

Photoemissionsuntersuchungen an halbmimetallischen Ferromagneten

Ansprechpartner: Prof. C. Laubschat, e-mail: laubschat@phvsik.tu-dresden.de

Halbmimetallische Ferromagnete haben die Eigenschaft, dass sie sich in einer Spinrichtung wie ein Metall, in der anderen dagegen wie ein Halbleiter verhalten, und sind daher für die Entwicklung neuartiger elektronischer Bauelemente wie Spintransistoren oder Tunnelmagnetwiderstände äußerst interessant. Zu dieser Gruppe von Materialien gehören Eisen-Cobalt-Silizide, die sich epitaktisch, d.h. als strukturell geordnete Dünnschichten durch einfaches Aufdampfen der Metalle auf einem Silizium-Wafer und anschließendes Tempern im Ultrahochvakuum erzeugen lassen. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollen entsprechende Proben erzeugt, mit niederenergetischer Elektronenbeugung (LEED = Low Energy Electron Diffraction) strukturell charakterisiert und ihre elektronischen Eigenschaften mit spin- und winkelaufgelöster Photoelektronenspektroskopie untersucht werden. Diese Methode basiert auf dem Photoeffekt, bei dem Elektronen unter Absorption eines Photons emittiert werden und infolge Energie-, Impuls- und Drehimpulserhaltung eine vollständige Vermessung der Bandstruktur erlauben. Die Experimente werden an unserem spinauflösenden Spektrometer im Labor in Dresden und im Rahmen einer einwöchigen Messzeit auch teilweise am Berliner Elektronensynchrotron BESSY II durchgeführt.

Photoelektronenspektroskopie an interkalierten Graphenschichten

Ansprechpartner: Prof. C. Laubschat, e-mail: laubschat@phvsik.tu-dresden.de

Kohlenstoff kristallisiert unter Normalbedingungen als Graphit, bei dem Schichten aus hexagonal geordneten Kohlenstoffatomen sich in einer ABAB-Stapelfolge abwechseln. Isolierte Monolagen solcher Schichten nennt man Graphen und kann sie durch thermisches „Cracken“ (Aufbrechen) von Propylenmolekülen auf einkristallinen Ni- oder Ir-Oberflächen im Hochvakuum erzeugen. Graphen ist ein äußerst interessantes Material, da die Leitungselektronen hier eine verschwindend geringe Masse und damit extreme Beweglichkeit aufweisen, die für elektronische Bauelemente genutzt werden kann. Die Eigenschaften der Graphenschicht lässt sich einerseits durch gezielten Einbau von Fremdatomen (z. B. Stickstoff), andererseits aber durch Interkalation, d.h. Einbringen von Zwischenschichten zwischen Kohlenstoffschicht und Substrat verändern. Dabei werden Metalle oder ganze Verbindungen durch Aufdampfen auf der Graphenschicht deponiert und diffundieren dann bei erhöhter Temperatur unter die Graphenschicht, wo sie dann als strukturell geordnete Zwischenschichten aufwachsen. Im Rahmen der Arbeit sollen entsprechende Proben erzeugt, mittels niederenergetischer Elektronenbeugung (LEED) und Tunnelmikroskopie (STM) strukturell charakterisiert und mittels Photoelektronenspektroskopie bezüglich ihrer elektronischen Eigenschaften untersucht werden. Die Experimente werden an unserem Laborspektrometer in Dresden, teilweise aber auch am Berliner Elektronensynchrotron BESSY II durchgeführt.

Photoemissionsstudien an stark korrelierten Seltenerdverbindungen

Ansprechpartner: Prof. C. Laubschat, e-mail: laubschat@phvsik.tu-dresden.de

Seltenerdverbindungen bilden einen besonderen Schwerpunkt der Dresdner Festkörperphysik und werden im Rahmen von Verbundprojekten von mehreren TUD-Gruppen, zwei Max-Planck-Instituten und am Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf intensiv studiert. Seltene Erden heißen die Elemente im Periodensystem, bei der die 4f-Schale aufgefüllt wird. Die offene 4f-Schale liegt dadurch energetisch im Bereich der Valenzelektronen, liegt aber räumlich tief im Innern der Atomhülle und verhält sich dadurch fast wie ein Rumpfniveau. Dadurch

