

**C****A****U**

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Technische Fakultät



# Mikrostrukturanalytik

## Aktivitäten und Ergebnisse

## Activities and Results

## 2007

Beitrag zum Almanach 2007 der Technischen Fakultät

**Prof. Dr. Wolfgang Jäger**

Mikrostrukturanalytik  
Microanalysis of Materials Institute for Materials Science  
Kaiserstr. 2 24143 Kiel Germany EU  
Office Katrin Brandenburg

T +49 431 880 6177 E [wj@tf.uni-kiel.de](mailto:wj@tf.uni-kiel.de)  
[www.tf.uni-kiel.de/matwis/matan](http://www.tf.uni-kiel.de/matwis/matan)  
T +49 431 880 6176 F +49 431 880 6178 E [kb@tf.uni-kiel.de](mailto:kb@tf.uni-kiel.de)

## Mikrostrukturanalytik

Die Forschungsschwerpunkte der Arbeitsgruppe konzentrieren sich auf die Mikrostrukturforschung für Funktionsmaterialien, Dünnschichtsysteme, Grenzflächen und Nanomaterialien und auf die Entwicklung und Anwendung von quantitativen Verfahren der hochauflösenden und analytischen Transmissions-Elektronenmikroskopie (TEM) zur Nanoanalytik mit Elektronen in der Material- und Oberflächenforschung. Bei den Forschungsarbeiten stehen die Aufklärung der Beziehungen zwischen Struktur und physikalisch-chemischen Eigenschaften sowie die Synthese von Grundlagenuntersuchungen und methodischen Weiterentwicklungen im Vordergrund.

### *Herausragende Aktivitäten und Ergebnisse in 2007:*

- Herr *Dr. Erdmann Spiecker* hat mit einer Habilitationsschrift zum Thema „Development of Quantitative TEM Techniques and Their Use in Microstructure Studies of Thin Film Materials“ und mit einem Habilitationsvortrag zum Thema „Superlubricity“ erfolgreich seine Habilitation im Fach Materialwissenschaft erhalten.
- Herrn *Prof. Dr. Erik Johnson*, Nano Science Center, Niels-Bohr-Institute, University of Copenhagen, Denmark, wurde auf Antrag von Prof. Dr. W. Jäger und auf Einladung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel mit Unterstützung der Landesregierung Schleswig-Holstein die Gastprofessur Øresund-Region im Wintersemester 2006/2007 verliehen.
- Beginn von *wissenschaftlichen Zusammenarbeiten* im Bereich der Charakterisierung von Nanomaterialien mittels analytischer Verfahren der TEM mit Prof. E. Johnson (Nano Science Center, University of Copenhagen, Denmark), Dr. U. Dahmen (NCEM Berkeley USA) und Prof. F. Hofer (FELMI TU Graz Austria). Anwendungen einer in der Arbeitsgruppe entwickelten Methode zur quantitativen Charakterisierung wichtiger Strukturparameter von Schichtmaterialien mittels großflächiger TEM-Analyse (*Statistische Tomographie*) bei der Charakterisierung von Solarzellenmaterialien.
- Beteiligung an der CAU Graduiertenschule *Human Development in Landscapes* (DFG-Förderung): Mitantragsteller, Projektvorschlag zur Unterstützung eines Forschungsprojektes am Archäologischen Landesmuseum unter Leitung von Prof. Dr. C. v. Carnap-Bornheim mit elektronenmikroskopischen Methoden (TEM, SEM/FIB) und unter Einbeziehung des CMA (Dr. K. Kelm) der TF, Vorlesungsangebote, Mitarbeit im Vorstand (Prof. Dr. W. Jäger).
- *Technologieorientierte Zusammenarbeiten* mit der Industrie und mit externen Forschungsinstituten wurden fortgesetzt. Beispiele sind die Anwendung von TEM-Verfahren bei der Entwicklung kommerzieller Röntgenoptiken (Kooperationen Firma *Incoatec GmbH Geesthacht*, Förderung HWT-Programm der ISH, und GKSS Forschungszentrum Geesthacht) und bei der Entwicklung von organischen Nanometallen (Kooperation Firma *Ormecon GmbH Ammersbek*, Förderung EFRE und ISH).
- Die AG Mikrostrukturanalytik hat weiterhin aktiv die Maßnahmen des TF-Dekanates / CMA zur Umsetzung des Projektes *Nanoanalytik mit Elektronen (TEM) für Materialforschung, Oberflächenforschung, Nanowissenschaften und Nanosystemtechnik* (Initiative und Projektkoordination bis zur Mitteleinwerbung 2005 Prof. W. Jäger) unterstützt. Mit dem zentralen TEM-Labor der CAU als Teil des Kieler Nanolabors steht den Nutzern ein analytisches Transmissionselektronenmikroskop mit den modernen Verfahren zur Nanoanalytik von Materialien sowie die Nutzungsbetreuung durch einen wissenschaftlichen Mitarbeiter (Dr. K. Kelm, CMA der TF) zur Verfügung.
- Lehrveranstaltungen: Für den Bachelorstudiengang wurden 2 neue Veranstaltungen entwickelt und erstmals durchgeführt: Analytische Methoden, Materialwissenschaft III (in englischer Sprache). Insgesamt werden vom Lehrstuhl 9 Lehrveranstaltungen vorgehalten und durchgeführt, dazu Seminare und Praktikumsversuche.
- Angebot für wissenschaftliche Weiterbildung „Materialanalytik für Forschung und Industrie“ (Prof. W. Jäger), Programm „CAU - Wissenschaftliche Weiterbildung in Kooperation mit dem Weiterbildungszentrum Tannenfelde“, [www.uni-kiel.de/wiss-weiterbildung](http://www.uni-kiel.de/wiss-weiterbildung).

## Ergebnisse

### 1. Quantitative Methoden der analytischen Transmissionselektronenmikroskopie

Die Materialcharakterisierung mit den Verfahren der analytischen Transmissions-Elektronenmikroskopie (TEM) ermöglicht quantitative Analysen von Struktur, chemischer Zusammensetzung und elektronischen Eigenschaften mit Auflösungen bis in den Nanometer-Bereich. In Verbindung mit unseren Forschungsprojekten werden verschiedene neue Verfahren entwickelt, experimentell getestet, gegebenenfalls mit Bildsimulationen auf der Basis der dynamischen Elektronenbeugung verglichen und auf aktuelle Fragestellungen angewendet. Im experimentellen Bereich werden diese Arbeiten auch von Weiterentwicklungen zur Herstellung elektronentransparenter Probenpräparate begleitet.

*Schwerpunkte der Arbeiten in 2007:*

- Lokale Bestimmung der Kristallpolarität von Halbleiter-Nanostrukturen mittels konvergenter Elektronenstrahlbeugung. Bei den Analysen wurde eine in der Arbeitsgruppe entwickelte Methodik, mit der sich die Kristallpolarität von Verbindungshalbleitern mit Zinkblendestruktur einheitlich bestimmen lässt, erstmals auf freistehende Nanostrukturen mit Dimensionen bis  $\sim 40$  nm angewandt. Abb. 1 zeigt exemplarisch die Analyse einer mittels Molekularstrahlepitaxie (MBE) hergestellten komplexen InAs-Nanostruktur.

*Dr. E. Spiecker (Habilitationvorhaben), Kooperationen Prof. Dr. E. Johnson, Drs. M. Agesen, C.B. Sørensen, P.E. Lindelof, Nano Science Center, Niels-Bohr-Institute, University of Copenhagen, Denmark.*

- Die Methode zur quantitativen Charakterisierung der 3D-Struktur von Schichtmaterialien (Statistische Tomographie) wird für Untersuchungen von AlN-Schichtsystemen für die Sensorik angewendet.

