

# De geschiedenis van Linux

Hans Luning

Linus Torvalds begon in 1991 met de ontwikkeling van Linux als vervanger van het voor hem veel te dure Unix, dat hem wel als voorbeeld diende. De naam Linux is dan ook een samentrekking van zijn naam Linus en Unix. Daarom kan de vroege geschiedenis van Unix worden gezien als de voorgeschiedenis van Linux.

## Voorgeschiedenis: Multics



Die begint in 1964 met de ontwikkeling van het besturingssysteem Multics, de MULTIpLexed Information and Computing Service, door MIT, General Electric en AT&T Bell Telephone Laboratories (BTL). Dit was ontworpen als een time-sharing besturingssysteem dat een eind moest maken aan het probleem dat computers tot dan maar één pro-

gramma tegelijkertijd konden uitvoeren. Het moest tot duizend gebruikers tegelijkertijd kunnen bedienen. Bovendien zou het modulair worden opgezet, zodat een module met een bepaalde taak gemakkelijk kon worden vervangen door een andere module die dezelfde taak anders, mogelijk efficiënter of met verbeterde hardware, uitvoerde. Modules met softwarematige taken konden op vele plekken in het systeem worden gebruikt. Deze principes liggen nog steeds aan moderne besturingssystemen ten grondslag.

De grootte en complexiteit van het project hadden echter tot gevolg dat het aanvankelijk niet goed van de grond kwam, reden waarom BTL zich in 1969 uit het project terugtrok. Multics werd wel verder ontwikkeld en is nog tot 2000 gebruikt. In 2006 werd de broncode vrijgegeven<sup>1</sup>.

## Voorgeschiedenis: Unix

# UNIX<sup>®</sup>

Ken Thompson en Dennis Ritchie van BTL, waarvan de laatste aan Multics had meegewerkt, startten in hun vrije tijd met de ontwikkeling van een eenvoudiger

systeem, Unix, op basis van aan Multics ten grondslag liggende ideeën. Het was minder complex dan Multics en kreeg daarom als woordspeling op Multics de naam UNIpLexed Information and Computing Service, Unics, dat al snel werd ingekort tot Unix. Sommigen duiden erop dat de naam Unics qua klank erg lijkt op het woord 'eunuchs' om aan te geven dat het om een 'ontmande' Multics gaat.

Na een simpel begin kreeg Unix ook time-sharingfaciliteiten, waarbij het meerdere gebruikers kon bedienen en meerdere processen tegelijkertijd kon uitvoeren (multi-user en multi-tasking). In 1971 kwam de eerste versie van Unix beschikbaar. Deze was helemaal geschreven in assembleertaal voor een specifiek type computer, en daarom niet gemakkelijk overdraagbaar (portable) naar andere typen computers. Om overdraagbare programma's te kunnen schrijven werd door Dennis Ritchie, een van de ontwikkelaars van Unix, de programmeertaal C ontworpen. Voor een of ander type computer behoeft alleen een relatief eenvoudige C-compiler te worden gemaakt die de C-instructies omzet in machinecode

voor dat type. Om Unix overdraagbaar te maken werd het zoveel mogelijk herschreven in C. Eind 1973 werd het eerste in C geschreven Unix-systeem gepubliceerd als editie 4.

Bijzonder aan de eerste Unix-edities was dat de broncode, onder een gratis licentie, met het systeem meegeleverd werd. Daarmee was het min of meer de eerste open-source software. Dat kwam omdat het AT&T op basis van een gerechtelijk vonnis in een antitrustzaak uit 1956 niet toegestaan was om computerproducten op de markt te brengen. Zowel de overheid, commerciële bedrijven als universiteiten kregen zo de beschikking over een gratis licentie voor Unix met broncode, en ontwikkelden eigen varianten die elkaar weer bevruchtten. De belangrijkste Unices werden System V van AT&T en de Berkeley Software Distribution (BSD) van Unix, die aan de Universiteit of California te Berkeley ontwikkeld was.

