

# SelfLinux-0.13.1



## Computergeschichte



Autor: Matthias Kleine (*kleine\_matthias@gmx.de*)  
Formatierung: Matthias Kleine (*kleine\_matthias@gmx.de*)  
Lizenz: GPL

In diesem Kapitel wird die Geschichte des Computers von seinen mechanischen Anfängen, über die frühen Relais- und Röhrenrechner bis hin zu den auf Microchips basierenden Rechnern der Neuzeit behandelt. Auch wenn dieses Kapitel nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit Linux steht, so bietet es doch interessante Hintergrundinformationen, welche die Möglichkeiten und Einschränkungen beim Umgang mit einem Computer, also auch einem Linuxsystem, verständlicher machen können.

## Inhaltsverzeichnis

1 Analoges

2 Der Einbruch des Digitalen

3 Das von Neumann-Modell

4 Die Entwicklung des Massenmarktes bis zum heutigen PC

5 Mit eigenen Augen

## 1 Analoges

Man kann die Geschichte der Computer erst mit dem Aufkommen digitaler Rechengenäte beginnen lassen, aber wer sich einmal mit analogen Rechengenäten beschäftigt hat, wird dies sicher schade finden. Selbst die verschiedensten historischen Mess- und Zeichengeräte möchte man als Vorläufer des heutigen universalen Computers betrachten. Zirkel, Lineale, Rädertriebe u.ä. wurden bereits in der Antike verwendet und leisteten für ihre Verhältnisse unschätzbare Dienste in Geometrie, Landvermessung, Navigation und Astronomie - sicher alles Tätigkeitsfelder, in denen heute der Computer Einzug gehalten hat.



Um sich bei der Berechnung großer Zahlen zu behelfen, hat der Mensch zahlreiche Hilfsmittel erdacht, die mitunter skurril anmuten, aber dennoch teilweise erstaunlich leistungsfähig waren. Der mittelalterliche Abakus lässt mit Leichtigkeit Berechnungen bis in den Milliardenbereich zu. Noch heute lernen z.B. in China die Absolventen kaufmännischer Berufe mit einem ganz ähnlichen Gerät zu rechnen.

Eine ganz eigene Welt öffnet sich mit dem Aufkommen mechanischer Addiermaschinen. Basierten die ersten dieser Geräte noch auf handgefeilten Zahnrädern und produzierten somit noch gewisse Ungenauigkeiten, leisteten spätere Varianten mit "verbesselter Hardware" doch schon Erstaunliches. Insbesondere das Problem des Zehnerübertrags lässt die Walzen und Hebel einer solchen Maschine mitunter phantastische Prozeduren durchlaufen. In heutigen Rechenchips hat sich dieses Problem in Form von "Übertragsbits" erhalten - die Zeiten ändern sich, aber die Probleme bleiben ...

Ein interessantes Gebiet, das heute zu den wichtigsten in der Informatik gehört, ist die [Verschlüsselung](#) von Information, bevorzugt Textinformation. Frühe Algorithmen, die vorwiegend auf Substitution basieren, bieten bereits einige über 3000 Jahre alte Geheimschriften der Ägypter und Mesopotamier an. Später entwickelten sich dynamischere Zeichenzuordnungen, indem z.B. verstellbare Ringe zur Chiffrierung und Dechiffrierung verwendet wurden. In der Neuzeit gewinnen Chiffriergeräte insbesondere im militärischen Bereich an Bedeutung. Hier sei etwa an die Geschichte der ENIGMA erinnert - ursprünglich gebaut aus zwei elektrischen Schreibmaschinen, die durch ein Bündel von Drähten verbunden wurden. Eine Weiterentwicklung dieses Geräts wurde im zweiten Weltkrieg von der deutschen Wehrmacht verwendet - über 100.000 ENIGMAS ließ sie bauen und vertraute nahezu blind auf die Sicherheit ihrer Verschlüsselung. Die Tatsache, dass die Briten die Verschlüsselung der ENIGMA durch den Einsatz tausender Mathematiker brechen konnten, spielte keine unerhebliche Rolle für den weiteren Verlauf der Ereignisse.

## 2 Der Einbruch des Digitalen

Alle bislang erwähnten Hilfsmittel und Geräte haben nichts mit dem Dualsystem zu tun und sind daher nur indirekte Vorläufer heutiger Rechner. Erst die Verknüpfung des Dualsystems mit einigen technischen Entwicklungen ließ die Leistung der entwickelten Rechengeräte Schlag um Schlag wachsen.

