

# Bibliography

- [1] J. C. Maxwell: *A Treatise on Electricity and Magnetism*. Clarendon Press, Oxford (1873).
- [2] G. van der Laan, B. T. Thole, G. A. Sawatzky, J. B. Goedkoop, J. C. Fuggle, J.-M. Esteve, R. Karnatak, J. P. Remeika, and H. A. Dabkowska: Experimental proof of magnetic x-ray dichroism. *Phys. Rev. B* **34**, 6529 (1986).
- [3] G. Schütz, W. Wagner, W. Wilhelm, P. Kienle, R. Zeller, R. Frahm, and G. Materlik: Absorption of circularly polarized x rays in iron. *Phys. Rev. Lett.* **58**, 737 (1987).
- [4] L. Baumgarten, C. M. Schneider, H. Petersen, F. Schäfers, and J. Kirschner: Magnetic x-ray dichroism in core-level photoemission from ferromagnets. *Phys. Rev. Lett.* **65**, 492 (1990).
- [5] C. Roth, F. U. Hillebrecht, H. Rose, and E. Kisker: Linear magnetic dichroism in angular resolved Fe 3p core level photoemission. *Phys. Rev. Lett.* **70**, 3479 (1993).
- [6] P. Grünberg, R. Schreiber, Y. Pang, M. B. Brodsky, and H. Sowers: Layered Magnetic Structures: Evidence for Antiferromagnetic Coupling of Fe Layers across Cr Interlayers. *Phys. Rev. Lett.* **57**, 2442 (1986).
- [7] M. N. Baibich, J. M. Broto, A. Fert, F. N. Van Dau, F. Petroff, P. Eitenne, G. Creuzet, A. Friederich, and J. Chazelas: Giant Magnetoresistance of (001)Fe/(001)Cr Magnetic Superlattices. *Phys. Rev. Lett.* **61**, 2472 (1988).
- [8] G. Binasch, P. Grünberg, F. Saurenbach, and W. Zinn: Enhanced magnetoresistance in layered magnetic structures with antiferromagnetic interlayer exchange. *Phys. Rev. B* **39**, 4828 (1989).
- [9] R. Wiesendanger, H.-J. Güntherodt, G. Güntherodt, R. J. Gambino, and R. Ruf: Observation of vacuum tunneling of spin-polarized electrons with the scanning tunneling microscope. *Phys. Rev. Lett.* **65**, 247 (1990).
- [10] M. Bode, M. Getzlaff, and R. Wiesendanger: Spin-Polarized Vacuum Tunneling into the Exchange-Split Surface State of Gd(0001). *Phys. Rev. Lett.* **81**, 4256 (1998).
- [11] C. Kao, J. B. Hastings, E. D. Johnson, D. P. Siddons, G. C. Smith, and G. A. Prinz: Magnetic-resonance exchange scattering at the iron  $L_{II}$  and  $L_{III}$  edges. *Phys. Rev. Lett.* **65**, 373 (1990).
- [12] N. W. Ashcroft and N. D. Mermin: *Solid State Physics*. Saunders College, Philadelphia, international edn. (1976).
- [13] M. A. Rudermann and C. Kittel: Indirect Exchange Coupling of Nuclear Magnetic Moments by Conduction Electrons. *Phys. Rev.* **96**, 99 (1954).

- [14] T. Kasuya: A Theory of Metallic Ferro- and Antiferromagnetism on Zener's Model. *Prog. Theoret. Phys. (Japan)* **16**, 45 (1957).
- [15] K. Yosida: Magnetic Properties of Cu-Mn Alloys. *Phys. Rev.* **106**, 893 (1957).
- [16] P. W. Anderson: Antiferromagnetism. Theory of Superexchange Interaction. *Phys. Rev.* **79**, 350 (1950).
- [17] F. Bloch: Zur Theorie des Ferromagnetismus. *Zeitschrift für Physik* **49**, 206 (1930).
- [18] H. Stanley: *Phase Transitions and Critical Phenomena*. Clarendon Press, Oxford (1971).
- [19] J. Binney, N. Dowrick, A. Fisher, and M. Newman: *The Theory of Critical Phenomena*. Clarendon Press, Oxford (1992).
- [20] P. Heller and G. Benedek: Nuclear Magnetic Resonance in  $\text{MnF}_2$  Near the Critical Point. *Phys. Rev. Lett.* **8**, 428 (1962).
- [21] B. Widom: Surface Tension and Molecular Correlations near the Critical Point. *The Journal of Chemical Physics* **43**, 3892 (1965).
- [22] L. P. Kadanoff: Scaling, Universality and Operator Algebras. In *Phase Transitions and Critical Phenomena* (edited by C. Domb and M. S. Green), vol. 5A. Academic Press. (1976).
- [23] K. G. Wilson and J. Kogut: The renormalization group and the  $\epsilon$  expansion. *Physics Reports* **12**, 75 (1974).
- [24] K. G. Wilson: Renormalization Group and Critical Phenomena. I. Renormalization Group and the Kadanoff Scaling Picture. *Phys. Rev. B* **4**, 3174 (1971).
- [25] S. Ma: Introduction to the Renormalization Group. *Rev. Mod. Phys.* **45**, 589 (1973).
- [26] M. E. Fisher: The renormalization group in the theory of critical behavior. *Rev. Mod. Phys.* **46**, 597 (1974).
- [27] J. Als-Nielsen, O. W. Dietrich, and L. Passel: Neutron scattering from the Heisenberg ferromagnets EuO and EuS. II. Static critical properties. *Phys. Rev. B* **14**, 4908 (1976).
- [28] O. W. Dietrich and J. Als-Nielsen: Temperature Dependence of Short-Range Order in  $\beta$ -Brass. *Phys. Rev.* **153**, 711 (1967).
- [29] J. Als-Nielsen and O. W. Dietrich: Pair-Correlation Function in Disordered  $\beta$ -Brass as Studied by Neutron Diffraction. *Phys. Rev.* **153**, 706 (1967).
- [30] J. Als-Nielsen, O. W. Dietrich, W. Kunnmann, and L. Passell: Critical Behavior of the Heisenberg Ferromagnets EuO and EuS. *Phys. Rev. Lett.* **27**, 741 (1971).
- [31] C. W. Garland, M. Meichle, B. M. Ocko, A. R. Kortan, C. R. Safinya, L. J. Yu, J. D. Litster, and R. J. Birgeneau: Critical behavior at the nematic-smectic-A transition in butyloxybenzylidene heptylaniline (4O.7). *Phys. Rev. A* **27**, 3234 (1983).
- [32] M. P. Schulhof, P. Heller, R. Nathans, and A. Linz: Critical Magnetic Scattering in Manganese Fluoride. *Phys. Rev. B* **1**, 2304 (1970).

