

# Vorlesung

---

## Rechnersysteme Sommersemester 2010



Jörg Kaiser  
IVS – EOS

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

# Rechnerklassen

---

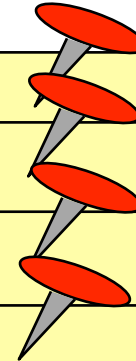
Nach Einsatzgebiet

Nach

Nach

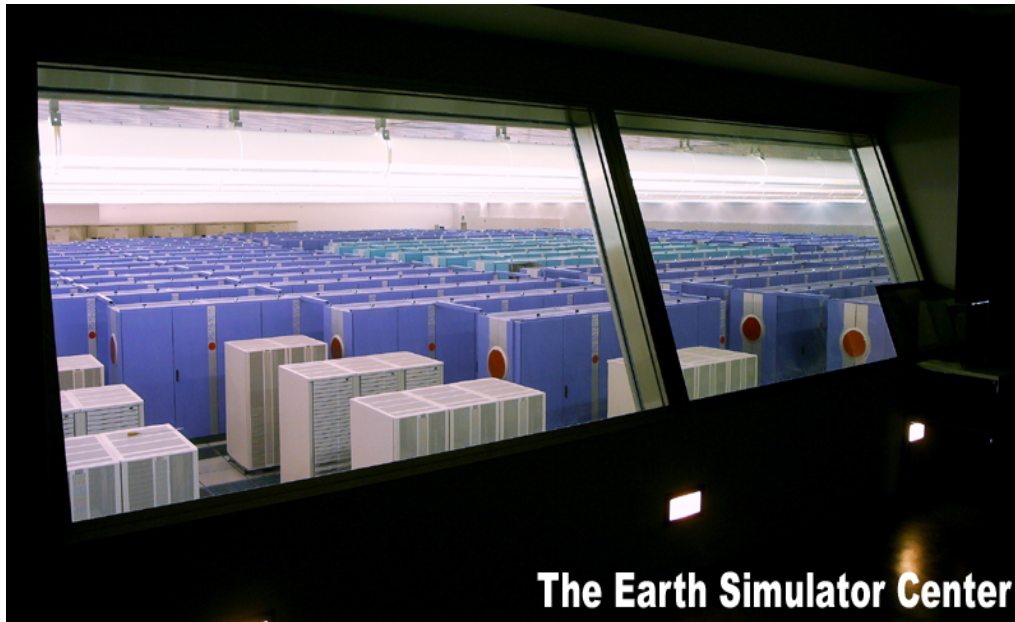
Nach

- Wegwerfcomputer
- Microcontroller
- Spielkonsolen
- Personalcomputer
- Server
- Mainframes
- Supercomputer



