

## 1.12 FAKULTÄT FÜR PHYSIK UND GEOWISSENSCHAFTEN

### FACULTY OF PHYSICS AND EARTH SCIENCE

Dekan	Professor Dr. Gerd Tetzlaff
Sitz	Linnéstraße 5, 04103 Leipzig
Telefon	(0341) 97 32 400
Telefax	(0341) 97 32 499
E-Mail	dekan@physik.uni-leipzig.de
URL	www.uni-leipzig.de/physik

### 1.12.1 Institute und Einrichtungen der Fakultät

#### *Institutes and Departments of the Faculty*

Institut für Theoretische Physik  
*Institute of Theoretical Physics*

Institut für Experimentelle Physik I  
*Institute of Experimental Physics I*

Institut für Experimentelle Physik II  
*Institute of Experimental Physics II*

Bereich Didaktik der Physik  
*Department of Didactics of Physics*

Institut für Meteorologie  
*Institute of Meteorology*

Institut für Geophysik und Geologie  
*Institute of Geophysics and Geology*

Institut für Geographie  
*Institute of Geography*

### 1.12.2 Forschungstätigkeit an der Fakultät

*Research activities outlined in English on p. 168*

Für die Fakultät für Physik und Geowissenschaften war das Jahr 2001 im Bereich der Forschung wiederum erfolgreich. Besonders hervorzuheben ist der fakultätsübergreifende und stark interdisziplinär orientierte Charakter der Arbeiten, der in gleichem Maße die komplexen Forschungsschwerpunkte als auch zahlreiche Einzelprojekte und Forschungsvereinbarungen betrifft. Eine größere Zahl von Projekten hat eine enge Verbindung zur Region und zu überregionalen Schwerpunkten im Freistaat Sachsen.

#### Komplexe Forschungsschwerpunkte der Fakultät

Sonderforschungsbereich SFB 294: „Moleküle in Wechselwirkung mit Grenzflächen“

Sprecher: Prof. Dr. D. Michel (Institut für Experimentelle Physik II)

Das Anliegen des Sonderforschungsbereiches ist die Klärung des Einflusses von Grenzflächen auf die Eigenschaften von Molekülen und molekularen Systemen. Bei den festen Grenzflächen steht das Verhalten der Moleküle (Struktur, lokale Dynamik, Diffusivität, Transporteigenschaften, Reaktivität) im Vordergrund. Modelle der Dynamik und des Transportverhaltens werden in Verbindung zwischen experimentellen und theoretischen Untersuchungen (molekulardynamische und Monte-Carlo-Simulationen) geprüft. Die Wechselwirkung von Molekülen und mit aktiven Zentren an Festkörperoberflächen ist Grundlage des Verständnisses der Reaktivität von Molekülen im Zusammenhang mit der heterogenen Katalyse. Bei der Wechselwirkung „weicher“ Materie mit Grenzflächen und bei fluiden Systemen spielt auch die Rückwirkung der Moleküle auf das Verhalten der grenzflächennahen Region eine wichtige Rolle.

Das Forschungsprogramm ist für die Jahre 2000 bis 2002 wie folgt gegliedert:

- Projektbereiche F „Strukturbildung und strukturelle Charakterisierung“ mit vier Projekten (Wechselwirkung von Biosurfactanten mit Phospholipid-Oberflächenmonoschichten; Struktur und Dynamik freitragender flüssigkristalliner Filme; <sup>17</sup>O-NMR-Spektroskopie zum Studium der Wechselwirkung von Molekülen mit dem Zeolithgerüst; ESR-, ENDOR- und ESEEM-Spektroskopie zur Struktur und Dynamik von Molekülen in Wechselwirkung mit aciden Zentren an Festkörperoberflächen);

- Projektbereich G „Reaktivität und Dynamik“ mit neun Projekten (Untersuchungen von Elementarschritten der heterogenen Katalyse – Aufklärung des Reaktionsmechanismus der n-Buten-Isomerisierung; *In-situ* MAS-NMR-Untersuchungen zur Aufklärung der n-Buten-Umwandlung in Zeolithen; Gemischdiffusion in Zeolithen; Molekularer Transport und Struktur in mehrphasigen Polymersystemen; Molekulare Dynamik des makromolekularen Grundgerüsts und der flüssigen Phase in Knorpel und Polymergelelen; Dynamik und Mobilität in (ultra-)dünnen Polymerfilmen; Dynamik, Ordnungsverhalten und Reaktivität von Molekülen in mikro- und mesoporösen Materialien; Flüssigkristalline Phasen in einschränkenden Geometrien; Polyelektrolyte in eingeschränkter Geometrie);
- Projektbereich H „Theorie und Simulation“ mit drei Projekten (Statistische Theorie und Simulation zu molekularen Prozessen an Grenzflächen (Zeolithe); Statistische Theorie und Simulation inhomogener Fluide: Strukturbildung und Phasenverhalten in starren und molekular flexiblen Grenzflächen; Strukturbeschleunigte Reaktion).

