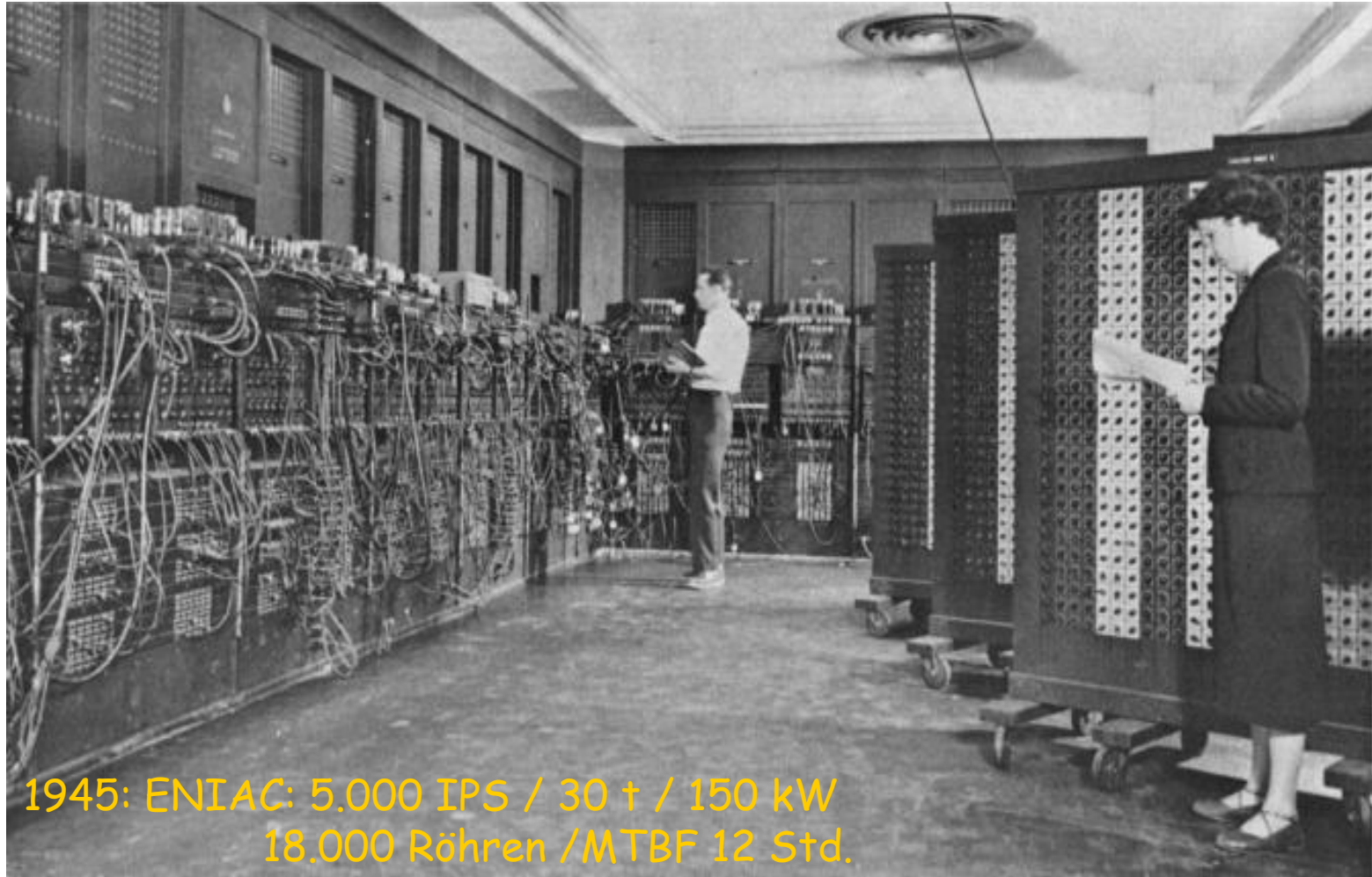


# Beitrag der Mikroelektronik zur Energie-Effizienz

Dr. Wolfgang Pribyl  
TU Graz, Institut für Elektronik

- Energie-Effizienz der  $\mu E$  /  $\mu E$  Systeme selbst  
Prozessoren, Speicher, Interfaceschaltungen  
Rechner, IKT Geräte, Unterhaltungselektronik  
Stromversorgungen / PowerManagement
- Einsatz von  $\mu E$ /IKT Systemen zur Steuerung von ...  
Prozessen  
Maschinen  
Verkehr  
Energieversorgung  
Beleuchtung



1945: ENIAC: 5.000 IPS / 30 + / 150 kW  
18.000 Röhren / MTBF 12 Std.