# Superrechner

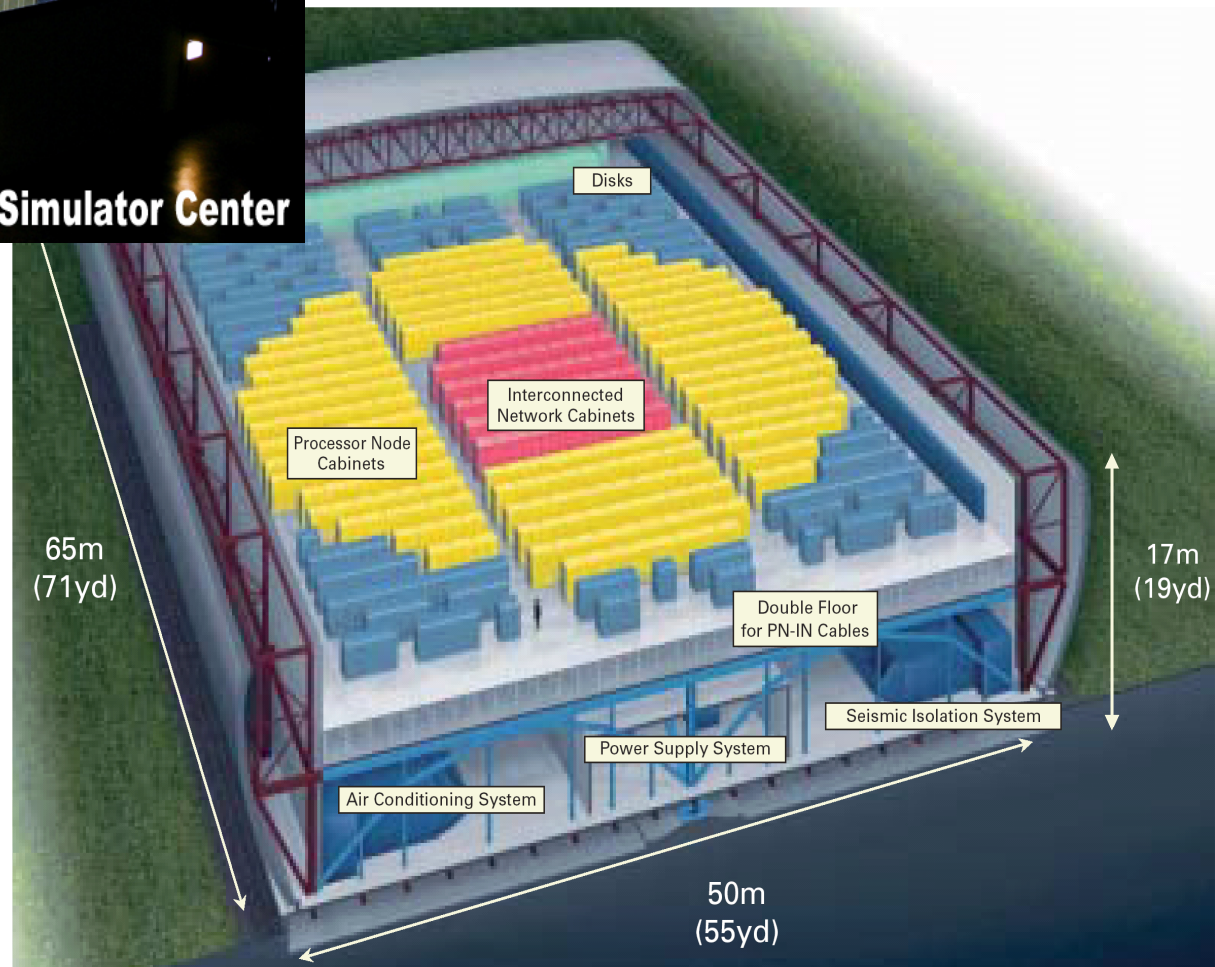
## Earth Simulator NEC



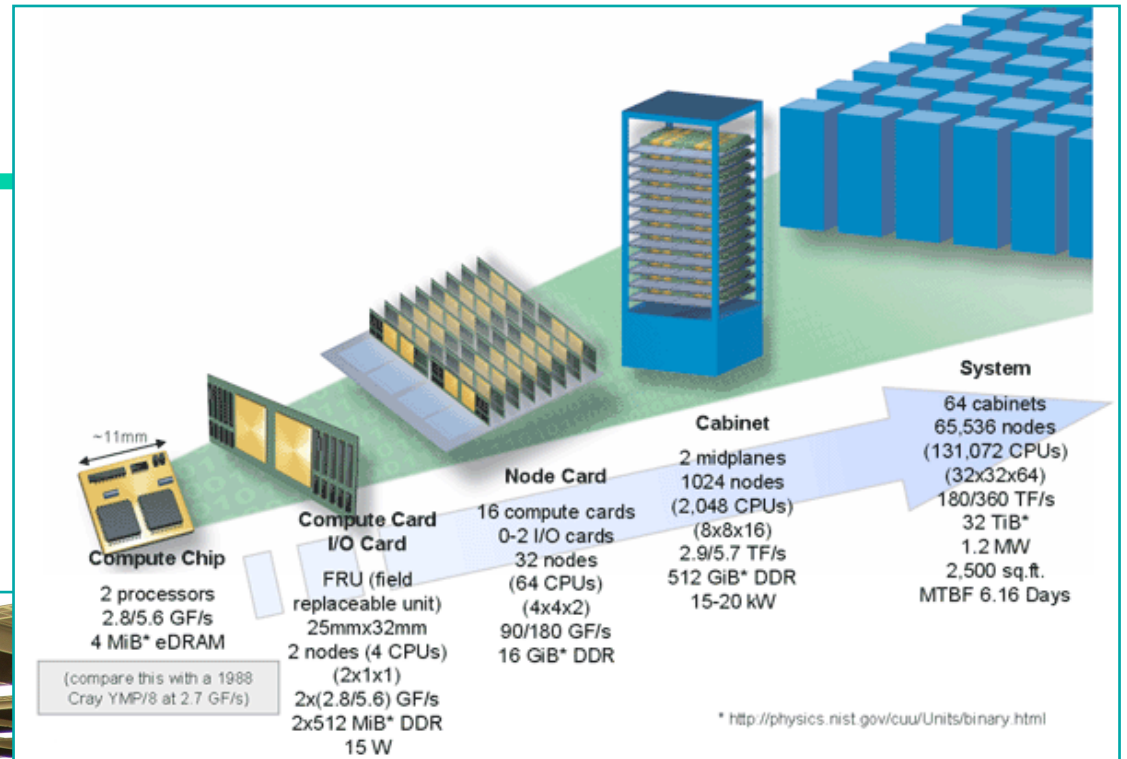
**5000 Prozessoren**

**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>

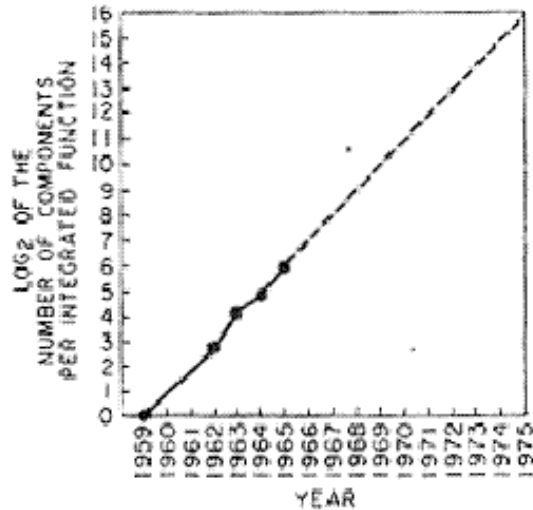
Holding onto the No. 1 spot with **1.105** (1,105 in deutscher Notation:  $1,105 \times 10^{15}$ !!) **petaflops** (quadrillions of floating point operations per second) is the **Roadrunner system