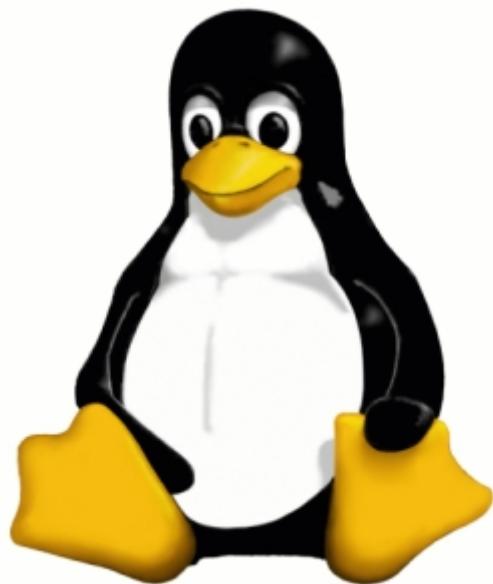


**Linux - ein freies Betriebssystem**

**Linux - eine Lebenseinstellung**

**Linux - eine Alternative**



Fachbereichsarbeit aus Informatik und Naturwissenschaften  
Schuljahr 2007/2008

vorgelegt bei:  
**Mag. Karl Zeilinger**

eingereicht von:  
**Simon Prückl**

## **Eidesstattliche Erklärung**

Ich, Simon Prückl, erkläre hiermit, die Fachbereichsarbeit eigenhändig verfasst und nur die angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Die Fachbereichsarbeit wurde auf Rechtschreibfehler kontrolliert.

---

Kremsmünster am Dienstag, 26. Februar 2008

Simon Prückl

# 1. Organisatorisches

## 1.1. Vorwort

Warum entschied ich mich für dieses Thema? Was bewog mich, diese sehr komplexe Thematik im Rahmen einer Fachbereichsarbeit zu behandeln und zu versuchen, sie auch für „Laien“ verständlich zu machen?

Der Grund dafür ist einerseits einfach und andererseits sehr komplex, einerseits war es nahe liegend, weil ich selbst ein Linux-Benutzer bin... aber andererseits bin ich der Meinung, dass Linux in jedem Fall die „Ehre“ einer FBA gebührt.

Mit dieser Arbeit versuche ich, eine Arbeit über ein Betriebssystem zu schreiben, ich versuche, einen Mittelweg zwischen wissenschaftlicher Arbeit und allgemein verständlichen Inhalten zu finden. Konkret wird die Arbeit wissenschaftlich ausfallen, auf einer der nächsten Seiten werden einige Grunddefinitionen vorausgeschickt und auch im Laufe der Arbeit werden sämtliche Begriffe, die Probleme aufwerfen könnten, näher erklärt. Anmerkungen und Quellenangaben sind mittels Fußnoten auf der jeweiligen Seite vermerkt. Ich hoffe sehr, dass die Arbeit sowohl interessant, als auch allgemein verständlich ist. Ich fange mit den grundlegenden Fakten an und arbeite mich auch in die Tiefen eines Systems vor, aber ich versuche immer, auf Verständlichkeit zu achten.

Ich werde nicht auf die Installation einer GNU/Linux-Distribution oder die Bedienung einer solchen eingehen, einerseits weil es den Umfang dieser Arbeit sprengen würde, andererseits weil dabei die subjektiven Eindrücke überwiegen würden und auch, weil es mehr Fragen aufwerfen würde, als ich in dieser Arbeit klären kann. Wer sich dafür interessiert, findet unter [http://wiki.ubuntuusers.de/Ubuntu\\_Installation](http://wiki.ubuntuusers.de/Ubuntu_Installation) eine Installationsanleitung und auch eine Einführung in die ersten Schritte unter Ubuntu.

Um dieses Problem zu umgehen, liegen auf der begleitenden DVD einige Distributionen und auch Live-CDs vor, damit sich jeder selbst ein Bild machen kann und nicht auf die ewig gleichen, veralteten Vorurteile angewiesen ist.

Ich behandle Linux als Betriebssystem, ich behandle die Entstehung, die technischen Aspekte, die Linux von anderen Betriebssystemen unterscheiden, die Weiterentwicklung von Linux, die Philosophie dahinter und werfe einen intensiven Blick auf Ubuntu, die Distribution, mit der ich auch selbst arbeite. Installation und Bedienung von Linux ist nicht Teil dieser Arbeit, genauso wenig wie ich auf den ewigen Konflikt zwischen Windows und Linux, die wirtschaftlichen Aspekte hinter diesem Streit und die Fehden zwischen den Communities eingehe.

Es ist (mir) nicht möglich, objektiv über Microsoft, Steve Ballmer, seine Aussagen über Linux, und einer Gegenüberstellung von Windows und Linux zu schreiben. Linux ist nicht Windows und will es auch nicht sein.

Die Kapitel 4 und 5 beschäftigen sich ausführlich mit den technischen Details von Linux, auch wenn es keinesfalls ein vollständiges Linux-System erklärt. Vielmehr erklärt es nur bruchstückhaft die wichtigsten Komponenten und Eigenschaften eines Linux-Systems.

Die Komponenten, auf die ich eingehe, sind der Kernel, die grafische Oberfläche, die Desktopumgebungen, den 3D-Desktop, den Distributionsbegriff, den paketartigen Aufbau, das Spielen unter Linux. Auch auf die vielgerühmte Stabilität und Sicherheit sowie einige technische Besonderheiten, die Linux von nicht-unixoiden<sup>1</sup> Systemen unterscheiden.

Weiters möchte ich noch hinzufügen, dass Daten und Informationen auf dem Stand vom 31. Jänner 2008 sind, Veröffentlichungen nach diesem Tag werden aus zeitlichen Gründen leider nicht berücksichtigt. Quellen und Referenzen sind mittels Endnoten in Form von hochgestellten Kleinbuchstaben angegeben, die Endnoten finden sich auf der letzten Seite. Die Quellen, die als Endnoten angeführt werden, dienen als direkte Referenz zum Inhalt, die Quellen in Anhang B sind die, die ich selbst gelesen und auch indirekt einfließen lassen habe. Die Endnoten wurden am 17. Februar auf Erreichbarkeit überprüft, als Referenzdatum gilt daher der 17. Februar 2008.

Doch, genug der Worte zum Inhalt und zum Formellen: Ich schreibe diese Arbeit, weil mich das Thema fasziniert, weil ich selbst Linux nutze, weil ich Linux und den Open-Source-Gedanken sehr hoch achte und der Meinung bin, dass dieses Thema auch für die Öffentlichkeit geeignet ist... und nicht nur ein Thema für einige wenige sein soll.

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich unterstützt und mir geholfen haben. Namentlich bedanken möchte ich bei meinem Informatikprofessor Karl Zeilinger, der mir diese FBA ermöglichte; bei meinem Vater, der mir das Interesse für die Informatik mit auf den Weg gegeben hat und mich immer unterstützt hat; bei Daniel Knittl-Frank, für allerlei Fachdiskussionen, Hilfestellung bei Unklarheiten, Tipps und vielem mehr; des Weiteren bei Arnold Graf, für viele lange Diskussionen rund um die IT-Branche. Daneben möchte ich mich noch bei meinem Bruder bedanken, der für mich die Begleit-DVD gestaltet hat. Schließlich und endlich möchte ich mich bei der Community des Portals rund um [www.ubuntuusers.de](http://www.ubuntuusers.de), die mir „mein“ Ubuntu / Linux näher gebracht hat und immer wieder Hilfe geboten und auch allerlei Inhalte für mich zugänglich gemacht hat, bedanken.

Danke.

Bei allen personenbezogenen Formulierungen gilt die gewählte Form für beide Geschlechter.

Simon Prückl

---

<sup>1</sup> Unixoid bedeutet, dass es von Unix abstammt oder an Unix angelehnt ist.

## 1.2. Inhaltsverzeichnis

<b>1. Organisatorisches</b>	<b>...3</b>
1.1. Vorwort	...3
1.2. Inhaltsverzeichnis	...5
1.3. Einige allgemeine Dinge vorausgeschickt...	...7
<b>2. Linux – Wortdefinition</b>	<b>...8</b>
2.1. Linux – Wortdefinition	...8
2.2. Linux – Ein Betriebssystem	...8
2.3. Tux	...9
<b>3. Linux – Entwicklung und Geschichte</b>	<b>...11</b>
3.1. Entwicklungen im Vorfeld	...12
3.2. Entstehung von Linux	...13
3.3. Die weitere Entwicklung...	...14
3.4. GNU/Linux Namensstreit	...15
<b>4. Linux - Das System</b>	<b>...16</b>
4.1. Aufbau eines (Linux-) Betriebssystems	...16
4.2. Runlevel 1 und Runlevel S	...17
4.2.1. Linux – Kernel	...17
4.2.2. Die Shell	...18
4.3. Runlevel 3	...19
4.3.1. Linux – Ein Mehrbenutzerbetriebssystem	...19
4.3.2. Linux in Netzwerken	...20
4.4. Runlevel 5	...21
4.4.1 Linux – Das X-Window-System – Die graphische Oberfläche	...21
4.4.2 Desktop-Umgebung – GUI – Fenstermanager	...22
<b>5. Linux – Aspekte</b>	<b>...24</b>
5.1. Linux – 1001 Distributionen	...24
5.2. Software und Softwareinstallation	...25
5.2.1. Paketformate, der Paketmanager und besondere Pakete	...25
5.2.2. Libraries - Bibliotheken	...26
5.2.3. Programmauswahl	...27
5.3. Linux – Spiele	...28
5.4. Linux – Sicherheit	...30
5.5. Linux – Stabilität	...31
5.6. Treiberproblematik	...32
5.7. Bling – 3D-Desktop	...33

<b>6. Linux – Philosophie und Entwicklung</b>	...35
6.1. Linux – Philosophie	...35
6.2. Interoperabilität	...36
6.3. Linux – Community	...38
6.4. Linux Foundation	...38
6.5. Kommerzielle Entwicklung	...39
6.6. Lizenzen	...40
<b>7. Linux – Ein Randgruppenphänomen?</b>	...41
7.1. Anteil an Linux-Usern weltweit	...41
7.2. Warum nicht Linux?	...42
7.3. Prognosen und Zukunftsvisionen	...43
7.4. Linux in den Medien	...44
7.5. Linux im öffentlichen Dienst und als Politikum	...45
7.6. Barrierefreiheit	...45
7.7. Linux – Einsatzbereiche	...46
<b>8. Ubuntu – Hype oder mehr?</b>	...47
8.1. Ubuntu – Geschichte und Entwicklung	...48
8.2. Ubuntu – Philosophie	...50
8.3. Ubuntu – Die Distribution	...51
<b>9. Praktischer Teil</b>	...53
9.1. Die Idee – Linux in der Schule	...53
9.2. Technische Umsetzung	...54
9.3. Vor- und Nachteile – Fazit	...55
<b>10. Resumé – Was für wen?</b>	...56
<b>A. Arbeitsprotokoll</b>	...57
<b>B. Literaturverzeichnis</b>	...58
<b>C. Abbildungsverzeichnis</b>	...60
<b>D. DVD – Begleitmaterial</b>	...61
<b>E. Weiterführende Links</b>	...62

### 1.3. Einige allgemeine Dinge vorausgeschickt...

Vor dem Beginn dieser Arbeit, möchte ich fünf technische Termini erklären, die grundlegend für diese Arbeit sind:

**Betriebssystem:** Um ein technisches Gerät zu betreiben, benötigt man ein Betriebssystem, englisch „Operating System“, kurz OS. Ein OS umfasst alle nötigen Bestandteile um ein Gerät bedienen zu können. Die wichtigsten dieser Bestandteile sind die Informationen, wie die einzelnen Geräte und ihre Einzelteile anzusprechen sind (=Gerätetreiber) und die Programme, die der Benutzer verwendet.

Aber Treiber und Programme allein bringen noch nichts: Um ein Gerät zum Laufen zu bringen, benötigt ein Betriebssystem einen so genannten

**Betriebssystemkern** oder **Kernel**. Dieser stellt das Herz jedes Gerätes dar, er steuert alle Geräte und ermöglicht das EVA-Prinzip, das Prinzip von „Eingabe - Verarbeitung - Ausgabe“. Der Kernel reagiert auf die Eingaben des Benutzers, verarbeitet diese und gibt das Ergebnis aus. Ein Kernel ist nur der Systemkern und nicht das System, dieses setzt sich aus dem Kernel und den darauf aufbauenden Programmen zusammen.

**Open-Source:** Bedeutet, dass der Quell- oder Programmcode eines Programmes oder Betriebssystems offen liegt, also frei eingesehen werden kann. Open-Source-Software wird im Regelfall nicht verkauft, sondern ist frei und kostenlos erhältlich. Sie bietet viele Vorteile, so z.B. einfachere Zusammenarbeit bei der Entwicklung von Betriebssystemen und Programmen. (Siehe Kapitel 6.)

**Closed-Source:** Bedeutet, dass der Programmcode nicht frei eingesehen werden kann, Closed-Source-Software wird normalerweise verkauft oder als Free- oder Shareware<sup>2</sup> zum Download angeboten. Sie wird auch als unfrei oder proprietär bezeichnet.

**Dateiformat:** Jede Datei hat ein Dateiformat, eine Musikdatei zum Beispiel mp3, ein normales Word-Dokument doc und so weiter. Anhand des Dateiformates weiß das Betriebssystem bzw. das Programm, wie die Datei behandelt wird, zum Beispiel ob die Datei vom Audio-Programm abgespielt wird, oder der Inhalt vom Texteditor angezeigt wird. Oft wird das Dateiformat mittels einer Dateiendung angegeben, allerdings kann das Dateiformat auch aus dem Binärkode<sup>3</sup> der Datei selbst herausgelesen werden.

---

2 Freeware darf frei heruntergeladen und privat verwendet werden, für Shareware gilt selbiges, aber zeitlich begrenzt.

3 Binärkode ist der Code, der nur durch 0 und 1 dargestellt wird und somit maschinenlesbar ist.

## 2. Linux – Wortdefinition

### 2.1. Linux – Wortdefinition

Das Wort „Linux“ ist die Bezeichnung eines Betriebssystemkernes, Kernel genannt. In technisch weniger versierten Kreisen und im allgemeinen Sprachgebrauch wird es aber oftmals als genereller Überbegriff für Linux-basierte Betriebssysteme verwendet.

Das Wort hat aber auch Bedeutungen, die nichts mit der IT-Branche zu tun haben, so zum Beispiel ein Waschmittel<sup>4</sup> oder ein Asteroid.

In dieser Arbeit wird der Begriff „Linux“, sofern nicht anders vermerkt, als Begriff für ein vollständiges GNU/Linux-Betriebssystem, das auf einem Linux-Kernel basiert, verwendet.

### 2.2. Linux – Ein Betriebssystem

Das Betriebssystem Linux ist ein Unix<sup>5</sup>-ähnliches, freies Mehrbenutzerbetriebssystem, einsetzbar auf vielen Plattformen und nahezu allen elektronischen Geräten<sup>6</sup>.

Den ersten richtigen Einsatz fand Linux 1991, nachdem der Kernel unter der GNU-GPL-Lizenz<sup>7</sup> freigegeben wurde. Das System besteht aus vielen voneinander klar abgegrenzten Teilen und wird von Firmen und deren Softwareentwicklern, Privatpersonen und auch (politischen) Organisation (z.B. der NSA<sup>8</sup>) weiterentwickelt.<sup>a</sup>

Die Entwicklung beschränkt sich allerdings nicht auf „ein großes Linux“, sondern auf viele (voneinander unabhängige) Einzelteile, die von unterschiedlichen Firmen, Gruppen und Personen entwickelt werden. Ein großer Teil des Arbeitsaufwand geht in die Entwicklung des Kernels selbst, des X-Servers,<sup>9</sup> das Schreiben von Gerätetreibern, oder die Erstellung von ganzen Distributionen.<sup>10</sup>

Auch wenn nicht alle Linux-Systeme gleich aufgebaut sind, können sich alle die Arbeit, die in einen Treiber oder ein bestimmtes Programm oder einen sonstigen Systembestandteil investiert wurde, zu Nutze machen, da der Programmcode frei zugänglich ist.

---

4 Der Hersteller verkauft allerdings auch einen Weichspüler "Micro&Soft" und einen Fleckenentferner "Mäc oxi"

5 Eines der ersten großen Betriebssysteme, Grundlage für BSD, Linux und auch Mac OS X.

6 Einsatzbereiche: Siehe Kapitel 7.7

7 Die GNU-GPL ist eine der wichtigsten Lizzenzen im „free software“ - Bereich, die viele wesentliche Bestandteile des Open-Source-Gedankens schützt. Näheres hierzu siehe Kapitel 3.1

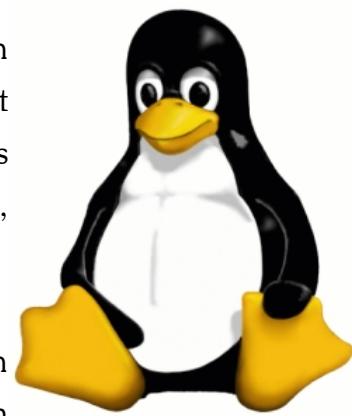
8 Die NSA (National Security Agency) wirkt sowohl bei der Entwicklung von Linux- als auch Windows-Betriebssystemen mit, um, so die NSA, Sicherheitsfunktionen zu verbessern und die Systeme sicherer zu machen.

9 Der X-Server verwaltet die grundlegenden Funktionen der grafischen Oberfläche; Siehe Kapitel 4.4

10 Eine Distribution ist eine Sammlung aus Kernel, Software und Tools; Siehe Kapitel 5.1

## 2.3. Tux

Tux ist ein wohlgenährter, glücklicher und rundlicher Pinguin, von Linus Torvalds zum Maskottchen von Linux erkoren. Der Name ist sowohl Ableitung von "Torvalds Unix" als auch Anspielung auf das englische Wort „tuxedo“, da Pinguine den Anschein erwecken, einen Smoking zu tragen.



Tux' Geschichte begann am 9. Mai 1996, als Linus Torvalds den Pinguin zum „Logo“ von Linux ernannte. Diese Auswahl lässt sich auf einen Aquariumsbesuch in Canberra 1993 zurückführen. Bei eben diesem Besuch wurde Linus "Opfer" eines Pinguins, der sich in seiner Hand verbiss. Nichtsdestotrotz empfand und empfindet er eine starke Sympathie für Pinguine und kam deshalb 1996 auf die Idee, einen Pinguin als Maskottchen zu verwenden.

Manche Kritiker meinten, dass ein kleiner und rundlicher Pinguin keinesfalls die Eleganz von Linux darstellen könne, daher schlugen viele einen Fuchs als Logo vor, Linus verteidigte aber seinen Standpunkt mit dem Argument: „Sie haben wohl noch nie einen wütenden Pinguin gesehen, der mit über 100 mph auf einen zurast.“<sup>b</sup>

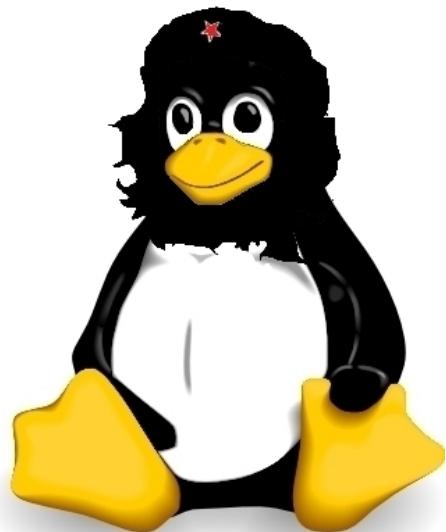
Linus' Pinguin Tux ist heute ein Symbol für Linux und teilweise auch für die gesamte Open-Source-Bewegung; der Pinguin wird von Beschäftigten der IT-Branche oft automatisch mit Linux in Verbindung gebracht.

Ein beliebter und bekannter Ausspruch über Tux und Linux lautet: „Da Pinguine nicht fliegen können, können sie auch nicht abstürzen“. Nicht umsonst röhmt sich Linux seiner außergewöhnlichen Stabilität.



Dass Tux aber nicht irgendein Pinguin sein soll, hat Linus Torvalds in seiner Biografie "Just for Fun"<sup>11</sup> verewigt, dort schreibt er über sich selbst:

*„Aber Linus wollte keinen x-beliebigen Pinguin. Sein Pinguin sollte glücklich aussehen, so als hätte er gerade eine Maß Bier genossen und den besten Sex seines Lebens gehabt. [...] Er sollte unverwechselbar sein. Deshalb [...] hat das Linux-Maskottchen einen orangefarbenen Schnabel und orangefarbene Füße, so dass es wie ein Pinguin aussieht, dessen Mutter eine Ente war. Als hätte Daisy Duck sich auf einer Antarktis-Kreuzfahrt vergessen und einen wilden One-Night-Stand mit einem einheimischen Federvieh gehabt.“*



Tux gibt es mittlerweile in vielen Variationen, sei es als Che Guevara, als Ho Chi Minh oder als Baby-Tux, die Auswahl ist schier unerschöpflich.

Eine umfangreiche Sammlung findet man im Archiv der Wikimedia<sup>12</sup>.



---

11 Just for Fun, Linus Torvalds, David Diamond, München, 5. Auflage 2007: Seite 151

12 <http://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Tux>

### 3. Linux – Entwicklung und Geschichte

Aber wozu brauchte irgendjemand Linux? Gab es keine anderen Betriebssysteme? Nur bedingt; hierzu ein kleiner Exkurs in die Geschichte von Betriebssystemen:

Bis Mitte der 50er Jahre hatten Computer aufgrund ihrer mechanischen Bauweise keine Betriebssysteme, höchstens Standardroutinen, allenfalls Vorläufer von Betriebssystemen.

Später wurde der Stapelbetrieb mit Lochkarten eingeführt, Jobs wurden auf Lochkarten gespeichert und nacheinander ausgeführt, die Ergebnisse in Papierform ausgegeben.

Durch die Einführung von Monitorsystemen wurde es möglich, immer leistungsfähiger werdende Großrechner besser auszulasten, indem viele Jobs aus dem Stapelbetrieb auf Bänder geschrieben wurden, und mittels Monitorprogramm abgearbeitet wurden.

In den 60er Jahren wurden Timesharingsysteme eingeführt, um mehreren Benutzern zeitgleich das Arbeiten zu ermöglichen.

Ebenfalls in dieser Zeit beheimatet ist das Multics-Projekt, das sowohl Mehrprogrammbetrieb als auch virtuelle Speicherverwaltung und eine höhere Programmiersprache zu implementieren versuchte.