- “Dieses ‘Telefon’ hat zu viele Nachteile, dass wir es ernsthaft als Kommunikationsmittel in Betracht ziehen könnten” (Internes Memo der Western Union, 1876)

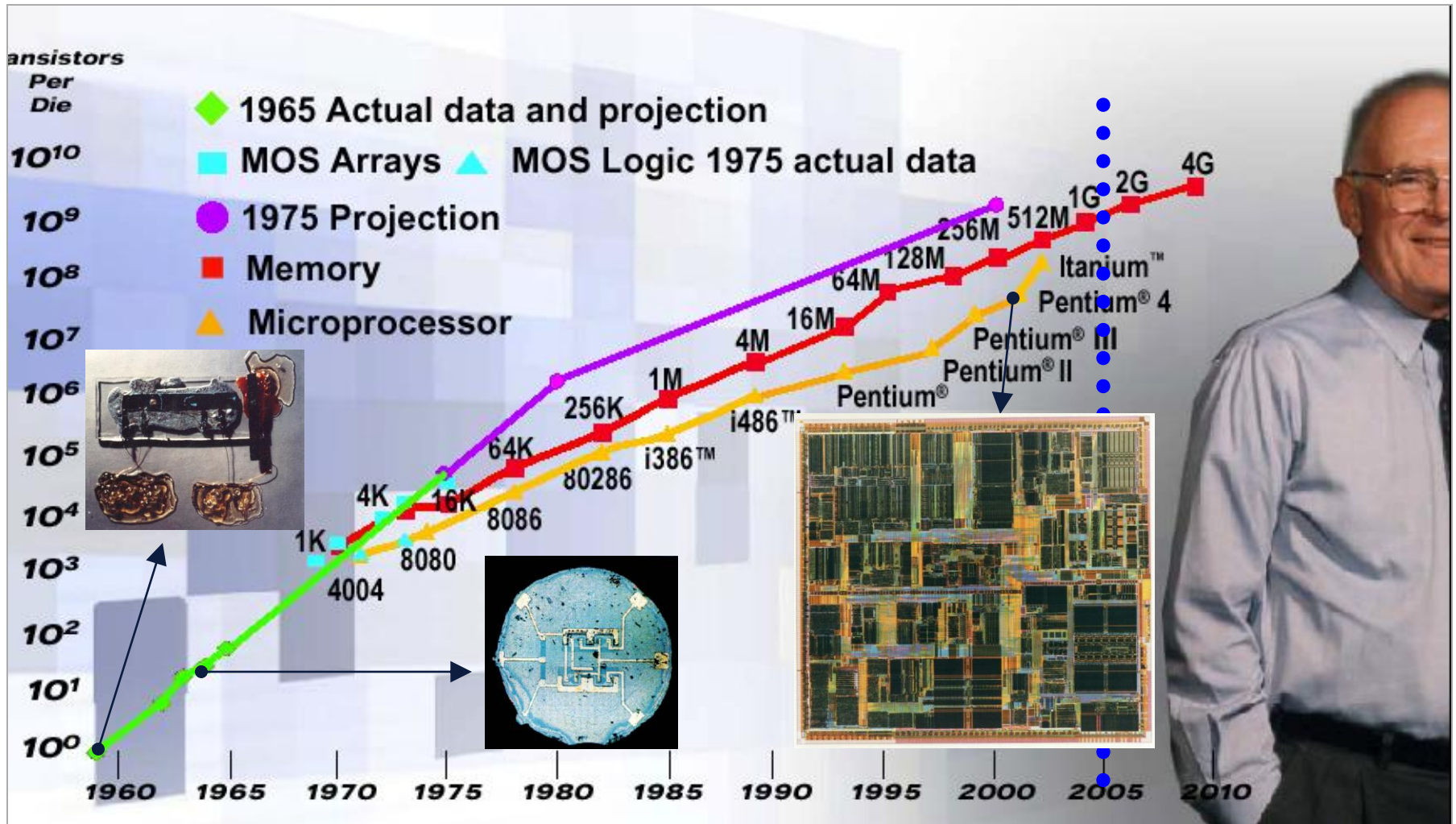
- “Ich glaube, es gibt einen Weltmarkt für ungefähr fünf Computer”  
Thomas Watson, CEO IBM, 1943