- [33] J. C. Le Guillou and J. Zinn-Justin: Critical Exponents for the  $n$ -Vector Model in Three Dimensions from Field Theory. *Phys. Rev. Lett.* **39**, 95 (1977).
- [34] U. Bovensiepen: Phasenübergänge in magnetischen Monolagen und austauschgekoppelten Schichten. Dissertation, Fachbereich Physik, Freie Universität Berlin (2000).
- [35] M. N. Barber: Finite Size Scaling. In *Phase Transitions and Critical Phenomena* (edited by C. Domb and J. L. Lebowitz), vol. 8. Academic Press. (1983).
- [36] H. W. Diehl: Field-theoretic Approach to the Critical Behaviour at Surfaces. In *Phase Transitions and Critical Phenomena* (edited by C. Domb and J. L. Lebowitz), vol. 8. Academic Press. (1986).
- [37] Z. Q. Qiu, J. Pearson, and S. D. Bader: Magnetic phase transition of ultrathin Fe films on Ag(111). *Phys. Rev. Lett.* **67**, 1646 (1991).
- [38] C. M. Schneider, P. Bressler, P. Schuster, J. Kirschner, J. J. de Miguel, and R. Miranda: Curie temperature of ultrathin films of fcc-cobalt epitaxially grown on atomically flat Cu(100) surfaces. *Phys. Rev. Lett.* **64**, 1059 (1990).
- [39] Y. Li and K. Baberschke: Dimensional crossover in ultrathin Ni(111) films on W(110). *Phys. Rev. Lett.* **68**, 1208 (1992).
- [40] M. Farle, K. Baberschke, U. Stetter, A. Aspelmeier, and F. Gerhardter: Thickness-dependent Curie temperature of Gd(0001)/W(110) and its dependence on the growth conditions. *Phys. Rev. B* **47**, 11571 (1993).
- [41] T. Ambrose and C. L. Chien: Finite-Size Effects and Uncompensated Magnetization in Thin Antiferromagnetic CoO Layers. *Phys. Rev. Lett.* **76**, 1743 (1996).
- [42] G. A. T. Allan: Critical Temperatures of Ising Lattice Films. *Phys. Rev. B* **1**, 352 (1970).
- [43] M. E. Fisher and M. N. Barber: Scaling Theory for Finite-Size Effects in the Critical Region. *Phys. Rev. Lett.* **28**, 1516 (1972).
- [44] H. J. Elmers, J. Hauschild, H. Höche, U. Gradmann, H. Bethge, D. Heuer, and U. Köhler: Submonolayer Magnetism of Fe(110) on W(110): Finite Width Scaling of Stripes and Percolation between Islands. *Phys. Rev. Lett.* **73**, 898 (1994).
- [45] E. E. Fullerton, S. D. Bader, and J. L. Robertson: Spin-Density-Wave Antiferromagnetism of Cr in Fe /Cr(001) Superlattices. *Phys. Rev. Lett.* **77**, 1382 (1996).
- [46] E. Weschke, H. Ott, E. Schierle, C. Schüßler-Langeheine, D. V. Vyalikh, G. Kaindl, V. Leiner, M. Ay, T. Schmitte, H. Zabel, and P. Jensen: Finite-Size Effect on Magnetic Ordering Temperatures in Long-Period Antiferromagnets: Holmium Thin Films. *Phys. Rev. Lett.* **93**, 157204 (2004).
- [47] W. Dürr, M. Taborelli, O. Paul, R. Germar, W. Gudat, D. Pescia, and M. Landolt: Magnetic Phase Transition in Two-Dimensional Ultrathin Fe Films on Au(100). *Phys. Rev. Lett.* **62**, 206 (1989).

