

Vorlesung

Rechnersysteme Sommersemester 2011



Jörg Kaiser
IVS – EOS

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Rechnerklassen

Nach Einsatzgebiet

Nach Leistungsfähigkeit

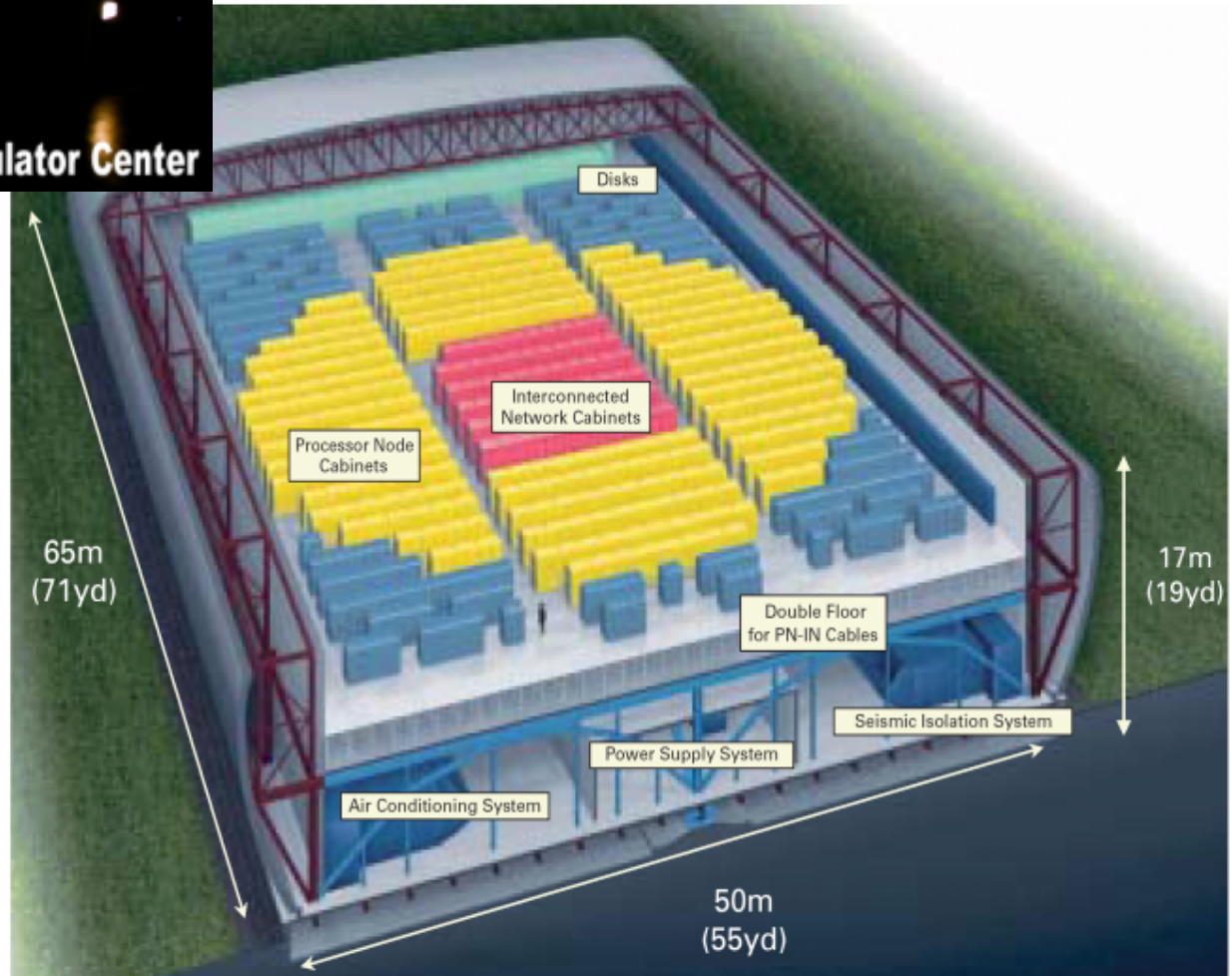
Nach Technologie

Nach Kosten



Superrechner

Earth Simulator NEC



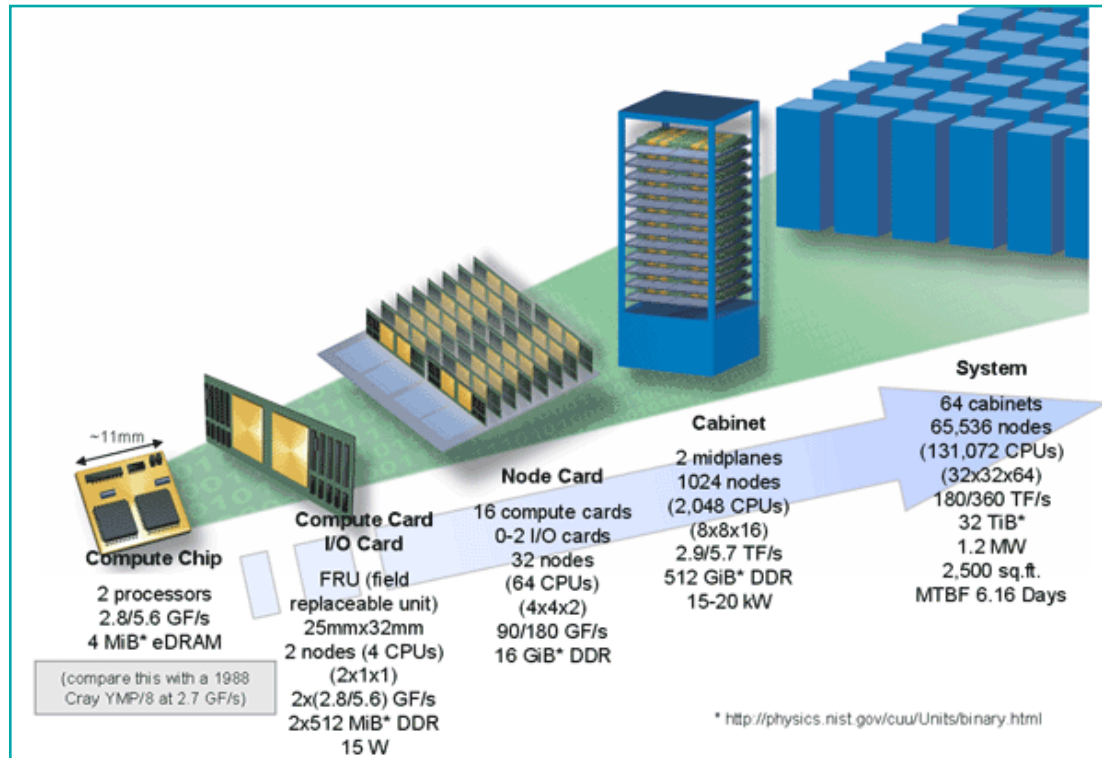
5000 Prozessoren

**Arbeitsspeicher:
10 000 000 000 000**

**Operationen/Sekunde
40 000 000 000 000**



Superrechner



BlueGene IBM



Top 10 der Supercomputer November 2005
(nach Linpack-Benchmark; Rang in Klammern: Juni 2005)

