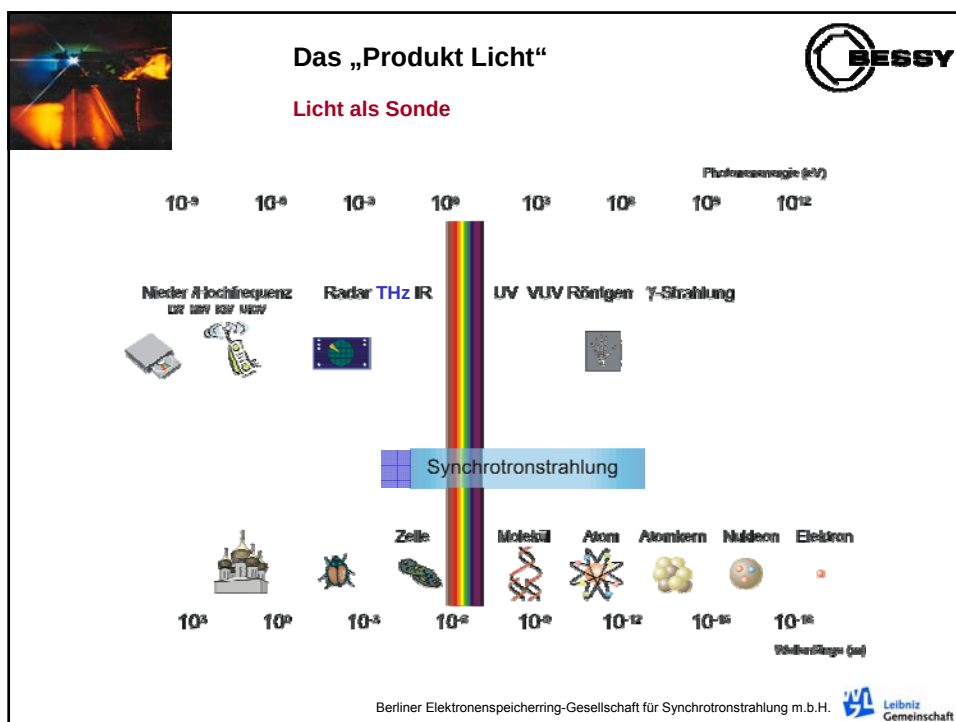




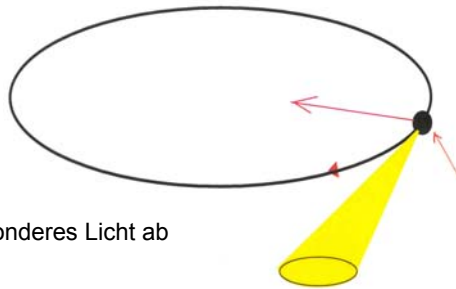


Das „Produkt Licht“

Was ist Synchrotronstrahlung



Elektronen, die sich mit nahezu Lichtgeschwindigkeit im Kreis bewegen



... strahlen ein besonderes Licht ab

Synchrotron-Strahlung

Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung m.b.H.



Das „Produkt Licht“

Eigenschaften der Synchrotronstrahlung

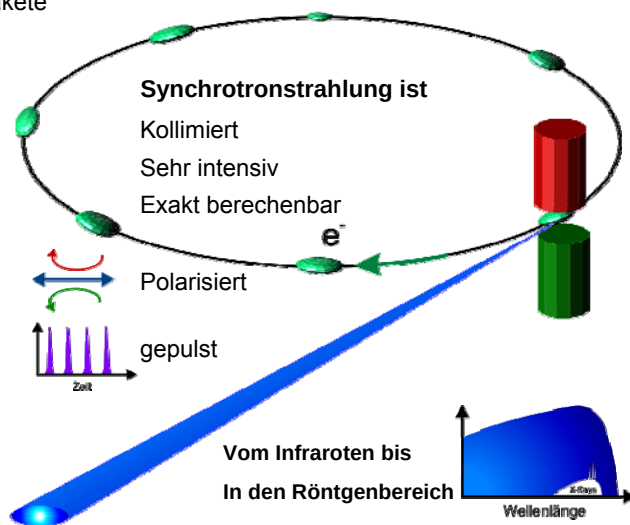


⇒ 400 Elektronenpakete

⇒ Stroboskop

50 ps Blitze

500 000 000 / s



Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung m.b.H.

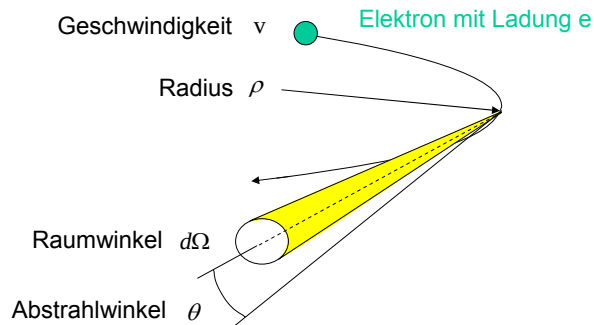




Das „Produkt Licht“



Berechenbarkeit



$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

ω : Frequenz

$$\xi = \frac{\omega \rho}{3c} \left(\frac{1}{\gamma^2} + \theta^2 \right)$$

K : mod. Besselfunktionen

$$\frac{d^2 I}{d\omega d\Omega} = \frac{e^2}{3\pi^2 c} \left(\frac{\omega \rho}{c} \right)^2 \left(\frac{1}{\gamma^2} + \theta^2 \right) \left[K_{2/3}^2(\xi) + \frac{\theta^2}{(1/\gamma^2) + \theta^2} K_{1/3}^2(\xi) \right]$$

Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung m.b.H.

