



Mikrostrukturanalytik

Activities and Results 2002

Aktivitäten und Ergebnisse 2002

Beitrag zum Almanach 2002 der Technischen Fakultät

Prof. Dr. Wolfgang Jäger

Mikrostrukturanalytik

Microanalysis of Materials Faculty of Engineering
Kaiserstr. 2 24143 Kiel Germany EU

Sekretariat Katrin Brandenburg

phone +49 431 880-6177

e-mail wj@tf.uni-kiel.de

phone +49 431 880-6176

Fax +49 431 880-6178

www.tf.uni-kiel.de/matwis/matan

e-mail kb@tf.uni-kiel.de

Arbeitsgruppe Mikrostrukturanalytik

Prof. Dr. Wolfgang Jäger

Die Forschungsschwerpunkte der Arbeitsgruppe konzentrieren sich auf die Mikrostrukturforschung von Funktionsmaterialien, dünnen Schichten und Grenzflächen und auf die Entwicklung und Anwendung von quantitativen Verfahren der Transmissions-Elektronenmikroskopie (TEM) zur Materialforschung. Aktuelle Themenschwerpunkte sind die Mikrostruktur und die Eigenschaften von Materialien für die Mikroelektronik und Optoelektronik, Nanostrukturen, Grenzflächen und Oberflächen sowie das Wachstum von Dünnschichtsystemen bei der Heteroepitaxie. Methodische Schwerpunkte liegen bei der Anwendung der hochauflösenden Verfahren der Transmissions-Elektronenmikroskopie, der Verfahren der konvergenten Elektronenbeugung, der Röntgenmikroanalyse, der Präparation von Proben für die Transmissions-Elektronenmikroskopie, der Computersimulation zur quantitativen Analyse von Bildkontrasten, kombiniert mit Verfahren der digitalen Bildverarbeitung, und der Rasterelektronenmikroskopie in Verbindung mit Röntgenmikroanalyse. Als komplementäre Verfahren stehen die Geräte und Methoden des Centrums für Materialanalytik zur Verfügung. Bei den Arbeiten wird eine Synthese von Grundlagenuntersuchungen (mit Relevanz für mögliche technische Anwendungen) und methodischen Weiterentwicklungen angestrebt.

Die aktuellen Forschungsprojekte befassen sich mit den folgenden Themenbereichen:

- quantitative Verfahren der Transmissionselektronenmikroskopie: Polaritätsanalyse mittels Kontrastanalyse von Biegekontouren und konvergenter Elektronenbeugung
- Diffusion und Defekte in den III-V-Verbindungshalbleitern GaP, GaSb, InP und GaN
- Metall-Chalkogenid-Schichtstrukturen:
Wachstumsphänomene, Grenzflächen, Nanostrukturen bei Metalldeposition
- Heteroepitaxie von Halbleiter-Materialien: SiGe/Si - und InGaP/GaAs-Schichtsysteme
- Nanopartikel und Grenzflächen in Verbindungshalbleitermaterialien
- Metall-Nichtmetall-Multischichtsysteme für Röntgenspiegel-Anwendungen

Zum *Leistungsspektrum* der Arbeitsgruppe gehören die Betreuung von Studien-, Diplom- und Doktorarbeiten, Drittmittelprojekte, Beratung und Gutachten, Kooperationen mit Forschungsinstituten und mit der Industrie, Beiträge zum Technologietransfer für Industrie und Forschungseinrichtungen im Rahmen des Angebotes des Centrums für Materialanalytik (CMA) sowie Kursveranstaltungen, Übungen und Seminare für Studenten der Materialwissenschaft, der Mineralogie, der Chemie und der Physik im Hauptfachstudium sowie für die Studenten des internationalen Master-Studienganges 'Materials Science and Engineering' (in englischer Sprache).

Leitung des Centrums für Materialanalytik (CMA)

Seit der Gründung in 1999 wird die Leitung des CMA gemeinsam mit dem Leiter des Praktikums und dem Leitungsgremium wahrgenommen (siehe separate Beschreibung). Damit verbunden sind interne Koordinationsaufgaben, der Technologietransfer mit der Industrie und mit externen Forschungseinrichtungen, die Kostenstellenverwaltung für die Bereiche Mikroanalyse von Materialien und Materialprüfung sowie für die Praktika der TF, die Belange der Arbeitssicherheit für die dem CMA-Bereich zugehörigen Labore und die Öffentlichkeitsarbeit.

Ergebnisse in 2002

1. Quantitative Transmissionselektronenmikroskopie [1, 2, 4-6, D4]

Kooperation Universität Lille / teilweise Förderung durch DFG

Die Materialcharakterisierung mit den Verfahren der analytischen Transmissionselektronenmikroskopie ermöglicht die quantitative Analyse von Struktur und chemischer Zusammensetzung bis in den atomaren Bereich. In Verbindung mit unseren Untersuchungen von Nanostrukturen, zum epitaktischen Schichtwachstum und zur Charakterisierung von Defekten und Grenzflächen von Dünnschichtsystemen wurden verschiedene neue Verfahren entwickelt, experimentell getestet und mit Bildsimulationen auf der Basis der dynamischen Elektronenbeugung verglichen. Im experimentellen Bereich wurden diese Arbeiten auch von Weiterentwicklungen bei der Herstellung elektronentransparenter Probenpräparate begleitet. Zu diesen Verfahren gehören:

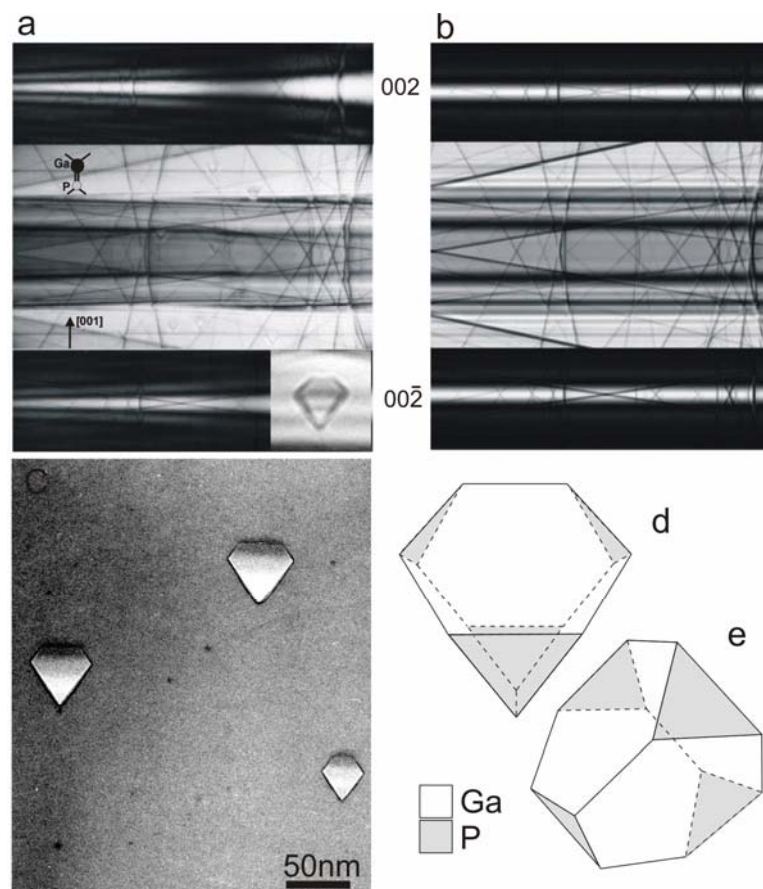


ABB. 1 Analyse der Grenzflächenpolarität diffusionsinduzierter Hohlräume in Galliumphosphid: experimentelle LACBED-Diagramme und ermittelte polare Atomanordnung, Simulationen der LACBED-Bildkontraste, TEM-Hellfeldabbildung der Hohlräume, Grenzflächenbelegung (perspektivische Projektionen)

- eine Methode zur Bestimmung der Polarität von III-V-Verbindungshalbleitern auf der Grundlage der Biegekontur-Kontrastanalyse [4,5].
- ein Verfahren zur Ermittlung der Burgers-Vektoren von Fehlpassungsversetzungen in großflächigen Anordnungen und damit eine quantitative Analyse ihres Beitrages zur Schichtspannungsrelaxation in der Heteroepitaxie [6].