Rang	Hersteller	Rechner	Standort	Rechenleistung (Gigaflops)
1 (1)	IBM	Blue Gene/L, PPC440, 0,7 GHz	Lawrence Livermore National Lab, USA	280 600
2 (2)	IBM	Blue Gene, PPC440, 0,7 GHz	IBM Thomas J. Watson Research Center, USA	91 290
3 (13)	IBM	Asci Purple, P-Series 575, 1,9 GHz	Lawrence Livermore National Lab, USA	63 390
4 (3)	SGI	Columbia, Altix, Itanium 2, 1,5 GHz	NASA Ames Research Center, Moffett Field, USA	51 870
5 (-)	Dell	Thunderbird, Poweredge 1850, 3,66 GHz	Sandia National Labs, Albuquerque, USA	38 270
6 (10)	Cray	Red Storm, XT3, Opteron, 2 Gigahertz	Sandia National Labs, Albuquerque, USA	36 190
7 (4)	NEC	Earth Simulator, SX6 Vektor	Earth Simulator Center, Yokohama, Japan	35 860
8 (5)	IBM	Mare Nostrum, JS20 Cluster, PPC970, 2,2 GHz	Barcelona Supercomputer Center, Spanien	27 910
9 (8)	IBM	Blue Gene, PPC440, 0,7 GHz	Universität Groningen, Niederlande	27 450
10 (11)	Cray	XT3, 2,46 GHz	Oak Ridge National Lab, USA	20 527

Quelle: Jack Dongarra, Hans Werner Meuer, Horst Simon, Erich
Strohmaier
COMPUTER ZEITUNG 46/2005





INTERNATIONAL
SUPERCOMPUTING CONFERENCE

'09

Juni 09,
Hamburg

<http://www.supercomp.de/isc09/News-Press/For-Journalists/Press-Releases>

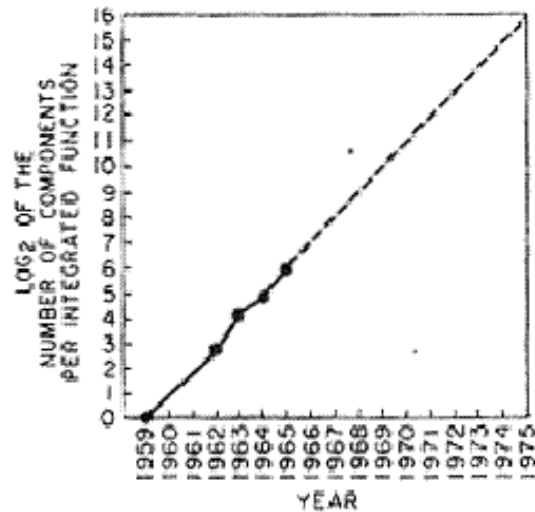
Holding onto the No. 1 spot with **1.105** (1,105 in deutscher Notation: $1,105 \times 10^{15}$!!) **petaflops** (quadrillions of floating point operations per second) is the **Roadrunner system at DOE's Los Alamos National Laboratory** (LANL) which was built by IBM and in June 2008 became the first system ever to break the petaflop/s Linpack barrier. It still is one of the most energy efficient systems on the TOP500.

Maintaining its hold on second place is the **Cray XT5 Jaguar** system installed at the DOE's Oak Ridge National Laboratory. Jaguar reached **1.059 petaflop/s** shortly after its installation but due to its heavy workload no further measurements were possible.

But in third place, a new contender has emerged-- a new **IBM BlueGene/P system** called JUGENE and installed at the Forschungszentrum Juelich (FZJ) in Germany. It achieved **825.5 teraflop/s** (trillions of floating point operations per second) on the Linpack benchmarks and has a theoretical peak performance of just above 1 petaflop/s. FZJ is also home to the new No. 10 system. Called JUROPA, it is built from Bull Novascale and Sun SunBlade x6048 servers and achieved 274.8 Tflop/s.

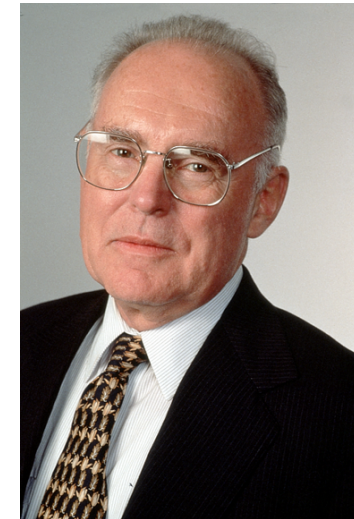


Prozessortechnologie



Gordon Moores Gesetz

Cramming more components onto integrated circuits,
Electronics Volume 38, Number 8,
April 19, 1965



Prozessortechnologie

Die vier wichtigsten Ziele der Prozessorentwicklung:

