-Prozessoren, wie man sie in den älteren Apple Macintosh, aber auch Amiga und Atari Rechnern findet.

Client-Server-Modell

Betriebssystemarchitektur, bei der die Dienste des Systems von Serverprozessen angeboten werden. Der Client sendet eine Nachricht mit einer Dienstanforderung an den Server, der die gewünschte Funktion asynchron ausführt und das Ergebnis zurücksendet.

Cooperative Multitasking

Verfahren, bei dem das Betriebssystem nicht die volle Kontrolle über die Zuteilung von Rechenleistung zu einzelnen Prozessen hat. Die Programme bestimmen dabei selbständig, wann die Kontrolle an das Betriebssystem zurückgegeben wird. Das führt u. U. zu Problemen, wenn Programme abstürzen, da sie in diesem Fall das gesamte System blockieren können.

CPU Time

Zeit, die ein Prozeß tatsächlich laufend auf der CPU verbraucht hat und die typischerweise deutlich weniger als ein Zehntel der realen (gestoppten) Laufzeit beträgt.

Demand Paging

Ein- resp. Auslagern von Prozeßteilen fester Größe (*Pages*) in einen speziellen Plattenbereich bei Speicherknappheit.

FAT

Die *File Allocation Table* ist das DOS-Dateisystem und Diskettenformat. Für Dateinamen wird die 8.3-Konvention verwendet, die 8 Buchstaben vor dem Punkt und 3 Buchstaben nach dem Punkt erlaubt. Groß- und Kleinschreibung spielen keine Rolle. Die Wurzel eines FAT-Verzeichnisses kann maximal 512 Einträge beinhalten.

FAT32

Das bisherige FAT-System (FAT16) in Windows 95 und NT kann nur mit 2 GB in einer Partition zurechtkommen. FAT32 unterstützt lange Dateinamen, unterscheidet zwischen Groß- und Kleinschreibung und ermöglicht die Verwaltung einer einzelnen Partition von bis zu 2 Terabytes (2048 GB). Es kam mit Windows 95, in der

Service Release 2, auf den Markt. Erst die nächste Generation von Windows NT (Windows 2000) wird FAT32 unterstützen.

Gerätetreiber

Ein *Gerätetreiber* ist ein Programm, das die Ansteuerung eines Peripheriegerätes ermöglicht.

Graphical User Interface (GUI) → Shell

Hard Link → Link

HPFS

Das *High Performance File System* (Dateisystem) IBM's OS/2. Es wurde bis einschließlich der Windows NT Version 3.51 direkt unterstützt. Ab Windows NT 4.0 müssen die zugehörigen Treiberdateien zusätzlich installiert werden. Die maximale Dateigröße beträgt 4 GB.

init → Runlevel

Kernel

Der Kernel ist das eigentliche Betriebssystem. Moderne Systeme haben die Anzahl der Funktionen im Kernel auf das allernotwendigste reduziert und alles andere in externe Prozesse ausgelagert. Man redet dann von einem *Mikrokern*.

Link

Bei UNIX-Dateisystemen können *Links* auf Verzeichnisse oder Dateien angelegt werden. Dabei wird einer *I-Node*, über die das Dateisystem den Zugriff auf die Datei realisiert, ein weiterer Dateiname zugeordnet. Die ursprüngliche Datei hat damit zwei (oder mehr) Dateinamen in evtl. unterschiedlichen Verzeichnissen. Solche *Hard Links* können nur innerhalb eines Dateisystems (einer Partition) angelegt werden, da I-Nodes jeweils für ein Dateisystem gültig sind. Um Dateien über Dateisysteme hinweg zu ‚linken‘, kann man sich sog. *Symbolic Links* (kurz *SymLinks* oder auch *Soft Links*) bedienen. Hierbei wird eine spezielle Datei angelegt, die auf den absoluten Pfad und Namen der Zieldatei verweist. Im Unterschied zu den unter Windows bekannten *Verknüpfungen* macht es in der Regel keinen Unterschied, ob eine Operation mit der Originaldatei oder dem Link ausgeführt wird.

Lock-File

Lock-Files finden sich vor allem in der UNIX-Welt, sind aber auch auf anderen Systemen bekannt. Sie dienen dazu, sicherzustellen, daß ein Programm nur einmal gestartet wird. Beim Programmstart prüft die Anwendung, ob ein entsprechendes Lock-File existiert. Ist dies der Fall, wird die Ausführung abgebrochen. Existiert kein Lock-File, wird ein solches beim Programmstart angelegt und beim Beenden der Anwendung wieder gelöscht. Typischerweise werden Lock-Files von Dämonen verwendet, die nicht mehrfach gestartet werden sollen, z. B. *crond*, *inetd*, *named* etc.

