

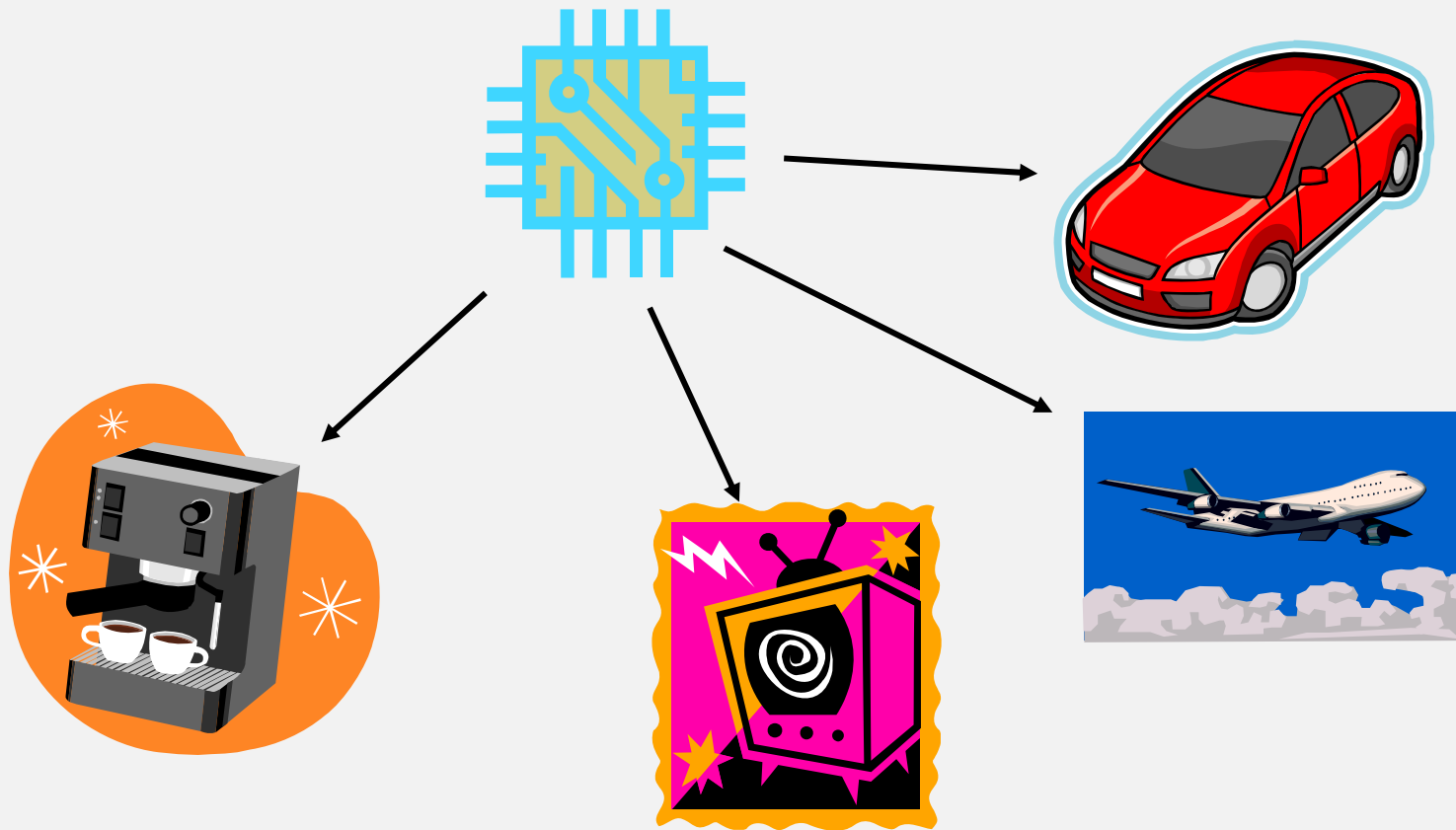
Hitzschlag oder kühler Kopf?