1. Performance
2. Performance
3. Performance
4. Performance

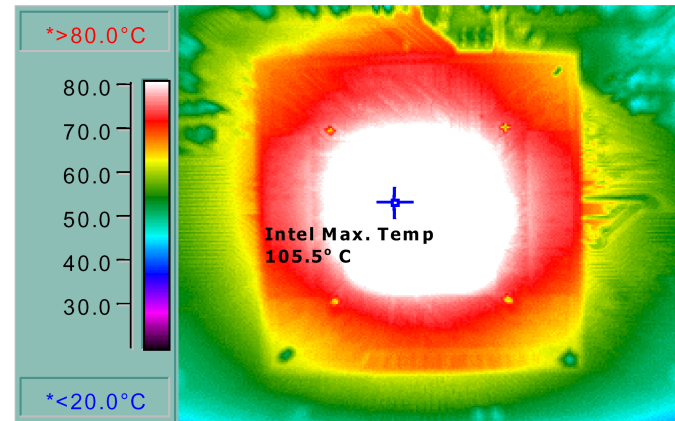
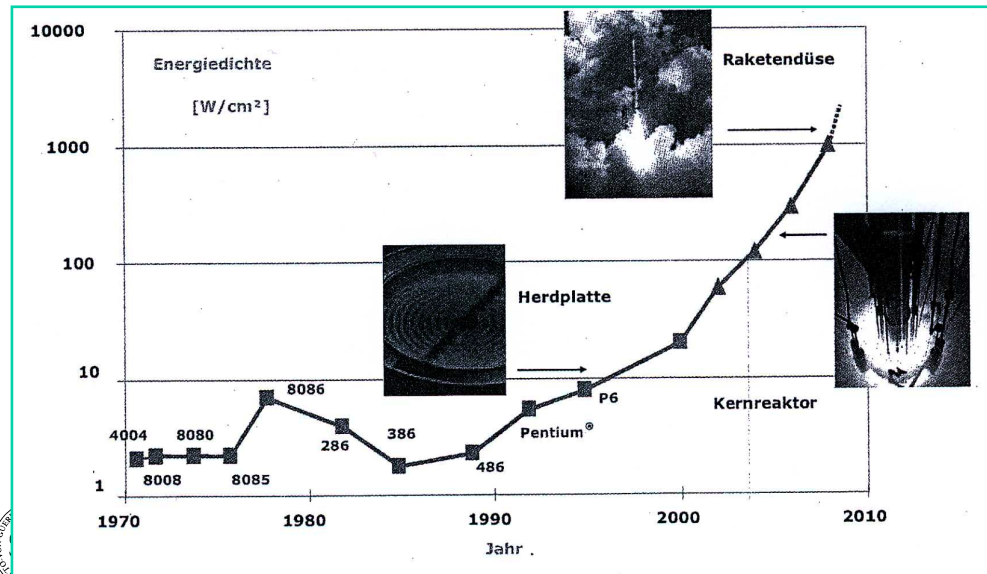


Figure 3. A Pentium III processor plays a DVD at 105° C (221° F).

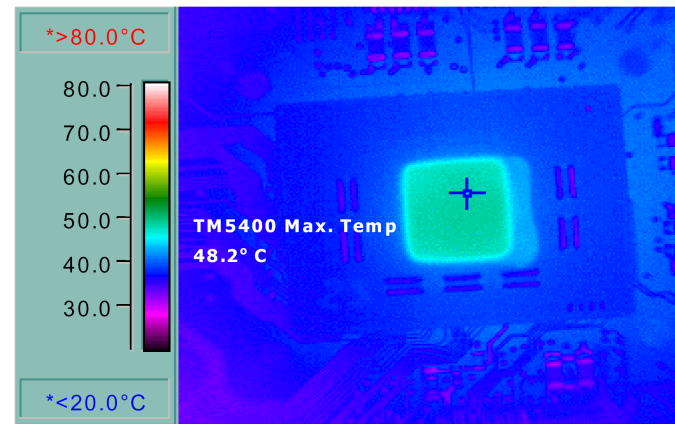
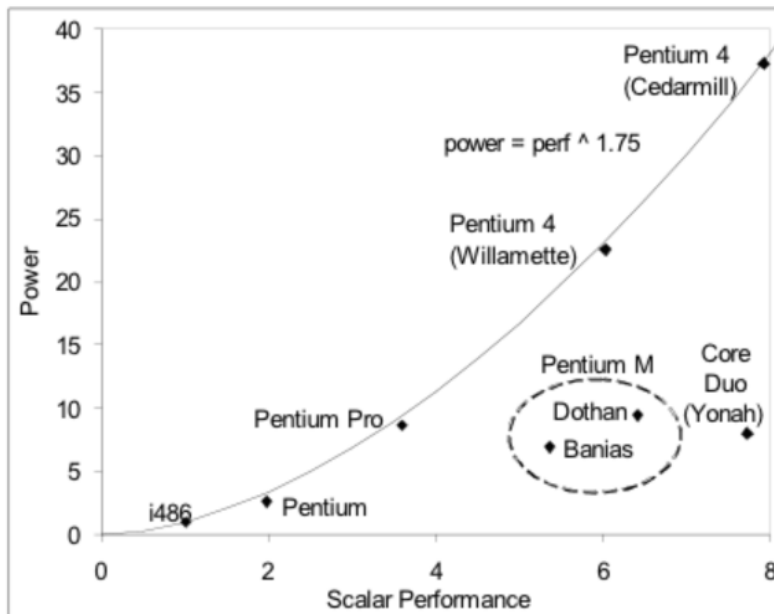


Figure 4. A Crusoe processor model TM5400 plays a DVD at 48° C (118° F).

Performance und Energie Pro Instruktion (EPI)



Product	Normalized Performance	Normalized Power	EPI on 65 nm at 1.33 volts (nJ)
i486	1.0	1.0	10
Pentium	2.0	2.7	14
Pentium Pro	3.6	9	24
Pentium 4 (Willamette)	6.0	23	38
Pentium 4 (Cedarmill)	7.9	38	48
Pentium M (Dothan)	5.4	7	15
Core Duo (Yonah)	7.7	8	11

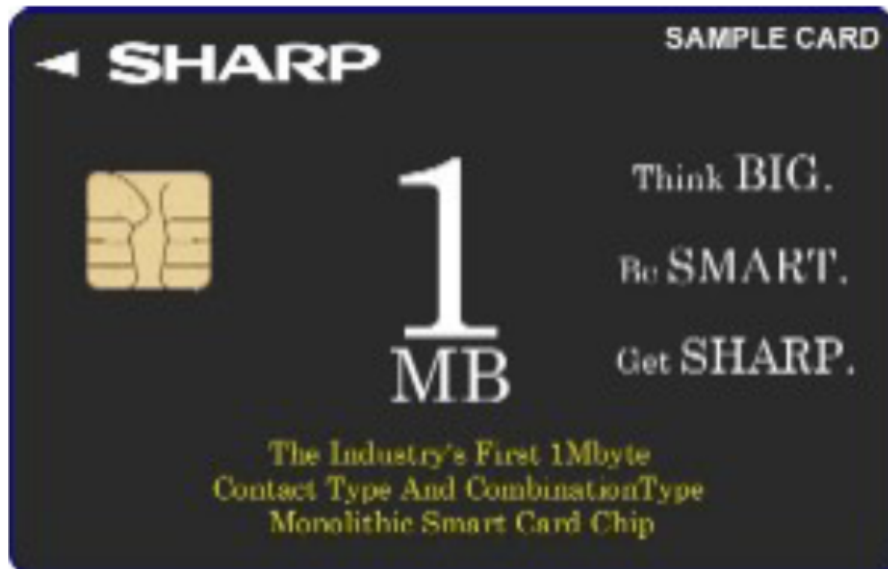
~ 20 MIPS/Watt

~ 100 MIPS/Watt

	ARM7TDMI	Core Duo
Frequency* (MHz)	133	2167
Power † (mW/MHz)	0.06	14
MIPS/Watt	~ 16600	~ 100



