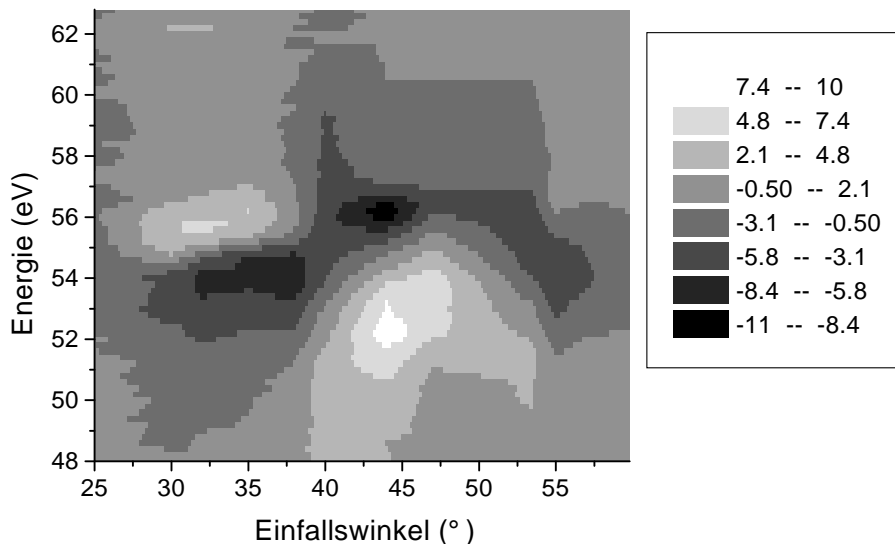


# Marc-Andras Schroeder

## Darstellung der Forschungsaktivitäten

Die magnetooptischen Kerr-Effekte (MOKE) sind im sichtbaren Spektralbereich eine Standardmethode um die magnetischen Eigenschaften von Festkörpern zu untersuchen. Im Vakuumultravioletten Spektralbereich (VUV) werden jedoch hauptsächlich Effekte genutzt die im Gegensatz zu den Kerr-Effekten nicht in Reflektion sondern in Absorption gemessen werden. Im speziellen sind dies der zikulare und der lineare magnetische Dichroismus. Ziel dieser Arbeit war es die Nutzbarkeit der magnetooptischen Kerr-Effekte im VUV zu untersuchen. Von besonderem Interesse war die Eignung der Effekte als kontrastgebendes Signal für die Röntgenmikroskopie. Um die Kerr-Effekte mit anderen magnetooptischen Effekten vergleichen zu können, war es notwendig ein tieferes Verständnis dieser verschiedenen Effekte zu erreichen. Dies wurde erreicht, indem diese ausgehend von den Maxwellgleichungen ausführlich hergeleitet wurden. Im Mittelpunkt der Herleitung steht der Dielektrizitätstensors  $\hat{\epsilon}$  und sein Nichtdiagonalelement  $\epsilon_{xy}$ . Dabei wurde gezeigt wie  $\epsilon_{xy}$ , welches in erster Ordnung vom Magnetfeld abhängig ist, in die verschiedenen magnetooptischen Effekte eingeht.

Experimentell untersucht wurden der longitudinale und der transversale Kerr-Effekt. Der L-MOKE wurde im Bereich der Eisen 3p-Resonanz zum ersten mal systematisch über den gesamten Winkel- und Energiebereich vermessen. Als Probe diente ein Eiseneinkristall.



Die Drehungen der Polarisationssebene des reflektierten Lichts im Bereich der Fe-3p-Resonanz beträgt hier, wie in der Abbildung gezeigt wird, in einigen Bereichen mehrere Grad. Dies ist verglichen mit dem sichtbaren Spektralbereich, wo die Drehwinkel nur Bruchteile

von einem Grad beträgt, sehr viel. Weiter wird am der Abbildung deutlich daß der Drehwinkel an insgesamt vier Punkten in der Nähe des Brewsterwinkels ein Maximum bzw. ein Minimum hat.

