

# Pinguin runderneuert

MICHAEL HOLZT

*Die neue 2.4er-Serie des Linux-Kernels steht vor der Tür - oder ist zum Erscheinen dieses Beitrags vielleicht gar schon freigegeben. In vergleichsweise kurzer Zeit wurden viele neue Innovationen und Möglichkeiten geschaffen. Ein lockerer Gang durch den Kernel zeigt was neu ist, aber auch, was (noch) nicht implementiert wurde.*

Die Welt um die freien Betriebssysteme im allgemeinen - und um Linux im speziellen - dreht sich immer rasanter. Es gibt kaum ein Gebiet, das noch nicht von Enthusiasten erschlossen wurde. Doch dabei wird auch der Kernel, das Kernstück eines jeden Linux-Systemes, nicht vergessen. In der Rekordzeit von nur etwas über einem Jahr seit Freigabe des Kernels 2.2.0 wurde die 2.4er-Serie fertiggestellt. Keineswegs gelitten hat dabei aber die Qualität, die verbesserter Neuimplementation vieler Bestandteile sorgt hingegen für noch größere Stabilität. Dies und die langersehnte Unterstützung populärer Gebiete wie zum Beispiel USB macht die neue Kernelserie gleich von Anfang an für viele Anwender sehr interessant.

Dieser Beitrag stellt in kurzen Worten die Neuerungen vor, aber gibt auch Hinweise, was sich noch in Entwicklung befindet. Leider läßt es sich nicht vermeiden, daß hierbei die Intel-Plattform die meiste Beachtung findet, handelt es sich hierbei doch um die normale Arbeitsumgebung des Autors.

## Ein Linux für jeden Prozessor

Mit dem neuen Kernel wird auch die Liste der unterstützten Plattformen wieder einmal länger, wenn auch »nur« um drei Systemtypen. Neben der Erweiterung der »MIPS«-Architektur auf eine 64-Bit-Variante handelt es sich hier um Intels neue ebenfalls 64-bittige Prozessorgeneration »ia64«. Letztere Portierung ist getrost als reichlich ungewöhnlich zu bezeichnen, gibt es doch noch keinerlei entsprechende Hardware. Die Implementation wurde deshalb auch auf Emulatoren vorgenommen. Es dürfte sich hierbei auch um die erste Plattform handeln, die von Linux bereits vor Erscheinen unterstützt wird.

Vielversprechend, wenn auch bislang eher unbeachtet, ist auch die neue Plattform »SuperH«. Hierbei handelt

es sich um einen RISC-Prozessor der Firma Hitachi, der bislang vornehmlich in Windows-CE-Geräten eingesetzt wird und dort laut Hitachi die Marktführerschaft einnimmt. Die Chancen stehen also gut, daß über kurz oder lang auch attraktive Linux-Handheld-PCs verfügbar sein werden.

Die zuletzt im Kernel 2.2.x hinzugefügte »s390«-Architektur der IBM-Mainframes scheint hingegen vorerst nicht Bestandteil des Kernels 2.4 zu werden; dies dürfte aber sicherlich für die meisten Leser dieses Beitrags verschmerzbar sein.

Selbstverständlich wurden auch die bestehenden Architekturen ausgebaut und erweitert. Jetzt kann auf der x86-Plattform bis zu 64 GByte Hauptspeicher eingesetzt werden (Kernel 2.2.14: maximal 2 GByte). Dies mag zwar übertrieben wirken, aber für manchen Server mit vielen speicherintensiven Prozessen ist ein Ausbau jenseits der zwei GByte nicht länger unvorstellbar.

Auch die Unterstützung des IO-APIC wurde ausgebaut. Hierbei handelt es sich um den »Advanced Programmable Interrupt Controller«, also einen programmierbaren Interrupt-Controller. Ein solches Gerät findet sich auf beinahe jedem Multiprozessor-Mainboard. Diese Hardware wurde dort vom Kernel 2.2.x bereits unterstützt. Der Kernel 2.4 unterstützt den IO-APIC nun auch in Einzelprozessor-Umgebungen. Außerdem ist auch die Verwendung mehrerer APICs möglich, was vor allem in Hochleistungs-Umgebungen große Vorteile bringt.

Die unterstützte Hardware-Basis wächst von Kernel zu Kernel. Immer mehr Hersteller sind mittlerweile bereit, die benötigten Informationen freizugeben, auch erfreuen sich Schnittstellen mit offenen Standard wie USB immer größerer Beliebtheit. Bis es allerdings bedenkenlos möglich ist, beliebige Hardware im Laden zu kau-

fen, wird noch etwas Zeit vergehen, doch der Kernel 2.4 verkleinert die Lücke wieder ein Stückchen.