Prozessortechnologie



<p>2004 Smart Card (3g)</p>	<p>1981 erster IBM PC (~10kg)</p>
<p>16-32 Bit Prozessor@ 25Mhz 8 KB Hauptspeicher 1-2 MB Flash Kryptographie-Coprozessor Drahtlose Schnittstelle ~500Kb/sec</p>	<p>16 Bit Prozessor@ 5 Mhz 64 KB Hauptspeicher 160 KB Floppy - -</p>



Computer im Taschenformat



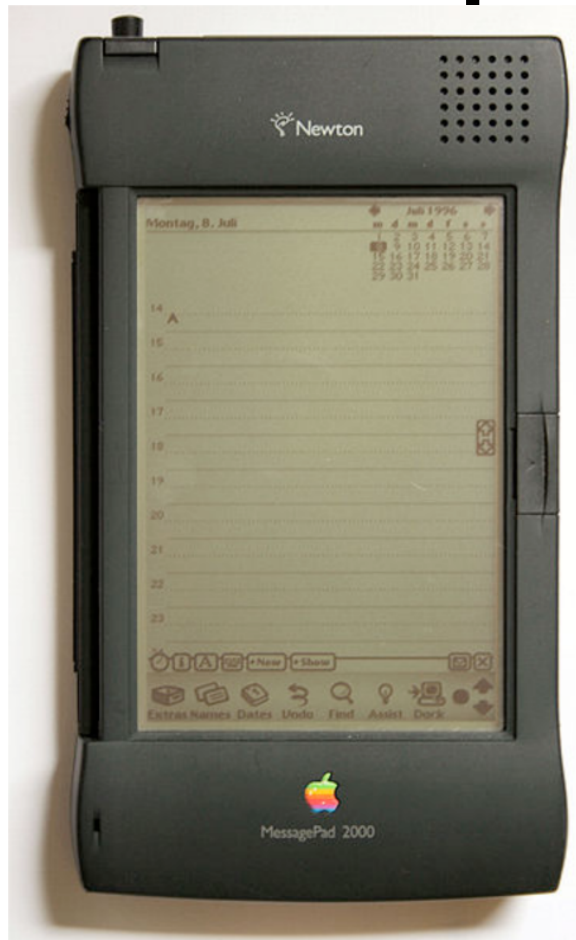
Nokia N8:
680MHz ARM 11 (bis zu 4 CPU Kerne)
“3D Graphics HW Accelerator mit
OpenGL-ES 2.0 support”
256MB of SDRAM und
512 MB Flash Speicher,
GPS, Kompass, Beschleunigung,...

iPhone 5:
ARM Cortex A9-Multicore-Chip
(mit 2 CPU Kernen), ????

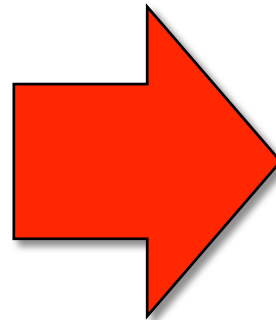
mehrere Netzwerke, Touchscreen, Kamera, Audio, Navigation,