- eine Methode zur Analyse der Natur von Versetzungsringen, d. h. ihres Leerstellen- oder Zwischengitter-Typs, mittels LACBED [2, D4]. Die Methode kombiniert die in LACBED-Abbildungen auftretenden charakteristischen Aufspaltungen von Bragg-Linien zur Ermittlung des vollständigen Burgersvektors der Versetzungsringe mit Großwinkelkippeexperimenten zur Bestimmung der Ringnormalen.
- eine Methode zur Bestimmung der Polarität von III-V-Verbindungshalbleitern mittels konvergenter Elektronenbeugung unter großen Winkeln (englisch: large-angle convergent beam electron diffraction, LACBED) [1, D4]. Die Ermittlung der Kristallpolarität aus experimentellen Abbildungen kann sowohl über die Anwendung einfacher Regeln nach vorheriger Identifizierung der Millerschen Indizes der Bragg-Linien über kinematische Simulationen der Abbildungen als auch über einen direkten Vergleich mit Simulationen auf der Grundlage dynamischer Elektronenbeugung erfolgen. ABB. 1 zeigt wesentliche Schritte des Verfahrens am Beispiel der Analyse der Grenzflächenpolarität diffusionsinduzierter Hohlräume in Galliumphosphid.

2. Diffusion und Defekte in III-V-Halbleitern [1-3, 9, 12, 13, D4]

Förderung durch DFG / Kooperationen Universität Münster und Chalmers Universität Göteborg

Ziel dieses Vorhabens war es, für die Dotierstoffe Zink und Schwefel Untersuchungen zur Diffusion und zur Bildung von diffusionsinduzierten Defekten in den technologisch bedeutsamen Verbindungshalbleitern GaP, GaSb und GaN durchzuführen, um zu einem Verständnis der bei der Diffusion beteiligten Defekte und Transportmechanismen zu gelangen und eine Grundlage für die quantitative Beschreibung der Dotierprofile zu erarbeiten. Die Eindiffusion von Zink aus der Gasphase wird zur Herstellung von räumlich scharf begrenzten Dotierbereichen in III-V-Verbindungshalbleitern verwendet. Zink diffundiert in diesen Materialien über einen interstitiell-substitutionellen Mechanismus und wird als flacher Akzeptor in das Gruppe III-Untergitter eingebaut. Die quantitative Modellierung der Diffusion von Dotierstoffen in III-V-Halbleitern ist von Bedeutung bei der Entwicklung und Herstellung von Bauelementen (beispielsweise von lichtemittierenden Dioden) für die Mikro- und Optoelektronik.

Zu den wichtigsten Ergebnissen dieser Arbeiten gehören:

- Die Dotierstoffdiffusion mit Zn führt zu einstufigen oder zweistufigen Konzentrationsprofilen, deren genauer Verlauf von den Diffusionsbedingungen (Partialdruck der Gruppe V-Komponente, Diffusionstemperatur, Diffusionszeit) abhängig ist. Bei Diffusion mit starken Diffusionsquellen werden Kristalldefekte in den Diffusionsbereichen erzeugt (ABB. 2).
- Die Eindiffusion von Zn in GaP führt zur Bildung von Versetzungsringen vom Zwischengitteratomtyp, von Ga-Ausscheidungen mit Hohlraum und von Versetzungen. Erstmals konnte für GaP gezeigt werden, dass die Ursache für die Defektbildung die Erzeugung von Ga-Zwischengitteratomen beim Einbau des Zn in das Ga-Untergitter über eine sogenannte "Kick-Out"-Reaktion ist. Bei hohen Einbauraten führt die lokale Übersättigung an Ga-Zwischengitteratomen zur Bildung von vollständigen Versetzungsringen vom Zwischengitteratomtyp und zur Bildung von Ga-Ausscheidungen in Hohlräumen.

- Die elektronenmikroskopischen Untersuchungen zur zeitlichen Entwicklung der Defektstrukturen in GaP zeigen, dass - abhängig von den Diffusionsbedingungen - die Ausdiffusion von Ga-Zwischengitteratomen zur Oberfläche und die Eindiffusion von Leerstellen von der Oberfläche stattfinden. Diese Prozesse führen zu einer Modifikation der Defektstruktur und beeinflussen die für die Profilformen verantwortlichen Transportprozesse für die Dotieratome. Insbesondere der Partialdruck der Gruppe V-Komponente spielt hier eine entscheidende Rolle.
- Die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchungen zur Defektbildung wurden bei der numerischen Analyse von Zn-Konzentrationsprofilen benutzt. Diese Untersuchungen führten zu einer Verbesserung der quantitativen Anpassung der Dotierstoffprofile und erlaubten Rückschlüsse auf die Transportmechanismen auch für die technologisch interessanteren Diffusionsbedingungen, unter denen keine Defektbildung stattfindet.
- Vergleichende Untersuchungen zur Zn-Diffusion in GaSb führen zu ähnlichen Ergebnissen in der Abhängigkeit der Defektbildung und der Form der Konzentrationsprofile von den Diffusionsbedingungen. Diese Ergebnisse und der Vergleich mit den früheren Arbeiten zur Dotierstoffdiffusion in GaAs zeigen damit erstmalig, dass die charakteristischen Merkmale der Defektbildung bei Dotierstoffdiffusion unter hohen Konzentrationen ein generelles Phänomen für die III-V-Verbindungshalbleiter darstellen.

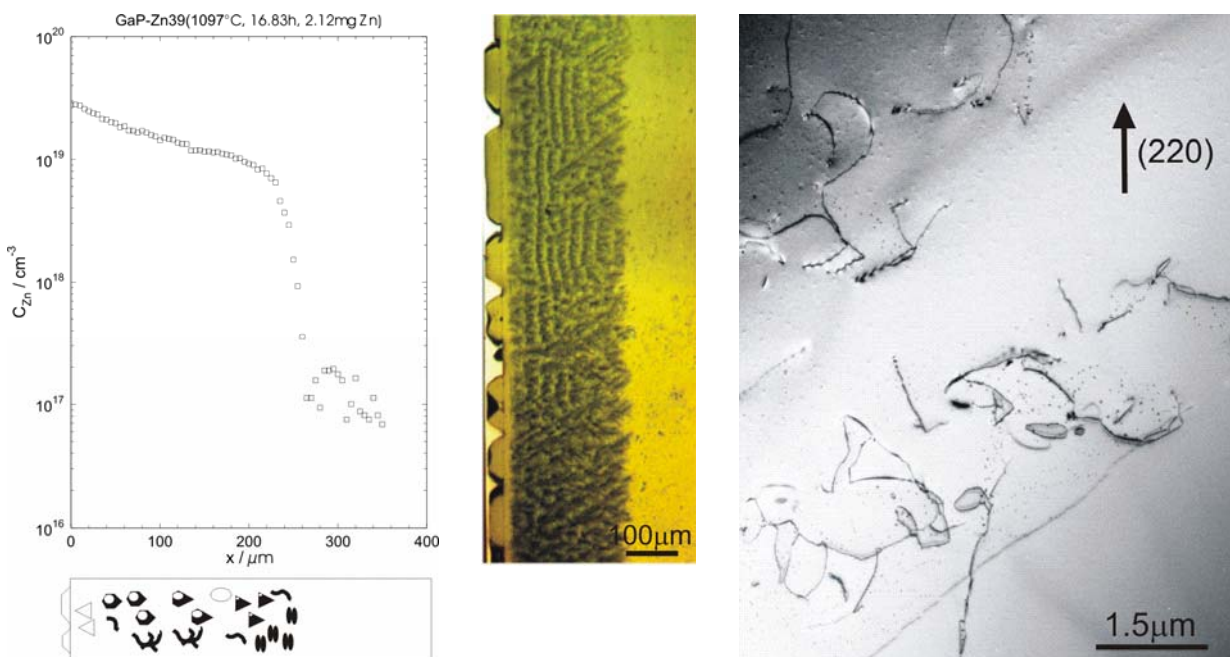


ABB. 2 Stufenförmigen Zink-Konzentrationsprofilen in GaP, die Defektverteilung nach Zn-Diffusion und eine elektronenmikroskopische Abbildung von diffusionsinduzierten Versetzungen und Nanopartikeln.