Mit Aufkommen der Minicomputer in den späten 60er Jahren begann auch die Entwicklung von Unix durch die ehemaligen Multics-Entwickler, Unix wurde damals auf viele verschiedene Plattformen portiert.<sup>13</sup>

Ab 1971 fanden auch Mikroprozessoren und Heimcomputer Verbreitung, Computer wurden für Privatanwender leistbar, allerdings waren diese 4- oder 8-Bit-Mikroprozessoren meist mit einem eigenen kleinen Betriebssystem ausgestattet. Mit der immer größeren Verbreitung von Heimcomputern wurden Disketten-Betriebssysteme populär, bekanntestes Beispiel hierfür ist MS-DOS, das vor allem für IBM-Rechner verwendet wurde.

In den 80er Jahren wurden die ersten 32-Bit-Mikroprozessoren entwickelt, so zum Beispiel der 80386 von Intel. Dieser Prozessor wurde aufgrund hoher Leistungsfähigkeit in vielen PC-Systemen eingesetzt, auch wenn er vom damals bereits sehr verbreiteten Windows-Aufsatz für MS-DOS nicht ausgenutzt wurde. Windows verlieh dem System eine grafische Oberfläche und ermöglichte die Verwendung einer Maus als Eingabegerät.

Als in den 90er Jahren die Komponentenpreise tief genug und leistungsfähige Heimrechner für viele Menschen verfügbar waren, wurden die seit den 70er Jahren weiterentwickelten Systeme obsolet und durch moderne Systeme wie die Nachfolgeversionen von Windows, OS/2 oder Unix-Derivaten wie Linux ersetzt.<sup>c</sup>

---

<sup>13</sup> Portierung bedeutet, ein Programm unter anderen Betriebssystemen oder auf anderer Hardware lauffähig zu machen.

### 3.1. Entwicklungen im Vorfeld

Der Schritt, der die Entstehung, Entwicklung und Verbreitung von Linux und allen darauf basierenden Systemen ermöglichte, war 1983 die Gründung des GNU-Projektes von Richard Stallman. Zielsetzung des „GNU is not UNIX“, kurz GNU - Projektes war es, ein UNIX-ähnliches und POSIX-kompatibles Betriebssystem zu schaffen.

Zwei Jahre später wurde die FSF, die Free Software Foundation, gegründet und die GNU GPL geschrieben. Eben diese General Public License (GPL) des GNU-Projektes ist der Kern der Open-Source- und damit auch der Linux-Philosophie.



*Richard Stallman*

#### Die General Public License

Bei freier Software werden prinzipiell jedem Benutzungsrechte gewährt. In den einfachsten Fällen, also wenn der Rechteinhaber keinerlei Gegenleistungen einfordert, kann die Lizenz ausgesprochen kurz gehalten werden.

„Tu damit was du willst“<sup>14</sup> ist ein sehr formloses, aber rechtlich gültiges Beispiel einer Lizenz. Das Problem bei solchen Lizenzen: Wird der Code verändert, kann er auch unter restriktiveren Lizenzen veröffentlicht werden und zum Beispiel für kommerzielle Zwecke genutzt werden, ohne dass die Weiterentwicklungen für das Mutterprojekt verfügbar wäre.<sup>d</sup>

Um dem vorzubeugen schrieb Richard Stallman die GPL mit folgenden vier Eckpunkten:

1. Das Programm darf ohne Einschränkung für jeglichen Zweck genutzt werden.
2. Vervielfältigungen des Programms dürfen, auch gegen Geld, verteilt werden, sofern auch der Quellcode für den Empfänger des Programms zu Verfügung gestellt wird. Lizenzgebühren sind nicht gestattet, kein Empfänger ist verpflichtet, Kopien weiter zu verteilen, wenn er dies aber tut, dann nur nach diesen Regeln.
3. Das Programm darf an die eigenen Bedürfnisse angepasst werden.
4. Ein nach Freiheit 3 verändertes Programm darf nur gemäß Freiheit 2 vertrieben werden, veränderte Versionen müssen nicht veröffentlicht werden, aber wenn, dann nach Freiheit 2.

Diese Punkte sichern die schnelle und einfache Entwicklung von Open-Source-Software, denn jedwede Weiterentwicklung ist auch für die Entwickler des Mutterprojektes verfügbar. Dieses Prinzip nannte Richard Stallman Copyleft, eine Anspielung auf das Wort Copyright.

14 Vgl. engl. „Do the fuck you want with it“.

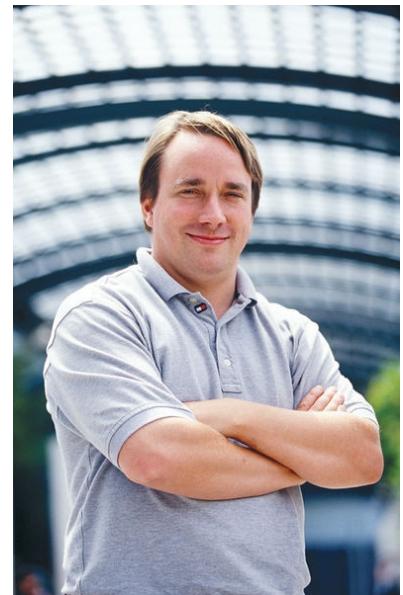
## Vorläufer von Linux

Durch das Copyleft-Prinzip und das Konzept von Open-Source und gemeinschaftlicher Entwicklung konnte die Entwicklung des GNU-Projektes und damit der GNU-Software sehr schnell von statten gehen und ermöglichte vielen Nutzern die Mitarbeit daran.

Innerhalb kürzester Zeit entstanden Dutzende Programme aller Art, genug Software, um damit ein Betriebssystem zu füllen. Was fehlte, war ein Kernel, ein Kern für dieses Betriebssystem. Im Projekt GNU Hurd wurde zwar versucht, einen Kernel zu entwickeln, aber aufgrund von technischen Problemen war die Entwicklung kompliziert und verlief daher nur schleppend.

Und genau das war das Problem: Anfang der 90er Jahre gab es kein vollständig(es,) freies System, das auch für die Zukunft geeignet schien:

Das BSD der Universität Berkeley stand mitten im Rechtsstreit mit AT&T, (da BSD Code von AT&Ts Unix verwendete), Systeme aus dem Hause Microsoft waren weder fertig entwickelt noch frei, Apple steckte in der Krise<sup>15</sup> und auch der Commodore C64 ging langsam aber sicher dem Ende entgegen.<sup>e</sup>



*Linus Torvalds*

## 3.2. Entstehung von Linux

Ohne im Sinn zu haben, dass er ein Betriebssystem entwickeln, begann Linus Benedict Torvalds, ein finnischer Student, 1991 mit der Entwicklung einer Terminal-emulation, deren eigentlicher Zweck es war, auf die Server seiner Universität zuzugreifen. Er schrieb das Programm unabhängig vom Betriebssystem und daher sehr hardwarenah, unter anderem, weil er seinen Prozessor vom Typ 80386 (dessen Nachfolger x86 noch heute Standard ist) optimal nutzen wollte. Aufbauen konnte er auf das Minix-System und den GNU-C-Compiler.

Später, so vermerkt er in seinem Buch "Just for Fun", sah er ein, dass er eigentlich ein Betriebssystem geschrieben hatte. Am 25. August 1991 schrieb er in einem der bekanntesten Postings der Geschichte im Usenet<sup>16</sup>, dass er ein freies Betriebssystem geschrieben hatte, und es veröffentlichen wolle:

<sup>15</sup> Die Firma stand Mitte der 90er Jahre vor dem finanziellen Ruin, seine Betriebssysteme wurden als veraltet angesehen, daher musste Apple schnell und effektiv handeln. Die Firma NeXT von Steve Jobs wurde aufgekauft und innerhalb weniger Jahre schrieb Apple wieder schwarze Zahlen.

<sup>16</sup> Usenet = Unix User Network, es bietet Diskussionsforen aller Art an und wird mittels Newsreader betrachtet.

*Hello everybody out there using minix -*

*I'm doing a (free) operating system (just a hobby, won't be big and professional like gnu) for 386(486) AT clones. This has been brewing since april, and is starting to get ready. I'd like any feedback on things people like/dislike in minix, as my OS resembles it somewhat (same physical layout of the file-system (due to practical reasons) among other things).*

*I've currently ported bash(1.08) and gcc(1.40), and things seem to work. This implies that I'll get something practical within a few months, and I'd like to know what features most people would want. Any suggestions are welcome, but I won't promise I'll implement them :-)*

*Linus (torvalds@kruuna.helsinki.fi)*

*PS. Yes - it's free of any minix code, and it has a multi-threaded fs. It is NOT portable (uses 386 task switching etc), and it probably never will support anything other than AT-harddisks, as that's all I have :-(*

Die Version 0.01 von Linux<sup>17</sup> wurde am 17. September 1991 das erste Mal auf einem FTP-Server veröffentlicht, diese erste öffentliche Version umfasste 10.239 Zeilen an Code.

### 3.3. Die weitere Entwicklung...

Nachdem bis Anfang 1992 die Linux-Versionen von 0.02 bis 0.11 veröffentlicht wurden, wurde Linux Torvalds im März 1992 von der Implementierung des auf Linux portierten X Window Systems,<sup>18</sup> also der graphischen Oberfläche, veranlasst, die nächste Version unter der Nummer 0.95 heraus zu bringen. Aber der Sprung war etwas zu optimistisch, so wurden von 1993 bis Anfang 1994 15 Entwicklungsversionen des 0.99er Kernels veröffentlicht. 1993 arbeiteten bereits 100 Entwickler am Kernel, unter anderem mit dem ehrgeizigen aber wichtigen Ziel, den Kernel an die GNU-Umgebung anzupassen, um dadurch Linux ein riesiges Spektrum an Einsatzmöglichkeiten und auch an Software zu eröffnen.

Im März des Jahres 1994 erachtete Torvalds endlich alle Komponenten des Kernels und des Systems als fertig und veröffentlichte die Version 1.0, nun bereits mit 176.250 Zeilen an Code. Diese Veröffentlichung war auch die erste netzwerkfähige Linux-Version. In diesem Jahr steuerte das XFree86-Projekt seine graphische Benutzeroberfläche bei.

---

<sup>17</sup> Ursprünglich wollte Linus sein System unter dem Namen Freax veröffentlichen, doch ein Freund legte ihm nahe, es Linux zu nennen und benannte so auch Linus' FTP-Verzeichnis, seitdem heißt sein System Linux. Linux ist eine Anspielung auf „Linus' Unix“.

<sup>18</sup> Siehe Kapitel 4.4.1

Bereits im nächsten Jahr wurde die nächste stabile Version, Linux 1.2 veröffentlicht, zeitgleich begann die Portierung auf unterschiedlichste Plattformen. Linux hat noch heute die Ehre inne, mehr Plattformen als jedes andere System zu unterstützen.

Ein nächster großer Sprung der Entwicklung von Linux war die Veröffentlichung der Kernelversion 2.0. Der Kernel war nun fähig, mehrere Prozessoren zu unterstützen. Dadurch gelang Linux auch der Sprung zum Betriebssystem für sowohl Server als auch Heim-Computer, etwas, das bis dahin kein Betriebssystem geschafft hatte.

Im Jahre 1999 wurde von einer Gruppe an Entwicklern die grafische Umgebung GNOME ins Leben gerufen, seit diesem Zeitpunkt wetteifert GNOME mit der bis dahin einzigen großen graphischen Umgebung KDE um Benutzerfreundlichkeit und Popularität. Im Laufe des Jahres wurde noch die Linux-Version 2.2 veröffentlicht.

Der nächste große Schritt der Entwicklung war die Version 2.4, nun unterstützte der Kernel bis zu 64 GByte RAM, 64-Bit-Dateisysteme, USB und "journaling filesystems".<sup>19</sup>

2003 wurde die bis heute aktuelle Version 2.6 freigegeben, nun umfasste der Kernel bereits 5.929.913 Zeilen an Code. Ein weiterer markanter Meilenstein in der Entwicklung war die Spaltung des XFree86-Projektes, dabei entwickelte sich die X.Org Foundation, die die Entwicklung des X-Servers, des graphischen Grundsystems, stark beschleunigte.<sup>g</sup>

### 3.4. GNU/Linux Namensstreit

Eine Kontroverse des Systems rund um Linux ist der Streit um die Benennung eines Linux-basierten Systems. Während der allgemeine Sprachgebrauch Linux für sämtliche Systeme auf Basis des Linux-Kernels verwendet, würde Richard Stallman und die GNU-Community gerne die Bezeichnung GNU/Linux anstelle des simplen „Linux“ verwendet wissen. Grund dafür ist, dass ihrer Meinung nach Linux ohne das GNU-Projekt nicht so schnell wachsen hätte können, daher würden sie ihre Leistungen gerne in Form des Namens GNU/Linux geehrt sehen. Nichtsdestotrotz wird auch weiterhin Linux der stellvertretende Überbegriff für alle Linux-Systeme sein, einerseits, weil Linus Torvalds diese Bezeichnung bevorzugt und andererseits, weil sich der Begriff in der IT-Welt bereits zu stark eingeprägt hat.<sup>h</sup>

---

<sup>19</sup> Journaling Filesystem bedeutet, dass alle Änderungen vor dem eigentlichen Speichern in das Journal, einen reservierten Bereich, geschrieben werden, dadurch ist die Konsistenz des Dateisystems bei Schreibfehlern gewährleistet.

## 4. Linux - Das System

### 4.1. Aufbau eines (Linux-) Betriebssystems

Der Aufbau eines Betriebssystems ist immer gleich, Hardware, Treiber, Kernel, Software mit oder ohne grafischer Oberfläche und so weiter und so fort. Doch um die Funktionsweise eines Betriebssystems zu erklären, bedarf es eines Anhaltspunktes, auf den man aufbaut und mit dem man beginnt.

Hier wurden die Runlevels eines Betriebssystems als Anhaltspunkt gewählt. Ein Runlevel ist ein Systemzustand, dem bestimmte Dienste zugeordnet sind. Runlevels sind im Grunde bei jedem System gleich, auch wenn sie im Detail sehr oft divergieren. Eine Übersicht über eine typische Runlevel-Konfiguration bei Linux sieht folgendermaßen aus:<sup>1</sup>

0	Shutdown. Netzverbindungen werden geschlossen, Dateipuffer geschrieben, Festplatten ausgehängt.
S	Single-User-Runlevel. Niedrigster Systemzustand für Wartungsarbeiten, in dem ausschließlich Systemressourcen wie Festplatten und Dateisysteme aktiv sind.
1	Einelnutzerbetrieb ohne Netzwerk mit ausschließlich lokalen Ressourcen.
2	Lokaler Mehrnutzerbetrieb ohne Netzwerk mit ausschließlich lokalen Ressourcen. Unter einigen Linuxdistributionen wird in Runlevel 2 auch das Netzwerk konfiguriert.
3	Netzwerkbetrieb, über das Netzwerk erreichbare Ressourcen sind nutzbar, keine grafische Oberfläche.
4	Ist normalerweise nicht definiert. Kann aber für diverse Dienste genutzt werden.
5	Wie 3, zusätzlich wird die grafische Oberfläche bereitgestellt.
6	Reboot. Ähnlich 0, allerdings wird sofort das Signal zum Neustart gegeben.

Um den Aufbau eines GNU/Linux-Betriebssystems zu erklären, sollte im Voraus der Systemstart erklärt werden. Dieser sieht meist so aus:

1. Der Rechner durchläuft den Selbsttest POST (Power On Self Test)
2. Das im BIOS festgelegte Bootgerät wird gesucht
3. Der Bootloader lädt den Kernel in den Arbeitsspeicher
4. Der Kernel startet das Programm /sbin/init
5. Das Programm init liest die Datei /etc/inittab aus und initialisiert das System
6. Das Programm init führt das Script /etc/init.d/rc aus
7. Das Programm rc startet Skripte aus verschiedenen Runlevels

Bis zum 7. Punkt verläuft der Start immer gleich, doch je nach gewähltem Runlevel startet das System nur die grundlegenden Funktionen, die gesamte Oberfläche oder ein funktionsfähiges Mehrbenutzersystem ohne grafische Oberfläche. Anhand dieser verschiedenen Runlevels werden die wichtigsten Komponenten von Linux erklärt.

Dazu gehören der Kernel, der X-Server, der Mehrbenutzerbetrieb, die Netzwerkfähigkeiten und das Arbeiten ohne grafischer Oberfläche. Weitere technische Aspekte wie Stabilität, Sicherheit und Treiberproblematik werden in Kapitel 5 erläutert.

In Kapitel 4.2, also Runlevel 1 und S, werden der Kernel und die Konsole erklärt, in Kapitel 4.3, also Runlevel 3, der Mehrbenutzerbetrieb und der Umgang mit Netzwerken und in Kapitel 4.4, also Runlevel 5, der Aufbau der grafischen Oberfläche.

## 4.2. Runlevel 1 und Runlevel S

### 4.2.1. Linux – Kernel

Der Kernel ist das Herzstück jedes Betriebssystems, er stellt die hardware-abstrahierende Schicht dar, das heißt, er setzt direkt auf die Hardware auf und bietet der auf ihn aufgesetzten Software eine einheitliche Schnittstelle. Dadurch ist die Software unabhängig von der jeweiligen Hardware, was den technischen Aufwand in der Softwareentwicklung stark verringert. Der Linux-Kernel ist ein modularer monolithischer Betriebssystemkern und somit alleine zuständig für Speicherverwaltung, Prozessverwaltung, Multitasking, Lastverteilung, Sicherheitserzwingung und der Eingabe und Ausgabe von und auf verschiedenen Geräten. Bei einem monolithischen Kernel sind all diese Aufgaben in einem Prozess vereint. Der Linux-Kern ist fast vollständig in der Programmiersprache C geschrieben, allerdings wurden einige GNU-C-Erweiterungen verwendet. Ausnahmen sind die architektur-abhängigen Teile des Codes, wie zum Beispiel der Beginn des Bootvorganges, die in Assembler<sup>20</sup> verfasst sind.

Die Gerätetreiber im Kernel sind modular und werden nur bei Bedarf in den Kernel geladen, Module im Kernel haben unbeschränkten Zugriff auf die Hardware. Beinahe alle Treiber stehen als Modul zur Verfügung, dadurch ist enorme Flexibilität gewährleistet, die es ermöglicht, unterschiedlichste Hardware anzusprechen, ohne unnötige Treiber und Systembestandteile in den Speicher laden zu müssen. Einzig für den Systemstart relevante Treiber sind bereits aktiviert, bevor auf das Dateisystem zugegriffen wird. Prozesse im System bekommen Prozessorzeit und einen geschützten Speicherbereich zugewiesen, sie können ausschließlich über Systemaufrufe auf Gerätetreiber und das Betriebssystem zugreifen, die Prozesse laufen im "user mode", der Kernel im "kernel mode".

Die Abstraktion für die Prozesse ist nahezu vollständig, direkter Zugriff auf Treiber und Betriebssystem wird nur selten und streng kontrolliert gestattet. Dadurch kann kein fehler-

---

<sup>20</sup> Assembler ist die Programmiersprache, die maschinenlesbaren Code für den Menschen lesbar anzeigt und für jede Rechnerarchitektur unterschiedlich ist.

haftes Programm das System zum Absturz bringen. Torvalds orientierte sich am Vorbild Unix und stellte Abstraktion und Virtualisierung für nahezu alle Betriebsmittel bereit.<sup>j</sup>

### Portierbarkeit

Mehr oder weniger unbeabsichtigt, doch durch Verwendung des GNU-GCC-Compilers nahe liegend, hatte sich Linux in die Richtung eines portierbaren Kernels entwickelt, es läuft, abgesehen von NetBSD, das auf annähernd gleich vielen Architekturen läuft, auf mehr Plattformen als jedes andere System.<sup>21</sup>

### Versionsnummernschema des Kernels<sup>22</sup>

Die aktuellste Version des Linux-Kernels ist 2.6.24, die erste Ziffer, also die „2“ wurde bisher nur zweimal geändert, sie wird nur bei grundlegenden und außergewöhnlich wichtigen Änderungen des Systems angehoben.

Die zweite Zahl, in unserem Fall 6, gibt das "Majorrelease" an, sie wird bei wichtigen Änderungen erhöht. Gerade Ziffern standen für stabile Kernel-Versionen, ungerade für Entwicklerversionen, im Juli 2004 wurde diese Trennung aber aufgehoben.

Weiters gibt es die dritte Zahl, die das "Minorrelease" bezeichnet. Werden innerhalb eines Majorreleases neue Funktionen eingearbeitet, wird diese Ziffer erhöht.

In Ausnahmefällen wird auch eine vierte Ziffer verwendet, zum Beispiel wenn schwerwiegende Fehler in einer vermeintlich stabilen Version auftauchen. (z.B: Version 2.6.8.1)<sup>k</sup>

## 4.2.2. Die Shell

Die Shell, meist als Konsole, Terminal oder Kommandozeile bezeichnet, ermöglicht die text- und kommandobasierte Nutzung eines Computersystems, anzutreffen ist sie zumeist auf unixoiden Systemen. Mit der Shell kann man Programmabläufe automatisieren und zu kleinen Scripts, den Shell-Scripts, verarbeiten. Die Shell ist die traditionelle Benutzerschnittstelle von Unix-Systemen, sie ist das erste, was nach der Anmeldung gestartet wird. Da Linux anfänglich ohne jede grafische Oberfläche verwendet wurde, war die Shell die einzige (aber auch normale) Möglichkeit, mit einem Computer zu arbeiten. Bis heute verfügt jedes Linux-System über die Möglichkeit, ausschließlich mit der Shell zu arbeiten - hilfreich vor allem dann, wenn die grafische Oberfläche Probleme macht oder das System nicht mehr reagiert.