Perspektiven für die Computer- und Chip-Entwicklung

Prof. Dr.-Ing. Andreas Koch
Technische Universität Darmstadt

Verborgene Computer

2



Ubiquitäre Computer

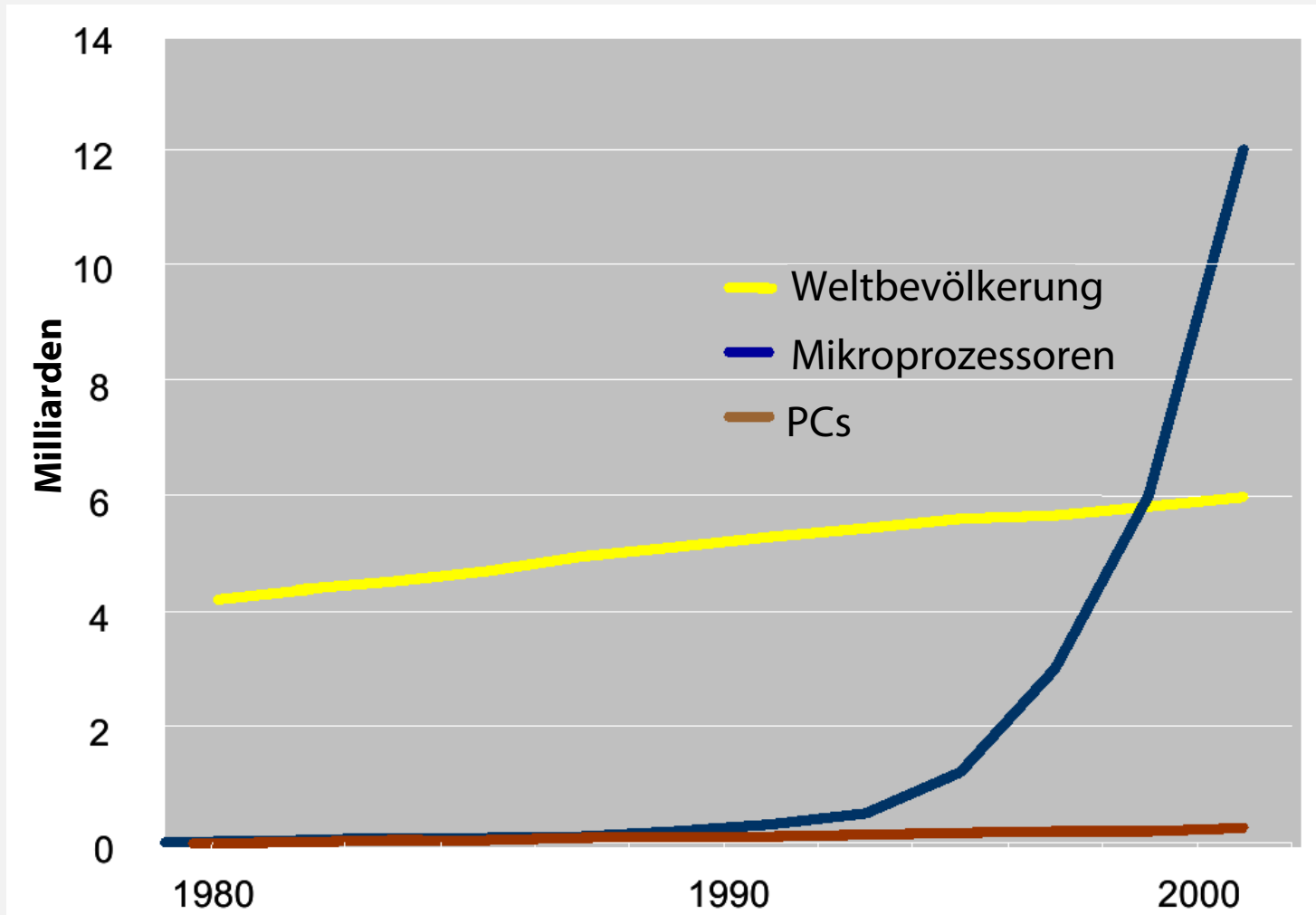
3



Quelle: www.ubicomp.org, UbiComp Demos

Wachstumsraten

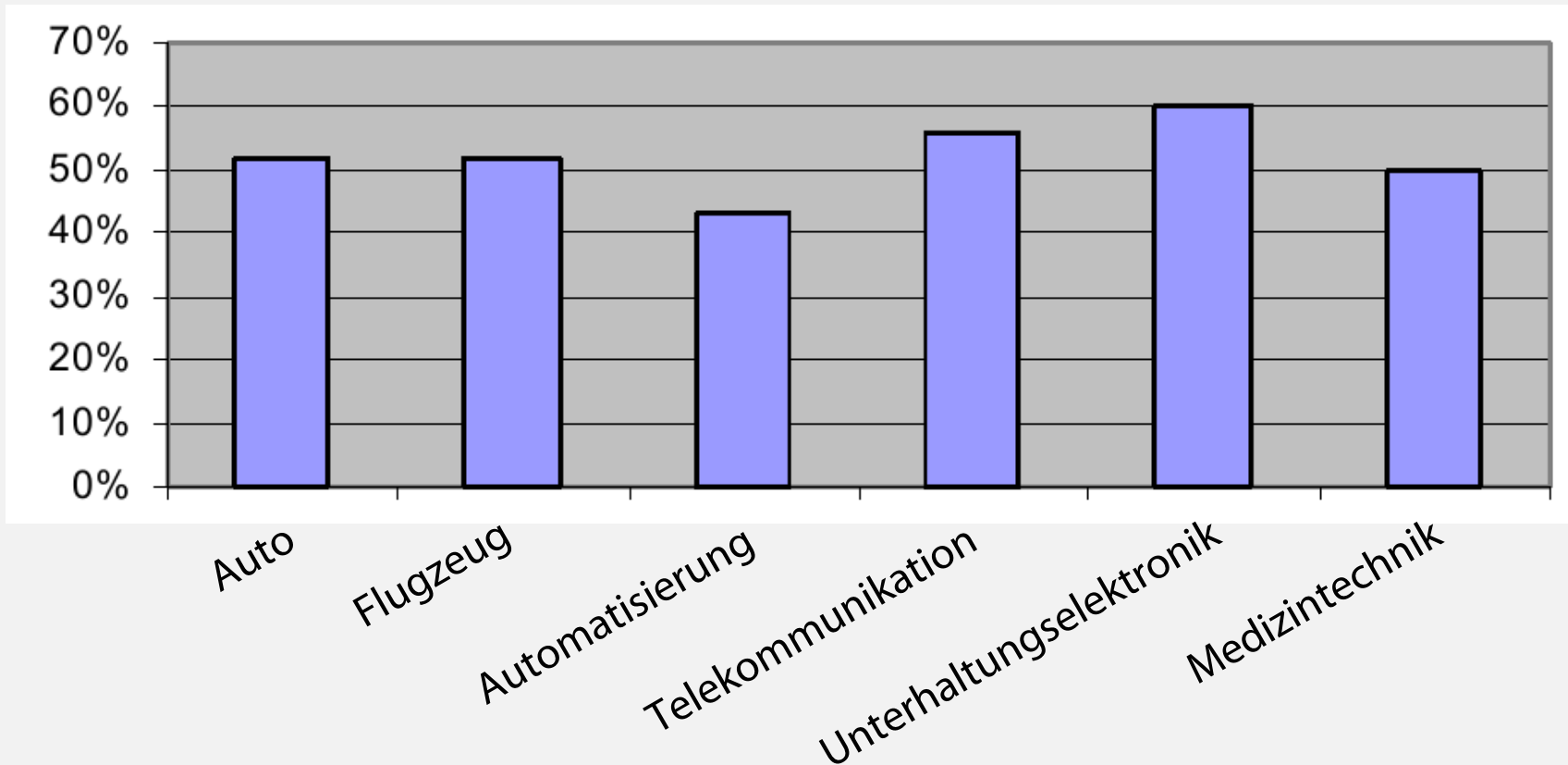
4



Quelle: FAST/TUM Bericht an EU Kommission

Anteil an Produktionskosten

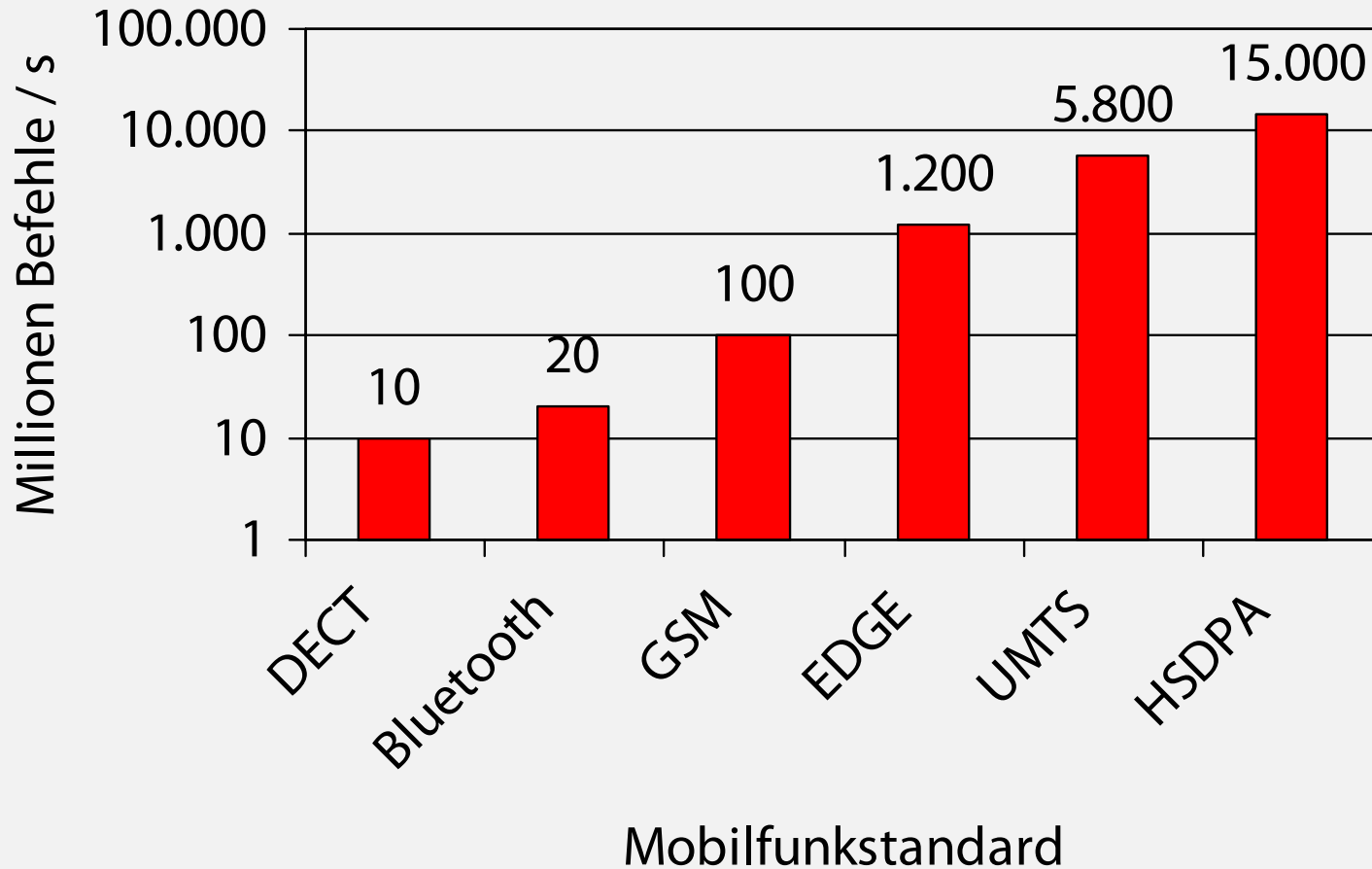
5



Quelle: FAST/TUM Bericht an EU Kommission

Benötigte Rechenleistung

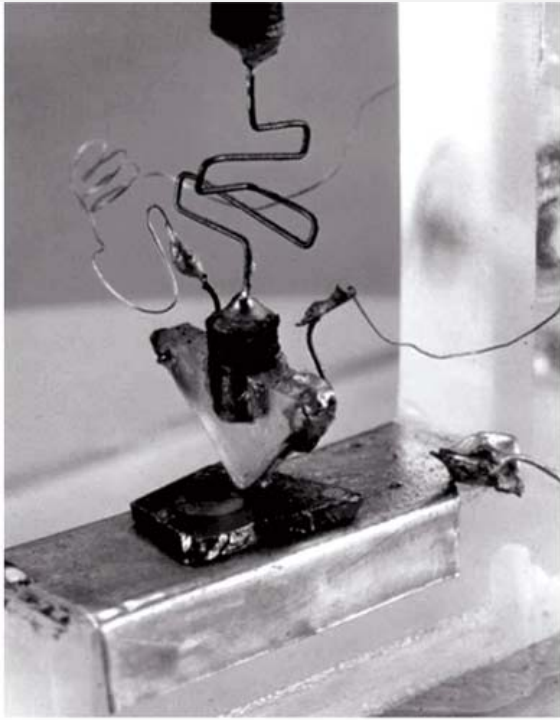
6



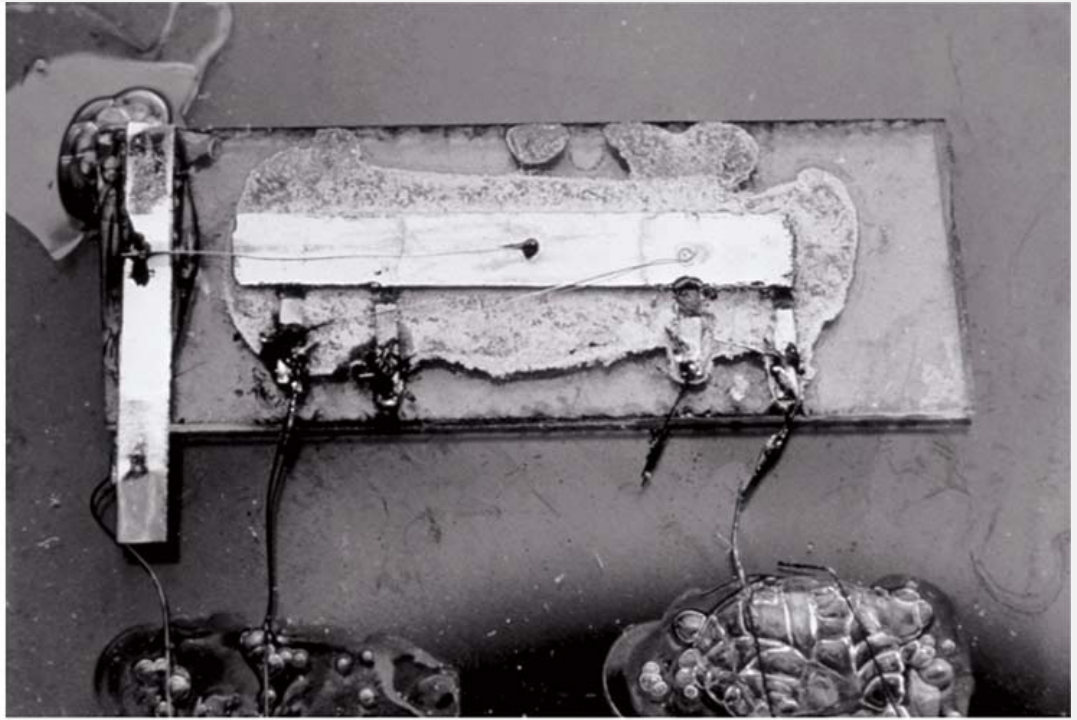
Quelle: Siemens

Integrierte Schaltungen

7



Erster Transistor (1947)

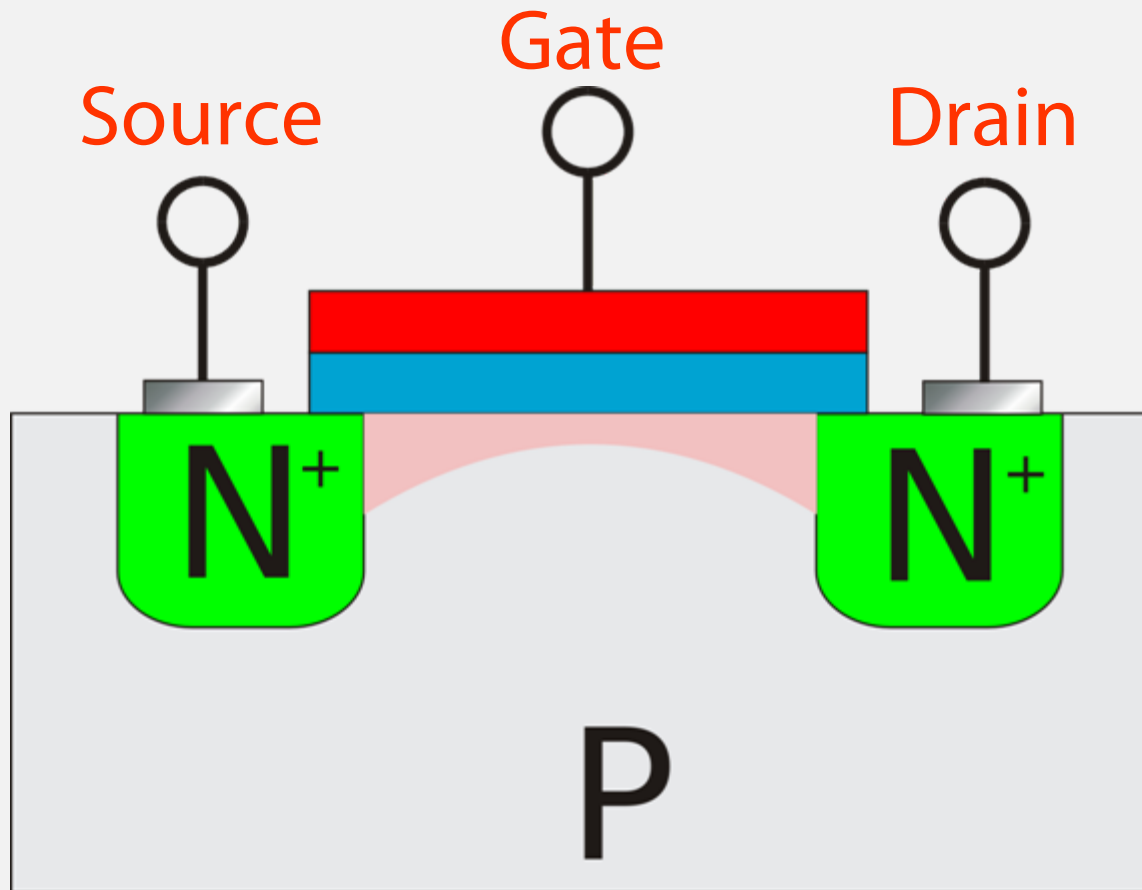


Erste integrierte Schaltung (1958)

