

Untersuchung magnetischer Eigenschaften von
Ni-Einkristalloboberflächen,
Ni-Dünnschichtoberflächen
und Ni/Pd-Grenzflächen
mit der PAC-Methode

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Freien Universität Berlin
Fachbereich Physik

angefertigt am Hahn-Meitner-Institut Berlin

Vorgelegt von Yuriy Manzhur aus Charkov (Ukraine)

Juli 2005

Für meine Tochter

Diese Dissertation wurde in der Arbeitsgruppe
„Grenzflächenmagnetismus mit radioaktiven Sonden“ unter der
Leitung von Dr. **Hartmut H. Bertsch** † am Hahn-Meitner-Institut Berlin und der
Weiterführung durch Dr. **Wolf-Dietrich Zeitz** angefertigt.

1. Gutachter: **Brewer, William**, Ph. D., Univ.-Prof., Freie Universität Berlin
2. Gutachter: **Fröbrich, Peter**, Dr. rer. nat., Priv.-Doz., Hahn-Meitner-Institut, Berlin

Datum der Disputation: 28-November 2005

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	05
1. Das magnetische Hyperfeinfeld und der elektrische Feldgradient	11
1.1. Vorteile der Methode der gestörten $\gamma\gamma$ -Winkelkorrelation	11
1.2 Der elektrische Feldgradient (EFG)	13
1.3 Das magnetische Hyperfeinfeld (B_{hf})	15
2. Meßmethode Gestörte $\gamma\gamma$ -Winkelkorrelation (Perturbed Angular Correlation)	21
2.1 Ungestörte $\gamma\gamma$ -Winkelkorrelation	21
2.2 Messung des Hyperfeinfeldes B_{hf} mit Hilfe der PAC	23
2.3 Messung des Elektrischen Feldgradienten mit Hilfe der PAC	25
2.4. Definition von Winkeln relativ zum Laborsystem und die kombinierte Hyperfeinwechselwirkung	28
2.5 Nukleare Eigenschaften der verwendeten Sonden	30
2.6 Bestimmung des Adsorbtiionsplatzes der Sonde	31
3. Experimenteller Aufbau und Probenpräparation	37
3.1 Präparation der Einkristallobereflächen	39
3.1.1 Argon-Ätzen	40
3.1.2 Tempern	41
3.2. LEED/AES	42
3.2.1. Auger-Elektronen-Spektroskopie AES	43
3.2.2. Strukturbestimmung durch LEED-Analyse	45
3.3. MBE- Präparation dünner Filme	47
3.4. Aufbringen der radioaktiven Sonden und PAC-Messung	48
4. Messergebnisse und Interpretation	51
4.1. Untersuchung der magnetischen Eigenschaften von Cd auf Ni-Oberflächen mit radioaktiven Cd-Sondenatomen	51
4.1.1. Symmetrieabhängigkeit des magnetischen Hyperfeinfeldes	52
4.1.1.1. R(t)-Spektren für NN = 3, NN = 4 und NN = 5 von $^{111}\text{In} / ^{111}\text{Cd}$ auf gestuftem Ni-(111)-Einkristall	54
4.1.1.2 Zusammenfassung des Experimentes von Kap. 4.1.1	57
4.1.2 Bestimmung der Vorzeichen der magnetischen Hyperfeinfelder an verschiedenen Plätzen auf der Oberfläche	59

4.1.2.1. Einführende Betrachtungen zum Experiment	59
4.1.2.2. Das äußere magnetische Feld	60
4.1.2.3. Ergebnisse der Messung und die Auswertung der R(t)-Spektren	65
4.1.2.4. Zusammenfassung des Experimentes von Kap. 4.1.2	70
4.2. Untersuchung einer Pd-Schicht auf der Ni(111)-Oberfläche	73
4.2.1. Die Auswertung des R(t)-Spektrums	74
4.2.2. Zusammenfassung des Experimentes von Kap. 4.2	80
4.3. Magnetische Eigenschaften von ultradünnen Ni-Schichten auf Pd	83
4.3.1. Änderung der magnetischen Anisotropie durch extreme Gitterdehnung	83
4.3.1.1. Wachstum von Ni auf Pd(001)	85
4.3.1.2. Auswertung des R(t)-Spektrums und Diskussion der Ergebnisse	86
4.3.2. Experimente an der Ni/Pd Grenzfläche	91
4.3.2.1 Experimentelle Ergebnisse und Diskussion	92
4.3.2.1 Zusammenfassung des Experimentes von Kap. 4.3.2	96
Zusammenfassung und Ausblick	99
Literatur	103
Abkürzungen	109
Lebenslauf	111
Veröffentlichungen	113
Danksagung	115