PAD Computer Generationen



Apple Newton
1993 – 1998 †



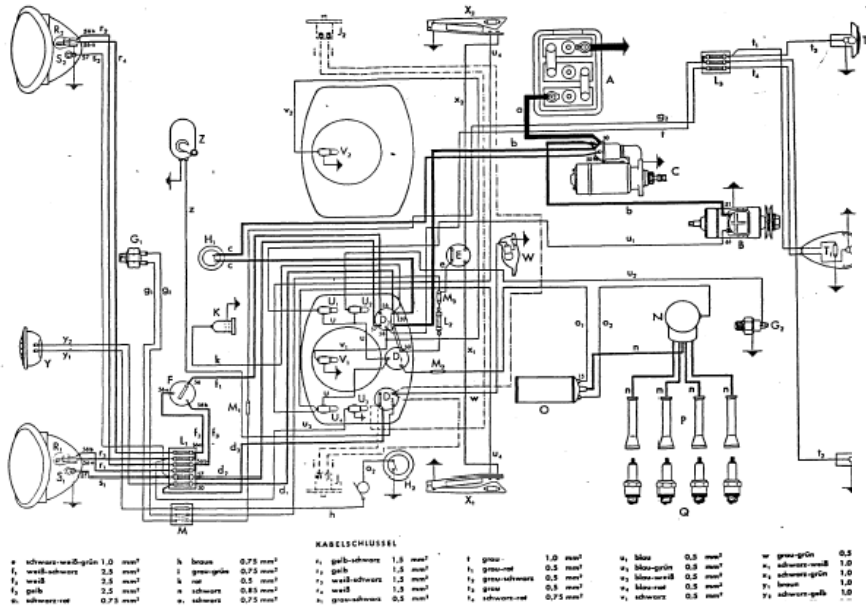
Apple iPad 2
2011



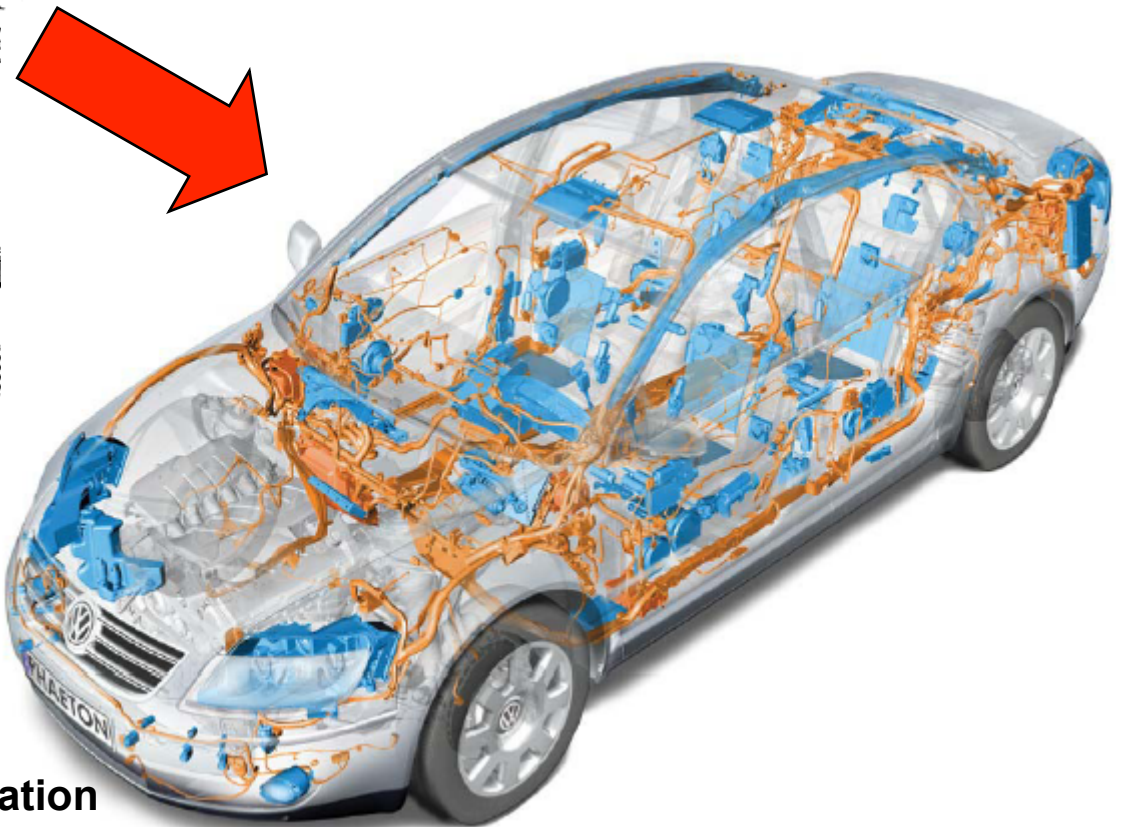
1 GHz Dual-Core Apple A5 SOC (ARM-basiert),
512 (?) MB RAM, 16-64 GB Flash,
Wi-Fi, Kompass, Beschl. Sensor, GPS,
Display 1024 x 768, Gewicht: 601 g,
Mobilfunk.



Elektrischer Schaltplan (Volkswagen)



drastisch erhöhte Komplexität



- 11.136 elektrische/elektronische Bauteile
- 61 ECUs
- Optischer Bus für Unterhaltung und Information
- Proprietärer serieller Bus
- 35 ECUs verbunden über 3 CAN-Busse

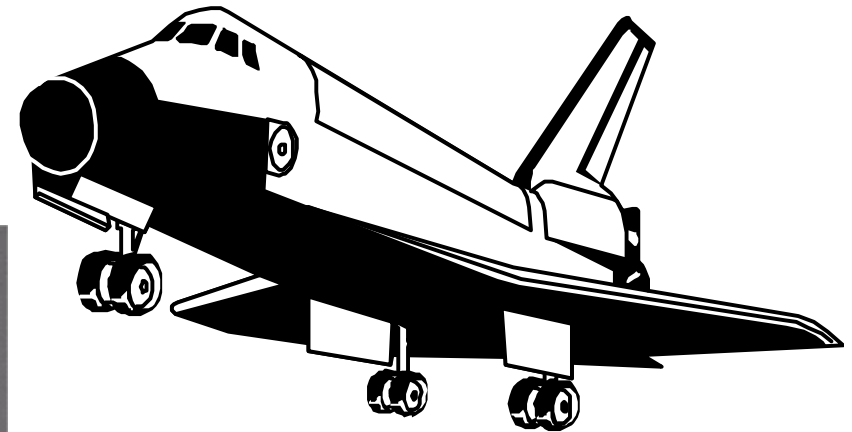


A320 erstes
"fly-by-wire"
Flugzeug

<http://www.luftfahrt.net/galerie/showpix.php?id=3388>



Hochzuverlässige Rechner



- Fünf Computer, 2 verschiedene Typen – jeder Computer besitzt interne Redundanz
- Vier unterschiedliche Softwaretypen von 2 verschiedenen Lieferanten.
- 3 Kabelstränge – B, G, Y, separat durch das Flugzeug geführt.
- Mehrere Aktuatoren kontrollieren eine physische Steueroberfläche.
- Mehrere Computer kontrollieren einen Aktuator.

"Intelligenter Staub"

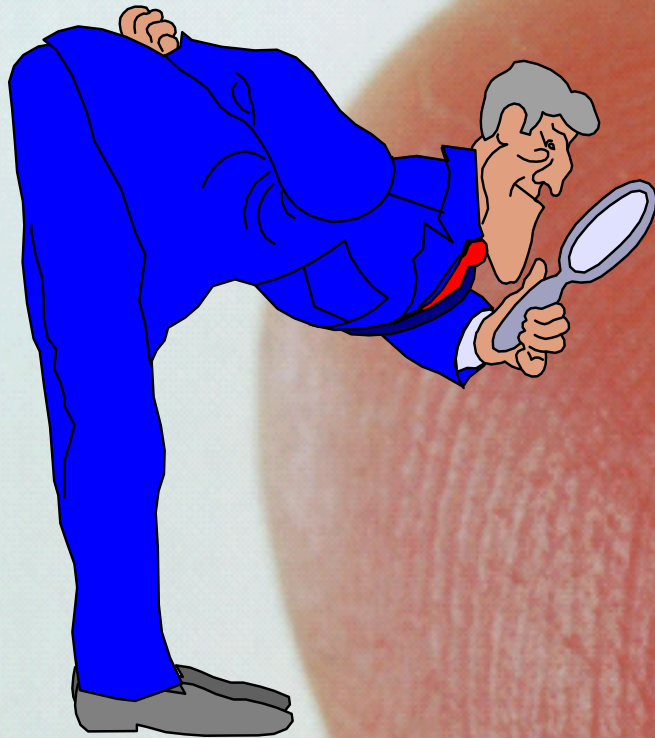
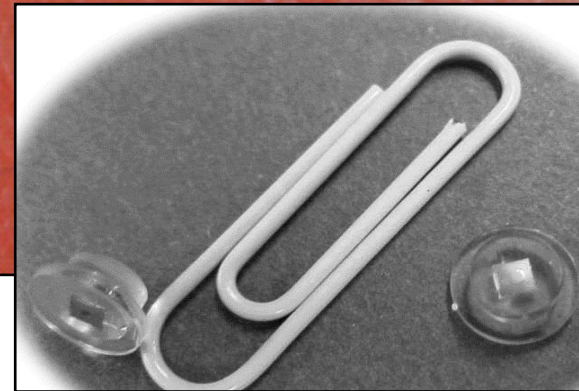