Meta-Tag

Meta-Tags sind Befehle im Kopfteil einer HTML-Seite, die dafür bestimmt sind, den Inhalt der Seite zu beschreiben. Diese Befehle werden zumeist von Suchmaschinen herangezogen, um die betreffende Seite leichter indexieren zu können.

Multihoming → **Virtual Host**

Multitasking → **Cooperative Multitasking**, → **Preemptive Multitasking**

NTFS

Das *New Technology File System* ist ein speziell für Windows NT entwickelte 64-Bit-Dateisystem mit starkem Fokus auf Sicherheit. Die Dateinamen können bis zu 255 Zeichen in → *Unicode* enthalten, wobei Groß- und Kleinschreibung beibehalten werden. Die theoretisch maximale Dateigröße beträgt 16 ExaBytes (= 16.777.216 GB!).

Orange Book

Die US-Regierung etablierte 1983 einen Evaluierungsprozeß für die Sicherheit von Betriebssystemen, der bis heute noch größtenteils unverändert gilt. Zwei kooperierende Instanzen, das National Computer Security Center (NCSC) und das National Institute of Standards and Technology (NIST), testen spezifische Betriebssysteme auf ihre Sicherheit. Hierbei halten sie sich an eine Publikation, die sich *Trusted Computer System Evaluation Criteria* (TCSEC) nennt. Besser bekannt ist dieses Werk jedoch als das *Orange Book*. Das Orange Book ordnet die Software-Komponenten eines Betriebssystems auf einer spezifischen Hardware bestimmten Sicherheitsstufen zu. Dies umfaßt jedoch nicht die Netzwerkfunktionalitäten. Diese müssen unter eigenen, neueren Kriterien betrachtet werden, der *Trusted Network Interpretation* (TNI), oder besser bekannt unter dem Namen *Red Book*. Die Vorgaben im Orange Book ordnen am Ende ein evaluiertes System auf einer Skala mit steigender Sicherheit ein. Es gilt folgende Reihenfolge:

(weniger sicher) C1 – C2 – B1 – B2 – B3 – A1 (sehr sicher)

PDC

Ein *primärer Domänen-Controller* (*PDC*) ist ein Server, auf dem Änderungen an den Konten aller Computer in einer Domäne aufgezeichnet werden. Dies ist der einzige Computer, an den diese Änderungen direkt gesendet werden; daher dient er als Kontenadministrator für eine Domäne. Jede Domäne weist nur einen PDC auf.

Perl

Practical Extraction and Report Language oder auch *Pathologically Eclectic Rubbish Lister* ist eine Scriptsprache, die entstanden ist, um regelmäßig wiederkehrende Administrationsabläufe zu automatisieren, um so dem Administrator die Arbeit zu erleichtern. Ihre Funktionsvielfalt und relativ leicht verständliche Syntax hat dazu beigetragen, daß diese Scriptsprache gerne für CGIs im WWW verwendet wird. Zudem sind Versionen für die wichtigsten Betriebssysteme vorhanden und damit eignet sie sich hervorragend, um plattformübergreifende Programme zu erstellen.

Ping

Der *Packet InterNet Groper* ist ein Funktion zur Überprüfung der Erreichbarkeit von Schnittstellen im Internet, indem Datenpakete an diese Schnittstelle geschickt werden und die Antwort abgewartet wird. Zumeist wird dabei auch die Zeit gemessen, die zwischen Versand und Antwort vergeht, um so auch eine Aussage über die Qualität der Verbindung zuzulassen.

Plug-In

Ein Modul zur Funktionserweiterung von Applikationen. Diese müssen die Einbindung solcher Module explizit unterstützen. Zum Beispiel kann man den Browser Netscape Communicator über Plug-Ins um die Anzeige von PDF-Dateien, QuickTime-Filmen etc. erweitern.

PMMU

Die *Paged Memory Management Unit* bezeichnet Hardware zum Abbilden virtueller Adressen auf physikalischen Speicher.

Preemptive Multitasking

Verfahren, bei dem Prozesse auch ohne eigenes Zutun nach Ablauf des \rightarrow *Time Slice* vom Betriebssystem unterbrochen werden können.

RAM-Disk

Eine *RAM-Disk* ist ein speicherresidentes Programm, das ein Massenspeichermedium simuliert. Die auf einer *RAM-Disk* gespeicherten Daten werden im Arbeitsspeicher des Rechners abgelegt und gehen verloren, sobald dieser abgeschaltet wird.

