



Doctoral Thesis

## Magnetic characterization at surfaces by spin polarized electron spectroscopies

**Author(s):**

Allenspach, Rolf

**Publication Date:**

1985

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000362876> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH No 7952

MAGNETIC CHARACTERIZATION AT SURFACES  
BY SPIN POLARIZED ELECTRON SPECTROSCOPIES

---

A dissertation submitted to the  
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY

for the degree of  
Doctor of Natural Sciences

presented by

Rolf Allenspach

dipl.phys. ETH

born December 22, 1957

citizen of Kreuzlingen (Thurgau)

accepted on the recommendation of

Prof.Dr.H.C.Siegmann, examiner

Prof.Dr.W.Baltensperger, co-examiner

1985

## ABSTRACT

Magnetism near and at surfaces is experimentally investigated by spin polarized Auger and secondary electron spectroscopy.

The Auger electron spin polarization is shown to provide qualitatively new information on electronic excitations, correlation and screening, and on the validity of spin as a good quantum number. The testcase elements investigated are Fe, Ni and Gd.

We point out that spin polarized Auger spectroscopy offers an ideal tool to characterize composite magnetic systems: The chemisorption of oxygen on Fe gives insight into the interplay between magnetism and chemistry at surfaces; we find strong mixing between substrate and adsorbate wave functions. Gd overlayers are shown to couple antiferromagnetically to the underlying Fe substrate. By varying the Gd film thickness the spin correlation length in Gd above  $T_C$  can be determined.

Various fine structures in secondary electron emission which exhibit unexpected polarization behaviour are found in single crystalline Ni and Fe. Some examples are presented and possible origins are discussed.

Finally, we illustrate the nondestructive magnetic depth profiling technique with spin polarized secondary electrons. Surface hysteresis loops on Fe(100) reveal a particular magnetic state near the surface. This state is the first step in reversed domain nucleation.

## ZUSAMMENFASSUNG

Magnetismus an Oberflächen wird experimentell untersucht mit spinpolarisierter Auger- und Sekundärelektronenspektroskopie.

Die Spinpolarisation der Augerelektronen liefert qualitativ neue Information über elektronische Anregungen, Korrelation und Abschirmung, sowie über die Gültigkeit des Spins als gute Quantenzahl. Die untersuchten Modellfälle sind Fe, Ni und Gd.

Es wird gezeigt, dass spinpolarisierte Augerspektroskopie ein ideales Werkzeug zur Charakterisierung zusammengesetzter magnetischer Systeme bietet: Die Chemisorption von Sauerstoff auf Fe gibt Einblick in die Wechselwirkung zwischen Magnetismus und Chemie an Oberflächen; wir finden eine starke Mischung von Substrat- und Adsorbatwellenfunktionen. Gd-Filme koppeln antiferromagnetisch an das darunterliegende Fe-Substrat. Durch Variation der Gd-Filmstärke kann die Spinkorrelationslänge in Gd oberhalb von  $T_C$  bestimmt werden.

Verschiedene Feinstrukturen in der Sekundärelektronenemission, die unerwartetes Polarisationsverhalten zeigen, wurden in Einkristallen aus Ni und Fe gefunden. Einige Beispiele werden vorgestellt und mögliche Ursprünge diskutiert.

Schliesslich wird die Technik illustriert, zerstörungsfrei magnetische Tiefenprofile mit spinpolarisierten Sekundärelektronen aufzunehmen. Hystereseschleifen an Fe(100)-Oberflächen enthüllen einen speziellen magnetischen Zustand an der Oberfläche. Dieser Zustand ist der erste Schritt in der Nukleation einer umgekehrten Domäne.