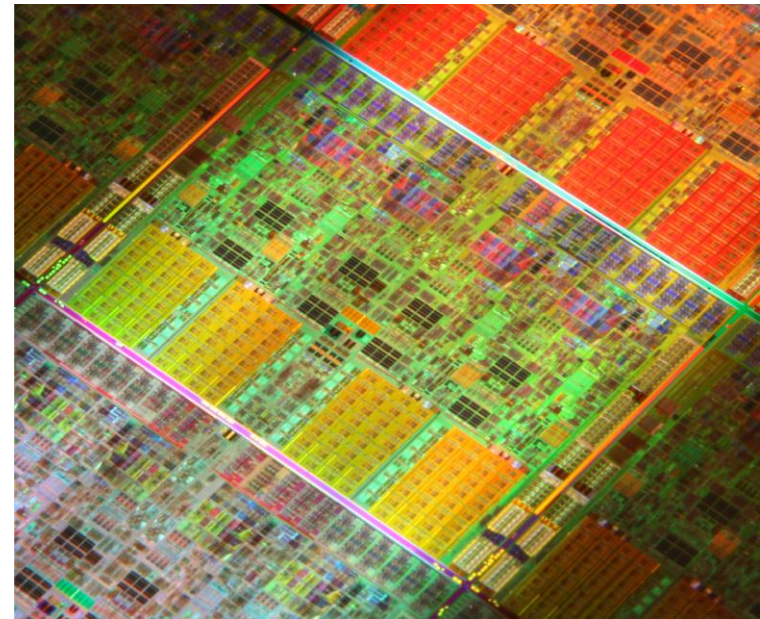


- “Es gibt keinen Grund, dass irgend jemand zu Hause einen Computer haben sollte”  
Ken Olson, CEO Digital Equipment, 1977



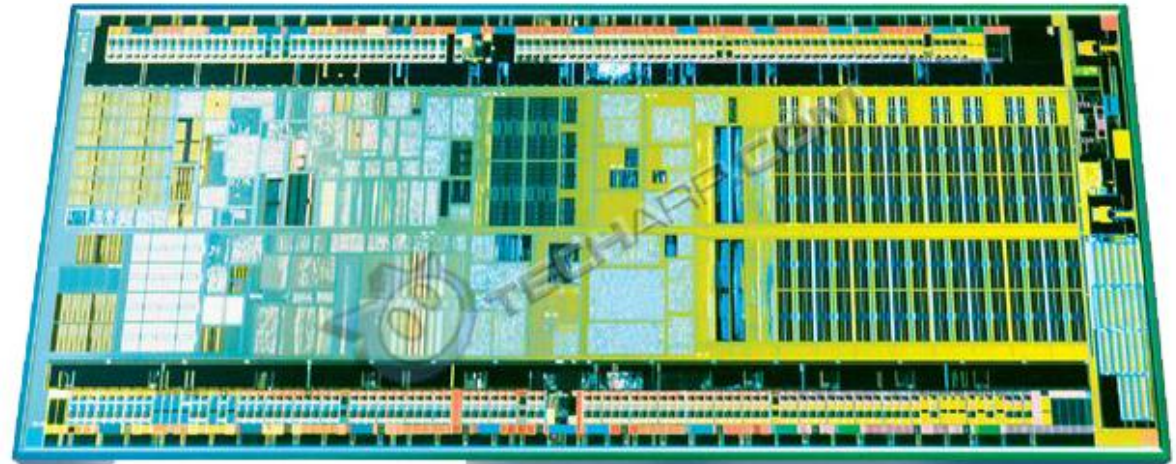
# Moore's Law





45 nm    214 mm<sup>2</sup>  
3,2 GHz    130 W (0,8-1,35 V)  
820 mio Transistoren