at DOE's Los Alamos National Laboratory** (LANL) which was built by IBM and in June 2008 became the first 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.

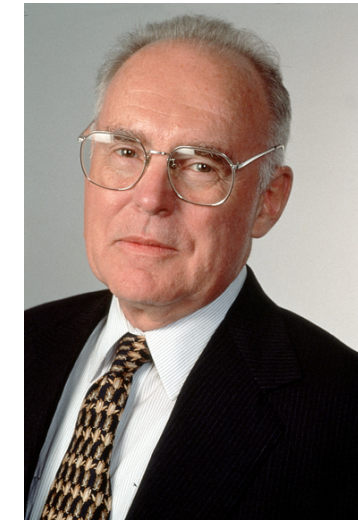


# Prozessortechnologie



## 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

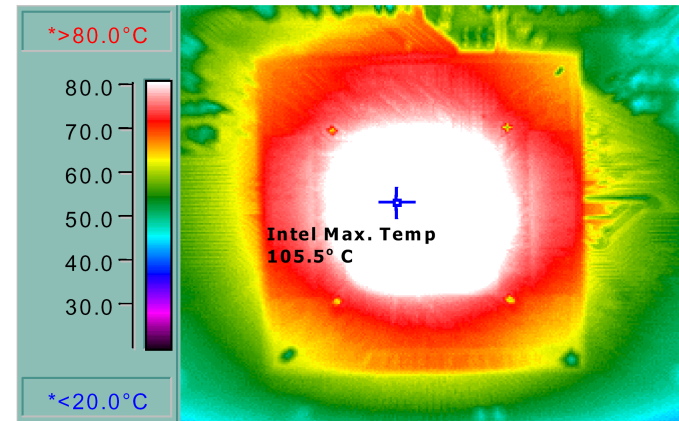
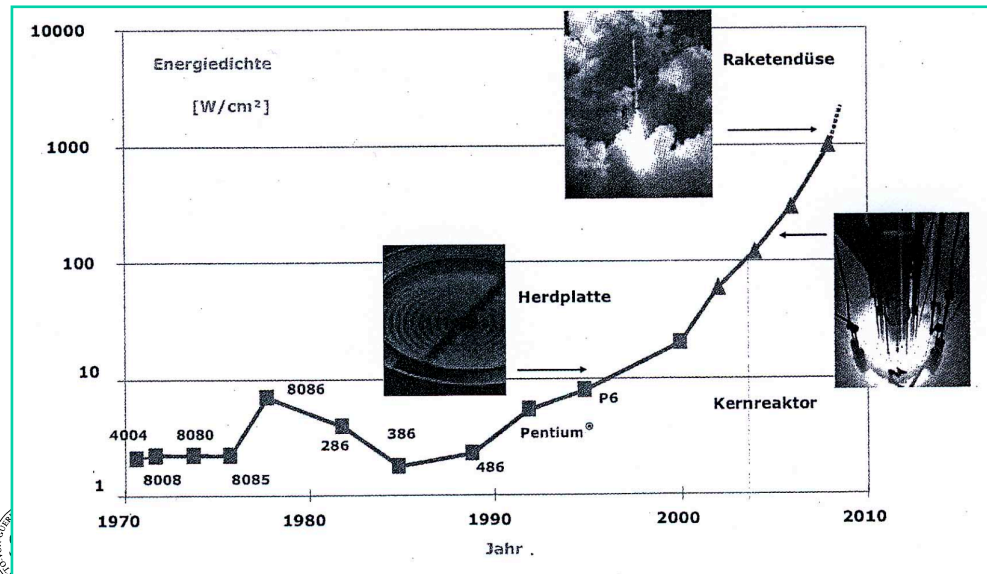


Figure 3. A Pentium III processor plays a DVD at 105° C (221° F).

