

Zusammenfassung und Ausblick

In der vorliegenden Arbeit wird überprüft, unter welchen Bedingungen die von K. Potzger [Potzger 01] gefundene Korrelation zwischen dem magnetischen Hyperfeinfeld und der Koordinationszahl Bestand hat. Diese Korrelation wurde aus vollständigen Systematik des Hyperfeinfeldes von Cd auf verschiedenen Plätzen auf der Ni- Oberfläche abgeleitet. Theoretische Modellrechnungen führen die magnetischen Felder auf die s-Elektronen-Polarisation der Cd-Sondenatome zurück und generalisieren dieses Ergebnis auf weitere sp-Elemente.

Im ersten Teil der Untersuchungen wurde den Fragen nachgegangen, ob sich Symmetrien oder Gitterrelaxationen auf die magnetischen Felder für Cd auf Ni auswirken. Aufgrund der Resultate von **Kap. 4.1.1** kann man schließen, dass die s-Elektronenpolarisation der Cd-Sondenatome im Kontakt mit Ni, induziert durch die *sd*-Hybridisierung, von der lokalen Symmetrie eher unabhängig ist. Es konnte unter anderem gezeigt werden, dass trotz unterschiedlicher Symmetrie aber gleicher Koordinationszahlen die experimentell gemessenen B_{hf} - Werte am Cd-Sondenatomen für NN = 4 im Fehlerbereich der Messungen gleich sind. Die in diesem Abschnitt dargestellten experimentellen Ergebnisse wurden veröffentlicht [Prandolini 04].

Abgesehen von dem substitutionellen Platz für Cd im Ni (NN = 12) sind die Vorzeichen der magnetischen Hyperfeinfelder von Potzger et al. [Potzger 01] aus dem Modellrechnungen von Mavropoulos et al. [Mavropoulos 98] postuliert wurden.

Unter Berücksichtigung eines weiteren Parameters, der Gitterrelaxation oder des Abstandes im Gitter, kommen neuere Rechnungen [Bellini 04] zu einem widersprüchlichen Ergebnis. In dieser Arbeit (**Kap. 4.1.2**) wurden die Vorzeichen des magnetischen Hyperfeinfeldes von Cd im Kontakt mit Ni für die Position NN = 6, NN = 7 und NN = 9 als negativ erkannt. Für die Position NN = 5 konnte das Vorzeichen nicht mit der erforderlichen Genauigkeit bestimmt werden, aber es gibt aus der vorläufigen Untersuchungen heraus starke Hinweise, dass auch für die Position NN = 5 das Vorzeichen negativ ist.

Mit der Weiterentwicklung der Methode ist der Grundstein gelegt, Untersuchungen mit anderen Sondenatomen, wünschenswert sind In-, Sn- oder Te-Sondenatome, durchzuführen, um die Voraussagen aufgrund der Koordinationszahl nicht nur mit Cd auf Ni vergleichen zu können. Wie kürzlich in theoretischen ([Cabria 02], [Lazanovits 02], [Klautau 02]) und experimentellen ([Skumryev 03], [Sun 00], [Lau 02], [Gambardella 03]) Arbeiten gezeigt

wurde, spielt die Koordinationszahl auch bei kleinen Clusters von magnetischen Atomen auf Oberfläche eine wichtige Rolle. Die erfolgreiche Präparation solcher „Cluster“ wird für die magnetischen Sensoren und Speichermedien der Halbleiterindustrie neue Möglichkeiten eröffnen.

Im zweiten Teil dieser Arbeit konzentrieren sich deshalb die Experimente auf dünnen magnetischen Schichten und Grenzflächen, wobei die Cd- Atome als „Beobachter“ innerhalb der Pd- und Ni-Schichten eingesetzt wurden. In den Untersuchungen an diesem „Drei-Komponenten- System“ haben sich bei der Präparation Schwierigkeiten eingestellt, die verhinderten, dass eine „systematische Karte“ der magnetischen Eigenschaften gewonnen werden konnte.

In **Kap. 4.2** wurden sehr präzise ermittelte Hyperfeinparameter der Sondenposition von Cd in der zweiten Monolage Pd auf einem Ni-Einkristall, bedeckt mit weiteren Monolagen Pd, vorgestellt. Das negative Vorzeichen des Hyperfeinfeldes für diese Position wurde mit Hilfe des erwähnten Magnetsystems in der $135^\circ/45^\circ$ -Detektorgeometrie ermittelt. Das magnetische Hyperfeinfeld der Cd-Sonde hat in dieser Position den Wert $B_{\text{hf}} = -1,3(3)$ T.

Das Experiment, vorgestellt in **Kap. 4.3.1**, ergab, dass $^{111\text{m}}\text{Cd}$ bei einer Temperatur von 40 K auf einem Ni-Film von zwei Monolagen, der auf Pd (001) aufgewachsen wurden, eine Position einnimmt, die wegen $\eta = 0$ eine axialsymmetrische Umgebung besitzt (Adatom oder substitutionelle Terrasse). Aus Gründen der Plausibilität (Präparations- und Messtemperatur) wird der Adatomplatz angenommen. Das magnetische Hyperfeinfeld der $^{111\text{m}}\text{Cd}$ -Adatome weist einen Winkel von 50° zur Oberflächennormalen auf. Die in diesem Abschnitt dargestellten experimentalen Ergebnisse wurden veröffentlicht [Manzhur 05].

In **Kap. 4.3.2** wurde gezeigt, dass ^{111}In -Sondenatome aus der Terrassenposition (NN = 8 und NN = 9) auf einem Pd-Einkristall nicht durch die erste aufgedampfte Ni-Schicht, bei $T = 257$ K für Pd(001) und bei $T = 80$ K für Pd(111), diffundieren.

Der Magnetismus tritt also im Schichtsystem Ni- Pd in einer unübersichtlicheren Form als auf der Ni-Oberfläche auf und es erscheint daher angebracht, trotz der interessanten Ergebnisse der vorgestellten Experimente, bei zukünftigen Untersuchungen auch wieder auf einfachere Systeme z.B. auf unbedeckte Oberflächen zurückzugehen.

Es liegt auf der Hand, dass dabei andere PAC-Sonden im Gebiet der sp-Elemente zum Einsatz kommen sollen; aber auch der Einsatz „magnetischer“ Sonden wie ^{100}Pd und Seltene Erde wird Einblick in die Rolle geben, welche die Polarisation der s-Leitungselektronen spielen.

Die vorliegenden Ergebnisse aus dem zweiten Teil dieser Arbeit tragen dazu bei, Informationen über das Wachstum verschiedener Schichten und die Art und Weise zu gewinnen, wie sich einzelne Fremdatome selbstorganisiert in die Schichtstrukturen einnisten. Für das Studium des zuletzt genannten Gebietes haben sich die Eigenschaften der Methode als sehr nützlich erwiesen.