3. Wachstums- und Grenzflächenphänomene von Chalkogenid-Schichtstrukturen [10, M2]

Förderung durch DFG / Kooperation DFG Forschergruppe CAU Kiel

In diesem Projekt werden die hochauflösenden Verfahren der Transmissions-Elektronenmikroskopie zur Untersuchung von Wachstums- und Grenzflächenphänomenen von Chalkogenid-Schichtstrukturen mit Fehlpassung angewendet. Aktuelle Arbeiten konzentrieren sich

auf das epitaktische Wachstum dünner Filme und auf die Struktur von Grenzflächen sowie auf Untersuchungen zur Mikrostruktur von Volumenkristallen und von Strukturdefekten und deren Entstehung (ABB. 3). Solche Strukturuntersuchungen sind für die Deutung der Messungen der elektronischen Eigenschaften, beispielsweise des Ladungstransfers zwischen den unterschiedlichen Schichten, solcher Materialien bedeutsam. Außerdem können wichtige Rückschlüsse über die Atomanordnungen der Grenzflächen, über die Orientierungsbeziehung der Kristallgitter zwischen Substratkristall und Schicht und über das Kristallwachstum gewonnen werden.

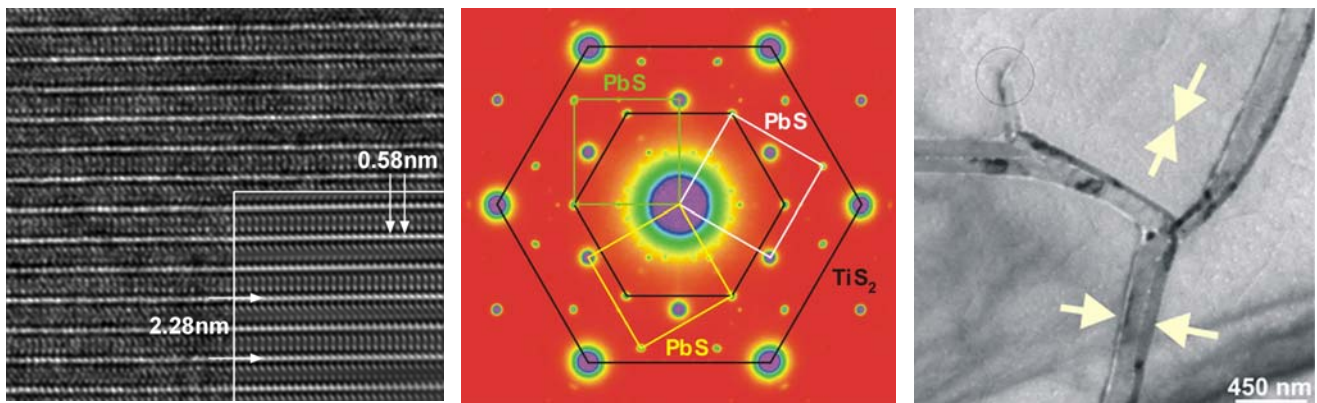


ABB. 3 Hochauflösende TEM-Gitterabbildung des Schichtaufbaues eines $(\text{PbS})_{1.14}\text{NbS}_2$ -Volumenkristalles hoher Perfektion (links), Elektronenbeugungs-Diagramm einer ultradünnen PbS-Schicht auf einem TiS_2 -Substrat (Mitte), und Nanostrukturen unterschiedlicher Querdimension, die sich auf Vanadiumdiselenid nach Deposition von Kupfer selbstorganisiert ausgebildet haben (rechts).

4. Nanostrukturen und Grenzflächen von Metall-Chalkogenid-Schichtsystemen [10, 11]

Förderung und Kooperation DFG Forschergruppe CAU Kiel / Kooperation Forschungszentrum Jülich

Schwerpunkte dieses Projektes sind Untersuchungen zur Metalldeposition auf Chalkogenid-Schichtkristall-Substrate, die Selbstorganisation von Nanostrukturen und die Interkalation von Alkalimetallen und organischen Molekülen. Erste Untersuchungen konzentrieren sich zunächst auf die Effekte der Deposition von Kupfer auf VSe_2 -Schichtkristallsubstrate (ABB. 3).

5. Epitaktisches Wachstum von Halbleiter-Nanostrukturen [6-8, M1]

Kooperation Forschungszentrum Jülich

Die aktuellen Arbeiten konzentrieren sich auf das epitaktische Schichtwachstum und die Grenzflächenstruktur von GeSi-Schichten auf $\text{Si}(001)$ und auf $\text{Si}(011)$ -Substraten. Schwerpunkte sind das selbstorganisierte Wachstum von Inseln bei der auch für industrielle Anwendungen interessanten Niederdruck-Gasphasendeposition (LPCVD), die Ordnung von Inseln in Vielfachschichten und die Korrelation mit optischen Eigenschaften (Photolumineszenz-Spektroskopie). Wegen ihrer besonderen elektronischen Eigenschaften sind Inselstrukturen mit Dimensionen im Nanometerbereich als Quantendots für potentielle Anwendungen in einer zukünftigen Nanoelektronik von Interesse. Außerdem werden Untersuchungen zur Spannungsrelaxation von SiGe/Si-Schichtstrukturen mit niedriger Fehlpassung durchgeführt. Die Analyse der Biegekonturkontraste von Fehlpassungsversetzungen in großflächig elektronentransparenten TEM-Präparaten ermöglichte erstmals die quantitative Bestimmung der

Beiträge solcher Defekte zur Schichtspannungsrelaxation. Solche verspannten Silizium-Schichtsysteme werden zunehmend interessanter für die Herstellung schneller Transistoren und von Wellenleitern für die Optoelektronik. Außerdem werden Analysen der Spannungsrelaxation unter Ausnutzung der wachstumsinduzierten Legierungsordnung für das System (GaIn)P/GaAs [7] und Untersuchungen zur MBE-Deposition von GaN auf GaAs [8] durchgeführt.

6. Morphologie und Grenzflächen von Nanopartikeln in III-V-Verbindungshalbleitern [1, D1]

Grundlegende Untersuchungen, die auf ein Verständnis der Bildungsmechanismen und der die Grenzflächen von Nanostrukturen bestimmenden materialphysikalischen Parameter zielen, sind für die Anwendungsbereiche Optoelektronik, photonische Kristalle und Mikrostrukturierung von Interesse. In den gegenwärtigen Arbeiten an GaP werden die Morphologie und die Grenzflächen von metallischen Gallium-Nanopartikeln und von Hohlräumen untersucht und mit Grenzflächen von Makroporen verglichen.