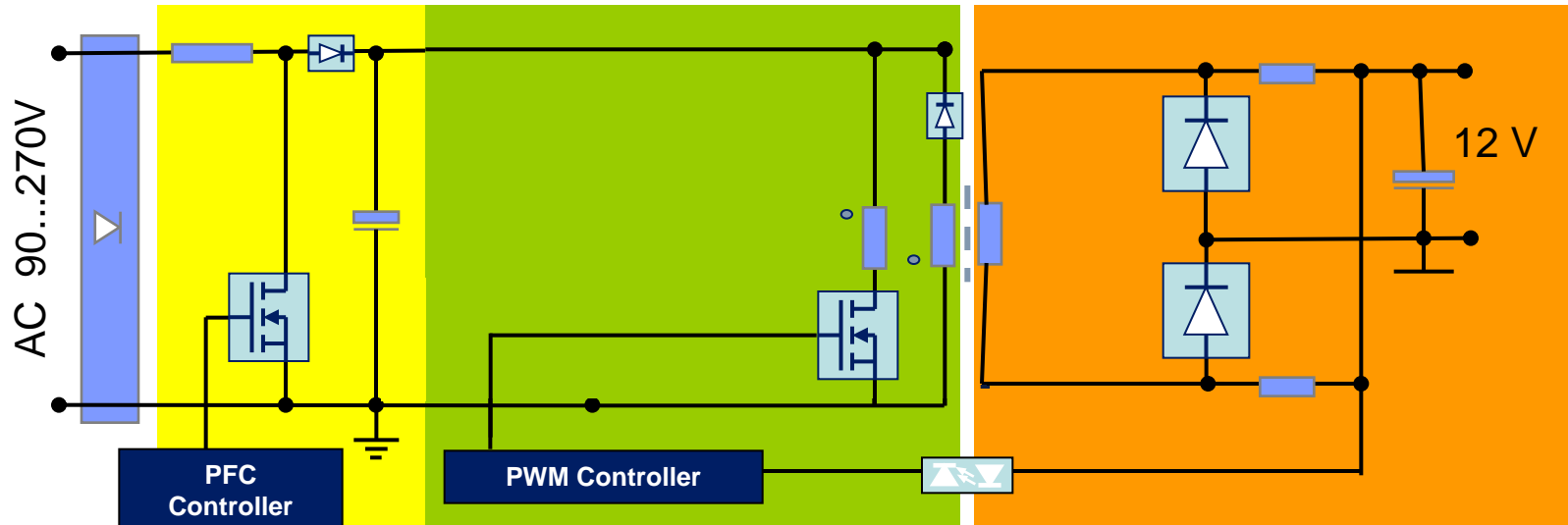
# Intel ATOM Prozessor



45 nm 26 mm<sup>2</sup>  
1,7 GHz 2,5 W (0,9-1,15 V)  
47 mio Transistoren

- Leckströme reduzieren
- Rechenleistungsabhängige Aktivierung und Steuerung der internen Blöcke
- Neue Architekturen und „intelligentes“ Power Management für Prozessoren und Systeme (analoge vs. digitale Verarbeitung)
- Beachtung des Einflusses der Software auf Leistungsverbrauch
- Verstärkter Einsatz von EEPROM / FLASH um Standby-Leistung zu minimieren
- Neue Halbleitermaterialien (z.B. SiC für Leistungsbaulemente)
  
- Wichtig auf Grund der großen Zahl an Geräten und Systemen
- Besonders wichtig für mobile Geräte





## PFC stage

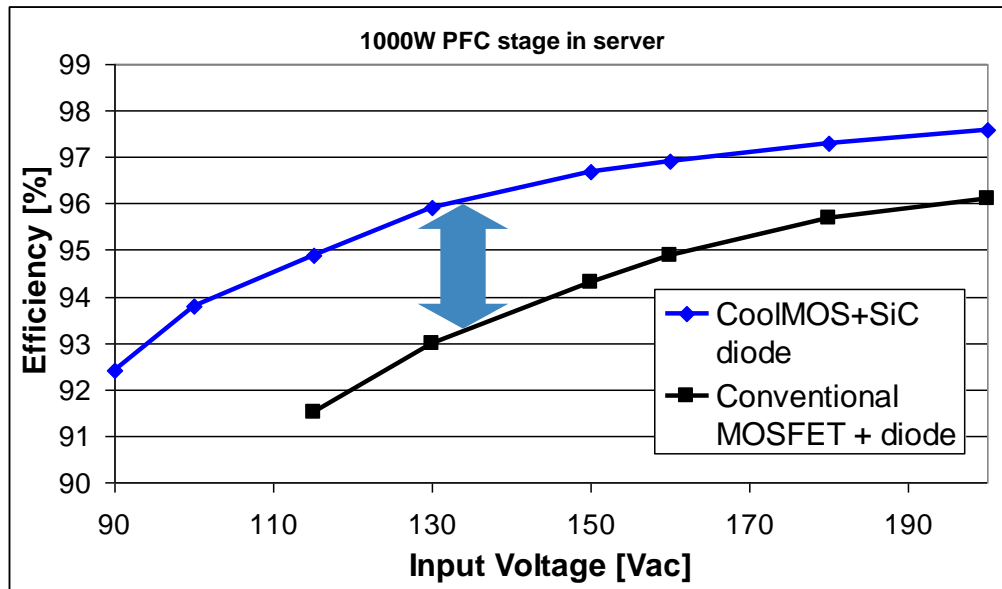
- ensures PF=1
- 100..250 kHz switching
- CoolMOS 600 V @ 50mOhm
- SiC Schottky diode 600V
- PFC Chip

## PWM stage

- galvanic isolation
- 100..250 kHz switching
- CoolMOS 500 V @ 0,2 Ohm
- PWM combi Chip

## Secondary rectification

- synchronous rectification
- hard commutation, 100..250 kHz
- OptiMOS 60..100 V @ 10 mOhm



## CoolMOS® + SiC diode

→ up to 3.5% higher efficiency due to:  
93W → 53W power loss (-40%) reduction



Google Server Farm

Energieversorgung / dezentrale Erzeugung

Smart Grids

Verkehr

Prozessen

Maschinen

Heizung / Klima

...

