



www.uni-frankfurt.de

Modul: B-PRG1

Grundlagen der Programmierung 1 und Einführung in die Programmierung EPR

V01a Ergänzung: Die Vielgestalt moderner Computer

Prof. Dr. Detlef Krömker
 Professur für Graphische Datenverarbeitung
 Institut für Informatik
 Fachbereich Informatik und Mathematik (12)

Lernziele

- Sie sollten die historisch relevanten Analogcomputer kennenlernen und wissen, warum diese heute kaum noch genutzt werden.
- Sie sollten sich nur noch einmal vergegenwärtigen, wo überall und in welcher Form Digitalcomputer heute genutzt werden.
- Die wichtigsten Computer-Leistungszahlen kennen.

2 Vorlesung PRG1/EPR – V1
 Computer – Algorithmus - Programm Prof. Dr. Detlef Krömker




Inhalt

- Analogcomputer
- Die Vielgestalt heutiger Digital-Computer
- Leistungsmessung bei Computern

3
Vorlesung PRG1/EPR – V1
Computer – Algorithmus - Programm
Prof. Dr. Detlef Krömer




Digitalcomputer – Analogcomputer

Unsere Definition ist eingeschränkt auf **Digitalrechner**, also solche Rechner, die mit diskreten, endlichen Zahlenmengen oder Zeichenmengen arbeiten (informationstragenden Größen = Daten)

Historisch gibt es eine andere Art: die **Analogcomputer** oder **Analogrechner**:

Sie repräsentieren ihre Daten nicht als **diskrete** Werte, sondern als kontinuierliche (analoge) Größen, zum Beispiel in Form von geometrischen Längen oder Winkeln (mechanisch, z.B. Rechenschieber, Planimeter) oder **elektrischen Spannungen oder Strömen**.

4
Vorlesung PRG1/EPR – V1
Computer – Algorithmus - Programm
Prof. Dr. Detlef Krömer




<h2 style="text-align: center; margin: 0;">Digitalrechner</h2> <p>Frage: "Was sind Bausteine des Programmierens?"</p> <p>Elementare Operatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> ▸ Addition, Subtraktion, Konkatenation, etc. ▸ Zuweisung: $A = B, A := B, A \leftarrow B$ ▸ Verzweigung if <Bedingung> then ... <p>elementares Rechnen, Vergleichen, Ersetzen</p>	<h2 style="text-align: center; margin: 0;">Analogrechner</h2> <p>Elementare Operatoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▸ Summierer, Multiplizierer, Inverter Integratoren, Differentiatoren ▸ Funktionsgeber (Sinus, Sprung, Impuls, etc.), ▸ Verbindungen, Koeffizienteneinsteller <p>Löst gewöhnliche Differentialgleichungen</p>
---	--

5 Vorlesung PRG1/EPR – V1
Computer – Algorithmus – Programm
Prof. Dr. Detlef Krömer




Programm und Ausgabe eines Analogrechners



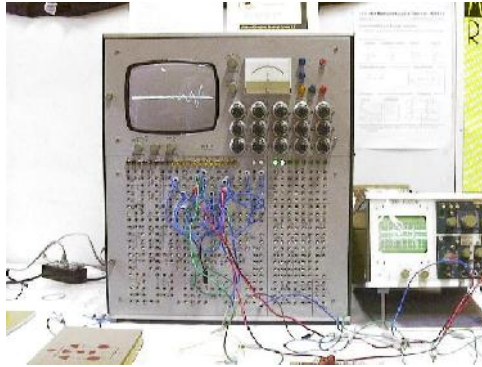
Programm eines Analogrechners



Ausgabe

6 Vorlesung PRG1/EPR – V1
Computer – Algorithmus – Programm
Prof. Dr. Detlef Krömer

... und so sah das aus!



Bildquelle:
iee.et.tu-dresden.de

7

Vorlesung PRG1/EPR – V1
Computer – Algorithmus – Programm

Prof. Dr. Detlef Krömkner

Nachteile des Analogcomputers

Entscheidendes Problem analoger Rechner ist die **Genauigkeit**, bedingt durch unvermeidliches **Rauschen** (Störsignale).