Quelle: AT&T

NMOS-Transistor

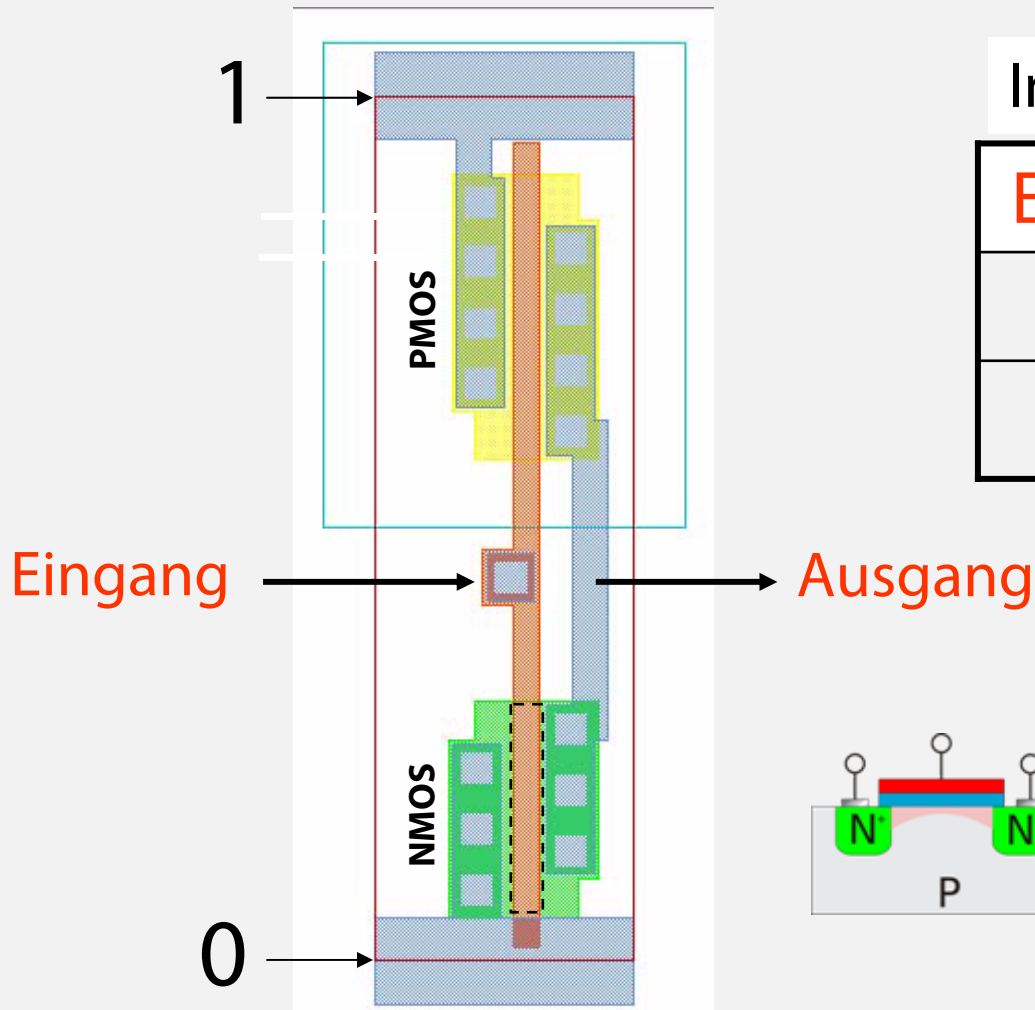
8



Quelle: Wikipedia

Einfache logische Funktion

9

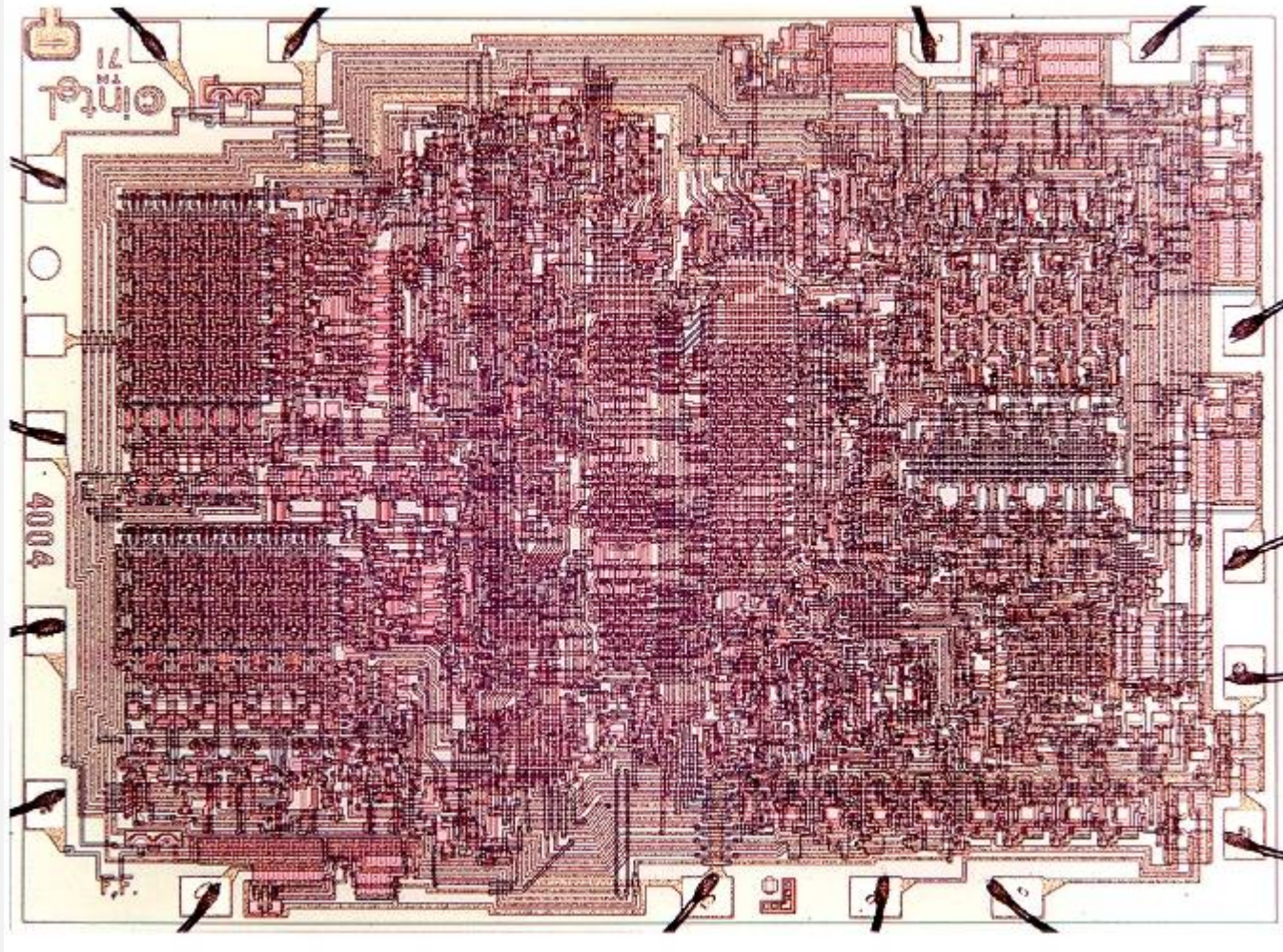


Inverter

Eingang	Ausgang
0	1
1	0

1971: Erster Mikroprozessor

10



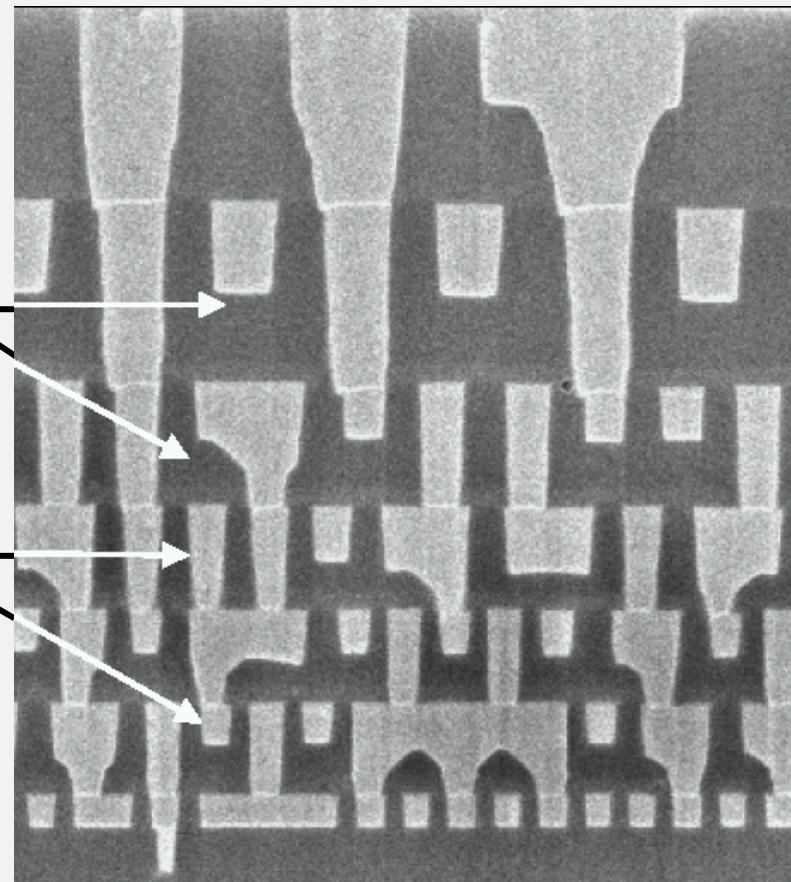
10µm Strukturbreite, 2.300 Transistoren, 740 kHz Takt

Quelle: Intel

Vertikaler Schnitt

Verbesserte Isolation
Niedrigere Kapazität

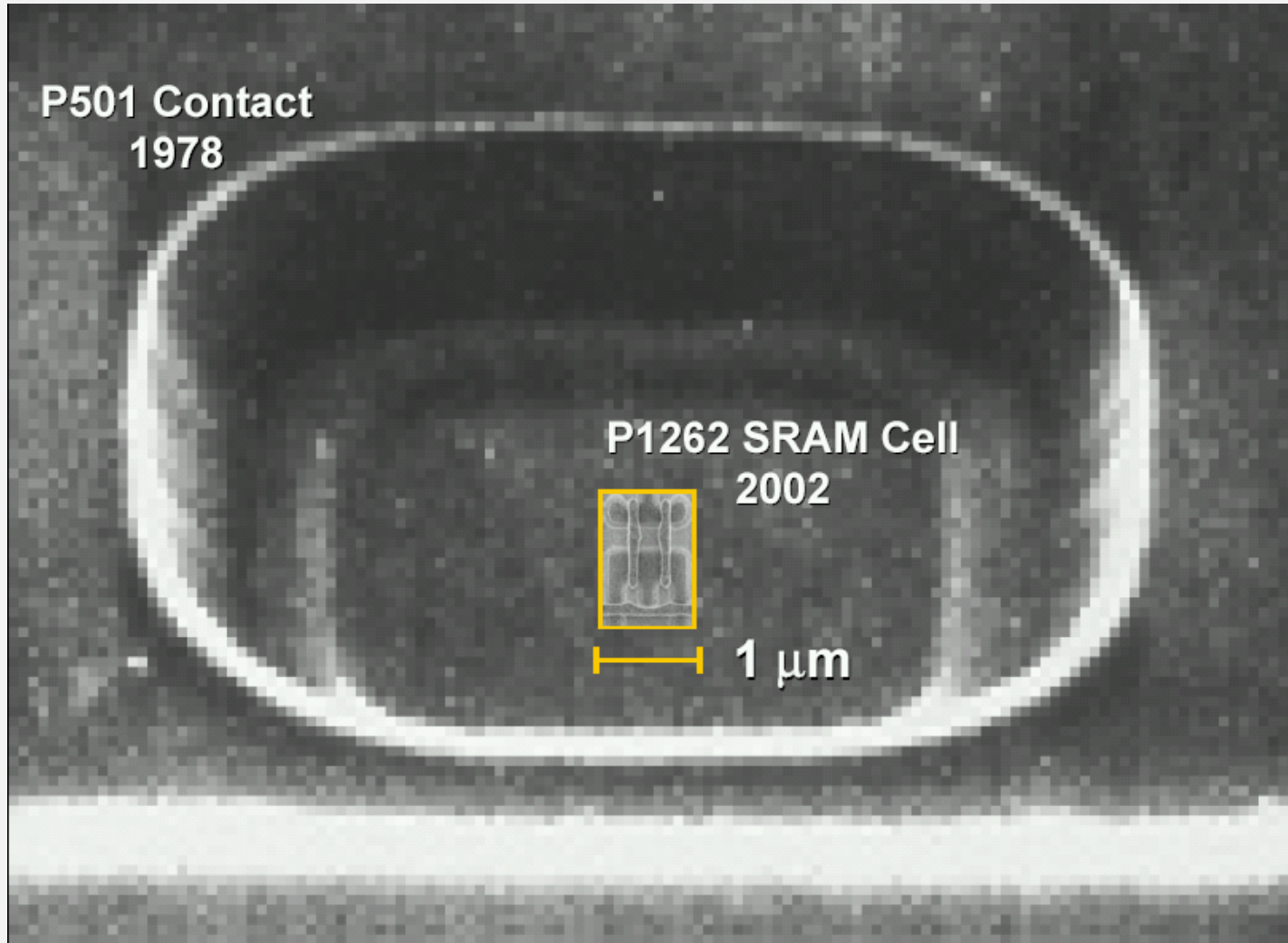
Verbesserte Leiter
Niedrigerer Widerstand