RISC-Prozessor

Prozessoren mit *Reduced Instruction Set Computer*-Technik kommen im Gegensatz zu einem \rightarrow *CISC-Prozessor* mit geringerem Befehlssatz aus. Daneben führt auch das sog. Befehlspipelining zu einer Beschleunigung. Dabei können bestimmte Befehle parallel, i.e. in verschiedenen Teilen des Prozessors, ausgeführt werden. Beispiele für *RISC-Prozessoren* sind der DEC Alpha Chip, IBM RS/6000, MIPS Rxx00 und der PowerPC von Apple, IBM und Motorola. Die Pentium-Prozessoren von Intel weisen inzwischen ebenfalls RISC-Elemente auf.

root

Mit *root* wird einerseits die oberste Hierarchiestufe eines Dateisystems bezeichnet. Das *root-Verzeichnis* wird unter DOS/Windows durch einen Backslash (\), unter UNIX-Systemen durch einen Slash (/) dargestellt. Das Verzeichnis, das für HTTP-resp. FTP-Zugriffe die oberste Hierarchieebene darstellt, wird analog dazu als *Document Root* resp. *FTP Root* bezeichnet.

Andererseits ist *root* der Benutzername des \rightarrow *Superuser* auf UNIX-Systemen.

Round Robin

Scheduling-Algorithmus, bei dem alle lauffähigen Prozesse dieselbe Anzahl von gleichen \rightarrow *Time Slices* zugeteilt bekommen.

Runlevel

Runlevel sind in *System V*-ähnlichen UNIX-Versionen und Linux implementierte Systemzustände, die mit dem Befehl *init* gefolgt vom Namen des *Runlevel* gewechselt werden können. In jedem *Runlevel* werden in */etc/inittab* definierte Dienste durch Skripte unterhalb von */etc/rc.d/* in einer bestimmten Reihenfolge gestartet oder gestoppt. Folgende *Runlevel* stehen zur Verfügung:

- 0 – Halt. Das System wird heruntergefahren.
- S – Single User Mode. Benötigt keine */etc/inittab*.
- s – dito.

- 1 – Single User Mode. Keine Netzwerkdienste verfügbar.
- 2 – Multi User Mode. Netzwerkdienste verfügbar.
- 3 – Multi User Mode. Netzdienste und X Window verfügbar.
- 4 – User defined.
- 5 – dito.
- 6 – Reboot. Das System wird neu gestartet.

Unter Linux stehen zusätzlich noch die *Runlevel* 7–9 als benutzerdefinierte zur Verfügung. Dies ist bei vielen anderen UNIX-Systemen nicht der Fall. Der Wechsel des *Runlevel* bietet eine einfache Möglichkeit, das System für die gerade notwendigen Aufgaben einzustellen. So kann beispielsweise ein störender Zugriff von Benutzern während Arbeiten am System durch den Wechsel in den Single User Mode ausgeschlossen werden.

Script

Ein *Script* ist eine Textdatei, die Befehle einer Scriptsprache (z. B. → *Perl*, → *AppleScript*) beinhaltet. Diese Befehle werden von einem entsprechenden Interpreter zur Laufzeit sequentiell ausgeführt. Scripte werden im Gegensatz zu Binärprogrammen nicht vor der Ausführung kompiliert.

Server Side Includes

Diese Technik gestattet es, bestimmte Kommandos in HTML-Seiten einzubetten, die eine serverseitige Aufbereitung des Dokuments bewirken, bevor es ausgeliefert wird. So kann beispielsweise das Datum der letzten Änderung der Datei in das Dokument eingefügt werden, oder es wird abhängig von bestimmten Parametern (beispielsweise des Pfadnamens) ein individueller HTML-Code eingefügt. *Server Side Includes* gestatten über den Befehl *exec* auch die Ausführung von Programmen.

Shell

Schnittstelle des Benutzers zum Betriebssystem. Meist versteht man unter dem Begriff *Shell* einen Kommandozeilen-Editor, in dem der Benutzer Befehle eingeben kann, die vom Betriebssystem ausgeführt werden sollen. Graphische Benutzerschnittstellen werden häufig nicht als *Shell*, sondern als *GUI* (*Graphical User Interface*) bezeichnet.

Soft Link → *Link*

Spam

Unter *Spam* werden E-Mails oder Nachrichten in Newsgroups verstanden, die Irrelevantes oder Werbebotschaften zum Inhalt haben. Diese werden zumeist unter falscher Angabe der Absenderdaten über frei zugängliche oder mangelhaft geschützte SMTP-Server verschickt und belasten damit die Systeme.

Sparcstation

Workstation mit dem von Sun entwickelten SPARC-Prozessor (Scalable Processor Architecture), einem RISC-Prozessor.

Streamer

Mit *Streamer* werden Bandlaufwerke bezeichnet. Diese werden aufgrund des niedri-

gen Preises und der hohen Speicherkapazität bei niedriger Datenübertragungsrate vor allem als Backup-Geräte eingesetzt. Daten werden bei Streamern sequentiell auf das Band geschrieben, gewissermaßen als ‚Datenstrom‘, daher der Name.

Superuser

Als *Superuser* wird bei UNIX-Systemen ein besonderer Benutzer mit dem Usernamen → *root* bezeichnet. Der *Superuser* ist für die Administration des Systems zuständig und bekommt vom System Sonderrechte eingeräumt. Faktisch gibt es so gut wie nichts, was der *Superuser* nicht dürfte, weshalb bei der Arbeit als *root* immer besondere Vorsicht geboten ist. Ein normaler Benutzer kann mit Hilfe des Kommandos *su* seine Identität wechseln und somit auch zeitweilig zum *Superuser* werden.