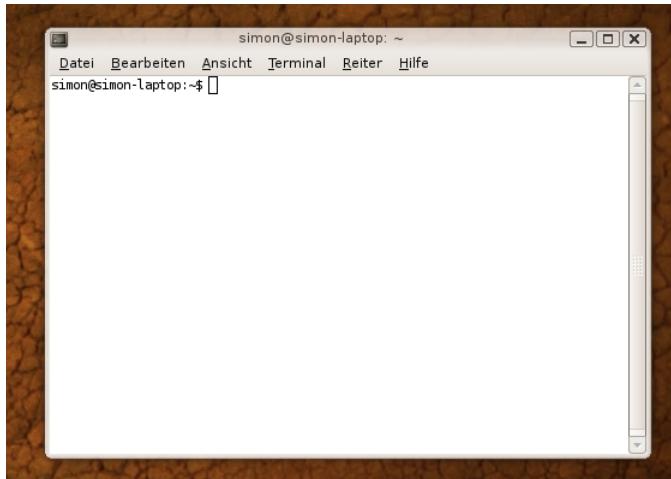
Viele Anwender haben anfänglich Hemmungen mit der Konsole zu arbeiten, auch wenn

---

21 Dazu gehören Sun Sparc, AMD64, Blackfin, IA-64, Intel 80386 und neuer, PowerPC, Amigas und viele andere.

22 Die entwickelten Kernelversionen werden als so genannter Vanilla-Kernel veröffentlicht, dieser Kernel ist Referenz für alle Distributionen. Die Distributoren greifen den Vanilla-Kernel auf, passen ihn an ihre Distribution an, erweitern und modifizieren ihn nach eigenen Wünschen und veröffentlichen ihn als angepassten Kernel mit der selben Versionsnummer wie der Referenzkernel.

sie, etwas Erfahrung vorausgesetzt, den täglichen Betrieb vereinfachen und erleichtern kann. Vor allem erfahrene Benutzer, die MS-DOS noch gewöhnt sind, finden sich in der Konsole eher zurecht, da einige grundsätzliche Kommandos, wie *cd* oder *dir* gleich sind.<sup>23</sup>



*Ein  
Terminalfenster  
unter Ubuntu*

Viele Programme unter Linux können von der Kommandozeile aus verwendet werden, so können mit der Konsole Archive erstellt und bearbeitet, kann Musik gehört und im Internet gesurft werden. Im Notfall, zur Systemwiederherstellung und

zur Datenrettung ist die Shell unerlässlich, ihre Möglichkeiten sind äußerst weitreichend, manche Programme bieten in der Konsole Möglichkeiten, die sie mit grafischer Oberfläche nicht bereitstellen. Auch die benötigten Systemressourcen sind um ein Vielfaches niedriger, so dass das Arbeiten auf nahezu jedem Rechner annehmbar schnell möglich ist.<sup>1</sup>

## 4.3. Runlevel 3

### 4.3.1. Linux – Ein Mehrbenutzerbetriebssystem

Ein Mehrbenutzerbetriebssystem bietet die Möglichkeit, mehreren Benutzern eine Arbeitsumgebung zur Verfügung zu stellen und voneinander abgrenzen zu können. Eine Definition, die beinahe alle aktuellen Betriebssysteme erfüllen. Doch in den Anfängen der Heim-PCs und in Zeiten von Großrechnern mit Thin Clients war diese Aufgabe längst nicht selbstverständlich. Viele Universitäten verfügten in den 80er und 90er Jahren nur über Großrechner mit Terminals, also Arbeitsstationen mit Bildschirm und Eingabegeräten, die mit dem Großrechner verbunden waren.

Linux unterstützte bereits Anfang 1992, weniger als ein Jahr nach der ersten Veröffentlichung, das Multi-Using. Jouko Vierumaki, ein Freund von Linus erinnert sich:

*Linus gab seinen Benutzernamen und sein Passwort ein und kam zu einem Eingabeprompt. Er zeigte mir einige Grundfunktionen des Kommandointerpreters, die aber nicht weiter aufregend waren.*

*Nach einer Weile wandte er sich mir mit einem Linus-Grinsen auf dem Gesicht zu und*

<sup>23</sup>Allerdings ist *dir* nur ein Zugeständnis an Windows-Nutzer und ruft selbst das Unix-Kommando *ls* auf.

*fragte: „Es sieht wie DOS aus, oder?“ Ich war beeindruckt und nickte. Aber ich war nicht überwältigt, weil es zu sehr nach DOS aussah - und eigentlich nichts Neues bot. Ich hätte wissen sollen, dass Linus nie ohne guten Grund auf diese Weise grinst. Linus wandte sich wieder seinem Computer zu und drückte eine Funktionstasten-Kombination - ein anderer Login-Bildschirm wurde angezeigt. Ein neuer Login und eine neuer Eingabeprompt. Linus zeigte mir vier verschiedene Eingabeprompts und erklärte mir, später würden vier unterschiedliche Anwender darauf zugreifen können. In diesem Moment wusste ich, dass Linus etwas Phantastisches geschaffen hatte. Das ist kein Problem für mich - am Billardtisch bin immer noch ich die Nummer eins.<sup>24</sup>*

Bis heute ermöglichen die meisten Distributionen das Verwenden von mehreren Prompts, technisch möglich sind bis zu 64, verwendet werden meist zwischen 4 und 7.

Linux ermöglicht es auch, eine Netzwerkanmeldung durchzuführen, dies erfolgt - wie sollte es anders sein - über offene Standards wie Kerberos. Auch die meisten Windows-Systeme erfüllen die Kriterien eines Mehrbenutzersystems - ausgenommen Windows XP, dem die Active Directory-Funktionalität fehlt.<sup>m</sup>

### 4.3.2. Linux in Netzwerken

Linus Torvalds verkündete die Entwicklung seines Systems im Usenet, veröffentlichte die erste Linux-Version auf dem FTP-Server der Universität und belegte während seiner Arbeitszeit die Telefonleitung seiner Familie oft mehrere Stunden am Tag<sup>25</sup>. Seine Schwester nahm ihm dies übel, doch er gibt im Nachhinein gerne zu, *nicht der beste große Bruder gewesen zu sein*.

Linus und Linux waren von jeher abhängig von Modems, Einwahlverbindungen und einer ausreichenden Netzwerkfunktionalität. Spätestens als Linus versehentlich die Festplatte statt des Modems anwählte und dabei seine Minix-Festplatte löschte, (Linus arbeitete auf dem kostenpflichtigen Minix) setzte er vollständig auf sein Linux - und seit diesem Zeitpunkt rückte auch die Unterstützung von Netzwerkfähigkeiten in den Vordergrund.

Linux unterstützt die Netzwerkdateisysteme NFS, von Sun Microsystems entwickelt, und SMB, die Windows-Entsprechung zu NFS, sowohl über UDP als auch über TCP. Sämtliche wichtigen Netzwerkprotokolle wie HTTP und HTTPS, das Protokoll zur Dateiübertragung über das Internet FTP, die E-Mail-Protokolle SMTP und POP, aber auch diverse andere wie LDAP oder NCP.<sup>n</sup>

Aber: Kein Netzwerk ohne Treiber für Netzwerkkarten. Der Linux-Kernel besitzt Treiber für

---

24 Just for Fun, Linus Torvalds, David Diamond, München, 5. Auflage 2007: Seite 80

25 Anfang der 90er Jahre waren DSL-Verbindungen unüblich, man wählte sich über ein Modem ins Telefonnetz ein.

viele Netzwerkkarten - ISA, PCI, MCA, EISA, PCMCIA oder USB. Der Kernel spricht beim Start alle verfügbaren Kanäle an und vergleicht die Antworten mit erwarteten Ergebnissen. Hat er auf diese Weise eine Netzwerkkarte gefunden, wird das Gerät eingehängt, beispielsweise als /dev/eth0 oder /dev/ath1. Sollten im Betrieb mehrere Netzwerkkarten verwendet werden, müssen sie möglicherweise manuell eingerichtet werden.<sup>o</sup>

Eine Klasse für sich bilden WLan-Karten, aufgrund des großen Angebots sind nicht für alle Karten Treiber verfügbar. Um dieses Problem zu umgehen hat die Linux-Gemeinschaft den NdisWrapper entwickelt, ein Tool, das Windows-Treiber zum Betrieb unter Linux nutzen kann. Um diese Umstände zu beheben, wurde mit den Kernel-Versionen 2.6.22 bis 2.6.24 der Umgang mit WLan-Karten um einige Treiber ergänzt und auf eine einheitliche Struktur gebracht - was den Eingriff durch den Benutzer meist überflüssig macht.<sup>p</sup>

Auch die Einbindung in bestehende Windows-Netzwerke funktioniert mit Linux äußerst unproblematisch. Bestehende Windows-Netzwerke werden angezeigt, auf SMB-Freigaben kann sofort zugegriffen werden. Der Linux-Rechner scheint im Gegenzug auch unter Windows auf - sollten Dateien im Netzwerk freigegeben werden, kann sowohl auf Samba, also SMB, als auch auf NFS zurückgegriffen werden.

## 4.4. Runlevel 5

In diesem Kapitel wird die grafische Oberfläche - der einzige Unterschied zwischen den Runlevels 3 und 5 näher beschrieben. Die grafische Oberfläche unter Linux besteht aus dem X-Server, der die grundlegende Ein- und Ausgabe steuert und den Desktopumgebungen, bestehend aus einem Fenstermanager, der das Aussehen der Fenster regelt, den Programmbibliotheken, die Funktionen für die verwendete Software bereitstellen und meist auch einer Sammlung an Software und Tools.<sup>26</sup>

### 4.4.1 Linux – Das X-Window-System – Die graphische Oberfläche

Ganz im Gegensatz zu Windows ist unter Linux- und Unix-Systemen die grafische Oberfläche des Betriebssystems kein fixer Bestandteil des Kernels, ja nicht einmal ein zwingend notwendiger Teil eines funktionierenden Systems. Nichtsdestotrotz verfügen die meisten Linux-Systeme über eine grafische Oberfläche, realisiert durch das X Window System, auch X11 oder nur X genannt.

Hinter dieser Bezeichnung verbirgt sich eine Sammlung von Protokollen, Programmen und Standards, die zur Ansteuerung von grafischen Ausgabegeräten dienen. Das von MIT,

---

26 Es gibt Dutzende Desktopumgebungen, eine Liste mit Beschreibung findet sich unter:

<http://xwinman.org/otherdesktops.php>

DEC und IBM unter dem Namen "Athena" entwickelte X Window System wurde zum ersten Mal im Juni 1984 veröffentlicht, die Version X11 wurde im September 1987 herausgegeben. Die Entwicklung wurde zuerst in die Hände des nicht kommerziellen X-Konsortiums übergeben, später an „The Open Group“. Seit dem Jahr 2004 wird die Standardisierung und Entwicklung von der X.Org Foundation durchgeführt, diese veröffentlichte Ende 2005 auch die Version X11R7.0. Starke Verbreitung fand das X Window System durch die Freigabe von XFree86, einem freien X-Server. Nach lizenzerichtlichen und projektinternen Problemen wurde das Entwicklerteam großteils aufgelöst. Danach wurde der XFree86-Server meist durch den X.Org-Server der X.Org Foundation ersetzt, was diesem zu seiner heutigen Verbreitung verhalf.

### **Die Technik des X-Servers**

Der X-Server steuert sämtliche grafische Komponenten, einerseits Eingabegeräte wie Maus und Tastatur, aber natürlich auch Ausgabegeräte wie die Grafikkarte und den Bildschirm. Theoretisch funktioniert dies über Kommunikation mit dem Kernel, in der Praxis wird der Kernel aber auch oft umgangen und direkt auf die Hardware zugegriffen.

Die Darstellung des X Window System ist die eines rastergrafik-basierten Window-Managers, also Fenstermanagers. Der X-Server stellt verschiedene Funktionen für die darüber liegenden Anwendungen bereit, so beispielsweise das Zeichnen und Verschieben von Fenstern, die Ansteuerung von Maus und anderen Eingabegeräten, manchmal erfüllt er auch Verwaltungsaufgaben für Druck und Audio-Ausgabe.

X ist ein kompaktes Minimalsystem, zum Zeichnen stehen lediglich Linien und Muster bereit. Da der X-Server alleine nicht geeignet ist, übernimmt die Verwaltung von Aussehen und Verhalten der Fenster ein Fenstermanager. Der Fenstermanager läuft als Client des X-Servers, ähnlich einer normalen Anwendung. Für das Aussehen der Programme wiederum ist das so genannte Toolkit verantwortlich, es verwaltet die Standardelemente der grafischen Oberfläche, beispielsweise Menüs und Buttons.<sup>q</sup>

#### **4.4.2 Desktop-Umgebung – GUI – Fenstermanager**

Die Desktopumgebung bildet die vollständige Schnittstelle zwischen Mensch und Rechner, hierbei muss man zwischen der Desktopumgebung selbst, dem Fenstermanager sowie den Programm- und Komponentenbibliotheken der Desktopumgebungen unterscheiden. Sie setzt auf den in Kapitel 4.4.1 beschriebenen X-Server auf.

Die Desktopumgebung<sup>27</sup> ist ein Sammelbegriff für sämtliche Komponenten einer grafischen Oberfläche, kurz GUI (engl. Graphical User Interface). Im Normalfall setzt sie sich aus

---

<sup>27</sup> Desktopumgebung, engl. Desktop Environment, Arbeitsumgebung oder selten auch Schreibtischumgebung.

einem Fenstermanager, mehreren Programmbibliotheken und oft auch einer Sammlung von Programmen zusammen. Sie stellt beispielsweise die Icons, Fenster, Fensterrahmen, Menüleisten, Hintergrundbilder und auch einige grundlegende Funktionen wie „Drag and Drop“ zur Verfügung. Eine weitere wichtige Aufgabe der Desktopumgebungen ist es, ein einheitliches „Look and Feel“<sup>28</sup> zu ermöglichen, um das Arbeiten angenehmer und einheitlicher zu machen und die Bedienung von Programmen einander anzupassen.

### **Fenstermanager**

Fenstermanager oder Window-Manager sind die Bestandteile eines Betriebssystems, die den Fenstern und Programmen grundlegende graphische Funktionen wie Minimieren, Vergrößern oder Schließen zur Verfügung stellen. Sehr oft gehen diese grundlegenden Funktionen einher mit dem Bereitstellen von Titelleisten und Rahmen, wohingegen der Inhalt meist mit Hilfe der Programmbibliotheken erstellt wird. Die bekanntesten Fenstermanager sind KWin, der von KDE verwendet wird, Metacity, der von GMOME verwendet wird, sowie Enlightenment oder Fluxbox.<sup>29</sup> Fenstermanager stellen sehr oft auch virtuelle Desktops oder Viewports zur Verfügung, die den zur Verfügung stehenden Platz erweitern, indem sie das Wechseln auf eine weitere Arbeitsfläche ermöglichen.<sup>1</sup>

Eine verhältnismäßig junge Entwicklung sind die so genannten 3D-Window-Manager, die eine vermeintliche 3D-Funktionalität bereit stellen, sie werden oft unter dem Sammelbegriff "Bling" zusammengefasst. (Siehe Kapitel 5.7)

### **Programmbibliotheken der Desktopumgebungen**

Neben dem Fenstermanager beinhalten Desktopumgebungen oft auch Programmbibliotheken und eine bestimmte Auswahl an Software, die auf diesen Bibliotheken oder Libraries aufbaut. Vor- und Nachteile von gemeinsam genutzten Bibliotheken und weitere Information zu ihnen findet man im Kapitel 5.2.2.

### **Verschiedene Desktopumgebungen**

Es gibt Dutzende von Desktopumgebungen, die sich in unterschiedlichsten Kombinationen aus Fenstermanagern, Programmbibliotheken und einer vielfältigen Softwareauswahl zusammensetzen. Die bekanntesten sind GNOME, KDE, Xfce und CDE, neben diesen gibt es noch Dutzende weniger bekannte, beispielsweise EDE, JD4X, XD640, XPde, ROX, UDE oder 5dwm.

---

28 Look and Feel bezeichnet das Aussehen und die Handhabung eines Systems, ein einheitliches Look and Feel ermöglicht ein angenehmeres und schnelleres Arbeiten.

29 Die vier erwähnten sind aber nur einige der populären Fenstermanager, eine umfangreiche und aktuelle Liste findet man unter [http://www.linuxsoft.cz/en/sw\\_list.php?id\\_kategorie=5](http://www.linuxsoft.cz/en/sw_list.php?id_kategorie=5)

## 5. Linux – Aspekte

### 5.1. Linux – 1001 Distributionen

Eine Linux-Distribution ist eine Zusammenstellung vieler Komponenten, die zusammen ein funktionsfähiges und vollständiges Betriebssystem inklusive der dazugehörigen Standardsoftware bilden. Sie bestehen hauptsächlich aus freier Software (manchmal mit proprietären Codecs und Treibern ergänzt) und sind meist kostenlos verfügbar.

Distributionen gibt es in vielen verschiedenen Größenordnungen, so beispielsweise auf einer oder mehreren Disketten (die Distribution SUSE bestand aus bis zu 70 Disketten, dann wurde auf CD umgestellt), auf bis zu 14 CDs oder auf einer oder zwei DVDs. Eine Distribution beinhaltet den Kernel, grundlegende Software, die Shell, den X-Server, eine Desktopumgebung, ein Office-Paket, ein E-Mail- und Kalenderprogramm, einen Browser, einen Bildbetrachter, einen Bootloader und einige andere Programme.

Die Distributionen unterscheiden sich einerseits in der Auswahl der Software und andererseits in der Wahl des Paketformats. (Siehe Kapitel 5.2.1) Damit aber trotz aller Unterschiede die Interoperabilität gewährleistet bleibt, ist die Einhaltung von Standards wichtig. Eine Institution, die sich um ebendiese kümmert, ist die Linux Standard Base.

Distributionen gibt es mit verschiedensten Zielgruppen und Anwendungsbereichen, manche sind auf das Testen von Server-Systemen auf Sicherheitslücken fixiert, andere auf die Systemrettung, manche werden als Live-CDs verwendet, wieder andere sind auf das anonyme Surfen ohne Spuren zurückzulassen spezialisiert.

Eine Live-CD ist ein System, das ohne Installation und Festplatte funktioniert, das System arbeitet nur im Arbeitsspeicher und hinterlässt keinerlei Spuren auf dem Rechner.

Manche sind auf die Installation auf USB-Sticks ausgelegt und kommen mit 250 MByte an Speicherplatz aus, als Beispiel seien hier Damn Small Linux und Featherlight Linux genannt. Wieder andere sind reine Server-Distributionen, die keinerlei grafische Oberfläche beinhalten, wie beispielsweise die Ubuntu Server Edition. Linux-Distributionen gibt es aus allen Ländern dieser Erde, viele sind aus den USA, doch auch aus der Türkei<sup>s</sup>, aus China, Russland, Deutschland, Frankreich<sup>t</sup> und vielen mehr werden Linux-Distributionen veröffentlicht. Ubuntu nimmt hier sogar eine Sonderstellung ein, weil der Gründer und Finanzier, Mark Shuttleworth, seine Wurzeln in Südafrika hat, der Sitz der Entwicklungsfirma aber auf der Isle of Man liegt. Es gibt ca. 300 Distributionen, ein guter Überblick findet sich unter [de.wikipedia.org/wiki/Liste\\_von\\_Linux-Distributionen](https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Linux-Distributionen), eine beinahe vollständige Liste unter [www.distrowatch.org](http://www.distrowatch.org).<sup>u</sup>

## 5.2. Software und Softwareinstallation

Ein Linux-System ist paketartig aufgebaut, dies bedeutet, dass in der Regel alle Programme, Bibliotheken und Bestandteile des Systems Softwarepakete sind. Diese Pakete enthalten neben den reinen Programmdateien auch Informationen, wohin die Daten installiert werden sollen, welche anderen Pakete, insbesondere Bibliotheken, installiert sein müssen<sup>30</sup> und auch Informationen über das Paket und das Programm selbst. Nahezu alle Komponenten, sowohl der Kernel, als auch der X-Server und alle Programme liegen als Pakete vor, lediglich selbst erstellte oder von anderen Systemen portierte Programme liegen meist als Tarball<sup>31</sup> und nicht als Paket vor.

Die Vorteile des paketartigen Aufbaus liegen in der Übersichtlichkeit, dem Verhindern von Instabilitäten durch inkompatible Pakete, dem einfachen Entfernen und dem einfachen Aktualisieren von Paketen.

Die Pakete liegen in so genannten Repositories<sup>32</sup>, kurz Repos vor, die von jeder Distribution versorgt, gewartet und aktualisiert werden. Die Pakete aus diesen Repositories sind auch auf Fehler und Sicherheitslücken getestet. Werden aber Pakete aus privaten Repos installiert, erhöht sich die Gefahr, dass sich Sicherheitslücken oder Schad-Programme hinter den aus den Fremdquellen installierten Paketen verbergen.

Die Auswahl an Software ist unter Linux, nicht wie von Kritikern oft behauptet, winzig, sondern vielmehr enorm; alleine die Standardquellen von Ubuntu beinhalten bereits über 20 000 Pakete. Viele Programme werden für mehrere Distributionen und somit für mehrere Paketformate entwickelt, andere wiederum werden nur für ein einziges Paketformat bereitgestellt. Um diesen Mehraufwand an Zeit und Entwicklung zu verhindern, wurde schon mehrere Male der Ruf nach einer Vereinheitlichung der Paketformate laut, bisher verliefen aber alle Versuche einer Vereinigung im Sande, da die einzelnen Paketformate sowohl Vor- als auch Nachteile haben.<sup>v</sup>

### 5.2.1. Paketformate, der Paketmanager und besondere Pakete

Die ersten großen Linux-Distributionen hatten alle ihr eigenes Paketformat, so zum Beispiel Slackware TGZ bei der gleichnamigen Distribution Slackware, RPM bei den Distributionen Red Hat, Fedora, Mandriva und OpenSUSE, Portage bei Gentoo und .deb bei Debian und Ubuntu. Auch Microsoft Windows hat mit MSI ein eigenes Paketformat.

---

30 Benötigte Pakete werden als Abhängigkeiten, Englisch: dependencies, bezeichnet.

31 Tarball=Archiv, das mehrere Dateien in ein Archiv mit der Endung .tar packt. Tarball = dt. Teerklumpen

32 Die Repositories oder Repos werden im Deutschen meist als Quellen bezeichnet.

## Der Paketmanager

Die Verwaltung über die Pakete erledigt der Paketmanager. Er verwaltet die Abhängigkeiten, lädt bei Bedarf Pakete nach, erledigt die Installation der Pakete selbst und löscht sie bei Bedarf auch wieder.

Beinahe jede große Distribution verfügt über ihren eigenen Paketmanager, Beispiele hierfür sind YUM bei Fedora Linux, APT und Aptitude für deb- und RPM-basierte Distributionen, Pacman bei Arch Linux oder Click'n'Run bei Linspire.

## Besondere Pakete

Neben den normalen Paketen gibt es noch Tausende gleichnamige Pakete mit der Erweiterung -dev, Abkürzung für Development. Diese Pakete beinhalten Dateien, die für die Softwareentwicklung benötigt werden, für die Verwendung des Programms jedoch nicht notwendig sind.<sup>w</sup>

### 5.2.2. Libraries - Bibliotheken

Eine Programmbibliothek ist eine Sammlung an Programmfunctionen. Sie sind selbst nicht lauffähig sondern Hilfsmodule, sie stellen die Funktionen für andere Programme zur Verfügung. Bibliotheken werden unter nahezu allen Betriebssystemen verwendet, sei es unter Windows (häufig mit der Dateiendung .dll), unter AmigaOS oder unter Linux.