In 1983 sloot de Amerikaanse overheid haar tweede anti-trustzaak tegen AT&T af en werd Bell opgesplitst in een aantal regionale bedrijven. Naast het overgebleven deel van AT&T, Ma Bell, werden dit wel de Baby Bells genoemd. Nu mocht AT&T de computermarkt op en dat deed het bedrijf dan ook prompt door Unix te commercialiseren. Dat werd al snel nagevolgd door andere bedrijven met eigen incompatibele varianten van Unix. De belangrijkste zijn HP-UX van Hewlett-Packard (HP), Solaris van Sun en AIX van IBM. Zelfs het toen nog jonge Microsoft had een eigen Unix-versie met de naam Xenix. Zo raakte Unix versplinterd en verspeelde het zijn kans het standaard besturingssysteem voor microcomputers te worden.



## FreeBSD

Om onder de restrictieve licentiebepalingen van AT&T uit te komen begonnen de ontwikkelaars van de BSD alle AT&T code in de BSD door een eigen imple-

mentatie te vervangen en onder een eigen liberale licentie vrij te geven. In 1991 was vrijwel het hele systeem omgezet en werd het vrijgegeven onder de naam Networking Release 2 (Net/2). AT&T was hier sterk tegen gekant en begon in 1992 dan ook een rechtszaak. Deze werd in 1994 grotendeels in het voordeel van BSD beslecht. Dat was echter te laat om nog te kunnen uitgroeien tot een stevige concurrent van Linux. Nog steeds wordt BSD in verschillende open-source varianten (FreeBSD als basis, en verder NetBSD, OpenBSD, Dragonfly BSD, TrueOS en Darwin) veel gebruikt. Ze vinden voornamelijk toepassing in servers, maar TrueOS is bedoeld voor de desktop, en Darwin vormt de basis van MacOS.



## Voorgeschiedenis: GNU

De restrictieve licentievoorwaarden die gepaard gingen met de commercialisering van Unix hinderden een programmeur van MIT (Massachusetts Institute of Technolo-

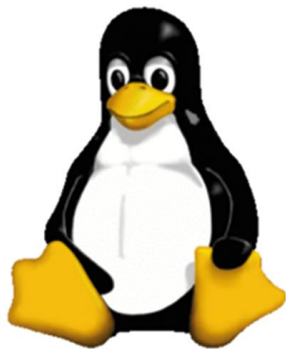
gy), Richard M. Stallman (ook bekend als RMS), in zijn werk en waren hem dan ook een doorn in het oog. Begin 1984 verliet hij MIT om een vrij Unix-achtig besturingssysteem te gaan ontwikkelen onder de naam GNU (Gnu is Not Unix)<sup>2</sup>. Kort daarop stichtte hij de Free Software Foundation (FSF)<sup>3</sup> en ontwikkelde hij een speciale licentie voor de GNU-software, de GNU General Public License (GPL)<sup>4</sup>. Kenmerk van de GPL is de wederkerigheid, zodat iedereen van alle verbeteringen kan profiteren. Het is nog steeds de meest gebruikte licentie voor vrije software.

Rond 1990 was het GNU-basissysteem klaar, maar het had nog geen kernel die processen, bestanden en het geheugen beheert en toegang geeft tot de hardware. Het werk daaraan begon toen onder de naam GNU Hurd, maar wilde niet erg vlotten. De Hurd is nu, na bijna 30 jaar ontwikkeling, wel bruikbaar, maar wordt nog steeds niet geschikt bevonden om in productieomgevingen te worden gebruikt. Dit fnuikte het ideaal van een vrij Unix-achtig besturingssysteem. In die tijd was BSD Unix immers ook nog niet vrij.

En dan begint de geschiedenis van Linux.

