

# Linux

# Basics

Fritz Schmöllebeck

Auf den folgenden Seiten soll das Betriebssystem Linux beschrieben werden. Die Beschreibung wird aufgrund der Mächtigkeit des Systems und der vorgegebenen Seitenzahl knapp ausfallen, soll aber für viele Lehrerkollegen und natürlich auch für alle anderen Interessierte einen Leitfaden bieten. Es gibt viele Gründe sich mit einem anderen Betriebssystem als WindowsXXX zu beschäftigen. Ich hoffe mit Hilfe der folgenden Zeilen einige Leser auf den Geschmack zu bringen sich mit Linux auseinanderzusetzen und es vielleicht sogar produktiv einzusetzen.

Linux ist eine Wortschöpfung von Linus Torvalds, dem Stamm-Entwickler und geistigen Vater von Linux. Es ist eine Kreuzung seines eigenen Namens mit UNIX, dem Namen des Betriebssystems welchem die Funktionalität von Linux entspricht.

## Wozu ein Betriebssystem?

Jeder Computer besteht aus mehreren Komponenten und Geräten, der sogenannten Hardware. Unter anderem sind das die Zentrale-Prozessor-Einheit (CPU), der Arbeitsspeicher, die Festplatte und die Diskettenlaufwerke, der Bildschirm und die Tastatur, der Drucker und das Modem. Die Komponenten sind nur lose miteinander verknüpft. Philosophisch betrachtet, stellen sie eine universelle Maschine dar, die erst durch ein konkretes Anwenderprogramm zu einer simulierten Schreibmaschine, einer Lohnbuchhaltung, einem Schachspiel oder einer Mondlandefähre wird.

Um den Programmierer eines Anwenderprogramms von den Einzelheiten der Hardwareprogrammierung zu entlasten, werden die Komponenten durch das sogenannte Betriebssystem verwaltet. Im Idealfall stellt das Betriebssystem alle Dienste der Hardware in einer abstrakteren Form zur Verfügung, ist also eine Art Hardwareerweiterung.

Das Betriebssystem muß, wie jedes andere Programm auch, zur Laufzeit im Arbeitsspeicher geladen sein.

Bei einigen Computern steht das Betriebssystem in dauerhaften Speicherbausteinen, sogenannten ROM's. Die IBM-kompatiblen PC's laden den größten Teil des Betriebssystems von Diskette oder Festplatte. Der Betriebs-

stem-Kern ist das erste Programm, das nach dem Einschalten des Rechners automatisch geladen und gestartet wird. Wenn er einmal geladen ist, bleibt er im Arbeitsspeicher, bis der Rechner ausgeschaltet wird.

Gemeinsam mit dem Betriebssystem stehen normalerweise noch eine Reihe von Systemprogrammen zur Verfügung, mit denen Sie beispielsweise eine Diskette formatieren oder eine Datei ausdrucken können. Ein besonders wichtiges Systemprogramm ist der Kommandozeileninterpreter, eine Benutzeroberfläche des Betriebssystems, der Ihre Eingaben liest und die darin formulierten Befehle ausführt. Bei MS-DOS wird diese Aufgabe von COMMAND.COM erfüllt, unter UNIX und so auch unter Linux gibt es zu diesem Zweck sogenannte Shells. In vielen Systemen WindowsXXX übernehmen Graphische Userinterfaces (GUI) Mittlerfunktionen zwischen Betriebssystemkern und Benutzer.

Zur optimalen Ausnutzung der teuren Hardware wurden für Großrechner schon sehr früh Betriebssysteme entwickelt, die mehreren Anwendern gleichzeitig die Systembenutzung ermöglichen. Diese als Multiuser/Multitasking bezeichnete Eigenschaft war für das Betriebssystem der ersten PC's (1981) überflüssig. Ein moderner 386er Rechner wird dagegen von einem normalen Anwenderprogramm nicht ausgelastet. Die meiste Zeit

verbringt das Betriebssystem damit, auf den nächsten Tastendruck des Benutzers zu warten. Aus diesem Grund werden jetzt auch Mehrbenutzerbetriebssysteme für PC angeboten.

Die Anforderungen an ein Mehrbenutzerbetriebssystem unterscheiden sich grundlegend von einem Einbenutzersystem:

- Es müssen konkurrierende Hardwarezugriffe verhindert beziehungsweise verwaltet werden.
- Es müssen die privaten Daten der Benutzer geschützt werden.
- Die Speicherbereiche der Anwenderprogramme müssen vor ungewollten Veränderungen durch andere Programme geschützt werden.