Unter Linux werden die Bibliotheken wie Programme als Pakete gehandhabt, meist mit der Vorsilbe „lib“.

Die auch „libs“ genannten Bibliotheken sind unter Linux „shared libraries“, stehen also für alle Programme zur Verfügung. Wie in Kapitel 4.4 erwähnt, haben Desktopumgebungen oft eine eigene Sammlung an Bibliotheken. Da die Programme, die eine Desktopumgebung mitliefert, sehr oft die selben Programmfunctionen benötigen, greifen sie auf die Bibliotheken der Desktopumgebung zurück, die Folge daraus ist eine große Speicherplatzersparnis.

Bibliotheken können viele Dinge beinhalten, seien es simple Funktionen zum Aufrufen und Speichern von Dateien, seien es Video- oder Audio-Codecs, seien es Informationen zum Umgehen eines DVD-Kopierschutzes, Dateikompressionsverfahren oder hochkomplizierte Programmfunctionen. Jede Distribution verfügt über Tausende an Bibliotheken, in einer Standardinstallation sind bis zu 500 Bibliotheken bereits beinhaltet, sie können bis zu 40% aller installierten Pakete ausmachen. Kaum ein Programm kommt ohne Bibliotheken aus, dadurch kommen viele kleine Programme mit wenigen hundert Kilobyte aus, während sie unter Windows einige Megabyte beanspruchen würden.<sup>x</sup>

### 5.2.3. Programmauswahl<sup>33</sup>

Zugegeben, unter Windows gibt es mehr Software als unter Linux, und doch gibt es kaum ein Programm, für das man unter Linux keinen passenden Ersatz findet.

Vielen Windows-Benutzern ist nicht klar, dass sie unter Windows Open-Source-Software einsetzen, die ursprünglich für Linux- oder Unix-Systeme entwickelt wurde oder von jeher für mehrere Systeme geplant war. Das bekannteste Beispiel dafür ist der Open-Source Browser Firefox, der weltweit bis zu 35% Marktanteil inne hat. Doch auch die kostenlose Office-Suite OpenOffice.org, das freie Mailprogramm Mozilla Thunderbird oder der freie Medienplayer VLC sind weit verbreitet.

Der Vorteil an kostenloser und Open-Source-Software ist, dass man bei Nichtgefallen das Programm wieder deinstallieren und das nächste Programm ausprobieren kann, ohne dass Kosten entstehen. Für jede Aufgabe gibt es mehrere Programme, es gibt mehrere Office-Suiten und noch viel mehr einzelne Textverarbeitungs- oder Tabellenkalkulationsprogramme, es gibt Dutzende Medienplayer wie VLC, Totem oder Kaffeine, Audio-Player mit einem Funktionsumfang, der selbst vor dem äußerst populären iTunes von Apple nicht zurückschrecken muss (beispielsweise Amarok oder Rhythmbox).

Es gibt Programme um Bibeln in 100 verschiedenen Sprachen anzuzeigen, Notizen zu sammeln, Firewalls und Instant-Messenger, die zu einem Dutzend anderer IM-Netzwerke kompatibel sind. Doch es gibt auch Bereiche, die unter Linux nicht für alle zufriedenstellend gelöst sind, das bekannteste Beispiel hierfür ist Adobes Photoshop, das vor allem bereits eingearbeiteten Grafikern unter Linux fehlt. Die freie Alternative GIMP ist für viele zu gewöhnungsbedürftig, als dass sie auf Photoshop verzichten könnten. Ein weiterer Sektor, in dem oft nur unzureichende Alternativen gefunden werden, sind CAD-Programme.<sup>34</sup> Auf der anderen Seite gibt es Bereiche, in denen freie Software reinen Linux-Programmen überlegen ist, ein Beispiel ist der bereits erwähnte Browser Firefox oder der freie Webserver Apache, der über 50% Marktanteil verfügt.<sup>y</sup>

Abseits der Programme für den Alltagsgebrauch gibt es noch individuell erstellte oder angepasste Software für einzelne Firmen oder Behörden. Wurden diese Programme ausschließlich für Windows geschrieben, kann man zwar versuchen, sie mittels Wine zu emulieren, doch ansonsten gibt es nur wenige Möglichkeiten, derartige Programme unter Linux zu verwenden oder vergleichbare Software zu finden. Dies ist einer der Hauptgründe, warum sich kleine Unternehmen schwer tun, auf Linux umzustellen.

---

33 Eine Liste an Beispielprogrammen für Ubuntu findet man unter <http://wiki.ubuntuusers.de/Programmliste>.

34 CAD=Computer Aided Design, Computer unterstütztes Design, also 2D- und 3D-Konstruktionsprogramme

## 5.3. Linux – Spiele

Eines der beliebtesten Vorurteile gegenüber Linux: Es gibt keine Spiele!

Dass dem nicht so ist, ist leider schwer herauszufinden, da die meisten Spiele nicht kommerziell vertrieben werden und daher kaum Werbung und Bewusstseinsbildung für Linux-Spiele stattfindet. Beim Spielen unter Linux muss prinzipiell zwischen nativen und emulierten Spielen unterschieden werden. Native Spiele, sind solche, die entweder für Linux geschrieben oder portiert wurden, wohingegen emulierte Spiele durch das Emulieren, also Nachbilden eines Windows-Systems zum Laufen gebracht werden.

### Native Spiele

Die wenigsten Spiele unter Linux sind kommerziell, doch mit SimCity 3000, einer Wirtschaftssimulation, Ankh, einem Adventure-Game oder Neverwinter Nights, einem Rollenspiel, gibt es auch unter Linux einige bekannte kommerzielle Spiele.

Weitere native Spiele sind Americas Army, ein von der U.S. Army entwickelter Ego-Shooter, Second Life, Duke Nukem 3D, Doom 3, die Quake-Serie, Dutzende Kartenspiele, Schach- und Poker-Programme und viele mehr.

Die meisten dieser Spiele sind auch für Windows verfügbar und daher bekannter als die wenigen Spiele, die ausschließlich unter Linux verfügbar sind.

### Emulierte Spiele

Emulierte Spiele laufen nicht so einfach wie native, sie benötigen einen Emulator, wobei Emulator eigentlich das falsche Wort ist, da ein Emulator das gesamte System emuliert, wohingegen zum Spielen der Spiele lediglich die Schnittstellen emuliert werden, daher wäre der Ausdruck „Laufzeitumgebung“ technisch korrekter.

Die bekannteste dieser Laufzeitumgebungen ist Wine<sup>35</sup>, und deren kommerzieller Ableger Cedega und CrossOver. Diese Programme stellen Windows-Programmen eine virtuelle Windows-API<sup>36</sup> zur Verfügung, dadurch können diese Programme auch unter Linux ausgeführt werden. Auf diese Art und Weise können einige der beliebtesten Spiele der letzten Jahre ausgeführt werden, Beispiele hierfür sind Guild Wars, ein MMORPG<sup>37</sup>, Counter-Strike: Source,



<sup>35</sup> Wine ist ein rekursives Akronym für Wine Is Not an Emulator. Rekursive Akronyme sind in der Open-Source-Community sehr beliebt.

<sup>36</sup> API bezeichnet eine Grafik- oder Programmierschnittstelle (Application Programming Interface).

<sup>37</sup> MMORPG = Massive Multiplayer Online RolePlay Game = Onlinespiele mit tausenden Mitspielern

ein Egoschooter oder World of Warcraft, ein weiteres Online-Rollenspiel.

Eine Liste an Spielen, die unter Linux spielbar sind, findet man unter [www.holarse.de](http://www.holarse.de) oder unter <http://wiki.ubuntuusers.de/Spiele>. Der Vollständigkeit halber muss hinzugefügt werden, dass Wine weder fertig noch perfekt ist und keineswegs alle Windows-Anwendungen laufen. Eine Liste an funktionsfähigen Anwendungen findet sich unter <http://appdb.winehq.com>, inklusive User-Bewertung, Problembehebungen und Installationsanleitungen.<sup>z</sup>



*Master of Orion 2  
- eine Weltraumsimulation*



*Wolfenstein:  
Enemy Territory*

## 5.4. Linux – Sicherheit

Zu behaupten, Linux ist ein sicheres Betriebssystem und kann durch Viren nicht beschädigt werden, ist leicht. Zu belegen, warum dies so ist, nicht. Es gibt vielfältige Gründe, die Linux als sicheres System qualifizieren, doch wie bei allen Betriebssystemen gilt, dass ein System nur dann sicher ist, wenn der Benutzer mitdenkt und vorsichtig handelt.

Linux kontrolliert und verteilt Zugriffsrechte sehr streng und exakt, dadurch können Viren keinen Schaden anrichten, weil sie nicht die nötigen Rechte haben, um Systemdateien zu beschädigen oder zu löschen.<sup>38</sup> Ein weiterer Grund für die hohe Sicherheit von Linux liegt darin, dass die Nutzer oft technisch versiert und sicherheitsbewusst sind.

Die Gemeinschaft, die die Entwicklung von Linux kritisch beäugt, besteht zu einem großen Teil aus Personen wie Netzwerk-Administratoren, denen die Sicherheit ihres Systems wichtig ist. Dadurch werden Linux-Systeme getestet, geprüft und kritisch untersucht. Die kostenlose Verfügbarkeit ermöglicht auch das wiederholte Installieren von Linux um das System in der Praxis zu prüfen. Für besonders heikle Nutzer gibt es spezielle, noch sicherere Linux-Distributionen, ein Beispiel hierfür ist Novells SELinux.<sup>39</sup> Ein weiterer Vorteil der freien Verfügbarkeit ist, dass der Quellcode von jedermann eingesehen werden kann. Sicherheitslücken werden daher schnell gefunden und genauso schnell behoben.<sup>40</sup>

Aber auch ein Linux-System muss nicht sicher sein, wenn grundlegende Dinge wie regelmäßige Updates nicht eingehalten werden. Dies zeigt das Aufkommen des Slapper Wurms September 2002, der erstmals eine erwähnenswerte Zahl an nicht ausreichend gewarteten Linux-Systemen befiehl.

### Technische Hintergründe

Linux-Systeme verfügen über eine Reihe von technischen Maßnahmen, um Sicherheit zu gewährleisten. Der wahrscheinlich wichtigste Punkt sind die erwähnten Rechtebeschränkungen, weitere Sicherheitsmaßnahmen sind die Implementation von Diensten wie AppArmor<sup>41</sup>, um Programme nur die nötigsten Rechte zu geben, um zu verhindern, dass Sicherheitslücken in Programmen für das System gefährlich werden können, oder die Nutzung von SSL-Verbindungen, um sichere Verbindungen zwischen Computern zu garantieren. Auch vollständige System-Verschlüsselungen oder das Verschlüsseln von einzelnen Dateien und Ordnern zum Schutz vor lokalen Zugriffen seien hier erwähnt.<sup>aa</sup>

---

38 Bislang gab es für Linux zwei Würmer mit größerer Verbreitung, nämlich Staog und Bliss.

39 SELinux = Security Enhanced Linux, also ein Linux mit verbesserten Sicherheitsfunktionen.

40 Closed-Source-Verfechter verwenden dies als Gegenargument, da auch Schädlingsschreiber leichter Schwachstellen und Sicherheitslücken finden können.

41 AppArmor wurde ursprünglich von Novell entwickelt, die Entwicklung aber 2007 abgestoßen.

## 5.5. Linux – Stabilität

Viele Server, vor allem Webserver, werden unter Linux-Systemen betrieben. Als Grund hierfür wird gerne die Stabilität von Linux angeführt. Um einen Server wirklich stabil betreiben zu können, müssen viele Dinge eingehalten und beachtet werden. Die meisten dieser Server werden beispielsweise ohne grafische Oberfläche und ohne unnötige Fremdsoftware betrieben, was viele mögliche Problemquellen von vorne herein ausschaltet.

Auch die Tatsache, dass Linux-Treiber im Kernel beheimatet sind und die Treiber nicht von irgendwelchen Firmen geschrieben und unkontrolliert übernommen werden, sondern vielmehr von den Distributoren und Linux-Entwicklern selbst geschrieben werden, verhindert, dass das System durch Treiberprobleme lahm gelegt wird.

Weiters kann man ein Linux-System nur dann ernsthaft schädigen, wenn man mit root<sup>42</sup>-Rechten arbeitet. Mit normalen user-Rechten ist es nicht möglich, das System zum Absturz zu bringen, da Kernel- und Systemprozesse immer mit höherer Priorität als die Programme der Benutzer selbst arbeiten.

Auch die Verwendung des paketartigen Aufbaus schlägt sich in der Stabilität nieder, da das System immer den Überblick über installierte Programme behält. Sollte eine neue Programmversion zu Kompatibilitätsproblemen führen, verweigert die Paketverwaltung das Installieren der neuen Version, wodurch Instabilitäten ausgeschlossen werden.

Da die meisten Linux-Distributionen von Firmen mit kommerziellen Hintergedanken veröffentlicht werden, wird auch hier sehr viel Wert auf Stabilität gelegt. Schon früh in der Entwicklungsphase werden so genannte Alpha- und später Beta-Versionen veröffentlicht, um den Benutzern das Testen zu ermöglichen. Große Teile der Entwicklungszeit werden für das Beheben von Fehlern und Sicherheitslücken aufgewendet.

Trotz allen Faktoren und technischen Details, die Stabilität und Sicherheit gewährleisten sollen, muss gesagt werden, dass für die Stabilität eines Linux-Systems dasselbe gilt wie für die Sicherheit. Nur wenn der Benutzer oder Administrator sich um das System kümmert und auf die Grundregeln Acht gibt, kann das System stabil und sicher funktionieren. So wird auf den Seiten der meisten Distributoren darauf hingewiesen, dass Software von Dritt- oder Fremdanbietern das System in seiner Stabilität und Sicherheit einschränken kann. Wenn Stabilität wirklich wichtig ist, wie es bei Web-Servern der Fall ist, sollte auf eine grafische Oberfläche und unnötige Software genauso wie auf proprietäre Treiber verzichtet werden.<sup>bb</sup>

---

<sup>42</sup> Root-Rechte sind die Administrator-Rechte unter Unix, der Root-Account ist aus Sicherheitsgründen oft deaktiviert. Root-Rechte können mit den Befehlen *gksu* oder *sudo* beziehungsweise *su* trotzdem erlangt werden.

## 5.6. Treiberproblematik

Unter Linux stehen Gerätetreiber als Module für den Kernel bereit, sie werden, wenn nötig, dynamisch nachgeladen. Die meisten Treibermodule finden sich bereits im Kernel, so dass gängige Hardware meist ohne weiteren Aufwand betrieben werden kann.

Um einen Gerätetreiber zu entwickeln, benötigt man Erfahrung, Zeit und Spezifikationen, also technische Informationen des Gerätes. Diese Entwicklung übernehmen zumeist die Herstellerfirmen, ihre Treiber werden beim Kauf des Gerätes mitgeliefert. Dank gewisser Standards, die von fast allen Firmen eingehalten werden, ist ein Minimal- oder auch Normalbetrieb sehr oft ohne Treiberinstallation möglich, vor allem bei externen Festplatten, Speicherkarten, Mäusen, Tastaturen und ähnlichem ist dies meist der Fall. Derartige Standards existieren für alle Gerätetypen, seien es Grafikkarten, Bluetoothgeräte oder Bildschirme. Die Treiber der Herstellerfirmen bieten allerdings oft einen größeren Funktionsumfang als die Standardtreiber, vor allem bei Grafikkarten mit dem Standard vesa, der kaum mehr als einen Notbetrieb ermöglicht.

Die GNU/Linux-Community ist es gewohnt, von vielen Herstellerfirmen nur dürftig oder gar nicht bedacht zu werden. Der Linux-Kernel unterstützt allerdings mehr Geräteplattformen und Geräte als jedes andere Betriebssystem, Netzwerkkarten, Festplattencontroller, Soundkarten und Chipsätze werden nahezu ausnahmslos unterstützt. Die viel beklagten Treiber-Probleme treten erst auf, wenn es um 3D-beschleunigte Grafiktreiber, Scanner und Drucker oder Webcams und mobile Geräte geht. Besonders bei Laptops mit diversen Sondertasten, Schlafmodi und Webcams treten öfters Probleme auf. Gegenbeispiel sind IBM/Lenovo und Dell, deren Geräte fast ausnahmslos vollständig unterstützt werden. Viele, vor allem kleinere, Firmen haben kein Interesse oder nicht die Möglichkeit, Linux-Treiber für ihre Geräte zu schreiben. Da die Firmen aber aus Angst um ihr Know-How und ihre Entwicklungen die Spezifikationen und Informationen nicht herausgeben wollen, ist es für die Linux-Community nur sehr schwer möglich, selbst Treiber dafür zu entwickeln. Es gibt aber von Seite der Linux-Community Anstrengungen, diese Situation zu verbessern, so zum Beispiel das Linux Driver Project, das in Kapitel 6.5 erläutert wird. Aufgrund der immer größeren Verbreitung von Linux beginnen immer mehr Firmen, Treiber für ihre Geräte zu veröffentlichen oder die Spezifikationen (unter Geheimhaltungsgeboten) an das Linux Driver Project herauszugeben.<sup>cc</sup>

Linux-Benutzer nehmen derartige Probleme oft auch mit Humor, so veröffentlichte Linus Torvalds Version 0.02 seines Kernels mit den Worten: „Sehnst du dich nach den Tagen zurück, in denen Männer noch Männer waren und ihre Gerätetreiber selbst schrieben?“

## 5.7. Bling – 3D-Desktop

„Right now, we have low bling“ wurde die Situation in den englischen Ubuntu-Foren kommentiert. Gemeinsam mit der Aufgabenstellung „out-bling OS-X“ war dieser Satz ausschlaggebend für den Beginn der Entwicklung des 3D-Desktops. Der Ausdruck „3D-Desktop“ ist technisch gesehen nicht korrekt, da lediglich eine 3D-Darstellung auf einem zwei-dimensionalen Bildschirm erfolgt.

Die Bezeichnung 3D-Desktop basiert auf den dreidimensionalen Effekten, die verwendet werden; Beispiele hierfür sind der so genannte „Cube“, Würfel beziehungsweise Körper mit beliebig vielen Seiten, bei denen jede Seite eine Arbeitsfläche darstellt, mittels Tastatur oder Maus kann zwischen den Arbeitsflächen (also den Würfelseiten) gewechselt werden. Andere, mehr oder weniger nützliche Effekte, so genannte Plug-Ins ermöglichen das Abbrennen von Fenstern wenn sie geschlossen werden, das verkleinerte Darstellen aller geöffneten Fenster, das Verwenden von Welleneffekten oder Regentropfen (sogar mit Scheibenwischer) und vieles mehr.

3D-Fenstermanager unterliegen sehr oft der Kritik, keinen praktischen Nutzen zu erfüllen und nach einigen Tagen bereits störend zu sein. Auf diverse Effekte wie den Regen oder die Feuereffekte mag dies zutreffen, allerdings sind diverse andere Plug-Ins, wie „Wobbly-Windows“, sofern richtig eingestellt, durchaus angenehm, weil das Verschieben der Fenster weich und fließend dargestellt wird. Auch der Würfel oder der Exposé-Effekt, also alle offenen Fenster verkleinert anzuzeigen, können das Arbeiten angenehmer und auch effektiver machen.

### Technologie

3D-Desktops sind Fenstermanager mit erweiterten Funktionen, im Englischen als „Compositing Window Manager“ bezeichnet, die entweder direkt auf die vom Grafik-Treiber bereitgestellten Funktionen zugreifen, oder, wenn der Treiber die benötigte Funktionalität nicht bereitstellt, auf einen so genannten beschleunigten X-Server aufsetzen. Wenn die Grafikkarten die benötigten Funktionen nicht beinhalten, wird der Rechenaufwand von der CPU übernommen, was die Leistung oft einschränkt. Xgl<sup>43</sup> war eine der ersten weiter verbreiteten Erweiterungen für den Funktionsumfang bestehender X-Server, der die benötigte Beschleunigung bot. Benutzer mit ATI-Grafikkarten müssen aufgrund der Treiber-Problematik<sup>44</sup> noch immer auf Xgl zurückgreifen.

---

<sup>43</sup> Xgl ist eine OpenGL beschleunigte Implementierung des X-Window-Systems.

<sup>44</sup> ATI-Grafikkarten haben oft Probleme mit den Treibern, da von der Herstellerseite nur sehr wenig Energie in die Treiberentwicklung gesteckt wurde. Die freien Treiber funktionieren zwar stabil, aber ohne 3D-Unterstützung.

Die einfachere Möglichkeit die benötigte Beschleunigung zu ermöglichen ist AIGLX. AIGLX ist seit Version 7.1 fixer Bestandteil des X-Servers und daher einfacher zu verwenden als Xgl. Mit neueren Nvidia- oder Intel-Grafikkarten ist der beschleunigte X-Server nicht mehr nötig, da die Grafiktreiber dieser Anbieter die Hardwarebeschleunigung bereits beinhalten. Auf die Hardwarebeschleunigung, egal ob diese nun von Grafikkarte oder CPU übernommen wird, setzen die 3D-Fenstermanager auf. Diese Fenstermanager beinhalten meist zwei Komponenten, den Composite-Manager für die Effekte und den „normalen“ Fenstermanager für die Fensterverwaltung. (Siehe Kapitel 4.4)<sup>dd</sup>

### Vertreter

Vertreter dieser Technologie gibt es einige, einer der ersten großen Vertreter war das Projekt Compiz, das sich später in Compiz und Beryl aufspaltete, nach einem Jahr allerdings wieder vereint wurde und seitdem als Compiz und Compiz Fusion existiert.<sup>45</sup> Entwicklungsgeschichte, technische Details und eine Übersicht über die Plug-Ins von Compiz, Beryl und Compiz Fusion finden sich auf den jeweiligen Projektseiten, die im Anhang E angeführt sind.

Ein weiteres bemerkenswertes Projekt ist Metisse, das weniger die auffallenden, aufregenden und meist nutzlosen Effekte fokussierte und dafür sinnvolle Plug-Ins, um beispielsweise mehrere Dokumente gleichzeitig betrachten und bearbeiten zu können, implementierte. Auch Microsofts Windows Vista bot, zumindest in den Beta-Versionen 3D-Effekte, diese wurden allerdings in der finalen Version größtenteils deaktiviert, da es, so Microsoft, zu aufdringlich und nicht produktivitätsfördernd war.

