



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Universitätsbibliothek Paderborn

Forschungsbericht

Universität Paderborn

Paderborn, 1979/81(1982) - 1990/92(1993)

Fachbereich 6: Naturwissenschaften I

urn:nbn:de:hbz:466:1-29485

Zum Fachbereich gehören die Fächer Physik, Biologie und Haushaltswissenschaft, von denen bisher nur die Physik einen Ausbaustand erreicht hat, der wissenschaftlichen Ansprüchen genügt. Das war nur durch konsequente Spezialisierung möglich. So befassen sich die Experimentalphysiker ausschließlich mit Problemen der Festkörperforschung. Das gestattet eine sehr effektive Nutzung der Geräte, Werkstätten und Zentraleinrichtungen des Fachbereichs, die durch Konzentration der Mittel in einen optimalen Stand versetzt wurden.

FACHGEBIETE UND FACHVERTRETER

Experimentalphysik/ Festkörperspektroskopie Prof. Dr. Johann-Martin Spaeth

Wiss. Mitarbeiter (31.12.1981)

Franz Josef Ahlers

Rainer Bauer

Dr. Thomas Hangleiter

Dr. Gerhard Heder

Dr. Frank Lohse

Bruno Meyer

Dr. Jürgen Rüdiger Niklas

Gabriele Sewald

Peter Studzinski

Experimentalphysik/ Magnetooptik Prof. Dr. Wolfgang Kleemann (bis 23.12.1981)

Wiss. Mitarbeiter (23.12.1981)

Bernd Hendel

Werner Nitzsche

Experimentalphysik/ Festkörperspektroskopie	Prof. Dr. Wolf von der Osten Wiss. Mitarbeiter (31.12.1981) Dr. Theodor Kleinefeld Uwe Sliwczuk Dr. Heinrich Stolz Walter Waßmuth
Experimentalphysik/ Diffusion	Prof. Dr. Jürgen Mimkes Wiss. Mitarbeiter (31.12.1981) Werner Koch
Experimentalphysik/ Hochdruckphysik	Prof. Dr. Wilfried B. Holzapfel Wiss. Mitarbeiter (31.12.1981) Dr. Hedwig d'Amour M.S. Ted Gregorian Walter Großhans Rudolf Hirsch Paul-Gerhard Johannsen Helmut Olijnyk
Theoretische Physik	Prof. Dr. Karl-Heinz Anthony (seit Okt. 1980) Prof. Dr. Harald Overhof (seit Jan. 1980) Prof. Dr. Joachim Schröter Prof. Dr. Fritz Meyer zur Capellen PD Dr. Willi-Hans Steeb Wiss. Mitarbeiter (31.12.1981) Dr. Fritz Falk Dr. Adolf Grauel Dr. Gerhard Lessner Dr. Jörg Meyer Franz Wilhelm

Angewandte Physik	Prof. Dr. Wolfgang Sohler (seit Dez. 1981) Prof. Dr. Horst Ziegler Wiss. Mitarbeiter (31.12.1981) Dr. Manfred Bromba Dr. Christof Hoentzsch Theodor Lange
Didaktik der Physik	Prof. Dr. Josef Schmitz Wiss. Mitarbeiter (31.12.1981) Dr. Robert Mügens
Weitere Hochschullehrer im Fach Physik	Prof. Hans vom Ende Prof. Dr. Dietrich Primas Prof. Dr. Oskar Roder Prof. Dr. Werner Schwermann Prof. Dr. Klaus Weigele
Biologie	Prof. Dr. Margareta Erber (am 31.8.1981 pens.) Prof. Dr. Georg Masuch Wiss. Mitarbeiter (31.12.1981) Dr. Claus Heisler
Haushaltswissenschaft	Prof. Hildegard Rehermann Wiss. Mitarbeiter (31.12.1981) Inge Brosig Dr. Barbara Fegebank Dr. Bernadette Singhal

FORSCHUNGSGEBIETE

Festkörperspektroskopie (Arbeitsgruppe Prof. Spaeth)

Die Aufklärung der Struktur von Punktdefekten in Halbleitern und Ionenkristallen wird mit verschiedenen spektroskopischen Methoden betrieben.