Beteiligt sind die Institute für Experimentelle Physik I und II, das Institut für Theoretische Physik, das Institut für Technische Chemie (Fakultät für Chemie und Mineralogie) und das Institut für Medizinische Physik und Biophysik (Medizinische Fakultät).

### Graduiertenkolleg: „Quantenfeldtheorie: Mathematische Struktur und Anwendungen in der Elementarteilchen- und Festkörperphysik“

Sprecher: Prof. Dr. B. Geyer (Institut für Theoretische Physik)

Das Forschungsprogramm des Graduiertenkollegs ist in die Themenkomplexe Mathematische Struktur der Quantenfeldtheorie, Quantenfeldtheorie der Elementarteilchen und Quantenfeldtheorie des Festkörpers untergliedert und umfaßt neun Teilprojekte. An der Arbeit beteiligt sich neben dem Institut für Theoretische Physik (federführend) die Fakultät für Mathematik und Informatik. Es besteht eine enge Kooperation mit dem Max-Planck-Institut für Mathematik in den Naturwissenschaften Leipzig. Diese Arbeiten sind in das Naturwissenschaftlich-Theoretische Zentrum im Rahmen des Zentrums für Höhere Studien der Universität eingebunden, an dessen Arbeit das Institut für Theoretische Physik sehr maßgeblich beteiligt ist.

### Graduiertenkolleg: „Physikalische Chemie der Grenzflächen“

Sprecher: Prof. Dr. R. Szargan (Fakultät für Chemie und Mineralogie, Wilhelm-Ostwald-Institut für Physikalische und Theoretische Chemie)

Die Institute für Experimentelle Physik I und II sind an den Arbeiten dieses Graduiertenkollegs beteiligt, das federführend an der Fakultät für Chemie und Mineralogie bearbeitet wird. Das Ziel des Kollegs besteht darin, ein interdisziplinär angelegtes Qualifizierungsvorhaben zu verwirklichen, das einer größeren Zahl von Doktoranden auf der Grundlage eines komplexen Forschungsprogrammes die Promotion ermöglicht. Bearbeitungsschwerpunkte sind Grenzflächen poröser Festkörper, Halbleitergrenzflächen und Fluidgrenzflächen.

### Drittmittelgeförderte Forschung

Zahlreiche Forschungsvorhaben der Fakultät werden im Rahmen verschiedener Förderprogramme unterstützt, wie Projekte der Europäischen Union, Schwerpunktprogramme der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Programme des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und Programme des Freistaates Sachsen. Unter Berücksichtigung von zahlreichen Projekten im Normalverfahren der DFG wurden in der Fakultät im Jahre 2001 insgesamt 220 Forschungsprojekte bearbeitet. In dieser Zahl sind auch viele Projekte enthalten, die auf Verträgen mit Städten und anderen kommunalen Verwaltungen im Freistaat Sachsen und darüber hinaus mit Industriebetrieben beruhen.

### Kooperationspartner

Die wichtigsten Kooperationspartner im Bereich außeruniversitärer Forschungseinrichtungen sind (in Klammern die kooperierenden Institute):

- Institut für Länderkunde (Institut für Geographie),
- Institut für Oberflächenmodifizierung Leipzig (Institute für Experimentelle Physik I und II),
- Institut für Troposphärenforschung Leipzig (Institut für Meteorologie),
- Max-Planck-Institut für Mathematik in den Naturwissenschaften Leipzig (vorrangig Institut für Theoretische Physik),
- Max-Planck-Institut für Neuropsychologische Forschung (Institute für Experimentelle Physik I und II) und
- Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle (Institute für Experimentelle Physik I und II, Institut für Meteorologie, Institut für Geophysik und Geologie und Institut für Geographie).

## Rekonstruktionsmaßnahmen

Nachdem im vergangenen Jahr die Rekonstruktionsmaßnahmen am Gebäude Linnéstraße 5 (Institute für Experimentelle Physik I und II) beendet werden konnte, wurden mit dem Umzug des Instituts für Theoretische Physik nach dem Gebäude vor dem Hospitalore 1 im Jahre 2001 bessere Arbeitsbedingungen für diesen Bereich geschaffen. In den Instituten für Meteorologie, für Geographie und für Geophysik und Geologie gibt es weiterhin intensive Bemühungen zur schrittweisen Verbesserung der räumlichen Situation.

## Publikationen

Mit 295 im Druck erschienenen Publikationen (darunter eine hohe Zahl von Originalarbeiten in Zeitschriften mit Gutachter-System bzw. in international erfaßten Monographien) ist wiederum eine hohe Zahl an Veröffentlichungen zu verzeichnen, die als Beleg für die Leistungsfähigkeit der Fakultät dienen kann.