*Dr. E. Spiecker, E. Wolterman. Vorarbeiten zu einer Kooperation Dr. B. Wagner, Fraunhofer ISiT Itzehoe.*

### 2. Mikroskopische Charakterisierung von inkommensurablen Grenzflächen in modulierten Fehlpassungsschichtstrukturen

Ziel des Projektes ist es, die atomare Struktur inkommensurabler Grenzflächen in Fehlpassungsschichtstrukturen (engl. *misfit layer compounds*) vom Typ  $(MS)_nTS_2$  ( $M = \text{Sn, Pb, Bi}$  oder Seltene Erden;  $n = 1.08 \dots 1.19$ ,  $T = \text{Ti, V, Nb, Ta}$ ) am Beispiel der synthetischen Schichtkristalle  $(PbS)_{1.14}NbS_2$  und  $(PbS)_{1.18}TiS_2$  durch Anwendung neuester Verfahren der ultrahochauflösenden Transmissionselektronenmikroskopie (Cs-korrigierte HRTEM, Objektwellen-Rekonstruktion) aufzuklären. Neben der noch bevorstehenden Charakterisierung der Strukturen am neu installierten Tecnai F30 in Kiel werden für die präzise Bestimmung der Atomsäulenpositionen sowohl leichter als auch schwerer Atome (S, Pb) an den inkommensurablen Grenzflächen Untersuchungen mittels aberrationskorrigierter HRTEM am Titan 80-300 des Ernst Ruska-Centrums (ER-C) in Jülich durchgeführt und mit der Methode der Rekonstruktion der Austrittswellenfunktion aus Fokuserien kombiniert. Dabei sollen zum einen Modulationen, die durch die Wechselwirkung der inkommensurablen Strukturen an den Grenzflächen induziert werden, erstmalig auf atomarer Skala untersucht werden. Zum anderen soll das grundlegende Phänomen der Bildung langperiodischer Undulationen aufgeklärt werden. Abb. 2 zeigt Beispiele von aberrationskorrigierten HRTEM-Untersuchungen an dem inkommensurablen Fehlanpassungs-Schichtsystem  $(PbS)_{1.14}NbS_2$ . Die HRTEM-Untersuchungen wurden mit dem TITAN 80-300 des Ernst Ruska-Centrums (ER-C) der Helmholtz-Zentrum Jülich GmbH durchgeführt.

*Dissertationvorhaben Dipl.-Phys. M. Garbrecht, Dr. E. Spiecker, Kooperationen: Dr. K. Tillmann, Ernst-Ruska-Centrum des Helmholtz-Zentrum Jülich GmbH / DFG-Förderung / Förderung CAU / Förderung einer Konferenzteilnahme von M. Garbrecht durch die European Microscopy Society.*

### 3. Quantitative TEM-Charakterisierung von Nanomaterialien für Röntgenoptiken

Die Arbeiten befassen sich mit der Anwendung und Entwicklung von Methoden der analytischen TEM zur Charakterisierung der Mikrostruktur und der Grenzflächen von Multilagen-Schichtsystemen aus nanoskaligen Doppelschichten aus

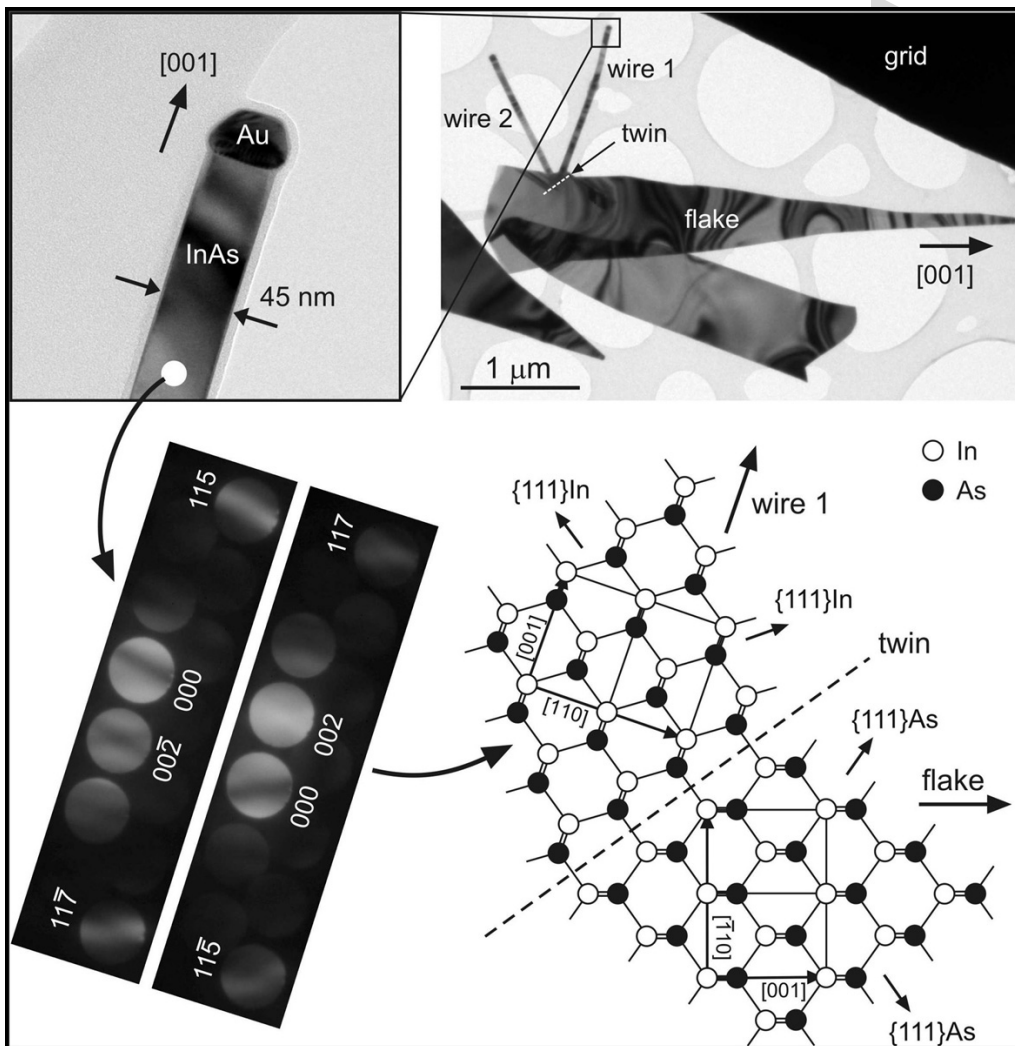


Abb. 1: Bestimmung der Kristallpolaritäten eines durch MBE-Wachstum erzeugten Nanoplättchens und eines InAs-Nanodrahts mit einer Zwillingsgrenzfläche (Nature Nanotechn. 2, 761 (2007) und Microsc. Microanal. 13 (Suppl. 3), 120 (2007)).

unterschiedlichen Elementen oder Verbindungen. Beispiele sind periodische Multilagen-Schichtsysteme für Röntgenoptiken, die durch Ionensputterverfahren (PVD) hergestellt werden. Zur Charakterisierung wird unter anderem die nanoanalytische Methode der geometrischen Phasenanalyse (GPA-Methode, siehe TF-Almanach 2005/2006) weiterentwickelt und angewendet. Diese TEM-Nanoanalytik-Verfahren haben sich als geeignet erwiesen, um die Entwicklung und Optimierung der Beschichtungstechniken zu unterstützen und um Eigenschaften des Röntgenreflexionsverhaltens zu verstehen und können somit zur Entwicklung von Produkten beitragen, deren Funktionen in der nanoskaligen Dimension begründet sind. Solche Verfahren finden auch Anwendung in einer technologieorientierten Zusammenarbeit mit dem Unternehmen Incoatec GmbH Geesthacht.

Dr. D. Häußler, Dr. E. Spiecker, M. Sc. F. Liu, Studienarbeit E. Janocha, Studienarbeit U. Roß, B. Ögüt. Kooperationen: INCOATEC GmbH, Geesthacht, Dr. J. Wiesmann / GKSS Forschungszentrum, Dr. M. Störmer, Prof. Dr. R. Bormann / Fraunhofer ISiT Itzehoe, Dr. G. Zwicker / Förderung durch HWT-Programme der ISH Innovationsstiftung S-H.

Aktuelle Arbeiten in 2007:

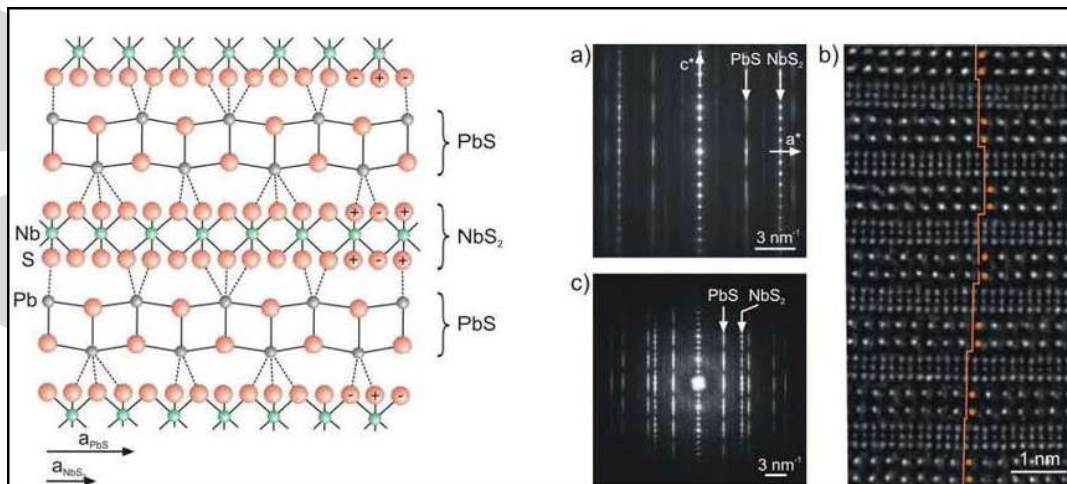


Abb. 2: (links) Projektion der atomaren Mikrostruktur des inkommensurablen Fehlanpassungs-Schichtsystems  $(PbS)_{1.14}NbS_2$  (schematisch). Abb. 2 (rechts) Untersuchungen des  $(PbS)_{1.14}NbS_2$  - Systems mit aberrationskorrigierter hochauflösender TEM: (a) Elektronenbeugungsbild entlang der kommensurablen Kristallrichtung zeigt ausgeprägte Verschmierungen der PbS Reflexe in  $c^*$  Richtung. (b) Lokale Stapelfolge der Einzelschichten mit Störungen der PbS-Unterstruktur. (c) Zugehöriges Diffraktogramm der HRTEM Abbildung.

