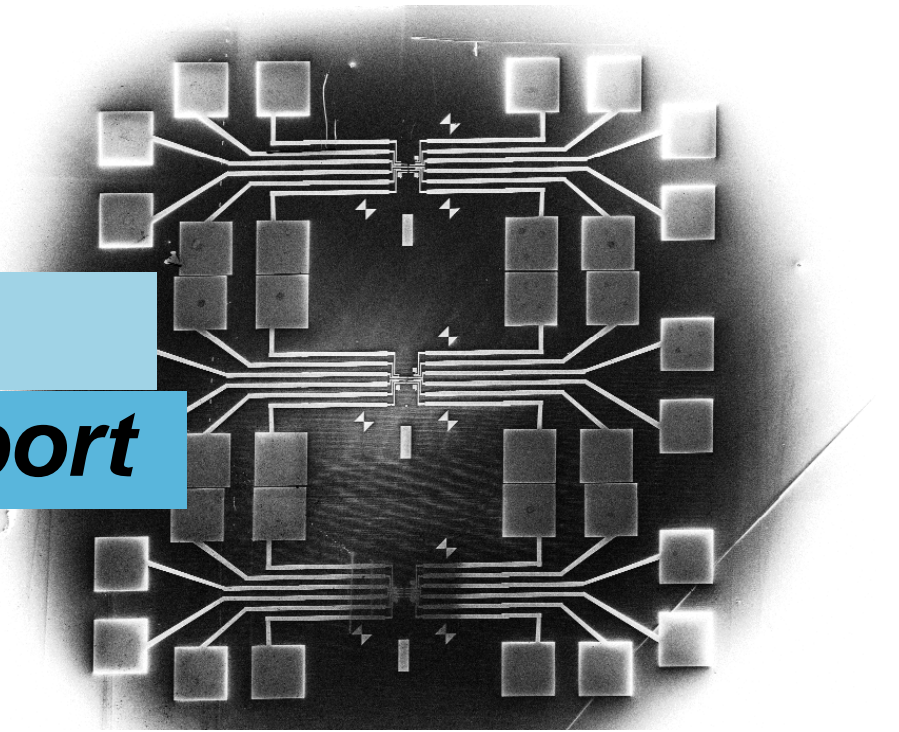


# ***Elektronischer Transport in Nanostrukturen***



**Prof. Dr. Elke Scheer und Dr. Torsten Pietsch**  
Experimentelles Wahlpflichtfach  
Masterstudium Physik, Wintersemester 2016/2017

## Vorlesungs- und Übungsbetrieb

Prof. Elke Scheer

Raum P1007/Tel. 4712

elke.scheer@uni-konstanz.de

Dr. Torsten Pietsch

Raum P1001/Tel. 3861

torsten.pietsch@uni-konstanz.de

## Vorlesungstermine

Di 8:15 - 9:45, P602

Fr 8:15 - 9:45, P602

## Übungstermine

Do 11:45 – 13:15, P812

**KEINE Vorlesung und KEINE Übung in der Woche vom 14.11.-18.11.2016**

- Anmeldung zu den Übungsgruppen durch Eintragen in Liste
- Nachzügler: bei Frau Lucas (P1008) melden.
- Webpage (online ab Freitag 28.10):
- <http://cms.uni-konstanz.de/physik/scheer/teaching/lectures/nanoelektronik-ws-201617/>
- **Offene Seite:** Allgemein zugängliche Informationen zum Vorlesungsbetrieb
- **Geschützte Seite:** Übungsblätter, Materialien zur Vorlesung, Skript, Vorlesungszusammenfassungen, Einloggen mit uni-mailadresse & password
- Inhalte der geschützten Seite nur sichtbar nach login nach Anmeldung zur Übungsteilnahme!
- Übungsblätter: Ausgabe in der Vorlesung am Di & auf Homepage (Blatt 1: 25.10.15)
- Beginn der Übungen: 03. November 15

## Regeln zum Übungsbetrieb

### – Regelmäßige Teilnahme

Bei Fehlen beim Tutor per mail oder mündlich abmelden, bei 3maligem unentschuldigtem Fehlen hintereinander: Abmeldung von der Teilnahme

### – Aufgaben: an der Tafel vorrechnen

Zu Beginn jeder Übung tragen Sie in eine Liste ein ("Kreuzchen"), welche der Aufgaben sie bearbeitet haben und in der Lage sind vorzurechnen.

