

Informatik I

28. Eine kurze Geschichte der Informatik

Bernhard Nebel

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

11.02.2014

Informatik I

11.02.2014 — 28. Eine kurze Geschichte der Informatik

28.1 Wieso gibt es die Informatik?

28.2 Die Wurzeln der Informatik

28.3 Automaten und Rechenmaschinen in der Neuzeit

28.4 Die industrielle Revolution: Das 19. Jahrhundert

28.5 Das 20. Jahrhundert

28.1 Wieso gibt es die Informatik?

Warum überhaupt Geschichte?

- ▶ Es ist immer eine gute Idee, sich seiner **Wurzeln** bewusst zu sein?
- ▶ Gerade als Fachwissenschaftler sollte man Fragen wie „**Wer hat den Computer erfunden?**“ beantworten können.
- ▶ Insbesondere hilft die Kenntnis der Vergangenheit, die Gegenwart zu verstehen und vernünftige **Voraussagen** zu machen.
- ▶ Einige besonders krasse Fehlleistungen:
 - ▶ Thomas J. Watson Jr., chairman of IBM, 1943: *I think there is a world market for about five computers.*
 - ▶ *Popular Mechanics*, 1949: *Where a calculator as the ENIAC is equipped with 18000 vacuum tubes and weighs 30 tons, computers in the future may have only 1000 vacuum tubes and weigh 1 1/2 tons.*
 - ▶ Bill Gates, Microsoft, 1981: *640 KBytes [of main memory] ought to be enough for anybody.*

Geschichte der Informatik = Geschichte des Computers?

- ▶ Dijkstra bemerkte einmal:

Computer science is no more about computers than astronomy is about telescopes!

- ▶ Umgekehrt gilt natürlich, dass ohne Teleskope die Astronomie es sehr schwer hätte.
- ▶ Ebenso würde es ohne den Digitalcomputer die moderne Informatik vermutlich nicht geben.
- ▶ Interessant ist, welche Voraussetzungen notwendig waren, um die Konstruktion dieser Maschinen möglich zu machen und sinnvoll erscheinen zu lassen.
- ▶ Und welches waren die **revolutionärsten** Ideen in diesem Kontext?

Drei Entwicklungsstränge

- ▶ Schaut man sich die Entwicklung des Computers an, so sind (mindestens) drei Entwicklungsstränge zu erkennen, die zu einer gewissen Reife kommen mussten, um heutige Digitalcomputer zu ermöglichen:
 1. Die **Techniken zur Automatisierung** von mechanischen Vorgängen (auch Rechenvorgängen) musste soweit entwickelt werden, dass die automatische Verarbeitung von Informationen sinnvoll wird.
 2. Die **mathematischen Grundlagen** mussten gelegt werden, damit Maschinen zur automatischen Verarbeitung von Information denkbar wurden.
 3. Die **Basistechnologien** (Mechanik, Elektromechanik, Elektronik) zur Verarbeitung und Speicherung von Daten mussten weit genug entwickelt werden, damit es möglich wurde solche Maschinen (wirtschaftlich) zu bauen.

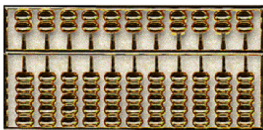
Die jüngste Geschichte

- ▶ Mitte des 20. Jahrhunderts hatten sich die drei Stränge soweit entwickelt, dass die ersten **elektronischen, programmgesteuerten** Rechenmaschinen konstruiert und eingesetzt wurden.
- ▶ Seit Mitte der 50er/Anfang der 60er Jahre entwickelt sich **Computer Science** in Großbritannien und England aus der Mathematik und der Elektrotechnik heraus.
- ▶ In den späten 60ern entstand dann in Deutschland die **Informatik**: Gründung der GI und erste Informatik-Studiengänge.
- ▶ Seitdem stürmische Entwicklung (exponentielle Entwicklung, was Leistungsfähigkeit und Durchdringung der Gesellschaft angeht)

28.2 Die Wurzeln der Informatik

Die Wurzeln der Informatik (1)

- ▶ ca. 3. Jhdt. v. Chr: In China wird der **Abakus** erfunden



- ▶ 3. Jhdt. v. Chr.: *Philon von Byzanz* schreibt ein Buch über **Automaten**
- ▶ 1. Jhdt. nach Chr.: *Heron von Alexandria* beschreibt in *Mechanica* einfache **Automaten** (Windkessel)
- ▶ 5. Jhdt: Das **Dezimalsystem** entsteht in Indien