# Energieverbrauch - Übersicht

Energy Generation

Energy Distribution

Energy Consumption

1

AC/AC

2

AC/DC/AC

4

Power Supply  
AC/DC

5

Point of Load  
DC/DC

Losses

Losses

Losses

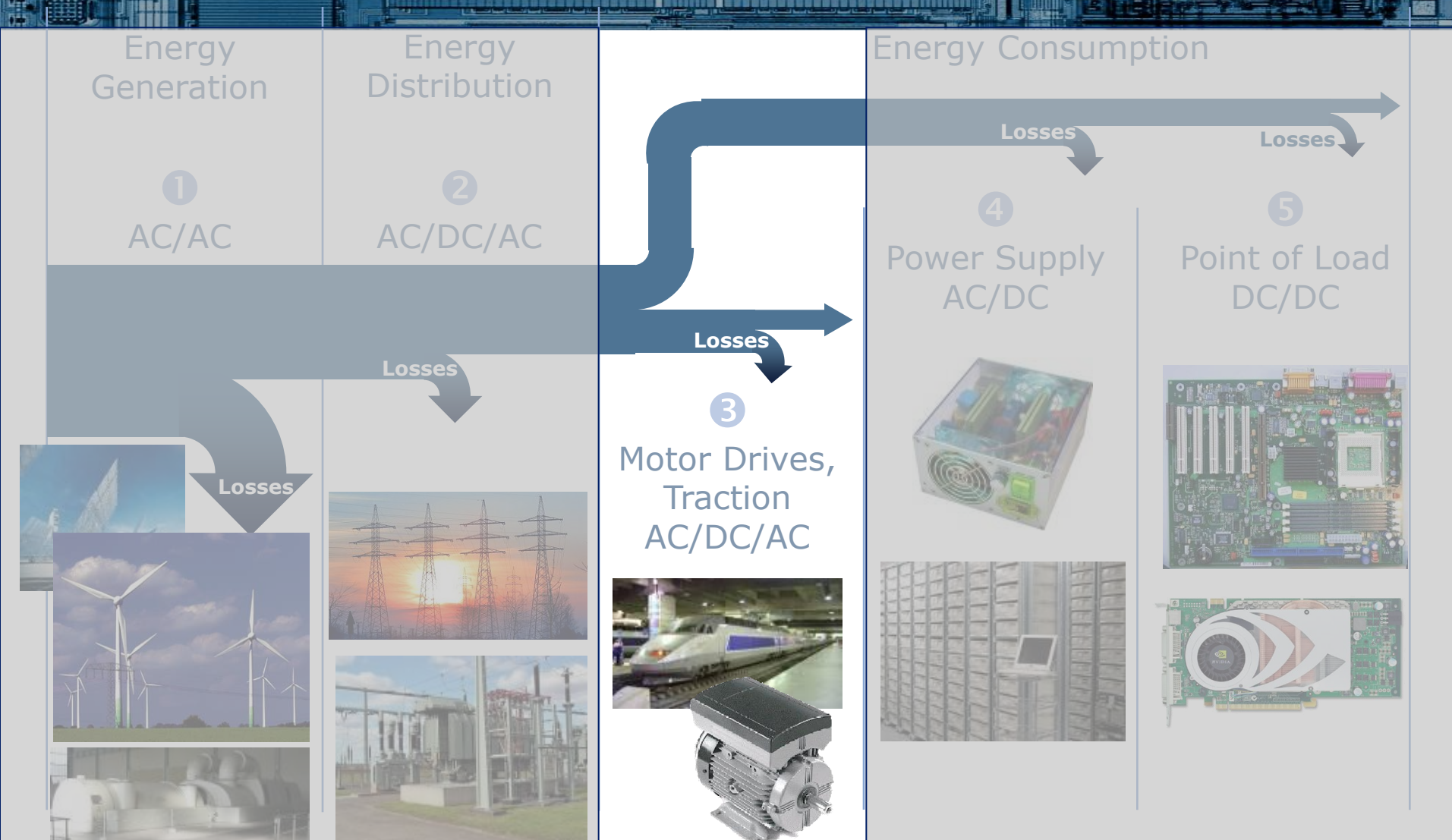
Losses

3

Motor Drives,  
Traction  
AC/DC/AC



# Energieverbrauch - Übersicht



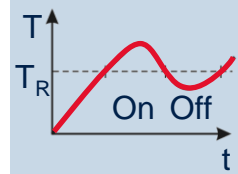
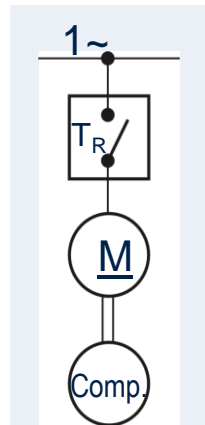
Consumers of electrical energy	Energy Split: worldwide		Energy saving potential		Key technology	
	Con. power supply: - stand-by, - active, ...	<b>Others</b> 14%	- stand-by - active	<b>&gt;90%</b> <b>&gt;&gt;5%</b>		CoolMOS, SiC Smart control IC CoolSET
	I&C, Computing power supply, ...	<b>Internet</b> 10%	80+ / 90+ effic.	<b>&gt;&gt;5%</b>		CoolMOS, SiC, Smart control IC, Low cost $\mu$ C
	EC-Ballast Daylight dimming HID, LED, ...	<b>Lighting</b> 21%	Electronic control	<b>&gt;25%</b>		CoolMOS Smart ballast IC Low cost $\mu$ C