### – Kurzvorträge

werden in den Übungsgruppen gehalten  
ca. 15 Minuten über ein vertiefendes Thema zur Vorlesung  
Themen und Literaturhinweise auf Übungsblättern

### – Zulassung zur Prüfung („Schein“):

Anwesenheitspflicht in den Übungen (maximal 2x unentschuldig fehlen)  
Mindestens **30% der möglichen Kreuzchen aus den Übungen**  
Vorrechnen von mindestens **2 Aufgaben an der Tafel**  
1 Kurzvortrag

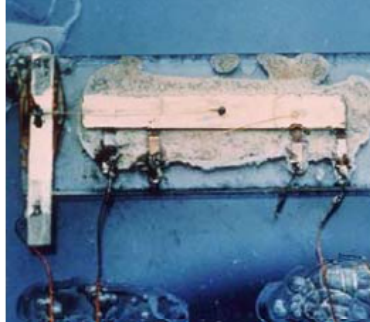
## Leistungsnachweis des Wahlpflichtfachs (10 ECTS)

Mündliche Prüfung, Termine nach Absprache, vorauss. Ab 20. Februar

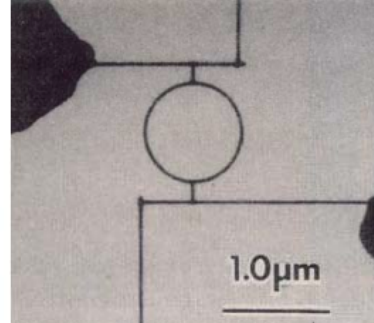
**Studierende anderer Fachrichtungen (MoIMat, Nanoscience, Lehramt, Mathematik.... )**: bitte sprechen Sie uns kurz an