Die Wurzeln der Informatik (2)

- ▶ 9. Jhdt.: Der persische Mathematiker *Ibn Al-Chwarisni* (der Namenspatron für das Wort **Algorithmus**) schreibt das Lehrbuch *Regeln der Wiedereinsetzung und Reduktion*.
- ▶ 1202: *Fibonacci* publiziert sein Buch *Liber abbaci*, in dem er nicht nur die Fibonacci-Folge einführt, sondern auch das Rechnen mit Brüchen und **Dezimalzahlen** beschreibt, das er von seinen Reisen nach Asien mitgebracht hat.

28.3 Automaten und Rechenmaschinen in der Neuzeit

1623 – Die erste mechanische Rechenmaschine



Photo: Herbert Klaeren

Die **erste urkundlich erwähnte Rechenmaschine** (Addition und Subtraktion) wurde 1623 von **Wilhelm Schickard** in Tübingen für seinen Freund Kepler gebaut. Vermutlich ging die Maschine bei einem Brand verloren. Es gibt aber Konstruktionszeichnungen, nach denen die Maschine nachgebaut wurde. Sie hatte vermutlich Probleme mit Überträgen.

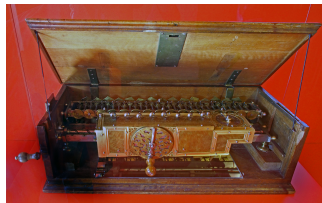
1641 – Der Pascalsche Rechner



Photo: David Monniaux

Blaise Pascal erfand 1641 für seinen Vater, der oberster Steuereinnehmer für die Normandie war, eine mechanische Rechenmaschine (für Addition), die später *Pascaline* genannt wurde. Später wurde die Maschine um Subtraktion ergänzt. Die Herstellung der Maschine war aber so teuer, dass es kein Massenartikel wurde. Außerdem war auch sie nicht 100% zuverlässig.

1673 – Leibniz' Rechenmaschine und das Binärsystem



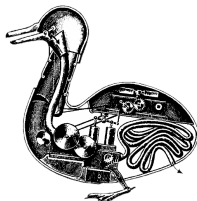
Die *Leibnizsche* Rechenmaschine ist ein Meilenstein. Er erfindet das *Staffelwalzenprinzip* zur schnellen Multiplikation. Sie wird 1673 der Royal Society demonstriert. Allerdings vermutet man, dass es wegen der feinmechanischen Probleme nie eine völlig fehlerfrei arbeitende Maschine gab.

Leibniz stellt auch erste Überlegungen zum Einsatz des *Binärsystems* für Rechenmaschinen an.

Leibniz Motivation:

Es ist unwürdig, die Zeit von hervorragenden Leuten mit knechtischen Rechenarbeiten zu verschwenden, weil bei Einsatz einer Maschine auch der Einfältigste die Ergebnisse sicher hinschreiben kann.

1737 – Mechanische Flötenspieler und Enten

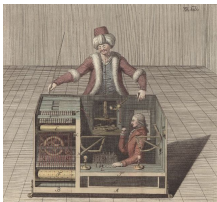


Jacques de Vaucanson wurde als Konstrukteur von Automaten bekannt. 1737 baute er einen **mechanischen Flötenspieler**, der ein Repertoire von zwölf Liedern hatte und auf einer mechanischen Stiftwalze mit zwei Bewegungsrichtungen basierte. Als sein Meisterwerk gilt jedoch seine **mechanische Ente**. Sie bestand aus mehr als 400 beweglichen Einzelteilen, konnte mit den Flügeln flattern, schnattern und Wasser trinken. Seine treibende Idee war, einen künstlichen Menschen zu schaffen.

1745 – Der erste vollautomatische Webstuhl

Jacques de Vaucanson wird 1741 zum Chefinspekteur der französischen Seidenmanufakturen ernannt. In dieser Funktion trieb er die maschinelle Produktion voran und baute 1745 den ersten **vollautomatischen Webstuhl**. Hier wurden erstmals **hölzerne Lochkarten** eingesetzt. Der Webstuhl wurde aber wenig beachtet, da der Mechanismus zu aufwendig für das Resultat war.

