

Arne Dallmeyer: Magnetism in thin films and quantum wires. 2001

Das Wechselspiel von Magnetismus, elektronischer Struktur und atomarer Geometrie ist an fcc-Mn und fcc-Fe Filmen sowie Co Quanten-Drähten untersucht worden.

Eine winkelaufgelöste Photoemissionsstudie an epitaktischen fcc-Mn Filmen zeigt, daß die elektronischen Zustände von Mn keine signifikante Dispersion aufweisen, in striktem Gegensatz zur Standard-Bändertheorie und zu anderen 3d Übergangsmetallen in fcc-Struktur. Dynamische Mean Field-Rechnungen ergeben, daß starke Elektronenkorrelationseffekte die Banddispersion weitgehend unterdrücken, und liefern den ersten Beweis für die Bildung von Hubbard-Bändern in reinen Übergangsmetallen.

Die magnetischen Eigenschaften von epitaktischen fcc-Fe Filmen auf Co(100) und zwischen zwei Co(100) Filmen wurden mit magnetisch-zirkularem Röntgendichroismus (XMCD) untersucht. Die Abhängigkeit, die das magnetische Verhalten des Eisens von der Filmdicke zeigt, ist kompliziert und auf Co(100) sowie in fcc-Co/Fe/Co(100) Dreifachschichten qualitativ ähnlich. Für die Dreifachschicht wurde eine oszillatorische Kopplung zwischen den Co-Schichten gefunden, die durch den Fe-Film vermittelt wird. Mit resonanter Kernstreuung von Synchrotronstrahlung konnte die magnetische Struktur des fcc-Co/Fe/Co(100)-Schichtsystems, aufgelöst nach einzelnen Atomlagen, gewonnen werden. Unsere Messungen enthüllen eine nicht-kollineare magnetische Struktur in dem Fe-Film. Erste Einblicke in die elektronischen und magnetischen Eigenschaften von monoatomaren Co-Drähten konnten mit winkelaufgelöster Photoemission und XMCD erzielt werden. Die Co-Drähte wurden durch Stufenkantendekoration der vizinalen Pt(997)-Oberfläche präpariert. In den Photoemissionsmessungen zeigen sie einen 3d Doppelpeak, der auf die Existenz eines ein-dimensionalen austausch-aufgespaltenen Bandes und von lokalen magnetischen Momenten hindeutet. Unsere XMCD-Untersuchungen finden superparamagnetisches Verhalten der monoatomaren Co-Drähte und eine Ordnungstemperatur von $T < 10$ K. Die Co-Drähte weisen eine uniaxiale magnetische Anisotropie und eine Vorzugsrichtung der magnetischen Momente senkrecht zur Drahtachse auf. Bei Erhöhung der Co-Drahtbreite wurden starke Veränderungen der magnetischen Anisotropie beobachtet. Mit XMCD Summenregeln wurde für die monoatomaren Co-Drähte eine Erhöhung des Bahnmomentes um einen Faktor 4.8 gegenüber Volumen-Co ermittelt.

The interplay of magnetism, electronic structure and atomic geometry has been investigated on fcc-Mn and fcc-Fe films and on Co quantum wires.

An angle-resolved photoemission study of epitaxial fcc-Mn films shows that the Mn electronic states lack a significant dispersion in sharp contrast to standard band theory and other 3d transition metals in fcc-structure. Dynamical mean field calculations find that strong electron correlation effects largely suppress the band dispersion and provide first evidence for the formation of Hubbard bands in pure transition metals.

The magnetic properties of the epitaxial fcc-Fe films on Co(100) and sandwiched between two Co(100) films have been investigated by means of x-ray magnetic circular dichroism (XMCD). The dependence of the Fe magnetic behaviour on the film thickness is complex and qualitatively similar on Co(100) and in fcc-Co/Fe/Co(100) trilayers. For the trilayer structure, an oscillatory coupling between the Co films mediated by fcc-Fe films has been observed. Nuclear resonant scattering of synchrotron radiation provided atomic-layer-resolved information about the magnetic structure of the fcc-Co/Fe/Co(100) trilayer system. Our measurements disclose a non-collinear magnetic structure in the Fe film.

First insights into the electronic and magnetic properties of monatomic Co wires could be obtained with angle-resolved photoemission and XMCD. The Co wires have been prepared by step-edge decoration of the vicinal Pt(997) surface. In the photoemission measurements, they display a 3d double-peak structure which indicates the presence of a one-dimensional exchange-split band and of local magnetic moments. Our XMCD measurements reveal superparamagnetic behaviour of the

monatomic Co wires and an ordering temperature of $T < 10$ K. The Co wires display a uniaxial magnetic anisotropy and a preferential orientation of the magnetic moments perpendicular to the wire axis. Increasing the Co wire width, strong changes of the magnetic anisotropy have been observed. By means of XMCD sum rules, an enhancement of the orbital moment by a factor of 4.8 has been determined for the monatomic Co wires with respect to bulk Co.