Als echtes Mehrbenutzerbetriebssystem verwaltet Linux die Systemkom-

ponenten sehr restriktiv. Es erlaubt den Anwenderprogrammen prinzipiell keinen direkten Zugriff auf die Hardware. Um diese Einschränkung durchzusetzen, werden die Anwenderprogramme durch das Betriebssystem (den Kernel) kontrolliert. Wenn ein Programm vom Benutzer aufgerufen wird, lädt der Kernel die ausführbare Datei in den Arbeitsspeicher und macht daraus einen Prozeß. Dieser Prozeß erhält bei seiner Entstehung einen logischen Adreßraum zugewiesen, in dem zuerst der Programmtext und die initialisierten Daten des Programms dargestellt werden, in dem das Programm aber auch seine variablen Daten ablegen kann. Die logischen Adressen werden vom Betriebssystem auf die physikalischen Adressen des Arbeitsspeichers abgebildet. Wenn das Programm auf eine (logische) Speicheradresse zugreift, muß diese Adresse erst in die physikalische Adresse umgewandelt werden. Dadurch kann das Betriebssystem unberechtigte Zugriffe auf den Adreßraum anderer Prozesse oder auf die Hardwarekomponenten feststellen und unterbinden (durch das Signal SIGSEGV).

Die einzige Möglichkeit, auf die Systembereiche außerhalb des eigenen Adreßraums zuzugreifen, bietet der Kernel den Programmen auf Benutzerebene durch die sogenannten Systemaufrufe (system calls). Linux bietet ca. 150 solcher Systemaufrufe an. Dieses von Unix übernommene Prinzip erscheint auf den ersten Blick vielleicht als Hindernis und Einengung. Bei genauerer Betrachtung stellt man aber die enormen Vorteile fest.

So ist es der Übereinstimmung mit den Systemaufrufen des Unix System V zu verdanken, daß praktisch alle Unix-Programme sofort unter Linux übersetzt werden können. Die unterschiedlichen Hardwarevoraussetzungen aller unterschiedlichen Systeme werden allein vom Kernel aufgefangen.

Wie bereits gesagt, arbeitet jedes Anwenderprogramm in einem logischen Speichersegment. Dieses Speichersegment ist in Speicherseiten zu je 4 Kilobyte unterteilt und wird vom Betriebssystem seitenweise auf den physikalischen Arbeitsspeicher abgebildet (mapping). Wenn mehr Programme gestartet werden, als auf einmal in den

Arbeitsspeicher passen, kann der Kernel einzelne Speicherseiten aus dem physikalischen Adreßraum auf Festplatte auslagern (swapping). Wenn das dadurch unvollständige Programm wieder auf eine Adresse der ausgelagerten Speicherseite zugreifen will, wird sie automatisch zurückgeladen. Dank der MMU (Memory Management Unit) des 386-Prozessors werden die grundlegenden Funktionen dieser aufwendigen Speicherverwaltung bereits durch die CPU erledigt. Die intensive Ausnutzung spezieller Prozesseigenschaften macht Linux zu einem außerordentlich schnellen Betriebssystem.

Die allererste Begegnung mit Linux findet normalerweise vor der Installation auf Festplatte mit einem minimalen System auf Diskette bzw. auf einer RAM-Disk statt.

## Die Entstehung von Linux

Linus Torvalds, ein finnischer Informatikstudent an der Universität von Helsinki startet im März 1991 ein Hobbyprojekt. Er wollte, basierend auf dem System MINIX von A.Tannenbaum einerseits eigene Betriebssystemstudien durchführen, andererseits wollte Linus Torvalds einige der im Lehrsystem MINIX vorhandenen Beschränkungen beseitigen.

Bereits im September 1991 existierte ein kleines aber lauffähiges Betriebssystem welches Linus als Version 0.01 von Linux an interessierte Betriebssystemprogrammierer verteilte. Die Newsgroup comp.os.minix war in dieser Zeit noch sehr hilfreich. Viele derer, die sich für MINIX interessierten begannen sich für Linux zu interessieren. Da Linus Torvalds seine Entwicklungen von Beginn an frei anbot, konnte jeder ohne Kosten auf die Quelltexte der Programme zugreifen und wenn er es wollte, auch selbst an der Entwicklung von Linux mitarbeiten.