Als Erster beschrieb  [Gottfried Wilhelm Leibniz](#) eine Rechenmaschine zur Durchführung von Rechnungen im Dualsystem. Viel später, im Jahr 1933, entschloss sich  [Konrad Zuse](#), das Dualsystem seiner geplanten Rechenmaschine zu Grunde zulegen. Dieses Gerät, die sogenannte Z1, wurde 1939 fertiggestellt und verwendete rein mechanische Schalt- und Speicherglieder.

Die Geschwindigkeit (und die Menge) mechanischer Glieder ist naturgemäß beschränkt. Der Fortschritt auf dem Gebiet der Elektrotechnik ermöglichte nun den Einsatz von elektromechanischen Relais anstelle der rein mechanischen Teile. Ein Schaltkreis dient auf einfachste Weise zur Abbildung des dualen Systems: Durch Schaltkontakte kann der Stromfluss geöffnet und geschlossen werden. AUS-Zustand und EIN-Zustand können nun die 0 und die 1 des Dualsystems abbilden. Das Schließen eines solchen elektrischen Kontaktes kann auf verschiedene Arten geschehen.

Die 1940/41 von Zuse erbaute Z3 verwendete elektromagnetische Relais, in denen eine Spule ein Magnetfeld erzeugte und dadurch ein Metallplättchen anzog. Dieses schloss den Stromkreis - das Bit hatte seinen Wert geändert. Die Z3 in Aktion hat einen unvergleichlichen Charme. Nach der Eingabe einer Rechenaufgabe beginnen hunderte von Metallplättchen der aufgereihten Relais scheinbar unkoordiniert zu wippen und zu klappern, bis das Gerät schließlich auf wundersame Art und Weise verstummt und das Ergebnis der Berechnung präsentiert. Interessant ist, dass CPU und Speicher gewissermaßen in ein linkes und ein rechtes "Relais-Regal" unterteilt sind. Nach einer Berechnung kann man den Speicherrelais ansehen, dass sie teilweise "EIN" oder "AUS" sind - auch wenn man nicht im entferntesten erraten kann, warum es nun gerade diese Auswahl an Plättchen ist, die auf "EIN" steht. Glücklicherweise werden Rechenergebnisse benutzerfreundlich auf einem Bedienelement angezeigt - im Dezimalsystem wohlgeemkelt.


Der nächste rein elektrotechnische Fortschritt bestand in der Verwendung von Röhrenschaltungen anstelle von Relais. Wir wollen hier nicht auf die Technik von Elektronenröhren eingehen, aber ihr Vorteil gegenüber den teilweise noch mechanischen Relais besteht in der viel höheren Geschwindigkeit, mit der sie von EIN nach AUS oder umgekehrt umschalten können. Schaltzeiten von einigen Mikrosekunden sind mit Röhren möglich. Das Grundprinzip aber bleibt dasselbe: Geschlossener bzw. offener Stromkreis bilden 0 und 1 des dualen Systems ab und ermöglichen somit Berechnung und Speicherung. Besonders leicht lässt sich mit Hilfe von Röhren die logische Grundfunktion NOR realisieren. Der erste aus Elektronenröhren aufgebaute Rechner war der ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer, USA 1946). Er hatte ca. 18.000 Röhren und benötigte fast 140 Kilowatt.

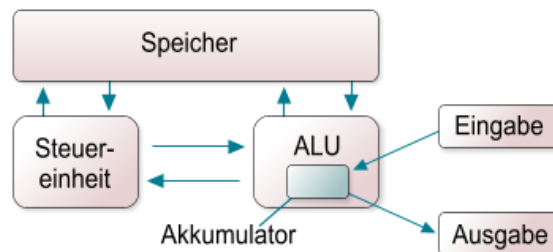
Röhren waren zwar schnell, aber sie gingen leicht kaputt. Um genau zu sein, waren die Bedienteams der Röhrenrechner mehr damit beschäftigt, die Röhrenbänke präventiv auszutauschen, als dass sie irgendwelche Programme laufen lassen konnten. Außerdem sind Röhren so groß, dass die Röhrenrechner das Ausmaß eines Kinderzimmers annahmen. Es dauerte nicht allzu lange, bis Transistor-Schaltkreise an die Stelle von Röhrenschaltungen traten. Transistoren sind kleiner, leben länger, verbrauchen weniger Strom, entwickeln weniger Wärme und können dadurch auch dichter gepackt werden. Die Schaltzeiten liegen im Nanosekundenbereich. Um 1960 waren die Röhren in Computern nahezu vollständig durch Transistoren verdrängt. Bis heute bilden Transistoren das Basiselement der Recheneinheiten eines Computers. In modernen CPUs sind heute knapp 100 Millionen Transistoren verbaut.