Wir können (auch z. Zt.) nur Messgeräte bauen, die einen maximalen Messbereich von **6–7 Zehnerpotenzen** aufweisen und damit

→ das Gewicht eines Lkws **gerade noch aufs Gramm** genau angeben, aber z.B. **nicht** den Umsatz eines Großunternehmens in Cent genau oder die Berechnung einer Flugbahn zum Mars durchführen

Nur bis in die 70er Jahre waren Analogrechner gebräuchlich. Die digitale Mikroelektronik war danach so leistungsfähig, dass man sie auch zur Integration, Differentiation, usw. nutzen konnte – ohne die genannten Nachteile.

8

Vorlesung PRG1/EPR – V1
Computer – Algorithmus – Programm



Prof. Dr. Detlef Krömkner





Vielgestalt des heutigen Computers

- die meisten Computer sind als solche teilweise kaum erkennbar:
ubiquitous (allgegenwärtig) als **embedded System** im Handy, **im Auto**, in der Waschmaschine, ...
- **smart watches**, ...
- **PDA (Handy, Smartphone, Tablett): Personal Digital Assistant**
- **Laptop** (= "Auf dem Schoß"), oder **Notebook**
- **Arbeitsplatzrechner** (Desktop Computer, Personalcomputer, PC):
- **Server** (Pendant zum Arbeitsplatzrechner, bietet zentrale Dienste)
- **Host** (mehrere Server)
- **Mainframe** (Großrechner Host: Server für *max. Benutzer Transaktionen*)
- **Supercomputer** (maximale Rechenleistung – TeraFlops – PetaFlops)

9
Vorlesung PRG1/EPR – V1
Computer – Algorithmus – Programm
Prof. Dr. Detlef Krömker



Supercomputer

sind Hoch-(Höchst-)leistungsrechner, die zum Zeitpunkt ihrer Einführung im obersten realisierbaren Leistungsbereich operieren, siehe <http://www.top500.org> (Halbjährlich wird die Liste der 500 schnellsten Supercomputer veröffentlicht) .

Typisches Merkmale eines heutigen Supercomputers sind seine große Anzahl an Prozessoren (einige Hundert bis einige Hunderttausend),

i.d.R. sehr großer Hauptspeicher.

Zum Vergleich: Sämtliche Berechnungen **aller** Computer weltweitaufaddiert, im Zeitraum von 1960 bis 1970 (in 10 Jahren) könnte ein heutiger Supercomputer in etwa 3 Minuten durchführen.

10
Vorlesung PRG1/EPR – V1
Computer – Algorithmus – Programm
Prof. Dr. Detlef Krömker







...nd so sehen sie aus



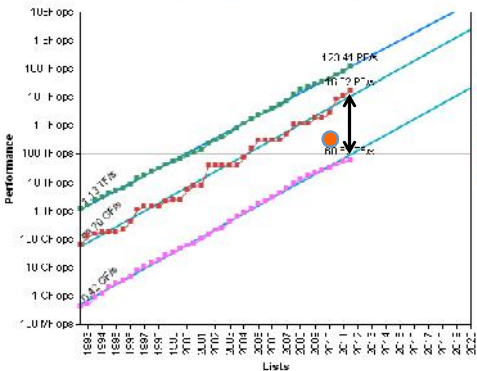
11
Vorlesung PRG1/EPR – V1
Computer – Algorithmus – Programm
Prof. Dr. Detlef Krömer





Performance Supercomputer (Juni 2012)