- [48] F. Huang, M. T. Kief, G. J. Mankey, and R. F. Willis: Magnetism in the few-monolayers limit: A surface magneto-optic Kerr-effect study of the magnetic behavior of ultrathin films of Co, Ni, and Co-Ni alloys on Cu(100) and Cu(111). *Phys. Rev. B* **49**, 3962 (1994).
- [49] C. A. Ballentine, R. L. Fink, J. Araya-Pochet, and J. L. Erskine: Magnetic phase transition in a two-dimensional system: p(11)-Ni on Cu(111). *Phys. Rev. B* **41**, 2631 (1990).
- [50] A. Aspelmeier, F. Gerhardter, and K. Baberschke: Magnetism and structure of ultrathin Gd films. *J. Magn. Magn. Mater.* **132**, 22 (1994).
- [51] H. Nakanishi and M. E. Fisher: Critical point shifts in films. *The Journal of Chemical Physics* **78**, 3279 (1983).
- [52] M. E. Fisher and H. Nakanishi: Scaling theory for the criticality of fluids between plates. *The Journal of Chemical Physics* **75**, 5857 (1981).
- [53] B. Nickel, W. Donner, H. Dosch, C. Detlefs, and G. Grübel: Critical Adsorption and Dimensional Crossover in Epitaxial FeCo Films. *Phys. Rev. Lett.* **85**, 134 (2000).
- [54] H. Ott: Magnetic Structures and Phase Transitions in Thin and Ultrathin Films of Heavy Lanthanide Metals Investigated by Resonant Magnetic X-Ray Scattering. Dissertation, Fachbereich Physik, Freie Universität Berlin (2004).
- [55] D. Mills and A. Maradudin: Some Thermodynamic Properties of a Semi-infinite Heisenberg Ferromagnet. *J. Phys. Chem. Solids* **28**, 1855 (1967).
- [56] K. Binder and P. C. Hohenberg: Surface effects on magnetic phase transitions. *Phys. Rev. B* **9**, 2194 (1974).
- [57] K. Binder: Critical behaviour at surfaces. In *Phase Transitions and Critical Phenomena* (edited by C. Domb and M. S. Green), vol. 8. Academic Press. (1983).
- [58] N. D. Mermin and H. Wagner: Absence of Ferromagnetism or Antiferromagnetism in One- or Two-Dimensional Isotropic Heisenberg Models. *Phys. Rev. Lett.* **17**, 1133 (1966).
- [59] H. W. Diehl and E. Eisenriegler: Effects of surface exchange anisotropies on magnetic critical and multicritical behavior at surfaces. *Phys. Rev. B* **30**, 300 (1984).
- [60] H. Dosch: *Critical Phenomena at Surfaces and Interfaces*. Springer Verlag (1991).
- [61] M. Pleimling and W. Selke: Critical Phenomena at perfect and non-perfect surfaces. *The European Physical Journal B* **1**, 385 (1998).
- [62] M. Krech: Surface scaling behavior of isotropic Heisenberg systems: Critical exponents, structure factor, and profiles. *Phys. Rev. B* **62**, 6360 (2000).
- [63] S. Alvarado, M. Campagna, and H. Hopster: Surface Magnetism of Ni(100) near the Critical Region by Spin-Polarized Electron Scattering. *Phys. Rev. Lett.* **48**, 51 (1982).
- [64] J. Voigt, R. Fink, G. Krausch, B. Luckscheiter, R. Platzer, U. Wöhrmann, X. L. Ding, and G. Schatz: Magnetic hyperfine field at  $^{111}\text{In}$  probes in the topmost atomic layer of Ni(111) surfaces. *Phys. Rev. Lett.* **64**, 2202 (1990).