	Factory autom. Process engineering, Heavy industry, Light industry, ...	<b>Motor control</b> 55%	Variable Speed Drive (VSD)	<b>&gt;30%</b>		IGBT Modules CiPOS EMCON
	Transportation: Train, Bus, Car, ...		VSD + Bi-directional energy flow	<b>&gt;25%</b>		CoolMOS CT
	Home appliance: Fridge, WM, HVAC, ...		VSD	<b>&gt;40%</b>		Optimized $\mu$ C 8 bit / 16 bit / 32 bit

# Beispiel Motorsteuerung/-regelung



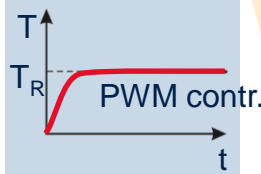
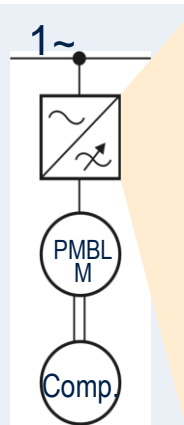
## Typical aircon system

Old



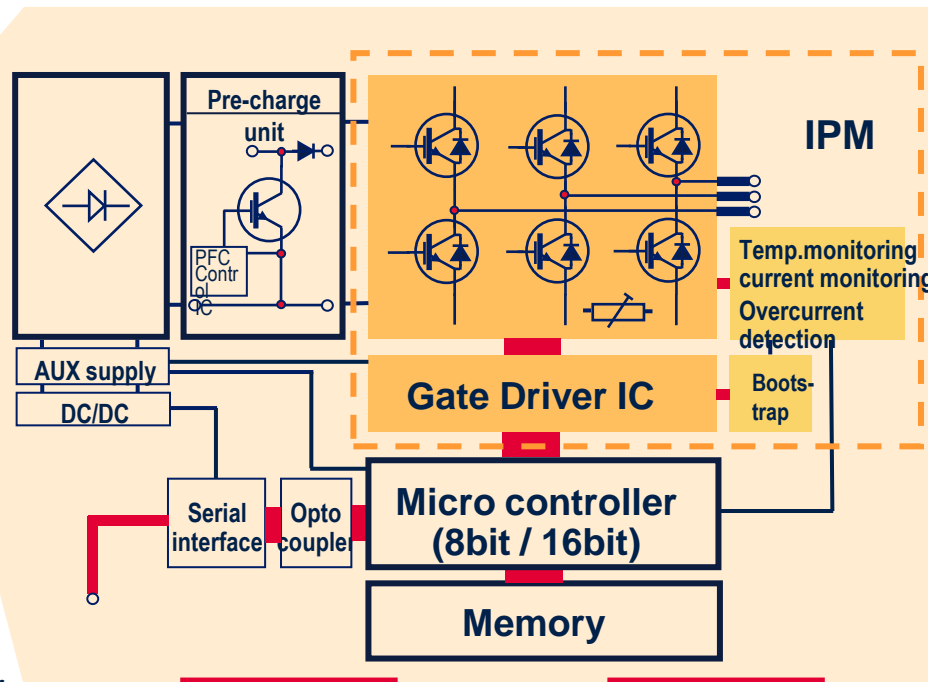
$\eta \ll 60\%$

New



$\eta > 75\%$

## Power converter needed



Key-  
tech

Package

IGBT, EMCON,  
CoolMOS,  $\mu$ C, Smart  
control IC, CT







Eliminates 22 TWh,  
equiv. to 9 fossil fuel power  
plants (400 MW-class)