## Forschungsgebiete der Einrichtungen der Fakultät

Das umfangreiche Forschungsspektrum der Fakultät umfaßt die im folgenden angegebenen Gebiete, gliedert nach Instituten und Abteilungen:

Institut für Theoretische Physik (Direktor: Prof. Dr. W. Janke)

**Computerorientierte Quantenfeldtheorie** (Leiter: Prof. Dr. W. Janke)

In der nichtrelativistischen Quantenfeldtheorie des Festkörpers werden Computersimulationen von Phasenumwandlungen und kritischen Phänomenen vorgenommen und die Physik weicher Materie sowie ungeordnete Systeme erforscht.

**Quantenfeldtheorie** (Leiter: Prof. Dr. G. Rudolph)

Die Untersuchungen zur relativistischen Quantenfeldtheorie beschäftigen sich mit den Wechselwirkungen von Teilchen im Rahmen allgemeiner Eichtheorien und unter äußeren Einflüssen, insbesondere mit harten hadronischen Prozessen und Renormierungseffekten, sowie den Grundzustandsenergien und dem Casimir-Effekt. Gegenstand der Arbeiten der Mathematischen Physik sind die mathematische Struktur und Dynamik von Modellen der Quantentheorie der Eichfelder und der Unifizierung der fundamentalen Wechselwirkungen.

**Theorie der Elementarteilchen** (Leiter: Prof. Dr. K. Sibold)

Arbeiten zur Theoretischen Elementarteilchenphysik werden vor allem auf den Gebieten der Quantenfeldtheorie der Elementarteilchen, der Renormierung des Standardmodells, zu supersymmetrischen Theorien, zur Quantenchromodynamik und zur Gittereichtheorie durchgeführt. Im Zusammenhang mit Experimenten an Groß-

beschleunigeranlagen werden theoretische Untersuchungen zu Strukturfunktionen von Hadronen durchgeführt und Programme zur Simulation hadronischer Streuprozesse entwickelt.

**Theorie der kondensierten Materie** (Leiter: Prof. Dr. A. Kühnel, ab 01.10.2001: Prof. Dr. D. Ihle)

Die Arbeiten auf dem Gebiet der Theorie der kondensierten Materie erfolgen in zwei Bereichen. Im Teilgebiet Strukturbildung werden Forschungen zu rauschinduzierten Phänomenen, zur Strukturbildung in Flüssigkristallen, zur multifraktalen Charakterisierung ungeordneter Systeme, zur nichtlinearen Dynamik biologischer Systeme und zum Immunsystem vorgenommen. Innerhalb des Teilgebietes Starke Elektronenkorrelationen werden magnetische Eigenschaften von Übergangsmetalloxiden und die Quantenfelddynamik für die Supraleitung untersucht.

**Statistische Physik** (Leiter: Prof. Dr. M. Salmhofer)

Die Hauptforschungsgebiete sind die Konstruktion wechselwirkender Modelle der Quantenfeldtheorie und Quantenstatistischen Mechanik mit Renormierungsgruppenmethoden und die Theorie korrelierter Fermionsysteme in Zusammenhang mit der Hochtemperatur-Supraleitung.

**Moleküldynamik / Computersimulation** (Leiter: Prof. Dr. R. Haberlandt)

Strukturelle Daten, thermodynamische Größen, das Phasenverhalten und die Transportkoeffizienten spezieller Vielteilchensysteme und ihre Abhängigkeit von inter- und intrakristalliner Wechselwirkung und der Struktur der Moleküle und Grenzflächen werden mittels molekularer Methoden der Statistischen Physik sowie der Perkolationstheorie und der Computersimulation erforscht. Die Theorie wird hinsichtlich der Berücksichtigung von nichtlinearen Effekten und des Nichtgleichgewichtsverhaltens weiterentwickelt. Berücksichtigt wird die Kopplung verschiedener molekularer Vorgänge wie Mischung, Adsorption, Beweglichkeit, Benetzung, chemische Reaktion, Selbstdiffusion und Transportdiffusion.

Institut für Experimentelle Physik I (Direktor: Prof. Dr. F. Kremer)

**Physik anisotroper Fluide** (Leiter: Prof. Dr. F. Kremer)

Ziel der Arbeiten ist die Erforschung der Struktur und Dynamik supramolekularer Anordnungen, wie sie von Flüssigkristallen, niedermolekularen und polymeren Verbindungen gebildet werden. Diese Systeme besitzen einen hohen Grad an Kooperativität, der sich in der Ausbildung von molekularen Überstrukturen sowie in einer kollektiven Relaxationsdynamik niederschlägt. Als Untersuchungsmethoden werden die dielektrische Spektroskopie (im Frequenzbereich von 0,001 Hz bis 10 GHz), die magnetische Kernresonanzspektroskopie, die Kraftmikroskopie, die Oberflächen-Kraftmessung und die Polarisationsmikroskopie eingesetzt. In enger Kooperation mit dem Institut für Biochemie (Prof. Dr. U. Hahn) werden Experimente

mit „Optischen Pinzetten“ durchgeführt. Relaxationsuntersuchungen an Flüssigkristallen finden u.a. bei der Displayherstellung technische Anwendung.