- Weiterentwicklung der Methode der geometrischen Phasenanalyse (GPA-Methode) zur präzisen Bestimmung von Perfektion und Orientierung periodischer Multilagensysteme. Die Methode wurde an periodischen Schichtsystemen aus unterschiedlichen Materialklassen und an Multilagen-Schichtsystemen mit vertikalen Schichtdickengradienten angewendet. Solche Schichtsysteme sind für die zukünftige Anwendung in Synchrotron-Beamlines von Interesse. Ziel weiterer Entwicklungen ist es, Verfahren zur präzisen Schichtdickenbestimmung zu entwickeln und zur quantitativen Beurteilung der Strukturqualität industriell interessanter Multilagensysteme anzuwenden.

- TEM-Charakterisierung von großen Röntgenoptiken aus Einzel- und Multilagen-Schichtsystemen.

#### 4. Charakterisierung von Nanomaterialien mittels analytischer und hochauflösender TEM

Die verschiedenen Verfahren der analytischen und hochauflösende TEM werden in Kooperationen mit Partnergruppen angewendet, um Struktur, Morphologie und chemische Zusammensetzung von Nanomaterialien aus unterschiedlichen Herstellungsverfahren zu charakterisieren und damit zu einem Verständnis der Herstellungsprozesse und der physikalisch-chemischen Eigenschaften sowie zu einer Optimierung solcher Materialsysteme beizutragen. Potentielle Anwendungsfelder solcher Materialien sind beispielsweise die chemische Verfahrenstechnik, die Wasserstoffspeicherung oder die Informationstechnik.

*Aktuelle Arbeiten in 2007:*

- Charakterisierung von Nanorodstrukturen aus Zinkoxid (ZnO) auf Si-Substraten mittels TEM und SEM
- Eisenoxid (Fe-O)- und Eisenkarbid (Fe-C)-Nanopartikel an Kohlenstoff-Nanoröhren (CNTs) und ihre magnetischen Eigenschaften

*Dr. D. Häußler, M. Sc. F. Liu, Dr. E. Spiecker, Kooperation: State Key Laboratory for Silicon Materials, Dept. Materials Science and Engineering, Zhejiang University, Hangzhou, 310027, P.R. China. Prof. Ye Zizhen, Prof. Zhang Xiaobin.*

- TEM-Charakterisierung von Indiumarsenid (InAs)-Nanoplate-Strukturen aus Molekularstrahlepitaxie

*Dr. E. Spiecker, Kooperationen Prof. Dr. E. Johnson, Drs. M. Aagesen, C.B. Sørensen, J. Nygård, P.E. Lindelof, Nano Science Center, Niels-Bohr-Institute, University of Copenhagen, Denmark.*

- Untersuchungen von Zinn-Palladium (Sn-Pd)- und Kobalt-Nickel (Co-Ni)-Nanopartikeln mit Kern-Schale-Struktur mittels STEM, EDXS und EFTEM: Abb. 3 zeigt die Schritte bei der Analyse der Struktur und der Zusammensetzung eines Sn-Pd-Nanopartikels mit Kern-Schale-Struktur mittels der Methode des sog. Scanning TEM spectrum imaging. Zu den wesentlichen Schritten solcher Analysen gehören die Aufnahme eines EDX- bzw. EELS-Spektrums für jedes Abbildungs-Pixel, die korrekte Berücksichtigung des Spektrenuntergrundes sowie die Driftkorrekturen (z. B. Energiedrift im Falle der EELS-Daten). Das Verfahren erlaubt die quantitative Elementanalyse und die energiegefilterte Abbildung projizierter 2-dimensionaler Kompositionsverteilungen.

*Dr. D. Häußler, M. Sc. F. Liu, H. K. Venkath. Kooperationen: State Key Laboratory for Silicon Materials, Dept. Materials Science and Engineering, Zhejiang University, Hangzhou, 310027, P.R. China. FELMI Technische Universität Graz, Prof. Dr. F. Hofer.*

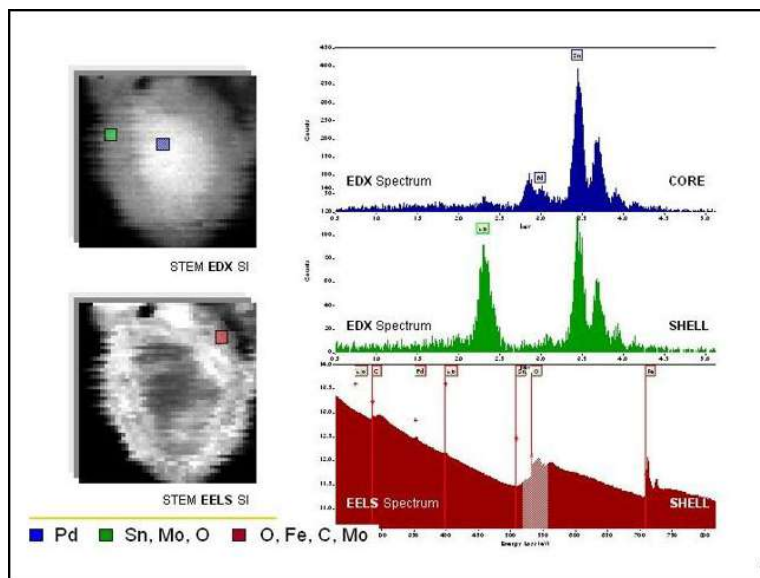


Abb. 3: Nanopartikel mit Core-Shell-Struktur - Resultate einer STEM-Spectrum-Imaging (SI)-Analyse: Partikel in STEM EDX SI-Abbildung (links oben), in STEM EELS SI Abbildung (links unten) sowie Beispiele für untergrund- und driftkorrigierte EDX- bzw. EELS-Spektren (rechts). Die Analyse ergibt hohen Pd-Anteil im Kernbereich und Hinweise auf die Bildung eines Sn-Oxids in der Schale sowie auf Fe- und Mo-Kontamination.

### 5. Halbleiter-Heteroepitaxie für hocheffiziente Solarzellen - Kristallwachstum und Defekte

Im Rahmen dieses Projektes werden Strukturuntersuchungen an heteroepitaktischen Dünnschichtsystemen für Kaskaden-solarzellen aus Schichtsystemen unterschiedlicher III-V- Verbindungshalbleiter (kurz: III-V-Kaskaden-solarzellen) mittels quantitativer Verfahren der Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) und hochauflösender Röntgenbeugung (HRXRD) durchgeführt. Ziel der Arbeiten ist es, eine Erhöhung der Solarzellenwirkungsgrade sowohl durch die Weiterentwicklung der Solarzellenkonzepte als auch durch eine intensive Prozesskontrolle zu erzielen.

Die höchsten Solarzellen-Wirkungsgrade werden zurzeit mit metamorphen Schichtstrukturen aus drei monolithisch gestapelten pn-Übergängen aus GaInP/GaInAs-Schichtsystemen auf Germanium-Substraten erreicht. Die pn-Übergänge werden mit elektrisch leitenden und optisch transparenten Tunnelioden verbunden. Diese Solarzellenstrukturen werden mittels metallorganischer Gasphasenepitaxie (MOVPE) hergestellt, wobei die exakte Einstellung der MOVPE-Wachstumsbedingungen eine Herausforderung darstellt und eine prozessbegleitende Strukturanalytik erfordert. Quantitative TEM-Analytik von Versetzungen und von Restspannungen in komplexen Schichtsystemen ist auch als Forschungsthema von großem Interesse.

*Dissertationsvorhaben Dipl.-Ing. J. Schöne, Dr. E. Spiecker, Kooperation Dr. A. Bett, Dr. F. Dimroth, Fraunhofer-Institut für*

Solare Energiesysteme FHG-ISE, Freiburg, Förderung durch DBU-Doktorandenstipendium / Förderung CAU. Förderung durch Alexander von Humboldt-Stiftung für Dr. E. Spiecker.