## Vroege geschiedenis

Linus Torvalds, student aan de Universiteit van Helsinki, had aan de universiteit kennis gemaakt met Unix, en wilde thuis ook graag zo'n systeem hebben. De meeste Unices waren inmiddels veel te duur, de legale status van de BSD was twijfelachtig, en een GNU-kernel was er nog niet. Wel was er Minix, een Unix-achtig systeem voor onderwijsdoeleinden dat door Andrew Tanenbaum, een hoogleraar in de informatietechnologie aan de VU te Amsterdam, werd ontwikkeld. Al snel ervoer hij Minix als te beperkt, maar de Minix-licentie liet niet toe het naar eigen inzichten aan te passen en te delen. Dat was wel mogelijk met het GNU-systeem waaraan alleen de kernel nog ontbrak. Linus begon daarom in 1991 met de bouw van een eigen kernel voor het GNU-besturingssysteem die hij uiteindelijk Linux noemde, een samentrekking van Linus en Unix<sup>5</sup>. Hij gaf de code vrij onder de GPL en moedigde anderen aan bij te dragen. Linux trok hierdoor veel ontwikkelaars aan, die er in enkele jaren tijd een productief systeem van maakten.



BSD Unix kon weliswaar vanaf 1994 zonder legale problemen ook vrij worden gebruikt, maar de ontwikkeling van Linux was toen al niet meer te stuiten.

De Linux-kernel vormt samen met de GNU-libraries en tools, aangevuld met het X Window System als grafisch platform, een besturingssysteem. Om in die tijd zo'n systeem te installeren en te configureren was complex. Vanaf 1992 al begonnen Linux-distributies dit proces te vereenvoudigen: Yggdrasil en SLS zijn een paar inmiddels verdwenen distributies van het eerste uur. De twee oudste nog steeds bestaande distributies, Slackware en Debian, begonnen hun leven in 1993.

In de loop van de tijd zijn vele distributies ontstaan, zowel algemeen toepasbaar als voor allerlei bijzondere doeleinden. Dat kon omdat alle gebruikte software vrij is. Zo zijn er distributies gericht op educatie, wetenschap, multimedia, gaming, etc.

Vanaf 1998 begonnen distributies met een gebruikersvriendelijke grafische desktopomgeving op te komen, met name Corel Linux (later Xandros), Lindows (later Linspire), Mandrake Linux (later Mandriva). Linspire en Mandriva be-

staan nog steeds. Desondanks leidde dit nog niet tot een echte doorbraak naar de consument.

In 2001 kondigde IBM aan 1 miljard dollar in Linux te gaan investeren. Hieruit blijkt dat ook het bedrijfsleven belangstelling begon te krijgen. Die belangstelling bleef en nam alleen maar toe, getuige het bedrag van \$ 34 miljard dat IBM onlangs uitgaf voor de verkrijging van Red Hat, de meest succesvolle Linux-onderneming.

Vanaf 2001 gingen in de hele wereld verscheidene overheidsorganisaties over op het gebruik van Linux, respectabel gemaakt doordat 'big business' erin ging investeren en er ondersteuning voor bood. Zo maakte Linux zijn entree bij verscheidene Amerikaanse overheidsorganisaties. In 2003 verkreeg Red Hat Linux het Common Operating Environment (COE) certificaat van het Amerikaanse Department of Defense. Dat was een bevestiging van het feit dat Linux door de overheid van de VS als een veilig en betrouwbaar systeem werd geaccepteerd.

In 2002 adopteerde de Hollywood filmindustrie Linux. Disney, Dreamworks, en Industrial Light & Magic begonnen dat jaar allemaal met het maken van films met Linux.



In 2004 zag Ubuntu het licht, een gebruikersvriendelijke distributie van Canonical, een door de Zuid-Afrikaan Mark Shuttleworth geleid bedrijf. De naam Ubuntu verwijst naar de Bantu-filosofie van *ubuntu*, hetgeen zoiets betekent als 'menselijk zijn voor anderen'. Mogelijk verwijst dit naar de wederkerigheid van de

GPL-licentie. Ubuntu zorgde voor een doorbraak in de bekendheid van het publiek met Linux, zelfs zo dat voor velen Ubuntu en Linux bijna synoniemen zijn. Ubuntu is gebaseerd op Debian, dat dateert van 1993 en waarop ongeveer de helft van alle pc-distributies van Linux is gebaseerd. Ubuntu zelf heeft weer als basis gediend voor ruim 40% daarvan, waaronder het populaire Linux Mint.