Im Jänner 1992 ging die eigentliche Entwicklung des heute bekannten Linux mit der Version 0.12 los. Anfangs bestanden bei der Installation und der Übersetzung von Linux noch Abhängigkeiten vom Betriebssystem MINIX. Der Systemkern war im Wesentlichen in 386er-Assemblersprache geschrieben. Der frei verfügbare GNU C Compiler, sowie die bash, uemacs und viele weitere GNU-Werkzeuge waren bereits lauffähig. Die Version 0.12 von Linux wurde in der Newsgroup comp.os.minix angekündigt und weltweit mit anonymous FTP zur Verfügung gestellt.

Viele weitere Entwickler beteiligten sich nun am Linux Projekt, wodurch

innerhalb weniger Monate aus dem in Assembler geschriebenen Minikernel ein stabil laufender, weitgehend in C programmierter Kern und eine Sammlung von Utilities mit vollständiger UNIX Funktionalität entstand. Kommuniziert wurde über das Internet per email. Zur Diskussion unter den Entwicklern und natürlich auch zur Information von potentiellen Anwendern wurde im USENET die Gruppe comp.os.linux etabliert. Die Entwicklergruppe von Linux war und ist über die ganze Welt verteilt. Das Internet als Kommunikationsmedium macht eine sehr rasante Entwicklung möglich.

Linux implementiert weitgehend den POSIX-Standard. Diese Eigenschaft, gemeinsam mit den sehr umfangreichen Bibliotheken des GNU C Compilers erleichtern die Portierung von UNIX-Software auf Linux erheblich. Die Free Software Foundation, das X-Konsortium, viele Universitäten und unzählige andere Organisationen sowie Einzelpersonen machten Linux innerhalb weniger Jahre zu einem leistungsfähigen UNIX-Betriebssystem mit einem Umfang an lauffähiger Software der so manches kommerzielle UNIX übertrifft. Besonders im Ausbildungsbereich, wo Geld fast immer knapp ist, bringt Linux sowohl in der Informatikausbildung als auch für Anwender aus anderen Wissensbereichen große Vorteile.

Linux ist heute in der UNIX-Betriebssystemlandschaft durchs ein „peer among peers“ geworden. Bereits seit geraumer Zeit werden auch viele kommerzielle Anwendungsprogramme auf Linux portiert.

Soviel in Kürze zur Geschichte von Linux.

Viele stellen sich wahrscheinlich an dieser Stelle Fragen wie :

*Was macht UNIX als kommerzielle Plattform eigentlich so interessant ?*

*Warum hat man nicht gleich MINIX entsprechend weiterentwickelt ?*

*Reicht nicht eigentlich MS-WindowsXXX ohnehin für alle Anwendungsfälle aus ?*

Einige dieser und noch weitere Fragen sollen in den folgenden Kapiteln behandelt werden. Dann kommen wir natürlich auch noch zur praktischen Vorstellung von Linux gemeinsam mit einer kurzen Erklärung der Voraussetzungen für die Installation sowie der Installation selbst.

## Wissenswertes über MINIX

Andrew Tannenbaum veröffentlichte im Jahr 1987 an der freien Universität von Amsterdam ein Lehrbetriebssystem für PC. Er nannte dieses System MINIX (Mini-UNIX ?). Ohne AT&T Code zu benutzen hatte MINIX die Funktionalität von UNIX Version 7. Ein weiterer Vorteil von MINIX - es war für wenig Geld zu kaufen, aber nicht gratis.

Die USENET Group comp.os.minix dient zur Kommunikation unter den MINIX Entwicklern. Eine echte Basis für Anwendungsprogramme stellt MINIX allerdings nicht dar. Es ist ein äußerst lehrreiches Spielzeug. A.Tannenbaum besteht auf einigen sehr einschränkenden Randbedingungen. So dürfen am Kern des Betriebssystems keine Änderungen zugunsten von Anwendungsprogrammen vorgenommen werden. Vor allem ein Portieren des weltweit genutzten X-Windows Systems (ursprünglich am MIT entwickelt) auf MINIX ist durch eine Reihe von Restriktionen technisch nicht sinnvoll.

An dieser Stelle sei ausdrücklich festgehalten, daß die o.a. Einschränkungen aus der Sicht eines Lehrbetriebssystems durchaus sinnvoll sind, ein freies und vollwertiges Betriebssystem kann aus MINIX aber nicht entstehen.