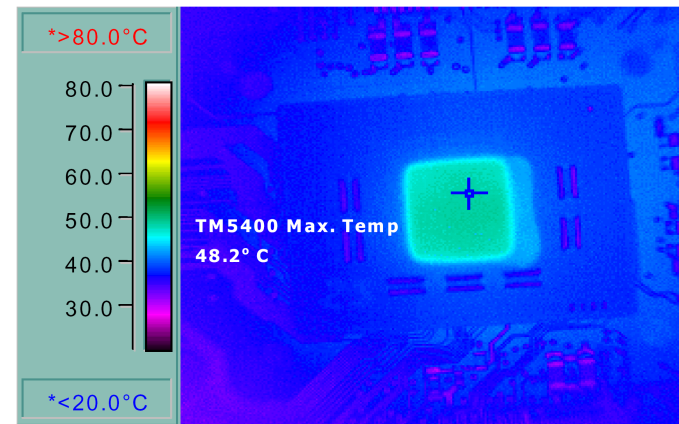
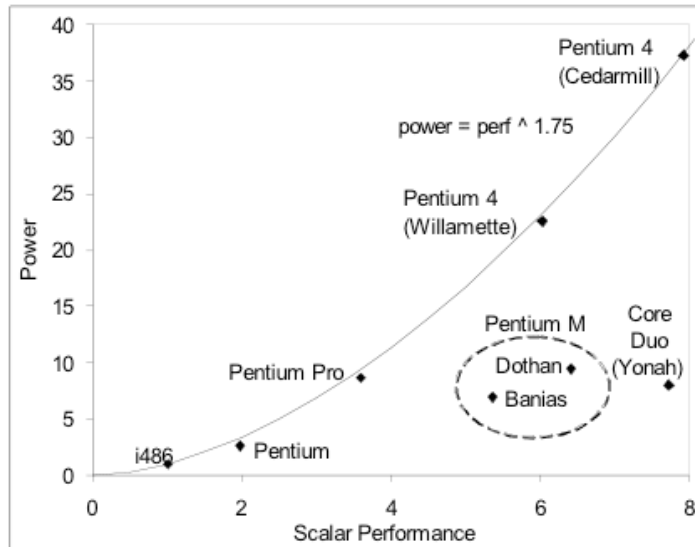


Figure 4. A Crusoe processor model TM5400 plays a DVD at 48° C (118° F).