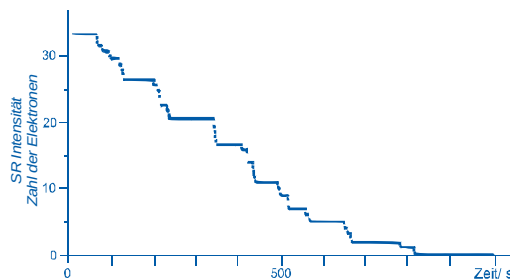


Radiometrie



z.B. Kalibrierung von Detektoren

Detektor des ESA
Sonnen- und Heliosphären
Observers (SOHO)



Variation der Intensität
über neun Größenordnungen



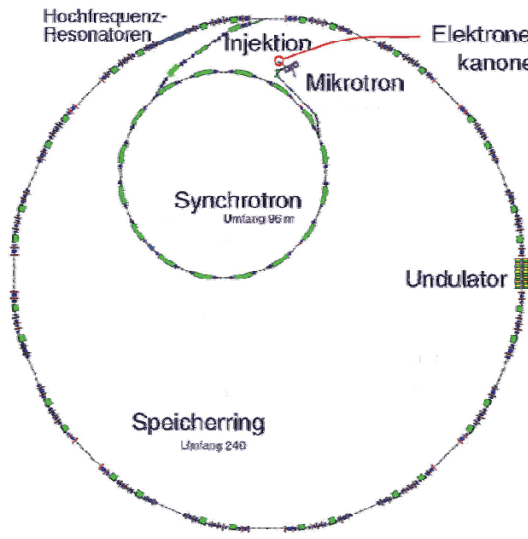
Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung m.b.H.





Das „Produkt Licht“

Erzeugung der Synchrotronstrahlung



Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung m.b.H.

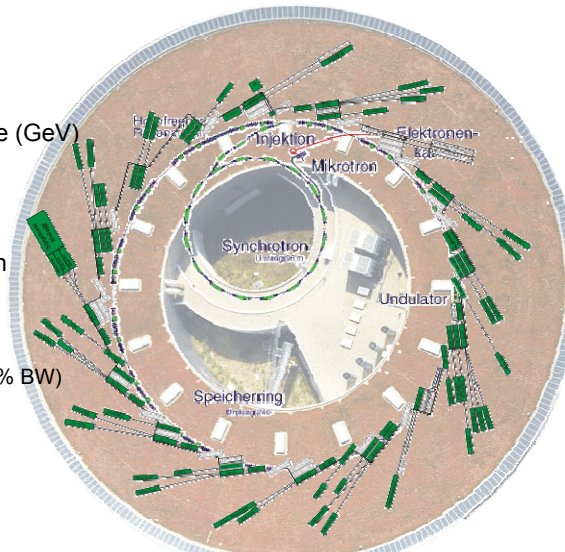


Das „Produkt Licht“

Parameter und Beamlines



Elektronenenergie (GeV)	1.7
Umfang (m)	240
Emmitanz	6×10^{-9}
Gerade Sektionen	16
ID's	14
Brillanz (Ph/mm ² /mrad ² /0.1% BW)	ca. 10^{19}
Beamlines	43



Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung m.b.H.



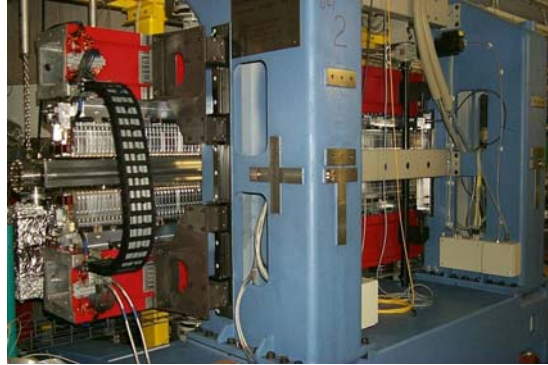
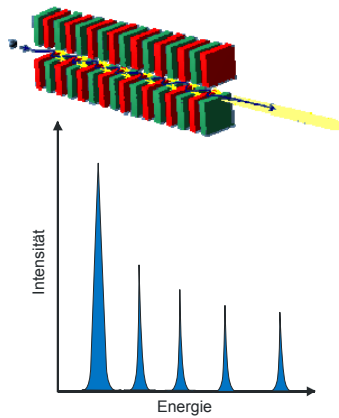


Das „Produkt Licht“

Undulatoren und Wiggler



Undulator

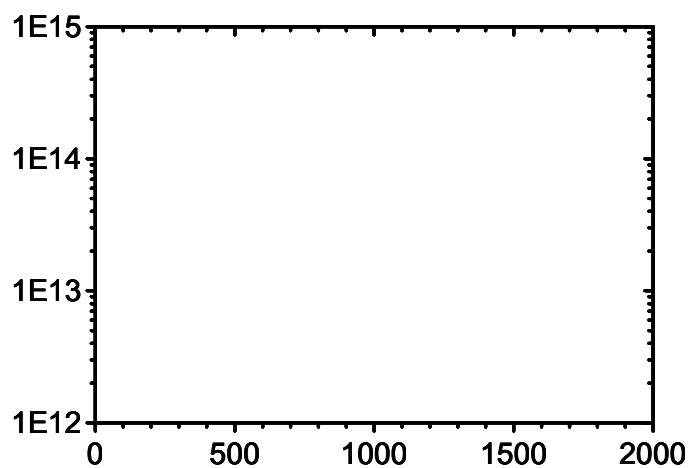


Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung m.b.H.