## Wissenswertes über UNIX

Unics eine Weiterentwicklung des Systems Multics wurde 1969 von Ken Thompson und Dennies Ritchie auf einer DEC PDP-7 Anlage entwickelt. 1971 war UNIX in der Version 1 dann auf eine DEC PDP-11 portiert. 1973 existierte dann die fast vollständig in der praktisch gleichzeitig entwickelten Hochsprache C geschriebene UNIX Version 4.

AT&T durfte UNIX nicht vermarkten und gab die Sourcelizenzen zu außerordentlich günstigen Preisen an verschiedene amerikanische Universitäten weiter. Dies führte zu einer sehr dynamischen Entwicklung des Betriebssystems, allerdings auch zu verschiedenen Zweigen im Stammbaum von UNIX.

Ab 1984 durfte AT&T Software selbst verkaufen. Die zu diesem Zeitpunkt Aktuelle Version 4 von UNIX wurde als UNIX System V unter rein kommerziellen Gesichtspunkten vertrieben.

Da UNIX zu dieser Zeit fast zur Gänze in C geschrieben war, wurde die Portierung auf verschiedenste Prozessorarchitekturen erheblich erleichtert. Dies zusammen mit dem hohen Bekannt-



Grundsätzlich ist zur Installation von Linux kein anderes Betriebssystem notwendig. Linux kann in einer Minimalversion von Diskette gebootet werden und anschließend führt man mit YAST die Installation durch.

**Abbildung 1** zeigt verschiedene Wege zur Installation der S.U.S.E. Distribution. Vor der Installation sollte besonders von Linux-Neueinsteigern die Dokumentation ausführlich gelesen werden.

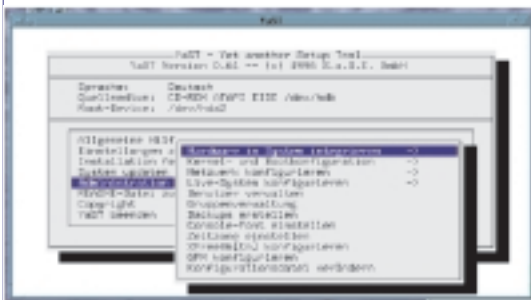
**Linux und andere Betriebssysteme**

Die Installation von Linux gemeinsam mit anderen Betriebssystemen ist durchaus möglich. Will man verschiedene Systeme wahlweise booten können, so ist ein Bootmanager-Programm notwendig. Mit Linux wird ein Bootmanager - LILO (**L**inux **L**oader) geliefert. LILO unterstützt viele verschiedene Kombinationen von Betriebssystemen auf demselben PC. Mit Hilfe des Programms Loadlin kann Linux auch von MS-DOS aus gestartet werden. Für Details sei wieder auf die HOWTO's und die Dokumentation der jeweiligen Distribution verwiesen.

**YAST**

**Yet Another Setup Tool** ist das Installationsprogramm der S.U.S.E. Linux Distribution. Mithilfe von YAST ist eine menügeführte Installation von Linux möglich.

Aber nicht nur bei der Installation des Systems, sondern auch bei der späteren Administration leistet YAST wertvolle Dienste. Das Einbinden neuer Hardwarekomponenten sowie die Verwaltung von Benutzern und Benutzergruppen kann menügesteuert erfolgen.



**Abbildung 2: Systemkonfiguration mit YAST**

**So sieht der Benutzer Linux**

**X-Windows**

Das X-Window-System ist unter UNIX der Standard für graphische Benutzeroberflächen. X11 war der Name eines Gemeinschaftsprojektes des MIT (Massachusetts Institute of Technology - Projekt Athena) und der Firma DEC (Digital Equipment Corp.) Die erste Version X11R1 wurde im September 1987 freigegeben.

X-Windows oder kurz X11 ist nicht auf ein bestimmtes Betriebssystem beschränkt. Es bietet vielmehr die Möglichkeit, plattformunabhängig mehrere Systeme über ein Netzwerk von einem Display aus zu bedienen. Eine Applikation kann auf einem beliebigen Rechner im Netzwerk laufen, das Display der Applikation und die Benutzerinteraktion findet unter Umständen an einem ganz anderen Rechnersystem im Netzwerk statt. So kann z.B. eine aufwendige meteorologische Simulation auf einem Supercomputer (Cray etc.) laufen, die graphische Aufbereitung der Ergebnisse betrachtet sich der Benutzer aber bequem an seiner Desktop-Workstation. Auf dieser Workstation muß nicht das gleiche Betriebssystem laufen wie am Supercomputer. Mit geeigneter Zusatzsoftware kann z.B. auf einem Computer unter Windows95 der sog. Displayserver laufen, jener Teil des X-Windows Systems welcher für die graphische Darstellung des Userinterfaces zuständig ist.