#### **Grenzflächenphysik** (Leiter: Prof. Dr. J. Kärger)

Die Erforschung der Wechselwirkung von Molekülen mit Festkörperoberflächen, insbesondere mit der inneren Oberfläche mikro- und mesoporöser Festkörper, steht im Mittelpunkt der Arbeiten. Untersucht werden Anordnung, Struktur, Transportprozesse und Reaktivität von Molekülen in Abhängigkeit von dem sie umfassenden Festkörper (vor allem Zeolithe). Als experimentelle Methoden dienen die kernmagnetische Resonanz, insbesondere die Pulsed-Field-Gradient (PFG)-NMR und die hochauflösende Festkörper-NMR, die Infrarot-Spektroskopie und die Interferenzmikroskopie. Die Forschungsarbeiten sind bei einer Vielzahl technischer Prozesse wie energie-sparende und umweltverträgliche Stofftrennung und -veredlung, der Entwicklung von Funktionsmaterialien und der Lagerstätten erkundung von unmittelbarer praktischer Bedeutung. Eigene apparative Arbeiten konzentrierten sich auf den Aufbau eines weiteren PFG-NMR-Spektrometers.

#### **Physik der Biomembranen** (Leiter: Prof. Dr. M. Lösche)

Gegenstand der Forschungsarbeiten ist die physikochemische Charakterisierung von biologischen Membranen. Sowohl Grundlagenaspekte der molekularen Biophysik als auch anwendungsbezogene Fragestellungen (einschließlich Problemen der Biotechnologie) werden bearbeitet. Die Physik der molekularen Selbstorganisationsprozesse wird an Modellmembranen untersucht. Im Mittelpunkt stehen Fragen der Wechselwirkung zwischen den Membranen, der Membranarchitektur und der molekularen Erkennungsprozesse, die Biofunktionalisierung von Festkörperoberflächen sowie die Struktur und Dynamik quasi-zweidimensionaler Gele und Polymer-Multischichten. Der Probencharakterisierung dienen spektroskopische Verfahren, Streumethoden, mikroskopische Techniken und die Kalorimetrie.

#### **Polymerphysik** (Leiter: Prof. Dr. D. Geschke)

Polymere mit flüssigkristallinen Eigenschaften sowie Block-Copolymere werden mit dem Ziel der Applikation neuer Polymersysteme untersucht. Hierzu dienen NMR-Verfahren, die Lichtstreuung, die Laser-Intensitäts-Modulations-Methode sowie die Methode der thermostimulierten Depolarisation. Besonderes Interesse gilt den Ordnungs- und Orientierungsphänomenen sowie den dynamischen Prozessen in partiell geordneten und fluiden Systemen unter dem Einfluß äußerer mechanischer, elektrischer und magnetischer Felder, der Untersuchung der Polarisationsverteilung sowie der Struktur und Dynamik von Makromolekülen in Wechselwirkung mit Grenzflächen.

### Institut für Experimentelle Physik II (Direktor: Prof. Dr. W. Grill)

#### **Festkörperoptik** (Leiter: Prof. Dr. W. Grill)

Grundlagenbezogene Untersuchungen werden zu Energietransferprozessen in Festkörpern durchgeführt, um ein besseres Verständnis der Wechselwirkung von Licht mit Festkörpern sowie der elementaren Prozesse beim Wärme- und Ladungstransport zu gewinnen. Die Untersuchung der Transportphänomene erfolgt in Einkristallen auch im ballistischen Bereich, in dem die Ausbreitung durch Anisotropie beeinflusst wird. Anwendungsbezogene Arbeiten erfolgen zur Entwicklung von Dünnschicht-Solarzellen und optisch aktiven Nanostrukturen. Zur Materialforschung und zur Charakterisierung von Werkstoffen, Implantaten sowie biologisch-medizinischen Präparaten werden neuartige rastermikroskopische Verfahren der Elektronenmikroskopie, der konfokalen Laser-Raman- und Lumineszenzmikroskopie sowie der Ultraschallmikroskopie mit Phasenkontrast entwickelt und eingesetzt.

#### **Halbleiterphysik** (Leiter: Prof. Dr. M. Grundmann)

Die optischen Eigenschaften von Halbleitern (z.B. GaAs, InP und ZnO; basierende Mischkristalle), vor allem von mikro- und nanostrukturierten Systemen und atomaren Einzelschichten, werden untersucht. Diese Strukturen weisen zum Teil wesentlich neue, quantenmechanisch bedingte Eigenschaften auf. Die Erforschung der Wachstums-Struktur-Eigenschaften stellt ein grundlegendes Anliegen dar. Diese Materialien besitzen in der Optoelektronik, in der nichtlinearen und der integrierten Optik eine herausragende Bedeutung. Oxidische Halbleiter, Supraleiter und Ferroelektrika werden mit gepulster Laser-Deposition hergestellt. Als Untersuchungsverfahren werden vorwiegend spektroskopische Methoden, aber auch Röntgenbeugung, Raster- und Rastertunnelmikroskopie und Neutralteilchen-Massenspektrometrie eingesetzt.