Punktdefekte sind Fremdatome, Fremdionen oder Gitterlücken und Kombinationen davon in meist geringer Konzentration, die die makroskopischen Eigenschaften der Festkörper erheblich beeinflussen. Die untersuchten Probleme sind teils Grundlagenprobleme des Festkörpers, teils Probleme der Angewandten Physik wie z. B. die Verbesserungsmöglichkeiten elektronischer Bauelemente (Höchstintegration) oder die Entwicklung von durchstimmbaren Festkörperlaser für den Wellenlängenbereich im nahen Infrarot, in dem in Zukunft optische Nachrichtenübertragung mit Glasfasern erfolgen soll.

Im Mittelpunkt stehen paramagnetische Störstellen. Untersucht wird die atomistische Struktur, also Art und Lage der Verunreinigungsatome bzw. Ionen oder Komplexe aus ihnen, sowie die elektronische Struktur der Störstellen. Die Kenntnis der Details der elektronischen Struktur bzw. der Wechselwirkung der Defekte mit dem Gitter gibt Aufschluß über die Änderung der makroskopischen Gittereigenschaften. Als Untersuchungsmethode wird die magnetische Resonanz eingesetzt. Mit Hilfe computerunterstützter Meßtechniken konnte insbesondere die Elektronen-Kern-Doppelresonanzmethode, eine Kombination von Elektronen-Spinresonanz und Kernresonanz, sowohl meßtechnisch (Einsatz neuer Verfahren wie ENDOR-induzierte Elektronen-Spinresonanz, Doppel-ENDOR) als auch hinsichtlich der Auswertung durch Einsatz hochentwickelter Software zur Spektralanalyse und Auflösungsverbesserung (digitale Filter) entscheidend weiterentwickelt werden. Die ENDOR-Methode ist dadurch zur Strukturaufklärung auch von komplexen und niedersymmetrischen Defekten

anwendbar geworden. Untersucht wurden Defekte in Ionenkristallen (Alkalihalogeniden), Oxyden (Aluminiumoxyd, Kalziumoxyd) und Halbleitern (Silizium, Gallium-Phosphid), letztere in Zusammenarbeit mit der Industrie.

Als weiteres Vielfachresonanzverfahren wurde eine ODMR (Optically Detected Magnetic Resonance)-Apparatur entwickelt. Ihre um einige Größenordnungen höhere Empfindlichkeit erlaubt die Untersuchung geringerer Zentrenkonzentrationen und eine eindeutige Zuordnung der optischen Eigenschaften (Absorption, Emission) zu bestimmten Zentren auch dann, wenn der Kristall durch verschiedene Typen von Defekten verunreinigt ist. So konnten z.B. eindeutig die Struktur und optischen Eigenschaften eines Schwermetallzentrums ($Tl^{O(1)}$ -Zentrum in KCl) aufgeklärt werden, welches ein wichtiges stabiles Laserzentrum für das nahe Infrarotgebiet ist.

Die Resonanzmethoden werden ergänzt durch im Nanosekundenbereich zeitaufgelöste optische Spektroskopie (Emission) zur Untersuchung der Lebensdauer optisch angeregter Zustände sowie der Absorption zur Charakterisierung der Dotierung von Kristallen. Auch diese Apparatur arbeitet volldigital (inverses digitales Zählverfahren) und wurde in Zusammenarbeit mit der Angewandten Physik erstellt. Ergänzt wird die optische Spektroskopie durch ein Vakuum-UV-Spektrometer mit Photonen-zählung. Mit den optischen Apparaturen wurden eine Reihe von Störstellen und photochemischen Reaktionen von Störstellen in Ionenkristallen (Alkalihalogeniden, Cäsiumhalogeniden) untersucht.