Das „Produkt Licht“

Undulatoren und Wiggler



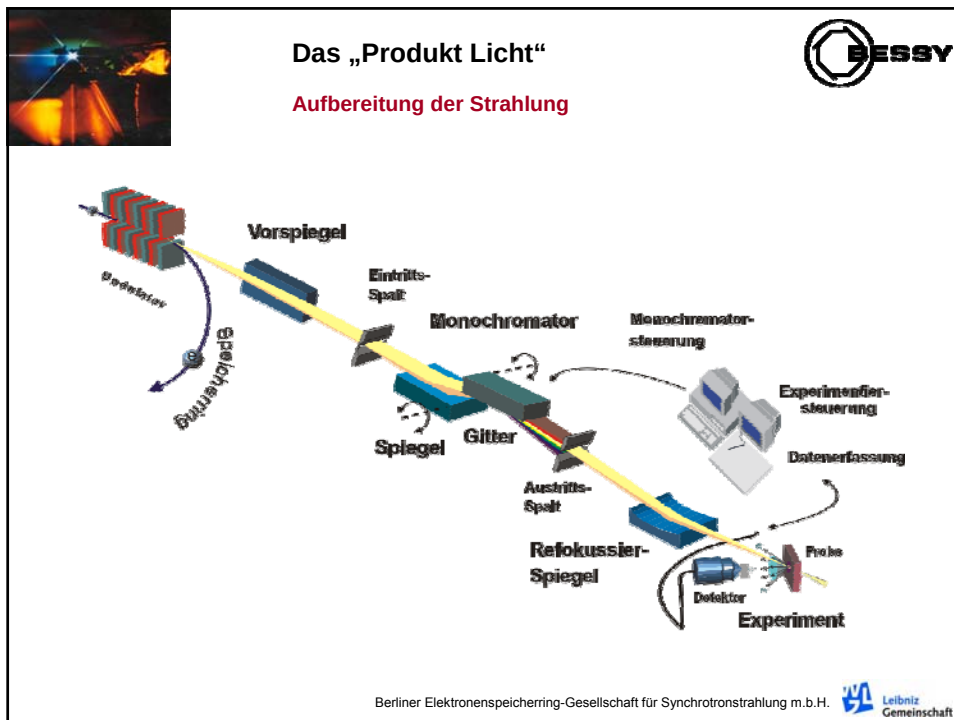
$K=2,5$

Undulator

Dipol

Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung m.b.H.







BESSY GmbH



In Zahlen (2003)

Gegründet 1979

1982-1999 BESSY I in Wilmersdorf

Ab 1998 Betrieb von BESSY II

Seit 2000 Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Budget: 22.900 T€

Drittmittel: 1.800 T€
(davon 200 T€ Industriemittel)

182 Mitarbeiter
(davon 70 Wissenschaftliche MA)

Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung m.b.H.



BESSY GmbH



Gesellschafter

Deutsches Elektronensynchrotron Hamburg (DESY)

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH Technik und
Umwelt (FZK)

Forschungszentrum Jülich (FZJ)

Hahn-Meitner-Institut Berlin GmbH

Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der
Wissenschaften e.V.

Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung m.b.H.

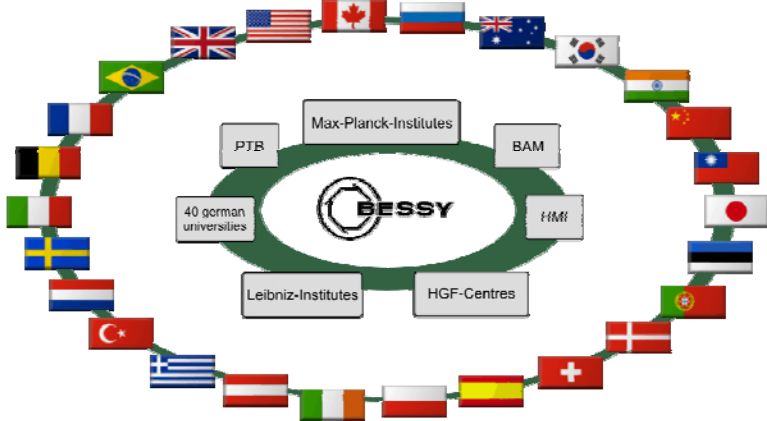




BESSY GmbH

Unser Produkt ist Licht !





Rund 1.300 Wissenschaftler aus aller Welt messen jährlich bei BESSY !

Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung m.b.H.