Personal

Leiter: Prof. Dr. Wolfgang Jäger

Sekretariat: Katrin Brandenburg (50 %)

Technisches Personal: C. Dieker 1.1. - 30.6.02
Dr. C. Jäger 1.12.- 31.12.02

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Name(n)	Zeitraum der Anstellung	Finanzierungsquelle	Titel des Projekts
Dr. E. Spiecker	1.1. - 31.12.02	CAU	Transmissions-Elektronenmikroskopie von Funktionsmaterialien
Dr. C. Jäger	1.1. - 30.11.02	DFG	Transmissions-Elektronenmikroskopie von Defekten in Halbleitermaterialien
Dipl.-Ing. S. Hollensteiner	1.1 - 31.12.02	DFG	Transmissions-Elektronenmikroskopie von Metall-Chalkogenid-Schichtsystemen / Nanostrukturen
M. Sc. H. Lu (75 %)	1.11. - 31.12.02	DFG	Transmissions-Elektronenmikroskopie von Dünnschichtstrukturen

Gäste:

Frau Professor Dr. A. Czyrska-Filemonowicz, Faculty of Metallurgy and Materials Science, University Krakow, Polen ('Prof. Dr. Werner Petersen - Gastprofessur'), Dezember 2002

M.Sc. H. Lu, Zhejiang University, State Key Laboratory for Silicon Technology, Hangzhou, China, 1.4.02 - 30.9.02 (CAU-Austauschprogramm mit Zhejiang University, Hangzhou, China)

Gäste zu Seminaren und Kolloquien

Dr. M. Albrecht Universität Erlangen-Nürnberg
Prof. Dr. W. Bensch Anorganische Chemie Universität Kiel
Dr. U. Dahmen National Center for Electron Microscopy (LBNL), Berkeley/USA
Dr. U. Kaiser Universität Jena
PD Dr. H. S. Leipner Universität Halle-Wittenberg
Dr. M. Luysberg Forschungszentrum Jülich
Prof. Dr. W. Neumann Humboldt-Universität Berlin
Dr. B. Prodan J. Stefan Institute Ljubljana/Slovenia
Dr. W. Sigle Max-Planck-Institut für Metallforschung Stuttgart
Prof. Dr. H. P. Strunk Universität Erlangen-Nürnberg
Dr. P. Werner Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik Halle
Prof. Dr. K. Wetzig Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden

Vorlesungen, Seminare und Praktika*Winter 2001/2002*

Electron Microscopy I - Mikroskopie mit Elektronen, 2(+1) Std. Vorlesung (+Übungen)/Woche,
W. Jäger + E. Spiecker

Materials Analysis I, 2(+1) Std. Vorlesung (+Übungen)/Woche,
W. Jäger

Werkstoffe und Werkstofftechnologien I, 1 Std. Vorlesung/Woche,
W. Jäger (+F. Faupel, H. Föll, K. Noack, W. Weppner)

Seminar für Festkörperphysik und Materialwissenschaften, 1 Std. Seminar/Woche,
W. Jäger (+R. Berndt, F. Faupel, W. Press, M. Skibowski)

Forschergruppenkolloquium, 1 Std. Seminar,
W. Jäger (+W. Bensch, W. Depmeier, W. Press, W. Schattke, M. Skibowski)

Scientific Methods, 4 Std. Praktikum/Woche,
W. Jäger (+F. Faupel, H. Föll, W. Weppner)

Functional Materials, 4 Std. Praktikum/Woche,
W. Jäger (+F. Faupel, H. Föll, W. Weppner)

Sommer 2002

Electron Microscopy II – Mikroskopie mit Elektronen, 2(+1) Std. Vorlesung (+Übungen)/Woche,
W. Jäger +E. Spiecker

Materials Analysis II, 2(+1) Std. Vorlesung (+Übungen)/Woche,
W. Jäger

Seminar für Festkörperphysik und Materialwissenschaften, 1 Std. Seminar/Woche,
W. Jäger (+R. Berndt, F. Faupel, W. Press, M. Skibowski)

Application of Modern Analytical Methods, 2 Std. Seminar/Woche,
W. Jäger +E. Spiecker

Forschergruppenkolloquium, 1 Std. Seminar,
W. Jäger (+R. Berndt, W. Depmeier, F. Faupel, O. Magnussen, W. Schattke, M. Skibowski)

Scientific Methods, 4 Std. Praktikum/Woche,
W. Jäger (+F. Faupel, H. Föll, W. Weppner)

Functional Materials, 4 Std. Praktikum/Woche,
W. Jäger (+F. Faupel, H. Föll, W. Weppner)

Winter 2002/2003

Electron Microscopy I – Mikroskopie mit Elektronen, 2(+1) Std. Vorlesung (+Übungen)/Woche,
W. Jäger +E. Spiecker

Materials Analysis I, 2(+1) Std. Vorlesung (+Übungen)/Woche,
W. Jäger

Werkstoffe und Werkstofftechnologien I, 1 Std. Vorlesung/Woche,
W. Jäger (+W.F. Chu, F. Faupel, H. Föll, K. Noack, K. Rätzke, E. Spiecker, W. Weppner)

Seminar für Festkörperphysik und Materialwissenschaften, 1 Std. Seminar/Woche,
W. Jäger (+R. Berndt, F. Faupel, W. Press, M. Skibowski)

Analytical Methods in Materials Research, 2 Std. Seminar/Woche,
W. Jäger (+E. Spiecker)

Forschergruppenkolloquium, 1 Std. Seminar,
W. Jäger (+R. Berndt, W. Depmeier, F. Faupel, O. Magnussen, W. Schattke, M. Skibowski)

Scientific Methods, 4 Std. Praktikum/Woche,
W. Jäger (+F. Faupel, H. Föll, W. Weppner)

Functional Materials, 4 Std. Praktikum/Woche,
W. Jäger (+F. Faupel, H. Föll, W. Weppner)

Drittmittel

DFG, Fortsetzung *Untersuchung der atomaren Diffusion und der Bildung diffusionsinduzierter Defekte in Galliumnitrid, Galliumphosphid und Galliumantimonid*, 15.10.01 - 30.11.02 (60,67 k€)

DFG, Forschergruppe "Wachstum und Grenzflächeneigenschaften von Sulfid- und Selenid-Schichtstrukturen, TP8 *Charakterisierung von Sulfid- und Selenid-Schichtstrukturen mittels hochauflösender Methoden der Transmissionselektronenmikroskopie*, 15.11.01 - 14.11.03 (150,05 k€)

DFG, Forschergruppe "Wachstum und Grenzflächeneigenschaften von Sulfid- und Selenid-Schichtstrukturen", TP 8 *Charakterisierung von Sulfid- und Selenid-Schichtstrukturen mittels hochauflösender Methoden der Transmissionselektronenmikroskopie*, 01.11.02 – 31.10.03 (63,03 k€)

DFG, Forschergruppe "Chalkogenid-Schichtstrukturen: Wachstum und Grenzflächenphänomene", TP 8 (1), 14.5.02 - 13.4.03 (94.35 k€)

DFG, Forschergruppe "*Chalkogenid-Schichtstrukturen: Wachstum und Grenzflächenphänomene*", TP 8 (2), 14.5.02 - 13.4.03 (62,31 k€)

CAU, *Prof. Dr. Werner Petersen - Gastprofessur*, Prof. Dr. A. Czyrska-Filemonowicz, 1.12. - 20.12.02 (2 k€)

CAU, Akademisches Auslandsamt, *Wissenschaftlicher Austausch mit der VR China*, Zusammenarbeit mit der Universität Zhejiang, M.Sc. H. Lu, 1.4. - 30.9.02 (26k€)