**Aktuelle Arbeiten in 2007:**

- Die Methode zur quantitativen Charakterisierung der 3D-Struktur von Schichtmaterialien (Statistische Tomographie), die auf einem in der Arbeitsgruppe entwickelten neuartigen Verfahren zur Präparation von Proben für die TEM beruht, wurde erfolgreich für die quantitative Untersuchung und Optimierung von Tripelsolarzellen aus unterschiedlichen III-V-Verbindungshalbleitern angewendet. Die Entwicklung nutzt eine iterative Prozessoptimierung, die von der engen Rückkopplung zwischen TEM-Analytik und Schichtherstellung profitiert.
- Untersuchungen eines neuen Pufferkonzeptes auf der Basis von Nitrid-Schichten für die Entwicklung von Solarzellen-Strukturen mit geringen Defektdichten.

**Personal**

Leiter/-innen: Prof. Dr. Wolfgang Jäger; Sekretariat: Katrin Brandenburg (50%)  
 Technisches Personal: Dr. Dietrich Häußler

Wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen:

PD Dr. Erdmann B. Spiecker (wiss. Assistent)	01.01.-31.12.2007	
Transmissionselektronenmikroskopie von Funktionsmaterialien und Nanomaterialien		
Dipl.-Phys. Magnus Garbrecht	01.01.-31.12.2007	DFG
DFG-Forschergruppe FOR 353, Elektronenmikroskopie von Chalkogenid-Schichtsystemen: Wachstum und Grenzflächenphänomene		
Ms. M. Sc. Fu Liu	01.01.-30.09.2007	Förderprogramm HWT der ISH
Transmissionselektronenmikroskopie von Nanomaterialien		
Dipl.-Ing. Jan Schöne	01.01.-31.12.2007	DBU Doktoranden-Stipendium
Charakterisierung und Optimierung von Kaskadensolarzellen aus III-V Halbleitern mittels TEM, HRXRD und AFM (Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme Freiburg, Arbeitsgruppe Dr. A. Bett)		
Mr. M.Sc. V. Burak Özdöl	01.10.-31.12.2007	
Transmissionselektronenmikroskopie von Si-Ge-Heterostrukturen, Ko-Betreuung einer externen Dissertationsarbeit durch Prof. W. Jäger (Kooperation mit Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart, Arbeitsgruppe Dr. P. Van Aken)		

**Vorlesungen, Seminare und Praktika**

*Winter 2006/2007*

Analytics I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
 Erdmann Spiecker

Transmission Electron Microscopy I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
 Erik Johnson (+ Erik Johnson, Wolfgang Jäger)

Analytical Methods in Materials Research, 2 Std. Seminar/Woche,  
 Erdmann Spiecker (+ Wolfgang Jäger, Erik Johnson)

Forschergruppenkolloquium WS 06/07, 1 Std. Seminar/Woche,  
Wolfgang Jäger (+ Richard Berndt, Wulf Depmeier, Franz Faupel, Olaf Magnussen, Michael Skibowski)

Laboratory Course: Scientific Methods, 4 Std. Praktikum/Woche,  
Kai Dolgner (+ Eugen Foca, Jürgen Carstensen, Tesfaye Shiferaw, Yongming Zhu, Wing Fong Chu, Vladimir Zaporozhchenko, Haile Takele, Seid Jebiril, Magnus Garbrecht, Fu Liu)

#### *Sommer 2007*

Analytics II, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Wolfgang Jäger

Transmission Electron Microscopy II, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Wolfgang Jäger

Microstructure Research of Thin Films and Nanostructures, 2 Std. Seminar/Woche,  
Wolfgang Jäger (+ Erdmann Spiecker)

Seminar für Festkörperphysik und Materialwissenschaft (Schwerpunkt im SS: Festkörperoberflächen und Grenzflächen), 1 Std. Seminar/Woche,  
Wolfgang Jäger (+ Franz Faupel)

Analytische Methoden, 2 Std. Vorlesung/Woche,  
Wolfgang Jäger

Laboratory Course: Functional Materials, 4 Std. Praktikum/Woche,  
Kai Dolgner (+ Magnus Garbrecht, Malte Leisner, Andreas Schütt, Mohammed Qasim Shaik, V. S. K. Chakravadhanula, Wing Fong Chu, Christian Hanisch)

Einführung in die praktische Transmissionselektronenmikroskopie, 1 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Erdmann Spiecker

#### *Winter 2007/2008*

Analytics I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Wolfgang Jäger (+ Wolfgang Jäger)

Transmission Electron Microscopy I, 2 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Erdmann Spiecker (+ Erdmann Spiecker)

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

Laboratory Course: Scientific Methods, 4 Std. Praktikum/Woche,  
Kai Dolgner (+ Andreas Schütt, Wing Fong Chu, Vladimir Zaporozhchenko, Mohammed Qasim Shaikh, Seid Jebiril, Magnus Garbrecht, Dietrich Häußler, Dirk Meyners)

Materialwissenschaft III, 3 (+ 1) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Wolfgang Jäger

Einführung in die praktische Transmissionselektronenmikroskopie, 1 (+ 2) Std. Vorlesung (+ Übungen)/Woche,  
Erdmann Spiecker

#### **Drittmittel**

DFG, *Forschergruppe: Chalkogenid-Schichtstrukturen: Wachstum und Grenzflächenphänomene, TP 8*,  
01.07.2002-31.12.2007 (94346 EUR)

DFG, *Forscherguppe: Chalkogenid-Schichtstrukturen: Wachstum und Grenzflächenphänomene, TP 8*, 01.07.2004-31.12.2007 (62305 EUR)

ISH EFRE e-region plus, *Organische Nanometalle*, 01.01.2006-31.12.2007 (25000 EUR)

DFG, *Mikroskopische Charakterisierung von inkommensurablen Grenzflächen in modulierten Fehlpassungsschichtstrukturen mittels ultrahochauflösender Durchstrahlungselektronenmikroskopie*, 07.12.2007-06.12.2009 (143659 EUR)

ISH, *TEM - Nanoanalytik zur Entwicklung von incoatec Synchrotronoptiken*, 01.07.2007-30.06.2009 (96000 EUR)

Reisekosten-Unterstützung durch Department of Energy USA, *Forschungsaufenthalt am National Center for Electron Microscopy (NCEM), Lawrence Berkeley National Laboratories (LBL), in Berkeley / California, U. S. A.* (Reisekosten), 23.07.-17.08.2007 (2000 EUR)

EMS European Microscopy Society, *Förderung einer Konferenzteilnahme (Materials Research Society MRS Fall Meeting 2007 Boston, U. S. A.) für Magnus Garbrecht*, 26.-30.11.2007 (500 EUR)

Feodor Lynen Forschungsstipendium der Alexander von Humboldt-Stiftung, *für Herrn Dr. E. Spiecker für Forschungsaufenthalt im Rahmen einer Forschungs Kooperation am National Center for Electron Microscopy (NCEM), Lawrence Berkeley National Laboratories (LBL), in Berkeley / California, U. S. A.*, 01.06.-31.07.2007 (7666 EUR)

## Weitere Zusammenarbeiten, Technologietransfers und Konsultationen

Die Abteilung Mikrostrukturanalytik hat auch in 2007 Arbeiten für die Industrie, für Hochschulgruppen und für externe Forschungseinrichtungen im Rahmen des Technologietransferangebotes durchgeführt. Schwerpunkte lagen bei der Strukturcharakterisierung von Dünnschichtsystemen und Grenzflächen, von Oberflächen, von Nanomaterialien, bei der Defektanalyse und bei der Optimierung und Qualitätskontrolle von Funktionsschichten. Einige Partner und Themen in 2007 sind im folgenden aufgeführt:

### Industrie

Wissenschaftliche Zusammenarbeit mit Firma Incoatec GmbH, Geesthacht, Dr. J. Wiesmann, zur TEM-Analytik ultradünner Schichten für Synchrotronanwendungen (Studienarbeit E. Janocha, Studienarbeit U. Roß).

Wissenschaftliche Zusammenarbeit mit Fa. Ormecon International Ormecon GmbH, Ammersbek: TEM-Untersuchungen im Rahmen des Projektes „Organische Nanometalle“, Förderung durch das Programm Innovative Maßnahmen \_e-region plus\_ mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und der Innovationsstiftung Schleswig-Holstein (ISH).

### Hochschulen

Verschiedene wissenschaftliche Zusammenarbeiten mit Arbeitsgruppen in der CAU im Rahmen der DFG Forschergruppe „Chalkogenid-Schichtstrukturen: Wachstum und Grenzflächenphänomene“ und der Projektförderung „Organische Nanometalle“.