# 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

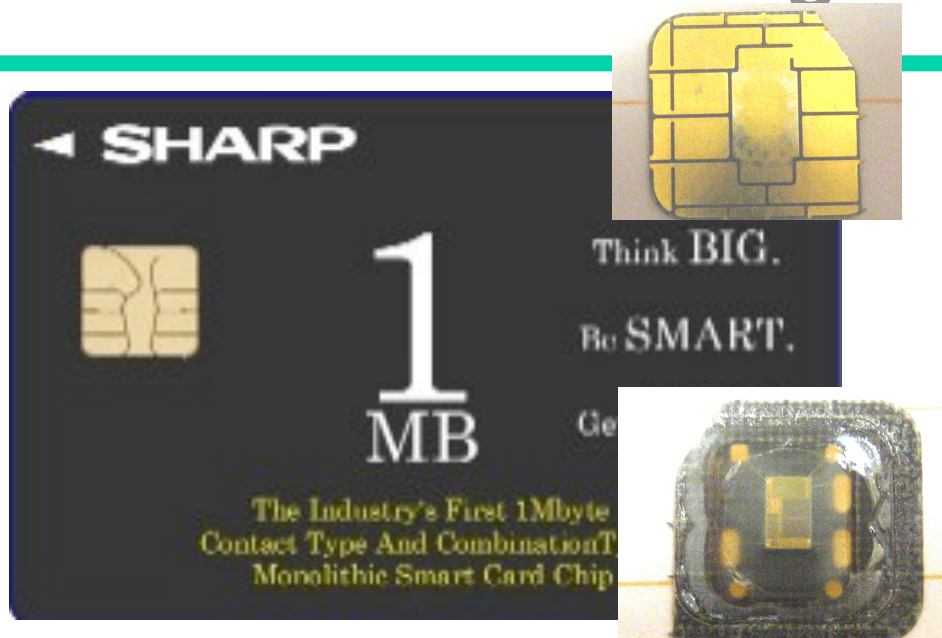
~ 20 MIPS/Watt

~ 100 MIPS/Watt

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



# Prozessortechnologie

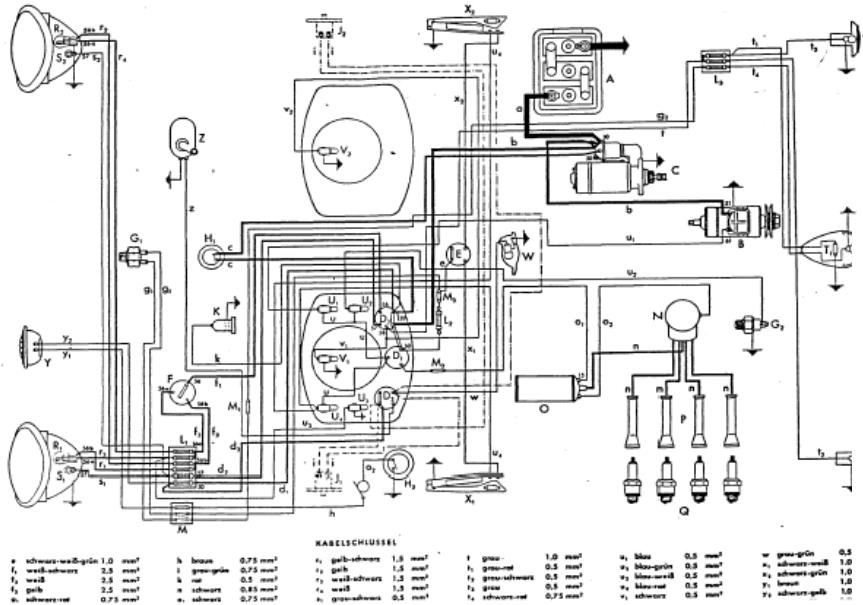


<p><b>2004 Smart Card (3g)</b></p>	<p><b>1981 erster IBM PC (~10kg)</b></p>
<p>16-32 Bit Prozessor@ 25Mhz              8 KB Hauptspeicher              1-2 MB Flash              Kryptographie-Coprozessor              Drahtlose Schnittstelle ~500Kb/sec</p>	<p>16 Bit Prozessor@ 5 Mhz              64 KB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

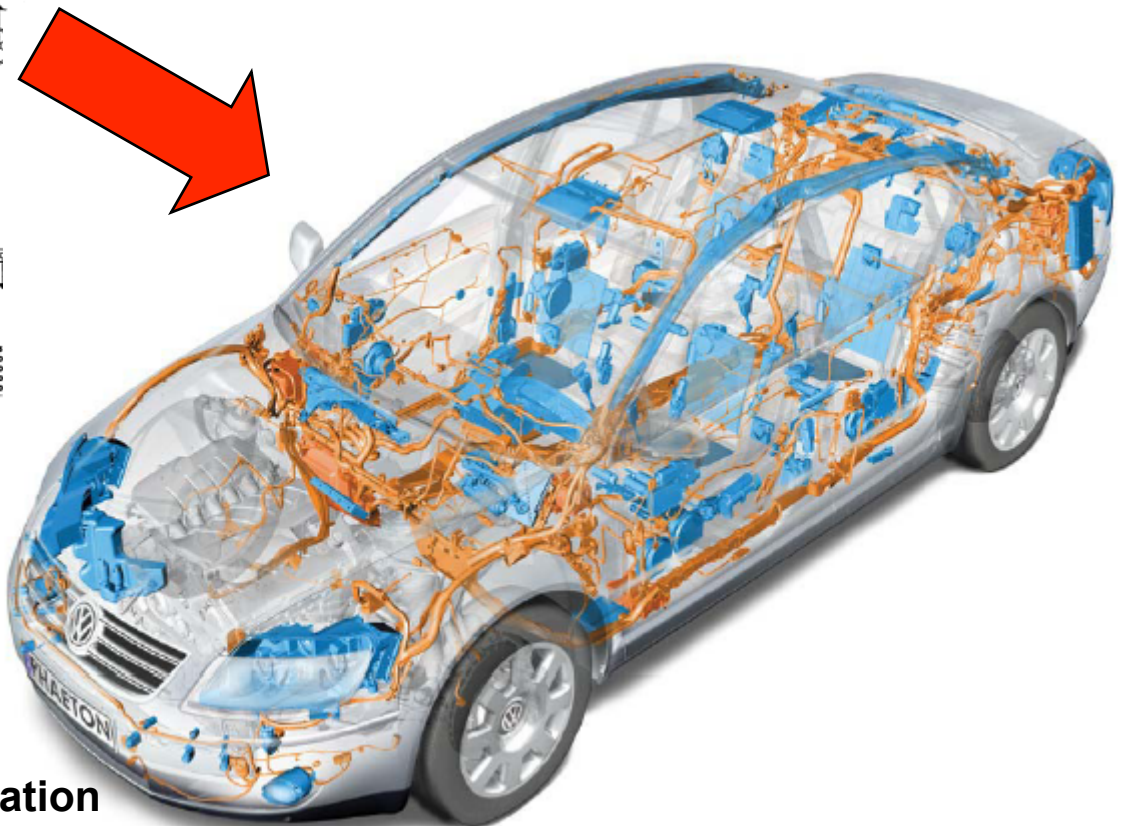




Elektrischer Schaltplan (Volkswagen)