Weitere Zusammenarbeiten, Technologie-Transfers und Konsultationen

Die Abteilung Mikrostrukturanalytik hat auch in 2002 Arbeiten für die Industrie, für Hochschulgruppen und für externe Forschungseinrichtungen im Rahmen des CMA-Technologietransferangebotes durchgeführt. Schwerpunkte lagen bei der Charakterisierung der Mikrostruktur von Dünnschichtsystemen, von Grenzflächen und von Oberflächen, bei der Defektanalyse und bei der Optimierung und Qualitätskontrolle von Funktionsschichten. Einige Partner und Themen sind im folgenden aufgeführt:

Industrie

- GFD Gesellschaft für Diamantprodukte DaimlerChrysler, Ulm: Diamantbeschichtungen für die Medizintechnik

Hochschulen

- CAU, Anorganische Chemie: Struktur und Grenzflächen von Multischichten, Mikrostruktur von Pulverproben
- FH Westküste, Heide: Schichtquerschnitte von dünnen Silberschichten auf Glas

Forschungseinrichtungen

- Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie (ISiT), Itzehoe: Strukturierte Metallisierungsschichten auf Sensoren
- Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik (IST), Braunschweig: Wärmefunktionsschichten auf Si
- GKSS Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Geesthacht: Metall-Nichtmetall-Schichtsysteme, C-Schichtsysteme auf Silizium
- Forschungszentrum Jülich, Institut für Schichten und Grenzflächen (ISG), Jülich: Silizium-Germanium-Schichten für die Optoelektronik

Diplom- und Master-Arbeiten

M1 Li Zhang, Masterstudent, *Transmission electron microscopy investigation of self-assembled Ge islands on Si(110) substrates*, 30.8.02, Master-Thesis (jetzt: Paul-Scherrer-Institut / ETH Zürich)

M2 Emrah Yücelen, Masterstudent, *Comparative transmission electron microscopy investigation of (PbS)_{1,18} TiS₂ misfit layer compound crystals and of island growth on TiS₂ substrates*, 9.9.02, Master-Thesis (jetzt: Technical University Delft Netherlands)

Dissertationen

D4 Christian Jäger, *Untersuchungen diffusionsinduzierter Defekte in GaP mittels Transmissions-elektronenmikroskopie*, 17.05.2002

Veröffentlichungen

1. Ch. Jäger, E. Spiecker, J.P. Morniroli, W. Jäger, *Polarity determination of III-V-semiconductors by large angle convergent beam electron diffraction*, Ultramicroscopy **92**, 273-283 (2002)
2. Ch. Jäger, E. Spiecker, J.P. Morniroli, and W. Jäger, *Analysis of dislocation loops by large angle convergent beam electron diffraction*, J. Phys.: Condens. Matter **14**, 12777-12782 (2002)
3. Ch. Jäger, W. Jäger, *Defect Formation and Dopant Diffusion in III-V Semiconductors: Zinc Diffusion in GaP*, Journal of Physics: Condensed Matter **14**, 12865-12870 (2002)
4. E. Spiecker, *Determination of crystal polarity from bend contours in transmission electron microscope images*, Ultramicroscopy **92**, 111-132 (2002)
5. E. Spiecker, Ch. Jäger, and W. Jäger, *Polarity analysis of GaP with the bend contour method*. Proc. 15th Int. Congress on Electron Microscopy ICEM-15, Durban/South Africa (Publisher: Microscopy Society of Southern Africa, ISBN 0-620-29294-6), Vol. **1**, 649 (2002)
6. E. Spiecker and W. Jäger, *Burgers vector analysis of large-area misfit dislocation arrays from bend contour contrast in transmission electron microscope images*. J. Phys.: Condens. Matter **14**, 12767-12776 (2002)
7. E. Spiecker, M. Seibt, W. Schröter, R. Winterhoff, and F. Scholz, *Exploiting long-range atomic ordering for the investigation of strain relaxation in lattice-mismatched epitaxy: A case study on CuPt_B-type ordered (GaIn)P on GaAs*, Appl. Surf. Science **188**, 61-68 (2002)
8. H. Kim, T.G. Anderson, U. Södervall, Ch. Jäger, W. Jäger, M. Albrecht, G. Bösker, N.A. Stolwijk, *Microstructural characterization of GaN-GaAs alloys grown on (001) GaAs by molecular beam epitaxy*, Mat. Res. Soc. Symp. Proc. **693**, I3.32.1 (2002)
9. J. Pöpping, N.A. Stolwijk, U. Södervall, Ch. Jäger, W. Jäger, *Diffusion of zinc in gallium phosphide under defect-free phosphorus-rich conditions*. 21st Int. Conference on Defects in Semiconductors ICDS-2001, July 16 - 20, 2001, Gießen, Physica B, 308-310, **895** (2002)
11. S. Hollensteiner, E. Spiecker, W. Jäger, *TEM investigations of self-assembled nanowire networks by Cu deposition onto VSe₂ layered crystals*. Proc. 15th Int. Congress on Electron Microscopy ICEM-15, Durban, South Africa (Publisher: Microscopy Society of Southern Africa, ISBN 0-620-29294-6), Vol. **1**, 371 (2002)
10. R. Adelung, F. Ernst, A. Scott, M. Tabib-Azar, L. Kipp, M. Skibowski, S. Hollensteiner, E. Spiecker, W. Jäger, S. Gunst, A. Klein, W. Jägermann, V. Zaporozhtchenko, F. Faupel, *Self-Assembled Nanowire Networks by Deposition of Copper onto Layered-Crystal Surfaces*, Advanced Materials **14**, 15, 1056 (2002)

12. W. Jäger and C. Jäger, *Dopant diffusion and defects in III-V semiconductors*. Proc. 15th Int. Congress on Electron Microscopy ICEM-15, Durban, South Africa (Publisher: Microscopy Society of Southern Africa, ISBN 0-620-29294-6), Vol. 1, 65 (2002)

13. W. Jäger and C. Jäger, *Dopant diffusion and defects in III-V semiconductors*. Proc. 4th Symp. on Non-Stoichiometric III-V Compounds, Asilomar, Pacific Grove (Eds. P. Specht, T.R. Weatherford, P. Kiesel, T. Marek, S. Malzer, ISBN 3-932392-39-6), 71 (2002)

Präsentationen

Eingeladene Vorträge

Ch. Jäger and W. Jäger, *Defect Formation and Dopant Diffusion in III-V Semiconductors: Zinc Diffusion in GaP*, Int. Conf. Extended Defects in Wide Band Gap Materials (EDWGM) and Extended Defects in Semiconductors (EDS2002), Bologna, Italy, 1. - 5.6.2002

Ch. Jäger, *Untersuchungen diffusionsinduzierter Defekte in III-V-Verbindungshalbleitern mittels Transmissionselektronenmikroskopie*, Institute of Applied Physics, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, 29.1.2002

Ch. Jäger, *Untersuchungen diffusionsinduzierter Defekte in III-V-Verbindungshalbleitern mittels Transmissionselektronenmikroskopie*, Institut für Festkörperphysik, Friedrich-Schiller-Universität in Jena, 8.2.2002

Ch. Jäger, *Untersuchungen diffusionsinduzierter Defekte in III-V-Verbindungshalbleitern mittels TEM*, Martin-Luther-Universität Halle, 4.9.2002

E. Spiecker, *TEM-Untersuchungen von Defekten in Halbleiterheterostrukturen mit wachstumsinduzierter Ordnung*, Seminar des Instituts für Festkörperphysik, Physikalisch-Astronomische Fakultät, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 13.12.2002

W. Jäger, *Elektronenmikroskopie von Nanostrukturen und Kristalldefekten*, GFE-Kolloquium RWTH Aachen, 20.2.2002

W. Jäger, *Quantitative electron microscopy of Si-Ge nanostructures*, 8th International Conference on Electronic Materials IUMRS-ICEM2002, Symposium on Silicon-Based Heterostructure Materials, Xi'an, China, 10. - 14.6.2002