# Nanoelektronik

erster integrierter Schaltkreis



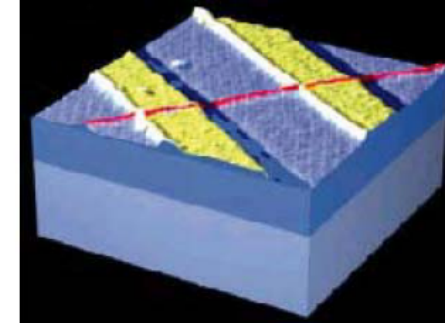
Aharonov-Bohm-Ring



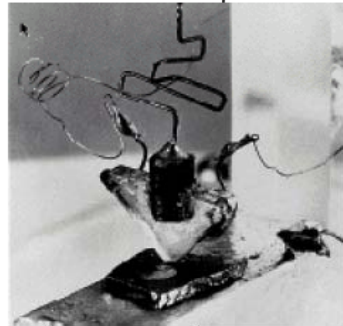
Halbleiter-Quanten-Dots



Carbon-Nanotube-Transistor



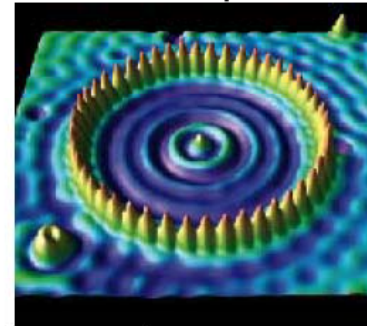
erster Transistor



Quanten Hall Effekt



STM-Manipulation



Einzel-Molekül-Transistor

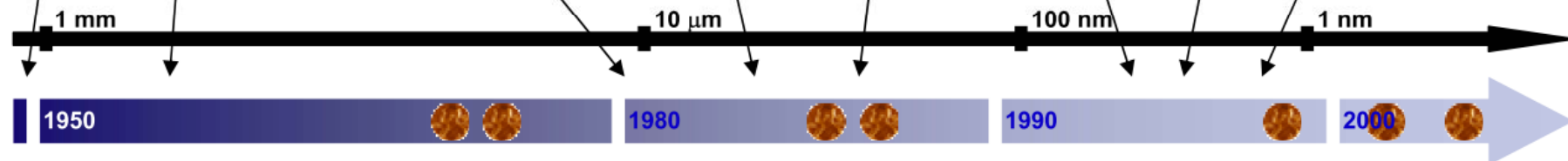
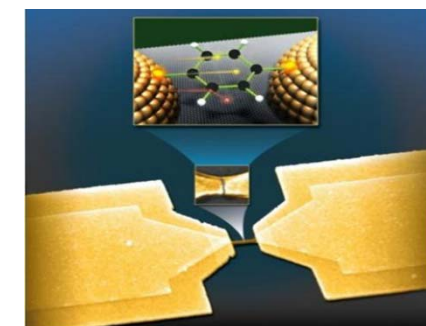


figure courtesy of S. Oberholzer, University of Basel

# Inhalte der Vorlesung

## 1. Einführung

2. **Grundlegende Konzepte:** Wdh. Elektronen in Festkörpern, eingeschränkte Dimensionen, Herstellung eingeschränkter Dimensionen, Streulängen, klassischer Transport, Transportregimes (ballistisch, diffusiv)

3. **Quantentransport:** Landauer- und Landauer-Büttiker Modell, Streutheorie, Lokalisierung, Transmissionskoeffizienten

4. **Interferenzeffekte:** Aharonov-Bohm-Effekt, Universelle Leitwertfluktuationen

5. **Coulomb-Blockade:** Elektronenbox, Einzelelektronentransistor, Einzelelektronenpumpe, Metrologische Anwendungen, Kondo-Effekt

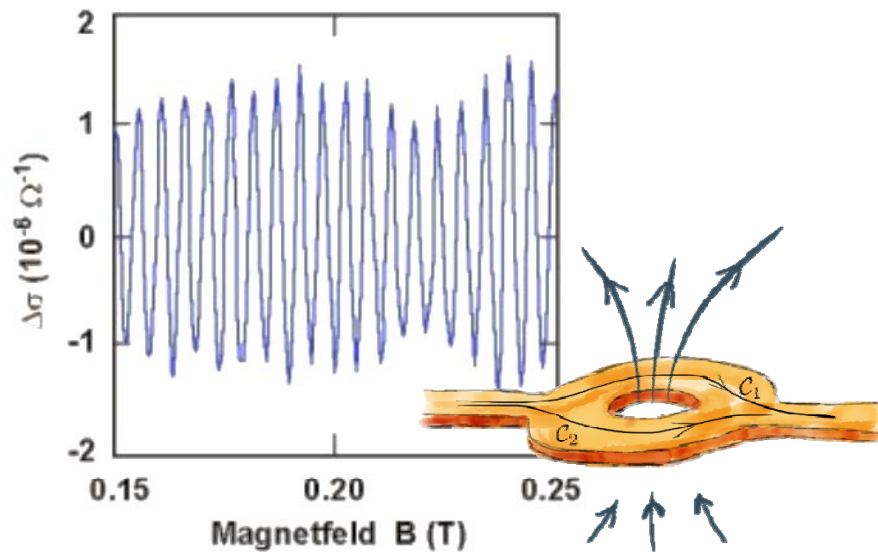
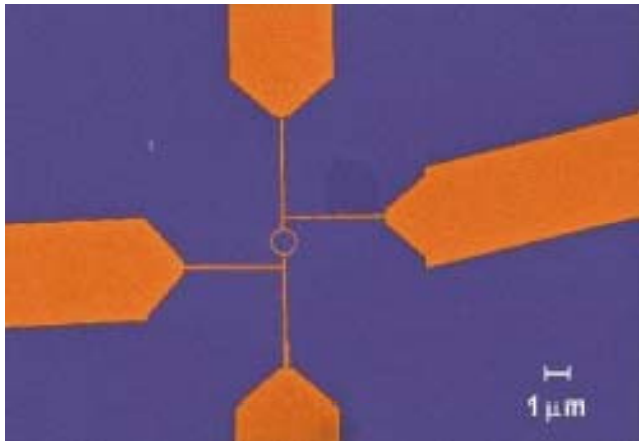
6. **Quanten-Hall-Effekte:** Integraler QHE, und fraktionaler QHE, metrologische Anwendungen