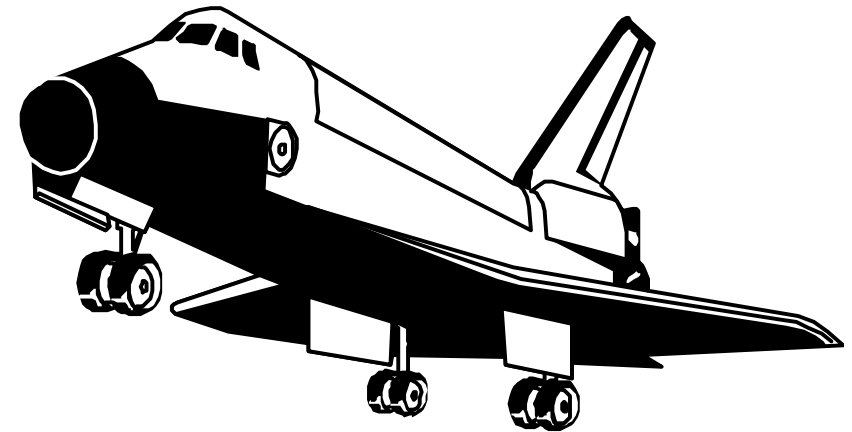


drastisch erhöhte Komplexität



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

# 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"

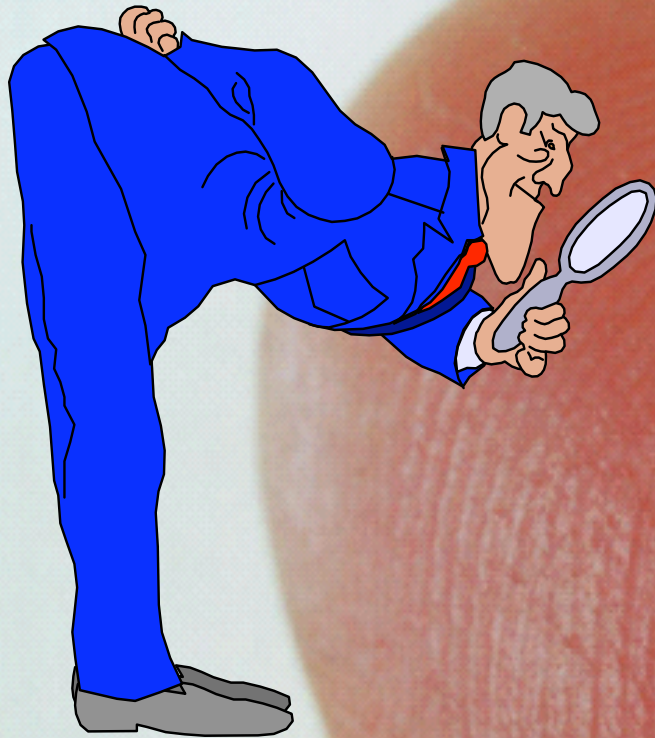
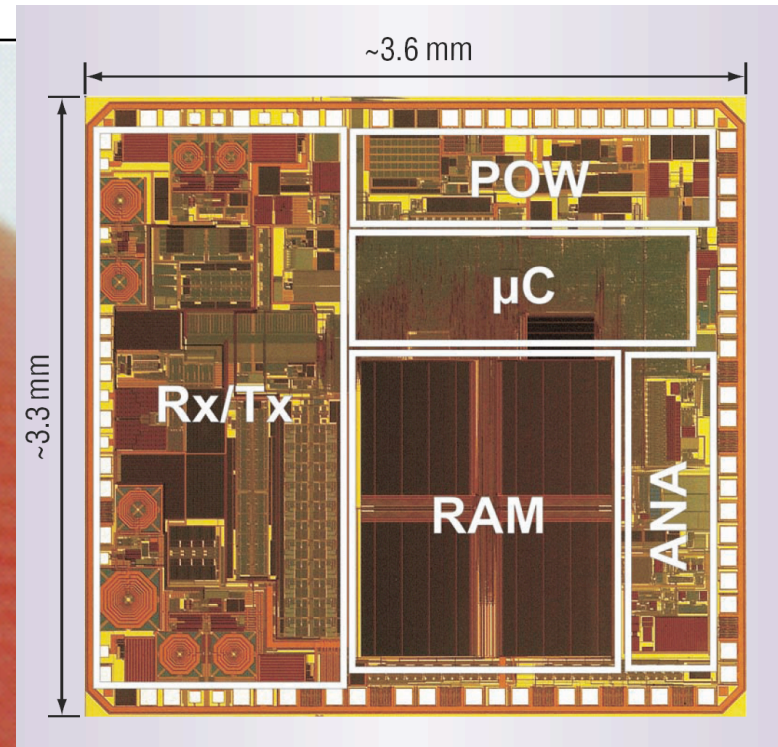
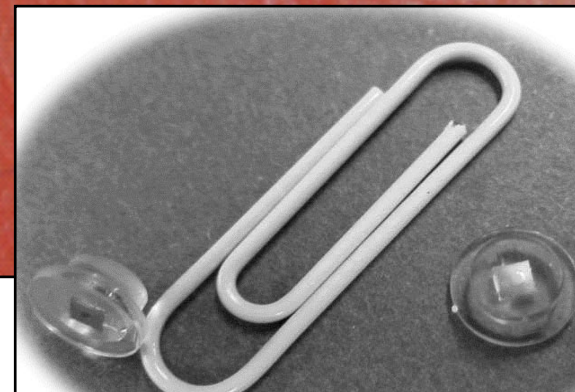


image source: Hitachi



**WiseNET SoC  
(CSEM)**



**Hitachi MY1007**



# Basistechnologien

fühlen, riechen,  
schmecken: die  
Sinne des  
Systems.

