



Stephan Löhr (Autor)

**Modulierte zweidimensionale Elektronengase und
Spin-Bahn Wechselwirkung in InAs und GaAs
Heterostrukturen**

Stephan Löhr

**MODULIERTE ZWEIDIMENSIONALE
ELEKTRONENGASE
UND SPIN-BAHN WECHSELWIRKUNG
IN INAS UND GAAS HETEROSTRUKTUREN**



Cuvillier Verlag Göttingen

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/2834>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

Abstract

In this thesis the electron transport in InAs/InGaAs and GaAs/AlGaAs heterostructures is studied at low temperatures ($0.1 \text{ K} < T < 4.2 \text{ K}$) and in magnetic fields ($B < 7 \text{ T}$). In the InAs/InGaAs structures a two-dimensional electron gas is confined in a pseudomorphically strained InAs-layer. These heterostructures are grown by molecular beam epitaxy on GaAs substrates. Due to the lattice mismatch between InAs and GaAs these structures reveal a typical cross-hatch pattern which is characterized by a corrugation of the heterostructure surface.

It will be shown that the transport properties exhibit signatures related to an electrostatic modulation of the two-dimensional electron gases. The origin of this modulation is attributed to spatial variations in residual strain which result from the lattice mismatched epitaxial growth. In addition to this electrostatic modulation it will be further demonstrated by measurements in tilted magnetic fields that the electron gas follows a spatial modulation which is associated with the undulation of the cross-hatch pattern.

Furthermore, the mesoscopic transport properties of open quantum dots in these InAs/InGaAs heterostructures are investigated. From conductance fluctuation measurements the phase coherence length of the electrons is determined for $T < 1 \text{ K}$. The influence of spin-orbit interaction on the magnetotransport is studied by antilocalisation for electron channels of different width. Moreover, transport experiments are carried out on GaAs/AlGaAs heterostructures to investigate the dependence of the antilocalisation on the channel width in more detail. In this context a dependence of the spin-orbit interaction-signatures on the channel width is found in the magnetotransport which is not understood within existing models.

Inhaltsangabe

In der vorliegenden Arbeit werden die elektronischen Transporteigenschaften von InAs/InGaAs und GaAs/AlGaAs Heterostrukturen bei tiefen Temperaturen ($0.1 \text{ K} < T < 4.2 \text{ K}$) und im Magnetfeld ($B < 7 \text{ T}$) untersucht. Bei den InAs/InGaAs Strukturen befindet sich ein zweidimensionales Elektronengas in einem pseudomorph verspannten InAs-Kanal. Diese Heterostrukturen werden mit Hilfe der Molekularstrahlepitaxie auf GaAs-Substraten gewachsen. Aufgrund der Gitterfehlpassung von InAs und GaAs weisen diese Strukturen ein typisches Kreuzschraffurmuster auf, welches durch eine Welligkeit der Heterostruktureoberfläche gekennzeichnet ist.

Es wird gezeigt, daß die Transporteigenschaften der Elektronengase deutliche Signaturen einer elektrostatischen Modulation aufweisen. Die Ursache dieser Modulation wird räumlich fluktuierenden Spannungspotentialen zugewiesen, die aufgrund des gitterfehlangepaßten epitaktischen Kristallwachstums entstehen. Neben dieser elektrostatischen Modulation kann durch Messungen der Transporteigenschaften im gekippten Magnetfeld gezeigt werden, daß die Elektronengase zusätzlich einer räumlichen Modulation ausgesetzt sind, die mit der Undulation des Kreuzschraffurmusters verknüpft ist.

Zur Untersuchung der mesoskopischen Transporteigenschaften der Elektronengase dieser InAs/InGaAs Heterostrukturen werden Messungen an offenen Quantenpunkten durchgeführt. Anhand der Leitwertfluktuationen dieser Systeme kann die Phasenkohärenzlänge der Elektronen bei $T < 1 \text{ K}$ bestimmt werden. An sehr schmalen Elektronenkanälen verschiedener Breite wird der Einfluß der Spin-Bahn Wechselwirkung auf den Magnetotransport in Form der Antilokalisierung studiert. Für ein besseres Verständnis der Abhängigkeit der Antilokalisierung von der Breite der Elektronenkanäle werden Messungen an einer GaAs/AlGaAs Heterostruktur durchgeführt. Es zeigt sich hier ein bisher unverstandenes Verhalten der Signaturen der Spin-Bahn Kopplung im Magnetotransport in Abhängigkeit von der Kanalbreite.