Quelle: Intel

Schrumpfende Strukturen

12

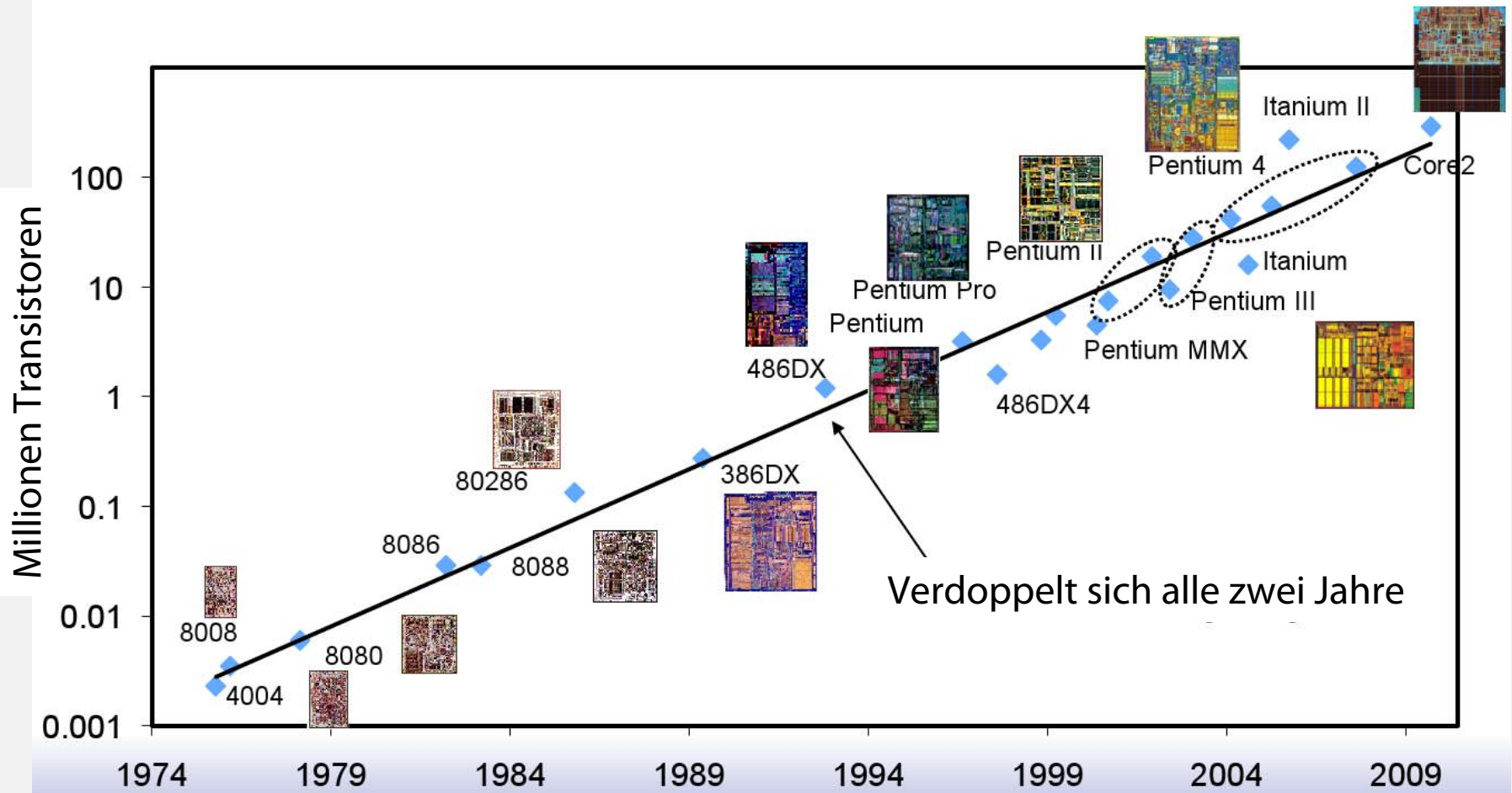


Quelle: Intel

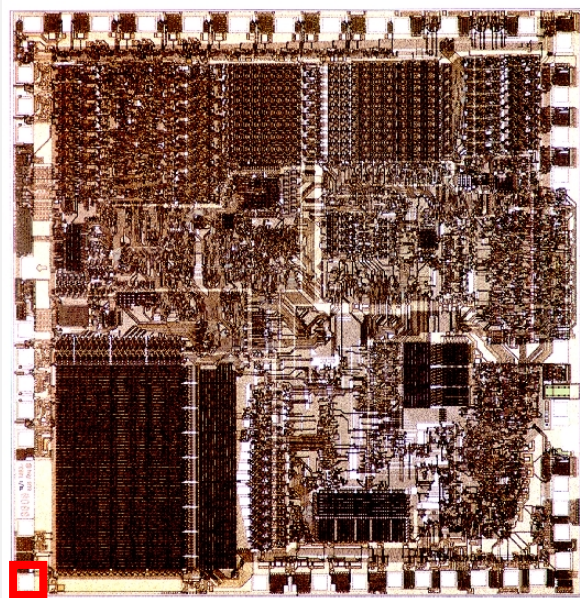
Die Anzahl der wirtschaftlich herstellbaren Transistoren auf einem Chip **verdoppelt** sich alle **18 Monate**

Auswirkungen

14



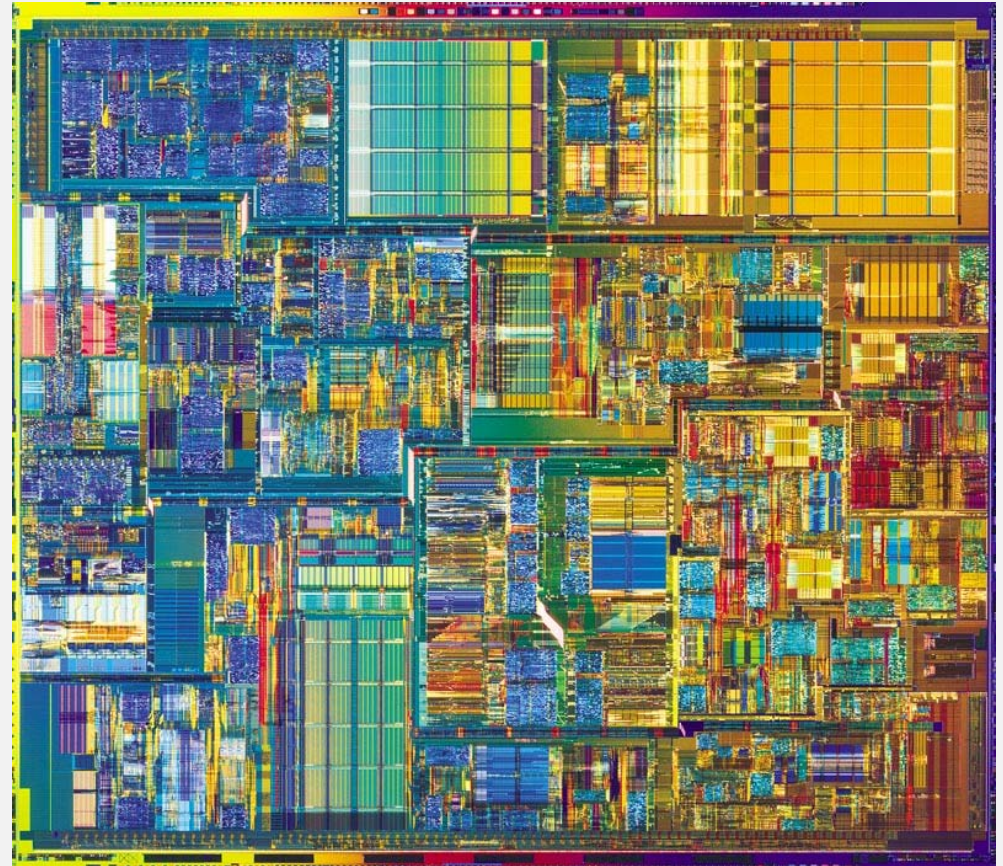
Quelle: J. Rabaey, UCB



(180 nm)

8086

1978, 3 μm , 33 mm^2 , 5 MHz
29.000 Transistoren



Pentium 4: Willamette

2000, 180 nm, 88 mm^2 , 1.5 GHz
42 Mio. Transistoren

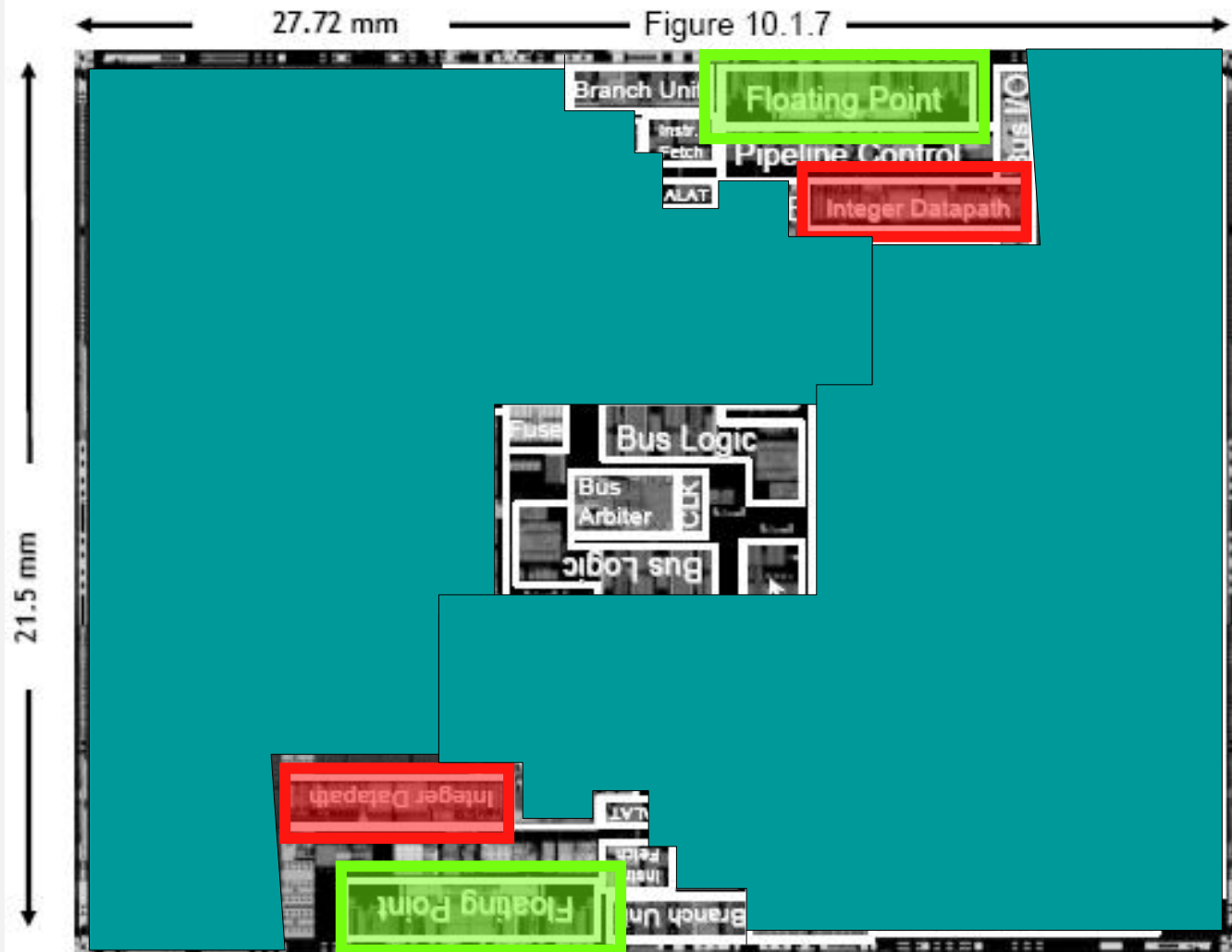
Quelle: Intel

Moores Gesetz besagt **nicht**:

Die Rechenleistung verdoppelt sich alle 18 Monate

Beispiel: Intel Montecito

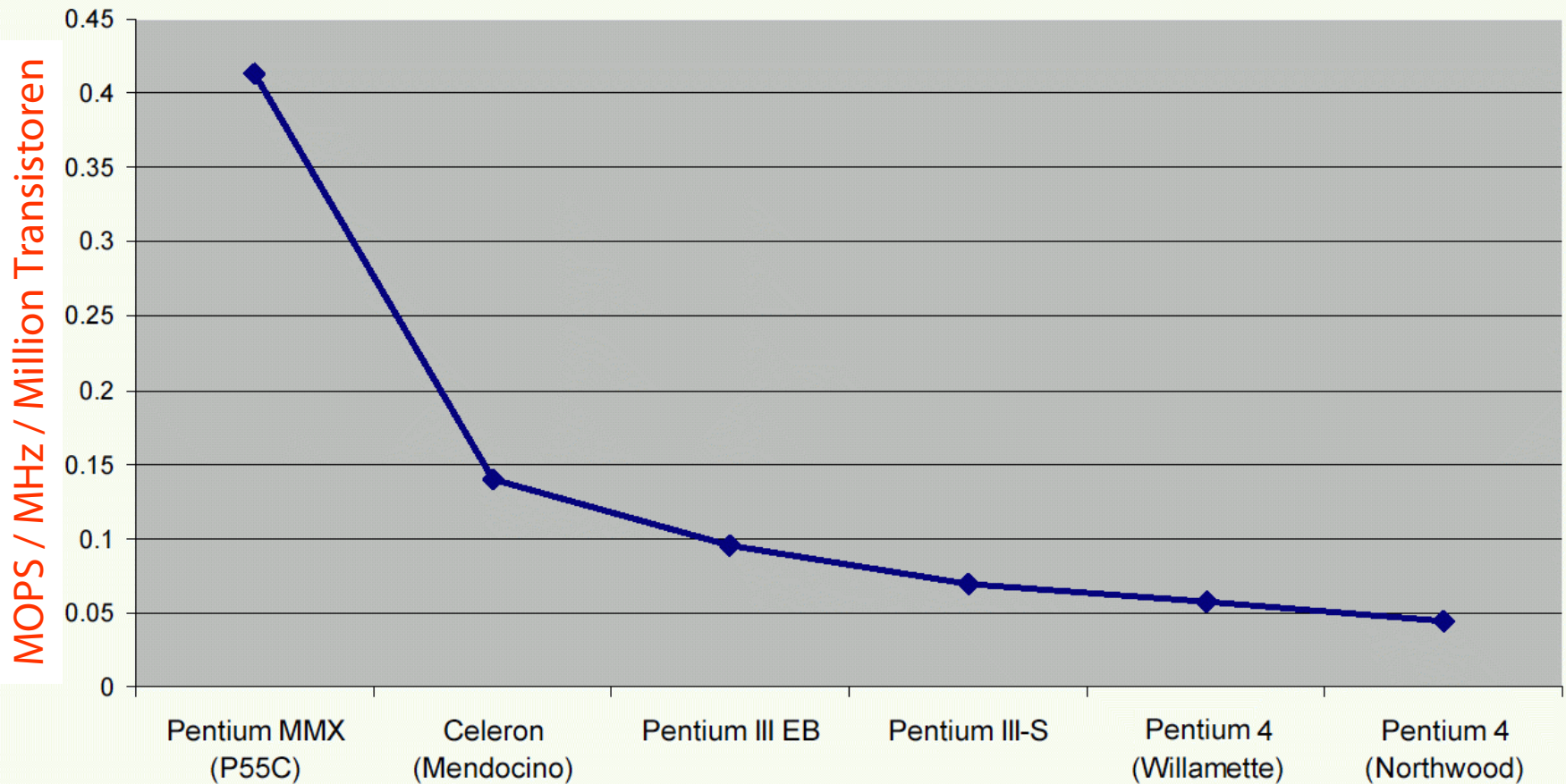
17



Quelle: Intel

Sinkende Effizienz

18



Quelle: J. Wawrzynek, UCB

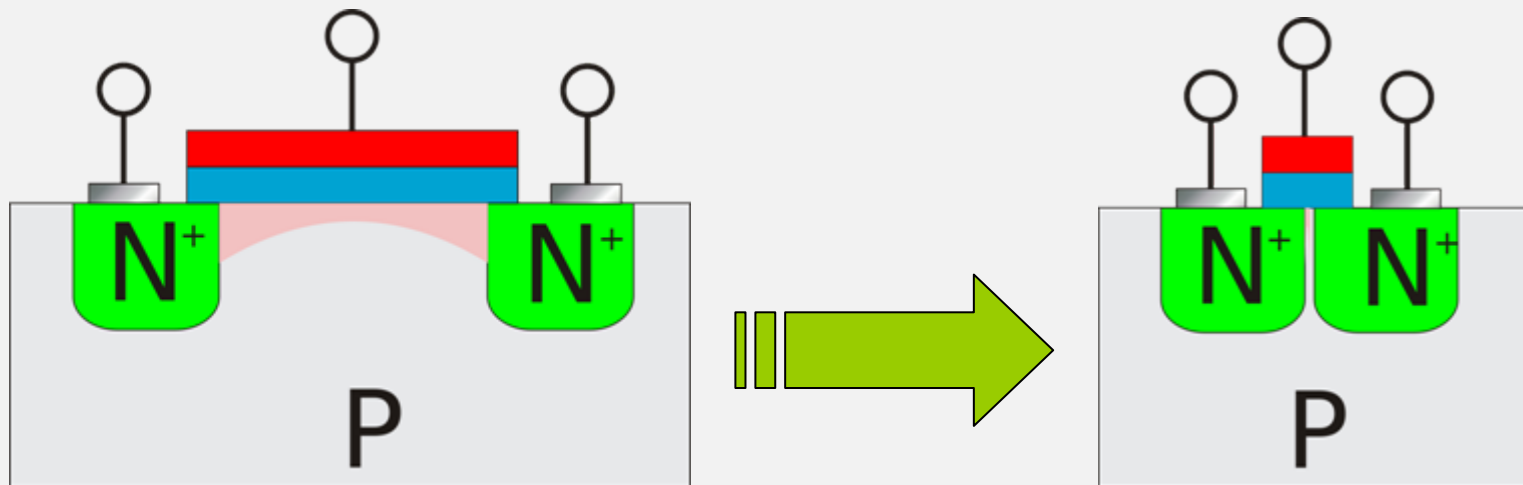
Kleinere Transistoren
schalten schneller

Noch **mehr** Transistoren noch **schneller** betreiben!

Anzahl Transistoren steigt
durch Moores Gesetz

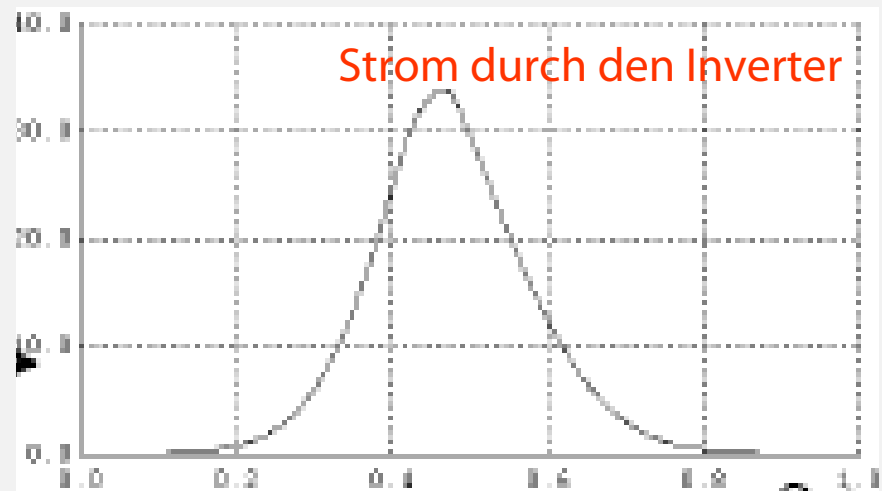
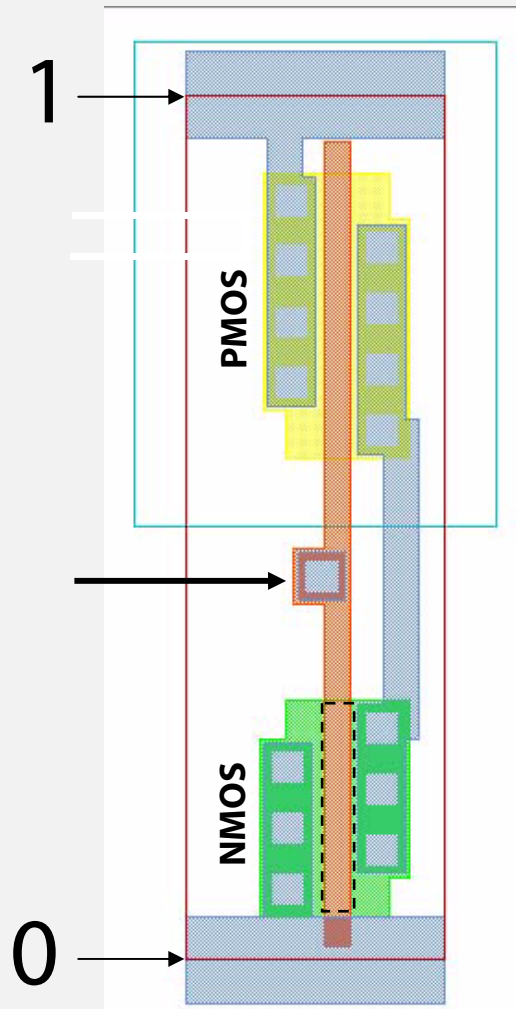
Statischer Energiebedarf