1 km<sup>2</sup> Nase:  
Das Netzwerk ist  
der Sensor !

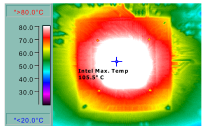
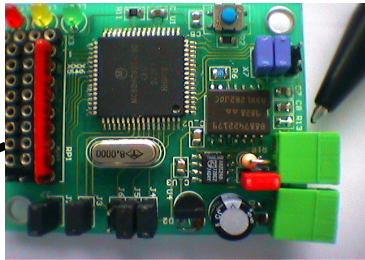
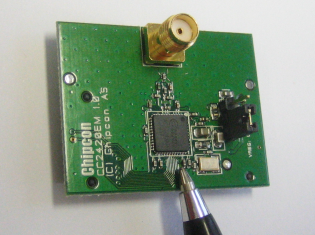
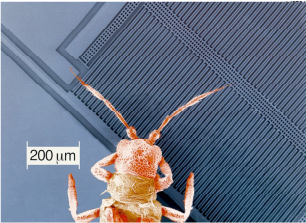
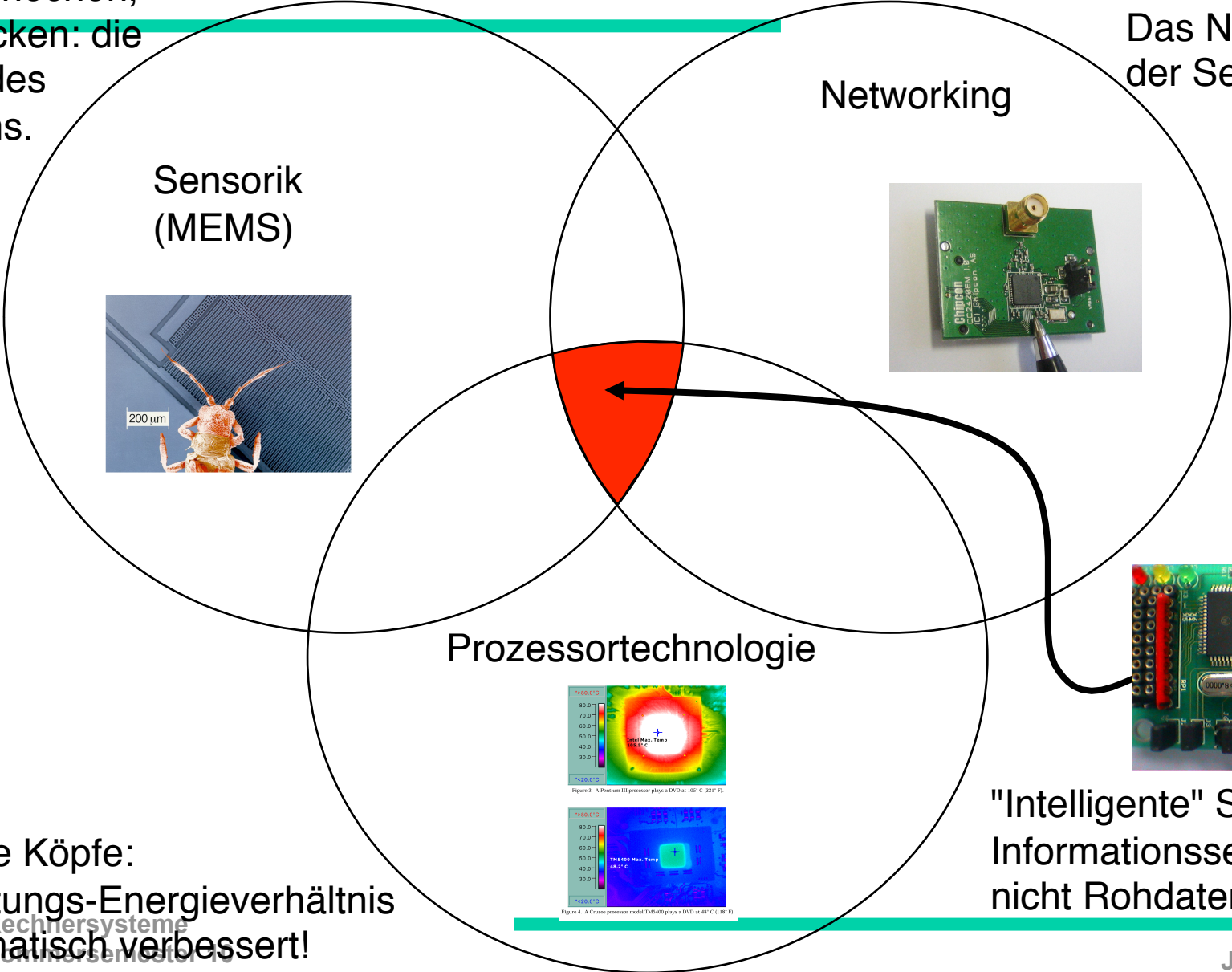


Figure 3. A Pentium III processor plus a DVD at 105°C (221°F).