Die weiteren Fortschritte auf elektrotechnischer Ebene wurden durch die Miniaturisierung der Transistortechnik erzielt. Mit der Entdeckung von Silizium als Baumaterial wurde es zunächst möglich, Dutzende von Transistoren

auf einen Chip zu packen. Diese Entwicklung setzte sich fort und ermöglichte bald Tausende, Hunderttausende und schließlich Millionen von Transistoren auf einem einzigen Chip. Diese Chips konnten massenhaft produziert werden und ermöglichten so die Konstruktion von relativ günstigen Minicomputern. Da es sich hier im Wesentlichen um physikalische und chemische Fortschritte bei den Fertigungsprozessen handelt, wollen wir diese Entwicklung nicht im Detail verfolgen. Wenden wir uns stattdessen der Entwicklung der Konzepte zu, die zum heutigen, mit einem (oder gar mehreren) Betriebssystem(en) ausgestatteten, programmierbaren Computer führte.

### 3 Das von Neumann-Modell

Ein Mitglied des ENIAC-Projektes war  [John von Neumann](#). Von Neumann war ein weltweit bekannter Mathematiker und wird gelegentlich als ein Genie vom Range eines Leonardo da Vinci bezeichnet. Er hatte ein phänomenales Gedächtnis und neben der Mathematik auch ausgezeichnete Kenntnisse in Physik. Ihm fiel auf, dass die Programmierung des ENIAC über das Umstecken von Kabeln und das Betätigen von Schaltern viel zu umständlich war. Er entwarf daher ein Konzept, das heute als "von Neumann-Maschine" bekannt ist, und nach dem auch das Programm selbst im Speicher des Rechners abgelegt wird. Man muss nicht lange überlegen, um zu verstehen, dass diese Idee die Programmierung von Computern revolutionierte. Wenn sich ein Programm im Speicher des Rechners befindet, sind lediglich einige Ladevorgänge erforderlich, um ein anderes Programm auf dem Rechner laufen zu lassen. Damit wird die Maschine flexibler und universeller, und das Schreiben und Testen von Programmen wird viel einfacher.



von-Neuman Modell; Grafik Rolf Brunsendorf

Das Modell besteht aus fünf Teilen: Speicher, Rechenwerk, Steuereinheit, sowie Ein- und Ausgabe. Die wichtigsten Prinzipien lauten wie folgt:

- \* Der Speicher enthält sowohl die Operationen selbst als auch die Daten, auf denen die Operationen ausgeführt werden.
- \* Die Steuereinheit entspricht einem Befehlsprozessor, in dem die Anweisungen eines Programmes interpretiert und die Ausführung dieser Befehle (z.B. in der richtigen Reihenfolge) gesteuert werden.
- \* Das Rechenwerk (ALU = arithmetic logical unit) entspricht einem Datenprozessor, in dem die notwendigen datentransformierenden Operationen durchgeführt werden.
- \* Ein- und Ausgabe bilden die Schnittstelle zur Außenwelt, es ist jedoch nicht festgelegt, wie diese Mechanismen implementiert sind.

## 4 Die Entwicklung des Massenmarktes bis zum heutigen PC

Der erste echte "Minicomputer" auf der Basis von Transistoren war die PDP 1 der Digital Equipment Corporation (DEC). Die PDP 1 kam 1961 auf den Markt. Sie war zwar "nur" halb so schnell wie die damals schnellste Rechenmaschine, die IBM 7090, kostete dafür aber nur einen Bruchteil der IBM, nämlich \$ 120.000. DEC verkaufte Dutzende PDP 1. Ein richtiger Renner hingegen sollte einige Jahre später die PDP 8 werden, die nur noch \$ 12.000 kostete und über 50.000 Mal verkauft wurde. DEC war zur damaligen Zeit der Marktführer im Minicomputer-Geschäft.