## Bussysteme und Schnittstellen

Vom Kernelstandpunkt interessant ist hier vor allem die Unterstützung neuer Bussysteme und Schnittstellen, darauf aufsetzende Implementierungen können oft auch in »normaler« Software geschehen.

Bei den Bussystemen gibt es nur wenig neues zu berichten. Für Anwender älterer Hardware dürfte es aber interessant sein, daß die Unterstützung für ISA-Plug&Play nun endlich in den Kernel gewandert ist. Dadurch wird viel von der berüchtigten Problematik mit diesen Geräten entzerrt. Es ist jetzt möglich, solche Geräte bereits im Kernel zu nutzen, um beispielsweise von einem Plug&Play-Controller zu booten.

Notebook-Besitzer wird es freuen, daß nun die Unterstützung für PCMCIA respektive CardBus auch Einzug in den offiziellen Kernel gehalten hat. Bislang war es nötig, hierfür eine externe Unterstützung zu kompilieren und zu laden. Die Integration in den Kernel dürfte hier für einfachere Installation und weniger Reibungspunkte sorgen.

Vor allem im Videobereich ist der Schnittstellenstandard IEEE 1394, auch bekannt als Firewire oder iLink, sehr verbreitet. Hierbei handelt es sich um eine serielle Verbindung höchster Geschwindigkeit, die es erlaubt, Videosignale in Echtzeit zu übertragen. Linux unterstützt hier nun auch einige Controller, weitere Treiber werden sicher bald folgen.

Die für die meisten Benutzer wichtigste Neuerung ist aber zweifelsohne die Implementation des USB (Universal Serial Bus). Diese neue Schnittstellen-Norm hat im vergangenen Jahr eine ungeahnte Verbreitung und Beliebtheit gefunden. Eine stabile Implementation befindet sich nun im Kernel. Geradezu umwerfend ist die hier bereits zu Beginn erreichte breite Unterstützung aller üblichen Controller und auch einer Unzahl von Geräten wie Drucker, Scanner, Lautsprechern, Modems, seriellen Schnittstellen, Kameras und Tastaturen.

Zum Teil ist hier durch generische Treiber und genormte Befehlssätze jedes entsprechende Gerät einsetzbar, leider gibt es aber auch Bereiche, wo aus unerfindlichen Gründen wieder auf herstellerspezifische Implementationen gesetzt wurde, die nur bei entsprechend offener Dokumentation von Seiten der Hersteller in Linux implementiert werden können. Typisches Beispiel hierfür sind Scanner. An dieser Stelle ist eindeutig von Seiten des USB-Forums eine große Chance verpaßt worden.

Doch die Rettung naht, denn wenn auch noch in Entwicklung, bietet die intelligente Input-Output-Architektur »i2o« ein sehr interessantes Konzept für die Zukunft. Hierbei wird das bekannte Konzept der Gerätetreiber

in zwei Teile aufgesplittet, zum einen in eine betriebssystemspezifische generische Schnittstelle (OSM) und zum anderen in ein hardwarespezifisches Modul (HSM). Das angestrebte Ziel ist hierbei, plattformunabhängige HSM zu schaffen und die Betriebssystem-Module so zu gestalten, daß sie mit möglichst vielen verschiedenartigen Hardware-Modulen zusammenarbeiten können. Auf diese Weise wird es vielleicht eines Tages nicht mehr nötig sein, Treiber für viele verschiedene Betriebssysteme zu programmieren, sondern sich auf ein Modul zu konzentrieren. Gerade die freien Betriebssysteme dürften von einer solchen Entwicklung profitieren.

## Blockgeräte

Die Schnittstelle für IDE-basierte Geräte wie Festplatten, CD-ROM und DVD wurde ebenfalls einer Renovierung unterzogen. Es ist nun möglich, bis zu zehn IDE-Controller und entsprechend zwanzig Geräte zu verwenden. Eine entsprechende Hardware-Unterstützung vorausgesetzt, ist es nun möglich, anstelle von beispielsweise SCSI-Devices die immer preisgünstigeren IDE-Festplatte zu verwenden. Ein Leistungsunterschied ist hier sowieso nur noch marginal zu verzeichnen.

Doch auch die restlichen Merkmale der IDE-Infrastruktur wurden überarbeitet und verbessert, so zum Beispiel die Unterstützung verschiedenster IDE-Chipsätze, wie sie üblicherweise auf aktuellen Mainboards zu finden sind. Die Unterstützung für DVD enthält nun auch die Bereitstellung entsprechender Schnittstellen für den Austausch der Verschlüsselungsschlüssel des CSS-Systemes (Content Scrambling System). Der eigentliche Keyaustausch und die Berechnung müssen allerdings natürlich noch durch die entsprechende Software vorgenommen werden.