1769 – Der Schachtürke



Der österreichisch-ungarische Hofbeamte und Mechaniker *Wolfgang von Kempelen* konstruierte 1769 den so genannten *Schachtürken*, einen vorgeblichen *Schachroboter*. Kempelen ließ das Publikum aber immer im Ungewissen über den zugrunde liegenden Mechanismus. Trotz der menschlichen Steuerung eine hohe mechanische Leistung und auf jeden Fall eine *Inspiration*!

28.4 Die industrielle Revolution: Das 19. Jahrhundert

1801 – Automatische Webstühle



Photo: Markus Schweiß

Joseph-Marie Jacquard, der selbst an der Verbesserung der Webstühle gearbeitet hatte, entdeckt 1804 die zerlegten Reste einer von **Vaucansons Webmaschinen**.

Er kombiniert diese mit **österreichischen Musterwebstühlen**.

1806 werden die Webstühle zu öffentlichem Eigentum erklärt und Jacquardt erhält eine lebenslange Rente und Lizenzzahlungen.

Bis 1812 sind 18000 Jacquard-Webstühle in Gebrauch.

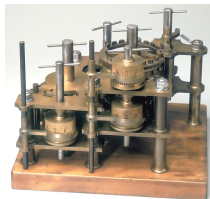
1822 – *Difference Engine*: Die Idee

Beobachtung: Die n -te Ableitung eines Polynoms n -ten Grades ist *konstant*. Wenn man also eine **Liste** von Funktionswerten erstellen will, muss man lediglich **konstante Differenzen** addieren. Sei p ein Polynom 3. Grades, dann ist p''' konstant:

$$\begin{aligned} p''(x) &= p(x-1) + p''' \\ p'(x) &= p'(x-1) + p''(x) \\ p(x) &= p(x-1) + p'(x) \end{aligned}$$

Da mit Polynomen viele mathematische Funktionen approximiert werden können, kann man so mechanisch Tabellen für viele solche Funktionen erstellen.

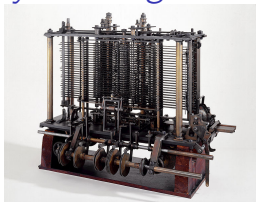
1822 – Babbage demonstriert die *Difference Engine*



Charles Babbage demonstriert seine in zwei Jahren gebaute *Difference Engine* und erhält Fördermittel, um eine noch bessere Maschine zu erstellen, die jedoch nie fertig gestellt wird. Der erste Prototyp ist leider verschollen.

Später, ab 1860, erfolgreicher Einsatz von solchen Maschinen zur Berechnung von Tabellen.

1833 – Babbages *Analytical Engine*



Teil der *Analytical Engine*, Science Museum London

Ab 1833 widmete sich Babbage dem Entwurf der **Analytical Engine** (<http://www.youtube.com/watch?v=QVxbNZWLP60>) – die aber nie gebaut wurde.

Inspiziert durch die lochkartengesteuerten Webstühle sollte die *AE* programmgesteuert rechnen:

We may say most aptly, that the Analytical Engine weaves algebraical patterns just as the Jacquard-loom weaves flowers and leaves. (Lady Ada Lovelace)

Der Entwurf beinhaltet neben Programmierbarkeit, die Wiederwendbarkeit von Zwischenergebnissen, die Aufteilung in Speicher und Rechenwerk, und den Transfer von Werten zwischen diesen.

1843 – Ada Lovelace schreibt das erste Programm



Ab 1833 interessiert sich *Lady Ada Lovelace* für die Idee der *Analytical Engine*.

1843 übersetzt sie einen Artikel über die *AE* aus dem Italienischen ins Englische und ergänzt ihn um viele Anmerkungen.

Unter anderem legt sie einen schriftlichen Plan vor, **Bernoulli-Zahlen** zu berechnen, der auch **Schleifen** enthält.

Sie wird deshalb als **erste Programmierin** angesehen und die Programmiersprachen **Ada** wurde nach ihr benannt.

1850 – Serienproduktion von Rechenmaschinen



Um 1850 begann *Charles Xavier Thomas de Colmar* mit der weltweit ersten **Serienproduktion** von Rechenmaschinen. Er betrieb seine Rechenmaschinenproduktion nur nebenbei, da er Direktor zweier Versicherungsgesellschaften war. Der Bau und Vertrieb der Rechenmaschinen war allerdings ein Zuschussgeschäft, der Verkaufspreis lag unter den Selbstkosten.