Beteiligung an der CAU Graduiertenschule *Human Development in Landscapes* (DFG-Förderung): Mitantragsteller, Projektvorschlag zur Unterstützung eines Forschungsprojektes am Archäologischen Landesmuseum in der Stiftung Schleswig-Holsteinische Landesmuseen Schloss Gottorf in Schleswig unter Leitung von Prof. Dr. C. v. Carnap-Bornheim zur Materialanalyse von Metallobjekten mit elektronenmikroskopischen Methoden (TEM, SEM/FIB) und unter Einbeziehung des CMA (Dr. K. Kelm) der TF, Vorlesungsangebote, Mitarbeit im Vorstand (Prof. Dr. W. Jäger).

Unterstützung verschiedener wissenschaftlicher Arbeiten von Arbeitsgruppen in der CAU: AG Prof. Dr. F. Faupel, AG Dr. A. Krüger.

CAU Technische Fakultät: Einweisung von Doktoranden in die Nutzung von TEM (AG Prof. Dr. Faupel).

Zhejiang University, Dept. Materials Science and Engineering and State Key Laboratory for Silicon Materials, Hangzhou, P.R. China, Prof. Ye Zizhen, Prof. Zhang Xiaobin: Wissenschaftliche Zusammenarbeit zur TEM-Analytik bei der Prozessierung von Nanomaterialien (Master-Thesis A. Lemke).

University of Michigan, Dept. Materials Science and Engineering, Ann Arbor, U.S.A., Prof. J. Mirecki-Millunchick: Gemeinsame Betreuung einer wissenschaftlichen Arbeit zur Charakterisierung von Verbindungshalbleiter-Materialien.

#### *Forschungseinrichtungen*

GKSS Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Abt. Nanotechnologie, Dr. M. Dornheim, Prof. Dr. R. Bormann: Analytische TEM von Nanopulvermaterialien für die Wasserstoffspeicherung.

GKSS Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Institut für Werkstofforschung, Geesthacht, Dr. M. Stoermer / Prof. Dr. R. Bormann, wissenschaftliche Kooperation: TEM-Charakterisierung von Nanoschichten für die Entwicklung grosser Röntgenoptiken.

Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie (ISiT), Itzehoe, Dr. P. Lange, Dr. P. Merz, Dr. B. Wagner: TEM-Untersuchungen von Materialien für die Entwicklung von Sensormaterialien.

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE), Freiburg, Dr. A. Bett, wissenschaftliche Kooperation: Analytische TEM zur Entwicklung von hocheffizienten Halbleiter-Heterostruktur-Solarzellen.

Max-Planck-Institut für Metallforschung Stuttgart, Germany: Wissenschaftliche Kooperation mit Dr. P. Van Aken und Dr. W. Sigle: TEM-Charakterisierung von magnetischen Vielfachschichten und Halbleiter-Heterostrukturen; Gemeinsame Betreuung einer Master-Arbeit und eines Doktoranden.

#### *Messen und Workshops*

Die Kontakte mit der Industrie wurden auch im Rahmen von Vorträgen bei Messen und Workshops befördert. Dazu gehören in 2007 die folgenden Veranstaltungen:

Workshop zur Vorbereitung einer Antragstellung bei der EU (Koordination GKSS Forschungszentrum Geesthacht GmbH), Düsseldorf Airport, 30.3.2007, W. Jäger: Nanoanalytik mit Elektronen für Material- und Oberflächenforschung.

2. Lübecker Werkstoffmesse, Media Docks Lübeck, 6.11.2007, W. Jäger: Materialanalytik mit Elektronen für Forschung und Industrie.

### **Diplom- und Master-Arbeiten**

Timotheus Kaiser, *Analytische TEM Untersuchungen von FePt-Vielfachschichten / Analytical TEM Investigation of FePt-Multilayers* (in Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart), 02.08.2007

Andrea Lemke, *TEM-Charakterisierung der Struktur und Morphologie von ZnO Nanorods / TEM characterization of the microstructure and morphology of ZnO nanorods*, 09.08.2007

Shannon R. Brooks-Lehnert, *The Characterization of III-V Semiconductors* (in Zusammenarbeit mit der University of Michigan, Ann Arbor, U. S. A. ), 13.11.2007

### **Dissertationen / Habilitationen**

Dr. E. Spiecker, *Habilitation im Fach Materialwissenschaft mit der Habilitationsschrift zum Thema Development of Quantitative TEM Techniques and Their Use in Microstructure Studies of Thin Film Materials und einem Habilitationsvortrag zum Thema Superlubricity*, 11.07.2007

## Veröffentlichungen

erschienen im Jahre 2007

- X.Q. Gu, L.P. Zhu, Z.Z. Ye, H.P. He, Y.Z. Zhang, F. Huang, M.X. Qiu, Y.J. Zeng, F. Liu, W. Jäger, *Room-temperature photoluminescence from ZnO/ZnMgO multiple quantum wells grown on Si (111) substrates*, Applied Physics Letter, **91**, 022103 (2007)
- M. Aagesen, E. Johnson, C.B. Sørensen, S.O. Mariager, R. Feindenhans'1, E. Spiecker, J. Nygard, P.E. Lindelof, *Molecular beam epitaxy of free-standing plane-parallel InAs nanoplates*, Nature Nanotechnology, **2**, 761 - 764 (2007)
- M. Garbrecht, E. Spiecker, W. Jäger, K. Tillmann, *Aberration-corrected HRTEM of the incommensurate misfit layer compound (PbS)1.14NbS2*, in Quantitative Electron Microscopy for Materials Science, edited by E. Snoeck, R. Dunin-Borkowski, J. Verbeeck, and U. Dahmen (Mater. Res. Soc. Symp. Proc. Vol. 1026E, Warrendale, PA, 2007), 1026-C10-01, (2007)
- E. Spiecker, V. Radmilovic, U. Dahmen, *Quantitative TEM analysis of 3D grain structure in CVD-grown SiC films using double-wedge geometry*, Acta Mater., **55**, 3521 - 3530 (2007)
- D. Häussler, E. Spiecker, W. Jäger, M. Störmer, R. Bormann, C. Michaelsen, J. Wiesmann, G. Zwicker, R. Benbalagh, J.-M. Andre, P. Jonnard, *Quantitative TEM characterizations of La/B4C and Mo/B4C ultrathin multilayer gratings by the geometric phase method*, Microel. Eng., **84**, 454 - 459 (2007)
- E. Spiecker, E. Johnson, M. Aagesen, C.B. Sørensen, P.E. Lindelof, W. Jäger, *CBED crystal polarity analysis of compound semiconductor nanostructures*, Proc. Microscopy Conference 2007 (Saarbrücken), Microscopy and Microanalysis, Eds. T. Gemming, U. Hartmann, P. Mesters, P. Walther, Publisher: Cambridge University Press, **13(3)**, 120 - 121 (2007)
- E. Spiecker, V. Radmilovic, U. Dahmen, *Novel double-wedge sample preparation technique for quantitative TEM analysis of 3D structure in thin films and at buried interfaces*, Proc. Microscopy Conference 2007 (Saarbrücken), Microscopy and Microanalysis, Eds. T. Gemming, U. Hartmann, P. Mesters, P. Walther, Publisher: Cambridge University Press, **13(3)**, 92 - 93 (2007)
- E. Spiecker, M. Garbrecht, C. Dieker, W. Jäger, U. Dahmen, *High-resolution TEM and diffraction study of layer stacking and long-period undulations in the incommensurate misfit layer compound (PbS)1.14NbS2*, Proc. Microscopy Conference 2007 (Saarbrücken), Microscopy and Microanalysis, Eds. T. Gemming, U. Hartmann, P. Mesters, P. Walther, Publisher: Cambridge University Press, **13(3)**, 424 - 425 (2007)
- E. Johnson, M. Aagesen, C.B. Sørensen, J. Nygard, P.E. Lindelof, E. Spiecker, W. Jäger, *TEM of Free Standing InAs Nanoplates Grown by Molecular Beam Epitaxy*, Proc. Microscopy Conference 2007 (Saarbrücken), Microscopy and Microanalysis, Eds. T. Gemming, U. Hartmann, P. Mesters, P. Walther, Publisher: Cambridge University Press, **13(3)**, 322 - 323 (2007)
- D. Häussler, F. Liu, W. Jäger, W. Rechberger, F. Hofer, X.B. Zhang, *STEM, EDXS and EFTEM Investigations of Sn-Pd and Co-Ni Nanoparticles with Core-Shell Structures*, Proc. Microscopy Conference 2007 (Saarbrücken), Microscopy and Microanalysis, Eds. T. Gemming, U. Hartmann, P. Mesters, P. Walther, Publisher: Cambridge University Press, **13(3)**, 434 - 435 (2007)
- F. Liu, W. Jäger, X. Zhang, Y. Zeng, L. Zhu, Z. Ye, *TEM and SEM characterizations of Aligned ZnO Nanorods on Si Substrates*, Proc. Microscopy Conference 2007 (Saarbrücken), Microscopy and Microanalysis, Eds. T. Gemming, U. Hartmann, P. Mesters, P. Walther, Publisher: Cambridge University Press, **13(3)**, 408 - 409 (2007)
- F. Liu, W. Jäger, X. Zhang, G. Yi, J. Cheng, *Fe Oxide and Fe Carbide Nanoparticles on CNTs and their Magnetic Properties*, Proc. Microscopy Conference 2007 (Saarbrücken), Microscopy and Microanalysis, Eds. T. Gemming, U. Hartmann, P. Mesters, P. Walther, Publisher: Cambridge University Press, **13(3)**, 270 - 271 (2007)
- J. Schöne, E. Spiecker, W. Jäger, F. Dimroth, A.W. Bett, *Dislocation blocking in diluted nitride step-graded buffer structures*, Proc. Microscopy Conference 2007 (Saarbrücken), Microscopy and Microanalysis, Eds. T. Gemming, U. Hartmann, P. Mesters, P. Walther, Publisher: Cambridge University Press, **13(3)**, 382 - 383 (2007)
- E. Spiecker, *Development of Quantitative TEM Techniques and Their Use in Microstructure Studies of Thin Films*,