- [65] B. H. Dauth, S. F. Alvarado, and M. Campagna: Critical Behavior of the Surface Magnetization of an Isotropic Heisenberg Ferromagnet: EuS(111) on Si(111). *Phys. Rev. Lett.* **58**, 2118 (1987).
- [66] K. Namikawa: LEED Investigation on Temperature Dependence of Sublattice Magnetization of NiO(001) Surface Layers. *Journal of the Physical Society of Japan* **44**, 165 (1978).
- [67] R. J. Celotta, D. T. Pierce, G. C. Wang, S. D. Bader, and G. P. Felcher: Surface Magnetization of Ferromagnetic Ni(110): A Polarized Low-Energy Electron Diffraction Experiment. *Phys. Rev. Lett.* **43**, 728 (1979).
- [68] J. Voigt, X. L. Ding, R. Fink, G. Krausch, B. Luckscheiter, R. Platzer, U. Wöhrmann, and G. Schatz: Monolayer-resolved detection of magnetic hyperfine fields at Cu/Ni(111) interfaces. *Phys. Rev. Lett.* **66**, 3199 (1991).
- [69] R. Pfandzelter and M. Potthoff: Layer-dependent magnetization at the surface of a band ferromagnet. *Phys. Rev. B* **64**, 140405 (2001).
- [70] H. Ott, C. Schüßler-Langeheine, E. Schierle, G. Kaindl, and E. Weschke: Magnetic depth profiles from resonant soft x-ray scattering: Application to Dy thin films. *Appl. Phys. Lett.* **88**, 212507 (2006).
- [71] C. Kittel: *Einführung in die Festkörperphysik*. R. Oldenbourg Verlag München Wien (1999).
- [72] K. A. McEwen: Magnetic and transport properties of the rare earths. In *Handbook on the Physics and Chemistry of Rare Earths* (edited by J. K. A. Gschneider and L. Eyring), vol. 1. Elsevier Science Publishers (1978).
- [73] W. Nolting: *Quantentheorie des Magnetismus, Teil I*. B. G. Teubner-Verlag, Stuttgart (1986).
- [74] D. Gibbs, D. R. Harshman, E. D. Isaacs, D. B. McWhan, D. Mills, and C. Vettier: Polarization and Resonance Properties of Magnetic X-Ray Scattering in Holmium. *Phys. Rev. Lett.* **61**, 1241 (1988).
- [75] H. Keepa, G. Springholz, T. M. Giebultowicz, K. I. Goldman, C. F. Majkrzak, P. Kacman, J. Blinowski, S. Holl, H. Krenn, and G. Bauer: Magnetic interactions in EuTe epitaxial layers and EuTe/PbTe superlattices. *Phys. Rev. B* **68**, 024419 (2003).
- [76] P. G. Steeneken, L. H. Tjeng, I. Elfimov, G. A. Sawatzky, G. Ghiringhelli, N. B. Brookes, and D.-J. Huang: Exchange Splitting and Charge Carrier Spin Polarization in EuO. *Phys. Rev. Lett.* **88**, 047201 (2002).
- [77] I. N. Goncharenko and I. Mirebeau: Ferromagnetic Interactions in EuS and EuSe Studied by Neutron Diffraction at Pressures up to 20.5 GPa. *Phys. Rev. Lett.* **80**, 1082 (1998).
- [78] X. Hao, J. S. Moodera, and R. Meservey: Thin-film superconductor in an exchange field. *Phys. Rev. Lett.* **67**, 1342 (1991).
- [79] P. Fumagalli, A. Schirmeisen, and R. J. Gambino: Exchange-induced enhancement of  $T_C$  in  $C_{01-x}(EuS)_x$  macroscopic ferrimagnets. *Phys. Rev. B* **57**, 14294 (1998).

- [80] W. Heiss, G. Prechtel, and G. Springholz: Magnetic-field-tunable photoluminescence transitions in antiferromagnetic EuTe epilayers layers with an effective  $g$  factor of 1140. *Appl. Phys. Lett.* **78**, 3484 (2001).
- [81] T. U. Schulli, R. T. Lechner, J. Stangl, G. Springholz, G. Bauer, S. Dhesi, and P. Bencok: Soft x-ray magnetic scattering from ordered EuSe nanoislands. *Applied Physics Letters* **84**, 2661 (2004).
- [82] P. Wachter: Europium Chalcogenides. In *Handbook on the Physics and Chemistry of Rare Earths* (edited by K. A. Gschneidner, Jr. and L. Eyring), vol. 2. North-Holland Publishing Company (1979).
- [83] S. M. Jaya and W. Nolting: Quasiparticle bandstructure of antiferromagnetic EuTe. *J. Phys.: Condens. Matter* **9**, 10439 (1997).
- [84] G. Güntherodt and U. Rüdiger: Magnetische Festkörper: ein Überblick. In *Magnetische Schichtsysteme, Vorlesungsskripte des 30. IFF. Ferienkurses*. Forschungszentrum Jülich (1999).
- [85] R. M. Nowotny and K. Binder: Classical Heisenberg antiferromagnets with nearest and next-nearest neighbor interactions on the face-centered cubic lattice: a model for EuTe? *Zeitschrift für Physik B* **77**, 287 (1989).
- [86] N. F. Oliveira, S. Foner, Y. Shapira, and T. B. Reed: EuTe. I. Magnetic Behavior of Insulating and Conducting Single Crystals. *Phys. Rev. B* **5**, 2634 (1972).
- [87] W. Zinn: Microscopic studies of magnetic properties and interactions recent results on europium-monochalcogenides. *J. Magn. Magn. Mat.* **3**, 23 (1976).
- [88] J. W. Battles and G. E. Everett: Antiferromagnetic-Resonance Measurements in Europium Telluride. *Phys. Rev. B* **1**, 3021 (1970).
- [89] J. J. Chen, G. Dresselhaus, M. S. Dresselhaus, G. Springholz, C. Pichler, and G. Bauer: Magnetization studies of type-II antiferromagnetic EuTe/PbTe superlattices. *Phys. Rev. B* **54**, 402 (1996).
- [90] T. Giebultowicz, V. Nunez, G. Springholz, G. Bauer, J. Chen, M. Dresselhaus, and J. Furdyna: Interlayer coupling in (111) EuTe/PbTe AFM multilayers. *J. Magn. Magn. Mat.* **140-144**, 635 (1995).
- [91] W. C. Röntgen: *Über eine neue Art von Strahlen*. Verlag der Stahel'schen Buchhandlung (1896).
- [92] <http://www.dhm.de/sammlungen/bibliothek/roentgen.html> (July 2006).
- [93] <http://www.physik.uni-frankfurt.de/paf/paf24.html> (July 2006).
- [94] B. Warren: *X-Ray Diffraction*. Addison-Wesley (1969).
- [95] J. Als-Nielsen and D. McMorrow: *Elements of Modern X-Ray Physics*. John Wiley and Sons, Ltd (2000).
- [96] J. Cowley: *Diffraction Physics*. Elsevier (1995).