Google bracht twee Linux-besturingssystemen uit: Android voor mobiele systemen in 2008, en Chrome OS voor Chromebook computers in 2011. Beide waren een groot succes. Android is nu het meest gebruikte besturingssysteem voor smartphones en tablets.

## En nu ...

Inmiddels heeft Linux een groot gedeelte van de computermarkt veroverd. Alle top 500 supercomputers draaien Linux, voor web servers is Linux het meest gebruikte besturingssysteem, op smartphones en tablets geldt dat voor Android, ook een Linux-systeem. In allerhande apparaten is een of andere vorm van Linux als besturingssysteem ingebouwd, zoals routers, NAS, smart tv's, videorecorders, navigatie-apparatuur en medische instrumenten.

Zo wordt Linux veel in auto's gebruikt. Onder auspiciën van de Linux Foundation is een project gestart onder de naam Automotive Grade Linux<sup>6</sup>, waarin diverse autofabrikanten samenwerken aan een op Linux gebaseerd platform voor autotoepassingen, dat als een de facto industriestandaard kan fungeren. Belangrijke autofabrikanten, zoals Toyota en Subaru, werken samen aan op Linux gebaseerde systemen voor amusement, navigatie en motorbeheer.

Ook de 'cloud' wordt gedomineerd door Linux. De grote spelers, met inbegrip van Amazon Web Services, Google Cloud Services en Linode<sup>7</sup>, zijn allemaal gebouwd op Linux. Zelfs op Microsoft Azure<sup>8</sup> wordt Linux prima ondersteund en is het inmiddels het meest gebruikte besturingssysteem.

Alleen op de pc lijkt het gebruiksandaal tot dusver niet verder gekomen dan 2%. Vermoedelijk is een heel belangrijke oorzaak daarvan dat pc's vrijwel altijd ongevraagd met Windows worden geleverd omdat dat commercieel het meest aantrekkelijk is.

## Nieuwe ontwikkelingen

Er zijn permanent nieuwe ontwikkelingen in Linux. Van Linux en zijn desktopomgevingen komen met grote regelmaat nieuwe versies uit met allerlei veranderingen en verbeteringen. Maar meestal vallen die veranderingen en verbeteringen niet zo in het oog; het gaat stapje voor stapje. Pas over een langere periode bekeken, zeg vijf jaar, valt op hoeveel er is veranderd.

Hier ga ik nader in op een aantal grote veranderingen die wel meteen opvallen.

### Nieuw grafisch platform



Als grafisch platform voor Linux wordt het X Window System geleidelijk aan vervangen door de **Wayland Display Architecture**<sup>9</sup>. Veel van de historisch gegroeide complexiteit van X wordt op een moderne desktop niet of nauwelijks gebruikt. Wayland ziet van deze complexiteit af, en is daarmee gemakkelijker te ontwikkelen en te onderhouden.

Wayland belooft betere prestaties door minder overhead en meer controle voor toepassingen over de weergave, met een directere toegang tot de grafische hardware. Vooral systemen met lichtere hardware zoals de Raspberry Pi of smartphones profiteren hiervan. Een batterijlading van laptops en smartphones zal langer meegaan. Ook wordt scherm-specifiek schalen, dat Windows en macOS al veel langer kennen, mogelijk. Wayland biedt ook meer veiligheid tegen malware. Grafische toepassingen zullen bijvoorbeeld niet zonder meer met rootrechten kunnen worden uitgevoerd.

Wayland kent een compatibiliteitslaag, Xwayland, waardoor ook toepassingen die alleen X Window ondersteunen onder Wayland kunnen werken.

Inmiddels wordt het al door de desktopomgevingen GNOME en KDE met resp. de grafische bibliotheken GTK+ en Qt ondersteund. Deze implementaties zijn al grotendeels prima bruikbaar, maar kennen nog wat kinderziekten die geleidelijk aan wel zullen verdwijnen. GNOME is hierin al wat verder dan KDE.

### Nieuwe desktopomgevingen

Nieuwe **desktopomgevingen** hebben het licht gezien, waarvan sommige worden aangeboden door meerdere distributies, ook de grote.

