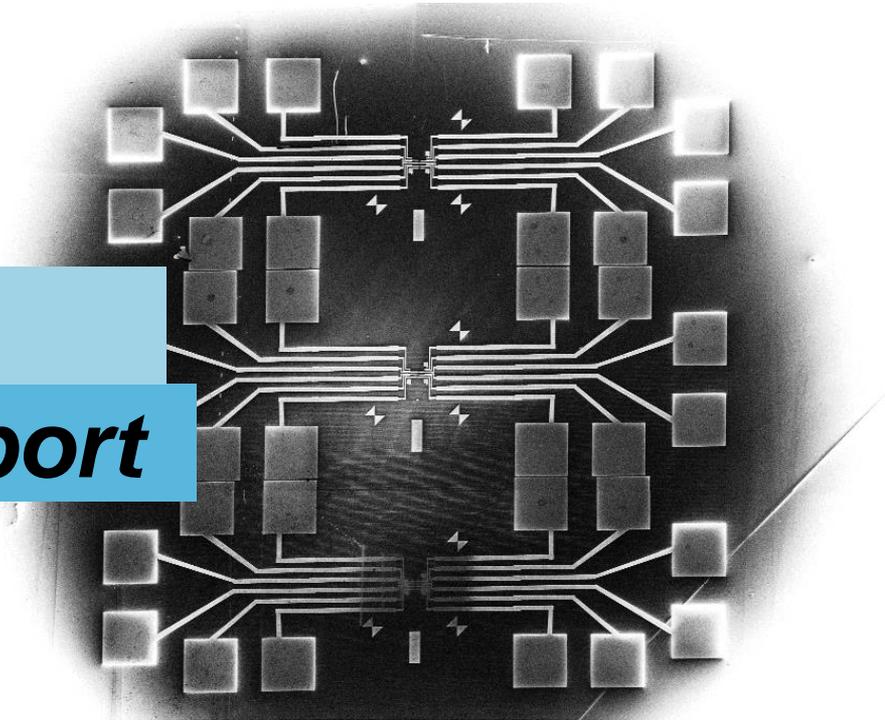


Elektronischer Transport in Nanostrukturen

Prof. Dr. Elke Scheer

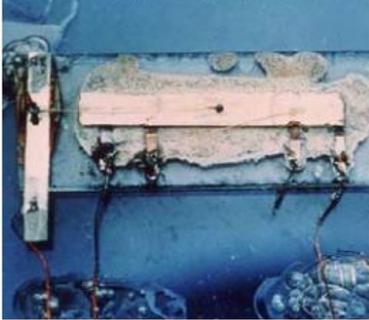
Experimentelles Wahlpflichtfach

Masterstudium Physik, Wintersemester 2020/2021

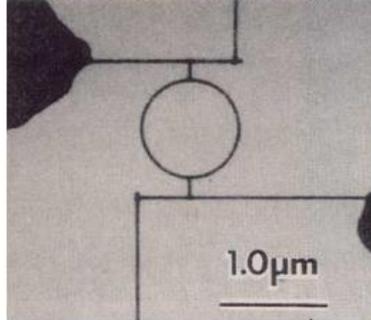


Nanoelektronik

erster integrierter Schaltkreis



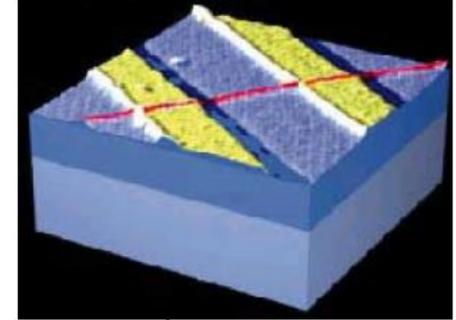
Aharonov-Bohm-Ring