- [97] E. Hecht: *Optik*. Addison-Wesley (1989).
- [98] L. G. Parratt: Surface Studies of Solids by Total Reflection of X-Rays. *Phys. Rev.* **95**, 359 (1954).
- [99] [http://www-cxro.lbl.gov/optical\\_constants](http://www-cxro.lbl.gov/optical_constants) (June 2006).
- [100] I. K. Robinson: Crystal truncation rods and surface roughness. *Phys. Rev. B* **33**, 3830 (1986).
- [101] C. Ern, W. Donner, H. Dosch, B. Adams, and D. Nowikow: Temperature-Dependent Interfacial Stiffness of the Disorder Layer in a Thin  $Cu_3Au$  Alloy Film. *Phys. Rev. Lett.* **85**, 1926 (2000).
- [102] C. G. Darwin: The Theory of X-Ray Reflexion. *Philosophical Magazine and Journal of Science* **27**, 315 (1914).
- [103] C. G. Darwin: The Theory of X-Ray Reflexion. PartII. *Philosophical Magazine and Journal of Science* **27**, 675 (1914).
- [104] W. H. Zachariasen: A general theory of X-ray diffraction in crystals. *Acta Crystallographica* **23**, 558564 (1967).
- [105] B. W. Batterman and H. Cole: Dynamical Diffraction of X Rays by Perfect Crystals. *Rev. Mod. Phys.* **36**, 681 (1964).
- [106] A. Authier and C. Malgrange: Diffraction Physics. *Acta Crystallographica Section A* **54**, 806 (1998).
- [107] P. B. Hirsch and G. N. Ramachandran: Intensity of X-ray reflexion from perfect and mosaic absorbing crystals. *Acta Crystallographica* **3**, 187 (1950).
- [108] M. Gell-Mann and M. L. Goldberger: Scattering of Low-Energy Photons by Particles of Spin  $\frac{1}{2}$ . *Phys. Rev.* **96**, 1433 (1954).
- [109] P. M. Platzman and N. Tzoar: Magnetic Scattering of X Rays from Electrons in Molecules and Solids. *Phys. Rev. B* **2**, 3556 (1970).
- [110] S. W. Lovesey and S. P. Collins: *X-Ray Scattering and Absorption by Magnetic Materials*. Clarendon Press, Oxford (1996).
- [111] M. Blume and D. Gibbs: Polarization dependence of magnetic x-ray scattering. *Phys. Rev. B* **37**, 1779 (1988).
- [112] F. de Bergevin and M. Brunel: Observation of magnetic superlattice peaks by X-ray diffraction on an antiferromagnetic NiO crystal. *Physics Letters* **39A**, 141 (1972).
- [113] M. Blume: Magnetic scattering of x rays (invited). *Journal of Applied Physics* **57**, 3615 (1985).
- [114] J. P. Hannon, G. T. Trammel, M. Blume, and D. Gibbs: X-Ray Resonance Exchange Scattering. *Phys. Rev. Lett.* **61**, 1245 (1988).
- [115] J. F. Peters, J. Miguel, M. A. de Vries, O. M. Toulemonde, J. B. Goedkoop, S. S. Dhesi, and N. B. Brookes: Soft x-ray resonant magneto-optical constants at the Gd  $M_{4,5}$  and Fe  $L_{2,3}$  edges. *Phys. Rev. B* **70**, 224417 (2004).