XFree86™ ist eine freie Implementierung von X-Displayservern für PC-Unix Systeme und es ist in den meisten Linux Distributionen enthalten. Für das Look and Feel der Window-Oberfläche ist unter X11 der sog. Windowmanager verantwortlich. So wie unter Windows95 oder NT alle Windows ähnlich aussehen und ähnliche Eigenschaften haben (sie werden z.B. geschlossen wenn man auf die Closebox klickt, oder verschoben wenn man mit der Maus am oberen Querbalken zieht, ein Window erhält den Fokus wenn man daraufklickt oder einfach nur den Cursor darüber positioniert), so verleiht der Windowmanager unter X11 dieses einheitliche Erscheinungsbild.

In der S.U.S.E. Distribution ist der fvwm2 Windowmanager als Standard installiert. Will man aber z.B. das Look and Feel einer SUN-Workstation unter Open Look, so kann man ohne Probleme den olvwm benutzen. Die folgenden **Abbildungen 3 und 4** zeigen Applikationen unter verschiedenen Windowmanagern.

**Die Applikationen**

Was gibt es unter Linux für Applikationen? Die kurze Antwort: einfach alles was unter UNIX frei verfügbar ist wurde bereits auf Linux portiert. Kommerzielle Applikationen werden in zunehmendem Maß portiert, hier ist aber Vorsicht angebracht. Man sollte sich im Bedarfsfall genau informieren. Auch dafür gibt es in der Dokumentation Hilfe.



**Abbildung 3: fvwm2 Windowmanager**

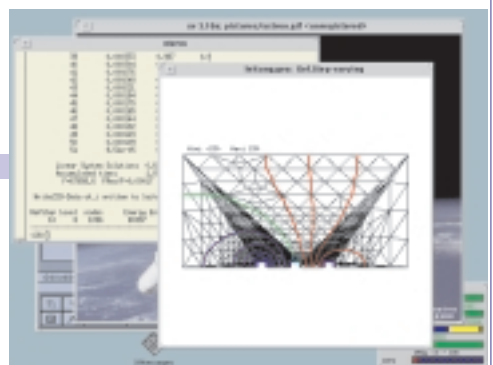


**Abbildung 4: olvwm Windowmanager**

Gerade im Ausbildungsbereich, wo es oftmals nicht auf ein spezielles Softwareprodukt, sondern auf grundlegende Fertigkeiten ankommt, findet man praktisch für jeden Anwendungsfall die geeignete Applikation. Sei es Computergraphik, Raytracing, Audio oder Video (ja - auch für Multimedia ist Linux bestens gerüstet), Simulationen verschiedenster Fachgebiete, Internetanbindung, WWW, Programmentwicklung in unzähligen Programmiersprachen (C, C++, Java, MODULA, PASCAL, FORTRAN, Smalltalk, Eiffel, Perl, LISP, ...), Emulator-Software für: MS-DOS; ATARI-ST; 16-Bit Windows Applikationen; Amiga; Commodore 64, Satz mit TEX, u.v.m.

**Linux im Netzwerk**

Im Netzwerk entfaltet Linux besonders was das TCP/IP also das Internetprotokoll betrifft seine Stärken. Es gibt



**Abbildung 5: FEM-Simulation des elektromagnetischen Feldes einer Drehstromleitung unter Linux**

NETZWERK

unter UNIX praktisch keine Netzwerksoftware die noch nicht auf Linux portiert worden wäre. Sowohl das Einbinden einer Linux Workstation in ein bestehendes Netzwerk, als auch die Anbindung kleiner und mittlerer LAN's an das Internet ist mit Hilfe von Linux recht leicht möglich. Linux enthält sämtliche Softwarekomponenten zum Aufbau von Serversystemen für WWW, FTP, GOPHER usw. Nameserver und Mail-Gateways sind ebenso realisierbar wie Firewalls und Proxy-Server aller Art.

Auch zur Einbindung in Novell-Netzwerke Netze und Windows NT bzw. Windows95 Netzwerke ist Linux gut vorbereitet. **Abbildung 6** zeigt File- und Printservices für Windows95 bzw. Windows NT. Der Netzknoten Orion ist ein Linux-Server, der verschiedene Verzeichnisse und Drucker freigibt. Unter Windows95 sehen diese Services wie jene eines NT-Servers aus.