Doch auch das SCSI-Subsystem wurde in Teilen neu programmiert, weiterhin wurden wieder einige neue Treiber für Hostadapter hinzugefügt und die bestehenden für neue Modellreihen ausgebaut.

Von kommerziellen Unix-Varianten wie HP-UX und Digital Unix wurde das Konzept des logischen Geräteverwalters LVM (Logical Volume Manager) abgeschaut. Ohne allzusehr ins Detail gehen zu wollen, handelt es sich hierbei um eine neue Abstraktionsebene zwischen dem eigentlichen Gerät und dem I/O-Interface. Hiermit ist es unter anderem möglich, mehrere physikalische Partitionen zu einer einzigen zusammenzufassen. Diese Funktionalität konnte bislang zwar bereits durch das den md-Treiber (multiple disk) und/oder spezielle Programme erreicht werden, doch bringt diese Neuimplementation eine verbesserte Integration in den Kernel und orientiert sich dabei an einem kommerziellen de-facto-Standard.

Von den physikalischen Datenträgern folgt nun der

Sprung zu ihrer Anwendung. Die normale Nutzung ist sicherlich die Verwendung eines Dateisystems. Hier kann der Linux-Kernel seit jeher durch breite Unterstützung auch exotischer Dateisysteme punkten, doch hat man auch hier weitergearbeitet.

## **Dateisysteme und Partitionen**

Die virtuelle Dateisystem-Schicht des Kernels, das VFS (Virtual FileSystem), wurde hierbei grunderneuert. Im alten Kernel geschah die Pufferung anhand eines Doppel-Puffer-Konzepts – zum einem im Kernel, zum anderen im Dateisystem. Dies hatte zwar eine leichtere Implementierung und Vereinfachung mancher Aspekte zur Folge, dies aber auf Kosten eines höheren Speicherverbrauchs und spezieller Vorkehrungen wieder der Synchronisation der Puffer. Dieses Konzept wurde nun verändert, dadurch war es natürlich notwendig, jedes Dateisystem an die neuen Verhältnisse anzupassen.

Darüberhinaus wurden viele Dateisysteme natürlich weiterentwickelt und verbessert, auch sind wieder neue Dateisysteme hinzugekommen. Zu nennen sind hier das »ADFS« (Acorn Disc Filing System, das Standarddateisystem des Acorn RISCOS), das »BFS« (Boot File System von SCO UnixWare), das »EFS« (Enhanced File System aus älteren IRIX-Varianten), das »QNX4«-Dateisystem des QNX-Betriebssystems sowie eine Unterstützung für ein komprimiertes ROM-Filesystem, um Linux aus einem Flashrom zu laden.

Diese ganzen Dateisysteme dürften nur für wenige Anwender interessant sein, von größerer Bedeutung ist das UDF-Dateisystem. Es wird vor allem bei DVDs und bestimmten CD-ROM-Anwendungen (sogenanntes »Packet Writing«, bei dem eine CD-R(W) ähnlich wie eine Festplatte gehandhabt wird) verwendet. Gerade für die DVD-Anwender ist dieses Filesystem ein Muß. Zwar bietet fast jede DVD ein Multifilesystem mit der zusätzlichen Unterstützung von ISO 9660, dem Dateisystem-Standard der CD-ROM, doch wird hier von den Herstellern oft gefuscht und nur das DVD-Dateisystem wirklich fehlerfrei geliefert.

Auch einige langersehnte Verbesserungen der bestehenden Dateisysteme wurden umgesetzt, so ist es nun möglich, das OS/2-Dateisystem HPFS zu beschreiben, und nicht mehr nur zu lesen. Der NTFS-Treiber des NT-Betriebssystems hat - auch aufgrund der Sperrpolitik des Herstellers - diesen Punkt noch nicht erreicht.