W. Jäger and Ch. Jäger, *Particles and voids in III-V compound semiconductors*, Int. Workshop on Embedded Nanostructures (PICS2002), Marseille, 19. - 21.6.2002

W. Jäger and Ch. Jäger, *Dopant diffusion and defects in III-V semiconductors*, 15th International Congress on Electron Microscopy (ICEM-15), Durban, South Africa, 1. - 6. 9. 2002

W. Jäger and Ch. Jäger, *Dopant diffusion and defect formation in III-V compound semiconductors*, National Center for Electron Microscopy NCEM, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, USA, 30.9.2002

W. Jäger and Ch. Jäger, *Dopant-induced non-stoichiometry effects in III-V compound semiconductors*, 4th Symp. on Non-Stoichiometric III-V Compounds, Pacific Grove, CA, 3.10.2002

W. Jäger, S. Hollensteiner E. Spiecker, *Transmission electron microscopy of self-assembled nanostructure networks on TMDC layered crystals*, Hahn-Meitner-Institut, Berlin, 30.10.2002

W. Jäger, *Quantitative Elektronenmikroskopie von Si-Ge-Schichtsystemen und Grenzflächen*, Berliner Physikalisches Kolloquium (Gemeinsames Kolloquium der Fachbereiche Physik der drei Berliner Universitäten), 28.11.2002

Vortragsbeiträge zu Konferenzen

Ch. Jäger, E. Spiecker, J.P. Morniroli, and W. Jäger, *Analysis of dislocation loops in III-V compound semiconductors by large angle convergent beam electron diffraction*, School on LACBED - Large Angle Convergent Beam Electron Diffraction, Lille, France, 29.6. - 4.7.2002

Ch. Jäger, E. Spiecker, J.P. Morniroli, and W. Jäger, *Analysis of dislocation loops in III-V compound semiconductors by large angle convergent beam electron diffraction*, Int. Conf. Extended Defects in Wide Band Gap Materials (EDWGM) and Extended Defects in Semiconductors (EDS2002), Bologna, Italy, 1. - 5.6.2002

Ch. Jäger, W. Jäger, *Untersuchungen diffusionsinduzierter Defekte in III-V-Verbindungshalbleitern mittels Transmissionselektronenmikroskopie*, DGKK-Arbeitskreistreffen, Freiberg, Oktober (2002)

E. Spiecker, S. Hollensteiner, Ch. Jäger, and W. Jäger, *Using bend contour splitting in transmission electron microscopy images for Burgers vector analysis of dislocations in two-dimensional dislocation arrays*, Int. Conf. Extended Defects in Wide Band Gap Materials (EDWGM) and Extended Defects in Semiconductors (EDS2002), Bologna, Italy, 1. - 5.6.2002 (Helmut-Alexander Award 2002)

E. Spiecker, S. Hollensteiner, Ch. Jäger, and W. Jäger, *Using bend contour splitting in transmission electron microscopy images for Burgers vector analysis of dislocations in two-dimensional dislocation arrays*, School on LACBED - Large Angle Convergent Beam Electron Diffraction, Lille, France, 29.6. - 4.7.2002

E. Spiecker, Ch. Jäger and W. Jäger, *Determining the crystal polarity of compound semiconductors from bend contours*, School on LACBED - Large Angle Convergent Beam Electron Diffraction, Lille, France, 29.6. - 4.7.2002

E. Spiecker, Ch. Jäger and W. Jäger, *Polarity analysis of GaP with the bend contour method*, 15th International Congress on Electron Microscopy (ICEM-15), Durban, South Africa, 1. - 6.9.2002

S. Hollensteiner, E. Spiecker and W. Jäger, *TEM investigations of self-assembled nanowire networks by Cu deposition onto VSe₂ layered crystals*, 15th International Congress on Electron Microscopy (ICEM-15), Durban, South Africa, 1. - 6.9.2002

S. Hollensteiner, E. Spiecker, C. Dieker, W. Jäger, *Self-Assembled Nanowire Formation during Cu deposition on VSe₂ studied by microscopic methods*, EMRS Spring Meeting, Strasbourg, France, 18. - 21.6.2002

Andere Aktivitäten und Ereignisse

Helmut-Alexander-Award 2002: Herr Dr. E. Spiecker hat bei der Fachtagung Int. Conf. Extended Defects in Semiconductors EDS 2002, Bologna, 1. - 5.6.2002 für die Arbeiten zum Thema *Quantitative large-area analysis of misfit dislocation arrays in Si-Ge heterostructures* den für junge Wissenschaftler neu konzipierten Helmut-Alexander-Award 2002 erhalten.

Prof. Dr. Werner-Petersen-Preis der Technik 2002: Herr Dipl.-Ing. S. Hollensteiner hat den Prof. Dr. Werner-Petersen-Preis der Technik 2002 - Preis für die beste Diplom-Arbeit - für seine Diplom-Arbeit mit dem Titel *Elektronenmikroskopische Charakterisierung von Metall-Chalkogenid-Schichtstrukturen* erhalten.

Ultramicroscopy 92/2002 - Editors' choice of title page: Die Ergebnisse der Publikation 'Polarity determination of III-V compound semiconductors by LACBED' (Autoren: Ch. Jäger, E. Spiecker, J.P. Morniroli, W. Jäger) wurden von den Herausgebern der international renommierten Fachzeitschrift *Ultramicroscopy*, in der neueste methodische Entwicklungen zur Elektronenmikroskopie von Materialien publiziert werden, für die Gestaltung einer Titelseite ausgewählt.

Prof. Dr. Werner-Petersen-Gastprofessur 2002: Frau Professor Dr. A. Czyska-Filemonowicz, Faculty of Metallurgy and Materials Science, University Krakow, Polen, wurde auf Vorschlag von Prof. Jäger vom Rektor der CAU im Rahmen einer 'Prof. Dr. Werner Petersen - Gastprofessur' eingeladen. Im Rahmen ihres Aufenthaltes bietet sie als Gast der AG Mikrostrukturanalytik Vorlesungen und Seminare zu den folgenden Themen an: (a) Microstructure characterization of multilayered titanium biomaterials by transmission electron microscopy (b) Microstructure characterization of materials for advanced power generation by transmission electron microscopy.

Gastwissenschaftler 2002 (Partnerschaft CAU / Zhejiang University, Hangzhou, China): Herr Huanming Lu (Zhejiang University und State Key Laboratory for Silicon Technology, Hangzhou, China) hat in der Zeit vom 1.4. - 30.9.2002 einen Forschungsaufenthalt als Gastwissenschaftler in der AG Mikrostrukturanalytik verbracht. Seine Arbeiten befassten sich mit Anwendungen der Transmissions-Elektronenmikroskopie zur Charakterisierung von Nanostrukturen in epitaktischen Germanium-Silizium-Schichtsystemen (Zusammenarbeit mit Forschungszentrum Jülich).

Schleswig-Holsteinische Universitätsgesellschaft, Schwarzenbek

W. Jäger, 13.12.2002, Öffentlicher Vortrag: *Mikrowelten - ein Ausflug in Forschung und Technik.*

Ehrenamtliche Tätigkeiten (W. Jäger)

Gutachten für Drittmittelgeber. Gutachten für verschiedene Fachzeitschriften. Fachliche Begutachtungen im Inland und Ausland. Organisation von Konferenz-Symposien. Mitarbeit in Arbeitskreisen /Mitgliedschaften: Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG), Deutsche Gesellschaft für Elektronenmikroskopie (DGE), Deutsche Gesellschaft für Kristallographie (DGK).

Centrum für Materialanalytik CMA

Weitere Aktivitäten für das Centrum für Materialanalytik (www.tf.uni-kiel.de/cma) sind separat dargestellt.