KDE lieferte einen weiteren Meilenstein, indem es in der Mitte Jänner 2008 veröffentlichten Version 4.0 die 3D-Effekte erstmals fix in die Desktopumgebung integrierte, ein Schritt, der bislang von keiner der großen Desktopumgebungen gemacht wurde. Die KDE-Gemeinschaft erhofft sich, dadurch wieder die meist verbreitete Desktopumgebung zu werden, wenn sie auch bereitwillig zugibt, dass die Version 4.0 nur ein erster Meilenstein und keineswegs eine finale Version ist.

All diese 3D-Desktops versuchen den Spagat zwischen nützlichen Features und Spielerei, optisch hochwertiger Umsetzung und niedrigen Hardwareanforderungen, zwischen einfacher Konfiguration und starker Konfigurierbarkeit zu machen.

Probieren geht über studieren, heißt es immer: Die Installation ist meist einfach, die Konfiguration erfolgt grafisch, ist also sowohl für Einsteiger als auch Profis machbar.<sup>ee</sup>

---

<sup>45</sup> Compiz übernimmt die Kerntechnologie und die grundlegenden Fähigkeiten, Compiz Fusion ist für die neueren Plug-Ins und die Entwicklung neuer Möglichkeiten zuständig.

## 6. Linux – Philosophie und Entwicklung

### 6.1. Linux – Philosophie

Linux ist Open-Source, Open Source ist frei.

Frei, nicht nur wie in Freibier, sondern frei, wie in Freiheit.<sup>46</sup>

Open Source bedeutet, dass jeder den Quellcode betrachten, verändern, verbessern, weitergeben und verkaufen darf. Open Source, manchmal auch als freie Software<sup>46</sup> bezeichnet, ist das Entwicklungsmodell, das die meisten Chancen bietet, das dem Anwender die meisten Vorteile bringt und das Google in seinem Sturm an die Spitze seiner Branche gestützt hat.

Der größte Vorteil ist, dass jeder, der das Programm verbessern oder verändern will, dies auch tun kann. Jeder kann, darf und soll sich beteiligen, seine eigenen Ideen einbringen und das Programm besser und sicherer machen. Der Entwicklungsprozess beschränkt sich nicht mehr auf eine Firma, auf 5, 10 oder 100 Entwickler, sondern auf Tausende Entwickler auf der ganzen Welt. Schätzungen zufolge gibt es weltweit 300 000 Personen, die sich aktiv an der Entwicklung von Open-Source-Software beteiligen.

Von vielen Verfechtern proprietärer Software wird angeführt, dass die freie Verfügbarkeit des Quellcodes eines Programmes mehr Schaden als Nutzen bringt und Sicherheitslücken für jedermann einsehbar macht. Die Entwickler freier Software halten dagegen, dass tausende wachsamer Augen sicher mehr Fehler und Sicherheitslücken entdecken, als einige wenige Mitarbeiter einer Firma.

Linux ist frei, kostenlos erhältlich, ein Betriebssystem für alle Menschen. Es gibt hunderte Distributionen, jede mit einer anderen Zielgruppe, doch alle mit dem Ziel, ein sicheres, funktionierendes und freies Betriebssystem zu schaffen.

Das Geschäftsmodell, das Linux-Distributoren verfolgen, setzt nicht auf den Verkauf von Software, sondern auf kostenpflichtigen Support für Firmen. Open-Source-Software ist kostenlos, der Support erfolgt in den meisten Fällen durch die Community, eine Lösung die für Privatanwender nur Vorteile birgt, für Firmen allerdings meist nicht ausreichend ist. Distributoren und Firmen, die freie Software entwickeln, verdienen ihr Geld mit kostenpflichtigem Rund-um-die-Uhr-Support, Wartungsverträgen und beschäftigen im Gegenzug dazu einen großen Teil der Entwickler von Linux und freier Software.

Natürlich wird nur ein Teil der Linux-Entwickler von Firmen beschäftigt, viele arbeiten in ihrer Freizeit und meist ehrenamtlich, sie verdienen kein Geld mit ihrer Arbeit.<sup>gg</sup>

---

46 Der Begriff „free software“ wurde zu Marketingzwecken eingeführt und dient der Abgrenzung zu „Open Source“.

Doch ihre Namen scheinen in den Release Notes<sup>47</sup> auf, was ihnen im Gegenzug dazu viele Türen im Softwaremarkt öffnet. Das freie Entwicklungsmodell hat für alle Seiten Vorteile, die Entwicklung wird beschleunigt und erleichtert, Einzelpersonen können sich leichter einbringen und die Mitarbeit der Gemeinschaft wird gefördert, doch auch Softwarekonzerne können Vorteile daraus ziehen, wie der Erfolg vieler Linux-Distributoren beweist. Neben der freien Verfügbarkeit legen Linux-Entwickler sehr viel Wert auf die Einhaltung von freien Standards, um Interoperabilität zu gewährleisten. (Siehe Kapitel 6.2.)

Linux ist anders, zweifellos. Für viele Anwender ist Linux nicht nur ein Betriebssystem, sondern vielmehr eine Lebenseinstellung, manchmal sogar Religion<sup>48</sup>. Viele beteiligen sich aktiv am Entwicklungsprozess, leisten Support für Neulinge und unterstützen Umsteiger. Egal ob in der Software-Entwicklung, der Übersetzung oder dem Support, ein großer Teil der Linux-Nutzer lebt den Open-Source-Gedanken auch aus, mit ein Grund dafür, dass die Communities von Distributionen über einen starken Zusammenhalt verfügen.

Aufgrund dieser Lebensphilosophie, die sich so manches Mal sogar zur Religion auswächst, findet man oft auch eine starke Abneigung gegenüber Microsoft und Windows, oftmals nur als „Redmond“<sup>49</sup> bezeichnet.

Diese Flame-Wars (Windows gegen Linux und umgekehrt) finden kein Ende, keine Seite hat Recht oder Unrecht. Es gibt kein besseres und kein schlechteres Betriebssystem, es gibt nur ein Betriebssystem, das die eigenen Bedürfnisse besser oder schlechter erfüllt.

Linux ist nicht besser als Windows und Windows ist nicht besser als Linux. Microsoft vertritt ein anderes Geschäftsmodell und war damit in den letzten 20 Jahren höchst erfolgreich, doch das Krebsgeschwür, wie Microsofts CEO Steve Ballmer Linux bezeichnete<sup>hh</sup>, ist auf dem Vormarsch und knabbert immer mehr an Microsofts Marktanteilen, sowohl am Server- als auch am Desktop- und Mobilgerätemarkt.

## 6.2. Interoperabilität

Interoperabilität bedeutet, dass unterschiedliche Programme die gleichen Dateiformate und Protokolle verwenden können. Diese Fähigkeit ist wichtig, wenn mehrere heterogene Systeme aufeinander treffen. Das größte Netzwerk heterogener Systeme ist zweifellos das Internet, nur durch die Verwendung standardisierter Protokolle und Dateiformate ist ein reibungsloser Betrieb in diesem Netzwerk möglich. Doch auch innerhalb von Firmen und Behörden ist Interoperabilität wichtig, wenn jeder Benutzer ein eigenes Dateiformat

---

47 In den Release Notes werden Änderungen, Ankündigungen und Hinweise zu neuen Programmversionen gegeben.

48 Siehe beispielsweise <http://forum.ubuntuusers.de/topic/45598>.

49 In Redmond, Washington, liegt der Firmensitz von Microsoft.

verwendet, kann außer ihm niemand die Daten lesen und sie sind für den praktischen Gebrauch nicht zu verwenden. Darum legen Open-Source-Entwickler sehr viel Wert auf die Einhaltung der Interoperabilität, auf die Einhaltung von Standards und Dateiformaten. Um Interoperabilität zu gewährleisten, sollten offene Dateiformate verwendet werden.

Offene Dateiformate können von jedem, der Interesse hat, implementiert werden.

Geschlossene, proprietäre Formate hingegen können nur dann implementiert werden, wenn die Schnittstelleninformationen von der Herstellerfirma herausgegeben werden und dies ist nur dann der Fall, wenn eine entsprechend hohe Summe an Lizenzgebühren gezahlt wird. Das wohl bekannteste Beispiel sind die Dateiformate von Microsoft Office, die proprietär sind und daher von Open-Source-Textverarbeitungsprogrammen nur sehr schwer implementiert werden können.

Auf den ersten Blick erscheinen offene Dateiformate sinnvoller, da sie für jeden zugänglich sind, doch für Softwarekonzerne sind proprietäre Formate sinnvoller, da sie, einen gewissen Marktanteil vorausgesetzt, eine sprudelnde Geldquelle sein können. Beispiele hierfür sind das proprietäre MPEG-1 Audio Layer 3, kurz MP3-Format, an dem unter anderem das Fraunhofer-Institut Teilpatente hält, oder das WMA-Format.

Vor allem die EU hat in den letzten Jahren erkannt, dass freie Formate Vorteile gegenüber unfreien haben und fördert seitdem die Verwendung freier Formate.

Auch die Regierungen anderer Länder wie Russland, Brasilien und Kuba wollen vermehrt auf freie Formate setzen.<sup>ii</sup>

Linux hat es sich zum Ziel gesetzt, grenzenlose Interoperabilität zu bieten, Linux setzt auf freie Dateiformate und offene Standards. Ein Textdokument mit offenem Dateiformat sieht immer gleich aus, egal von welchem Programm es geöffnet wird.

Doch kann man unter Linux auch proprietäre Formate verwenden, die OpenOffice.org-Office-Suite unterstützt auch Microsoft Office-Dateiformate,<sup>50</sup> wenn auch so manches Mal Probleme auftreten können. Auch proprietäre Multimedia-Codes sind unter Linux verfügbar, doch wegen der zu Grunde liegenden Philosophie werden Codecs oft nicht automatisch installiert, sondern müssen vom Benutzer selbst installiert werden.<sup>51</sup>

Alles in allem kann ein Linux-Rechner durchaus in einem Windows-Netzwerk verwendet werden, die meisten Netzwerkprotokolle liegen entweder offen oder haben eine offene Alternative, so dass die Verwendung von Linux in homogenen Windows-Netzwerken unproblematisch ist. Lediglich auf offene Dokumentenformate sollte geachtet werden.<sup>jj</sup>

---

50 Microsoft Office-Dateiformate sind: .doc für Textdokumente, .ppt für Präsentationen und .xls für Excel-Dokumente. Diese Formate sind proprietär und können nur gegen Gebühren eingesehen und verwendet werden.

51 Die Installation wird automatisch aufgerufen, sobald der Anwender eine Datei in proprietärem Format öffnen will.

## 6.3. Linux – Community

Die Entwicklung von Linux verteilt sich auf Dutzende Firmen, Tausende Privatpersonen in hunderten von Einzelprojekten. Der Kernel, der X-Server, die Treiber, die Programme, alles wird einzeln und unabhängig voneinander entwickelt und später in den einzelnen Distributionen wieder zusammengefasst. Nur ein kleiner Teil der Entwicklung erfolgt von fest angestellten Entwicklern, das meiste geschieht ehrenamtlich und in der Freizeit.

Einen riesigen Anteil an der Entwicklung von Linux erledigt die Community. Sei es nur durch das Einsenden von Bug-Reports wenn Fehler auftauchen, das Übersetzen in mehr als 100 Sprachen oder auch die aktive Mitarbeit am Code von Kernel, Treibern und Programmen. Ohne die Mitarbeit der Community könnten niemals so viele Fehler behoben werden und Anwendungen niemals so an die Bedürfnisse von Benutzern angepasst werden. Durch das Open-Source-Geschäftsmodell werden Programme nicht immer von Grund auf neu entwickelt, um erneut verkauft werden zu können, sondern immer wieder verbessert, umfangreicher gemacht, Sicherheitslücken werden behoben und Funktionen hinzugefügt. So kann es passieren, dass Programme in der Version 20 oder höher veröffentlicht werden, die Entwicklung aber trotzdem niemals beendet wird.

Die Linux-Communities sind äußerst groß und aktiv, so verfügt das englischsprachige Ubuntu-Forum über 470 000 registrierte Benutzer, die deutsch- und französischsprachigen immerhin über jeweils mehr als 50 000. Auch die Foren anderer Distributionen verfügen, je nach Sprache, oft über 50 000 Mitglieder. Durch diese große Anzahl an Benutzern, von denen sich viele auch aktiv an der Unterstützung anderer beteiligen, können die meisten Probleme und Fragestellungen behoben und beantwortet werden.

## 6.4. Linux Foundation

Die Linux Foundation ist ein Zusammenschluss aus zwei der wichtigsten Vereinigungen in der Entwicklung von Linux, freier Software und offenen Standards, dem Open Source Development Labs, kurz OSDL, und der Free Standards Group, kurz FSG. Die Linux Foundation, oft auch mit LF abgekürzt, ist ein gemeinnütziges Konsortium um die Entwicklung von Linux zu stützen und zu fördern.

Zu den Mitgliedern gehören (unter anderem) AMD, Cisco, Fujitsu, HP, Hitachi, IBM, Intel, Google, Motorola, NEC, Nokia, Novell, NTT, Oracle, Siemens, Unisys und Sun.

Neben dem Anbieten eines Forums zur Zusammenarbeit zwischen den Firmen und dem Schutz der Marke Linux, beschäftigt die Linux Foundation einige der wichtigsten Linux Entwickler wie Linus Torvalds.<sup>kk</sup>

Die Arbeit der Linux Foundation erfolgt in so genannten Workgroups, einige wichtige davon sind Accessibility, Barrierefreiheit, Open18n, also leichtere Übersetzung und Lokalisierung, Printing und Desktop Linux. Da in den Entwicklungsprozess viele der wichtigsten Hard- und Softwareunternehmen integriert sind, ist die Arbeit der LF stets standardkonform und natürlich auch frei. Die Linux Foundation ist die führende Institution in der Entwicklung und verwaltet auch die Fortschritte von Linux, sie verfügt, da die Mitgliedsfirmen je nach Stufe der Mitgliedschaft zwischen 20 000 und 500 000 Dollar pro Jahr an Mitgliedsbeitrag zahlen, über genügend Kapital um die Entwicklung voranzutreiben, die Markenrechte von Linux zu wahren und freie Standards weiter zu entwickeln.

## 6.5. Kommerzielle Entwicklung

Neben der Linux Foundation und den Privatpersonen gibt es eine dritte große Gruppe, die sich an der Entwicklung von Linux beteiligt. Die Distributoren, die ihr Geld mit kostenpflichtigem Support und dem Verkauf von Hardware verdienen und sehr viel Wert auf Stabilität und Funktionalität ihrer Distributionen legen. Die bekanntesten Distributoren sind Novell und dessen SUSE und OpenSUSE, das eine für Unternehmen, das andere für Privatpersonen, das französische Mandriva, das amerikanische Red Hat mit ihren jeweils gleichnamigen Distributionen oder Canonical mit seinem Ubuntu.

Diese Konzerne beschäftigen hunderte der wichtigsten Entwickler, die ihre Arbeit nicht nur in Programme stecken, die ihnen selbst am Herzen liegen, sondern auch in Projekte, die zwar viel Zeit und Aufwand verschlingen, aber nur mäßig Prestige einbringen. Beispiele hierfür sind die Reorganisation von Kernelteilen, um sie an moderne Technologien anzupassen oder das Schreiben von Gerätetreibern.

Greg Kroah initiierte mit seinem Linux Driver Project ein Projekt, um allen Benutzern die Möglichkeit zu geben, vollständige Unterstützung für ihre Rechner zu bekommen.

Er sammelt Hardware, die Probleme macht und bietet den Herstellerfirmen an, für diese Geräte Treiber zu schreiben, wenn sie nur die Hardwarespezifikationen herausgeben. Mittlerweile haben sich mehr als 300 Entwickler gemeldet, um ihm Hilfe anzubieten.

Novell hat seine Schwerpunkte auf die Sicherheit und einfache Einrichtung gelegt und die Entwicklung von AppArmor begonnen und das Einrichtungstool YaST, Kurzform von „Yet another Setup Tool“ in seine Distributionen integriert. Die kommerzielle Entwicklung ist genauso wichtig für Linux wie die Mithilfe der Community, die Arbeit der Linux Foundation und auch die Mithilfe von Fremdinstitutionen wie der NSA.<sup>521</sup>

---

52 Die amerikanische NSA beteiligte sich an der Entwicklung von SELinux, einer besonders sicheren Distribution.

## 6.6. Lizenzen

Beinahe jede Software unterliegt einer einen oder anderen Lizenz. Gewährt diese Lizenz jedermann Nutzungsrechte ohne Forderungen zu stellen und ermöglicht sie das Betrachten, Bearbeiten und Weitergeben des Quellcodes ohne Einschränkungen, spricht man von freier Software oder Open-Source. Ist dies nicht gegeben, spricht man von Closed-Source. Die Vor- und Nachteile von Open-Source und Closed-Source wurden am Anfang dieses Kapitels erwähnt. Die bekannteste und wahrscheinlich wichtigste freie Lizenz, die GPL, ist bereits in Kapitel 3.1 beschrieben. Neben der GPL gibt es noch Dutzende andere freie Lizenzen, wie die LGPL, eine Modifikation der GPL, die Apache-Lizenz, die vor allem bei Web-basierter Software gewählt wird oder diverse BSD-Lizenzen. BSD-Lizenzen gewähren dem Autor das Copyright, der Name des Autors wird in der Lizenz erwähnt. Veränderung und Weitergabe des Codes sind in jeder Form erlaubt, selbst in proprietärer Form. Für freie Inhalte werden oft Creative Commons Lizenzen gewählt. Creative Commons ist eine gemeinnützige Gesellschaft, die vordefinierten Lizenzverträge für Werke aller Art, seien es Grafiken, Texte, Musik oder ähnliches, anbietet.

Software wird meist unter der GPL, den Apache- oder den BSD-Lizenzen veröffentlicht, freie Werke sehr oft unter Creative-Commons-Lizenzen. Sollte man sehr viel Wert auf Freiheit legen und seine Werke wirklich für alle verfügbar machen, kann man auch auf Gemeinfreiheit setzen, damit verzichtet man auf jedwedes Copyright. Dies ist allerdings in

manchen Ländern nicht möglich, da das Urheberrecht eine bewusste Übergabe in die Gemeinfreiheit nicht vorsieht.<sup>mm</sup>



*Logo des GNU-Projektes, ein Gnu, gezeichnet von Etienne Suvasa*

## 7. Linux – Ein Randgruppenphänomen?

Wie im Vorwort der deutschen Ausgabe von Linus Torvalds Biographie „Just for Fun“ erwähnt, ist es durchaus nicht leicht, jemanden zu finden, der sich zum Schreiben eines Vorworts für ein Buch über Linux eignet, denn er sollte einerseits berühmter als der Autor selbst sein und andererseits auch etwas zum Thema Linux etwas Ahnung haben. So schreibt der Auto des Vorworts, Dirk Hohndel, über die Personen die sich eigenen würden:

*Nun, der Papst hatte keine Zeit, und Bill Gates... doch lassen wir das. Ignoriert man dann noch ein paar Schauspieler, die Linux wahrscheinlich nicht von einem Waschmittel unterscheiden können, dann endet die Liste schon sehr bald.*

Linux ist zwar in Fachkreisen durchaus bekannt und am Servermarkt auch mit einem signifikanten Anteil beteiligt, und doch kennt noch kaum jemand, der nichts mit der Branche zu tun hat, Linux.

### 7.1. Anteil an Linux-Usern weltweit

Wie viele Menschen Linux benutzen weiß niemand so genau, es gibt zwar einige Ansätze, die Anzahl an Linux-Nutzern zu erfassen, genaue Angaben gibt es jedoch nicht.

Einer dieser Ansätze ist, die Zugriffe auf Internetseiten zu erfassen. Da über das http-Protokoll Daten über den verwendeten Browser und das verwendete Betriebssystem<sup>53</sup> mitgesendet werden, kann man auf diese Art und Weise den Anteil an Zugriffen von Linux-Nutzern erfassen. Je nach Auswahl der ausgewerteten Internetseiten, variieren die Schätzungen zwischen 0.36% und 15%, jede Internetseite hat eine andere Zielgruppe, technik-orientierte Seiten weisen einen hohen Anteil an Linux-Usern auf, Social Network-Seiten hingegen einen niedrigen. Eine andere Möglichkeit ist das Zählen der Downloads bei einzelnen Distributionen, eine weitere das Zählen der Treffer bei Googlesuchabfragen. Man kann die Schätzungen der einzelnen Distributoren<sup>54</sup> addieren oder Umfragen über den Bekanntheitsgrad von Linux machen. Auch der Anteil an Rechnern mit vorinstalliertem Linux<sup>55</sup> wird errechnet, doch nichts von alldem ermöglicht wirklich genaue Ergebnisse. Bei proprietären Betriebssystemen ist die Zählung leichter. Jeder Rechner verfügt über eine Lizenz, die, zumindest sollte es so sein, einzigartig ist. 1 Rechner = 1 Lizenz, so ist die Zählung um einiges leichter.

Die englischsprachige Wikipedia liefert einen Überblick über mehrere Statistiken, bei

<sup>53</sup> Alle dieser Daten zusammengenommen bezeichnet man als „User Agent“

<sup>54</sup> Ubuntu-Gründer Mark Shuttleworth schätzt die Anzahl der Ubuntu-Nutzer auf 4-16 Millionen

<sup>55</sup> Siehe Fußnote 57 und Kapitel 7.3 sowie [derstandard.at/?id=3132737](http://derstandard.at/?id=3132737), Dell verkauft 40000 Rechner mit Ubuntu

denen Linux mit zwischen 0,36%<sup>56</sup> und 1,84%<sup>57</sup> aufscheint, doch in fast allen Fällen eine merkliche Steigerung in den letzten Monaten und Jahren aufweist. Schenkt man diesen Statistiken Glauben, lässt sich die Zahl an Linux-Nutzern weltweit irgendwo zwischen 4 und 18 Millionen eingrenzen, wenn auch einige der prominentesten Verfechter von Linux ihre Schätzungen in einem Bereich von 15 bis 25 Millionen ansiedeln.

## 7.2. Warum nicht Linux?

Was spricht gegen einen Umstieg auf Linux? Meist Vorurteile und Klischees. Oder die Tatsache, dass viele Nutzer nicht wissen, dass es Linux gibt.