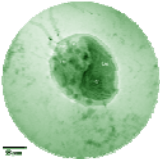




Anwendungen der Synchrotronstrahlung







Materialforschung

Magnetismus, Elektronische Strukturen

Chemische Reaktionen, Grenzflächen

Prozesstechnik, Fertigung

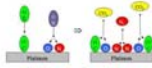
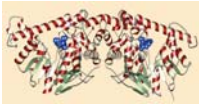
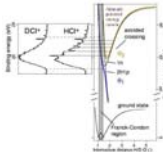
Spektroskopie, Analytik

Radiometrische Kalibrierung

Lebenswissenschaften, Medizin

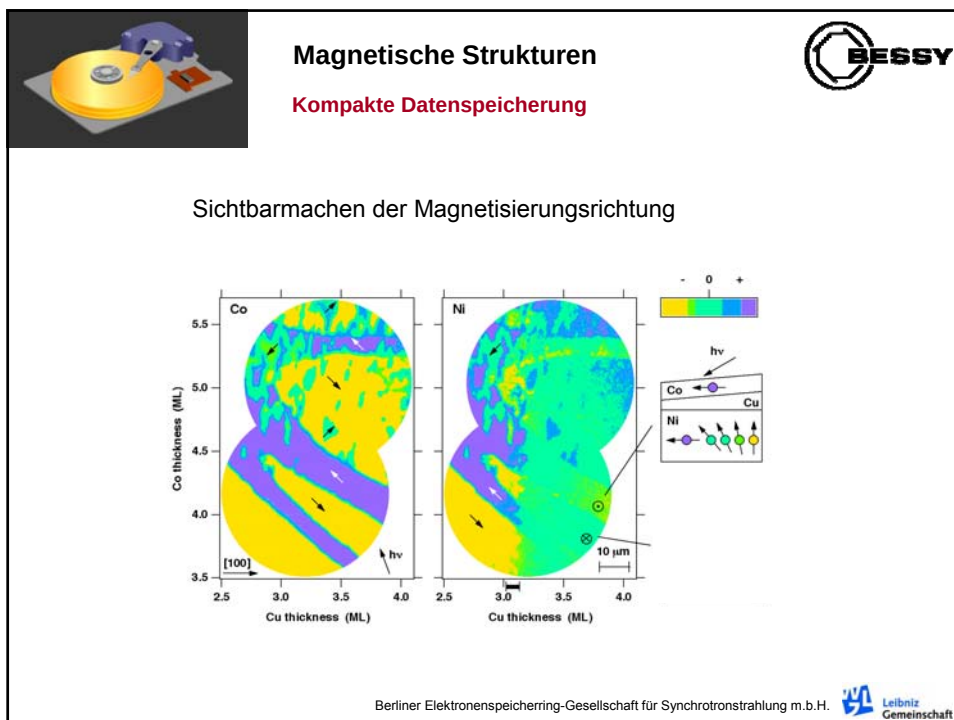
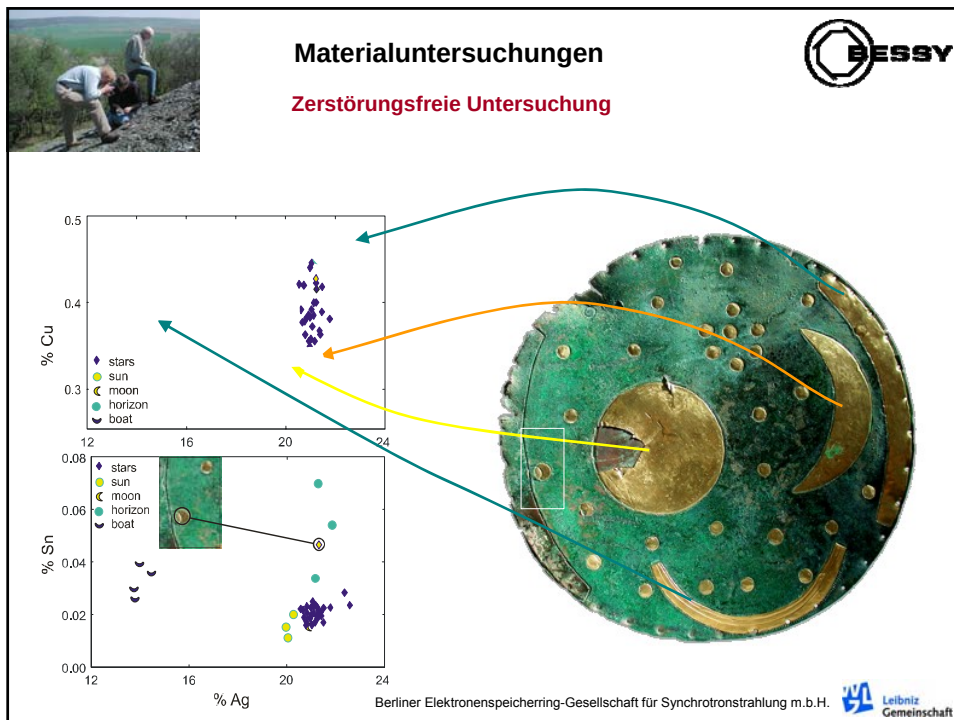
Physikalische Grundlagenforschung