image source: Hitachi



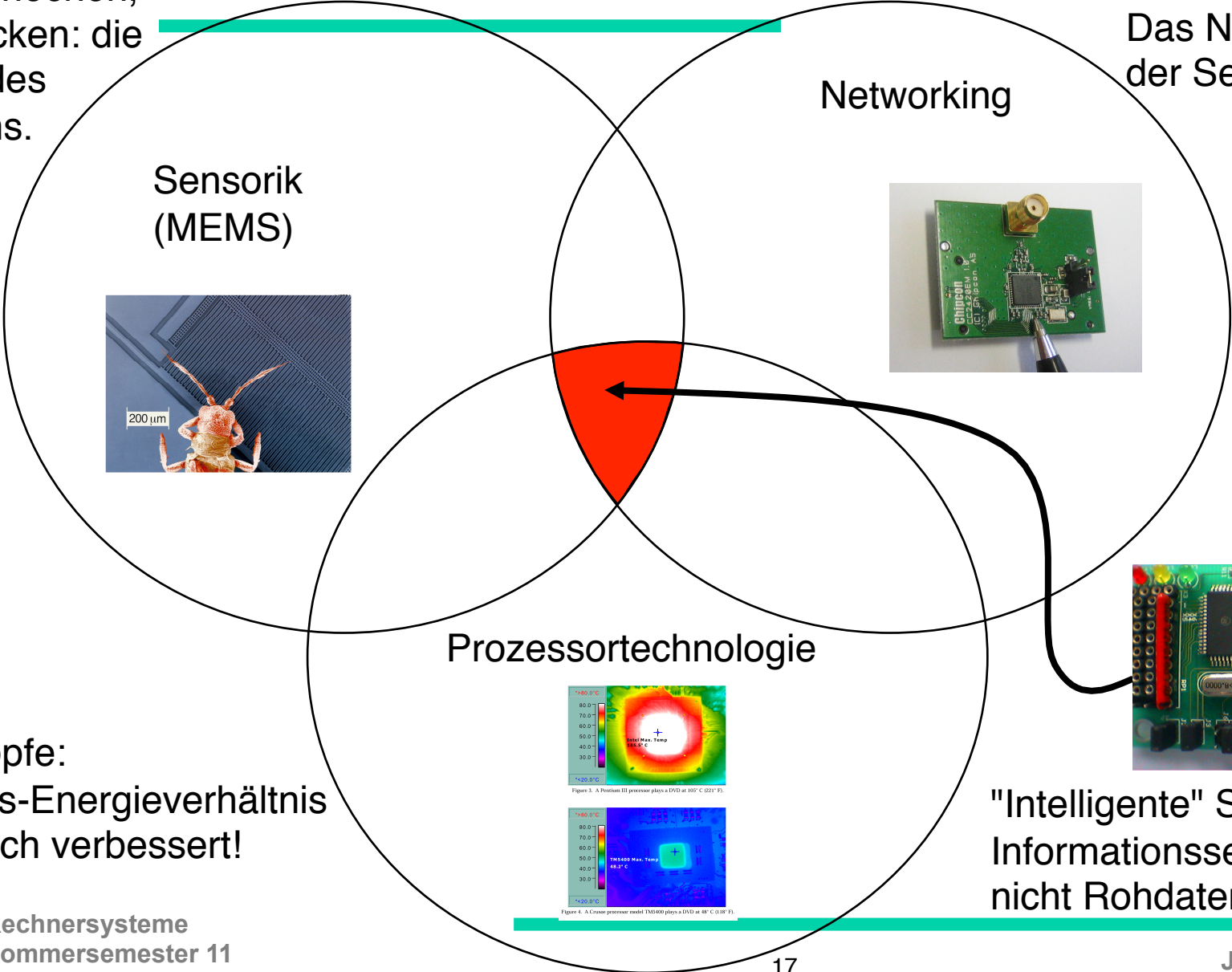
Hitachi MY1007



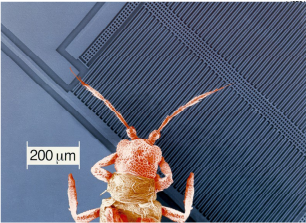
Basistechnologien

fühlen, riechen,
schmecken: die
Sinne des
Systems.

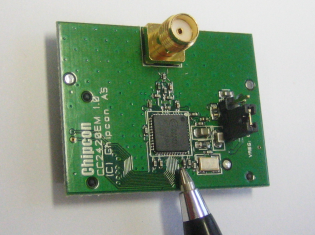
1 km² Nase:
Das Netzwerk ist
der Sensor !



Sensorik
(MEMS)



Networking



Prozesstechnologie

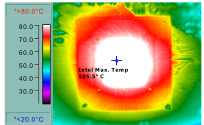


Figure 3. A Pentium III processor plays a DVD at 105°C (221°F).

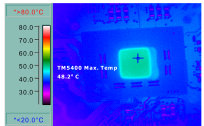


Figure 4. A Celeron processor model 1300 plays a DVD at 48°C (118°F).

kühle Köpfe:
Leistungs-Energieverhältnis
dramatisch verbessert!

"Intelligente" Sensoren sind
Informationssensoren
nicht Rohdatensensoren!



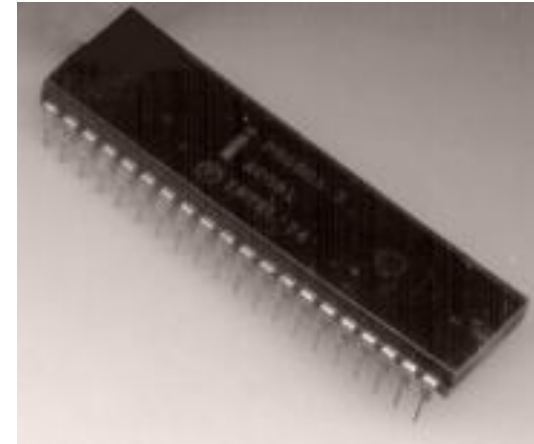
Computer Generationen

- Weitere Meilensteine der Computer-Hardware:
 - 1971: erster Mikroprozessor auf dem Markt (Intel 4004)
 - 1976: Cray-1 (erster Vektorrechner)
 - 1985: MIPS (erster kommerzieller RISC-Mikroprozessor)
 - 1987: Connection Machine (erster massiv paralleler Rechner mit 65536 Prozessoren)
 - 1992: DEC Alpha 21064 (erster RISC-Mikroprozessor mit 64-Bit CPU)
 - 1997: Supercomputer ASCI Red liefert eine Rechenleistung von mehr als 1 TFlops
 - 2000: erster Mikroprozessor mit 1 GHz Taktfrequenz