20



Dynamischer Energiebedarf

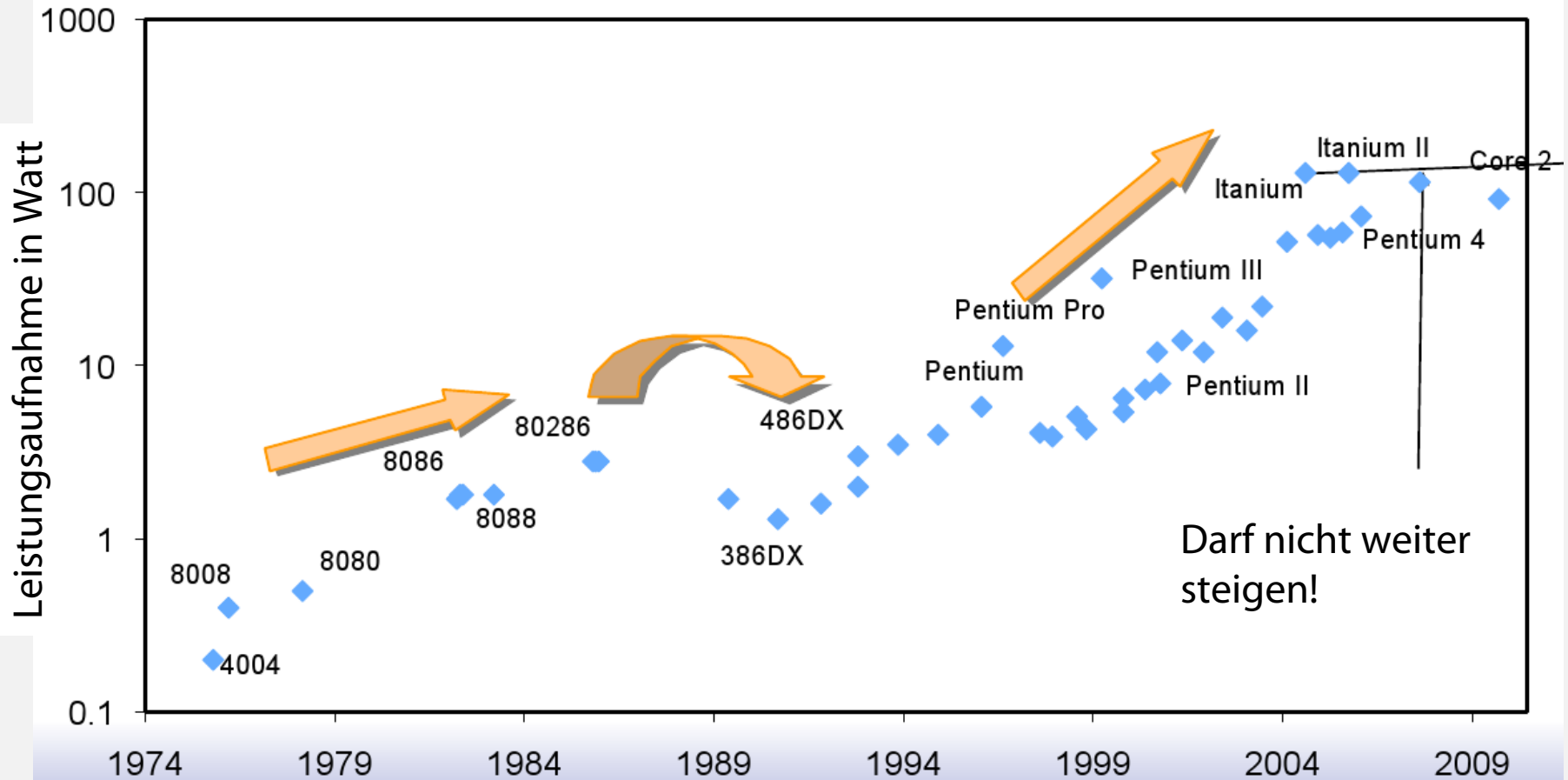
21



Quelle: R. J. Baker

Leistungsaufnahme

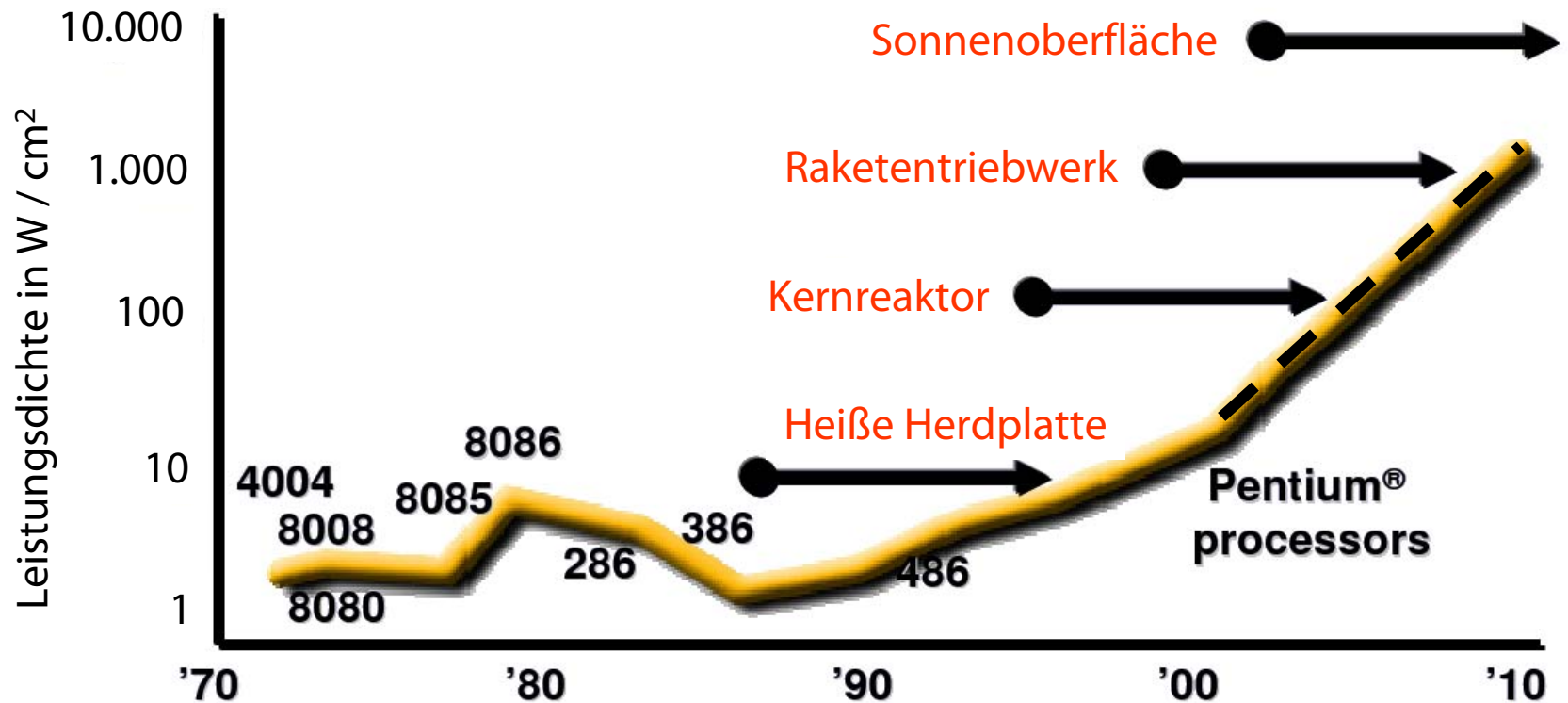
22



Quelle: J. Rabaey, UCB

Leistungsdichte

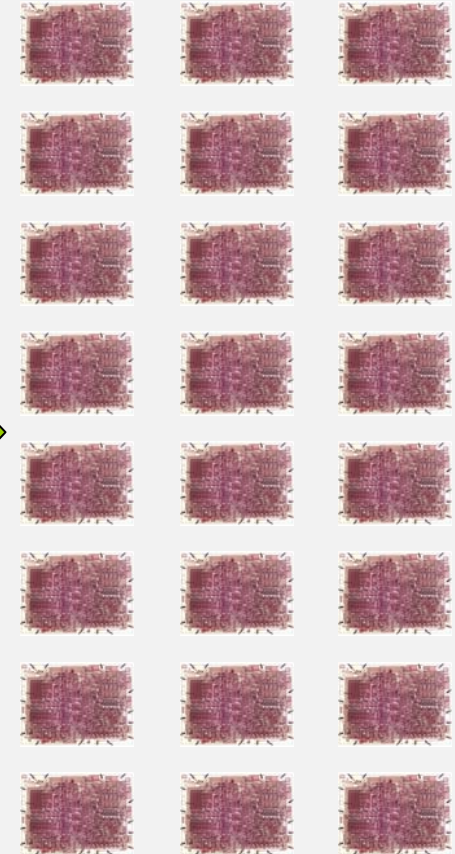
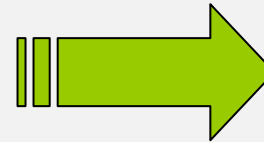
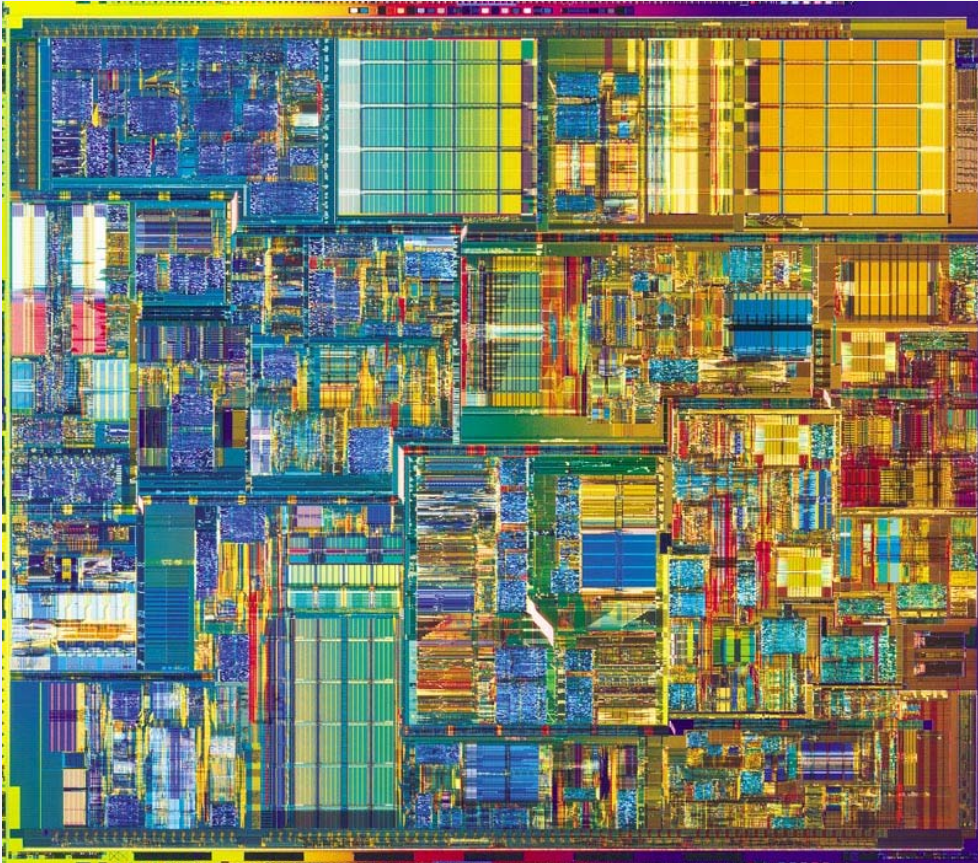
23