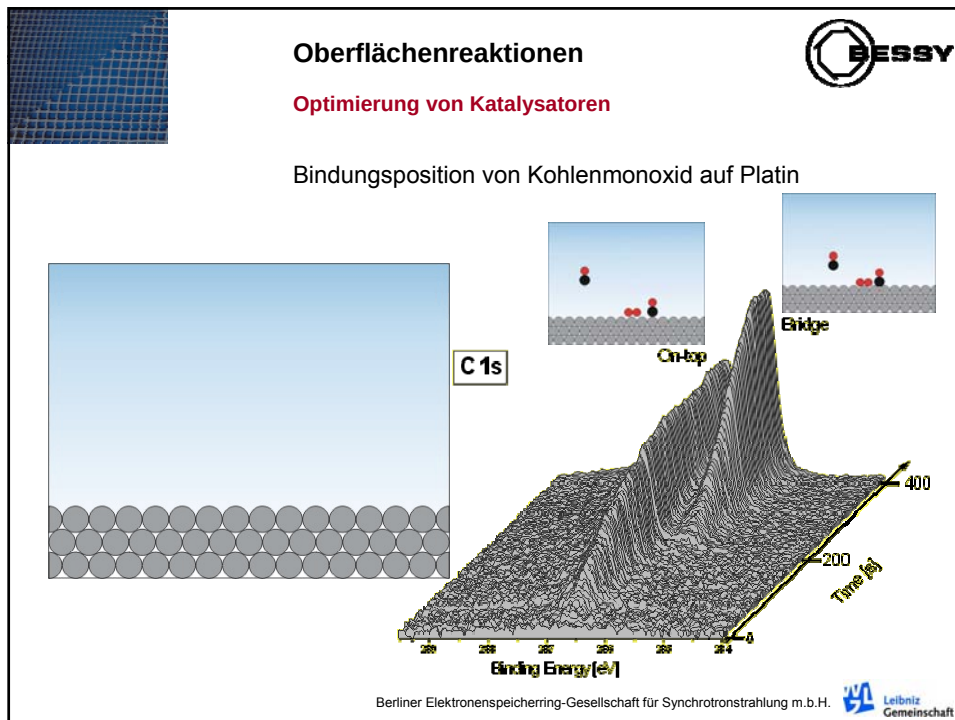


Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung m.b.H.







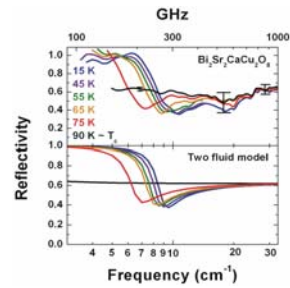
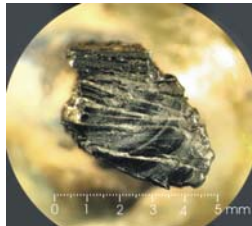
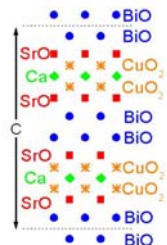


Supraleiter

Stromleitung ohne Widerstand

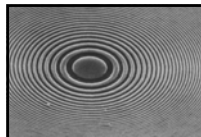


Experimente mit hochbrillanter Terahertz-Stahlung



Erstmalige Messung der Josephson-Plasma-Resonanz bei optimal dotierten Hochtemperatur-Supraleitern
Kooperation mit der Advanced Light Source in Berkeley

Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung m.b.H.

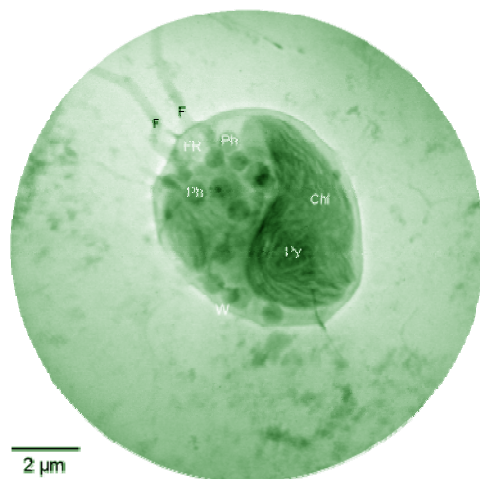
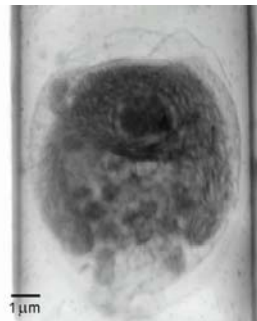


Biologie/Medizin

Computertomographie einzelner Zellen



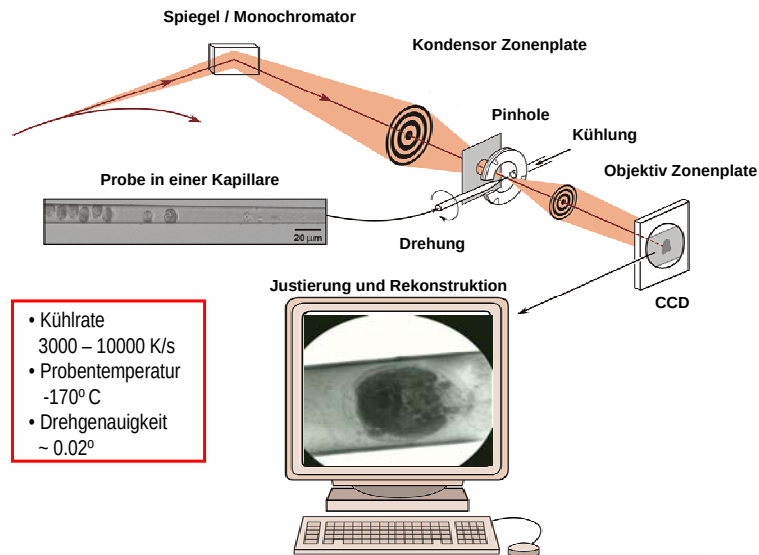
Aufnahme der Alge
Chlamydomonas reinhardtii



Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung m.b.H.