- [116] P. B. Möhrke: Aufbau eines Tieftemperatur-Goniometers und Photoemissionsexperimente an dünnen Mg und MgO-Filmen. Diplomarbeit, Fachbereich Physik, Freie Universität Berlin (2006).
- [117] W. Jark and J. Stöhr: A high-vacuum triple-axis-diffractometer for soft X-ray scattering experiments. *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A* **266**, 654 (1988).
- [118] F. Schäfers, H.-C. Mertins, A. Gaupp, W. Gudat, M. Mertin, I. Packe, F. Schmolla, S. D. Fonzo, G. Soullie, W. Jark, R. Walker, X. L. Cann, R. Nyholm, and M. Eriksson: Soft-X-Ray Polarimeter with Multilayer Optics: Complete Analysis of the Polarization State of Light. *Appl. Opt.* **38**, 4074 (1999).
- [119] M. D. Roper, G. van der Laan, H. A. Dürr, E. Dudzik, S. P. Collins, M. C. Miller, and S. P. Thompson: An apparatus for measuring soft X-ray magnetic scattering. *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A* **467**, 1101 (2001).
- [120] M. Sacchi, C. Spezzani, P. Torelli, A. Avila, R. Delaunay, and C. F. Hague: Ultrahigh-vacuum soft x-ray reflectometer. *Review of Scientific Instruments* **74**, 2791 (2003).
- [121] J. Grabis, A. Nefedov, and H. Zabel: Diffractometer for soft x-ray resonant magnetic scattering. *Review of Scientific Instruments* **74**, 4048 (2003).
- [122] H.-C. Mertins, S. Valencia, D. Abramsohn, A. Gaupp, W. Gudat, and P. M. Oppeneer: X-ray Kerr rotation and ellipticity spectra at the 2p edges of Fe, Co, and Ni. *Phys. Rev. B* **69**, 064407 (2004).
- [123] E. Weschke: Patentschrift, Deutsches Patentamt Aktenzeichen 103 16 730.7 (2003).
- [124] B. Stahlmecke: Strukturelle und magnetische Eigenschaften nanostrukturierter Systeme. Diplomarbeit, Institut für Physik, Universität Duisburg (2002).
- [125] C. Schüßler-Langeheine: Magnetic Properties of Thin Films of Heavy Lanthanide Metals Studied by Magnetic X-Ray Diffraction and High-Resolution Photoemission. Dissertation, Fachbereich Physik, Freie Universität Berlin (1999).
- [126] J. Kolaczkiwicz and E. Bauer: The Adsorption of Europium, Gadolinium and Terbium on the W(110) Surface. *Surf. Sci.* **175**, 487 (1986).
- [127] E. Weschke: Structural, Electronic and Magnetic Properties of Monocrystalline Lanthanide Metal Films. Habilitationsschrift, Fachbereich Physik, Freie Universität Berlin (2000).
- [128] G. Springholz and G. Bauer: Strain relaxation by coherent three-dimensional islanding in molecular-beam epitaxy of EuTe on PbTe(111). *Phys. Rev. B* **48**, 10998 (1993).
- [129] E. Koppensteiner, G. Springholz, P. Hamberger, and G. Bauer: Molecular beam epitaxy of PbTe/EuTe superlattices and their structural investigation by x-ray diffraction using reciprocal space mapping. *J. Appl. Phys.* **74**, 6062 (1993).
- [130] N. Frank, G. Springholz, and G. Bauer: Imaging of Misfit Dislocation Formation in Strained Layer Heteroepitaxy by Ultrahigh Vacuum Scanning Tunneling Microscopy. *Phys. Rev. Lett.* **73**, 2236 (1994).



- [131] G. Springholz, G. Bauer, and V. Holy: Scanning-tunneling-microscopy observation of stress-driven surface diffusion due to localized strain fields of misfit dislocations in heteroepitaxy. *Phys. Rev. B* **54**, 4500 (1996).
- [132] E. Weschke, C. Schüßler-Langeheine, R. Meier, G. Kaindl, C. Sutter, D. Abernathy, and G. Grübel:  $q$  Dependence of the Growth-Oscillation Period of X-Ray Reflectivity in Heteroepitaxy: Ho/W(110). *Phys. Rev. Lett.* **79**, 3954 (1997).
- [133] G. Helgesen, J. P. Hill, T. R. Thurston, D. Gibbs, J. Kwo, and M. Hong: Temperature dependence of resonant x-ray magnetic scattering in holmium. *Phys. Rev. B* **50**, 2990 (1994).
- [134] D. R. Lee, S. K. Sinha, C. S. Nelson, J. C. Lang, C. T. Venkataraman, G. Srajer, and R. M. Osgood, III: X-ray resonant magnetic scattering from structurally and magnetically rough interfaces in multilayered systems. II. Diffuse scattering. *Phys. Rev. B* **68**, 224410 (2003).
- [135] <http://www.webelements.com> (July 2006).
- [136] H. Neumann, G. Kommichau, W. Schmitz, and B. Schumann: Thermal expansion of BaF<sub>2</sub> from 296 to 1173K. *Journal of Material Science Letters* **5**, 1131 (1986).
- [137] H. Ott, C. Schüßler-Langeheine, E. Schierle, A. Y. Grigoriev, V. Leiner, H. Zabel, G. Kaindl, and E. Weschke: Magnetic x-ray scattering at the  $M_5$  absorption edge of Ho. *Phys. Rev. B* **74**, 094412 (2006).
- [138] M. Sacchi, C. F. Hague, L. Pasquali, A. Mirone, J.-M. Mariot, P. Isberg, E. M. Gullikson, and J. H. Underwood: Optical Constants of Ferromagnetic Iron via  $2p$  Resonant Magnetic Scattering. *Phys. Rev. Lett.* **81**, 1521 (1998).
- [139] J. Grabis: Soft X-Ray Resonant Scattering from Magnetic Heterostructures. Dissertation, Fakultät für Physik und Astronomie, Ruhr-Universität Bochum (2005).
- [140] A. J. Liu and M. E. Fisher: On the corrections to scaling in three-dimensional Ising models. *Journal of Statistical Physics* **58**, 431 (1990).
- [141] M. E. Fisher and A. Aharony: Dipolar Interactions at Ferromagnetic Critical Points. *Phys. Rev. Lett.* **30**, 559 (1973).
- [142] A. Aharony: Critical Behavior of Magnets with Dipolar Interactions. IV. Anisotropy. *Phys. Rev. B* **8**, 3358 (1973).
- [143] F. L. Lederman, M. B. Salamon, and L. W. Shacklette: Experimental verification of scaling and test of the universality hypothesis from specific-heat data. *Phys. Rev. B* **9**, 2981 (1974).
- [144] T. R. Thurston, G. Helgesen, D. Gibbs, J. P. Hill, B. D. Gaulin, and G. Shirane: Observation of two length scales in the magnetic critical fluctuations of holmium. *Phys. Rev. Lett.* **70**, 3151 (1993).
- [145] T. R. Thurston, G. Helgesen, J. P. Hill, D. Gibbs, B. D. Gaulin, and P. J. Simpson: X-ray- and neutron-scattering measurements of two length scales in the magnetic critical fluctuations of holmium. *Phys. Rev. B* **49**, 15730 (1994).