Swapping

Ein- resp. Auslagern ganzer Prozesse in einen speziellen Festplattenbereich (*Swap Area*) bei Speicherknappheit.

Symbolic Link* → *Link

Tag

Tag ist die Bezeichnung für Befehle, wie sie in Auszeichnungssprachen verwendet werden, z. B. in HTML, SGML o. ä. Blockanweisungen in den Konfigurationsdateien des Apache Webservers werden ebenfalls in *Tags* eingeschlossen.

Time Slice

Eine auch *Zeitscheibe* genannte Zeiteinheit, für die ein Prozeß die CPU ohne Unterbrechung maximal in Anspruch nehmen kann.

Thread

Kontrollflußbestandteil eines Prozesses: CPU-Register, Stack, Zustand, etc.

Unicode

Unicode ist eine Weiterentwicklung des ASCII-Codes, verwendet jedoch zur Zeichencodierung 16 anstelle von 8 Bit. Dadurch ist die Darstellung sämtlicher bekannter Zeichen (neben den in europäischen Sprachen verwendeten Schriftzeichen u. a. auch Katakana, Hiragana und chinesische Zeichen) in einem Zeichensatz möglich.

Virtual Host

Hosts, die über einen eigenen Namen und evtl. auch eine eigene IP-Nummer verfügen, bei denen es sich aber nicht um eine eigene physikalische Schnittstelle handelt, werden als *Virtual Host* bezeichnet. Daraus ergibt sich, daß auf einem Rechner mit einer Schnittstelle mehrere *Virtual Hosts* betrieben werden können. Typischerweise findet dies bei Webservern Anwendung, so daß auf einem Computer mehrere Domains ‚gehostet‘ werden können. Beim Mac OS spricht man hier auch von *Multihoming*.

Virtual Memory

Erweitern des Speicherbereiches, der einem Prozeß zur Verfügung steht, durch für den Prozeß transparentes Auslagern (ganz oder nur stückweise) auf einen Hintergrundspeicher durch → *Swapping* oder *Paging*.

Literaturverzeichnis

Bücher

PAUL ALBITZ, CICKET LIU: *DNS und BIND*

Dt. Übers. von PETER KLICMAN, 1. Auflage, Köln, O'Reilly, 1997

PAUL ALBITZ, CICKET LIU et al.: *DNS on Windows NT*

1. Auflage, Sebastopol, O'Reilly & Associates, 1998

Apple Computer Inc. (Hrsg.): *Macintosh Human Interface Guidelines*

Reading/Massachusetts, Menlo Park/California, New York [u. a.], Addison-Wesley Publishing Company, 1992

BODO BAUER et al.: *SuSE Linux 6.0 – Installation, Konfiguration und erste Schritte*

13. Auflage, Nürnberg, SuSE GmbH, 1998

HELEN CLUSTER: *Inside Windows NT*

1. Auflage, Microsoft Press, 1992

BRIAN COSTALES, ERIC ALLMAN: *Sendmail*

2. Auflage, Sebastopol, O'Reilly & Associates, 1997

ÆLEEN FRISCH: *UNIX System Administration*

Dt. Übers. von PETER KLICMAN, 1. Auflage, Bonn, O'Reilly, International Thomson-Verlag, 1996

ÆLEEN FRISCH: *Windows NT kurz und gut*

Dt. Übers. von PETER KLICMAN, 1. Auflage, Köln, O'Reilly, 1998

SIMSON GARFINKEL, GENE SPAFFORD: *Practical UNIX & Internet Security*

2. Auflage, Sebastopol, O'Reilly & Associates, 1996

DAVID L. HART, PHILIP E. BOURNE: *Mac OS 8 Web server cookbook*

New Jersey, Prentice Hall PTR, 1999

SEBASTIAN HETZE et al.: *Linux - Anwenderhandbuch und Leitfaden für die Systemverwaltung*

7. Auflage, Berlin, LunetIX, 1997

CRAIG HUNT: *TCP/IP - Netzwerk-Administration*

Dt. Übers. von PETER KLICMAN, 2. Auflage, Köln, O'Reilly, 1998

ALBERT KARLSTETTER et al.: *Apple Handbuch Datenkommunikation und Netzwerke*
Bonn, Paris, Reading/Massachusetts, [u. a.] Addison-Wesley, 1993

OLAF KIRCH: *Linux – Wegweiser für Netzwerker*

Dt. Übers. von OLAF KIRCH, PETER KLICMAN, 1. Auflage, Bonn, O'Reilly/International Thomson Verlag, 1996