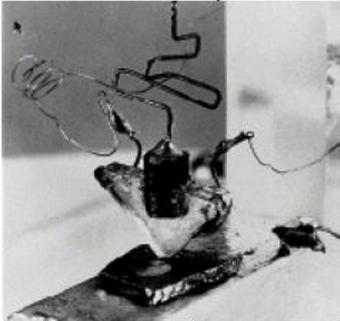
Halbleiter-Quanten-Dots



Carbon-Nanotube-Transistor



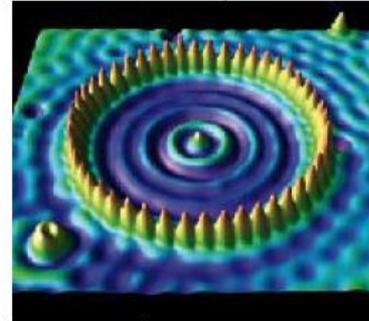
erster Transistor



Quanten Hall Effekt



STM-Manipulation



Einzel-Molekül-Transistor

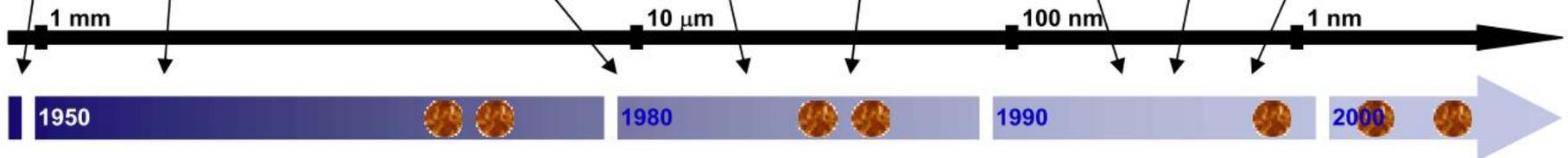
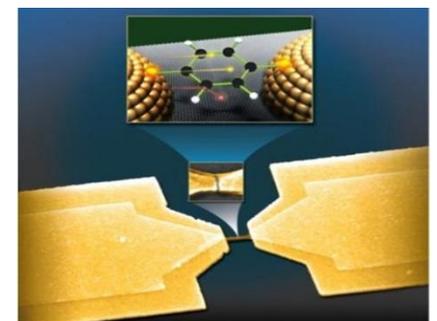
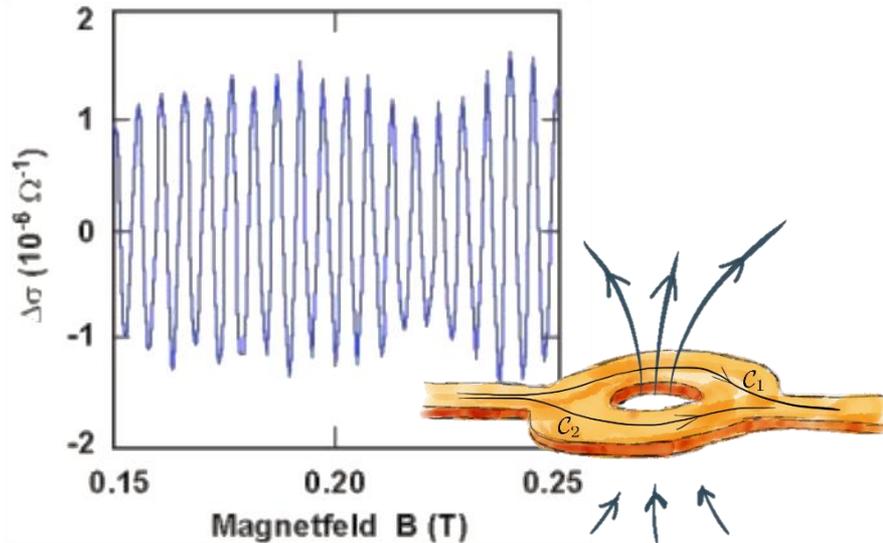
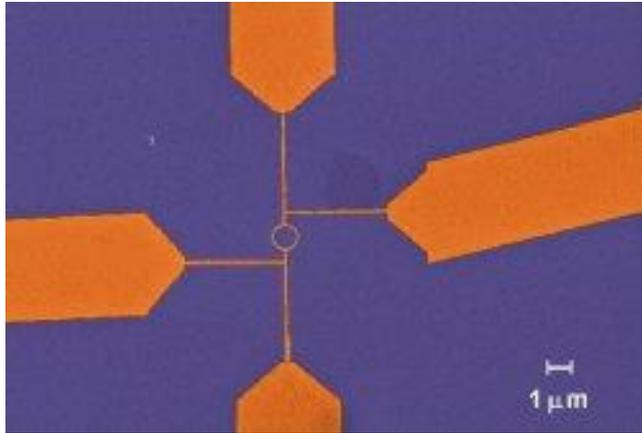