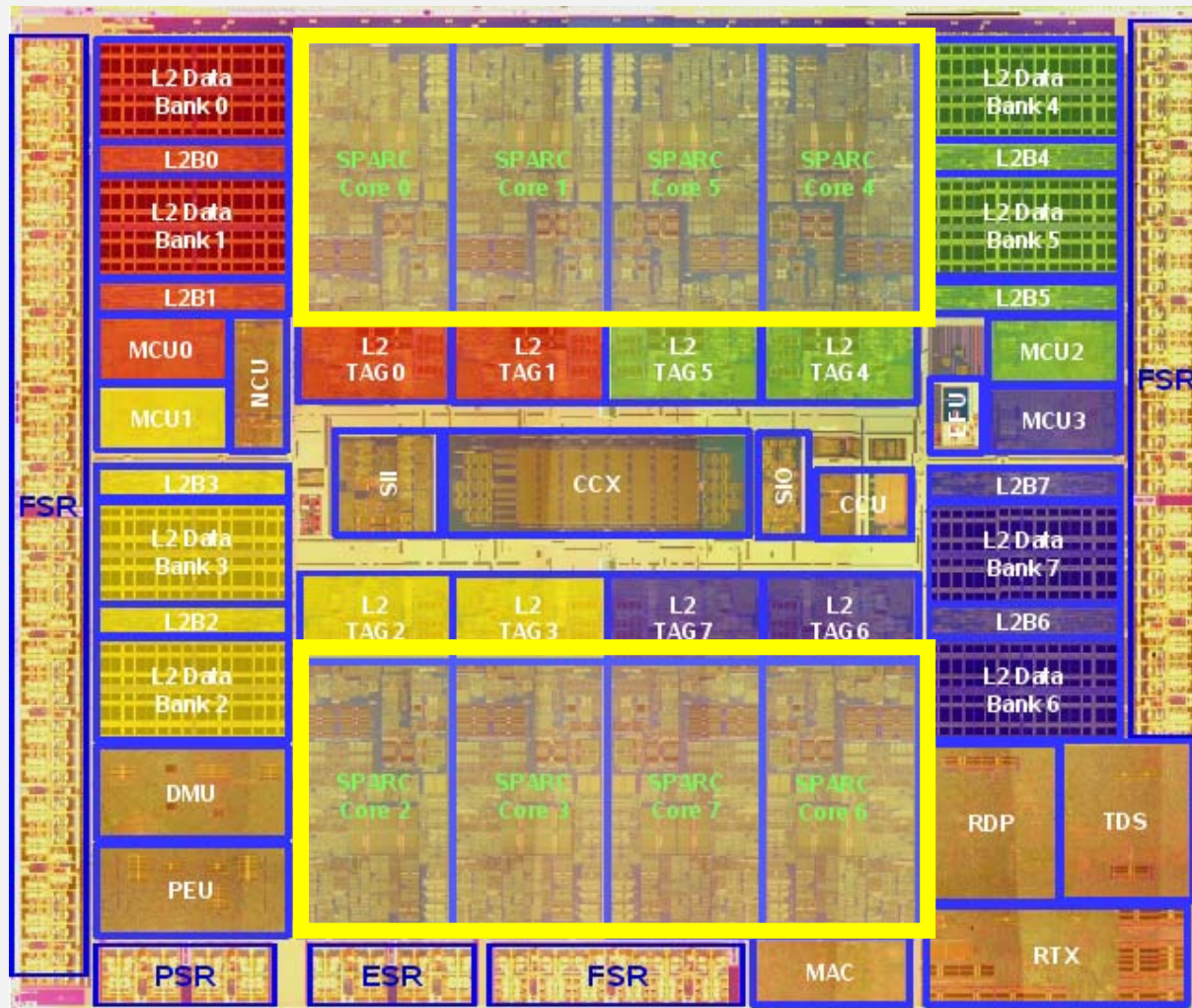
Quelle: Intel

Eine Lösungsidee

24

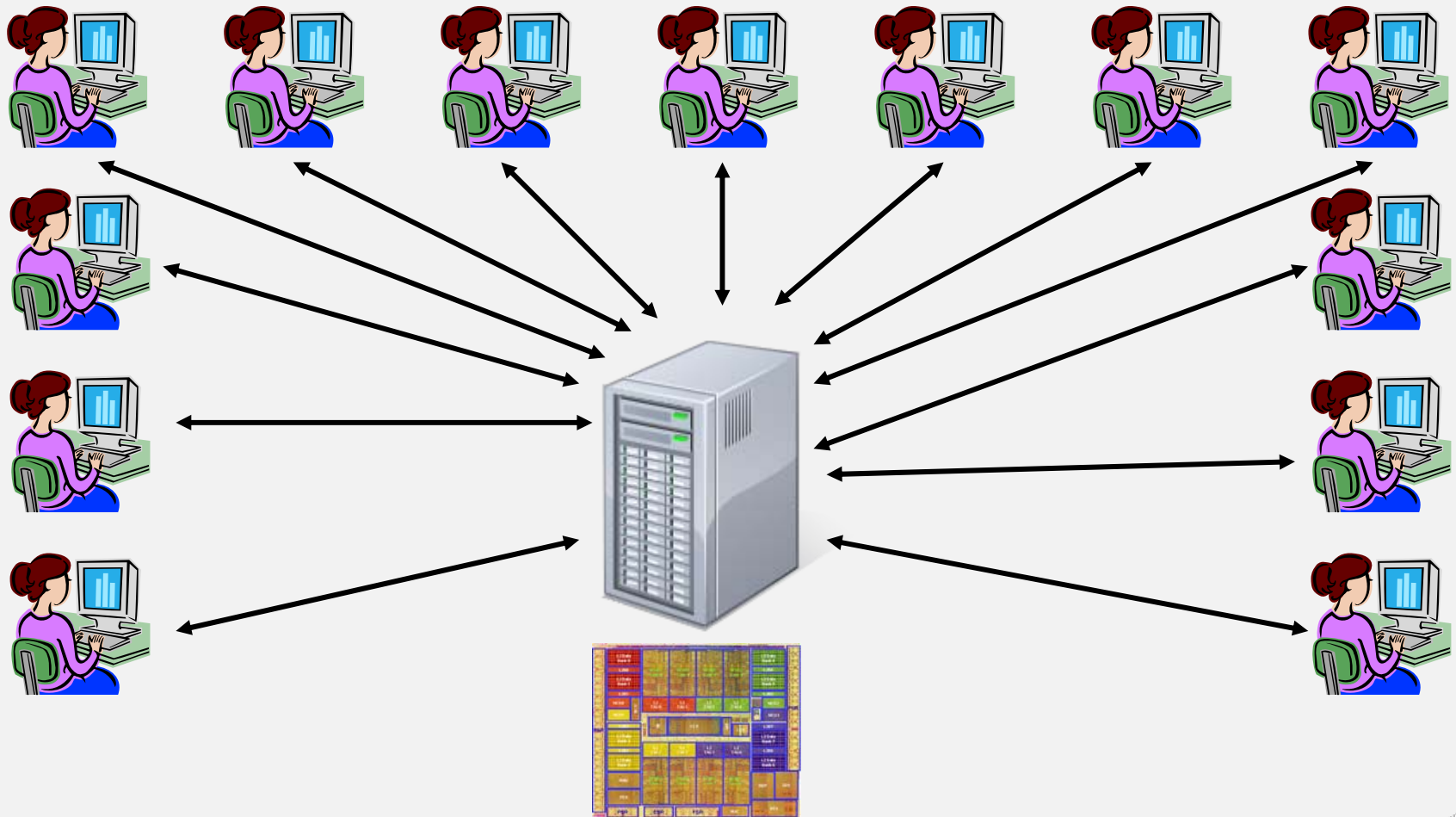


Jeder einzelne Prozessor ist **langsamer**, aber zusammen bewältigen sie **mehr** Arbeit!



Gut für parallele Anwendung

26



Wie rechnen Prozessoren?

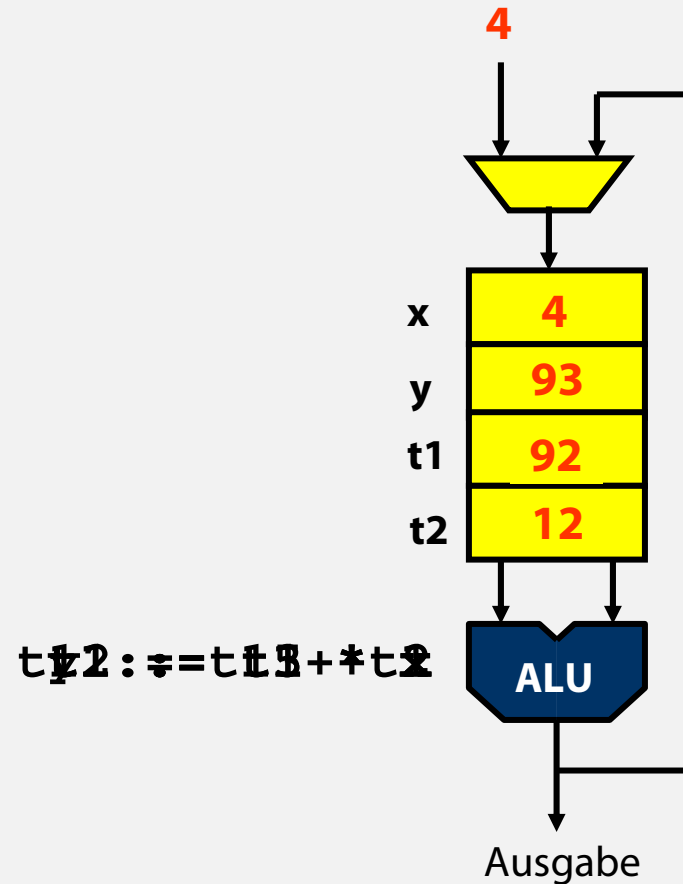
27

Beispielformel

$$y = 5x^2 + 3x + 1$$

Programm

```
t1 := 5 * x
t1 := t1 * x
t2 := 3 * x
t1 := t1 + t2
y := t1 + 1
```

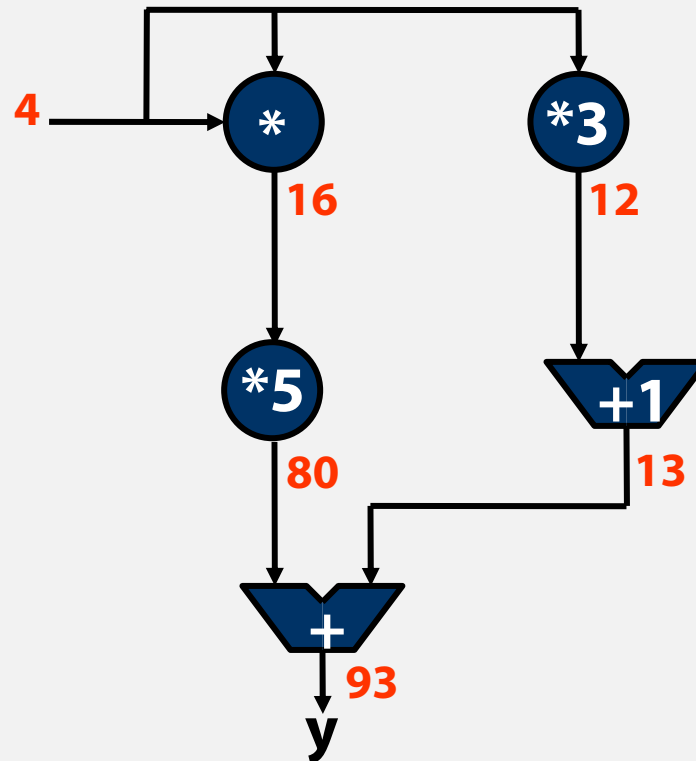


Ganz anderer Ansatz

28

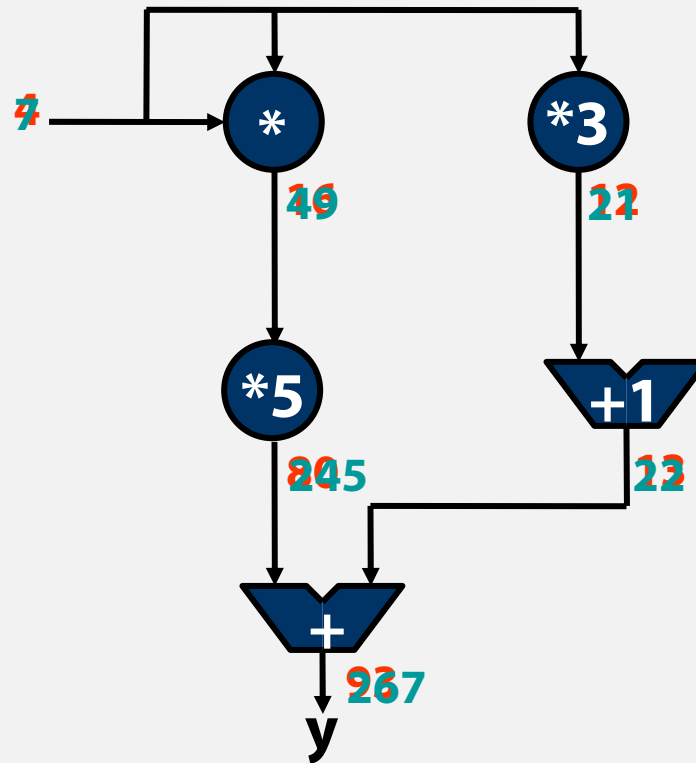
Beispielformel

$$y = 5x^2 + 3x + 1$$



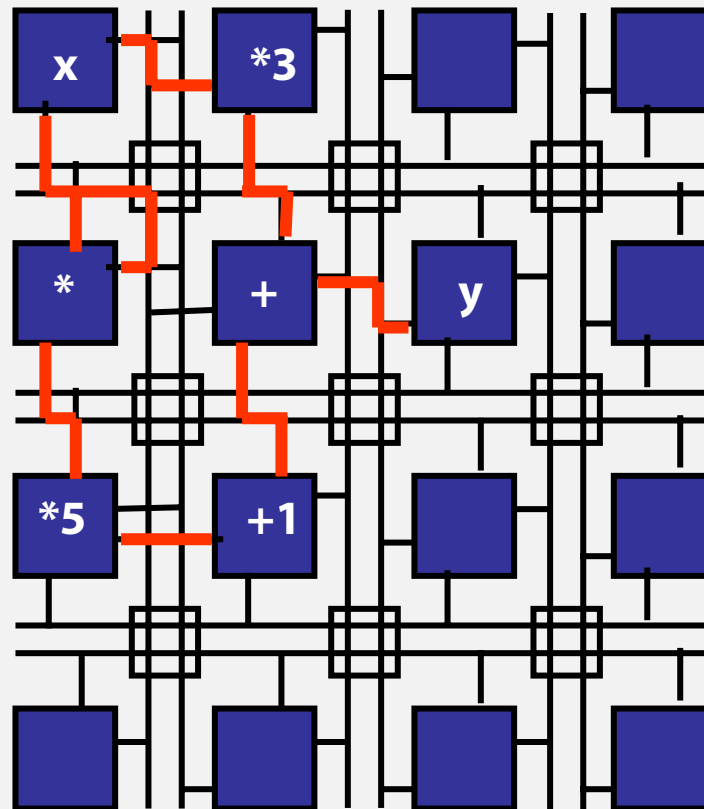
Noch höhere Parallelität

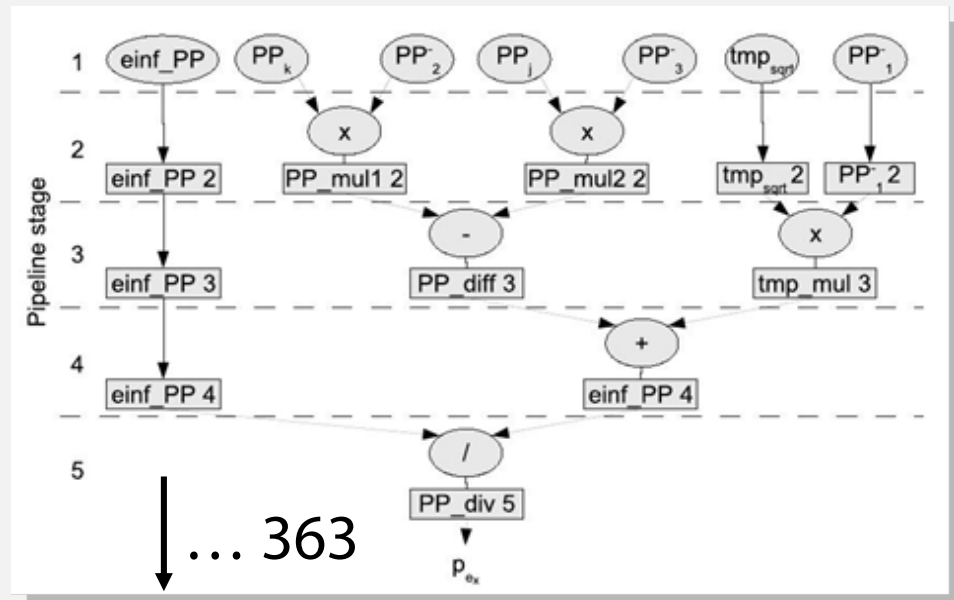
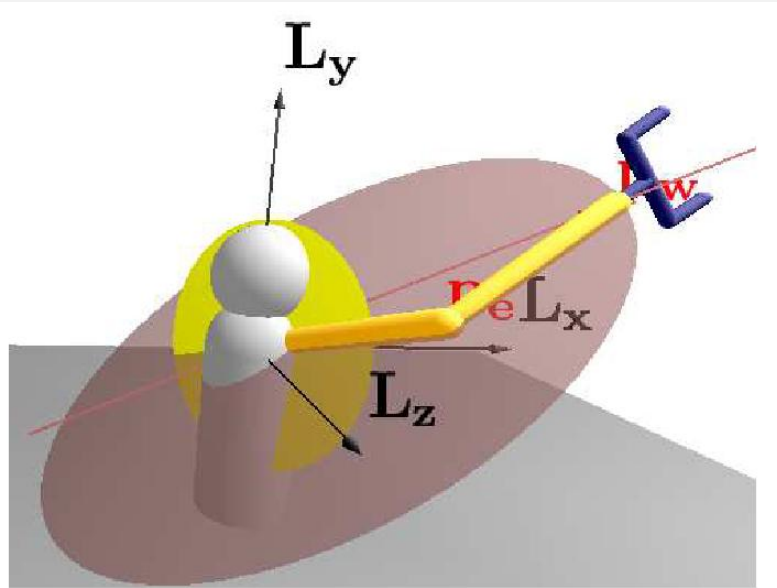
29