- [146] M. Altarelli, M. D. Núñez Regueiro, and M. Papoular: Coexistence of Two Length Scales in X-Ray and Neutron Critical Scattering: A Theoretical Interpretation. *Phys. Rev. Lett.* **74**, 3840 (1995).
- [147] J. Kosterlitz and D. Thouless: Ordering, metastability and phase transition in the two-dimensional xy model. *J. Phys. C* **6**, 1181 (1973).
- [148] M. Blume, A. J. Freeman, and R. E. Watson: Neutron Magnetic Form Factors and X-Ray Atomic Scattering Factors for Rare-Earth Ions. *The Journal of Chemical Physics* **37**, 1245 (1962).
- [149] S. Kirkpatrick, C. D. Gelatt, Jr., and M. P. Vecchi: Optimization by Simulated Annealing. *Science* **220**, 671 (1983).
- [150] N. Metropolis, A. W. Rosenbluth, M. N. Rosenbluth, A. H. Teller, and E. Teller: Equation of State Calculations by Fast Computing Machines. *The Journal of Chemical Physics* **21**, 1087 (1953).
- [151] G. S. Grest, C. M. Soukoulis, and K. Levin: Cooling-Rate Dependence for the Spin-Glass Ground-State Energy: Implications for Optimization by Simulated Annealing. *Phys. Rev. Lett.* **56**, 1148 (1986).
- [152] R. Bruinsma: Diffraction from Complex Crystals and Pattern Recognition. *Phys. Rev. Lett.* **61**, 1966 (1988).
- [153] M. F. Zimmer and W.-P. Su: Statistical characterization of simulated annealing applied to the x-ray phase problem. *Phys. Rev. E* **58**, 5131 (1998).
- [154] J.-P. Longpre and L. Marleau: Simulated annealing for generalized Skyrme models. *Phys. Rev. D* **71**, 095006 (2005).

# Publications

- C. Schüßler-Langeheine, J. Schlappa, Z. Hu, O. Friedt, E. Schierle, H. Ott, E. Weschke, G. Kaindl, M. Benomar, M. Braden, and L. H. Tjeng:  
Watching electronic charge order in a crystal lattice.  
BESSY - Highlights , p. 16 (2003).
- E. Weschke, H. Ott, E. Schierle, C. Schüßler-Langeheine, D. V. Vyalikh, G. Kaindl, V. Leiner, M. Ay, T. Schmitte, H. Zabel, and P.J. Jensen  
Finite-Size Effect on Magnetic Ordering Temperatures in Long-Period Antiferromagnets: Holmium Thin Films.  
Phys. Rev. Lett. **93**, 157204 (2004).
- C. Schüßler-Langeheine, J. Schlappa, A. Tanaka, Z. Hu, C. F. Chang, E. Schierle, M. Benomar, H. Ott, E. Weschke, G. Kaindl, O. Friedt, G. A. Sawatzky, H.-J. Lin, C. T. Chen, M. Braden, and L. H. Tjeng: ,  
Spectroscopy of Stripe Order in  $\text{La}_{1.8}\text{Sr}_{0.2}\text{NiO}_4$  Using Resonant Soft X-Ray Diffraction.  
Phys. Rev. Lett. **95**, 156402 (2005).
- E. Weschke, H. Ott, E. Schierle, C. Schüßler-Langeheine, G. Kaindl, V. Leiner, H. Zabel:  
Resonant magnetic X-ray scattering at the lanthanide- $M_5$  edges.  
Physica B **357**, 16 (2005).
- H. Ott, C. Schüßler-Langeheine, E. Schierle, G. Kaindl, and E. Weschke:  
Magnetic depth profiles from resonant soft x-ray scattering: Application to Dy thin films.  
Appl. Phys. Lett. **88**, 212507 (2006).
- H. Ott, C. Schüßler-Langeheine, E. Schierle, A. Y. Grigoriev, V. Leiner, H. Zabel, G. Kaindl, and E. Weschke:  
Magnetic x-ray scattering at the  $M_5$  absorption edge of Ho.  
Phys. Rev. B **74**, 094412 (2006).
- E. Weschke, E. Schierle, A. Gottberg, W. Söllinger, W. Heiss, G. Springholz, G. Kaindl:  
Atomic layer-resolved order parameters near the surface of an antiferromagnet.  
in preparation.