BEN LAURIE, PETER LAURIE: *Apache – The Definitive Guide*

1. Auflage, Sebastopol, O'Reilly & Associates, 1997

MIKE LOUKIDES: *System Performance Tuning – Optimierung von UNIX-Systemen*

Dt. Übers. von CHRISTOPH BADURA, THOMAS MAUS, 1. Auflage, Bonn, O'Reilly/International Thomson Verlag, 1995

Microsoft Corporation (Hrsg.): *Grundlegende Funktionen und Installation Microsoft Windows NT Server*

1. Auflage, 1995

ERIC PEARCE: *Windows NT in a Nutshell*

1. Auflage, Sebastopol, O'Reilly & Associates, 1997

DAVID A. SOLOMON: *Inside Windows NT*

2. Auflage, Microsoft Press, 1998

ROBERT BRUCE THOMPSON, CRAIG HUNT: *Windows NT TCP/IP - Netzwerk-Administration*

Dt. Übers. von AHMET ERTEM, ANDREAS ROESCHIES, 1. Auflage, Köln, O'Reilly, 1999

MATT WELSH, LAR KAUFMAN: *Linux – Wegweiser zur Installation & Konfiguration*

Dt. Übers. von MATTHIAS K. DALHEIMER, JÖRG REDMER, 2. Auflage, Köln, O'Reilly, 1998

Zeitschriften

MARCO BUDDE: *Dokumentation für Einsteiger*

in *Linux-Magazin*, Ausgabe 01/99, München, Linux-Magazin Verlag, 1999, S. 44 ff.

DETLEV DROEGE et al.: *Ein X für ein U – Mac OS X Server in der Praxis*

in CHRISTIAN HEISE (Hrsg.): *c't – Magazin für Computertechnik*, Ausgabe 9/99, Hannover, Verlag Heinz Heise, 1999, S. 116 ff.

JOHANNES ENDRES: *Druckausgleich*

in CHRISTIAN HEISE (Hrsg.): *c't – Magazin für Computertechnik*, Ausgabe 24/98, Hannover, Verlag Heinz Heise, 1998, S. 186 ff.

FRED HANTELMANN: *SGI stellt NT Workstation vor*

in CHRISTIAN HEISE (Hrsg.): *iX – Magazin für professionelle Informationstechnik*, Ausgabe 02/99, Hannover, Verlag Heinz Heise, 1999, S. 20 ff.

FRED HANTELMANN, MICHAEL RIEPEIN: *Sechser mit zwei*

in CHRISTIAN HEISE (Hrsg.): *iX – Magazin für professionelle Informationstechnik*, Ausgabe 01/99, Hannover, Verlag Heinz Heise, 1999, S. 58 ff.

KRISTIAN KÖHNTROP: *Spinne im Netz*

in CHRISTIAN HEISE (Hrsg.): *c't – Magazin für Computertechnik*, Ausgabe 20/98, Hannover, Verlag Heinz Heise, 1998, S. 204 ff.

FLORIAN KÜHNERT: *Reise ins Linux-Land*

in CHRISTIAN HEISE (Hrsg.): *c't – Magazin für Computertechnik*, Ausgabe 9/98, Hannover, Verlag Heinz Heise, 1998, S. 146 ff.

PETER SIERING: *Betriebssystem-Poker – Erste Blicke auf Windows NT*

in CHRISTIAN HEISE (Hrsg.): *c't – Magazin für Computertechnik*, Ausgabe 9/92, Hannover, Verlag Heinz Heise, 1992, S. 42 ff.

PETER SIERING: *DebütanT – Windows NT fertiggestellt*

in CHRISTIAN HEISE (Hrsg.): *c't – Magazin für Computertechnik*, Ausgabe 10/93, Hannover, Verlag Heinz Heise, 1993, S. 12 ff.

MARTIN STEIN, WALTER MEHL: *Der erste Test: Mac-OS X Server*

in *Macwelt*, Ausgabe 5/99, München, IDG Magazine Verlag GmbH, S. 26 ff.

SELLE, STEPHAN: *Apple Inside Story – Zu genial für diese Welt?*

in THOMAS REHDER (Hrsg.): *MACup*, Ausgabe 3/98, 14. Jahrgang, Hamburg, MACup Verlag GmbH, S. 200 ff.

MATTHIAS ZEHDEN: *Oh! Es! X!*

in THOMAS REHDER (Hrsg.): *MACup*, Ausgabe 5/99, 15. Jahrgang, Hamburg, MACup Verlag GmbH, S. 94 ff.