Centrum für Materialanalytik

Activities and Results 2002

Aktivitäten und Ergebnisse 2002

Beitrag zum Almanach 2002 der Technischen Fakultät

Prof. Dr. Wolfgang Jäger

Centrum für Materialanalytik

Technische Fakultät
Kaiserstr. 2 24143 Kiel

Sekretariat Katrin Brandenburg

T 0431 880-6177
e-mail wj@tf.uni-kiel.de

T 0431 880-6176

Fax 0431 880-6178
www.tf.uni-kiel.de

e-mail kb@tf.uni-kiel.de

CMA Centrum für Materialanalytik / TF-Praktika für Studierende der Ingenieurstudiengänge

Prof. Dr. Wolfgang Jäger / Dr.-Ing. Klaus Noack

Leitungsgremium: Dr. W. Brünger, Prof. Dr. F. Faupel, Prof. Dr. H. Föll, Prof. Dr. A. Heuberger, Prof. Dr. W. Jäger, Prof. Dr. P. Seegebrecht, Prof. Dr. W. Weppner

Die Lehrstühle und Arbeitsgruppen der Materialwissenschaft und der Elektrotechnik der CAU Kiel verfügen über hochmoderne Geräte und Techniken für Materialanalytik, Materialprüfung und Elektronenmikroskopie in der Materialwissenschaft. Das Centrum für Materialanalytik (CMA) versteht sich als zentrale Einrichtung der Christian-Albrechts-Universität und stellt die vorhandenen Forschungsexpertisen und Methoden Kooperationspartnern aus Forschung und Wirtschaft für gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsaufgaben und als Dienstleistung zur Verfügung. Zu den zentralen Aufgaben des CMA gehören

- Materialcharakterisierung - Struktur und Eigenschaften von dünnen Schichten, Oberflächenspektroskopie, mechanische Materialprüfung
- Bereitstellung von modernsten Geräten und wissenschaftlichem Fachwissen in Materialanalytik und Materialprüfung für interne und externe Nutzer
- Förderung von Forschungsk Kooperationen, Service und Beratung für Industrie und Forschungsinstitute
- Erweiterung des Spektrums verfügbarer Methoden durch „resource sharing“ in Kooperationen
- Unterstützung bei Forschungsarbeiten der Studierenden
- Unterstützung der Ausbildung von Studierenden und Ingenieuren durch Lehr- und Kursmodule in Materialanalytik, Materialprüfung und Elektronenmikroskopie
- Unterstützung der Studierenden bei der Arbeitssuche durch Kontakte zu Industrie und Forschungsinstituten.

Das Angebot zum Technologietransfer des CMA umfasst auch die gemeinsame Bearbeitung und gegenseitige Vermittlung von Industrieanfragen auf der Grundlage einer Zusammenarbeitsvereinbarung der CAU / CMA mit dem Werkstoffanwendungs- und Technologiezentrum (WATZ) der GKSS Forschungszentrum Geesthacht GmbH.

Das CMA bietet Zugang zu modernsten, leistungsfähigen Messgeräten, die auch den Studierenden in Fortgeschrittenenpraktika und für ihre Forschungsarbeiten zur Verfügung stehen. Zu den zentralen Aufgaben im Bereich der Praktika für die Studierenden der TF gehören

- die gemeinsamen Grundpraktika I und II aller Ingenieurstudiengänge im 3. und 4. Semester,
- die Fachpraktika Materialprüfung I und II des Ingenieurstudienganges Materialwissenschaft im 5. und 6. Semester,
- die Grundpraktika Materials Testing I und II des internationalen Masterstudienganges im 1. und 2. Semester,

- spezifische Vorlesungen (verteilt auf die Semester 1 bis 6), welche die Inhalte der Praktika vorbereiten und vertiefen.

Ergebnisse

Centrum für Materialanalytik CMA

F & E – Kooperationen

Forschung mit dem Unternehmen an wissenschaftlichen Fragestellungen.

Forschungsauftrag

Ausführung von Forschungsaufträgen auf der Basis vorhandener Expertisen.

Kooperation

Gemeinsame Optimierung oder Erprobung bei der Produktentwicklung.

Dienstleistung

Auftragsbearbeitung in den Bereichen Materialcharakterisierung, Materialprüfung und Schadensanalysen.

Beratung und Gutachten

Bereitstellung von Know-How und Expertisen sowie Fortbildungskursen zur Materialprüfung und zur Materialanalytik.

Der Versand der Informationsbroschüren zum Technologietransfer-Angebot des Centrum für Materialanalytik und die Messepräsenz MATERIALICA 2001 / 2002 haben zu einer Zunahme der Kontakte mit der regionalen Industrie insbesondere auch im Bereich der Materialprüfung geführt. In diesen Bereichen hat sich die unbürokratische und schnelle Vorgehensweise bei der Bearbeitung von Anfragen und Problemstellungen bewährt. Im Ergebnis hat dies zu einer Zunahme der Projekte mit mittelständischen Industriebetrieben in Schleswig-Holstein geführt. Wenn die Bearbeitung einer Aufgabenstellung nicht oder nicht umfassend möglich ist, beispielsweise mangels vorhandener Methoden oder Geräte, werden Kooperationspartner vermittelt. So wurden in einigen Fällen auf der Basis der Kooperationsvereinbarung mit dem Werkstoffanwendungs- und Technologiezentrum (WATZ) der GKSS Forschungszentrum Geesthacht GmbH die Problemlösungen für entsprechende Aufgabenstellungen gemeinsam erarbeitet bzw. weitervermittelt.

TF-Praktika für Studierende der Ingenieursstudiengänge

Die gemeinsamen Grundpraktika sind beim derzeitigen Stand der angebotenen und zu betreuenden Praktikumsversuche vollständig ausgelastet. Bedingt durch die hohe Auslastung und die differenzierte Versuchseinteilung nach Studienrichtung waren bei der gegenwärtigen Betreuungssituation die Durchführung von Versuchen in Gruppen mit 3 Studierenden nicht immer vermeidbar. Die Fachpraktika sind derzeit nur zum Teil ausgelastet. Die Ursachen hierfür sind vermutlich in einer Interessenverschiebung bei den Studierenden weg von den technischen Studiengängen und hin zu den mehr ökonomisch orientierten Studiengängen mit technischen Nebenfächern zu sehen. Die Bewerberzahlen für den internationalen Studiengang 2002 (MSc Materials Science and Engineering) haben erneut stark zugenommen, so dass die Auslastungsgrenze der Praktika fast erreicht ist. In den vergangenen 2 Jahren wurden alle Versuchsanleitungen und die Arbeitsblätter zum Praktikumsablauf unter Einbeziehung von Anregungen seitens der Studierenden und Betreuer (Berücksichtigung von Werkstoffbezeichnungen, SI-Einheiten, Messunsicherheiten) neu überarbeitet und aufgelegt. Einzelne Versuche wurden komplett neu konzipiert und eingeführt.

Personal

Leiter des CMA: Prof. Dr. Wolfgang Jäger
 Leiter des Praktikums: Dr.-Ing. K. Noack
 Sekretariat: Katrin Brandenburg
 Technisches Personal: Dipl.-Ing. K. Rath

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Name(n)	Zeitraum der Anstellung	Finanzierungsquelle	Titel des Projekts
Dipl. Min. M. Schwitzke (50%)	1.1. - 31.12.02	CAU	Betr. Praktika, REM/EDX

Vorlesungen, Praktika, Betriebsbesichtigungen*Winter 2001/2002*

Werkstoffprüfung I, 2 Std. Vorlesung/Woche,
K. Noack

Einführung in die Fertigungstechnik, 2 Std. Vorlesung/Woche,
K. Noack

Werkstoffe und Werkstofftechnologien I, 1 Std. Vorlesung/Woche,
K. Noack, F. Faupel, W. Jäger

Gemeinsames Grundpraktikum für Ingenieure I, 3Std. Praktikum/Woche, 48 Plätze, 12 Versuche/Semester, 3 Std./Vers. (offenes Ende),
K. Noack, J. Kanzow, S. Lenser, O. Schimmer, J. Noss

Fachpraktikum I / Werkstoffprüfung I, 4 Std. Praktikum/Woche, 24 Plätze, 12 Versuche/Semester, 4 Std./Vers. (offenes Ende),
K. Noack, M. Schwitzke, K. Dolgner, S. Hollensteiner, A. Büttner, H. Kaack, J. Schwenzel

Materials Testing I, 3 Std. Praktikum/Woche, 24 Plätze, 12 Versuche/Semester, 3 Std./Vers. (offenes Ende),
M. Schwitzke, J. Kanzow, S. Hollensteiner, S. Daniel, J. Zekonyte, V. Thangadurai, A. Büttner, A. Netz, W.F. Chu, H. Kaack.