Het zijn:

- Budgie, origineel in Solus, maar nu ook beschikbaar in Ubuntu Budgie, Manjaro en Arch.
- LxQt, een fusie van LXDE en Razor-Qt, wordt in allerlei distributies aangeboden, waaronder Lubuntu en Fedora.

Ubuntu is met ingang van versie 18.04 overgestapt van zijn eigen desktopomgeving Unity op GNOME. Unity wordt wel verder ontwikkeld en blijft beschikbaar, maar wordt niet als officiële variant van Ubuntu aangeboden. De variant Ubuntu GNOME is in feite de standaard geworden.

### Nieuwe en verbeterde bestandssystemen

Al in 2007 werd de ontwikkeling gestart van nieuw bestands-systeem **Btrfs**, dat werd geïnspireerd door het voor Solaris (een Unix van Sun Microsystems) ontwikkelde ZFS.

ZFS werd gepubliceerd in 2005 met een open-source licentie. Die licentie was helaas onverenigbaar met de GPL, waardoor ZFS niet in de Linux-kernel kon worden opgenomen. Er is nu wel een ZFS voor Linux, maar dat maakt gebruik van een abstractie-laag om te kunnen werken. De rechtsgeldigheid daarvan is onzeker, reden waarom ZFS niet algemeen wordt toegepast.

Btrfs heeft net als ZFS een in het bestandsbeheer geïntegreerd volumebeheer: het systeem verdeelt de data zelfstandig over meerdere gekoppelde opslagmedia, naar wens versleuteld, en/of verdeeld over subvolumes.

Btrfs werkt ook met Copy-On-Write (COW), hetgeen inhoudt dat het origineel en een kopie de inhoud delen zolang die niet gewijzigd is. Alleen gewijzigde inhoud wordt daadwerkelijk geschreven. Hierdoor kunnen snel en efficiënt snapshots van het bestandssysteem worden gemaakt en bewaard in subvolumes. Bovendien wordt pas nadat alle nieuwe of gewijzigde inhoud is opgeslagen het resultaat van de bewerking toegevoegd aan het bestandssysteem. Zo worden inconsistenties door crashes vermeden, en is een logboek ofwel journaal niet meer nodig.

Btrfs is voor SUSE al het standaard bestandssysteem voor de systeempartities, Oracle past het ook in zijn Enterprise versie toe, en Facebook gebruikt het voor veel van zijn servers. Toch kent Btrfs nog wel enkele kleine tekortkomingen, reden waarom Red Hat het voorlopig links laat liggen.

Red Hat zet in op het bestandssysteem XFS, dat in 1993 door Silicon Graphics Inc. (SGI) voor zijn Unix besturingssysteem IRIX werd ontwikkeld, in 2000 werd uitgebracht onder de GPL, en in 2001 naar Linux werd geporteerd. Red Hat geeft het veel van de functies die Btrfs aantrekkelijk maken. Een echt volumebeheer krijgt XFS echter niet. Wel werkt Red Hat aan een managementinfrastructuur (Stratis), waarmee het beheer van opslag net als bij Btrfs gemakkelijker wordt, en bovendien krachtiger en flexibeler.

SUSE gebruikt XFS standaard voor datapartities, maar nog zonder de verbeteringen door Red Hat.

### Gebruik van afgeschermd containers (sandboxes)

Steeds meer wint het gebruik van afgeschermd containers terrein. Daarin draait software veiligheidshalve zoveel mogelijk geïsoleerd van de rest van het systeem. Het krijgt alleen maar toegang tot die delen van het systeem die het nodig heeft.

**Voordelen van deze aanpak zijn:**

- Het is gemakkelijker om naar een andere versie van de software over te stappen.
- Alle onderdelen kunnen perfect op elkaar worden afgestemd.
- Malware krijgt geen kans om zich in het systeem te nestelen.
- Softwarefouten krijgen geen kans om het systeem te destabiliseren.