Projected Performance Development

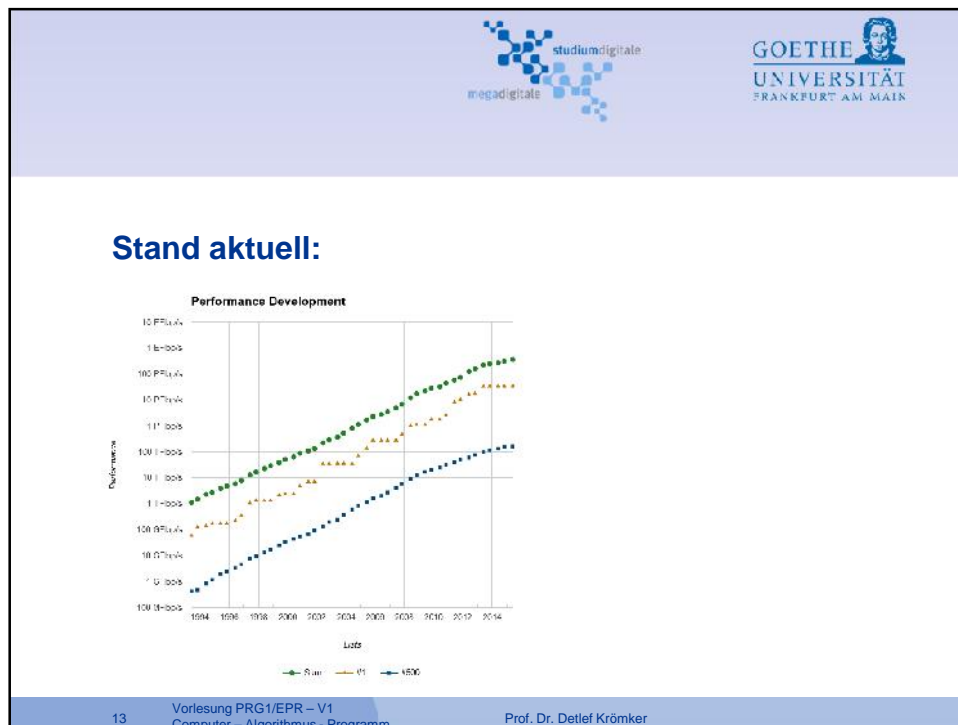


Entwicklung zeigt: Erhöhung um den Faktor 2 jedes Jahr.

● Der Frankfurter LOEWE-CSC-Rechner

Aus: http://www.top500.org/lists/2012/06/performance_development

12
Vorlesung PRG1/EPR – V1
Computer – Algorithmus – Programm
Prof. Dr. Detlef Krömer



studiumdigitale
megadigitale

GOETHE
UNIVERSITÄT
FRANKFURT AM MAIN

CPU/GPU cluster "LOEWE-CSC" an der Goethe-Universität

Performance:


- CPUs performance (dp): 176 TFlop/s (peak)
- GPUs performance (sp): 2.1 PFlop/s (peak)
- GPUs performance (dp): 599 TFlop/s (peak)
- **Cluster performance HPL: 299.3 TFlop/s**
- **Energy efficiency Green500: 740.78 MFlop/s/Watt**


▸ Hardware:

- 832 nodes in 34 water-cooled racks,
- 20,928 CPU cores plus 778 GPGPU hardware accelerators,
- 56 TB RAM and over 2 PB aggregated disk capacity.

▸ Installed in late 2010 at Industriepark Höchst.

14 Vorlesung PRG1/EPR – V1
Computer – Algorithmus – Programm Prof. Dr. Detlef Krömer






Zum Vergleich: Top 500 und Green 500 (June 2012)


Ra nk	Site	Computer/Y ear Vendor	Cores	R _{max}	R _{peak}	Power in KW	Mflops /Watt	Ra nk
1	DOE/NNSA/ LLNL United States	Sequoia / 2011 IBM	1,572,864	16324.8	20132.7	7890.0	2069	20
4	Leibniz Rechenzentrum Germany	SuperMUC / 2012 IBM	147,456	2897.0	3185.1	3422.7	911 (846)	39
8	Forschungszentr um Juelich (FZJ) Germany	JuQUEEN - / 2012 IBM	131,072	1380.4	1677.7	657.5	2099	10
59	Universität Frankfurt Germany	LOEWE- CSC / 2010 Clustervision	16,368	299.3	508.5	416.8	(741) 718	77

15

Vorlesung PRG1/EPR – V1
Computer – Algorithmus – Programm

Prof. Dr. Detlef Krömkner


 Chair of Energy Efficient Computing


 GOETHE
UNIVERSITÄT
FRANKFURT AM MAIN



Zum Vergleich:
Verbrauch eines Einpersonenhaushalts :
2700 KWh/Jahr 300 Watt,
von mehr als 50.000 Haushalten