Weiter wurden zwei Eisen-Chrom-Eisen Schichtsysteme mit dem transversalen magneto-optischen Kerr-Effekts (T-MOKE) untersucht. Anhand dieses Systems wurde durch erste orts aufgelöste Messungen demonstriert, daß er sich der T-MOKE als kontrastgebendes Verfahren für die Röntgenmikroskopie im VUV eignet. Desweiteren wurde ein solches Schichtsystem mit dem T-MOKE an der Fe-2p-Resonanz (etwa 700 eV) und an der Cr-2p-Resonanz (etwa 575 eV) energie- und winkelabhängig vermessen. Womit die Elementspezifität und Tiefensensitivität demonstriert wurden.

Inzwischen ist das Hamburger Röntgenmikroskop erfolgreich erweitert worden, so daß nun der T-MOKE als magnetische Kontrast genutzt wird.

## Publikationen

Angehörige und Gäste des Graduiertenkollegs sind unterstrichen

- [1] M. Schroeder, M. Fornefett, J. Friedrich, C. Kunz, M. Pretorius, K. Berens von Rautenfeld, A. Rank, V. Wedemeier und J. Voss: *Imaging and microspectroscopy of desorbed ions at the soft X-ray microscop at HASYLAB*, HASYLAB Jahresbericht **II**, 665 (1995).
- [2] J. Voss, M. Fornefett, C. Kunz, A. Moewes, M. Pretorius, A. Rank, M. Schroeder und V. Wedemeier: *Soft X-ray Spectromicroscopy*, Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena **80**, 329 (1996).
- [3] M. Schroeder, M. Fornefett, J. Friedrich, M. Pretorius, K. Berens von Rautenfeld, A. Rank, M. Wachmuth, V. Wedemeier und J. Voss: *Microscopy and spectroscopy of structured AlGaAs at the soft X-ray microscop at HASYLAB*, HASYLAB Jahresbericht **I**, 853 (1996).
- [4] M. Pretorius, J. Friedrich, A. Rank, M. Schroeder, J. Voss, V. Wedemeier, D. Spanke, D. Knabben, I. Rozhko, H. Ohldag, F. U. Hillebrecht und E. Kisker: *Transverse magneto-optical Kerr effect of Fe at Fe 3p threshold*, Phys. Rev. B **55**, 14133 (1997).
- [5] M. Schroeder, J. Friedrich, M. Pretorius, K. Berens von Rautenfeld, A. Rank, M. Wachmuth, V. Wedemeier und J. Voss: *The meridional mogneto-optical Kerr effect of Fe at the Fe 3p threshold*, HASYLAB Jahresbericht **I**, 853 (1997).
- [6] M. Schroeder, M. Fornefett, J. Friedrich, M. Pretorius, A. Ranck, K. Berens von Rautenfeld, V. Wedemeier und J. Voss: *Imaging and microspectroscopy of desorbed ions at the soft x-ray microscope at HASYLAB*, Proceedings of the *International Conference on X-ray Microscopy* (XRM 96) Seiten III–139 (1998).
- [7] M. Schroeder, J. Friedrich, R. Schreiber, F. Voges und C. Kunz: *Angle resolved transversal magneto-optical Kerr effect of a Fe-Cr-Fe structure at the 2p threshold*, HASYLAB Jahresbericht **I**, 357 (1998).