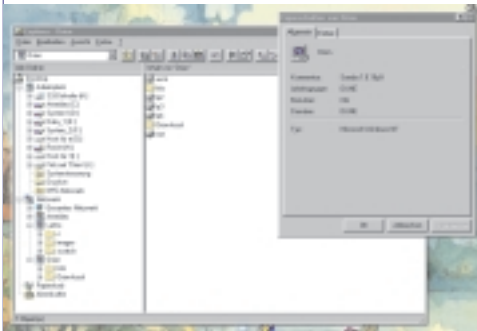


Abbildung 6: File- und Printservices für Windows 95 (SAMBA)

Linux als File- und Printserver verwendet, könnte bis auf den Support vielen etablierten Netzwerkbetriebssystemen stark Konkurrenz machen. Es ist durchaus denkbar, und es wird im universitären Bereich auch öfter getan, Linux als Serverplattform für mittlere, und manchmal auch größere LANs einzusetzen. Leider haben viele Benutzer und auch manche Systemadministratoren oft Bedenken Linux einzusetzen, weil UNIX der Ruf der schweren Bedienbarkeit („kryptische Kommandos“) voraussetzt. Dies ist in Zeiten von X-Windows oft nicht stichhaltig. Wer

z.B. unter Windows NT mehrere hundert Benutzer zu verwalten hat, kann auch ein Lied über Komplexität und gleich noch eines über tausende Mause-Klicks singen.

### Literatur:

Über UNIX gibt es eine nahezu unüberschaubare Zahl von Büchern und Publikationen. Für diejenigen die an weiterführender Literatur Interesse haben gibt es unter

`//rtfm.mit.edu/pub/usenet/news.answers/books` eine reichhaltige Auswahl. Eine Auswahl von Titeln im UNIX Umfeld erhält man auch per E-Mail an:

`mail-server@rtfm.mit.edu`

Kein subject - der Message body muß send usenet/news.answers/books/unix lauten.

Hier eine kleine Auswahl von empfehlenswerten Titeln zu UNIX und Linux.

[1] Linux 4.4 Installation, Konfiguration und erste Schritte, ISBN 3-930419-35-1

[2] Linux Anwenderhandbuch und Leitfaden für die Systemadministration, 5. Auflage 1995, Lunetix Softfair, ISBN 3-929764-04-0

[3] Harley Hahn, A Student's Guide to Unix, McGraw Hill, 1993, ISBN 0-07-025511-3

[4] Paul Abrahams and Bruce Larson, Unix for the Impatient, Addison Wesley, 1992, ISBN 0-201-55703-7

[5] Jerry Peek et. Al., Unix Power Tools, O'Reilly / Bantam, 1993, ISBN: 0-553-35402-7, (mit CDROM)

[6] Daniel Gilly and O'Reilly staff, Unix in a Nutshell, O'Reilly, 1992, 2nd ed, ISBN 1-56592-001-5

[7] Stephen Kochan and Patrick Wood, Unix Shell Programming, Hayden, 1990, ISBN: 0-672-48448-X

[8] Craig Hunt, TCP/IP Network Administration, O'Reilly, 1992, ISBN 0-937175-82-X

[9] Paul Albitz and Cricket Liu, DNS and BIND, O'Reilly, 1992, ISBN 1-56592-010-4

[10] John Quarterman and Susanne Wilhelm, „Unix, Posix, and Open Systems“, Addison-Wesley, 1993, ISBN 0-201-52772-3

[11] Niall Mansfield, The X Window System - A User's Guide, Addison Wesley, 1993, ISBN 0-201-54438-5

### Glossar

Zum Abschluß noch eine Erklärung der wichtigsten verwendeten Abkürzungen.

AT&T	Amerikanisches Telekom-Unternehmen
CPU	Central Processing Unit (Mikroprozessor)
DEC	Digital Equipment Corporation
FAQ	Frequently Asked Questions
fvwm2	Free Virtual Window Manager (Version 2)
GNU	Gnu is Not Unix (Rekursiv definiertes Label der Free Software Foundation)
LILO	LIinux LOader, der Linux Bootmanager
MIT	Massachusetts Institute of Technology
olvwm	Open Look Virtual Window Manager
RAM	Random Access Memory (Schreib-Lese-Speicher)
ROM	Read Only Memory (Nur Lese-Speicher)
SIGSEGV	SIGNAL for SEGment Violation
YAST	Yet Another Setup Tool