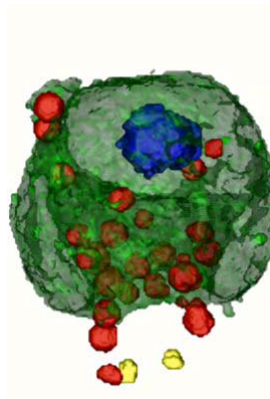
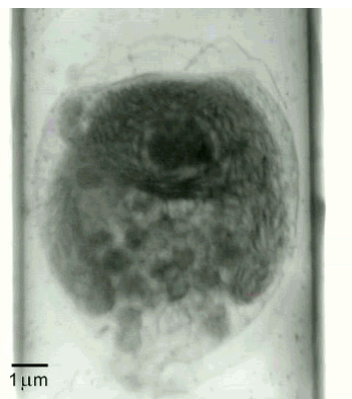
Röntgentomographie



G. Schneider

CT von LN2 gefrorener Grünalge *Chlamydomonas reinhardtii*

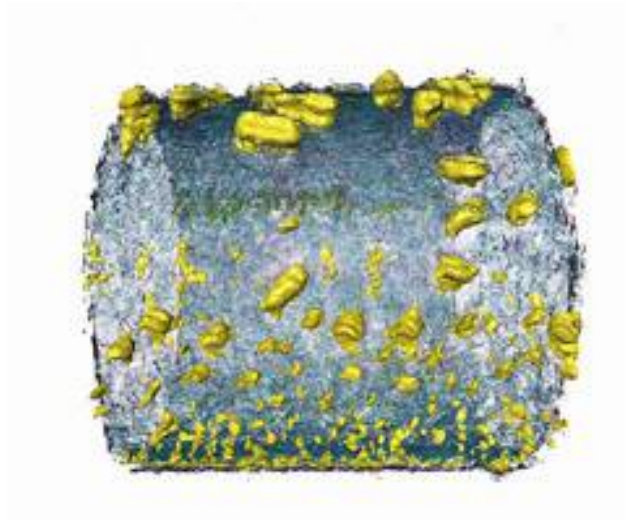
D. Weiß, G. Schneider, B. Niemann, D. Rudolph & G. Schmahl, Ultramicroscopy 84 (2000) 185



Pyrenoid
Flagellar
roots
Vesicles
Chloroplast

organelle	vol. [μm^3]	vol. [%]	LAC [μm^{-1}]
chloroplast	129.13	47.54	0.385(91)
pyrenoid	3.42	1.26	0.441(66)
spherical vesicles	4.00	1.47	0.711(86)
flagellar roots	0.14	0.05	0.206(39)
other	134.91	49.67	0.187(80)
total	271.60	100.00	0.306(137)

Tomographie mit 25 nm Zonenplatte



Kapillare mit
5 μm Durchmesser

Aufnahmen von C. Knöchel
Energieauflösung in 10 μm Objektfeld: $E/\Delta E = 2000$

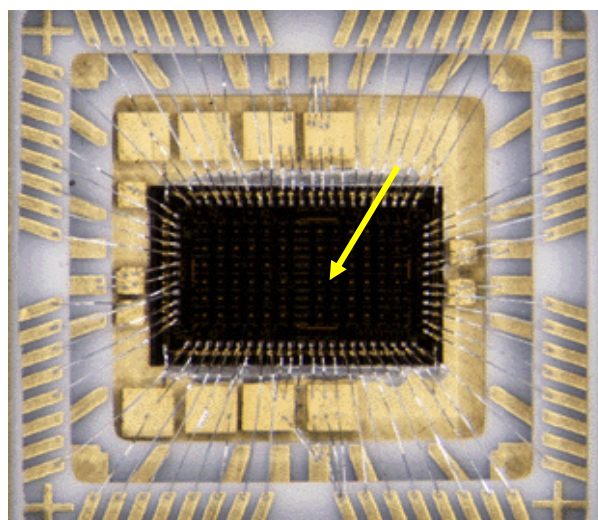
Elektromigration in Integrierten Schaltkreisen **AMD**

Gerd Schneider (BESSY) et al.