## Teilnahme an Tagungen

- “The Scanning Soft X-ray Microscopy“  
M. Fornefett, J. Friedrich, C. Kunz, M. Pretorius, A. Rank, K. Berens v. Rautenfeld,  
M. Schroeder, J. Voss und V. Wedemeier  
HASYLAB Usermeeting 96  
in Hamburg, Januar 1996  
Beitragsform: Poster
- “Imaging and microspectroscopy of desorbed ions at the soft x-ray microscope at  
HASYLAB“  
M. Schroeder, M. Fornefett, J. Friedrich, C. Kunz, M. Pretorius,  
K. Berens v. Rautenfeld, A. Rank, V. Wedemeier und J. Voss  
International Conference on X-Ray Microscopy and Spectromicroscopy (XRM 96)  
in Würzburg, August 1996  
Beitragsform: Poster
- Gemeinsames Statusseminar der Verbundforschung ”Kondensierte Materie”, Seon,  
September 1997
- “The meridional magneto-optical Kerr-effect of Fe at the Fe 3p threshold“  
M. Schroeder, J. Friedrich, M. Pretorius, K. Berens v. Rautenfeld, A. Rank, M. Wachsmuth,  
V. Wedemeier und J. Voss  
HASYLAB Usermeeting 97  
in Hamburg, Januar 1998  
Beitragsform: Poster
- “First angle resolved measurements of the longitudinal magneto-optical Kerr effect at  
the Fe 3p threshold“  
M. Schroeder, J. Friedrich, M. Pretorius, A. Rank, J. Voss, V. Wedemeier und C. Kunz  
12th International Conference on Vakuum Ultraviolet Radiation Physics (VUV-XII)  
in San Francisco, August 1998  
Beitragsform: Poster
- “Micromagnetism of a Permalloy Stripe Array Investigated by Soft-x-ray T-MOKE“  
M. Schroeder, M. Döschner, A. Rank, I. Rozhlo, S. Nepijko und E. Kisker  
Synchrotron Radiation Instrumentation 2000 (SRI)  
in Berlin, August 2000  
Beitragsform: Vortrag

## Tagungsbeiträge als Mitautor

- “Spectromicroscopy with Soft X-rays at HASYLAB“  
J. Voss, K. Berens v. Rautenfeld, M. Fornefett, J. Friedrich, M. Pretorius, M. Schroeder,  
H. Sievers, A. Rank, M. Wachsmuth und V. Wedemeier  
XRM 96  
International Conference on X-Ray Microscopy and Spectromicroscopy  
in Würzburg, August 1996  
Beitragsform: Vortrag

- “Characterization of multilayer mirrors“  
J. Friedrich, K. Berens v. Rautenfeld, I. Diel, M. Fornefett, M. Pretorius, A. Ranck, M. Schroeder, H. Sievers, J. Voss, V. Wedemeier, H.-J. Voorma, E. Louis, N. B. Koster und F. Bijkerk  
17th International Conference X-ray and Inner-Shell Processes  
in Hamburg, September 1996
- “X-ray microscopy for multilayer characterisation“  
J. Friedrich, K. Berens v. Rautenfeld, M. Pretorius, A. Rank, M. Schroeder, H. Sievers, J. Voss, M. Wachsmuth, V. Wedemeier, E. Louis, H. J. Voorma, N. B. Koster, F. Bijkerk  
HASYLAB Usermeeting 97  
in Hamburg, Januar 1997  
Beitragsform: Poster
- “Applications of X-ray microscopy“  
M. Fornefett, J. Friedrich, C. Kunz, M. Pretorius, K. Berens v. Rautenfeld, A. Rank, M. Schroeder, V. Wedemeier und J. Voss  
HASYLAB Usermeeting 97  
in Hamburg, Januar 1997  
Beitragsform: Poster

## **Eigene Vorträge im Rahmen des Graduiertenkollegs**

- „Mikrospektroskopie und Spektromikroskopie an GaAs/GaAlAs-Systemen mit dem Hamburger Röntgenmikroskop am HASYLAB“  
Erster Workshop des Graduiertenkollegs 13.-15. Januar 1997
- „Wechselwirkung Licht mit Materie“  
Zweiter Workshop des Graduiertenkollegs 12.-14. Januar 1998
- „Magnetooptische Effekte im weichen Röntgenbereich“  
Dritter Workshop des Graduiertenkollegs 25.-27. Mai 1999
- „Magnetooptische Kerr-Effekte im VUV an Eisen und Eisensystemen“  
Ringvorlesung des Grk Nanostrukturierter Festkörper 24.4. 2000