Online-Quellen

World Wide Web und FTP

Academ Consulting Services (Hrsg.): *WU-FTP Server Software*

unter <http://www.academ.com/academ/wu-ftp/> (01.06.1999)

Aladdin Systems (Hrsg.): *Aladdin Systems Homepage*

unter <http://www.aladdinsys.com> (01.06.1999)

Apache Group (Hrsg.): *Apache Webserver Homepage*

unter <http://www.apache.org> (01.06.1999)

Apache GUI Project (Hrsg.): *Comanche Homepage*

unter <http://comanche.com.dtu.dk/comanche/> (01.06.1999)

Apple Computer Inc. (Hrsg.): *MacDNS*

unter <http://asu.info.apple.com/swupdates.nsf/artnum/n11264> (01.06.1999)

Apple Computer Inc. (Hrsg.): *Mac OS X Server*

unter <http://www.apple.com/macosx/server> (01.06.1999)

Apple Computer Inc. (Hrsg.): *MKLinux: Linux for the Power Macintosh*

unter <http://www.mklinux.apple.com> (01.06.1999)

Apple Computer Inc. (Hrsg.): *Tech Info Library – Mac OS 8.6: What's New - Overview*
unter <http://til.info.apple.com/techinfo.nsf/artnum/n60230> (10.05.1999)

AppleInsider (Hrsg.): *Mac OS 8.7 (Code Named „Sonata“)*
unter <http://www.appleinsider.com/macos8.7.shtml> (29.05.1999)

Blueworld Inc. (Hrsg.): *Blueworld Homepage*
unter <http://www.blueworld.com> (04.06.1999)

ED BOTT: *NT lies – Lie 5 NT is Robust and Crash-proof*
unter <http://www.zdnet.com/pccomp/features/fea0797/nt/sub5.html> (01.06.1999)

Cobalt Networks (Hrsg.): *Cobalt Networks Homepage*
unter <http://www.cobaltnet.com> (04.06.1999)

Connectix Inc. (Hrsg.): *Connectix Homepage*
unter <http://www.connectix.com> (04.06.1999)

Denic eG (Hrsg.): *Das Wachstum des Internet*
unter <http://www.nic.de/Netcount/netStatOverview.html> (01.06.1999)

Deutsches Linux HOWTO Projekt (Hrsg.): *LDP Homepage (dt.)*
unter <http://www.tu-harburg.de/~semb2204/dlhp/> (01.06.1999),
<ftp://hp00.rz.tu-harburg.de/pub/software/systems/pc/linux/dlhp/> (01.06.1999),
<ftp://sunsite.unc.edu/pub/Linux/docs/howto/translations/de> (01.06.1999)

Evans Research Associates (Hrsg.): *Personal Computer Satisfaction – An Independent Study of People Who use Both Macintosh and Windows 95 Computers*
unter <ftp://ftp.apple.com/whymac/evans.pdf>, (10.05.1999)

Free Software Foundation (Hrsg.): *FSF Homepage*
unter <http://www.fsf.org> (01.06.1999)

JACQUES GELINAS: *LinuxConf Homepage*
unter <http://www.solucorp.qc.ca/linuxconf/> (01.06.1999)

Georgia Institute of Technology (Hrsg.): *GVU's Ninth WWW User Survey – Which Server?*
unter http://www.cc.gatech.edu/gvu/user_surveys/survey-1998-04/graphs/webmaster/q3.htm (10.05.1999)

GNU Project (Hrsg.): *Gnome Homepage*
unter <http://www.gnome.org> (01.06.1999)

GNU Project (Hrsg.): *GNU Homepage*
unter <http://www.gnu.org> (01.06.1999)

MICHAEL HOLVE: *TkApache Homepage*
unter <http://eunuchs.org/linux/TkApache/> (01.06.1999)

KOOS VAN DEN HOUT: *Frequently Asked Questions about wu-ftp, with answers*
unter <http://www.cetis.hvu.nl/~koos/wu-ftp-faq.html> (01.06.1999)

internet.com LLC (Hrsg.): *Server Watch's Review of WebSTAR*
unter <http://serverwatch.internet.com/reviews/web-webstar.html>, (15.05.1999)

RICHARD JOERGES: *Serversoftware – Linux vs. NT*

unter http://www.zdnet.de/internet/artikel/sw/199901/linuxserver_01-wfhtml (01.06.1999)

John Fairfax Holdings Ltd. (Hrsg.): *Industry News: Apple in a stew over Open Source*

unter <http://www.it.fairfax.com.au/990323/industry/industry5.html>, (30.05.1999)

International Data Corp. (Hrsg.): *IDC Homepage*

unter <http://www.idc.com> (01.06.1999)

KDE Project (Hrsg.): *K Desktop Environment Homepage*

unter <http://www.kde.org> (01.06.1999)

JOHN KIRCH: *Microsoft Windows NT 4.0 Server vs. UNIX*

Dt. Übers. von J. TRIPPLER, A. KANESE, unter <http://www.lot-germany.com/magazin/unix-nt.htm> (01.06.1999)

KEN LANDFIELD: *WU-FTPD*

unter <http://www.landfield.com/wu-ftp/> (01.06.1999)