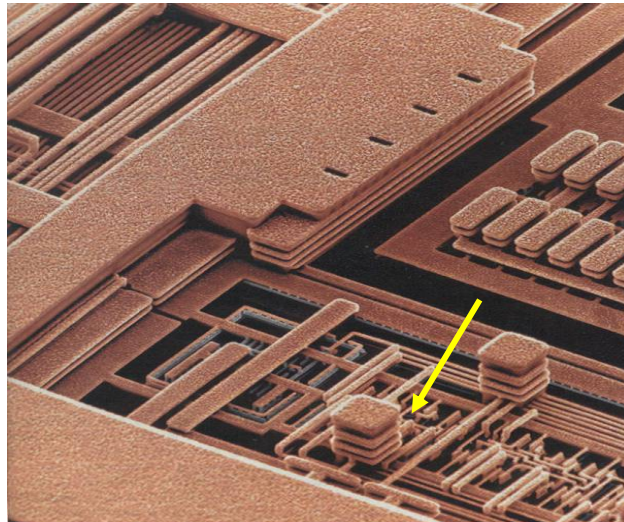




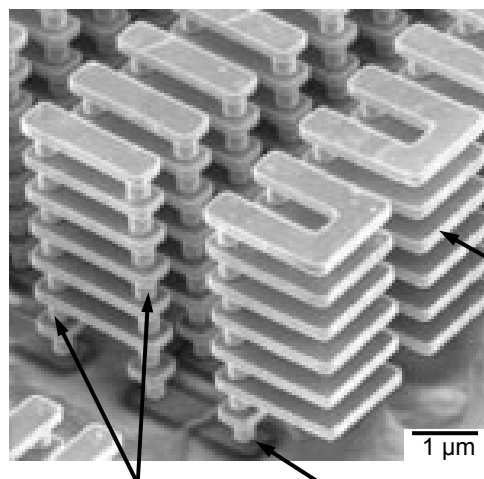
G. Schneider



G. Schneider



G. Schneider



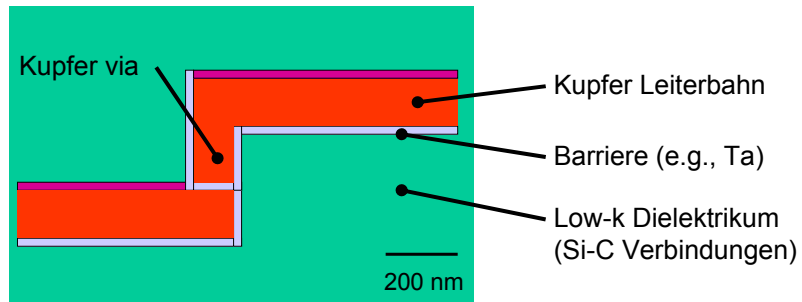
Bis zu 10 Schichten
mit Kupferverbindungen

Kupfer „vias“ (180 nm Durchmesser,
Stromdichte $10^5 - 10^6$ A/cm²)

Integration von 100 Millionen Transistoren

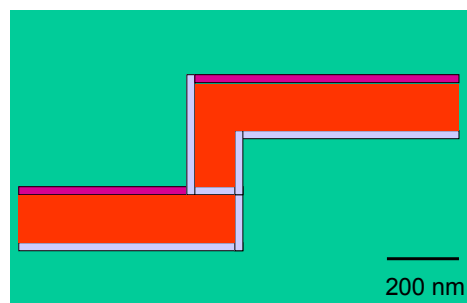
G. Schneider

Via / Leiterbahn Struktur



G. Schneider

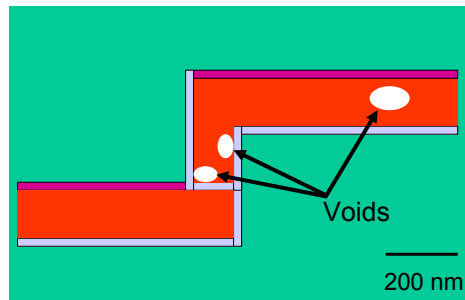
Via / Leiterbahn Struktur



Stromdichte $j \approx 1 \text{ MA/cm}^2 \rightarrow$ Impulsübertrag von Elektronen auf Atome verursacht Materialtransport

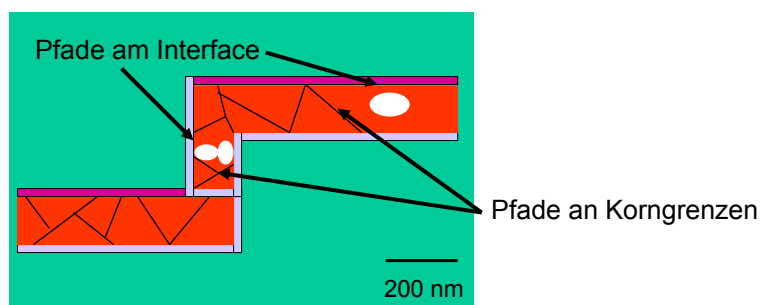
G. Schneider

Via / Leiterbahn Struktur



G. Schneider

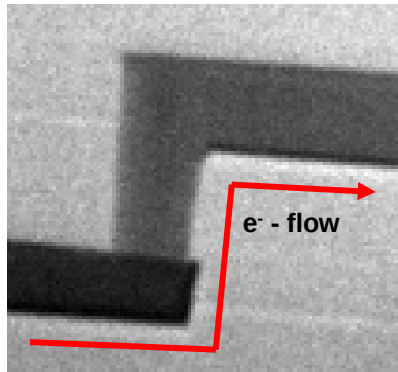
Via / Leiterbahn Struktur



*In-situ Untersuchung der Elektromigration in vergrabenen Strukturen
→ Identifiziere den Hauptdiffusionspfad*