- Habilitationsschrift, (2007)
- W. Jäger, *TEM von ultradünnen Multilagern auf Silizium-Substraten und Gratings, Ergebnisbericht zur Projektförderung der F + E - Kooperation Förderprogramm Hochschule - Wirtschaft - Transfer 2004 - 2006 der Innovationsstiftung Schleswig-Holstein*, Innovationsstiftung Schleswig-Holstein, (2007)
- W. Depmeier, W. Schattke, L. Kipp, M. Skibowski, R. Adelung, V. Zaporojtchenko, F. Faupel, R. Berndt, W. Jäger, E. Spiecker, O. Magnussen, F. Tuzek, *Schlussbericht der Forschergruppe FOR 353 Chalkogenid-Schichtstrukturen: Wachstum und Grenzflächenphänomene*, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, DFG, (2007)
- M. Störmer, D. Häußler, W. Jäger, R. Bormann, *Large X-ray Optics: Fabrication and Characterization of Single and Multilayer Mirrors*, Optics and Precision Engineering 15, 12, 1869 - 1877 (2007)

## Präsentationen

- E. Spiecker, *Mikroskopie mit Elektronen*, Vortrag für den Leistungskurs Physik der Kieler Gelehrtenschule, Kiel, Deutschland, 23.02.2007
- E. Spiecker, *Applications of transmission electron microscopy for investigation of self-assembled nanostructures*, Nano-Science Center, Niels-Bohr-Institut, Universität Kopenhagen, eingeladener Vortrag, Kopenhagen, Dänemark, 14.03.2007
- E. Spiecker, *New developments in quantitative 3D structure analysis of thin solid films by transmission electron microscopy*, Research Center Riso, eingeladener Vortrag, Risoe, Dänemark, 15.03.2007
- E. Spiecker, *Polarity determination by CBED and characterization of defects, interfaces and nanostructures in polar crystals*, 3rd German-Japanese School on Convergent Beam Electron Diffraction, Universität Ulm, eingeladener Vortrag, Ulm, Deutschland, 22.-24.03.2007
- W. Jäger, *Nanoanalytik mit Elektronen für Material- und Oberflächenforschung*, Int. Workshop zur Vorbereitung einer EU-Antragstellung (Koordination GKSS Forschungszentrum GmbH Geesthacht) (invited lecture), Düsseldorf, Deutschland, 30.03.2007
- E. Spiecker, V. Radmilovic, U. Dahmen, *Quantitative TEM analysis of 3D grain structure in CVD-grown SiC films using double-wedge geometry*, Conference Microscopy of Semiconducting Materials XV (MSM 2007), Cambridge, U. K., 02.-05.04.2007
- M. Störmer, D. Häußler, W. Jäger, R. Bormann, *Large X-ray Optics: Fabrication and Characterization of Single and Multilayer Mirrors*, Sino-German High-Level Expert Symposium on X-ray Optics, Shanghai, China, 15.-20.04.2007
- W. Jäger, *Faszination Nanokosmos - Mit Elektronen zu den Grenzen des Sichtbaren*, Vortragsreihe der Schleswig-Holsteinischen Universitätsgesellschaft, Norderstedt, Deutschland, 24.04.2007
- W. Jäger, J. Wiesmann, *Meister der Präzision - Verfahren zur Entwicklung von Prototypen für Röntgenoptiken*, Vortrag auf Einladung beim Kieler Salon, Kiel, Deutschland, 08.05.2007
- W. Jäger, *Faszination Nanokosmos - Mit Elektronen zu den Grenzen des Sichtbaren*, Vortragsreihe der Schleswig-Holsteinischen Universitätsgesellschaft, Quickborn, Deutschland, 10.-10.05.2007
- W. Jäger, *Effects of Interface Incommensurability in Misfit Layer Compounds and Epitaxial Layers*, PIC2007 Workshop on Interfaces, Carnegie-Mellon University Pittsburgh, U. S. A. (invited lecture), Pittsburgh, U. S. A., 20.-24.06.2007
- E. Spiecker, *Double-Wedge Technique for Quantitative TEM Analysis of 3D Structure and Buried Interfaces in Thin Films*, Seminar of the National Center for Electron Microscopy (NCEM), eingeladener Vortrag, Berkeley, U.S.A., 23.07.2007
- E. Spiecker, E. Johnson, M. Aagesen, C.B. Sørensen, P.E. Lindelof, W. Jäger, *CBED crystal polarity analysis of compound semiconductor nanostructures*, Microscopy Conference MC 2007, 33rd Conference of the DGE Deutsche Gesellschaft für Elektronenmikroskopie e. V., eingeladener Vortrag, Saarbrücken, Deutschland, 02.-07.09.2007
- E. Spiecker, V. Radmilovic, U. Dahmen, *Novel double-wedge sample preparation technique for quantitative TEM analysis of 3D structure in thin films and at buried interfaces*, Microscopy Conference MC 2007, 33rd Conference of the DGE Deutsche Gesellschaft für Elektronenmikroskopie e. V., eingeladener Vortrag, Saarbrücken, Deutschland, 02.-07.09.2007

- D. Häußler, F. Liu, W. Jäger, B. Schaffer, W. Rechberger, W. Grogger, F. Hofer, X.B. Zhang, *STEM, EDXS and EFTEM Investigations of Co-Ni and Sn-Pd Nanoparticles*, Microscopy Conference MC 2007, 33rd Conference of the DGE Deutsche Gesellschaft für Elektronenmikroskopie e. V., Saarbrücken, Deutschland, 02.-07.09.2007
- F. Liu, W. Jäger, X. Zhang, Y. Zeng, L. Zhu, Z. Ye, *TEM and SEM characterizations of Aligned ZnO Nanorods on Si Substrates*, Microscopy Conference MC 2007, 33rd Conference of the DGE Deutsche Gesellschaft für Elektronenmikroskopie e. V., Saarbrücken, Deutschland, 02.-07.09.2007
- F. Liu, W. Jäger, X. Zhang, G. Yi, J. Cheng, *Fe Oxide and Fe Carbide Nanoparticles on CNTs and their Magnetic Properties*, Microscopy Conference MC 2007, 33rd Conference of the DGE Deutsche Gesellschaft für Elektronenmikroskopie e. V., Saarbrücken, Deutschland, 02.-07.09.2007
- J. Schöne, E. Spiecker, F. Dimroth, W. Jäger, A.W. Bett, *Dislocation blocking in dilute nitride step-graded buffer structures*, Microscopy Conference MC 2007, 33rd Conference of the DGE Deutsche Gesellschaft für Elektronenmikroskopie e. V., Saarbrücken, Deutschland, 02.-07.09.2007
- D. Häußler, E. Spiecker, W. Jäger, A.E. Örs, V.B. Özdöl, A. Lemke, F. Liu, M. Störmer, C. Michaelsen, J. Wiesmann, A. Oehr, G. Zwicker, *Quantitative TEM characterizations of multilayer systems for X-ray optics*, EUROMAT 2007, European Congress on Advanced Materials and Processes, Nürnberg, Deutschland, 10.-13.09.2007
- F. Hertlein, J. Wiesmann, A. Oehr, S. Kroth, C. Michaelsen, D. Häußler, W. Jäger, *The Deposition Process of Nanoscaled Multilayer Coatings for X-ray Optics*, EUROMAT 2007, European Congress on Advanced Materials and Processes, Nürnberg, Deutschland, 10.-13.09.2007
- E. Spiecker, *New developments in quantitative 3D structure analysis of thin solid films by transmission electron microscopy*, Yucomat 2007 Conference, eingeladener Vortrag, Herceg Novi, Montenegro, 10.-14.09.2007
- W. Jäger, *Quantitative High-Resolution TEM for Advanced Materials Science*, 10th Int. Conference on Advanced Materials IUMRS-ICAM 2007, Symposium on Microscopy of Materials (invited lecture), Bangalore, Indien, 08.-15.10.2007
- W. Jäger, *Interface and Surface Phenomena of Transition Metal Dichalcogenide Crystals*, Colloquium at Beijing Institute of Technology (BIT) (invited lecture), Beijing, China, 17.10.2007
- W. Jäger, *Quantitative High-Resolution TEM for Advanced Materials Science*, 12th Beijing Conference and Exhibition on Instrumental Analysis BCEIA 2007, Symposium on Electron Microscopy and Materials Science (invited keynote lecture), Beijing, China, 18.-21.10.2007
- W. Jäger, *Materialanalytik mit Elektronen für Forschung und Industrie*, 2. Lübecker Werkstoffmesse, Media Docks (eingeladener Vortrag), Lübeck, Deutschland, 06.11.2007
- E. Spiecker, *Quantitative Transmissionselektronenmikroskopie an Dünnen Schichten, Grenzflächen und Nanostrukturen*, Symposium: Mikrostrukturanalytik der Festkörper, TU Dresden, eingeladener Vortrag, Dresden, Deutschland, 08.-09.11.2007
- W. Jäger, *High-resolution TEM of Layered Crystals and Incommensurate Misfit Layer Compounds and Their Interfaces*, Dutch Society for Microscopy, Symposium on Microscopy in Life and Materials Science (invited lecture), Lunteren, Niederlande, 19.-20.11.2007