28.5 Das 20. Jahrhundert

1936 – Die Church-Turing-These

1936 veröffentlicht *Alan Turing* den Artikel *On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem*. In diesem führt er u.a. ein:

- ▶ das Konzept der *Turing-Maschine* (damals *Logical Computing Machine*), als Abstraktion eines universellen Rechenautomaten;
- ▶ die *universelle Turing-Maschine*, eine Turing-Maschine, die alle anderen Turing-Maschinen simulieren kann;
- ▶ und beweist, dass die Turing-Maschine gleich mächtig wie das Churchsche Lambda-Kalkül ist, was später zur so genannten *Church-Turing-These* führt:

Die Klasse der turing-berechenbaren Funktionen stimmt mit der Klasse der intuitiv berechenbaren Funktionen überein.

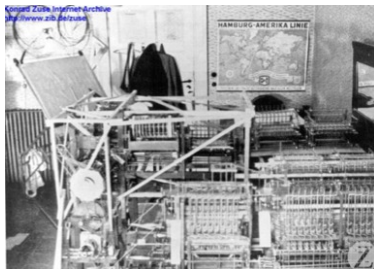
Turing – Kryptoanalyse, Turing-Test, usw.



Alan Turing war auch an anderen Stellen sehr aktiv:

- ▶ Bei der Kryptoanalyse im 2. Weltkrieg war er eine der wichtigsten Personen bei der Entschlüsselung der **Enigma-Kodierung**.
- ▶ Er wirkt am Design eines frühen Computers (**ACE**) mit.
- ▶ Er schlug den **Turing-Test** als Gedankenexperiment vor, um die Frage, ob eine Maschine Intelligenz besitzen könne, zu operationalisieren.
- ▶ Die höchste Auszeichnung im Gebiet Informatik – der **Turing-Preis** – ist nach ihm benannt.

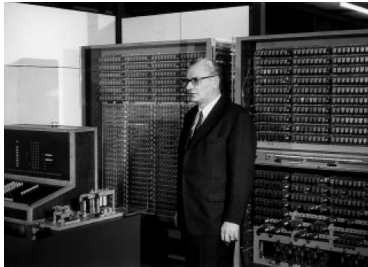
1937 – Z1, ein letzter mechanischer Versuch



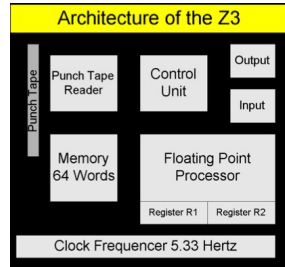
Original Z1 in elterlicher Wohnung

Seit 1935 arbeitete der Bauingenieur Konrad Zuse an einer **programmgesteuerten**, mechanischen Rechenmaschine, die mit **binärer Darstellung** von **Gleitkommazahlen** arbeitete. Das Programm wurde auf Filmstreifen gestanzt. Die Maschine wurde 1937 fertig gestellt. Leider verhakten sich die mechanischen Stellglieder regelmäßig (auch bei späteren Nachbauten). Zuse entwarf und baute dies alles ohne von Boole, Babbage oder Turing zu wissen.

1941 – Z3, der erste funktionierende Computer der Welt

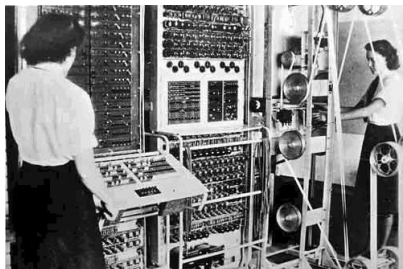


Zuse vor Z3-Nachbau



Die **Z3** (<http://www.youtube.com/watch?v=aUXnhVrT4CI>), die auf der Z1 aufbaut, war der erste **funktionsfähige Digitalrechner** weltweit und wurde 1941 von Konrad Zuse in Zusammenarbeit mit Helmut Schreyer in Berlin gebaut. Die Z3 wurde in elektromagnetischer Relais-technik mit 600 Relais für das Rechenwerk und 1600 Relais für das Speicherwerk ausgeführt: 64 Gleitkommazahlen werden in 22 Bit dargestellt. Das Original wurde im Krieg zerstört.

1943 – streng geheim: Colossus



In Großbritannien wurde 1943 ein **codebrechender Spezialrechner** in Betrieb genommen. Er bestand aus 2500 Röhren und war in der Lage, den deutschen **Lorenz**-Code zu knacken.