Rekonfigurierbare Schaltung

30



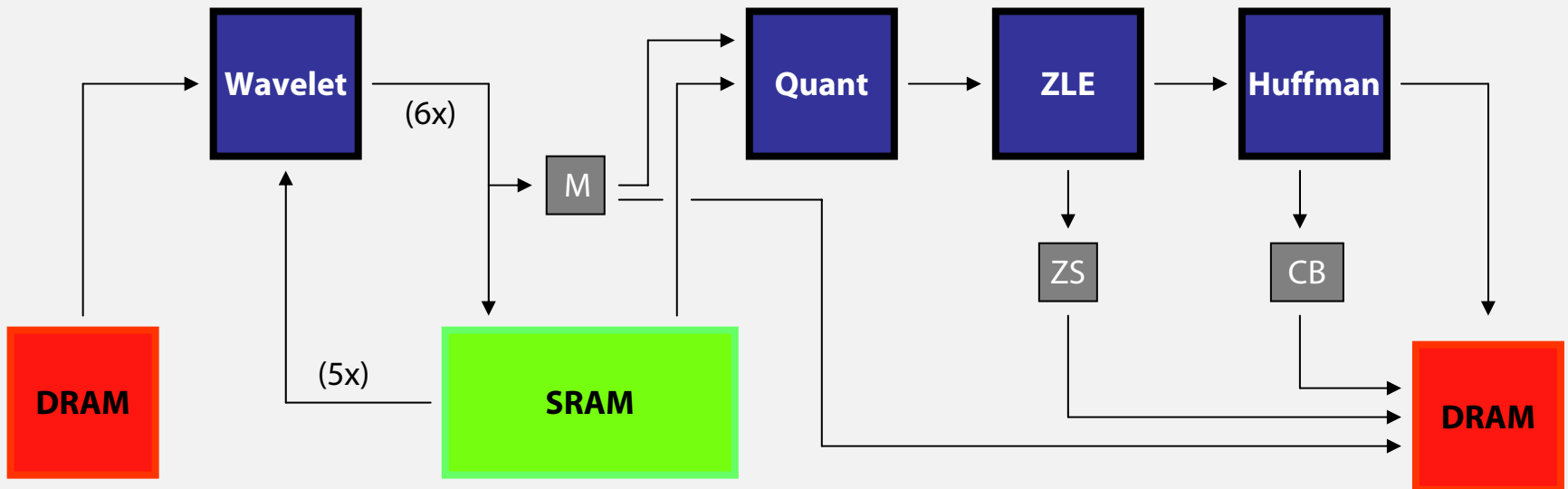


185x schneller auf rekonfigurierbarem Rechner als auf normalem PC

Nur 8 Watt elektrische Leistungsaufnahme

Bildkompression

32

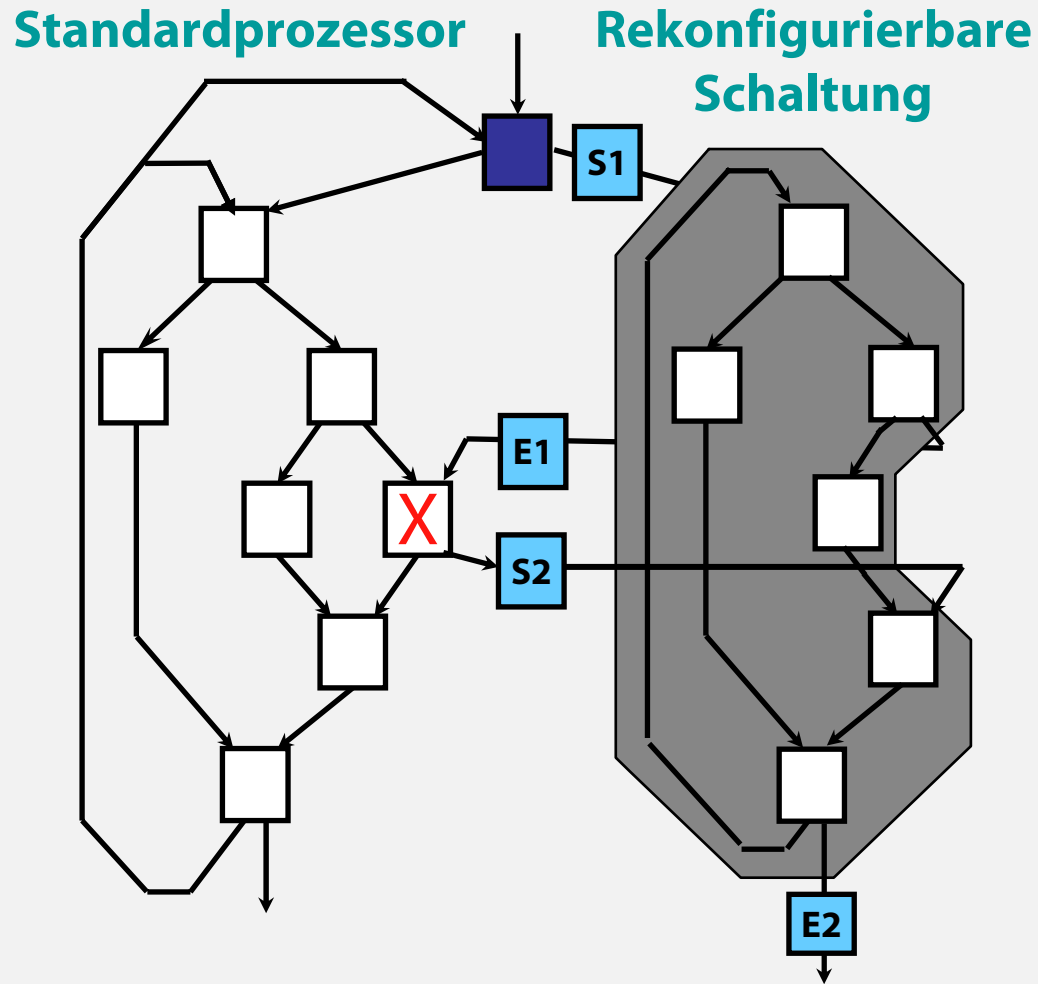


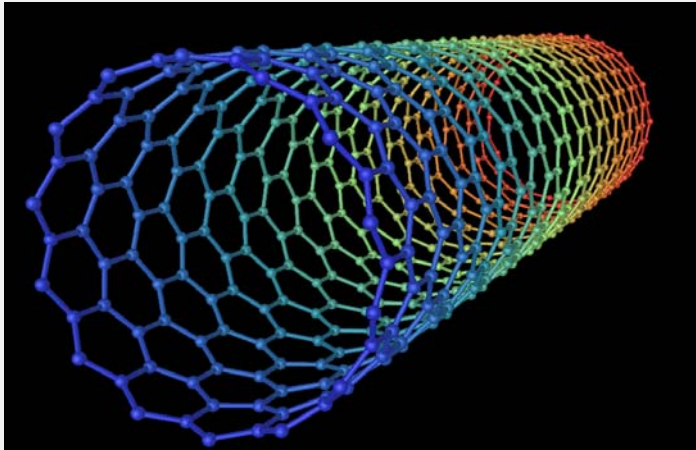
Warum dann nicht **überall** rekonfigurierbare Rechner?



Programmierung erfordert umfangreiche **Spezialkenntnisse**

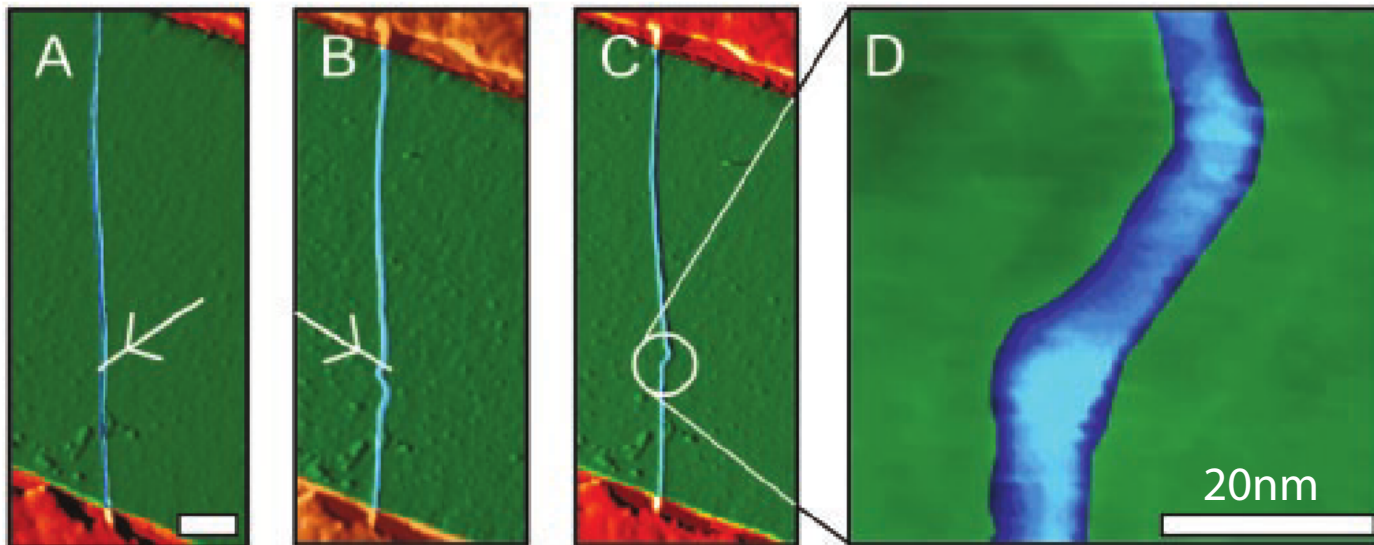
Nicht alle Programmteile gleich gut **geeignet**





Nano-Röhre auf Kohlenstoffbasis (CNT)

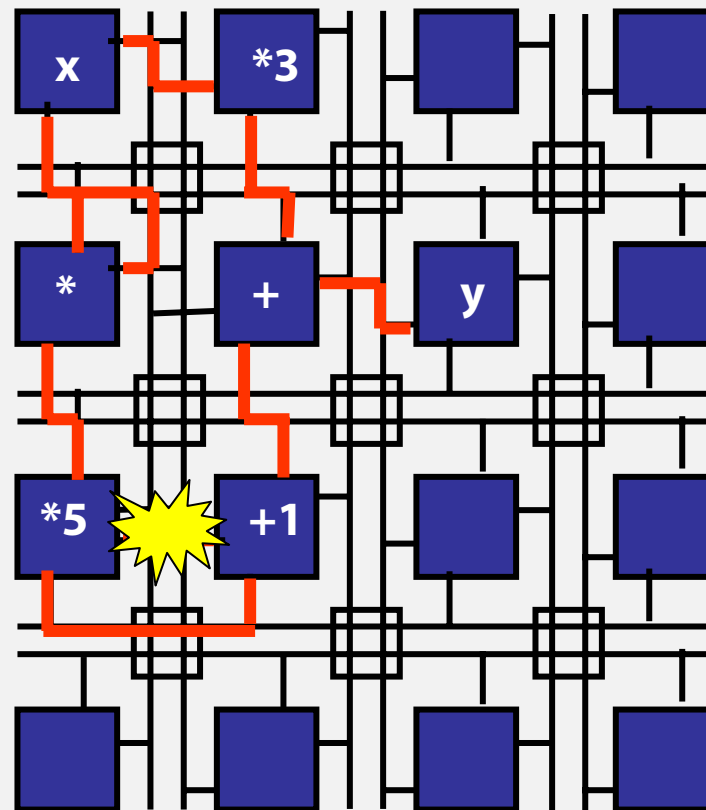
CNT Ein-Elektron-Transistor



Quelle: Wikipedia und Science 293...

Umgehung von Defekten

36



Ausnutzung der Fähigkeiten **rekonfigurierbarer** Schaltungen