

# Dichroismus in der resonanten und nichtresonanten Photoionisation von atomarem Europium

## Kurzfassung

In dieser Arbeit wurde der lineare Dichroismus an der nichtresonanten  $4d$ -Photoemission und der resonanten  $4f$ -Photoemission atomaren Europiums untersucht. Europium wurde mit einem widerstandsgeheizten Ofen verdampft und mit zirkular oder linear polarisiertem Laserlicht orientiert bzw. ausgerichtet. Auf diese Weise konnte der lineare Dichroismus an ausgerichteten Atomen (LAD) und der lineare magnetische Dichroismus in der Winkelverteilung (LMDAD) gemessen werden. Alle Photoelektronenspektren wurden am Strahlrohr BW3 des HASYLAB aufgenommen.

Der Dichroismus in der  $4d$ -Photoemission wurde mit einem LS-Kopplungsmodell und mit zwei Hartree-Fock-Rechnungen verglichen. In der ersten Rechnung wurden Umkopplungen der halbgefüllten  $4f$ -Schale zugelassen. In der zweiten wurden Konfigurationsmischungen der Valenzelektronen berücksichtigt. Der Einfluss beider Effekte auf den Dichroismus konnte aufgezeigt werden. Dabei konnten deutliche Abweichungen vom Ein-Elektronen-Modell festgestellt werden. Der LMDAD des atomaren Europiums wurde mit dem zirkularen magnetischen Dichroismus (CMD) einer Gadoliniumoberfläche verglichen. Es zeigte sich eine deutliche Entsprechung in der Feinstruktur beider magnetischer Dichroismen. Der inneratomare Charakter des Dichroismus konnte somit belegt werden.

Ein hochaufgelöstes Spektrum des Europium  $4f^{-1} \ ^7F$ -Multipletts wurde aufgenommen und mit dem LS-Kopplungsmodell sowie mit optisch vermessenen Energieniveaus verglichen. Dabei ergaben sich neue Ansätze zum Verständnis der einzelnen Linien im Spektrum.

Der Dichroismus in der  $4f$ -Photoemission wurde bei Anregungsenergien im Bereich der  $4d$ - $4f$ -Riesenresonanz gemessen. Um die Abhängigkeit der Dichroismen von der Anregungsenergie zu erklären, wurde ein einfaches LS-Kopplungsmodell auf der Basis der Fanotheorie entwickelt und mit den Messwerten verglichen. Das Modell gibt für den Energieverlauf der Intensitäten der Feinstrukturkomponenten unpolarisierter Atome und für den LAD die wesentlichen Züge des Effektes gut wieder. Für den LMDAD ergaben sich im Rahmen des Modells starke Abhängigkeiten von den verwendeten Parametern. Dennoch konnte ein Satz von Parametern gefunden werden, der die Grundzüge des gemessenen LMDAD richtig beschreibt. Ein wichtiges Ergebnis des Modells ist, dass der LMDAD in der Riesenresonanz nicht mit dem CMD vergleichbar ist.

# Dichroism in the resonant and non-resonant photoionisation of atomic Europium

## Abstract

In this thesis investigations of the linear dichroism in the non-resonant  $4d$  photo-emission and the resonant  $4f$  photo-emission of atomic europium are presented. The atomic europium is prepared using a resistively heated oven. Magnetic orientation and linear alignment of the atoms are achieved by laser pumping the atoms with circularly and linearly polarised light. The atoms are ionised by linearly polarised synchrotron radiation of the BW3 beam-line at HASYLAB. The linear alignment dichroism (LAD) and linear magnetic dichroism in the angular distribution (LMDAD) are measured.

The dichroism in the  $4d$  photo-emission is compared to two different Hartree-Fock calculations. The first calculation takes into account the recoupling of the half filled  $4f$  shell. In the second calculation the configuration mixing of the valence electrons is examined. The influences of both effects on the dichroism are studied by comparison with the experimental data. The LMDAD of atomic europium is compared to the CMD of a thin film of solid gadolinium. Strong similarities of the fine structure of both magnetic dichroisms are observed, corroborating inner atomic character of dichroism.

For achieving a better understanding of the structure of the  ${}^7F$  multiplet the  $4f^{-1}$  photo-emission has been measured with enhanced resolution. This spectrum is compared to the simple LS coupling model and to optical line spectra.

The dichroism in the  $4f$  photo-emission of atomic europium is measured with excitation energies in the region of the  $4d-4f$  giant resonance. For explaining the energy dependence of the dichroism effect a simple model based on Fano's theory is developed and compared to the experimental spectra. The model gives good agreement with the basic structure of the energy dependence for the intensities of the fine structure and the LAD. The LMDAD shows strong dependencies from the model parameters. A set of parameters for which the model shows good agreement with the principal structure of the LMDAD is given. An important result of the experiment is that the LMDAD is no longer comparable to the CMD when the photon energy is in the region of the resonance.