figure courtesy of S. Oberholzer, University of Basel

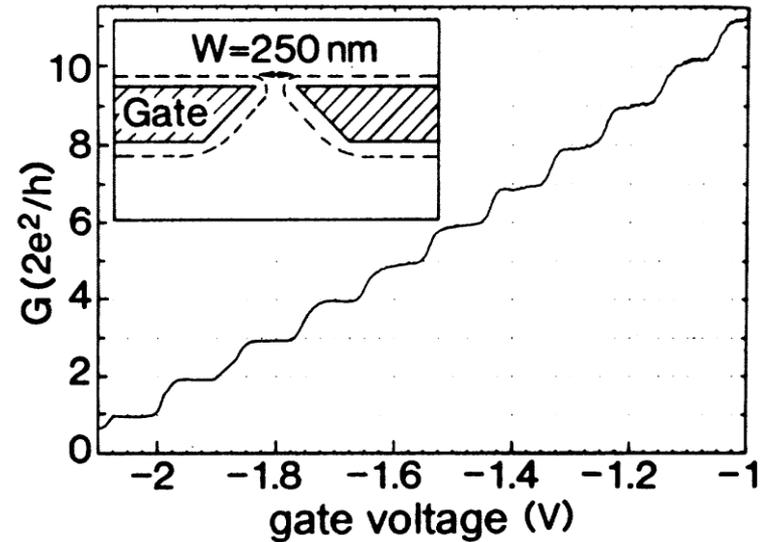
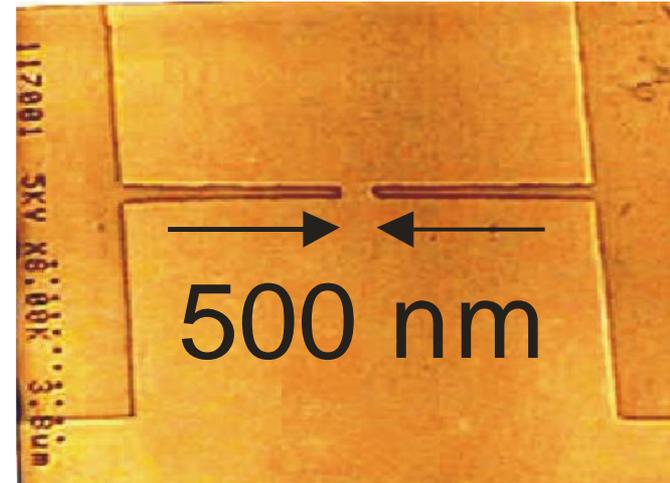
Welleneigenschaften der Elektronen



Elektronische Interferenzeffekte

[Graphiken: links: eigene Daten, rechts Dank an D. Wharam, v. Wees et al. PRL 1988]

Quantisierung der Ladung



Ohm'sches Gesetz → Leitwertquantisierung

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, Riesenmagnet-widerstand (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

Experimente

Nach Vereinbarung

- Lithographie: Belackern, Optische Lithographie, (Elektronenstrahlolithographie)
- Aufdampfen: Thermisches Verdampfen, Elektronenstahlverdampfen
- STM/STS: Tunnelspektroskopie an supraleitenden Filmsystemen und Proximity Effekt
- MCBJ/Andreev: Supraleitende und normaleitende atomare Kontakte
- FMR + Transport: Hochfrequenztransport an ferromagnetischen dünnen Filmen oder Nanodrähten

Vorlesungs- und Übungsbetrieb

Prof. Elke Scheer

Raum P1007/Tel. 4712

elke.scheer@uni-konstanz.de

Lukas Kammermeier

Raum Z 1005/Tel. 2946

Lukas.kammermeier@uni-konstanz.de

Vorlesungstermine

Di 11:45 – 13:15, P1138/webex

Fr. 8:15 – 09:45, P1138/webex

Übungen

Nach Vereinbarung, P1138/webex

Laborexperimente

Nach Vereinbarung

- Anmeldung zur Vorlesung und Übungsgruppe durch Eintragen in ZEUS (bitte mit uni-email Adresse anmelden)
- Beginn am 3.11.2020 als Videokonferenz über [Webex](#).
Zugangsdaten erhalten Sie nach Anmeldung auf ZEUS per e-mail
- Webpage:
- **Offene Seite:** Allgemein zugängliche Informationen zum Vorlesungsbetrieb
Homepage AG Scheer → teaching → WiSe 2020/2021
- **Geschützte Seite:** Übungsblätter, Materialien zur Vorlesung, Skript,
Vorlesungszusammenfassungen auf ILIAS:
Einloggen mit uni-mailadresse & password
Inhalte nur sichtbar nach login nach Anmeldung zur Übungsteilnahme auf ZEUS!
- Übungsblätter: Ausgabe in der Vorlesung am Di & auf Homepage (Blatt 1: 10.11.20)
- Beginn der Übungen: 3. Vorlesungswoche (ab dem 16.11.2020)

Regeln zum Übungsbetrieb

- **Aufgaben: an der Tafel vorrechnen**
Zu Beginn jeder Übung geben Sie dem Tutor bekannt ("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 bzw. beim Tutor
- **Zulassung zur Prüfung („Schein“):**
Mindestens **50% der möglichen Kreuzchen aus den Übungen**
Vorrechnen von mindestens **2 Aufgaben an der Tafel/online**
1 Kurzvortrag
- **1 Protokoll eines Laborexperiments (in Gruppen)**

Prüfung

Mündliche Prüfung, Termine nach Absprache

Leistungsnachweis des Wahlpflichtfachs (10 ECTS)

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

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
(über Ilias)

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