## Andere Aktivitäten und Ereignisse

Herr *Dr. Erdmann Spiecker* hat am 11.07.2007 mit einem Vortrag zum Thema „Superlubricity“ seine Habilitation erfolgreich abgeschlossen. Der Titel der Habilitationsschrift lautete: „Development of Quantitative TEM Techniques and Their Use in Microstructure Studies of Thin Film Materials“. Am 11.10.2007 wurde Herrn Spiecker vom Rektor der CAU zu Kiel die Venia Legendi für das Fach Materialwissenschaft erteilt.

Herr *Dr. Erdmann Spiecker* hat einen durch ein Feodor-Lynen-Forschungsstipendium der Alexander-von-Humboldt-Stiftung finanziell unterstützten Forschungsaufenthalt am National Center for Electron Microscopy (NCEM), Lawrence Berkeley National Laboratories (LBL), in Berkeley / California, U. S. A. ( 01.06.2007 - 31.07.2007) verbracht. Seine Arbeiten befassten sich mit Weiterentwicklungen zur TEM-Methode der so genannten statistischen Tomographie.

*Prof. Dr. Wolfgang Jäger* hat auf Einladung einen Forschungsaufenthalt am National Center for Electron Microscopy

(NCEM), Lawrence Berkeley National Laboratories (LBL), in Berkeley/ California, U. S. A. (23.7.2007 - 17.8.2007) verbracht (Finanzielle Unterstützung DOE USA).

*Prof. Dr. Wolfgang Jäger* hat im WS 2006 / 2007 sein erstes Forschungsfreisemester angetreten und dieses zur Mittragstellung bei Anträgen für Forschungsgelder und für die Förderung des Technologietransfers unter Nutzung der jetzt zur Verfügung stehenden TEM-Verfahren zur Materialanalytik verwendet. Beispiele sind die Beteiligungen an 2 Antragstellungen im Rahmen der EU-Förderung (EU FP7 PEOPLE-2007 Projekt „SEMWIRES“ und EU FP7-ENERGY-2007-1-RTD, Topic ENERGY.2007.1.2.4, Projekt „Novel nanostructured materials for hydrogen storage“), die Mittragstellung und Mitarbeit bei der CAU Graduiertenschule „Human Development in Landscapes“ (DFG-Förderung, Koordinator Prof. Dr. J. Müller Institut für Ur- und Frühgeschichte der CAU) sowie die Mittragstellung für eine Forschungsk Kooperation mit dem Unternehmen Incoatec GmbH Geesthacht (Projekt Synchrotronoptiken, HWT-Förderung der ISH).

*Prof. Dr. Wolfgang Jäger* ist Mitglied des Editorial Board der Zeitschrift Journal of Materials Science des Springer Verlages.

Entwicklung eines Angebotes für wissenschaftliche Weiterbildung zu „Materialanalytik für Forschung und Industrie - Moderne Methoden der Materialanalytik und deren Anwendungen in den Oberflächen-, Schicht- und Nanotechnologien“ (Prof. W. Jäger); Programm CAU Wissenschaftliche Weiterbildung in Kooperation mit dem Weiterbildungszentrum Tannenfelde, [www.uni-kiel.de/wiss-weiterbildung](http://www.uni-kiel.de/wiss-weiterbildung).

Kieler Labor für analytische Transmissionselektronenmikroskopie: Die AG Mikrostrukturanalytik hat weiterhin aktiv die Maßnahmen des TF-Dekanates / CMA zur Umsetzung des Projektes *Nanoanalytik mit Elektronen (TEM) für Materialforschung, Oberflächenforschung, Nanowissenschaften und Nanosystemtechnik* (Initiative und Projektkoordination bis zur Mitteleinwerbung 2005 Prof. W. Jäger) mit verschiedenen Beiträgen zur Geräteinstallation (Beginn 26.2.2007) und zur Ausrüstung des Labors unterstützt (D. Häußler, E. Spiecker, W. Jäger).

#### **Veranstaltungen 2007 - Teilnahme auf Einladung Prof. Dr. Wolfgang. Jäger**

Innovationskongress der IHK Schleswig-Holstein, Kiel, 15.3.2007

Einweihungsveranstaltung INCOATEC GmbH GITZ Geesthacht, 20.04.2007

COSY „Complex Solid State Reactions for Energy Efficient Hydrogen Storage“, Workshop GKSS Research Centre, Geesthacht, Germany, 11.5.2007

Parlamentarischer Abend, Landesvertretung Schleswig-Holstein in Berlin, 11.6.2007

Zukunftsprogramm Wirtschaft, Der Ministerpräsident des Landes Schleswig-Holstein, FHG ISiT Itzehoe, 15.6.2007

6. Peter-Paul-Ewald-Kolloquium MPI Metallforschung Stuttgart, 06. 07. 2007

20 Jahre Schmidt-Römhild-Technologiepreis, Media Docks Lübeck 1.11.2007

2nd International Workshop on Functional Materials for Mobile Hydrogen Storage, Presented by the Helmholtz-Initiative Funchy and FZK/HyTecGroup, Forschungszentrum Karlsruhe, 20.- 21.11. 2007

Mehr Raum für Wirtschaft, Der Ministerpräsident des Landes Schleswig-Holstein, TriBühne Norderstedt, 28.11.2007

GKSS-Jahrestagung, Hamburg-Harburg, 29.11.2007

Jahresempfang der Landeshauptstadt Kiel für die Hochschulen in Kiel, 30.11.2007

Inauguration Ceremony, Center for Nanoscopy, Technical University Denmark, Copenhagen-Lyngby, Denmark, 6.-7-12.2007

#### **Gastwissenschaftler 2007**

Herrn Prof. Dr. Erik Johnson, Nano Science Center, Niels-Bohr-Institute, University of Copenhagen, Denmark, wurde auf Antrag von Prof. W. Jäger und auf Einladung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel mit Unterstützung der Landesregierung Schleswig-Holstein die Gastprofessur Øresund-Region im Wintersemester 2006/2007 verliehen.

#### ***Organisation und Beiträge zu internationalen Tagungen 2007 Prof. Dr. Wolfgang Jäger***

Organisation und Session Chairman des Symposiums „Thin Films, Layered Structures, and Interfaces - Applications in Materials Science“ der Microscopy Conference 2007, Sept 2-7, 2007, Saarland University, Saarbrücken, Germany, der Deutsche Gesellschaft für Elektronenmikroskopie / German Society for Electron Microscopy <http://www.uni-saarland.de/mc2007>

Keynote Speaker and Session Chairman 12th Beijing Conference and Exhibition on Instrumental Analysis BCEIA 2007 Symposium on Electron Microscopy and Materials Science Beijing, China, October 18-21, 2007 [www.bceia.org](http://www.bceia.org)

Member of the International Advisory Committee of the International Conference on Electron Microscopy of Solids EMS2008, Krakow-Zakopane, Poland 10.-14.6.2008

#### ***Gutachtertätigkeiten 2007 Prof. Dr. Wolfgang Jäger***

Verschiedene Gutachtertätigkeiten für Forschungsdrittmittelgeber. Gutachtertätigkeiten für mehrere internationale wissenschaftliche Fachzeitschriften. Fachliche Begutachtungen im Inland und im Ausland. Mitglied von Promotionsverfahren und Habilitationsverfahren.