#### **Nukleare Festkörperphysik** (Leiter: Prof. Dr. T. Butz)

Die Lösung aktueller Probleme auf speziellen Gebieten der Materialwissenschaft und der medizinisch-biologischen Forschung erfordert den Einsatz moderner nuklearer Methoden wie der hochauflösenden Ionenstrahlanalytik sowie nuklearer Sonden. Dieses Anliegen wird vor allem mit der Hochenergie-Ionen-Nanosonde mit für Deutschland einmaligen Spezifikationen und die Weiterentwicklung nuklearer Sondenverfahren verfolgt. Die Zielsetzungen der Arbeiten liegen auf den Gebieten der Halbleiter, der Supraleiter, der reaktions-diffusions-gekoppelten Systeme, des Einzelionenbeschusses lebender Zellen sowie der Aufklärung der Struktur und Dynamik makromolekularer Systeme.

#### **Physik Dielektrischer Festkörper** (Leiter: Prof. Dr. D. Michel)

Der Schwerpunkt der Arbeiten liegt bei der Erforschung der Struktur und Dynamik von Festkörpern, insbesondere von Eigenschaften dielektrischer Festkörper, wie strukturelle Phasenübergänge, glasartiges Verhalten, Phänomene an den Miniaturisierungsgrenzen und Grenzflächen. Hauptanliegen ist die Aufklärung der

mikroskopischen Natur von Phasenübergängen in Festkörpern mit kommensurabel und inkommensurabel modulierten Strukturen und mit ferroelektrischen und ferroelastischen Phasen. Untersucht wird die elektronische und räumliche Struktur, die Dynamik von Molekülen in Wechselwirkung mit Oberflächen poröser Festkörper (Zeolithe) sowie Struktureigenschaften von Systemen mit Nanometerdimensionen. Eingesetzt werden Verfahren der kernmagnetischen und elektronenparamagnetischen Resonanz sowie dielektrische Methoden. Eigene apparative Arbeiten konzentrierten sich auf die Entwicklung eines Impuls-Zusatzes für die ESR-Spektroskopie im Q-Band.

#### **Supraleitung und Magnetismus** (Leiter: Prof. Dr. P. Esquinazi)

Zur Erforschung der supraleitenden, magnetischen und ferroelektrischen Materialeigenschaften werden dünne Schichten sowie massive Proben benutzt. Die Aktivitäten kann man in drei Bereichen unterteilen: Untersuchungen der supraleitenden und ferromagnetischen Korrelationen von Zusammensetzungen, die auf Kohlenstoff basieren; Untersuchungen der Flußlinien-Verankerung und -Dynamik an Hochtemperatur-Supraleitern; Untersuchungen der spinabhängigen Transport-Phänomene an magnetischen Oxiden sowie an supraleitenden/ferromagnetischen und ferromagnetischen/ferroelektrischen Multischichtsystemen.

#### **Bereich Didaktik der Physik** (Leiter: Prof. Dr. W. Oehme)

Das Forschungsprofil umfaßt schulbezogene Arbeiten zur Vermittlung traditioneller und moderner Inhalte der Physik einschließlich empirischer Erprobungen. Lernformen im Physikunterricht, offener und fachübergreifender Unterricht sowie die Möglichkeiten des Einsatzes moderner Medien werden verstärkt untersucht.

#### **Institut für Meteorologie** (Direktor: Prof. Dr. G. Tetzlaff)

Das Institut für Meteorologie engagiert sich in den Forschungsschwerpunkten atmosphärische Grenzschicht, Wasserhaushalt in Einzugsgebieten von regionaler Skala im großräumigen Umfeld, Dynamik der mittleren und oberen Atmosphäre, Variabilität der Ionosphäre, Strahlungsprozesse in der Atmosphäre, Modellierung von Aerosol- und Wolkenphysik, natürliche Klimavariabilität unter Einfluß der Rolle des Ozeans und Anregung und Ausbreitung großskaliger Strömungssysteme in Ozean und Atmosphäre. Dabei kommen Fernerkundungsverfahren vom Boden und von Satelliten aus, in-situ-Experimente, konzeptionelle und Simulationsmodelle zum Einsatz. Besondere Bedeutung hat die Entwicklung und Anwendung von Verfahren zur tomographischen Rekonstruktion von dreidimensionalen Feldern atmosphärischer Größen. Eine enge Zusammenarbeit erfolgt mit dem Institut für Troposphärenforschung Leipzig, dem Institut für Atmosphärenphysik in Kühlungsborn, dem Max-Planck-Institut für Meteorologie in Hamburg und dem Geoforschungszentrum Potsdam.