Die Vorurteile variieren je nach Bedürfnissen der Zielgruppen. Erfahrene Anwender kritisieren mit Vorliebe die fehlende Software, die mangelnde Hardwareunterstützung und die komplizierte Installation. Weniger erfahrene und vor allem junge Anwender beklagen die fehlenden Spiele und die umständliche Bedienung.

Vorausgesetzt, er weiß, dass es Linux gibt und dass es ein Betriebssystem ist, übernimmt der durchschnittliche Anwender die Vorurteile ohne sich selbst ein Bild zu machen.

Das Vorurteil der fehlenden Software und jenes der fehlenden Spiele wurden in Kapitel 5 schon behandelt, auch die mangelnde Hardwareunterstützung ist meist nur ein Gerücht.

Unzählige Netzwerkkarten, WLAN-Karten, Grafikkarten, Prozessoren, Soundkarten, Tastaturen, Infrarot- und Bluetooth-Mäuse und vieles mehr werden „out-of-the-box“<sup>56</sup> unterstützt. Die Installation ist, sofern man die richtige Distribution gewählt hat, einfach und intuitiv.<sup>57</sup> Auch die Handhabung ist keineswegs kompliziert und umständlich, sondern oftmals stark an Apples OS X angelehnt und somit simpel und intuitiv.<sup>58</sup>

Es gibt einige Gründe, nicht auf Linux umzusteigen, beispielsweise Programme, die nur für Windows geschrieben sind und sich auch nicht emulieren lassen, das selten aber doch vorkommende Fehlen von Treibern, technische oder lizenzirechtliche Gründe oder das schlichte Eingeständnis, dass man selbst kein Interesse daran hat, kostenlose und freie Software zu verwenden...

Das Gegenargument der Geldersparnis aufgrund der freien Verfügbarkeit wird oft abgetan, da aus irgendeinem Grunde für Jugendliche Betriebssysteme und auch professionelle Programme wie Photoshop, die Microsoft Office-Suite und viele mehr gratis sind...

---

56 Out-of-the-box bedeutet, dass etwas ohne Zutun des Nutzers funktioniert, z.B. dass Geräte sofort nach der Installation funktionieren.

57 Dies ist, wird so mancher mutmaßen, eine unbelegte Behauptung, daher kann man nur empfehlen, die auf der beigelegten DVD vorhandenen Distributionen auszuprobieren, nur minimale Kenntnisse werden vorausgesetzt, in den meisten Fällen ist die Installation einer aktuellen Windows-Version komplizierter, als die einer Linux-Distribution.

58 Auch hier gilt: Probieren geht über Studieren, Live-CD ins Laufwerk legen, Rechner neu starten und ausprobieren!

Zusammenfassend kann man einen Hauptgrund gegen Linux finden: Der Durchschnittsanwender will, dass alles einfach *funktioniert*, ohne dass er sich näher damit befassen muss. Er will, dass der Computer tut, was er tun soll, ob nun ein buntes Fenster oder ein Pinguin als Bootsplash<sup>59</sup> aufscheint, interessiert ihn nicht.

### 7.3. Prognosen und Zukunftsvisionen

Schon seit Jahren heißt es, die Zeit von Linux am Desktop ist gekommen! Und doch haben sich die Hoffnungen noch nie bewahrheitet. Unbestreitbar ist aber, dass Linux immer populärer wird. Zeichen dafür gibt es viele, so entschieden sich einige Ministerien, Behörden, Regierungen und Schulen dafür, ihre Netzwerke auf Linux und/oder offene Standards umzustellen, einige Beispiele dazu finden sich im Kapitel 6.4., andererseits beginnen einige populäre PC- und Laptop-Hersteller, Linux auf PCs und Laptops für die breite Masse zu verkaufen. Einer dieser Hersteller war Dell, das, nachdem in einer Umfrage ein vorinstalliertes Linux als einer der größten Kundenwünsche eruiert wurde, auf mehreren Laptops und Desktop-PCs ein vorinstalliertes Linux anbot. Schätzungen zufolge wurden in den ersten 10 Monaten 40000 Geräte mit vorinstalliertem Linux verkauft.<sup>60</sup>

Die Hoffnungen in Linux auf dem Desktop stiegen noch weiter, als Windows Vista, das aufgrund der nicht zu unterschätzenden Hardwareanforderungen und des hohen Preises in die Kritik geraten war, veröffentlicht wurde. Also größter Hoffnungsträger erscheint vielen die Distribution Ubuntu (Siehe Kapitel 8), die einfach zu handhaben, einsteigerfreundlich und mittlerweile auch die am meisten verwendete Linux-Distribution ist. Auch viele der medien-wirksamen Billig-Laptops für Länder der dritten Welt setzen aus Kostengründen auf Linux. Die Länder der dritten Welt sind einer der größten noch zu erschließenden Märkte, daher gleicht der Kampf der Linux-Distributoren gegen Microsoft oft mehr einer Schlammenschlacht als einem freien Markt.<sup>60</sup> Alles in allem wächst Linux weiter und weiter, in machen Bereichen rasant, in manchen langsam aber stetig. Mittlerweile haben sich einige PC- und Laptop-Hersteller dem Vorbild von Dell angeschlossen und bieten Linux vorinstalliert auf Rechnern und Laptops an. Immer weniger handfeste Gründe sprechen gegen den Einsatz von Linux auf dem Desktop, immer mehr Gründe sprechen dafür. Die Wachstumsmärkte in den Ländern der dritten Welt setzen, aufgrund der vielen Projekte zur Unterstützung wie Asus' EEE-PC, dem OLPC-Projekt oder den Classmate-PCs, oft auf

---

59 Als Bootsplash bezeichnet man die Grafik oder das Logo, das während des Systemstart angezeigt wird.

60 Der Linux-Distributor Mandriva bekam 2007 einen Auftrag über 17000 Rechner für Nigeria, laut Mandriva wurde aber nach einer 400 000 Dollar Zahlung durch Microsoft Windows XP als Betriebssystem gewählt. Kurz nach dem Skandal einigte man sich mit der Regierung auf einen Kompromiss, 11000 Rechner werden mit Linux ausgeliefert.

Linux und offene Standards.

Man kann noch hoffen, dass Linux den Sprung an die Spitze irgendwann schaffen wird.

Die Zeichen zeigen in die richtige Richtung, die Trends sprechen für Linux.

Kaum eines der vielen Vorurteile gegen Linux hat noch eine sachliche Grundlage, immer öfter werden Rechner mit vorinstalliertem Linux verkauft,<sup>61</sup> immer mehr Unternehmen und Privatpersonen sehen Linux als Alternative und Chance.<sup>62</sup>

## 7.4. Linux in den Medien

Aufgrund der Open-Source-Philosophie wird Linux und freie Software in den Medien meist als das Gute im Kampf gegen den bösen Monopolisten Microsoft dargestellt.

### **Zeitungen, Zeitschriften, Fernsehen, Radio**

In letzter Zeit häufen sich Berichte über Linux in bekannten Zeitungen, Zeitschriften und Fernsehsendungen. Ein Beispiel dafür war das fünfteilige Ubuntu-Tagebuch der deutschen Zeitung „Spiegel“, das ziemlich umfangreich über die Installation und Verwendung von Ubuntu berichtete. Auch die Frankfurter Allgemeine Zeitung berichtete bereits Anfang 2006 in höchsten Tönen über die technischen Fortschritte von Linux, der Entwicklung von freier Software und vieles mehr.<sup>62</sup> Doch auch vor Fernsehsendungen macht Linux nicht halt, im RTL Nachtjournal fand sich im Juni 2006 ein Beitrag über die finanziellen und technischen Vorteile von Linux am Beispiel der Dortmunder Stadtverwaltung.<sup>63</sup> Auch in der Serie „Neues“ von 3sat finden sich regelmäßig Beiträge über Linux und Open Source. Für technisch versierte Anwender gibt es auch einige Internet-Radiosender, wie Ubuntu Radio oder Radio Tux, die Neuigkeiten über Open-Source und Linux verkünden.

### **Computermagazine**

Computer-Magazine gibt es wie Sand am Meer, doch auch für Linux-Nutzer finden sich bereits einige Magazine, die durchaus lesenswert sein können, je nach Erfahrungsgrad empfehlen sich Easy Linux für Einsteiger, Linux User für Fortgeschrittene und das Linux Magazin für erfahrene Benutzer. Die meisten Magazine erscheinen aber nur online, diese hören oft auf sehr kreative Namen wie „YALM“ als Abkürzung für „Yet another Linux Magazine“. Auch Leser von österreichischen Tageszeitungen können durchaus einmal über Linux betreffende Artikel stolpern, so hat der Standard fast täglich eine NetBusiness genannte Seite, in denen sich nur allzu oft Artikel über Linux finden.

---

61 Neben Dell bieten auch die Firmen lincomp und NEMAQ dauerhaft Rechner mit Linux an, bei vielen Handelsketten gab es auch schon einmalige Angebote mit vorinstalliertem Linux.

62 <http://www.spiegel.de/netzwelt/tech/0,1518,506386,00.html> bzw. <http://tinyurl.com/hhpj2>

63 <http://video.google.de/videoplay?docid=-4035568631658373861>

## 7.5. Linux im öffentlichen Dienst und als Politikum

Was haben Schulen in Makedonien, die Berliner Polizei und die holländischen Regierungsbehörden gemeinsam? Sie alle wollen in nächster Zeit ihre Systeme auf Linux und freie Standards umstellen.

Diese drei Beispiele sind natürlich nur die Spitze des Eisbergs, auch die Städte Wien und München, (das spanische Andalusien, die gesamte Insel Kuba, eine Stadt und eine Universität in Südkorea, die vollständige Regierung Vietnams wollen den Wechsel auf Linux vollziehen oder haben ihn bereits vollzogen.

Als Gründe hierfür werden oft die wegfallenden Lizenzkosten, die wegfallende Abhängigkeit von Microsoft (und damit von den USA), die größere Sicherheit und die Stabilität angeführt. Vor allem die Beispiele Kuba und Vietnam zeigen, dass sich hinter der Umstellung so manches Mal auch politische Gründe verbergen können. Politische Gründe oder nicht, auch das gesamte Schulsystem Russlands soll bis 2009 auf Linux umgestellt werden, genauso wie die Schulen im US-Bundesstaat Indiana oder die Schulen in der spanischen Region Extremadura.

Schätzungen zufolge verwenden in Deutschland bereits 50% aller öffentlichen Einrichtungen freie Software, oftmals allerdings ohne sich dessen bewusst zu sein.

Für den Einsatz in Behörden und Schulen werden oft eigene Distributionen erstellt, so zum Beispiel der „Behördendesktop“<sup>64</sup> oder das Ubuntu-basierte Edubuntu. Viele der öffentlichen Einrichtungen und auch Firmen, die auf Linux migrieren, passen sich den Quellcode an ihre Bedürfnisse an, etwas das unter proprietären Systemen nicht möglich wäre. Einer der bedeutendsten Konzerne die auf Linux umgestellt haben, ist sicherlich die Deutsche Bahn, die einen serverseitigen Umstieg für 55000 Nutzer vollzogen hat.

Neben der Umstellung auf das neue Betriebssystem ist oft die Umstellung auf neue Dokumentenformate viel bedeutender. (Siehe Kapitel 6.2)

Eine Weltkarte mit einer Übersicht an Behörden und Institutionen, die auf Linux migrieren findet sich unter [www.listphile.com/Linux](http://www.listphile.com/Linux).<sup>ss</sup>

## 7.6. Barrierefreiheit

In seiner Zielsetzung, ein Betriebssystem für *alle* Menschen zu sein, legen Linux-Entwickler aller Distributionen sehr viel Wert auf Barrierefreiheit. Dazu gehört sowohl die Intuitivität des Systems als auch die Integration von Programmen, die das System für Menschen mit Beeinträchtigungen, egal ob visueller, auditiver oder taktiler Natur, zugänglich machen.

---

<sup>64</sup> Der Behördendesktop ist eine Distribution des deutschen BSI, sie soll kostengünstig und sicher sein.

Zu diesen Programmen gehört der Orca Screenreader, ein Programm das die Textinhalte des Bildschirms vorliest, die Möglichkeit, die Tastatureinstellungen zu ändern, um Menschen mit feinmotorischen Einschränkungen das Tippen zu erleichtern, und natürlich auch Bildschirmlupen und viele mehr.<sup>tt</sup>



*Logo des Orca-Screenreaders*

## 7.7. Linux – Einsatzbereiche

Linux kann man überall finden, als Embedded Linux<sup>65</sup> findet man es auf Mobiltelefonen, PDAs, Internettablets, auf Festplattenrekordern, Satellitenreceivern, DVD-Playern, auf Routern, WLAN-Geräten, aber auch auf Supercomputern, so laufen beispielsweise 70% der 500 schnellsten Supercomputer unter Linux.<sup>uu</sup> Auch für Computer-Cluster, Server-Farmen<sup>66</sup>, Bankomaten, MP3-Player, Versicherungs- und Bankengroßrechner gibt es speziell angepasste Linux-Distributionen. Auf Satelliten und Raumstationen der NASA, auf Armbanduhren und in Antiblockiersystemen von Autos - Linux dringt in jede Nische, die sich am Markt auftut.

Wichtigstes Einsatzgebiet bleiben aber trotz allem Server und Serverfarmen, seien es die Server der Wikimedia Foundation, die Serverfarmen von Google oder Spieleserver für Spiele, die unter Linux selbst noch nicht einmal laufen. Vor allem für Webserver ist Linux, zum Beispiel in der Linux-Server-Konfiguration LAMPP<sup>67</sup>, sehr interessant, da es sowohl einfach zu installieren und warten ist, aber auch kostenlos verfügbar ist und Linux-Server von jeher als stabil und sicher angesehen werden. Doch nicht nur im Server- und Mobilgerätebetrieb spielt Linux eine Rolle, auch auf Desktoprechnern breitet sich Linux, wie am Anfang dieses Kapitels erwähnt, aus.<sup>vv</sup>



*Einer der Server der Wikimedia Foundation, ein Linux-basiertes LAMP-System*

<sup>65</sup> Embedded Linux („eingebettetes Linux“) bezeichnet eine minimale Linux-Version zum Einsatz auf Elektrogeräten

<sup>66</sup> Als Server-Farm bezeichnet man gleichartige, vernetzte Server, die zu einem logischen System verbunden sind.

<sup>67</sup> LAMP bezeichnet die Serverkonfiguration für Linux bestehend aus Apache-Webserver, MySQL-Datenbank und PHP sowie Perl als Script-Sprache.

## 8. Ubuntu – Hype oder mehr?

Ubuntu, ein Wort aus den Sprachen der Zulu und Xhosa, steht für Menschlichkeit und Gemeinsinn, im Englischen oft als „human beings“ ausgedrückt.

Bei Ubuntu legt man sehr viel Wert auf diese Menschlichkeit, es gibt einen Code of Conduct, den alle Entwickler unterzeichnen müssen und viele ungeschriebene Regeln, die Ubuntu-Communities zu äußerst freundlichen Treffpunkten machen, in denen auch immer gleiche Anwenderfragen und -probleme gerne beantwortet werden. Der Menschenrechtsverfechter und Erzbischof Desmond Tutu erläutert Ubuntu ausführlich:<sup>68</sup>

*„Eine Person, die über Ubuntu verfügt, ist offen und zugänglich für andere, anderen gegenüber positiv eingestellt und fühlt sich durch deren Fähigkeiten und gute Eigenschaften nicht bedroht, da sie ein gesundes Selbstvertrauen hat.“*

*Dies entspringt der Erkenntnis, dass die Person einem größeren Ganzen angehört und sich deshalb gedemütigt fühlt, wenn andere erniedrigt oder gedemütigt, gefoltert oder unterdrückt werden.“*

„Ubuntu“ als Lebensphilosophie spielt bis heute eine große Rolle im Südafrika nach dem Ende der Apartheid und ist vielen Südafrikanern ein Begriff.

Neben der Philosophie von Offenheit und Nächstenliebe setzte sich Mark Shuttleworth, Gründer und Finanzier von Ubuntu auch technisch hohe Ziele:<sup>69</sup>

*„Die Schaffung eines erstklassigen Betriebssystems für ganz gewöhnliche Desktop-computer-Benutzer, das absolut kostenlos, frei verfügbar und sofort einsatzbereit ist und das Beste darstellt, was der freie Softwaremarkt heute zu bieten hat.“*

Mark Shuttleworth lud im April 2004 ein Dutzend Entwickler von Debian, GNOME und GNU Arch in seine Londoner Wohnung ein, um mit ihnen die technischen Möglichkeiten einer neuen Distribution abzuklären. Mark hatte bereits in jungen Jahren mit seiner selbst gegründeten und in seiner Garage ansässigen Internetzertifizierungsstelle und ihrem Verkauf 1999 Millionen verdient und musste sich so keine Sorgen um seine finanzielle Zukunft machen. Nach einem Aufenthalt auf der ISS und einem Abstecher in die Antarktis begann er sich Gedanken über ein neues Betriebssystem zu machen - auch um seiner Heimat und ihrer Entwicklung willen.

Gemeinsam mit den 12 eingeladenen Entwicklern wurden Fragen und Antworten, Vorstellungen und Ideen ausgetauscht. Schlussendlich setzte sich das Team eine Frist von 6 Monaten, innerhalb derer sie einen Betriebssystemprototypen erstellen wollten.

---

68 Das offizielle Ubuntubuch, B.M. Hill, J. Bacon u.a., München 2007: Seite 38

69 Ebenda, Seite 17

## 8.1. Ubuntu – Geschichte und Entwicklung

In der Erwartung, ein unfertiges und bei weitem nicht makelloses Produkt geschaffen zu haben, nannten sie die erste Veröffentlichung Warty Warthog, was so viel wie Warziges Warzenschwein bedeutet, die Versionsnummer war 4.10, als Abkürzung für das Veröffentlichungsjahr 2004 und den Monat Oktober, also 10. Diese Nummerierung wird bis heute verwendet und fiel bisher nur ein einziges Mal unregelmäßig aus, als die LTS-Version Dapper Drake, 6.06 veröffentlicht wurde. bedeutet Long Time Support, also die Unterstützung mit Sicherheitsupdates für 3 Jahre am Desktop und 5 Jahre in der Serverversion, im Gegensatz zu normalen Versionen, die nur 18 Monate mit Updates versorgt werden. Dapper Drake, auf deutsch Eleganter Erpel, wurde mit 2 Monaten Verspätung veröffentlicht, um Sicherheit, Stabilität und weitgehende Fehlerfreiheit zu gewährleisten. Die nächste Ubuntu Version mit LTS wird Hardy Heron, 8.04 sein, dessen geplante Veröffentlichung am 24. April stattfinden soll.

Mark Shuttleworth und „seine“ Entwickler setzten sich selbst konkrete Ziele, die sie erreichen wollten, um eine Distribution zu schaffen, die für jeden passte und für die breite Masse geeignet war. Die wichtigsten dieser Ziele sind:

1. Voraussehbare und häufige Veröffentlichungszyklen
2. Ein Schwerpunkt auf Lokalisierung<sup>70</sup> und Barrierefreiheit
3. Ein Schwerpunkt auf einfacher Bedienung und Benutzerfreundlichkeit
4. Konzentration auf Python als einzige Programmiersprache
5. Ein Community-orientierter Ansatz
6. Kooperation mit bestehenden Open-Source-Projekten
7. Eine Sammlung von Hilfsprogrammen zur Erstellung von Distributionen

Aufgrund dieser Punkte und Ziele sollte Ubuntu eine Distribution sein, die die guten Seiten von verschiedenen Projekten aufgreift und die schlechten Seiten abstreift. Da die meisten Programmierer und Softwareentwickler berufliche Verpflichtungen haben, gründete Shuttleworth die Firma Canonical, in der er die wichtigsten Entwickler vollzeit beschäftigte. Die Kooperation innerhalb dieser Firma mit Sitz auf der Isle of Man, erfolgte von Anfang an nur über das Internet, über Mailing-Listen und Foren, was sich bewährt hat und bis heute unverändert funktioniert. Die Firma Canonical beschäftigt sich allerdings nicht nur mit Ubuntu selbst, sondern bietet auch eine web-basierte Infrastruktur für Softwareentwickler, die sowohl eine Versionskontrolle, eine Plattform zur Übersetzung von Software, ein Fehlerverwaltungssystem, eine Komponente zur Distributionsverwaltung und

---

70 Lokalisierung bezeichnet die Übersetzung und Anpassung an eine Sprache und einen Sprachraum.

vieles mehr beinhaltet.

Ubuntu behielt seinen 6-monatigen Zyklus, der immer mit einem Treffen möglichst vieler Entwickler auf einer Konferenz beginnt, bei. In diesem Zyklus wurden bislang 7 Ubuntuversionen veröffentlicht, diese sind:

4.10	Warty Warthog
5.04	Hoary Hedgehog
5.10	Breezy Badger
6.06	Dapper Drake
6.10	Edgy Eft
7.04	Feisty Fawn
7.10	Gutsy Gibbon

Die Version, die sich gerade in Entwicklung befindet, wird als Unstable bezeichnet, vor der finalen Veröffentlichung werden bis zu 7 Alphaversionen, eine Betaversion und ein so genannter Release Candidate veröffentlicht, um den Entwicklern und interessierten Benutzern die Möglichkeit zu geben, Software zu testen, Fehler zu melden und den Status der Entwicklung zu bestaunen.

Neben der Firma Canonical existiert auch die Ubuntu Foundation, die mit einem Kapital von 10 Millionen Dollar ins Leben gerufen wurde. Diese Foundation ist verantwortlich für die Pflege der Ubuntu-Versionen und unterstützt die Weiterentwicklung. Mark Shuttleworth hat zu Beginn der Entwicklung versprochen, Ubuntu immer kostenlos verfügbar zu halten, nur freie Software zu verwenden und die Freiheiten der GPL besonders betont, doch das Versprechen nur freie Software zu verwenden bringt Ubuntu manchmal in Bedrängnis, denn vor allem Grafiktreiber und Codecs liegen oft nur als Closed-Source vor, dadurch können sie nicht automatisch installiert werden, ohne das Versprechen zu brechen.

Hauptpersonen in der Entwicklung von Ubuntu sind neben Mark Shuttleworth und Benjamin Mako Hill, Jono Bacon, Corey Burger, Jonathan Jesse und Ivan Krstic, Autoren des „Offiziellen Ubuntu Buchs“ noch 270 weitere Personen, von den aber nur einige von Canonical oder der Ubuntu Foundation angestellt sind. Die meisten arbeiten ehrenamtlich oder sind hauptberuflich an anderen Open-Source-Projekten beteiligt und arbeiten „nur nebenbei“ an Ubuntu mit. Eine vollständige Liste an aktiven Ubuntu-Entwicklern findet man unter <https://launchpad.net><sup>71</sup>, der Entwicklungsplattform von Ubuntu und vielen anderen Projekten, allerdings ist die Liste nur für registrierte Mitglieder einsehbar.<sup>ww</sup>

---

71 Direktlink zur Liste: <https://launchpad.net/~ubuntumembers/+members>

## 8.2. Ubuntu – Philosophie

Das Entwicklungsteam setzte sich viele Ziele, sowohl technische als auch philosophische.