G. Schneider

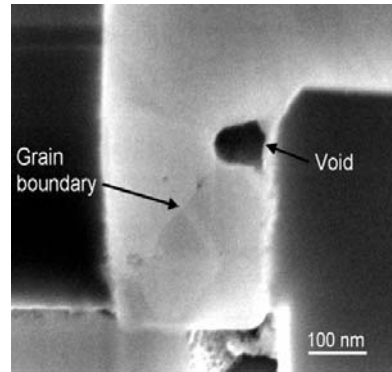
Röntgenmikroskop mit 1.8 keV



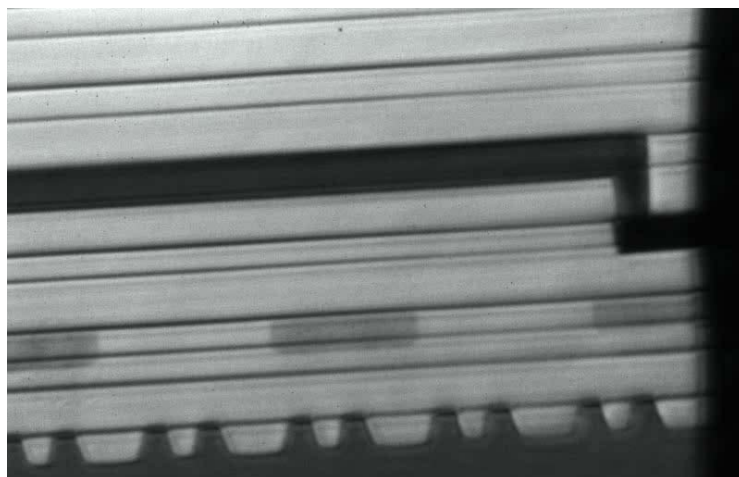
1 µm

M. Meyer and E. Zschech / AMD Dresden
G. Schneider et al., *Appl. Phys. Lett.* 81, 14 (2002) 2535.

SEM Aufnahme

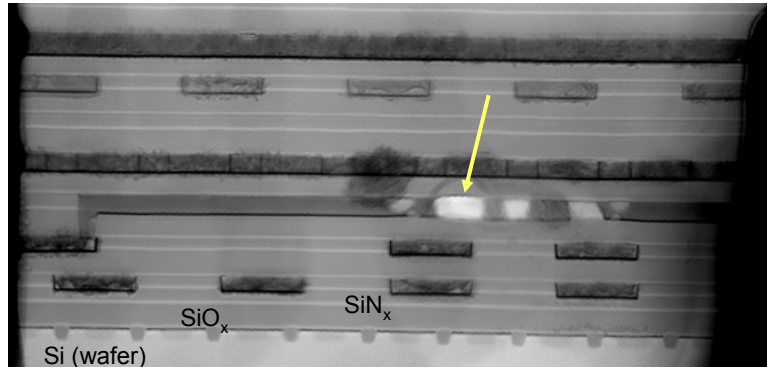


G. Schneider



Aufgenommen mit 0.5 keV bei BESSY II

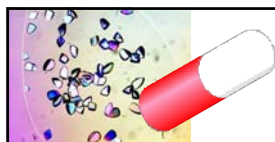
G. Schneider



1 μm

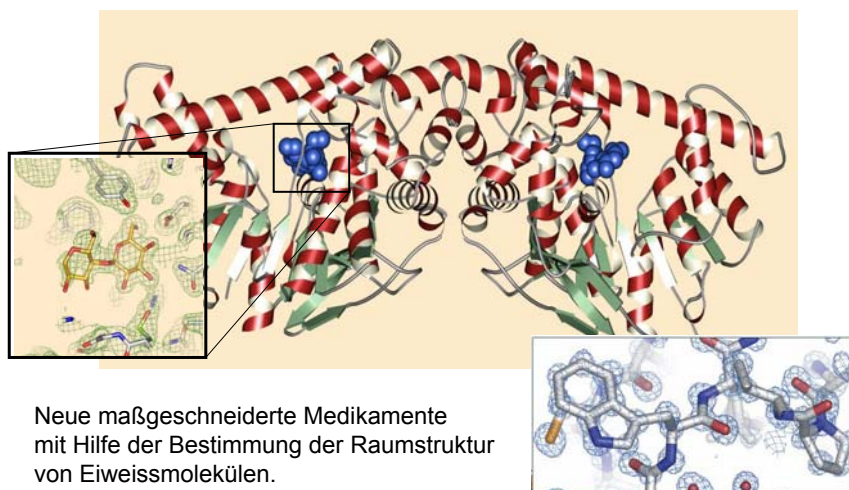
- Materialtransport beginnt an den Korngrenzen
- Das Loch bildet sich am Ta-Interface
- Ausbildung einer Unterbrechung in der Cu-Leiterbahn

G. Schneider



Biologie/Medizin

Proteinkristallographie



Neue maßgeschneiderte Medikamente
mit Hilfe der Bestimmung der Raumstruktur
von Eiweissmolekülen.

Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung m.b.H.





Forschungsprogramm:
höchstes internationales Niveau
(WR 2003)

Technisches Design: März 2004

Demonstrationsexperiment: STARS



BESSY für alle

Besucher und Veranstaltungen



Schüler erklären Schülern und Eltern





Vielen Dank