#### **Institut für Geophysik und Geologie** (Direktor: Prof. Dr. F. Jacobs)

##### **Physik der festen Erde** (Leiter: Prof. Dr. F. Jacobs)

Die Forschung setzt die Akzente auf die Gebiete globale geophysikalische Felder, Aufbau des Erdkörpers, Vulkanologie sowie Struktur und Prozesse der Lithosphäre. Untersucht werden Lockergesteine, Hohlräume und geologische Barrieren. Zum Einsatz kommen geoelektrische Tomographie, Hydrogeophysik, Isotopengeochemie, Georadiometrie, numerische geophysikalische Modellierung und Geoinformatik.

##### **Ingenieur- und Umweltgeophysik** (Leiter: Prof. Dr. H. G. Meyer)

Gegenstand der Arbeiten ist die Erforschung der oberen Erdkruste mittels der Verfahren Seismik, Georadar, Geomagnetik, Gravimetrie, Geothermie und Georadiometrie. Untersucht werden Altlasten, Deponien, Grundwasserströme, Bergbaurelikte, Strahlungsbelastungen und Schadstoffverteilungen und deren Wirkung im urbanen Umfeld.

##### **Theoretische Geophysik** (Leiter: Prof. Dr. M. Korn)

Die seismische und elektromagnetische Wellenausbreitung wird erforscht und die Struktur von Erdkruste und Erdmantel sowie Erdbebenherde und seismisches Risiko untersucht. Dazu erfolgen methodische und anwendungsorientierte Arbeiten zur Potentialtheorie, Tomographie und Inversion geophysikalischer Felder.

##### **Geologie** (Leiter: Prof. Dr. W. Ehrmann)

Im Mittelpunkt der Forschung steht die Geologie und Paläontologie des Känozoikums. Hierbei werden grundlegende Fragen der Geologie und Paläontologie des Tertiärs und Quartärs untersucht sowie anwendungsorientierte Forschungen zur Umwelt- und Hydrogeologie (mit besonderem Bezug zur mitteldeutschen Region) betrieben. In der paläontologischen Forschung wird vor allem die Entwicklung der Biota des Känozoikums mit der Interaktion von Biosphäre sowie Klimaentwicklung und Paläobiogeographie von Europa und dem nordatlantischen Raum untersucht. Die Geologisch-Paläontologische Sammlung stellt eine wichtige Grundlage für Lehre und Forschung sowie für die Öffentlichkeitsarbeit zur Popularisierung geowissenschaftlicher Forschung dar.

#### **Institut für Geographie** (Direktor: Prof. Dr. R. Wießner)

##### **Anthropogeographie** (Leiterin: Prof. Dr. H. Schmidt)

Gegenstand der Arbeiten sind die wirtschaftlichen und sozialen Transformationsprozesse in Ostdeutschland und Osteuropa unter besonderer Berücksichtigung von Zielen einer nachhaltigen Stadt- und Regionalentwicklung. Schwerpunkte bilden stadt-, sozial- und wirtschaftsgeographische Untersuchungen über Wohnungs-, Immobilien- und Arbeitsmärkte, spezielle Fragestellungen zur Entwicklung des Einzelhandels und Prozesse der mentalen Raumbildung sowie damit zusammenhängende Fragen der Stadt- und Regionalplanung. In Partnerschaft mit Kommunen,

Wirtschaft und Freistaat Sachsen wird an der Konzeption und der Realisierung einer regionalen Agenda für eine nachhaltige Raum- und Siedlungsentwicklung für den Südraum Leipzig gearbeitet.

#### **Geoinformatik und Geofernerkundung** (Leiter: Prof. Dr. W. Kirstein)

Schwerpunkt der Arbeiten ist die Entwicklung und Anwendung innovativer Methoden der Geographie. Hierbei werden Datenerfassung und -auswertung für die Untersuchung lokaler, regionaler und globaler geographischer Fragestellungen eingesetzt. Im Rahmen der „Geoinitiative Leipzig“ werden regionale Problemstellungen für Leipzig und Sachsen bearbeitet. Mit Hilfe ausgewählter Methoden der Fernerkundung sind vergleichende Untersuchungen zur Bewertung des Flächenverbrauchs und zur nachhaltigen Entwicklung von Großstadregionen eingeleitet worden.

#### **Physische Geographie und Geoökologie** (Leiter: Prof. Dr. H. Neumeister)

Untersucht wird das Funktionieren geökologischer Prozesse in räumlich differenzierten Strukturen der Landschaft im Zusammenhang mit der Lösung gesellschaftlicher Aufgaben einschließlich des Schutzes unserer Lebensumwelt. Den Schwerpunkt bildet dabei die Analyse und Bewertung von Ursachen, Wirkungen, Verbreitungs- und Rückkopplungsmechanismen von verschiedenen Formen der Bodendegradation mit den ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Randbedingungen. Hieraus werden Schlußfolgerungen zur nachhaltigen Entwicklung der Landschaftsnutzung und des Landschaftsschutzes abgeleitet. In der planungsbezogenen Umweltgeographie wird ein wichtiges Instrumentarium für die Analyse, Bewertung und das Management urbaner Landschaften entwickelt.