ergeben sich eine Reihe exotischer Korrelationsphänomene, wie verschiedene Arten magnetischer Ordnung, Supraleitung und Schwere-Fermionen-Verhalten, bei dem die Leitungselektronen effektive Massen wie Protonen aufweisen. An so genannten quantenkritischen Punkten können am absoluten Nullpunkt alle Phasen gleichzeitig auftreten, und bereits bei kleinen Änderungen äußerer Parameter wie Druck oder Zusammensetzung fällt das System von einem Extrem in das andere. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden die ungewöhnlichen elektronischen Eigenschaften solcher Systeme mittels Photoelektronenspektroskopie untersucht, wobei entsprechende Proben teils als Einkristalle vom MPI CPfS bereitgestellt, teils durch Aufdampfen der Seltenen Erden und Verbindungspartner auf einkristalline Substrate und anschließende strukturelle Ordnung durch gezieltes Tempern im Ultrahochvakuum selbst hergestellt werden. Die Experimente erfolgen teils im Labor in Dresden, teils am Berliner Elektronensynchrotron BESSY II oder am SLS in der Schweiz.

Diplomarbeit: Temperatureffekte in der Photoemission von Ce- und Yb-Verbindungen
Ce- und Yb-Verbindungen stellen so genannte „Schwere Fermionen“ - Systeme dar, in denen die effektive Masse der Ladungsträger bei tiefen Temperaturen um mehrere Größenordnungen erhöht ist. Dies äußert sich durch ungewöhnliche Transport- und magnetische Effekte, deren elektronische Ursache mittels Photoelektronenspektroskopie erforscht werden soll. Entsprechende Spektren zeigen das Auftreten eines schmalen Peaks an der Fermienergie, einer so genannten „Kondo - Resonanz“, die nur bei tiefen Temperaturen zu beobachten ist und bei höheren Temperatur verschwindet. Dieses Phänomen ist bis heute noch nicht in allen Einzelheiten verstanden. In der Diplomarbeit soll es für ausgewählte Verbindungen gemessen und mit einem geeigneten Programm numerisch simuliert werden. Die Messungen sollen teils im Dresdner Labor und teils am Berliner Elektronensynchrotron BESSY II ausgeführt werden, wo die Arbeitsgruppe am Aufbau eines hochauflösenden Messplatzes beteiligt ist. Für die numerische Simulation ist geplant, ein vorhandenes FORTRAN-Programm auf der Grundlage des Anderson-Modells zu benutzen. Dieser Teil der Diplomarbeit soll unter Anleitung von Prof. Dr. Roland Hayn, Laboratoire Materiaux et Microelectronique de Provence, Marseille, teils in Marseille und teils in Dresden durchgeführt werden. Das Programm zur Berechnung von Temperatureffekten berücksichtigt in gleichem Maße die Hybridisierung der 4f-Elektronen mit dem Valenzband, wie auch deren starke Coulomb-Wechselwirkung. Es muss durch kleine Veränderungen an die gegebene Aufgabe angepasst werden. Die Zustandsdichte der Valenzelektronen soll durch ein Bandstrukturprogramm berechnet und in die Simulation eingebunden werden. Durch geeignete Parameterwahl kann man schließlich die simulierten an die gemessenen Spektren anpassen und dadurch zu einem tieferen Verständnis der „Schwere - Fermionen“ - Systeme kommen. Die Arbeit erfolgt im Grenzbereich zwischen Theorie und Experiment. Der gesuchte Diplomand kann daher seine Wahlpflichtausbildung sowohl in theoretischer Physik als auch in einem der festkörperorientierten experimentellen Wahlpflichtfächer absolviert haben. Er beschäftigt sich mit einem interessanten Thema der modernen Vielteilchenphysik, das er sowohl mit Hilfe gängiger Vielteilchentheorien als auch experimentell mittels höchst auflösender Elektronenspektroskopie angeht. Die Kollaboration mit Herrn Prof. Hayn ermöglicht mehrmonatige Forschungsaufenthalte in Frankreich unter deutschsprachiger Betreuung, die Experimente bei BESSY geben Einblicke in die Arbeit an einer Großforschungseinrichtung. Der Diplomand erhält eine solide Ausbildung in Festkörperphysik verbunden mit technischen Erfahrungen im Umgang mit Computerprogrammen und Vakuumtechnologie, die eine gute Ausgangsbasis für eine anschließende Promotion in experimenteller oder theoretischer Festkörperphysik bildet. Interessenten wenden sich bitte an: [Prof. Dr. Clemens Laubschat](mailto:laubschat@physik.tu-dresden.de), PHY B207, e-mail: laubschat@physik.tu-dresden.de