Motors  
with electronic  
speed control



12%

Potential of motors  
with electronic  
speed control



50%

Avoids  
17 million tons of CO<sub>2</sub>

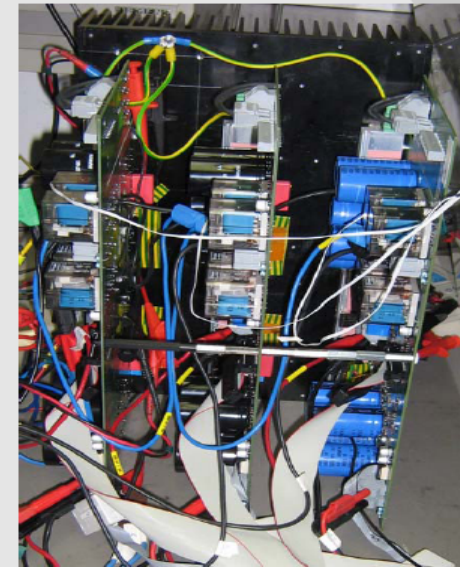
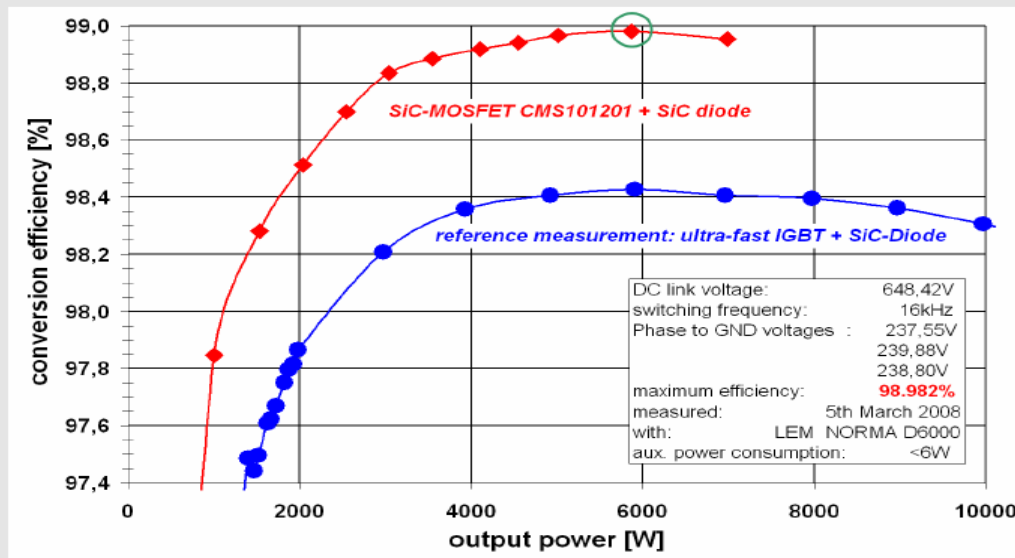


Equals 40% energy savings per unit.  
If 50% of drives have electronic speed control,  
→ overall savings of 20%.