## **Research Activities at the Faculty**

### **Research Programmes**

*The long-term Collaborative Research Centre “Molecules in Interaction with Interfaces” (SFB 294, spokesman: Prof. D. Michel) is especially important to the Faculty. It addresses molecules and molecular systems at interfaces and in thin and ultrathin layers of molecular dimensions. The overall aim is to explain the influence interfaces have on important structural and dynamic properties of molecules and molecular systems, as well as the main interaction mechanisms. Investigations are conducted by means of experiments interrelated with theoretical techniques. The objects of the work are to synthesise new, promising materials, to explore totally new phenomena of molecular interaction at boundary layers, and to develop powerful experimental techniques for their observation. The Institutes of Experimental Physics I and II, the Institute of Theoretical Physics, the Institute of Technical Chemistry*

*(Faculty of Chemistry and Mineralogy) and the Institute of Medical Physics and Biophysics (Faculty of Medicine) are all involved in this research.*

*The Research Training Group “Quantum Field Theory – Mathematical Structure and Applications in Elementary Particle and Solid-state Physics” (GRK 52, Spokesman: Prof. B. Geyer) tackles the mathematical structures of quantum field theory emerging from current developments in elementary particle physics (including its cosmological aspects) and solid-state physics. It also studies the possible applications of these structures within experiment-based problems. Research into the mathematical structure of quantum field theory deals with the strict mathematical underpinning and development of new methods relevant to physics. Quantum field theory of elementary particles explores the quantum field theory of fundamental particles and primary interactions, including gravitation. Quantum field theory of solid-state physics uses methods from quantum field theory and lattice physics (e.g. high-temperature superconductors) to investigate solids and special multiparticle systems.*

*The two Institutes of Experimental Physics are involved in the Research Training Group “Physical Chemistry of Interfaces” (GRK 152, Spokesman: Prof. R. Szargan), which is mainly run by the Faculty of Chemistry and Mineralogy. Like the other courses, the aim of the unit is to accomplish an interdisciplinary training project enabling a large number of candidates to gain their doctorate on the basis of a complex research programme. The main topics studied are the contact surfaces of porous solids and fluids, and semiconductor interfaces.*

## **Research in the Institutes**

### **Institute of Theoretical Physics**

*The aim of the Institute’s work is to explore the theoretical and mathematical fundamentals of physics. The key areas of research are the theory of elementary particles and the theory of condensed matter, which synergistically augment each another. Fundamental problems of the structure of space, time and matter (from the smallest conceivable unit of length up to cosmic dimensions) are examined and practical problems of complex systems with mesoscopic dimensions are tackled.*

*The non-relativistic Computational Quantum Field Theory carries out computer simulations of phase transformation and critical phenomena. Work is performed on the physics of soft matter and of disordered systems. The relativistic Quantum Field Theory addresses primary and effective interactions of particles within the framework of general gauge theories and under external influences. Statistical Physics deals with interacting many-particle systems by means of statistical and quantum-field theoretical methods. Theory of Elementary Particles deals with the quantum field theory of elementary particles, involving supersymmetrical theories and quantum*

*chromodynamics. The Theory of Condensed Matter studies noise-induced phenomena, structure formation in liquid crystals, multifractal properties of disordered systems, and models of the immune system. In addition, research is carried out into electron correlations in transition metal oxides as well as high-temperature superconductivity.*

### Institute of Experimental Physics I

*The Institute's work revolves around research into 'soft condensed matter'. It covers a wide range of very different materials such as lipid membranes, liquid crystals, artificial polymers and biological macromolecules. Their physical characteristics are studied as individual molecules, together with other molecules of the same kind, and as host/guest systems.*

*Research in the Physics of Biomembranes focuses on the physical and chemical characterisation of biological membranes. Both basic aspects of molecular biophysics and practical issues (including biotechnological problems) are studied. Interface Physics investigates the interaction of molecules with the surfaces of solids, especially the inner surface of microporous solids (particularly zeolites). This work is of immediate practical significance in numerous technical processes such as low-energy and environmentally sustainable substance separation and refinement, the development of functional materials, and prospecting for mineral deposits. Work on the Physics of Anisotropic Fluids deals with the structure and dynamics of supramolecular arrangements like those formed by liquid crystals and low-molecular and polymer compounds. These systems possess a high degree of co-operation, which is reflected in the formation of macromolecular superstructures. Polymer Physics studies polymers with liquid-crystal properties as well as block-copolymers with a view to the application of new polymer systems. Special interest is taken in the focused control of structural formation in thin layers of functional polymers.*

### Institute of Experimental Physics II

*The Institute's underlying work comprises basic research into solid-state physics, with close links to materials research, chemical physics, biophysics and the geosciences being pursued.*

*Solid-state Optics explores energy transfer processes in solids, which are then put to practical use in work on optoelectronics. To characterise materials, implants, and biological and medical specimens, new types of scanning microscope techniques such as ultrasound microscopy with phase contrast are developed and used. Semiconductor Physics mainly deals with the optical characteristics of semiconductors (e.g. GaAs and ZnO), and chiefly studies micro- and nanostructured systems and individual atomic layers. Practical developments are carried out in the area of optoelectronics*