Zu diesen gehören unter anderem:

1. Jeder Computerbenutzer sollte die Freiheit besitzen, seine Software zu jedem beliebigen Zweck auszuführen, zu kopieren, zu verteilen und zu verbessern, ohne Lizenzkosten zahlen zu müssen.
2. Jeder Benutzer sollte Software in der Sprache seiner Wahl benutzen können.
3. Jeder Benutzer sollte jede Möglichkeit zum Softwareeinsatz erhalten, selbst wenn er unter Behinderungen leidet.

Aus diesen philosophischen Zielen ergaben sich sofort auch technische Ziele wie Barrierefreiheit und Lokalisierung<sup>72</sup>. Neben Barrierefreiheit, Lokalisierung und den grundsätzlichen Freiheiten von Open-Source legt die Ubuntu-Gemeinschaft sehr viel Wert auf freundlichen und verantwortungsbewussten Umgang untereinander und nach außen hin.

Das Verhalten innerhalb der Gemeinschaft und auch das Verhalten gegenüber Nicht-Ubuntu-Nutzern sollte stets nach folgender Maxime ablaufen:

1. Sei rücksichtsvoll
2. Zeige Respekt
3. Sei kooperativ
4. Wenn du unsicher bist, bitte um Hilfe
5. Wenn du das Projekt verlässt, tue es mit Bedacht

Dadurch ist die Gemeinschaft offener gegenüber unerfahrenen Benutzern und Umsteigern, die noch Probleme mit Ubuntu haben. Die Ubuntu-Foren stehen unter dem Motto, dass jeder Ubuntu-Nutzer anderen helfen kann. Ubuntunutzer, die anderen nicht helfen können gibt es nicht. Sei es die aufwändige Lokalisierung, sei es das Einsenden von Fehlerberichten, die Unterstützung von Ein- und Umsteigern oder das Schreiben von Wikipedia-Artikeln, jedermann kann helfen und ist auch eingeladen dies zu tun. Diese Philosophie, die hinter Ubuntu steht, führte so manches Mal schon dazu, dass Ubuntunutzer „ihr“ Ubuntu als Religion betrachteten und dies kund taten, was jedes Mal in heftigen Diskussion über Religion, den Stellenwert eines Betriebssystems und die Philosophie von Ubuntu endete. Mark Shuttleworth wollte keine Religion gründen, sondern ein Betriebssystem für jedermann schaffen, dies äußert sich auch in Bug Nr. 1, als dem Softwarefehler Nr. 1, der in Launchpad, also dem Fehlerverwaltungssystem von Ubuntu eingetragen ist:<sup>xx</sup>

---

72 (Barrierefreiheit siehe Kapitel 7.6, Lokalisierung siehe Kapitel 8.1.)

*Microsoft verfügt über den höchsten Marktanteil | Nicht-freie Software bremst Innovationen in der IT-Branche, beschränkt den Zugang zu IT auf einen kleinen Teil der Weltbevölkerung und limitiert die Fähigkeiten von Softwareentwicklern, ihr volles Potenzial weltweit auszuschöpfen. Dieser Fehler ist in der PC-Industrie weit verbreitet.*

Linus Torvalds sagte einst: *Linux will nicht die Weltherrschaft. Aber nett wär's schon.* Mark Shuttleworth hat es sich als erklärtes Ziel gesetzt, Open-Source, Linux und Ubuntu an die Spitze des Softwaremarktes zu setzen und Closed-Source immer mehr in den Hintergrund zu drängen. Ob er dieses Ziel je erreichen wird, ist ungewiss, doch nichtsdestotrotz ist Ubuntu seit Jahren die populärste Distribution, die Anzahl an aktiven Ubuntu-Nutzern wird von Shuttleworth auf 10 Millionen geschätzt.

### 8.3. Ubuntu – Die Distribution

Ubuntu baut, wie es sich im ursprünglichen Entwicklungsteam bereits wiederspiegelt, hauptsächlich auf Debian als Basis und GNOME als Desktopumgebung auf. Debian, eine der ältesten Linux-Distributionen ist vollständig Community-basiert und verfügt über äußerst große Paketquellen und folglich über eine große Auswahl an Software.

Die größten Ähnlichkeiten mit Debian finden sich in diversen Strukturen und im Paketformat (und folglich auch in der Paketauswahl).

Zu Beginn jedes Entwicklungszyklus werden Pakete aus den Unstable-Quellen<sup>73</sup> von Debian importiert und so aktuelle Programmversionen verwendet. Ubuntu ist für viele verschiedene Architekturen verfügbar, die wichtigsten sind i386, AMD64 und EM64T sowie PowerPC. Für PowerPC wurde die Unterstützung mit dem Erscheinen von Feisty Fawn an die Community übertragen.

Die Installations-CDs von Ubuntu sind seit Dapper Drake Live-CDs, für erfahrene Anwender steht aber auch die Alternate-CD bereit, die die Installation konfigurierbarer macht. Von Ubuntu gibt es auch eine Server-Edition, die wahlweise auch auf eine grafische Oberfläche verzichtet und sehr viel Wert auf Sicherheit legt.

Neben den philosophischen Hintergründen unterscheidet sich Ubuntu auch in technischen Belangen von anderen Distributionen, so ist beispielsweise der Root-Account standardmäßig deaktiviert. Bei der Entwicklung von Ubuntu wurde auch versucht, möglichst einheitliche Programmiersprachen zu verwenden. Das Entwicklungsteam setzte auf Python, so dass man, wenn man sich aktiv an der Programmierung beteiligen will, nur Python zu erlernen hat und trotzdem an allen Teilen des Systems arbeiten kann.<sup>yy</sup>

---

<sup>73</sup> Debian existiert in 3 Varianten, stable, testing und unstable, unter unstable werden alle neuen Programmversionen gesammelt und getestet, diese Pakete sind die aktuellsten und daher auch die fehlerbehaftetsten.

Ubuntu wird oft als Klickibunti-Distribution bezeichnet, da die Verwendung der Konsole nur selten nötig ist und für viele Aufgaben eine grafische Oberfläche zur Verfügung steht. Die ist vor allem für unerfahrene Anwender hilfreich, doch erfahrene Benutzer fühlen sich dadurch eingeschränkt und bevormundet.

Um wirklich alltagstauglich zu sein, wurden in den letzten Versionen viele Features eingebaut, um komplizierte und problematische Aufgaben zu automatisieren, beispielsweise ein Programm um proprietäre Treiber zu verwalten, oder das automatische Installieren von Codecs, sobald der Benutzer diese benötigt. Ubuntu verfügt neben dem „normalen“ Paketmanager Synaptic auch über ein übersichtliches Tool um ausgewählte Programme inklusive Programmbeschreibung aufzulisten um dem Anwender die Programm(de)installation leichter zu machen.

Ubuntu bietet mittlerweile nicht nur GNOME als Desktopumgebung an, sondern auch KDE oder Xfce, Ubuntu mit KDE wird als Kubuntu bezeichnet, mit Xfce wird es als Xubuntu bezeichnet. Neben Kubuntu und Xubuntu, gibt es auch noch Edubuntu, einen Zweig, der sich auf Schulen und Schüler spezialisiert hat, Gobuntu, das vollständig ohne proprietäre Elemente auskommt, und eine Server Edition, die sehr viel Wert auf Stabilität legt, standardmäßig einen Webserver installiert und auch ohne grafische Oberfläche installiert werden kann. Neben diesen genannten, offiziell unterstützten Versionen, gibt es auch noch Dutzende weitere Zweige, die mit mehr oder weniger großen Änderungen Ubuntu zu verbessern oder anzupassen suchen. All diese Zweige verfügen über eine eigene Webpräsenz. Eine Übersicht und Links zu den einzelnen Zweigen findet sich auf der Ubuntuseite, unter <http://www.ubuntu.com/products/whatisubuntu>.<sup>22</sup>



## 9. Praktischer Teil

Warum nicht Linux auch in der Schule einsetzen? Wenn Schüler in Russland, Kuba oder auch in Deutschland mit Linux konfrontiert werden, warum nicht auch in Österreich, in Schlierbach? Die Schüler dazu zu zwingen, mit Linux zu arbeiten würde eine lange Umstellungsphase mit sich bringen, doch serverseitig auf Linux zu setzen würden die wenigsten Schüler überhaupt merken. Warum nicht einfach ausprobieren?

### 9.1. Die Idee – Linux in der Schule

Die Idee war es, einen der Server der Schule auf Linux aufzusetzen, ins Netzwerk zu hängen und seine Dienste tun zu lassen. Ohne dass es jemand merkt.

Der Umstieg des Fileservers oder der Netzwerk-Anmeldeserver wäre mit sehr viel Aufwand und wahrscheinlich mit Problemen und tagelangen Ausfällen verbunden gewesen. Darum wurde „nur“ ein Webserver installiert, auf den sowohl lokal als auch entfernt zugegriffen werden kann.

Die Stimmen unter Informatiklehrern, Administratoren und Privatpersonen mit Bindung zum IT-Sektor, die den vermehrten Einsatz von Linux in der Schule ankündigen, häufen sich, je größer die Schulnetzwerke werden, desto höher steigen die Kosten, und die Kombination aus Betriebssystem, Office-Suite und Anwenderprogrammen wie Photoshop übersteigt so manches Mal bereits die finanziellen Möglichkeiten von Schulen - so manches Mal werden die Grenzen des Gesetzes etwas ausgereizt und raubkopierte Software eingesetzt, doch der Einsatz freier Software wird - aus welchen Gründen auch immer - nur sehr selten in Erwägung gezogen.

In den Jahren 2007 und 2008 kündigten einige Länder an, den Umstieg auf Linux in Schulnetzwerken zu forcieren, konkret sind das 23000 Rechner auf den Philippinen, 20000 in Mazedonien, alle Schulrechner in Russland und 100000 Rechner in Andalusien.

In Schlierbach sollen allerdings nicht der clientseitige Umstieg, also der Umstieg der Anwender-PCs, sonder der serverseitige Umstieg evaluiert werden. Insgesamt sind im Schlierbach Server-Raum drei Server am Arbeiten, ein Fileserver, der sich um die Netzaufwerke und die persönlichen Ordner der Benutzer kümmert, ein Webserver, der Internetprojekte der Informatikgruppen und ähnliches verwaltet, und ein Server, der den gesamten Datenverkehr innerhalb des Netzwerks und nach außen verwaltet. Dieser letzte Server wird von Eduhi, dem Education Highway, also dem oberösterreichischen Bildungsserver verwaltet und gesteuert. Drei Rechner, die, wie später erläutert wird, aus technischer Sicht auf Linux umgestellt werden könnten.

## 9.2. Technische Umsetzung

### Voraussetzungen und Installation

Als Arbeitsgerät wurde einer der ausgemusterten Schulrechner gewählt, mit dem vereinten Arbeitsspeicher dreier Rechner ausgestattet und im Serverraum der Schule platziert, wurde ein erster Installationsversuch gestartet - der allerdings mit der freundlichen und viel sagenden Fehlermeldung *Buffer I/O error on device fd0, logical block 0*, abgelehnt wurde. Eine Suche in einschlägigen Foren brachte dann aber die Lösung, mit den richtigen Boot-Optionen wurde der Start der Ubuntu-Live-CD gewährt. Die Installation selbst dauerte trotz der mit 900 MHz eher geringen Systemleistung nur ca. 45 Minuten, ohne dass dabei weitere Probleme auftraten. Nach dem Abschluss der Installation wurden noch 7 Tage Schonfrist gewährt, bis er zum Webserver gemacht wird.

### Konfiguration und Einrichtung des Webservers

Die Installation der benötigten Dienste erfolgte, aufgrund von positiven Erfahrungswerten mittels LAMPP, einem Projekt der Webseite [www.apachefriends.org](http://www.apachefriends.org), die vorkonfigurierte Webserver für alle Betriebssysteme anbietet. Anschließend wurde ihm - nach einigen anfänglichen Schwierigkeiten, die richtige IP-Adresse zugewiesen. (Wer weiß denn jetzt, ob 10.90.26.1 oder 193.170.68.203 jetzt besser geeignet ist.)

Die Installation des Webservers war unproblematisch, das Erreichen des Webservers von außen wurde auch ermöglicht, doch die Fernwartung, also das Zugreifen auf den Desktop des Servers bereitete diverse Probleme. Nach Rückfrage bei Eduhi wurden die Konnektivitätsprobleme behoben, in dem per Fernwartung die benötigten Ports freigegeben wurde. Dadurch wurde das Erreichen des FTP-Servers und auch die Verwendung der Fernwartung ermöglicht.

### Verwendung

Der FTP- und der Webserver sind über [www.gym-schlierbach.eduhi.at](http://www.gym-schlierbach.eduhi.at) erreichbar, unter der IP-Adresse 193.170.68.203 beziehungsweise 10.90.26.1<sup>74</sup> ist der Server zur Fernwartung erreichbar. Die Zielgruppe dieses Servers sind Schüler des Informatikunterrichts und Schüler, die in anderen Fächern Internetseiten erstellen. Der FTP-Zugriff innerhalb der Schule erfolgt absolut unproblematisch – Jedes Projekt kann auf eigene Benutzerdaten zurückgreifen – um so zu verhindern, dass Spaßvögel Daten verändern oder löschen. Nun kann der Linux-Server – in diesem Fall ein Ubuntu 7.10 – beweisen, ob er wirklich stabil, sicher und einfach zu handhaben ist. Und vielleicht wird ja irgendwann einmal mehr als ein Linux-Server in Schlierbach stehen...

---

<sup>74</sup> Die IP-Adresse 10.90.26.1 ist nur von Eduhi-Internetzugängen erreichbar, 193.170.68.203 dagegen von überall.

### 9.3. Vor- und Nachteile – Fazit

An diesem Beispiel zeigt sich, dass die (serverseitige) Verwendung von Linux einerseits nahezu unbemerkt von statten geht, und andererseits auch keine größeren Probleme aufwirft. Windows-Server können durch Linux-Server ersetzt werden. Die Netzwerkanmeldung erfolgt unter Windows über Kerberos, ein Authentifizierungsdienst, der auch unter Linux verfügbar ist, die Netzlaufwerke und Netzwerkfreigaben übernimmt Samba, Mail- und Webserver funktionieren ohnehin systemunabhängig und die Wartung von Linux-Systemen ist nicht leichter und nicht schwerer als die von Windows-Systemen. Während eine Lizenz für den Windows Server 2003 in der Standardausführung für den Privatanwender 999\$ kostet, werden die Lizenzkosten in Schulen durch das Bildungsministerium übernommen – ein mehrere Millionen Euro schweres Lizenzpaket wurde mit Microsoft vereinbart – um alle Schulen mit Lizenzen ausstatten zu können.

Trotz allem sind die Kosten hoch – Antiviren-Programme, Office-Suiten, Backup-Lösungen und zusätzliche Firewalls treiben die Kosten in die Höhe. Werden Linux-Server verwendet, sind Betriebssystem und Systemprogramme kostenlos, doch Administratoren oder IT-Verantwortliche sollten entweder bereits Erfahrung haben, auf erfahrene Linux-Nutzer zurückgreifen können oder im Umgang mit Linux geschult werden. Andernfalls könnte die vermeintliche günstige Umstellung schnell zum finanziellen Desaster werden...

Fazit – Der Umstieg auf Linux kann sinnvoll und finanziell lohnenswert sein, doch sollte er auf jeden Fall überlegt vorgenommen werden. Durch das Wegfallen der Lizenzkosten können Tausende Euro gespart werden, doch sollten die Verantwortlichen auf jeden Fall Erfahrung mit Linux haben oder zumindest wissen, an wen sie sich wenden können. Als Anhaltspunkt seien hier die Linux User Groups, kurz LUGs erwähnt, die es auch in Österreich gibt,<sup>75</sup> oder auch der kostenpflichtige Support, der bei Distributoren in Anspruch genommen werden kann. Ist ein serverseitiger Umstieg erst vollzogen, kann auch ein clientseitiger Umstieg erwogen werden, doch ein clientseitiger Umstieg fordert nicht nur die Administratoren, sondern auch die Benutzer, in diesem Fall die Schüler. Die finanziellen Einsparungsmöglichkeiten liegen hier noch höher als beim serverseitigen Umstieg, aber auch die Sicherheitsaspekte und die Gewöhnung an offene Standards bieten Vorteile, vor allem da die Europäische Union seit Jahren versucht, die Verwendung offener Standards zu forcieren. Alles in allem ist der serverseitige Umstieg stark zu empfehlen, der clientseitige Umstieg sollte allerdings nur mit tatkräftiger Unterstützung erfahrener Linux-User erfolgen – sonst wird der Umstieg für die Administratoren zur Qual.

---

<sup>75</sup> Siehe Anhang E, weiterführende Links

## 10. Resumé – Was für wen?

Wer sollte zu Linux wechseln und wer sollte die Finger davon lassen?

Prinzipiell kann, darf und soll jeder zu Linux wechseln, da die Vorteile absolut überwiegen. Ein Betriebssystem das kostenlos ist, das jeder weiterentwickeln kann, an dem sich jeder beteiligen kann, das nicht von einer einzelnen Firma abhängig ist, das sogar ohne jede Firma existieren könnte, kann doch eigentlich gar nicht so schlecht sein, oder?

Benutzer, die außer im Internet zu surfen, E-Mails zu schreiben und Briefe zu tippen nicht viel tun, merken wahrscheinlich nicht mal den Unterschied zwischen Windows und Linux, außer dass sie sich 100 Euro oder mehr erspart haben.

Wer sein System oft nutzt, hin und wieder spielt, viel arbeitet und auch viel Ahnung hat, sollte jedenfalls zu Linux wechseln, weil er sein System dort so einrichten kann, wie er will. Und weil er seine Ideen einbringen kann und dies sogar willkommen ist. Anwender die im jetzigen Moment noch Probleme haben sind die, die oft und gern und vor allem neue Spiele spielen wollen, da diese Spiele meist nur für Windows veröffentlicht werden. Dies ist ein Teufelskreis, es gibt keine Spiele, weil es zu wenig Nutzer gibt, und es gibt keine Nutzer, weil es zu wenig Spiele gibt. Aber sobald die „kritische Masse“ erreicht ist, werden auch die Spiele-Hersteller auf den Zug aufspringen und es wird Spiele unter Linux geben.

Selbiges gilt für Software und auch für Gerätetreiber, alles eine Frage der Größe des Marktes. Linux ist oft sicherer und stabiler als Windows, die Vorteile überwiegen, also sollten auch Firmen und Behörden umsteigen - Was sie oft auch tun, wie in Kapitel 7.5 erwähnt. Als Fazit kann eigentlich gesagt werden, wer seinen Computer wenig nutzt, sollte umsteigen, wer seinen Computer oft nutzt um zu arbeiten, sollte umsteigen. Wer meist spielt und sonst nicht viel damit unternimmt, sollte eher bei Windows bleiben. Einstweilen. Firmen und Behörden sollten umsteigen, Privatanwender auch.

Für mich selbst bietet Linux den Freiraum zum Experimentieren, Lernen und auch Spielen, ich habe selbst sehr viel mit Computer zu tun und wage es, von mir selbst zu behaupten, dass ich mein Windows XP wirklich sehr sehr gut kannte.

Auf Linux umzusteigen ist zwar ein Neuanfang, aber ich war von Anfang an begeistert - und habe gemerkt, dass es besser ist, zuerst nachzulesen und dann zu handeln und nicht umgekehrt. Ich bin zufrieden mit meinem Ubuntu, es sieht aus wie kein anderes, es macht was ich will und damit zu arbeiten ist für mich schlicht und einfach angenehm.

Ich kann nur allen raten, Linux einfach einmal zu probieren, ich selbst bin dabei geblieben, ich bin zufrieden, ich bin begeistert, von Linux, von Ubuntu, von Open Source.

## A. Arbeitsprotokoll

15. März 2007 – Erstes Gespräch mit Prof. Zeilinger

15. März 2007 – Erster Grundriss der FBA zusammengestellt

16. März 2007 – Beginn der Material-Sammlung

20. März 2007 – Beginn der Bearbeitung der Texte aus den Quellen

10. Juni 2007 – Erste Arbeit am endgültigen Dokument - Formatvorlage erstellen

Ab 10. Juni 2007 – Arbeit am Dokument

20. September 2007 – Besprechung mit Prof. Zeilinger, Thema und Titel der FBA bekannt gegeben und an die zuständigen Stellen geschickt

21. November 2007 – Erneute Besprechung mit Prof. Zeilinger bezüglich Inhalte, Praktische Teile der Arbeit, Layout und Einhaltung der Zitier- und Layoutregeln.

10. Jänner 2008 – Gespräch mit Prof. Zeilinger über den praktischen Teil + Hardwarevorbereitungen und Planung

17. Jänner 2008 und 24. Jänner 2008 – Installation und Einrichtung des Webservers

04. Februar 2008 – Erste Version der Arbeit ist fertig, lediglich Kapitel 9 muss noch vollendet werden. Fußnoten und Grafiken sind vollständig, Endnoten fehlen noch.

05. Februar 2008 – Bildquellen sind vollständig und überprüft, Fußnoten vollständig und überprüft, Querverweise und Links sind vollständig und überprüft.

06. Februar 2008 – Kapitel 9 fertig gestellt, Textquellen vervollständigt. Weiterführende Links hinzugefügt. Endnoten und Begleit-DVD ausständig.