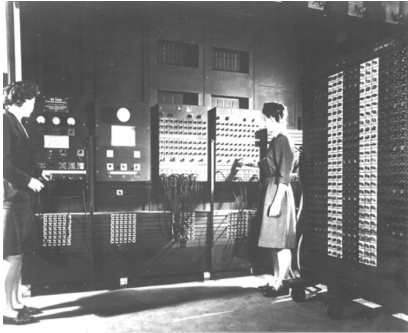
Das Projekt war streng geheim und bis 1970 war davon nichts bekannt. Die Reprogrammierbarkeit war allerdings begrenzt und musste durch Umstecken von Verbindungen erfolgen.

1946 – ENIAC, erster (?) elektronischer Rechner

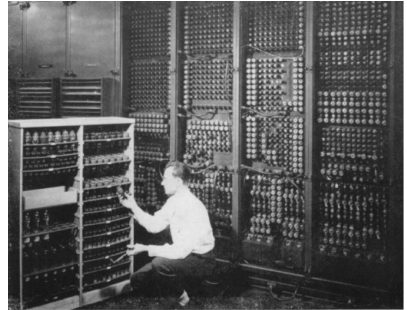
ENIAC war der erste in der Öffentlichkeit bekannte elektronische Rechner (<http://www.youtube.com/watch?v=goi6NAHMKog>)

- ▶ Komponenten: 17.468 Elektronenröhren (1000 Stunden MTBF), 7.200 Dioden, 1.500 Relais, 70.000 Widerständen und 10.000 Kondensatoren
- ▶ Gewicht: 150 Tonnen
- ▶ Verlustleistung: 150 kW
- ▶ Rechenleistung: 5000 Additionen oder 300 Multiplikationen pro Sekunde
- ▶ Programmierung durch „Stöpseln“
- ▶ Keine Trennung von Speicher und Rechenwerk, keine binäre Darstellung, keine Programmverzweigung

ENIAC-Bilder



ENIAC Programmiererinnen



Replacing a bad tube meant checking among ENIAC's 19,000 possibilities.

ENIAC Röhrenaustausch

1945 – Von-Neumann-Architektur: Speicherprogrammierbarkeit

In seinem Papier *First Draft on the Report of EDVAC* schlägt **John von Neumann** das Prinzip vor, das Programm innerhalb des Computerspeichers abzulegen, damit die Instruktionen schnell genug abgearbeitet werden können und führt die **von-Neumann-Architektur** ein.

John Presper Eckert und John William Mauchly (die Architekten von ENIAC), die eng mit von Neumann zusammen arbeiteten, melden aber auch Urheberrecht an der Idee an.

1948/49 – Die ersten speicherprogrammierbaren Rechner

- ▶ 1948: **Baby** (UK, Manchester; Turing, Williams Kilburn) – erster speicherprogrammierbarer Computer (unabhängig von von Neumann entwickelt). Speicher: *Kathodenstrahlröhren*
- ▶ 1949: **Manchester Mark I** und **Ferranti Mark I** (1. kommerzieller Rechner) von dem selben Team
- ▶ 1949: **EDSAC** (UK, Cambridge; Wilkes)
<http://www.youtube.com/watch?v=6v4Juzn10gM>. Speicher: *Schallausbreitung in Quecksilber*
- ▶ 1949: **EDVAC** (USA, Eckert, Mauchly, von Neumann). Speicher: Röhren.

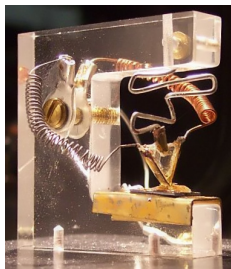
Das erste Computerprogramm

A program was laboriously inserted and the start switch pressed. Immediately the spots on the display tube entered a mad dance. In early trials it was a dance of death leading to no useful result, and what was even worse, without yielding any clue as to what was wrong. But one day it stopped, and there, shining brightly in the expected place, was the expected answer. It was a moment to remember. This was in June 1948, and nothing was ever the same again. (F. C. Williams)



Kilburn und Williams vor Baby

1948 – Der Transistor

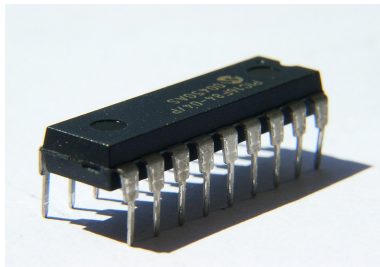


Nachbau des ersten Transistors

Shockley, *Bardeen* und *Brattain* entwickeln den ersten Transistor an den *Bell Labs* im Jahre 1948 und erhalten 1956 dafür den Nobelpreis für Physik.