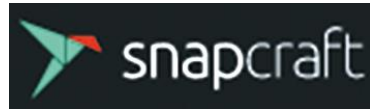
**Nadelen zijn:**

- Omdat alle benodigde hulpsoftware in het pakket wordt opgenomen, nemen de pakketten veel ruimte in.
- Bij updates van hulpsoftware zullen vaak meerdere pakketten moeten worden bijgewerkt. In het algemeen worden aanpassingen en uitbreidingen ingewikkelder.





We zien dit in twee nieuwe methoden voor distributie-onafhankelijke installeerbare Linux-toepassingen die terrein winnen: Flatpak en Snap<sup>10</sup>.



De toepassingen worden uitgevoerd in een afgeschermd container.

Dank zij Flatpak en Snap wordt het veel eenvoudiger om nieuwere programmaversies, dan wel programma's, te kunnen gebruiken die niet door de distributie worden geleverd. Flatpak is in principe decentraal, zij het dat er nu wel een centrale plek is in de vorm van [flathub.org](https://flathub.org). Snap-pakketten komen uit de Snap Store ([snapcraft.io](https://snapcraft.io)), die door Canonical (het bedrijf achter Ubuntu) wordt beheerd. Inmiddels zijn er ongeveer 500 Flatpaks en zo'n 2100 Snaps beschikbaar.

Ook het systeem zelf kan in een afgeschermd container worden opgenomen. Zo verschijnen er distributies met onveranderbare (*immutable*) besturingssysteem-images in een afgeschermd container<sup>11</sup>. Systeem en toepassingen zijn dan (net als bij Android) strikt gescheiden. Het zijn met name de grote commerciële distributies, Red Hat en SUSE, die zich hiermee bezighouden.

Red Hat heeft voor RHEL, CentOS en Fedora de Atomic Host geïntroduceerd. Dit gebruikt een nieuw hybride image/pakketbeheersysteem (*rpm-ostree*) om een onveranderbaar besturingssysteem-image te bieden met betrouwbare updates en gemakkelijke roll-back. Indien gewenst kunnen zelfs meerdere besturingssysteem-images worden geplaatst waar-tussen gewisseld kan worden: dat is handig voor software-ontwikkeling.



Het Fedora Atomic Workstation wordt Fedora Silverblue genoemd. Met ingang van versie 30 van Fedora, gepland voor mei 2019, wil het dat systeem als standaard invoeren. Ook de vrij onbekende van Fedora afgeleide distributie Endless OS gebruikt deze techniek al.

Ook SUSE is in SLES, SLED en openSUSE gestart met atomaire updates, die daar Transactional Updates worden genoemd. Verschillende omgevingen, dan wel versies, worden opgenomen in subvolumes van het bestandssysteem Btrfs, waar-tussen gemakkelijk kan worden gewisseld.

De distributie Container Linux van CoreOS werkt zelfs volledig met containers, waarbij gebruikers het besturingssysteem via een overlay kunnen aanpassen en uitbreiden. Interessant hierbij is dat CoreOS inmiddels door Red Hat is gekocht. Dat kan betekenen dat in Container Linux verwerkte technieken hun weg zullen vinden naar de Red Hat-distributies.



*Ken Thompson (zittend) en Dennis Ritchie (staand) in hun vrije tijd samenwerkend aan de ontwikkeling het besturingssysteem dat later bekend zou worden onder naam 'Unix'*

## Links:

1. Zie <https://www.multicians.org/>. Via deze site is zelfs een Multics simulator te downloaden en in werking te bekijken.
2. <https://www.gnu.org/>
3. <https://www.fsf.org/>
4. <https://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>
5. Uit de voorgeschiedenis blijkt dat de 'x' staat voor 'cs' ofwel Computing Service. Linux kan dus worden begrepen als Linus' Computing Service.
6. Website: <https://www.automotivelinux.org/>
7. Websites resp. <https://aws.amazon.com/>, <https://cloud.google.com/> en <https://www.linode.com/>
8. Website: <https://azure.microsoft.com/nl-nl/>
9. Websites: X Window: <https://www.x.org>, en Wayland: <https://wayland.freedesktop.org>.
10. Bron: c't september 2018
11. Bron: c't september 2018