## Benefits of SiC use: Increased Power Conversion Efficiency

Peter Zacharias

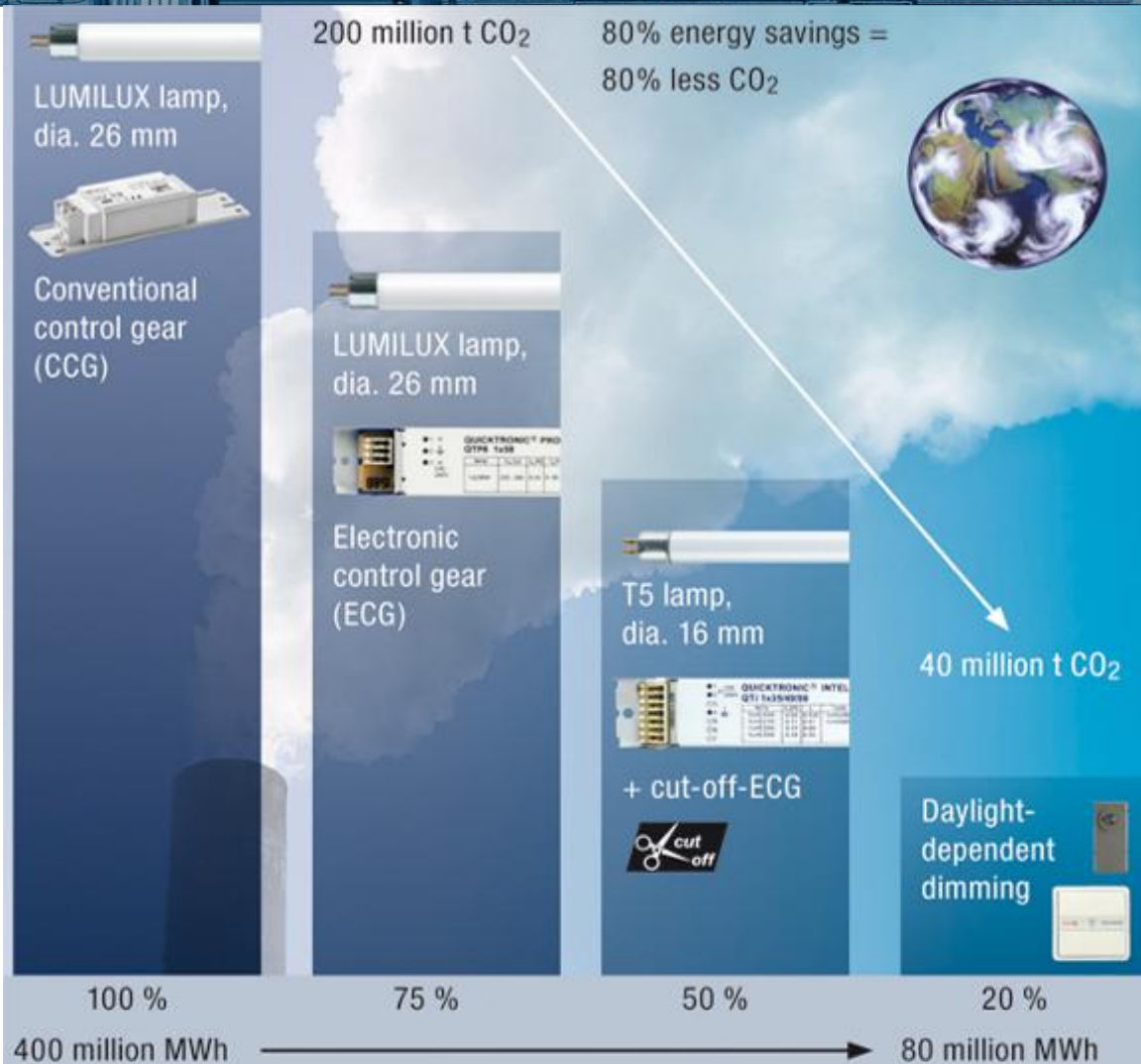
About 99% Conversion Efficiency of a 3 Phase Inverter achieved by combining SiC-MOSFETs with SiC-Shottky Barrier Diodes



Setup of a 3 phase inverter for multi-kilowatt nominal power of delivered power to the grid

→ about 37,9% decreased direct losses by the use of SiC compared to Si only!

# Beispiel Beleuchtungstechnik

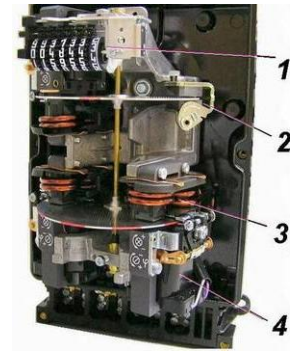


15% of worldwide electrical energy is used by lighting

## Neue Technologien

- Energiesparlampe
- Halogenleuchtmittel
- LED-Leuchtmittel
- organische LEDs
- ....

- „Stromzähler“ - Varianten:
- Ferraris - Zähler
- Elektronische Zähler
- Smart Meters



ca. 1,5 W  
**2,25 MW**



3,0 W

4,5 MW



Heute bis 8,0 W

**12 MW (!!!)**

z.B. Raum Wien @ 1,5 Mio Messpunkte

- Forschung und Entwicklung für intelligente Elektronik und IKT ist ein wesentlicher Faktor, um Effizienzsteigerungen im Einsatz elektrischer Energie, aber auch bei anderen Energieformen, nachhaltig möglich zu machen.
  
- Die Optimierung im Hinblick auf Energie-Effizienz muss aus Sicht der (Mikro-)elektronik auf mehreren Ebenen durchgeführt werden:
  - \* (mikro-)elektronische Bauelemente
  - \* elektronische Baugruppen und Systeme
  - \* Architektur der Systeme,
  - \* Struktur und Umfang der Software, Abstimmung mit der Hardware
  - \* ganzheitliche Betrachtung der Systeme bezüglich des Energieeinsatzes
  
- ➔ Schaffung attraktiver Produkte und Systeme im Hinblick auf eine breite Akzeptanz im Markt und damit entsprechend positiver Wirkung.



Danke für die Aufmerksamkeit !