#### ***Universitätsgremien***

Mitglied der CAU\_TF Berufungskommission der TF Nachfolge Professor Heuberger (Prof. Dr. Wolfgang Jäger)

Mitglied einer CAU-Kommission zur Untersuchung wissenschaftlichen Fehlverhaltens (Prof. Dr. Wolfgang Jäger)

Mitglied der CAU\_TF Berufungskommission der TF Nachfolge Professor Brocks (Dr. Erdmann Spiecker)

Mitglied des Vorstandes der DFG-geförderten Graduiertenschule „Human Development in Landscapes“ (Prof. Dr. Wolfgang Jäger)

#### ***Aktivitäten für Schulen 2007***

Vorträge mit Informationsbeiträgen zu den Studiengängen der TF für Schülerinnen und Schüler und für Lehrer aus Gymnasien in S-H:

23.02.2007 Kieler Gelehrtenschule, E. Spiecker Vortrag „Mikroskopie mit Elektronen“

26.4.2007 CAU Technische Fakultät, W. Jäger Vortrag „Nanoanalytik mit Elektronen für die Material- und Oberflächenforschung“

#### ***Weitere Tätigkeiten Prof. Dr. Wolfgang Jäger***

Mitglied des Geschäftsführungsgremiums der Deutschen Gesellschaft für Elektronenmikroskopie (bis September 2007).

#### ***Gäste im Jahr 2007 TF-Kolloquium, Forschergruppen-Seminar und Arbeitsgruppen-Seminar***

Institutseminare Prof. Erik Johnson, Niels-Bohr-Institute, University of Copenhagen, Denmark (Øresund-Gastprofessur im WS 2006/2007):

22.1.2007 „Nanowires and Nanoflakes of GaAs and InAs grown by MBE“

29.1.2007 „The microstructure of Cu-Co alloys - a system with metastable miscibility gap“

14.05.2007 TF Kolloquium, PD Dr. Peter A. van Aken, Zentrum für Transmissionselektronenmikroskopie, Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart: „Detection of Magnetic Linear and Circular Dichroism in Analytical Transmission Electron Microscopy“

10.12.2007 TF Kolloquium, Prof. Dr. Wolfhard Möller, Institut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung, Forschungszentrum Dresden-Rossendorf und Institut für Angewandte Physik, Technische Universität Dresden: „Nanostructures by Ion-Driven Self-Organisation“

# Institut für Materialwissenschaft

## Zur Entwicklung des Instituts

Das Institut für Materialwissenschaft hat sich in 2007 konsolidiert. Im Rahmen zweier Vollversammlungen wurde insbesondere ein Institutsbeirat gewählt (Prof. Dr. W. Jäger und Prof. Dr. E. Quandt (Prof.); Herr PD Dr. K. Rätzke (wiss. MA); Frau. K. Brandenburg (nichtwiss. MA); Herr E. Lage (Stud.) und eine Satzung verabschiedet. Weiterhin sind umfangreiche eigene Internetseiten entstanden.

Das Institut für Materialwissenschaft ist weiterhin auf Wachstumskurs. In 2007 wurden insbesondere 3 neue, der Materialwissenschaft zugeordnete, Professuren implementiert.

Im Mai 07 war Herr **Dr. Rainer Adelong** zusammen mit der CAU / Materialwissenschaft erfolgreich bei der Beantragung einer DFG Heisenberg-Professur. Herr Adelong ist mit seiner Forschungsgruppe „Funktionale Nanomaterialien“ inzwischen fest in das Institut eingebunden.

Herr **Dr. Bernd Wagner** erhielt den Ruf auf die zusammen mit dem ISIT neu geschaffene W3 Professur „Materialien und Prozesse der Nanosystemtechnik“. Diese Professur ist die 2. gemeinsame Professur mit dem ISIT und steht ganz im Zeichen der von beiden Seiten gewünschten engeren Kooperation. Geplant sind gemeinsame Projekte im „Kieler Nanolabor“ mit Schwerpunkt „Nanosystemtechnik“.

Über die Einwerbung einer zweiten DFG Heisenbergprofessur wird es voraussichtlich gelingen, Herrn **Dr. Lorenz Kienle** vom MPI Festkörperforschung, Stuttgart, an das Institut zu binden; sämtliche Berufungsformalitäten wurden im Dez. 07 abgeschlossen. Herr Kienle hat seinen Forschungsschwerpunkt im Umfeld des Kieler Nanolabors, insbesondere in der Transmissionselektronenmikroskopie (TEM), und wird in diesem Kontext seine bereits existierenden Kooperationen mit der Kieler Chemie einbringen.

Weiterhin erging ein Ruf an Herrn **Jun. Prof. Dr.-Ing. Jörn Mosler**, Uni Bochum, im Zuge der Nachfolge von Herrn **Prof. Dr. Wolfgang Brocks**, der am 17.12.07 im Rahmen eines Festkolloquiums in den Ruhestand verabschiedet wurde. Mit einer Entscheidung ist im Frühjahr 08 zu rechnen. In diesem Zusammenhang war es besonders erfreulich, dass Herrn **Brocks** im März 07 die **August-Wöhler Medaille** für herausragende Leistungen auf dem Gebiet der Werkstoffmechanik verliehen wurde, darüber hinaus wurde er im Juli 07 zum **Ehrenmitglied** der italienischen Bruchmechanikgruppe ernannt; „in acknowledgement and appreciation of his outstanding achievement in the research field of fracture mechanics and development of cohesive models“.

Herr **Dr. Erdmann Spiecker**, AG Mikrostrukturanalytik, hat mit einer Habilitationsschrift zum Thema „Development of Quantitative TEM Techniques and Their Use in Microstructure Studies of Thin Film Materials“ erfolgreich seine Habilitation im Fach Materialwissenschaft und seine Ernennung zum Privatdozent erhalten.

## Einzelpunkte im Zusammenhang mit dem Institut für Materialwissenschaft

### Kieler Nanolabor:

- Am 2. April 07 fand ein **Symposium „Kompetenzzentrum Nanosystemtechnik“** statt, zu dem insbesondere die Hochschulen und einschlägige Forschungsorganisationen des Landes geladen waren. Im Rahmen dieses Symposiums hat Herr Prof. Dr. Eckhard Quandt seine Antrittsvorlesung mit dem Thema „Smart Materials in Mikro- und Nanotechnik“ gehalten.

- Ein im April fertiggestellter Antrag zur Ausstattung des Kieler Nanolabors wurde im Dez. 07 in Höhe von 4.045 Mio Euro vom Ministerium genehmigt.

Unter Einbezug der o.g. Mittel hat die Materialwissenschaft in 2007 in Summe für 25 Projekte insgesamt rund 6.8 Mio Euro **Drittmittel** eingeworben.

Im Mai wurde von der DFG ein fakultätsübergreifender **Sonderforschungsbereich „Funktion durch Schalten“** bewilligt. Aus der Materialwissenschaft sind Prof. Quandt und Prof. Faupel, der auch stellvertretender Sprecher ist, beteiligt.

Die **Graduiertenschule „Human Development in Landscapes“**, die zwar schwerpunktmäßig in der Philosophischen Fakultät angesiedelt ist, bei der aber die Materialwissenschaft über Prof. Föll und Prof. Jäger (beide sind Mit Antragsteller) beteiligt ist, wurde im Sept. 07 von der DFG genehmigt. Erste Funduntersuchungen haben bereits stattgefunden, die Mitbetreuung einer Promotion zu Eisenfunden aus dem pleistozänen Polen ist in Vorbereitung.

Herr **Elbahri** erhielt den **Nanowissenschaftspreis 2007** des Bundesministeriums für Bildung und Forschung in der Kategorie Junior für die im Rahmen seiner Promotion bei Prof. Adelung durchgeführten Arbeiten zur Selbstorganisation von Nanostrukturen.

Herrn **Prof. Dr. Erik Johnson**, Nano Science Center, Niels-Bohr-Institute, University of Copenhagen, Dänemark, wurde auf Antrag von Prof. W. Jäger und auf Einladung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel mit Unterstützung der Landesregierung Schleswig-Holstein die **Gastprofessur Øresund-Region** im Wintersemester 2006 / 2007 verliehen.

Die **“ Øresund Professur“** ging zum 2. Mal in Folge an die Materialwissenschaft. Auf Antrag von Prof. Föll wurde die Professur im Wintersemester 2007 / 2008 an Herrn **Prof. Dr. Jakob Bohr** von der TU Kopenhagen verliehen.

Für das WS 07/08 hat sich bereits der 3. Jahrgang für den **Bachelorstudiengang „Materialwissenschaft“** eingeschrieben. Besonders erfreulich ist nicht nur, dass die Anfängerzahl auf dem hohen Vorjahresniveau geblieben ist (34 Einschreibungen), sondern dass der Frauenanteil weiterhin bei  $> 30\%$  liegt.