7. **Magnetotransport:** Anisotroper Magnetwiderstand, Riesenmagnetwiderstand (GMR), Tunnelmagnetwiderstand (TMR), Ballistischer Magnetwiderstand, Spin-Hall-Effekt

8. **Molekulare Elektronik:** Kontaktierung, Transport durch einzelne Moleküle, Schwache Ankopplung, Starke Ankopplung, Transport durch Molekülensembles

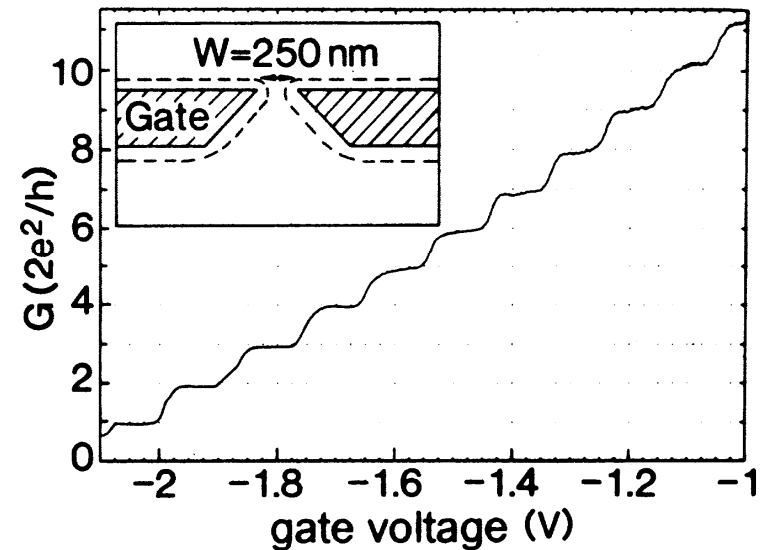
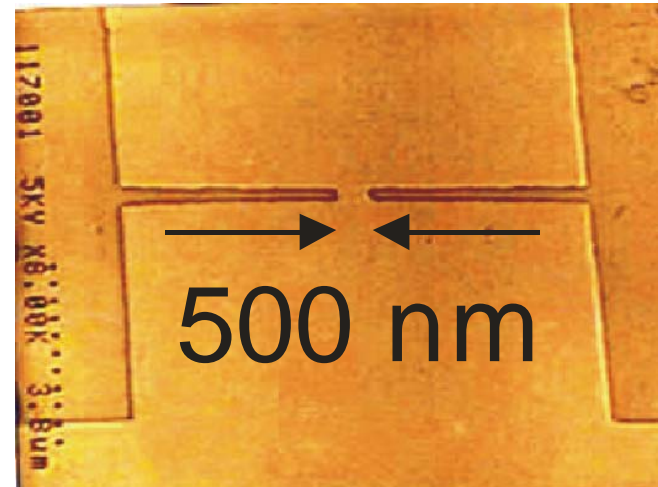
9. **Mesoskopische Supraleitung:** Einf. Supraleitung, Andreev-Reflexion, Proximity-Effekt, Josephson Devices

## Welleneigenschaften der Elektronen



Elektronische Interferenzeffekte

## Quantisierung der Ladung



Ohm'sches Gesetz  $\rightarrow$  Leitwertquantisierung

[Bilder: Phys. Rev. Lett., eigene Daten]

## Literatur/Lehrbücher

S. Datta: Quantum Transport: Atom to Transistor

S. Datta: Electronic Transport in Mesoscopic Systems

A. Erbe & E. Scheer:  
Skriptum zur Vorlesung Ladungstransport in Nanostrukturen

Y. V. Nazarov & Y. Blanter:  
Quantum transport

Di Ventra: Electrical Transport in Nanoscale Systems

J.C. Cuevas & E. Scheer:  
Molecular Electronics, An Introduction to theory and experiment

R. Waser: Nanoelectronics and Quantum Technology