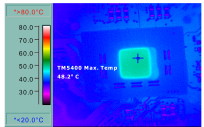


Figure 4. A Celeron processor model 1300 plus a DVD at 48°C (118°F).

kühle Köpfe:  
Leistungs-Energieverhältnis  
dramatisch verbessert!

"Intelligente" Sensoren sind  
Informationssensoren  
nicht Rohdatensensoren!



Rechnersysteme  
Schlüsselmodell 10

# 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 <sup>3</sup>	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





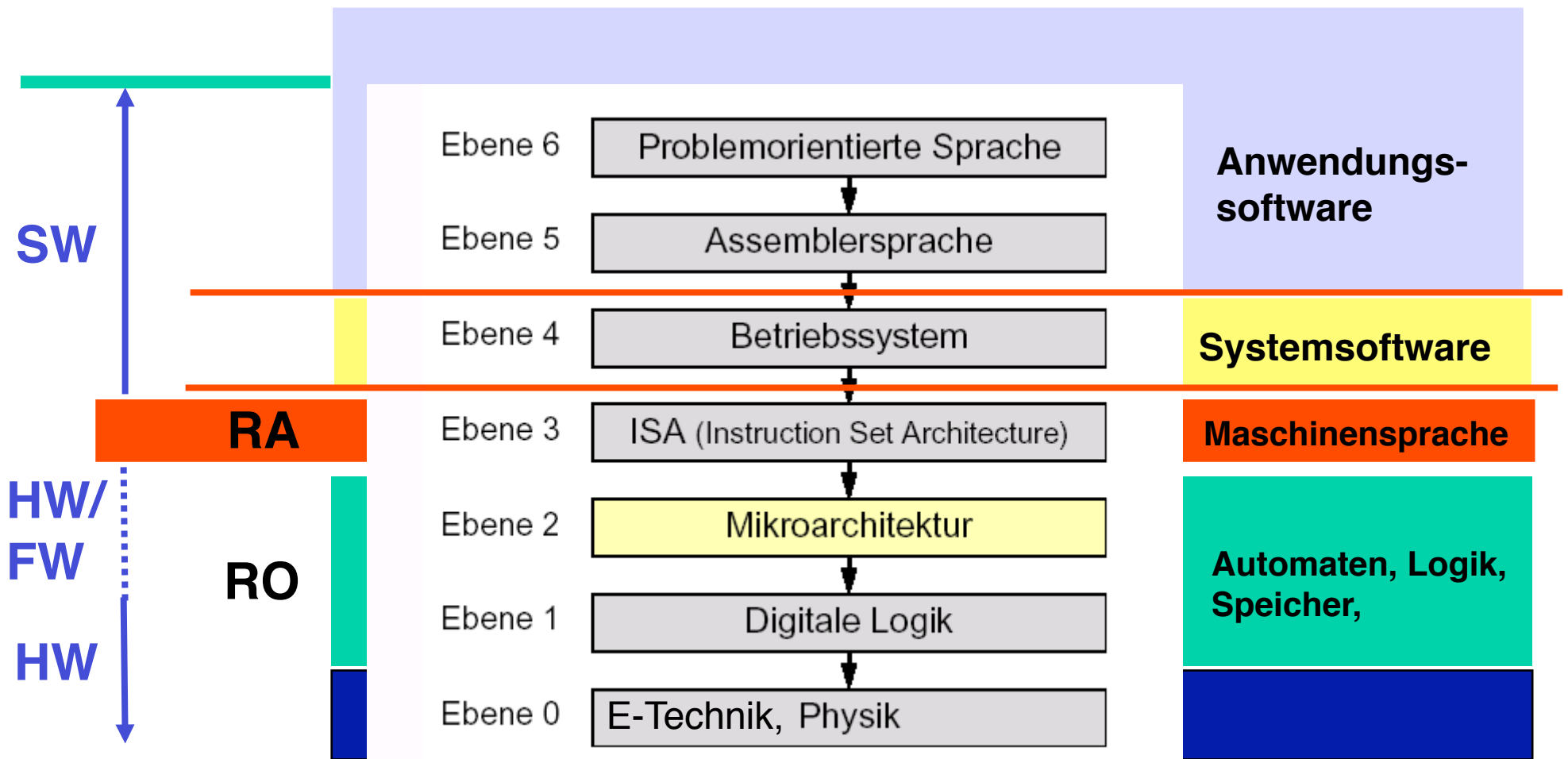
# Große Fragen:

---

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



# Rechnersysteme

---