Sommer 2002

Werkstoffprüfung II, 2 Std. Vorlesung/Woche,
K. Noack

Einführung in die Fertigungstechnik, 2 Std. Vorlesung/Woche,
K. Noack

Werkstoffe und Werkstofftechnologien II, 1 Std. Vorlesung/Woche,
K. Noack, F. Faupel, H. Föll, W. Weppner, K. Rätzke, W.F. Chu

Gemeinsames Grundpraktikum für Ingenieure II, 3 Std. Praktikum/Woche, 48 Plätze, 12 Versuche/Semester, 3 Std./Vers. (offenes Ende),
K. Noack, M. Schwitzke, S. Langa, A. Bartsch, O. Schimmer, J. Noss

Fachpraktikum II / Werkstoffprüfung II, 4 Std. Praktikum/Woche, 24 Plätze, 12 Versuche/Semester, 4 Std./Vers. (offenes Ende),
K. Noack, M. Schwitzke, A. Netz, S. Schmidt, A. Büttner, W.F. Chu

Materials Testing II, 3 Std. Praktikum/Woche, 24 Plätze, 12 Versuche/Semester, 3 Std./Vers. (offenes Ende),
M. Schwitzke, J. Kanzow, S. Hollensteiner, S. Langa, K. Dolgner, J. Schwenzel, E. Tsakarakis, S. Schmidt

Winter 2002/2003

Werkstoffprüfung I, 2 Std. Vorlesung/Woche,
K. Noack

Einführung in die Fertigungstechnik, 2 Std. Vorlesung/Woche,
K. Noack

Werkstoffe und Werkstofftechnologien I, 1 Std. Vorlesung/Woche,
K. Noack, F. Faupel, W. Jäger

Gemeinsames Grundpraktikum für Ingenieure I, 3 Std. Praktikum/Woche, 48 Plätze, 12 Versuche/Semester, 3 Std./Vers. (offenes Ende),
K. Noack, A. Bartsch, J. Kanzow/R. Kunz, U. Schürmann, S. Christiansen, J. Noss

Fachpraktikum I/Werkstoffprüfung I, 4 Std. Praktikum/Woche, 24 Plätze, 12 Versuche/Semester, 4 Std./Vers. (offenes Ende),
K. Noack, M. Schwitzke, K. Dolgner, S. Hollensteiner, A. Biswas, H. Kaack, J. Schwenzel

Materials Testing I, 3 Std. Praktikum/Woche, 24 Plätze, 12 Versuche/Semester, 3 Std./Vers. (offenes Ende),
M. Schwitzke, J. Kanzow/R. Kunz, S. Warnat, S. Daniel, J. Zekonyte, V. Thangadurai, Q.P. Fang, A. Biswas, H. Kaack, M. Sakthivel, W.F. Chu

Betriebsbesichtigungen im Rahmen der Lehrveranstaltungen Fertigungstechnik / Werkstoffprüfung

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| 1. Metallgießerei Poppe – Kiel | 2. Feiser – Schönkirchen |
| 3. Metalldruckerei Thate – Preetz | 4. Elac – Kiel |

Drittmittel CMA Materialprüfung

Div. Auftraggeber, *Erlöse aus Auftragsarbeiten*, 1.1 - 31.12.02 (12,38 k€)

Erlöse aus Auftragsarbeiten im CMA-Bereich ‚Mikroanalyse von Materialien‘ sind bei den Arbeitsgruppen ausgewiesen.

Weitere Zusammenarbeiten, Technologie Transfers und Konsultationen

Die genannten Firmenkontakte beinhalten:

- Anfragen und Beratungen zur Schadensfallanalyse, zur Werkstoffauswahl und zur Oberflächenbehandlung
- Einzel- und Serienuntersuchungen von Schadensfällen, von Werkstoffkennwerten, von Verbindungstechniken und zum Werkstoffeinsatz
- Werkstoffanalysen im Makro- und Mikrobereich.

Firmenkontakte

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1. Fette – Schwarzenbek | 2. Inst. f. Schadenverhütung u. Schadenf. - Kiel |
| 3. Metallgießerei Poppe – Kiel | 4. Inst. f. Meereskunde – Kiel |
| 5. Ökologiezentrum – Kiel | 6. Allmess Schlumberger GmbH – Oldenburg i. H. |
| 7. Feiser – Schönkirchen | 8. HDW Bereiche Kunststoff u. Metall – Kiel |
| 9. Podszuk – Kiel | 10. Metalldrückerei Thate – Preetz |
| 11. Elac – Kiel | 12. Technische Dienste Kleinschmidt – Neumünster |
| 13. Manthey – Kiel | 14. Xeramar – Kiel |
| 15. ESW-Extel Systems – Wedel | 16. Caterpillar – Kiel |
| 17. Physikzentrum/Ökologie – Kiel | 18. Tricumed Medizintechnik – Kiel |
| 19. Sanyo Energy – München | 20. Raytheon – Kiel |
| 21. Biocnostic – Berlin | 22. Gleich – Kaltenkirchen |
| 23. MAW Motorenwerkstatt – Kiel | 24. Horn Armaturenfabrik – Flensburg |
| 25. Rasta Stahlbau – Rendsburg | 26. EWIS – Lübeck |
| 27. Löffler Druckguß – Lübeck | 28. Wöhlk - Schönkirchen |
| 29. Korth Kristalle – Altenholz | 30. TRIK Pumpen - Kiel |

Präsentationen

W. Jäger, *Arbeitskreis Oberflächen- und Schichttechnologie der Technologiestiftung Schleswig-Holstein, Präsentation bei Treffen im Wirtschaftsministerium des Landes Schleswig-Holstein in Kiel, April 2002*

C. Jäger, W. Jäger, *Arbeitskreis Oberflächen- und Schichttechnologie der Technologiestiftung Schleswig-Holstein, Präsentation bei einem Treffen bei der Firma Motorola, Flensburg, Juni 2002*

K. Noack, *Messepräsentation auf der Fachmesse MATERIALICA 2002, München, 30.9. - 3.10.2002 (gemeinsam mit WATZ / GKSS Forschungszentrum GmbH Geesthacht)*

Andere Aktivitäten und Ereignisse

- Erstellung eines Faltblattes mit Darstellung des Technologietransfer-Angebotes des Centrum für Materialanalytik.
- Erstellung einer ausführlichen Informationsbroschüre zum Technologietransfer-Angebot des Centrum für Materialanalytik.
- Versand von CMA-Informationen an Firmen, Institutionen und Forschungseinrichtungen.
- Weitergabe von CMA Informationen für die CAU-Datenbank 'Auslandskontakte'.
- Weitergabe von CMA Informationen zur Darstellung des CMA im EC Network of Centers of Excellence on Nanostructured Materials.
- Weitergabe von Informationen zur CMA-Präsenz in der Data Base for European Networks in Nanotechnology.