Der Transistor verdrängt langsam die Röhre als Verstärker und Schalter. Speziell ermöglicht er die Erstellung integrierter Schaltungen.

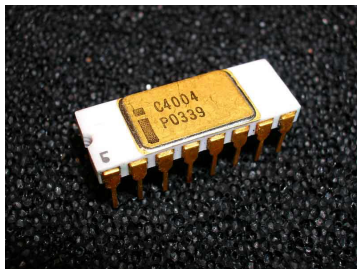
1958/59 – Integrierte Schaltkreise



Der erste Schritt zur Miniaturisierung durch ICs wurde 1958 getan: *Jack Kilby* entwickelte ein Flipflop bestehend aus zwei Bipolar-Transistoren, die auf einem Germaniumsubstrat montiert wurden.

1959 meldete *Robert Noyce* aus einem einzigen einkristallinen Substrat gefertigte integrierte Schaltkreise als Patent an.

1971 – Der erste Mikroprozessor



Der Intel 4004 ist ein 4-Bit-Mikroprozessor des Mikrochipherstellers **Intel**, der 1971 auf den Markt kam. Er gilt als der erste Ein-Chip-Mikroprozessor, der in Serie produziert und am freien Markt vertrieben wurde.

Auf dem Chip waren 2300 Transistoren integriert.

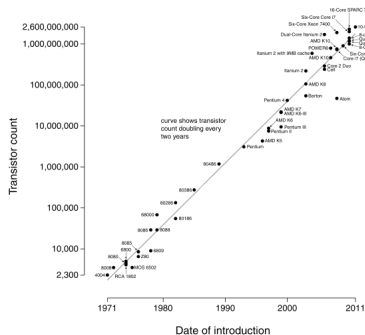
Heutige Mikroprozessoren haben rund 2 Milliarden Transistoren pro Chip!

Das Mooresche „Gesetz“

Gordon Moore äußerte 1965, dass er erwartet, dass sich die Komplexität integrierter Schaltungen (= Anzahl Schaltkreiskomponenten pro Chip) regelmäßig alle 12 Monate **verdoppelt**.

1975 korrigierte er das zu alle **24 Monate**. Dies scheint sich auch im Wesentlichen zu bewahrheiten.

Microprocessor Transistor Counts 1971-2011 & Moore's Law



Einige weitere ausgewählte Meilensteine

- ▶ 1956: In Dartmouth findet initiiert von *John McCarthy* ein Workshop statt, auf dem das Gebiet der **Artificial Intelligence** entsteht.
- ▶ 1969: Das **Arpanet** als Vorläufer des Internet entsteht als Netz von Universitäten, die für das amerikanische Verteidigungsministerium forschen.
- ▶ 1983: Um verschiedene Netze zu koppeln, wird das **Internet Protokoll** eingeführt.
- ▶ 1989: *Tim Berners-Lee* entwickelt am CERN die Grundlagen des **WWW**.
- ▶ 1993. Der erste **Webbrowser** *Mosaic* wird veröffentlicht.
- ▶ 1997: Das Schachprogramm **Deep Blue** schlägt den amtierenden Schachweltmeister Garri Kasparow.
- ▶ 1998: Die Suchmaschine **Google** geht online.
- ▶ 2011: Das Programm **Watson** gewinnt eine Partie *Jeopardy* gegen menschliche Gegner.

Ausblick

- ▶ Welches war die **wesentlichste** Entdeckung/Technik für die Entwicklung der Informatik?
- ▶ Niemand hat „den Computer“ erfunden!
- ▶ Die angestoßene technologische Entwicklung ist immer noch in voller Fahrt (Moore'sches „Gesetz“).
- ▶ Allerdings geht die Entwicklung heute mehr in die **Parallelität** als in Geschwindigkeitssteigerung.
- ▶ Die Übernahme von mehr Funktionen durch **eingebettete Systeme** und **intelligente Assistenten** (Siri) hält an.
- ▶ Fragen, die sich heute stellen, sind u.a. die nach **Sicherheit** (gegen Abhören und Einbrüche) und **Privatsphäre**.