Linux Documentation Project (Hrsg.): *LDP Homepage (engl.)*

unter <http://sunsite.unc.edu/LDP/HOWTO/> (01.06.1999),

<ftp://sunsite.unc.edu/pub/Linux/docs/howto/> (01.06.1999),

<ftp://tsx-11.mit.edu/pub/linux/docs/HOWTO> (01.06.1999)

LinuxPPC Inc. (Hrsg.): *Linux for Apple, IBM and Motorola PowerPC*

unter <http://www.linuxppc.org> (01.06.1999)

Maxum Development Corporation (Hrsg.): *Phantom – WebCrawler and Search Engine for Your Site*

unter <http://www.maxum.com/Phantom/> (25.05.1999)

Microsoft GmbH Deutschland (Hrsg.): *MAS-Supportprofil: präzise, persönlich, proaktiv*

unter <http://www.microsoft.com/germany/support/servicesupport/mas.htm> (10.05.1999)

Microsoft Corp. (Hrsg.): *Microsoft Hardware Compatibility List*

unter <http://www.microsoft.com/isapi/hwtest/hcl.idc?RLD=34> (01.06.1999)

Microsoft Corp. (Hrsg.): *Microsoft Knowledge Base*

unter <http://www.microsoft.com/germany/support/> (01.06.1999)

Microsoft Corp. (Hrsg.): *Microsoft Support*

unter <http://support.microsoft.com/support> (01.06.1999)

Net-Consultants Inc. (Hrsg.): *ServerWatch's Review of Windows NT Server*

unter <http://serverwatch.internet.com/reviews/platform-winnt.html> (01.06.1999)

Netcraft (Hrsg.): *Netcraft Web Server Survey*

unter <http://www.netcraft.com/survey> (01.06.1999)

Network Solutions/U. S. Government (Hrsg.): *DNS Root Server Hints*

unter <ftp://ftp.rs.internic.net/domain/named.root> (01.06.1999)

Ohio State University (Hrsg.): *Request for Comments*

unter <http://www.cis.ohio-state.edu/hypertext/information/rfc.html> (01.06.1999)

GANESH C. PRASAD: *The Ultimate Argument Against Linux*

unter <http://www.osopinion.com/Opinions/GaneshCPrasad/GaneshCPrasad1.html> (01.06.1999)

Redaktionsbüro Wunner (Hrsg.): *MacGadget – Der deutsche Macintosh-Nachrichtendienst – Archiv – 01. bis 10. Mai 1999*

unter <http://www.macgadget.de/archiv/1999/Mai/mai991.html> (15.05.1999)

sendmail.org (Hrsg.): *Sendmail Homepage*

unter <http://www.sendmail.org> (01.06.1999)

GLEN, SENFORD: *Apple History*

unter <http://www.apple-history.com/GUI.html> (04.04.1999)

sensei consulting (Hrsg.): *The EvangeList: PR – VanHacking's \$10,000 Macintosh Web Server Security Challenge*

unter <http://wais.sensei.com.au/macarc/macway/9705/0368.html>, (04.06.1999)

Social Engineering (Hrsg.): *Quid Pro Quo Search Server 1.0*

unter <http://www.socialeng.com/html/search.html> (25.05.1999)

Starnine Inc. (Hrsg.): *Starnine Homepage*

unter <http://www.starnine.com> (01.06.1999)

SuSE GmbH (Hrsg.): *SuSE FTP-Server*

unter <ftp://ftp.suse.com> (01.06.1999)

SuSE GmbH (Hrsg.): *SuSE Hardwaredatenbank*

unter <http://cdb.suse.de/cdb/D/> (01.06.1999)

SuSE GmbH (Hrsg.): *SuSE Homepage*

unter <http://www.suse.de> (01.06.1999)

SuSE GmbH (Hrsg.): *SuSE Mailinglisten*

unter <http://www.suse.de/maillinglisten.html> (01.06.1999)

SuSE GmbH (Hrsg.): *SuSE Programmupdates und -patches*

unter <http://www.suse.de/patches/index.html> (01.06.1999)

SuSE GmbH (Hrsg.): *SuSE Security Announcements*

unter <http://www.suse.de/security/index.html> (01.06.1999)

SuSE GmbH (Hrsg.): *SuSE Supportdatenbank*

unter <http://www.suse.de/sdb/de/html/index.html> (01.06.1999)

B. TRITSCH: *Windows NT für Programmierer*

unter www.igd.fhg.de/inisc/mswin/awfntdev/kap2.htm (31.03.1999)

VINOD VALLOPILLIL, JOSH COHEN: *VinodV Memorandum (Halloween Papers)*

v1.00, unter <http://www.cavcomp.demon.co.uk/halloween/halloween2.html> (01.06.1999)

Verlag Heinz Heise (Hrsg.): *Heise-News-Ticker: Ballmer: Apache ist einfach besser*

unter <http://www.heise.de/newsticker/data/jo-31.05.99-000/> (01.06.1999)