Wahrscheinlich vorerst keinen Einzug in den Kernel 2.4.0 halten hingegen die protokollierenden Dateisysteme (Journaling Filesystems). Hierbei handelt es sich um solche Dateisysteme, die jede Aktion vor Ausführung protokollieren. Dadurch kann nach einem Absturz die Dateisystemsprüfung auf wenige Sekunden verringert werden, ein wichtiger Aspekt vor allem für kommerziell genutzte Systeme. Herkömmliche Dateisysteme sind - vor allem bei großen Festplatten -

hier oft zehn Minuten bis eine halbe Stunde beschäftigt, was im kommerziellen Umfeld, zum Beispiel auf einem Webserver, inakzeptabel ist. Es befinden sich zur Zeit zwei solcher Dateisysteme in Entwicklung, zum einen ist das EXT3, der Nachfolger des Linux-Standard-Dateisystems EXT2, zum anderen das nach seinem Erfinder Hans Reiser benannte ReiserFS. Beide Systeme haben Vor- und Nachteile und arbeiten bereits jetzt sehr stabil. Aus diesem Grund ist mit der Integration in eine der späteren Varianten der 2.4er Serie zu rechnen.

Ausgebaut wurde auch die Unterstützung für Partitionstabellen anderer Plattformen. Neu sind hier die Partitionssysteme von Alpha OSF, Amiga, Atari und einige mehr.

Neben physikalischen gibt es auch virtuelle Dateisysteme wie das »/proc«-Dateisystem). Eine der umstrittensten, aber auch interessantesten Neuerungen stellt hier die Implementation eines »/dev«-Dateisystems dar. Zur Zeit ist allerdings dessen Nutzung noch optional. Im »/dev«-Dateisystem finden sich üblicherweise die Schnittstellen zu Gerätetreibern wie »/dev/ttyS0« für die erste serielle Schnittstelle. Auf den meisten Systemen finden sich im »/dev«-Verzeichnis eine Unmenge entsprechender Schnittstellen für alle möglichen Geräte, auch wenn sie überhaupt nicht vorhanden sind. Da jedem Gerät intern eine Nummer zugeordnet wird, ist hier ein Engpaß abzusehen.

Das »/dev«-Dateisystem löst dieses Problem, indem das »/dev«-Verzeichnis nun als virtuelles Dateisystem realisiert wird. Nur Gerätetreiber, die wirklich geladen wurden, werden dort automatisch sichtbar. Die feste Zuordnung von Nummer zu Gerät wird hierbei durchbrochen.

Ein neues, geordnetes Namensschema bringt diese Implementation auch gleich mit. Wenn eine Festplatte bislang »/dev/hda« hieß und die Partitionen entsprechend »/dev/hda1«, wird sie zukünftig als »/dev/ide0« bezeichnet. Die Partitionen werden dann als Unterverzeichnisse angelegt. Vor allem für Gerätetypen wie den USB-Bus bringt dies klare Vorteile.

## **Schnittstellen**

Zur Zeit ist dieses Konzept noch nicht ganz ausgereift und nicht für die Allgemeinheit zu empfehlen. Es wird aber daran gearbeitet, einen möglichst transparenten Übergang zum alten System zu schaffen, zum Beispiel durch einen Daemon, der vorübergehend die alten Namen auch bereitstellt. Doch bis wirklich jede Software und jeder Treiber auf dieses Konzept umgestellt ist, wird sicher noch eine Weile vergehen.

Entsprechend der Unterstützung des USB-Bussystems können nun Tastatur und Maus am USB-Bus angeschlossen und problemlos verwendet werden. Einige Grafiktablets werden nun auch als Mauseinsatz unterstützt.

Eine komplette Neuimplementation hat das Parallel-Port-System erfahren. Wer kürzlich VMWare 2.0 installiert hat, dem dürften dort bereits Teile aus dem neuen Kernel begegnet sein. Um Anwendungen den direkten, ungefilterten Zugriff auf die Schnittstelle zu ermöglichen, wurde eine direkte Hardware-Schnittstelle geschaffen (»/dev/parport\*«). Erst durch solche Techniken ist es Programmen möglich, die parallele Schnittstelle wirklich transparent zu nutzen. Die Vorteile liegen auf der Hand: So ist es unter VMWare nun möglich, aus der Emulation heraus sogar auf Parallelport-Scanner zuzugreifen. So wird auch die Implementation spezieller Treiber für Parallelport-Geräte unter Linux vereinfacht.

Weiter kann nun der Kernel mit den erweiterten Leistungsmerkmalen moderner Parallelport-Schnittstellen umgehen wie mit FIFO-Puffern oder DMA-Übertragung und erstmals viele dieser Merkmale auch selbst feststellen und aktivieren.

Etwas bizarr mutet vielleicht der Support für eine Konsole auf einem Zeilendrucker an, doch gerade bei sicherheitskritischen Systemen ist dieser Aspekt nicht zu verachten. Hiermit ist es möglich, Debug- und Logging-Meldungen drucken zu lassen. Ganz klar ist, daß sich solcherlei Ausdrücke durch ungebetene Gäste im System nicht mehr nachträglich manipulieren lassen.