Mit der PDP 8 wurde eine interessante Neuerung eingeführt. Es wurden alle Komponenten der PDP 8 über einen einzigen Bus, den so genannten Omnibus, miteinander verbunden. Die Kommunikation der CPU mit Speicher und Geräten geschieht also über ein gemeinsames Bündel paralleler Drähte. CPU, Speicher und E/A-Geräte müssen sich diesen Bus teilen und sich darüber abstimmen, wer wann Daten über den Bus schicken darf. Die Idee eines solchen Busses finden wir auch heute noch in gewöhnlichen PCs, z.B. als PCI-Bus oder auch als USB-Bus.

Etwa ab 1965 bot IBM eine neue Serie von Rechnern auf der Basis von integrierten Schaltungen an, die sogenannte 360er Serie. Es handelte sich dabei um eine ganze Familie von Rechnern, welche die gesamte Bandbreite der Anforderungen vom wissenschaftlichen Supercomputer bis zum Einsatz im kommerziellen Bereich abdecken sollte. Erstmals achtete IBM darauf, dass Software, die für die kleineren Modelle geschrieben wurde, auch auf den größeren laufen konnte und umgekehrt. Das Konzept der Rechnerfamilie war geboren und sollte sich bald durchsetzen.

Die 360er Rechner wiesen eine weitere Neuerung auf, den sogenannten Mehrprogrammbetrieb. Dabei können sich zu einem Zeitpunkt mehrere Programme gleichzeitig im Speicher befinden. Diese Möglichkeit führte zu einer besseren Ausnutzung der CPU, weil jeweils ein anderes Programm ausgeführt werden konnte, wenn ein Programm in seinem Ablauf unterbrochen wurde, um beispielsweise eine langsame Ein-/Ausgabe durchzuführen.

Trotz DEC's Bemühungen, die Preise auf dem Minicomputer-Markt zu drücken (mittlerweile war die PDP 11 insbesondere an Universitäten sehr erfolgreich), blieben Computer bis ca. 1980 für Normalsterbliche unerschwinglich. Die immer dichter mit Transistoren bepackten Chips führten unterdessen dazu, dass Rechenleistung und Speicher immer erschwinglicher wurden. Damit begann die Ära des Personal Computers (PC).

Lassen wir die wenigen Vorläufer unseres heutigen PCs (wie z.B. die frühen Apple-Computer, die Commodores, Amigas und Ataris, deren ehemaligen Besitzern noch heute ein Glänzen in die Augen steigt, wenn von ihnen die Rede ist) sträflich außer acht und steuern direkt auf die Neuzeit zu. IBM hatte diesen Markt eine Weile beobachtet und dann entschieden, selbst einzusteigen. Da keine Zeit zu verlieren war, baute man den IBM-PC aus Teilen, die bereits auf dem Markt erhältlich waren. 1981 führte IBM seine Konstruktion auf dem Markt ein und verbuchte damit sofort einen überwältigenden Erfolg.


Nun tat IBM etwas, was im Nachhinein vielleicht als Fehler zu bezeichnen ist. Um anderen Herstellern die Entwicklung von Steckkarten für seinen PC zu ermöglichen, veröffentlichte es sämtliche Pläne und Schaltdiagramme des IBM-PCs. Da alle Teile ohnehin auf dem Markt erhältlich waren, fanden sich schnell alternative Anbieter, die Klone des PCs herstellten. Damit war ein neuer und milliardenschwerer Markt geboren.

Ungefähr um diese Zeit begann auch der Aufstieg eines kleinen Unternehmens namens Microsoft. Diese Geschichte zu erzählen, wollen wir jedoch anderen überlassen.

Da sich an der grundlegenden PC-Architektur seit der Einführung des IBM-PCs nichts Wesentliches mehr geändert hat, sind wir bereits in der Gegenwart angelangt und wollen unseren kurzen Streifzug durch die

Computergeschichte an dieser Stelle beenden. Wir tun dies in dem Bewusstsein, viele großartige Meilensteine nicht einmal erwähnt zu haben.

## 5 Mit eigenen Augen

Wer sich für einen tieferen Einblick in die Geschichte der Datenverarbeitung interessiert, dem sei das  [Heinz Nixdorf Museums-Forum](#) in Paderborn empfohlen. Die Ausstellung des Museums erzählt mit über 2000 Objekten die Geschichte der Informationstechnik.