Washington University, St. Louis (Hrsg.): *WU-FTPD*

unter <http://www.wustl.edu/ftp/> (01.06.1999)

Webmin Project (Hrsg.): *Webmin Homepage*
unter <http://www.webmin.com/webmin/> (01.06.1999)

Ziff Davies Verlag (Hrsg.): *Microsoft hat Netscape nicht zerstört*
unter www.zdnet.de/news/artikel/1999/06/04009-wf.htm (06.06.1999)

USENET

news://de.comp.os.ms-windows.nt (02.06.1999)

news://comp.os.minix (01.06.1999)

news://comp.os.ms-windows.nt.misc (02.06.1999)

news://comp.os.ms-windows.nt.admin.misc (02.06.1999)

Sonstige Quellen

ALEXANDER NOUAK, ULF STEGEMANN: *Verschlüsselungssysteme in Datennetzen*
Hausarbeit für das Fach ‚Informationsmanagement IV‘ des Fachbereichs ‚Information und Dokumentation‘, FH Darmstadt, 1998

Weiterführende Literatur

BRENT CHAPMAN, ELIZABETH D. ZWICKEY: *Einrichten von Internet Firewalls*
Dt. Übers. von KATJA KARSUNKE, THOMAS MERZ, 1. Auflage, Köln, O'Reilly, 1996

ROBERT X. CRINGELY: *Accidental Empires – how the boys of Silicon Valley make their millions, battle foreign competition, and still can't get a date*
überarbeitete Neuauflage, Harper Collins Publishers, New York, 1996

MIRKO DZIADZKA, ALEXANDER MEISEL: *Linux-basierte Netzwerke*
1. Auflage, München, Addison Wesley Longman Verlag, 1999

ÆLEEN FRISCH: *Windows NT System Administration*
Dt. Übers. von ANDREAS ROESCHIES, 1. Auflage, Köln, O'Reilly, 1998

SIMSON GARFINKEL, GENE SPAFFORD: *Web Security & Commerce*
1. Auflage, Sebastopol, O'Reilly & Associates, 1997

MICHAEL KOFLER: *Linux*
4. Auflage, München, Addison Wesley Longman Verlag, 1999

JODY LEBER: *Windows NT Daten sichern & wiederherstellen*
Dt. Übers. von ANDREAS ROESCHIES, 1. Auflage, Köln, O'Reilly, 1999

ASHLEY MEGGIT, TIM RITCHEY: *Windows NT Benutzer-Administration*
Dt. Übers. von ANDREAS ROESCHIES, 1. Auflage, Köln, O'Reilly, 1998

JAMES D. MURRAY: *Windows NT Event Logging*

1. Auflage, Sebastopol, O'Reilly & Associates, 1998

JERRY PEEK, TIM O'REILLY et al.: *UNIX Power Tools*

2. Auflage, Sebastopol, O'Reilly & Associates, 1997

JESSICA PERRY HEKMANN et al.: *Linux in a Nutshell*

Dt. Übers. von MATTHIAS K. DALHEIMER, 1. Auflage, Köln, O'Reilly, 1997

PAUL ROBICHAUX: *Windows NT Registrierung*

Dt. Übers. von FRANK HEYNE, 1. Auflage, Köln, O'Reilly, 1998

STEPHAN SOMOGYI: *The PowerPC Macintosh Book – The Inside Story on the New RISC-Based Macintosh*

Reading/Massachusetts, Menlo Park/California, New York [u. a.], Addison-Wesley Publishing Company, 1994

STEPHEN SPAINHOUR, VALERIE QUERCIA: *Webmaster in a Nutshell*

Dt. Übers. von EVA WOLFRAM, THOMAS NIGGL, 1. Auflage, Köln, O'Reilly, 1997

STEPHEN L. TALBOTT: *The Future does not compute*

1. Auflage, Sebastopol, O'Reilly & Associates, 1995

SHERRY TURKLE: *Leben im Netz – Identität in Zeiten des Internet*

1. Auflage, Reinbek bei Hamburg, Rowohlt, 1995

JAMES WALLACE: *Overdrive – Bill Gates and the race to control Cyberspace*

1. Auflage, New York, John Wiley and Sons Inc., 1997

KEVIN WASHBURNE, JIM EVANS: *TCP/IP – Aufbau und Betrieb eines TCP/IP-Netzes*

Dt. Übers. von INGRID TOKAR, 2. Auflage, München, Addison Wesley Longman Verlag, 1997

SHARON ZARDETTO AKER: *The Macintosh Bible*

7th Edition, Barkeley, Peachpit Press, 1998

Linux Newsgroups

unter *news://comp.os.linux.**, *news://de.comp.os.unix.linux.** und *news://alt.os.linux*

Macintosh Newsgroups

unter *news://maus.computer.mac.**, *news://comp.sys.mac.** und *news://de.comp.sys.mac*