Computer Generationen

- 1974: **Intel 8080** (erste universelle 8-Bit CPU auf einem Chip)
- 1978: **Intel 8086** (erste 16-Bit CPU auf einem Chip)
- 1979: **Motorola 68000** mit 32-Bit interner Architektur
- 1981: Einführung des IBM PC
- 1985: **Intel 80386** (32-Bit CPU)
- 1989: **Intel 80486** (Cache + FPU auf dem Chip)
- 1993: **Intel Pentium** (zwei Pipelines)
- 1995: **Intel Pentium Pro** (bis zu fünf Operationen gleichzeitig)
- 2002: **Intel Pentium 4** (Trace-Cache)



Computer Generationen

Gen.	Zeitraum	Technologie	Produkt, Anwendungsbereich
1	1950-1959	Elektronenröhren	Kommerzielle elektr. Comp. z.B. UNIVAC
2	1960-1968	Transistoren	Billigere und zuverl. Comp. z.B. IBM 360/50, PDP-8
3	1969-1977	Integrierte Schaltkreise	Minicomputer z.B. PDP11
	1971	erster Mikroprozessor Intel 4004 (2300 Transistoren)	
4	1978-199?	LSI, VLSI	Personal Comp. Workstations
5	199?-20??	VHSIC, ??	Integrated Personal Assistent, computergestützte Systeme



PREIS-LEISTUNGSVERHÄLTNIS

Rechner	Raumbed. m ³	Elektr.Leist. KW	Add/sec	Speicher kbyte	Preis	Preis 1991
UNIVAC 1(1951):	30	124	1900	48	1000 k	4500 k
IBM360/50(1964):	2	10	500.000	64	1000 k	3757 k
PDP-8 (1965):	0,4	0,5	330.000	4	16 k	60 k
CRAY-1 (1976):	2	60	166.000.000	32k	4000 k	7.676 k
IBM PC (1981)	0,05	0,15	240.000	256	3 k	3.7 k
HP 9000/750:	0,08	0,5	50.000.000	16 k	7,5 k	7,5 k
PC/Pentium 4:	0,08	0,5	1.000.000.000	512 k		2,5 k

Preis/Leistung:

UNIVAC 1/HP 9000-750 :	1/15.789.474
UNIVAC 1/PC-Pentium 4 :	1/947.368.421
CRAY-1/PC-Pentium 4:	1/18.496
CRAY-1/PC81:	1/3

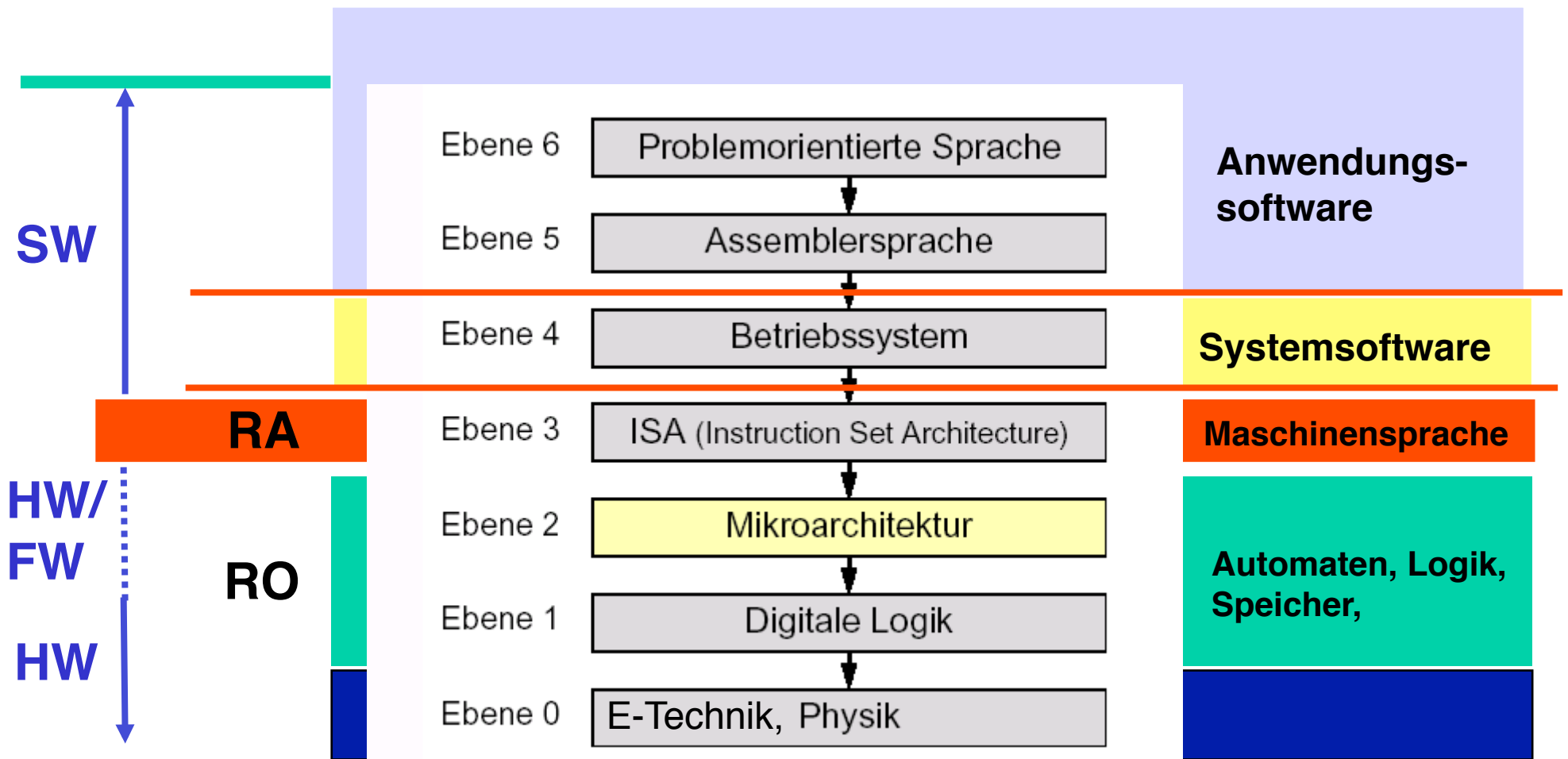


Große Fragen:

Gibt es zwischen einem einfachen 8-Bit-Microprozessor mit 6000 Transistoren und z.B. einem Pentium 4 mit ca. 42.000.000 Transistoren noch Gemeinsamkeiten?