16. Februar 2008 – Inhalte und Anhänge komplett, Korrektur vollzogen, Begleit-DVD noch ausständig.

## B. Literaturverzeichnis

16. März 2007:

<http://beryl-project.org/>  
<http://blog.beryl-project.org/>  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Desktop\\_Umgebung](http://de.wikipedia.org/wiki/Desktop_Umgebung)  
<http://de.wikipedia.org/wiki/GNOME>  
<http://www.gnome.org/about/>  
<http://de.wikipedia.org/wiki/X.Org-Server>  
<http://de.wikipedia.org/wiki/X-Window-System>  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Composition\\_Manager](http://de.wikipedia.org/wiki/Composition_Manager)  
<http://compiz.org/Home/Start>  
<http://forum.compiz-fusion.org/>  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Linux>  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Xgl>  
<http://wiki.ubuntuusers.de/Xgl>  
<http://de.wikipedia.org/wiki/AIGLX>  
<http://wiki.ubuntuusers.de/AIGLX>  
<http://de.wikipedia.org/wiki/GNU/Linux-Namensstreit>  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Linux\\_Kernel](http://de.wikipedia.org/wiki/Linux_Kernel)  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Geschichte\\_von\\_Linux](http://de.wikipedia.org/wiki/Geschichte_von_Linux)  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Linux-Distribution>  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Linux-Einsatzbereiche>  
<http://www.winehq.org/>  
<http://www.winehq.org/site/history>  
<http://www.winehq.org/site/why>  
<http://wiki.ubuntuusers.de/3D-Desktop>

18. März 2007:

<http://en.wikipedia.org/wiki/Linux>  
<http://www.cedega.com/>  
<http://www.codeweavers.com/products/>  
<http://www.holarse-linuxgaming.de/h2006/space/Kommerzielle+Spiele>  
<http://www.holarse-linuxgaming.de/h2006/space/Open-Source-Spiele>  
<http://www.holarse-linuxgaming.de/h2006/space/Freeware-Spiele>  
<http://wiki.ubuntuusers.de/Spiele>  
<http://www.gnome-look.org/>

20. März 2007:

<http://osdl.org/en/About>  
<http://osdl.org/en/Members>  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Free\\_Standards\\_Group](http://en.wikipedia.org/wiki/Free_Standards_Group)  
[http://en.wikipedia.org/wiki/The\\_Linux\\_Foundation](http://en.wikipedia.org/wiki/The_Linux_Foundation)

06. April 2007:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Paketmanagement>

16. Juni 2007:

<http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>  
<http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.html>  
<http://www.gnu.org/philosophy/why-free.html>  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Linux\\_kernel](http://en.wikipedia.org/wiki/Linux_kernel)  
<http://www.gnu.org/licenses/licenses.html>

25.November 2007:

<http://forum.ubuntuusers.de/topic/134060>

<http://www.linux.de/linux/>

12.Dezember 2007:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Fenstermanager>

<http://enlightenment.org/p.php?p=about&l=en>

<http://enlightenment.org/p.php?p=index&l=en>

13. Dezember 2007:

<http://xwinman.org/otherdesktops.php>

<http://wiki.ubuntuusers.de/Fenstermanager>

<http://wiki.ubuntuusers.de/GNOME>

<http://www.pro-linux.de/news/2007/11622.html>

<http://www.desktoplinux.com/cgi-bin/survey/survey.cgi?view=archive&id=0813200712407>

29. Dezember 2007:

<http://wiki.ubuntuusers.de/3D-Desktop>

<http://www.kde.org/>

2. Jänner 2008:

<http://wiki.ubuntuusers.de/Spiele>

<http://www.pro-linux.de/news/2006/9539.html>

<http://live.gnome.org/Orca>

16. Jänner 2008:

<http://www.64-bit.de/dokumentationen/netzwerk/a/009/netz03.htm>

<http://www.64-bit.de/dokumentationen/netzwerk/a/009/netz0001.htm>

<http://www.64-bit.de/dokumentationen/netzwerk/a/009/netz0104.htm>

<http://wiki.ubuntuusers.de/WLAN/Installation>

<http://wiki.ubuntuusers.de/WLAN/Karten>

<http://wiki.ubuntuusers.de/WLAN/NdisWrapper>

<http://ndiswrapper.sourceforge.net/joomla/>

<http://www.remoteshell-security.com/lintip.php#ta1>

23. Jänner 2008:

[http://de.wikipedia.org/wiki/Internet\\_Protocol](http://de.wikipedia.org/wiki/Internet_Protocol)

<http://de.wikipedia.org/wiki/Mehrbenutzersystem>

[http://www.galileocomputing.de/openbook/linux/linux\\_kap10\\_001.htm](http://www.galileocomputing.de/openbook/linux/linux_kap10_001.htm)

<https://blueprints.launchpad.net/ubuntu/hardy/>

[http://en.wikipedia.org/wiki/Embedded\\_system](http://en.wikipedia.org/wiki/Embedded_system)

25. Jänner 2008:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Codec>

<http://www.de.debian.org/>

<http://www.ubuntu.com/products/whatisubuntu>

<http://forum.ubuntuusers.de/topic/149593/>

31. Jänner 2008:

<http://www.microsoft.com/windowsserver2003/howtobuy/licensing/pricing.mspx>

### Bücher und Veröffentlichungen:

Linus Torvalds, David Diamond: JUST FOR FUN. Wie ein Freak die Computerwelt revolutionierte. DTV, München. 5. Auflage, April 2007.

Benjamin Mako Hill, Jono Bacon, Corey Burger, Jonathan Jesse, Ivan Krstić: Das offizielle Ubuntu-Buch. Addison-Wesley, München. 1. Auflage, 2007

## C. Abbildungsverzeichnis

29.12.2007:

Abbildung 1, Seite 1: Tux - Maskottchen von Linux  
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a1/Tux2.png>

Abbildung 2, Seite 9: Tux - Maskottchen von Linux  
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a1/Tux2.png>

Abbildung 3, Seite 9: Tux als Baby  
<http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Baby.tux-alpha-800x800.png>

Abbildung 4, Seite 10: Tux als Che Guevara  
<http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Cheguevarux.jpg>

Abbildung 5, Seite 10: Tux als Ho Chi Min  
<http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Hochiminux.png>

Abbildung 6, Seite 12: Richard Stallman – Gründer des GNU-Projektes  
[http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Richard\\_Matthew\\_Stallman.jpeg](http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Richard_Matthew_Stallman.jpeg)

Abbildung 7, Seite 13: Linus Torvalds – Schöpfer von Linux  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Linus\\_Torvalds.jpeg](http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Linus_Torvalds.jpeg)

04.01.2008:

Abbildung 8, Seite 19: Die Shell, aufgenommen auf meinem Laptop, reproduzierbar

02.01.2008:

Abbildung 9, Seite 22: Logo der X.Org-Foundation - entfernt  
[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/90/X.Org\\_Logo.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/90/X.Org_Logo.svg)

Abbildung 10, Seite 29: Das Logo von WINE  
[http://www.winehq.org/images/winehq\\_top\\_logo.png](http://www.winehq.org/images/winehq_top_logo.png)

04.02.2008:

Abbildung 11, Seite 30: Master of Orion 2  
[http://wiki.ubuntuusers.de/\\_attachments/Spiele%282f%29Master\\_of\\_Ori...](http://wiki.ubuntuusers.de/_attachments/Spiele%282f%29Master_of_Ori...)

Abbildung 12, Seite 30: Wolfenstein: Enemy Territory  
[http://wiki.ubuntuusers.de/\\_attachments/Spiele\(2\)Wolfenstein\\_Enemy\\_Territory/et04.jpg](http://wiki.ubuntuusers.de/_attachments/Spiele(2)Wolfenstein_Enemy_Territory/et04.jpg)

05.01.2008:

Abbildung 13, Seite 41: Das Logo des GNU-Projektes  
[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/22/Heckert\\_GNU\\_white.svg/](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/22/Heckert_GNU_white.svg/)

Abbildung 14, Seite 47: Logo des Orca-Screenreaders  
<http://live.gnome.org/Orca?action=AttachFile&do=get&target=orca2-sm.jpg>

Abbildung 15, Seite 47: Einer der Server der Wikimedia Foundation  
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/42/Wikimedia-Server.jpg>

23.1.2008

Abbildung 16, Seite 53: Das Kubuntu-Logo  
<http://www.ubuntu.com/themes/ubuntu07/images/banner-kubuntu.png>

Abbildung 17, Seite 53: Das Edubuntu-Logo  
<http://www.ubuntu.com/themes/ubuntu07/images/banner-edubuntu.png>

Abbildung 18, Seite 53: Das Xubuntu-Logo  
<http://www.ubuntu.com/themes/ubuntu07/images/banner-xubuntu.png>

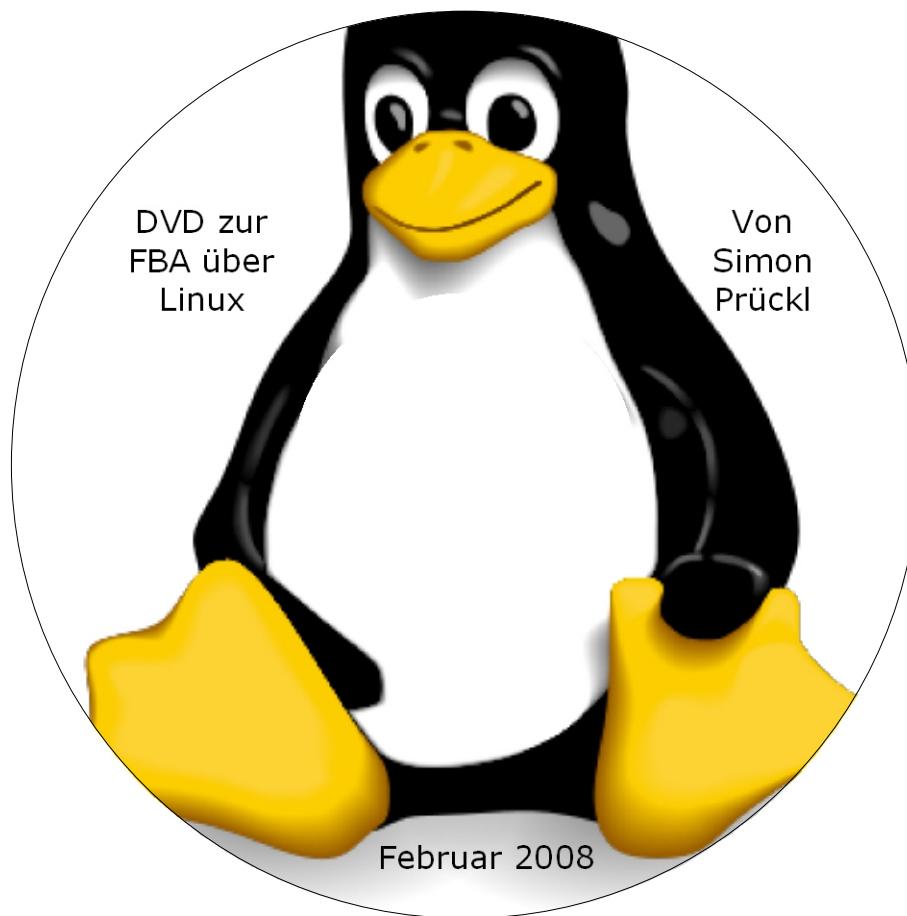
Abbildung 19, Seite 53: Das Xubuntu-Logo  
<http://www.ubuntu.com/files/u1/banner-gobuntu.png>

Abbildung 20, Seite 53: Das Ubuntu-Logo  
<http://www.ubuntu.com/themes/ubuntu07/images/ubuntulogo.png>

## D. DVD – Begleitmaterial

Die beigelegte DVD beinhaltet:

1. Im Ordner *dev*: Sämtliche Dokumente auf die die Arbeit aufbaut, mehrere Zwischenstadien des endgültigen Dokumentes sowie sämtliche verwendeten Bilder.
2. Im Ordner *iso*: 6 .iso Dateien, also Imagedateien, von verschiedenen Linux-Distributionen. Diese 6 sind: Ubuntu 7.10, Kubuntu 7.10, Damn Small Linux 4.2.2, PCLinuxOS 2007, Knoppix 5.1 sowie Linux Mint 3.0.
3. Im Ordner *mm*: Mehrere Videos, Filme, Bücher und Magazine zu Linux, Ubuntu und Open Source.
4. Im Stammverzeichnis: Die Dateien Linux.odt und Linux.pdf  
Linux.odt ist diese Arbeit im OpenDocument-Text Format, Linux.pdf ist diese Arbeit als PDF-Dokument.



Um eine der beigelegten Linux-Distributionen zu installieren, muss die .iso Datei mit Nero oder einem vergleichbaren Programm als Image auf eine CD oder DVD gebrannt werden. Danach kann von dieser CD gestartet und installiert werden.<sup>76</sup>

<sup>76</sup> Siehe beispielsweise <http://wiki.ubuntuusers.de/Downloads> und <http://wiki.ubuntuusers.de/Ubuntu-CD>

## E. Weiterführende Links

Linux als Waschmittel - [http://www.roesch-swiss.ch/?id=1159&prod\\_id=33](http://www.roesch-swiss.ch/?id=1159&prod_id=33)

Linux, ein Asteroid - [http://de.wikipedia.org/wiki/Linux\\_\(Asteroid\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Linux_(Asteroid))

Internetseite des GNU-Projektes - <http://www.gnu.org/>

Eine Sammlung an Tux-Variationen - <http://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Tux>

Internetseite über Multics - <http://www.multicians.org/>

Wikipediaeintrag über OS/2 - <http://de.wikipedia.org/wiki/OS/2>

Internetseite der Free Software Foundation - <http://www.fsf.org/>

Internetseite von BSD - <http://www.bsd.org/>

Internetseite des XFree86-Projektes - <http://www.xfree86.org/>

Internetseite des GNOME-Projektes - <http://www.gnome.org/>

Internetseite von KDE - <http://www.kde.org/>

Überblick über Runlevels unter Linux - <http://www.remoteshell-security.com/lintip.php#ta1>

Wikipediaeintrag über C - [http://de.wikipedia.org/wiki/C\\_\(Programmiersprache\)](http://de.wikipedia.org/wiki/C_(Programmiersprache))

Informationssammlung zu Linux und Netzwerken <http://www.64-bit.de/dir/netzwerk.html>

Internetseite der X.Org-Foundation - <http://www.x.org/wiki/>

Eine Sammlung von Desktopumgebungen - <http://xwinman.org/otherdesktops.php>

Eine Liste an Linux-Distributionen - [de.wikipedia.org/wiki/Liste\\_von\\_Linux-Distributionen](http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Linux-Distributionen)

Die größte Linux-Spiele-Seite - <http://www.holarse-linuxgaming.de>

Die Projektseite von WINE - <http://www.winehq.org/>

Die Projektseite des Linux Diver Project - <http://www.linuxdriverproject.org/twiki/bin/view>

Die Projektseiten von Compiz, Beryl und Metisse

<http://beryl-project.org/>

<http://compiz.org/>

<http://insitu.lri.fr/metisse/>

Internetseite der Linux Standard Base - <http://www.linux-foundation.org/en/LSB>

Internetseite der deutschsprachige Ubuntu-Gemeinschaft - <http://ubuntuusers.de/>

Internetseite der Linux Foundation - [https://www.linux-foundation.org/en/Main\\_Page](https://www.linux-foundation.org/en/Main_Page)

Überblick von Linux-Distributionen - [de.wikipedia.org/wiki/Liste\\_von\\_Linux-Distributionen](http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Linux-Distributionen)

Eine Liste von Medienberichten über Ubuntu - <http://wiki.ubuntuusers.de/Presse>

Eine Weltkarte von Linux-Umstiegsprojekten - <http://www.listphile.com/Linux>

Internetseite von Ubuntu - <http://www.ubuntu.com/>

Österreichische Linux-Seite mit Links zu einigen LUGs - <http://www.linux.at/>

- a <http://www.linux.de/linux/> bzw. <http://www.nsa.gov/selinux/>
- b Just for Fun, Linus Torvalds, D. Diamond, München, 5. Auflage 2007: Seite 149ff
- c [http://de.wikipedia.org/wiki/Betriebssystem#Geschichte\\_und\\_Beispiele\\_der\\_Betriebsmittelverwaltung](http://de.wikipedia.org/wiki/Betriebssystem#Geschichte_und_Beispiele_der_Betriebsmittelverwaltung)
- d <http://www.gnu.org/copyleft/copyleft.html> bzw. <http://www.gnu.org/licenses/licenses.html>
- e [http://de.wikipedia.org/wiki/Betriebssystem#Geschichte\\_und\\_Beispiele\\_der\\_Betriebsmittelverwaltung](http://de.wikipedia.org/wiki/Betriebssystem#Geschichte_und_Beispiele_der_Betriebsmittelverwaltung)
- f Just for Fun, Linus Torvalds, D. Diamond, München, 5. Auflage 2007: Seite 94ff
- g <http://www.linfo.org/x.html> bzw. [http://de.wikipedia.org/wiki/X\\_Window\\_System](http://de.wikipedia.org/wiki/X_Window_System) bzw. <http://www.x.org/wiki/>
- h <http://www.gnu.org/gnu/why-gnu-linux.html> bzw. <http://tinyurl.com/yrxvrl>
- i <http://www.remoteshell-security.com/lintip.php#ta1>
- j [http://de.wikipedia.org/wiki/Linux\\_Kernel](http://de.wikipedia.org/wiki/Linux_Kernel) bzw. Just for Fun, Linus Torvalds, D. Diamond, München, 5. Auflage 2007: Seite 96, 99ff
- k [http://de.opensuse.org/Linux\\_Kernel](http://de.opensuse.org/Linux_Kernel)
- l <http://wiki.ubuntuusers.de/Shell> bzw. Das offizielle Ubuntubuch, B.M. Hill, J. Bacon u.a., München 2007: Seite 158ff
- m <http://de.wikipedia.org/wiki/Mehrbenutzersystem>
- n <http://www.64-bit.de/dokumentationen/netzwerk/a/009/netz0104.htm>
- o <http://www.64-bit.de/dokumentationen/netzwerk/a/009/netz03.htm>
- p <http://derstandard.at/?id=3197156>
- q [http://de.wikipedia.org/wiki/X\\_Org-Server](http://de.wikipedia.org/wiki/X_Org-Server) bzw. Just for Fun, L. Torvalds, D. Diamond, München, 5. Auflage 2007: Seite 124f
- r <http://wiki.ubuntuusers.de/Fenstermanager>
- s <http://www.pardus.org.tr/eng/>
- t <http://www.mandriva.com/fr>
- u Das offizielle Ubuntubuch, B.M. Hill, J. Bacon u.a., München 2007: Seite 39f
- v [http://wiki.ubuntuusers.de/Mark\\_Shuttleworth](http://wiki.ubuntuusers.de/Mark_Shuttleworth) bzw. <http://www.markshuttleworth.com/archives/66>
- w <http://de.wikipedia.org/wiki/Paketverwaltung> bzw. <http://braintickle.blogspot.com/2006/01/linux-repository-classification.html>
- x [http://de.wikipedia.org/wiki/Bibliothek\\_\(Programmierung\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Bibliothek_(Programmierung)) bzw. [http://en.wikipedia.org/wiki/Library\\_\(computer\\_science\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Library_(computer_science))
- y <http://derstandard.at/?id=3209875>
- z <http://www.holarse-linuxgaming.de/space/Kommerzielle+Spiele> bzw. [www.holarse-linuxgaming.de/space/Open-Source-Spiele](http://www.holarse-linuxgaming.de/space/Open-Source-Spiele) bzw. <http://www.holarse-linuxgaming.de/space/Vorschau> bzw. <http://wiki.ubuntuusers.de/Spiele> bzw. [http://wiki.ubuntuusers.de/Spiele/Master\\_of\\_Orion\\_2](http://wiki.ubuntuusers.de/Spiele/Master_of_Orion_2) bzw. [http://wiki.ubuntuusers.de/Spiele/Wolfenstein\\_Enemy\\_Territory](http://wiki.ubuntuusers.de/Spiele/Wolfenstein_Enemy_Territory)
- aa Just for Fun, Linus Torvalds, D. Diamond, München, 5. Auflage 2007: Seite 126f bzw.
- bb <http://wiki.ubuntuusers.de/sudo> bzw. [http://de.wikipedia.org/wiki/Monolithischer\\_Kernel](http://de.wikipedia.org/wiki/Monolithischer_Kernel)
- cc <http://www.linuxdriverproject.org/> bzw. <http://derstandard.at/?id=3207268> bzw. <http://tinyurl.com/ynn93g>
- dd <http://wiki.ubuntuusers.de/Baustelle/3D-Desktop> bzw. <http://wiki.ubuntuusers.de/3D-Desktop>
- ee <http://compiz.org/> bzw. <http://beryl-project.org> bzw. <http://derstandard.at/?id=3176967>
- ff Vgl. <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.de.html>
- gg <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.html> bzw. Just for Fun, Linus Torvalds, D. Diamond, München, 5. Auflage 2007: Seite XVff
- hh <http://www.heise.de/newsticker/meldung/18236>
- ii <http://www.golem.de/0505/38116.html> bzw. <http://derstandard.at/?id=3154954> bzw. <http://www.ubuntuusers.de/ikhaya/495/>
- jj Das offizielle Ubuntubuch, B.M. Hill, J. Bacon u.a., München 2007: Seite 32ff
- kk [http://www.linux-foundation.org/en/Main\\_Page](http://www.linux-foundation.org/en/Main_Page) bzw. [http://osdl.org/en/Main\\_Page](http://osdl.org/en/Main_Page)
- ll <http://www.nsa.gov/selinux/> bzw. <http://www.linuxdriverproject.org/>
- mm <http://www.gnu.org/licenses/licenses.html> bzw. [http://de.wikipedia.org/wiki/Lizenz#Freie\\_Software](http://de.wikipedia.org/wiki/Lizenz#Freie_Software)
- nn <http://forum.ubuntuusers.de/topic/96474/?highlight=sabdf1>
- oo [http://onestat.com/html/aboutus\\_pressbox54-windows-vista-global-usage-share.html](http://onestat.com/html/aboutus_pressbox54-windows-vista-global-usage-share.html)
- pp <http://www.w3counter.com/globalstats.php?date=2008-01-31>
- qq <http://derstandard.at/?id=3132737>
- rr <http://derstandard.at/?id=3212233> bzw. <http://derstandard.at/?id=3108192>
- ss <http://derstandard.at/?ressort=Linuxx> bzw. <http://www.listphile.com/Linux>
- tt <http://www.gnome.org/projects/orca/> bzw. Das offizielle Ubuntubuch, B.M. Hill, J. Bacon u.a., München 2007: Seite 32ff
- uu <http://www.top500.org/stats/27/osfam/>
- vv <http://de.wikipedia.org/wiki/Linux-Einsatzbereiche>
- ww Das offizielle Ubuntubuch, B.M. Hill, J. Bacon u.a., München 2007: Seite 50ff
- xx <https://bugs.launchpad.net/ubuntu/+bug/1>
- yy Das offizielle Ubuntubuch, B.M. Hill, J. Bacon u.a., München 2007: Seite 47f
- zz <http://www.ubuntu.com/products/whatisubuntu/derivatives>, Das off. Ubuntubuch, B.M. Hill, J. Bacon u.a., München 2007: S. 39ff