Der Stand heute (June 2015) Rang 1-5

Ra nk	Site	Cores	Rmax (TFlop/s)	Rpeak (TFlop/s)	Power (kW)
1	National Super Computer Center in Guangzhou China	3,120,000	33,862.7	54,902.4	17,808
2	DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory United States	560,640	17,590.0	27,112.5	8,209
3	DOE/NNSA/LLNL United States	1,572,864	17,173.2	20,132.7	7,890
4	RIKEN Advanced Institute for Computational Science (AICS) Japan	705,024	10,510.0	11,280.4	12,660
5	DOE/SC/Argonne National Laboratory United States	786,432	8,586.6	10,066.3	3,945

16 Vorlesung PRG1/EPR – V1
Computer – Algorithmus – Programm



Prof. Dr. Detlef Krömkner

Der Stand heute (June 2015) Rang 6 - 9

Ran k	Site	Cores	Rmax (TFlop/s)	Rpeak (TFlop/s)	Power (kW)
6	Swiss National Super-computing Centre (CSCS) Switzerland	115,984	6,271.0	7,788.9	2,325
7	King Abdullah University of Science and Technology Saudi Arabia	196,608	5,537.0	7,235.2	2,834
8	Texas Advanced Computing Center/Univ. of Texas United States	462,462	5,168.1	8,520.1	4,510
9	Forschungszentrum Juelich Germany	458,752	5,008.9	5,872.0	2,301



17
Vorlesung PRG1/EPR – V1
Computer – Algorithmus – Programm
Prof. Dr. Detlef Krömer

An der Goethe-Uni

- wird der Rechner selbst gebaut (→ Prof. Lindenstruth),
- wird Systemsoftware entwickelt (→ Prof. Kisel),
- werden numerische Anwendungen erforscht (→ Prof. Wittum),
- gewinnt man Preise für Energie-effizientes Sortieren (→ Prof. Meyer),
- ... und gibt es viele interessante Anwendungen: Physik, Chemie, Klimatologie, ..., Bioinformatik

18
Vorlesung PRG1/EPR – V1
Computer – Algorithmus – Programm
Prof. Dr. Detlef Krömer






Leistungsfähigkeit (Performance)

- anfangs sehr grob gemessen in
 - MIPS (Millionen Instruktionen pro Sekunde) und/oder
 - **FLOPS** (Floating Point Operationen pro Sekunde)
= Gleitkommaoperationen (für rationale Zahlen)
geringe Aussagekraft über Laufzeit einer Anwendung
- Frühe 80er-Jahre: Messung durch **Dhrystones** und **Whetstones** durch sogenannte **Benchmarks (fest vereinbarte „künstliche“ Programme** (zu keinem anderen Zweck), die typische Anweisungsfolgen aufweisen)

= typischer Mix von Anweisungen, gibt Anzahl Operationen dieser Mischung an

19
Vorlesung PRG1/EPR – V1
Computer – Algorithmus – Programm
Prof. Dr. Detlef Krömker

Performance (2)

Dhrystone (von Reinhold Weicker 1984 entwickelt)
enthält nur Integer-Operationen (Ganze Zahlen)

sein Name ist ein **Wortspiel** auf den damals sehr populären Gleitkomma-Benchmark Whetstone.

Whetstone (dt. Wetzstein) schon 1976 in den National Physical Laboratories in Großbritannien entwickelt
Er verwendet dazu Fließkomma-Operationen, aber auch Integer-Arithmetik und Zugriffe auf Array-Elemente: [KWIPS oder MWIPS]

20
Vorlesung PRG1/EPR – V1
Computer – Algorithmus – Programm
Prof. Dr. Detlef Krömker



Zusammenfassung

- Die Anzahl der Computer in unserem Lebensumfeld ist enorm!
- Die meisten sind "embedded".
- Die Goethe-Uni ist ein tolles Umfeld fürs Erlernen von Höchstleistungsrechnen.
- Die Leistungsfähigkeit der Rechner verdoppelt sich in etwa jedes Jahr! Die sogenannte Moore's Law sagt zwar Verdopplung alle 18 Monate, aber ...
- **Bitte vergessen Sie nicht, das Quiz zu machen.**