Welche Möglichkeiten und Zielkonflikte bilden den "Entwurfsraum für einen Prozessor und was sind die jeweiligen Auswirkungen?"





RA: Rechnerarchitektur

RO: Rechnerorganisation



Instruktionssatz - Softwareschnittstelle

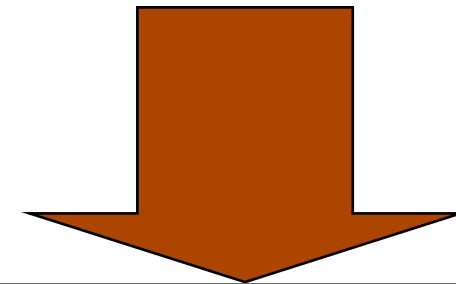
Ebenen in der Hierarchie des Systementwurfs

Ebene der Rechner-Architektur (ISP)	Vollständige Rechner			Strukturen: CPUs, Coprozessoren, dezidierte Funktionseinheiten, Attached Processors, (IUs, FPU, MMU, Graphik-Beschleuniger) Komponenten: Instruktionssätze, Kontrolle der Zusammenarbeit
	Verarbeitungen-Einheiten			Strukturen: Instruktionssätze Komponenten: Speicherzustand, Prozessorzustand, Adressberechnung, Befehlsdecodierung, Befehlsausführung, Synchronisation paralleler Funktionseinheiten
Ebene der Logischen Komponenten	Register-Transfer-Ebene	Steuerung	Mikroprogramm	Strukturen: Mikroroutinen, Mikroprogramme Komponenten: Mikroprogr. Steuerungen, Mikroprogr. Speicher
			Festverdrahtet	Strukturen: Ablaufsteuerungen (Sequencer) Komponenten: Sequentielle Maschinen
	Datenpfad		Strukturen: Arithm.-Logische Einheiten (ALU), Registersätze Komponenten: Register, Funktionsgeneratoren	
	Schaltkreis-Ebene	Sequentiell		Strukturen: Register, Zähler, Funktionsgeneratoren Komponenten: Flip-Flops, Latches, Verzögerungselemente
		Kombinatorisch		Strukturen: Encoder, Decoder, elementare arithmetische und logische Funktionseinheiten Komponenten: logische Gatter
Ebene der Elektronischen Komponenten				Strukturen: Verstärker, Verzögerungsglieder, Schalter Komponenten: Widerstände, Kondensatoren, Transistoren,



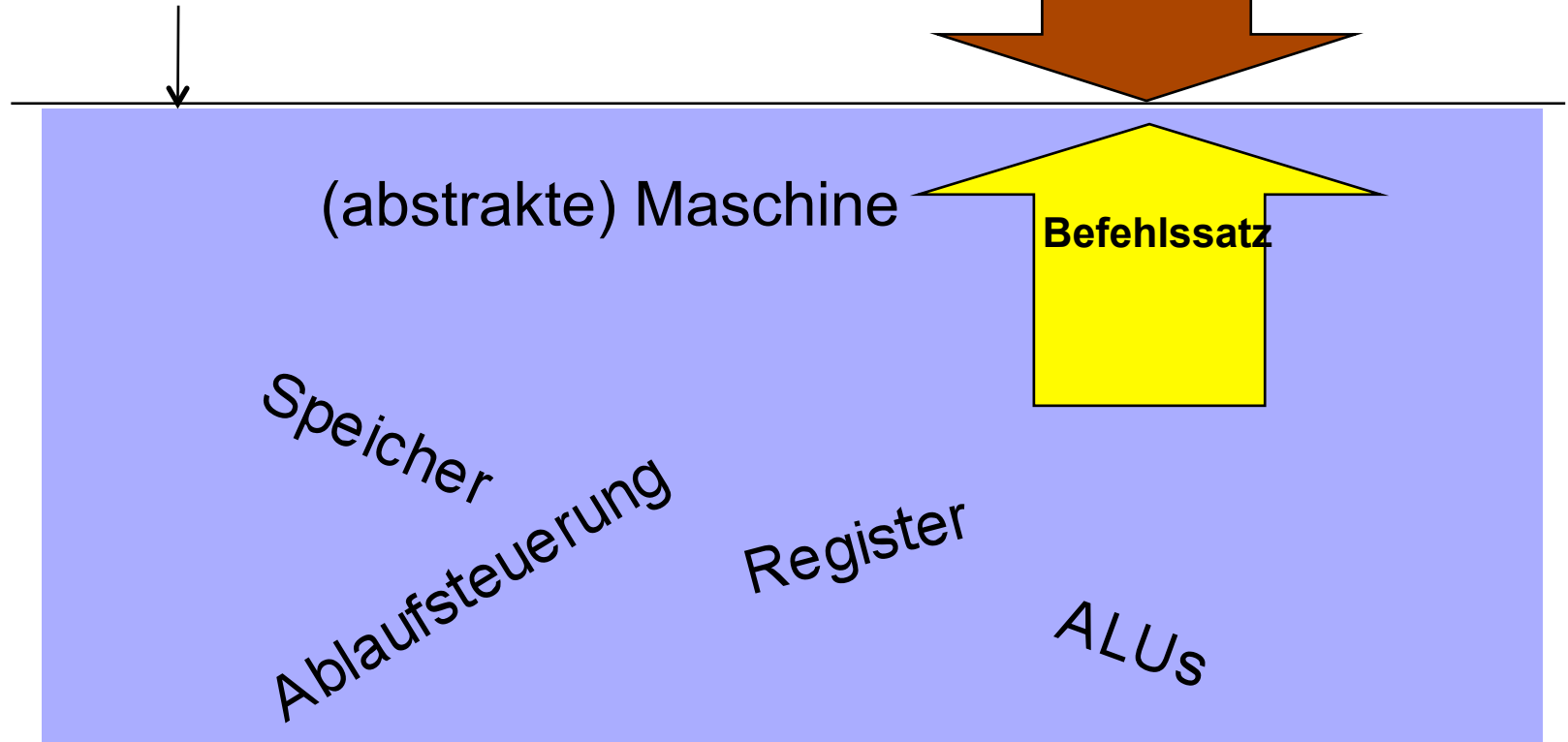
Rechnersysteme

Software



Instruction Set Architecture (ISA)

Rechner-
architektur



(abstrakte) Maschine

Befehlssatz

Speicher
Ablaufsteuerung

Register

ALUs

Rechner-
Organisation