# Danksagung

Mit der Fertigstellung dieser Arbeit endet meine Zeit an der Freien Universität Berlin. Diese Zeit, eine der lehrreichsten und spannendsten meines bisherigen Lebens, werde ich stets in guter Erinnerung behalten.

Mein erster Dank gilt daher Herrn Prof. Dr. Günter Kaindl, dessen Interesse am durchgeführten Projekt aber auch viel allgemeinere Impulse stets inspirierend auf mich gewirkt haben. Die freundliche Aufnahme in seine Arbeitsgruppe, von deren breitem Wissen ich profitieren durfte, ist eine wichtige Voraussetzung für die erfolgreiche Bewältigung meiner Aufgabe gewesen.

Ganz besonderen Dank schulde ich den Kollegen der Untergruppe, allen voran Herrn Dr. habil. Eugen Weschke. Dr. Weschkes unerschütterlicher Optimismus und die umfangreiche fachliche Begleitung stellten die wertvollsten Stützen meiner zum Abschluß gebrachten Arbeit dar.

Für viele wertvolle Anmerkungen und Hilfestellungen danke ich dem ganzen Team um Herrn Dr. Weschke. Besonders zu erwähnen sind an dieser Stelle Alexander Gottberg und Philipp Möhrke, aber auch alle anderen ehemaligen und aktuellen Mitglieder, Dr. Krishnakumar S. R. Menon, Olaf Malyska, Victor Soltwisch, Stefan Putzke und Alexander Helmke, haben mit Ihrer freundlichen und hilfsbereiten Art zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Für viele erhellende Diskussionen über die Grenzen meines speziellen Themas hinaus danke ich insbesondere den Leitern der anderen Projekte der Arbeitsgruppe von Herrn Prof. Dr. Kaindl, Dr. A. Bauer, Dr. R. Püttner und, in stillem Gedenken, Dr. K. Starke.

Nicht weniger Dank gilt allen anderen Mitgliedern der Arbeitsgruppe für viele fachliche Hinweise und so manches erheiternde Gespräch beim Kaffee-kochen oder -kühlen. Danke an Kristian Döbrich, Dr. Daniel Wegner, Dr. Gereon Meyer, Marko Wietstruk, Irene Mauch sowie Birgit Dabisch und Dieter Sobanski. Insbesondere Kristian und Daniel ein spezieller Dank für viele erfrischende Stunden außerhalb der eigentlichen Arbeit.

Der Aufbau einer neuen Apparatur erfordert praktisches Wissen aus Wissenschaft und Technik. Die erfolgreiche Bewältigung dieser Aufgabe beinhaltete daher die Zusammenarbeit mit sehr vielen verschiedenen Menschen, für deren Mithilfe, Beratung und Unterstützung ich mich herzlich bedanken möchte.

Besonders zu erwähnen sind an dieser Stelle unsere Kooperationspartner aus der Arbeitsgruppe von Herrn Prof. Dr. L. H. Tjeng, Dr. Christian Schüßler-Langeheine und Dr. Holger Ott. Vielen Dank für umfassende fachliche und technische Diskussionen, die vielen gemeinsamen Meßzeiten und Gummibärchen.

Besonders die große Menge an durchgeführten Kooperationen stellte eine wichtige Quelle von Wissen und Inspiration während meiner Arbeit dar. Ein großes Dankeschön an alle Partner der vergangenen Jahre! Insbesondere die schönsten Ergebnisse wären ohne die hervorragenden Proben aus der Arbeitsgruppe von Herrn Prof. Dr. G. Springholz von der Universität Linz niemals möglich gewesen. Vielen

Dank! Dank auch Herrn W. Söllinger aus Linz für die sorgfältig durchgeführten Rechnungen zu EuTe. Die meisten Experimente während der vergangenen Jahre wurden während Strahlzeiten bei Bessy II durchgeführt. Vielen Dank an dieser Stelle an Dr. D. Schmitz und Dr. O. Schwarzkopf für hervorragend funktionierende Strahlrohre.

Ich danke Herrn Prof. Dr. P. Fumagalli für das stete Interesse am Vorankommen dieser Arbeit und für die Übernahme des Zweitgutachtens.

Der Aufbau der Streuapparatur wurde vom Bundesministerium für Bildung, Forschung und Technologie (BMBF) finanziell unterstützt (Projekt Nr. 05 KS1 KEE/8).

Der Dank, den ich an dieser Stelle meinem persönlichen Umfeld schulde für unendliche Geduld, Nachsicht und Unterstützung insbesondere in den letzten Monaten kann nicht gebührend in Worte gefaßt werden. Daher ein zutiefst von Herzen kommendes "Danke!!!" für Claudia und meine Eltern.

Dank auch an alle Verwandten und Freunde, die mir stets Mut machten und mit Geduld nur allzuoft darüber hinweggesehen haben, wenn ich nicht soviel Zeit mit Ihnen verbrachte, wie sie eigentlich verdient hätten.

Ein letzter aber ebenso intensiver Dank geht an C. Joas für viele Hilfen entlang des gemeinsamen Weges seit dem Beginn des Physikstudiums.

Mögen alle, die ich in dieser letzten Stunde des Schreibens vielleicht vergessen habe zu erwähnen, sich in mein letztes Dankeschön eingeschlossen fühlen.

Danke!