## Multimedia

Der Bereich Multimedia betrifft im Linux-Kernel vor allem zwei Aspekte, zum einen die Video4Linux-Schnittstelle, und zum anderen das Soundsystem. Bei ersterem sind nicht viele gravierende Änderungen zu vermelden. Vor allem die Unterstützung für neue Geräte wurde nachgetragen. Die bereits angekündigte Video4LinuxII-Schnittstelle befindet sich weiterhin in Entwicklung. Zumindest wurde aber das I2C-Bus-system endlich auf eine einheitliche Linie gebracht. Hierbei handelt es sich um ein gerade im Multimedia-Bereich weit verbreitetes Steuersystem für die Chips vieler Karten. Durch die einheitliche Schnittstelle werden hier die Inkompatibilitäten zwischen verschiedenen Erweiterungen hoffentlich Geschichte.

Auch das Soundsystem stagniert zur Zeit. Zwar befindet sich die alternative wegweisende ALSA-Architektur in Entwicklung, aber noch hat sie keinen Einzug in den Kernel gehalten. Lediglich einige Treiber wurden verbessert.

Rege Weiterentwicklung hat die Framebuffer-Schnittstelle erfahren. Das ist eine Abstraktionsebene für den Zugriff auf die Grafikhardware. Praktisch gesehen wird hierbei im Speicher ein Abbild des Bildschirminhalts erzeugt. Änderungen im Speicher führen direkt zu entsprechenden Änderungen auf dem Bildschirm.

Vor allem auf anderen Plattformen als x86 ist der Framebuffer oft die einzige Möglichkeit, auf die Grafik-

hardware zuzugreifen. Seit einiger Zeit gibt es auch einen X-Server speziell für die Framebuffer-Schnittstelle. In Zusammenarbeit mit dem Framebuffer-Treiber für die generische VESA-Schnittstelle ist es damit möglich, auch von XFree nicht unterstützte Grafikkarten zumindest rudimentär zum Laufen zu bekommen. Auf lange Sicht wird die Framebuffer-Schnittstelle wahrscheinlich auch andere Schnittstellen für den direkten Zugriff auf die Grafikkarte wie die SVGA Lib ablösen.

Weiter wurde im Kernel eine Unterstützung des Direct Rendering Interfaces (DRI) des XFree-Systems hinzugefügt. Dabei handelt es sich um eine klar definierte Schnittstelle für den Zugriff auf das Grafiksystem, die Vorteile in den Bereichen Synchronisation verschiedener Prozesse und Sicherheit bietet. Bislang werden hier allerdings erst zwei Grafikkarten unterstützt. Ebenfalls neu ist in diesem Zusammenhang eine erste Unterstützung der AGP-Merkmale einiger Grafikkarten. In diesem Bereich wird vor allem in den weiteren Kernen der 2.4er Serie einiges zu erwarten sein.

## Netzwerk

Die Netzwerk-Implementation war schon immer eine der Stärken von Linux, und auch im neuen Kernel wurde hier fleißig weitergearbeitet. Vor allem in Hinblick auf eine bessere Skalierung auf Multiprozessor-Systemen wurde die Netzwerk-Infrastruktur so erneuert, daß möglichst wenig gegenseitige Blockaden auftreten. Die Verwaltung von Ereignissen wie eingehenden Datenpaketen wurde ebenso verbessert. Es wird nunmehr nur noch der Prozeß, für den das Paket wirklich bestimmt ist, »aufgeweckt«. Das verringert die Systemlast stark.

Bereits seit Kernel 2.2.x ist Linux das derzeit einzige Betriebssystem, das bei der IPv4-Implementation die gültigen Standards absolut exakt erfüllt. Aber auch die IPv6-Implementation zählt zu den stabilsten allgemein. Eine wichtige Änderung und Neuerung bringt die neue Firewall-Implementation mit sich. Wieder einmal war dieses Thema das Objekt einer kompletten Neuprogrammierung. Die freeX wird sich in der nächsten Ausgabe mit diesem Thema befassen.

## Sonstiges

Eine weitere sehr umstrittene Neuimplementation stellt sicher der Kernel-Webserver (»khttpd«) dar. Es handelt es sich um einen stark vereinfachten Webserver, der nur statische Dateien aus dem Dateisystem ausliefern kann. Auf Wunsch können andere Anfragen aber an einen nachgeschalteten »normalen« Webserver weitergeleitet werden. Umstritten ist diese Implementation vor allem deshalb, weil viele Anwender der Meinung sind, daß eine solche Funktionalität nichts im Kernel zu suchen hat.

(jb) u