*and mobile communication. As far as Nuclear Solid-state Physics is concerned, the high-energy ion nanoprobe now up and running here provides unique conditions in Germany for research into semiconductors and superconductors, as well as the bombardment of living cells with individual ions. Work on the Physics of Dielectric Solids investigates the structure and dynamics of solids. Structural phase transitions, glass-like behaviour and microscopic dynamics in constricted volumes and on boundary surfaces are studied. Investigations are also geared towards material development. In the field of Superconductivity and Magnetism, the basic properties of various superconducting, magnetic and ferroelectric materials are studied. At present research activities are focused on the investigation of superconducting and ferromagnetic correlations in carbon-based compounds, the study of flux-line pinning and dynamics in high-temperature superconductors, and the study of spin-dependent transport phenomena in magnetic oxides.*

### Didactics of Physics

*This department focuses on aspects of teaching traditional and modern topics of physics at schools. Empirical testing is carried out, while forms of learning in physics classes, open and interdisciplinary teaching, and ways of using modern media are all studied.*

### Institute of Meteorology

*The Institute performs research in the fields of atmospheric boundary layers, water balance on regional scales, dynamics of the middle and upper atmosphere, ionospheric variability, radiation processes in the atmosphere, the modelling of aerosol and cloud physics, natural climate variability including the role of the ocean, as well as the forcing and propagation of large-scale circulation patterns in the ocean and atmosphere. The methods applied include ground-based and space-borne remote sensing, in-situ experiments, statistical techniques and numerical simulations. In addition, methods of the tomographic reconstruction of three-dimensional neutral atmospheric and ionospheric fields are developed. Research is performed in close collaboration with the Institute of Tropospheric Research in Leipzig, the Institute of Atmospheric Physics in Kühlungsborn, the Max Planck Institute of Meteorology in Hamburg, and Potsdam Geo-Research Centre.*

### Institute of Geophysics and Geology

*Work concentrates on the physics of the Earth, engineering and environmental geophysics, theoretical geophysics and the geology of the Quaternary Period. Close*

*co-operation takes place with the UFZ Centre for Environmental Research Leipzig-Halle, Potsdam Geo-Research Centre, Freiberg Mining Academy, the Saxon Department of Geology, the Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, and the University of Halle.*

*Physics of the Solid Earth emphasises global geophysical fields, the structure of the Earth, volcanology, and the structure and processes of the lithosphere. Areas studied include unconsolidated rock, hollow spaces and geological barriers. Among the techniques used are geoelectric tomography, hydrogeophysics, isotopic geochemistry and georadiometry. Engineering and Environmental Geophysics explores the upper Earth's crust by using seismic surveys, georadar, geomagnetics, gravimetry, geothermometry and georadiometry. Contaminated sites, landfills, groundwater currents, disused mines, radiation contamination and pollutant distribution (along with their effects on the urban environment) are all investigated. Theoretical Geophysics explores seismic and electromagnetic wave propagation, the structure of the Earth's crust and the mantle, as well as seismic focuses and risks. This involves work on the potential theory, tomography and inversion of geophysical fields. Geology centres on the Earth's recent history (Cenozoic). Fundamental questions of the geology and palaeontology of the Tertiary and Quaternary periods are studied, while practical research is performed in environmental geology and hydrogeology in particular in south-east Germany. The Geological/Palaeontological Collection forms an important basis for teaching and research, as well as for PR work. Finally the Geophysical Observatory at Collm (near Oschatz) provides unique opportunities for teaching and research in all subdisciplines of the geosciences and related fields.*

### *Institute of Geography*

*Work concentrates on spatial structures and processes in mankind's habitat. Methods from the social and natural sciences are used to explore, evaluate and forecast the spatial changes caused by natural processes and human activity. Of particular importance are co-operation with the Leipzig Institute of Regional Geography and the UFZ Centre for Environmental Research Leipzig-Halle.*

*Human Geography chiefly deals with questions of urban geography, social geography and economic geography. The main interest is the impact of social, economic and technological change on urban and regional structures. Key topics are analysing transformation processes in towns, cities and regions in eastern Germany and eastern Central Europe, issues of regional identity and regional consciousness, and sustainable urban development. Regional Geography and Regional Development deals with topics of spatial development and regional planning in Saxony and Germany. It is involved in current work on national and regional atlases. Physical Geography and Geoecology addresses problems of landscape dynamic and development (genesis). Questions deal with the migration of pollutants in hydrological catchment areas, protection areas and agricultural land. Another field of work is*

*urban ecology. Remote Sensing and Geomatics performs geographical climate studies of the relations between solar activity and main climatic elements by analysis based on GISs (geographic information systems) and trend analysis on regional climatic change. A classification technique for satellite images is currently being developed.*