Magnetooptik

Phasenübergänge spielen überall in der Natur eine fundamentale Rolle. Die detaillierte Kenntnis des "kritischen Verhaltens" von Systemen bei diesen Übergängen erbringt zusammen mit theoretischen Modellen (z. B. Theorie der Renormierungsgruppen) Einsichten in das Zusammenwirken der atomistischen Vielkörperkräfte während

eines Phasenübergangs. Im ständigen Austausch zwischen Theorie und Experiment wird eine universelle, d. h. für ganze Materialklassen gültige Darstellung der Stoffeigenschaften in der Umgebung von Phasenübergängen gesucht. Da es beim Ausmessen des kritischen Verhaltens auf feinste Effekte ankommt, sind optische Methoden den herkömmlichen Verfahren (z. B. Kalorimetrie) deutlich überlegen.

Die Arbeitsgruppe untersuchte strukturelle Phasenübergänge, die mit Symmetrieänderungen des Systems verknüpft sind. Indikatoren für das kritische Verhalten sind der Brechungsindex und die Doppelbrechung des Lichts, optische Absorptionsübergänge, optische Anisotropien, Dichroismus und Faradayrotation von polarisiertem Licht. Diese reagieren alle empfindlich auf Änderungen der Systemsymmetrie. Sie werden in Abhängigkeit von Druck, Temperatur und Magnetfeld untersucht.

Ein weiteres Arbeitsgebiet der Gruppe ist die Lichtbeugung an magnetischen Domänen von durchsichtigen ferromagnetischen Kristallen. Die Fragestellungen sind verwandt mit denjenigen der dreidimensionalen Holographie. Dementsprechend werden auch Grundzüge einer magnetischen Informationsspeicherung und Auslesung der Information mit lichtoptischen Methoden untersucht.

Wegen der geforderten hohen Meßgenauigkeit wird der Entwicklung und Vervollkommnung von optischen Meßmethoden breiter Raum gewidmet. So wird z. B. eine voll rechnergesteuerte Apparatur für Mikrospektroskopie entwickelt.

Festkörperspektroskopie (Arbeitsgruppe Prof. von der Osten)

Die Arbeitsgruppe befaßt sich mit elektronischen und gitterdynamischen Eigenschaften der Festkörper. Die Untersuchungen werden an polaren Halbleitern, wie z. B. Galliumphosphid, Silber- und Thalliumhalogeniden ausgeführt, wobei sich interessante Frage-

stellungen aus der Tatsache ergeben, daß diese Systeme zwischen Ionenkristallen und den klassischen Halbleitern einzuordnen sind. Folgende Problemkreise wurden bearbeitet:

Wechselwirkungen von Ladungsträgern hoher Konzentration. Durch optische Anregung werden Elektronen vom Valenzband ins Leitungsband gehoben, wo sie beweglich sind. Gleichzeitig entstehen im Valenzband positiv geladene "Löcher". Bei hinreichend hoher Ladungsträgerdichte und tiefer Temperatur zeigen diese beiden Ladungsträger entgegengesetzten Vorzeichens eine Tendenz zur Kondensation.

Die Theorie fordert die Bildung von größeren, im Kristallgitter lokalisierten Exzitonenmolekülen. Beobachtet wurden bisher freie und an eine Jodstörstelle gebundene Exzitonenmoleküle, in denen quadrupolartig zwei Elektronen und zwei Löcher gebunden sind. Diese Effekte werden durch typische Änderungen des Emissionsspektrums der Kristalle beobachtbar. Sie hängen nichtlinear von der Anregungsintensität des Lichts ab und machen den Einsatz lichtstarker, gepulster Lasersysteme in Verbindung mit kurzzeit-spektroskopischen Meßverfahren erforderlich. Die im Nanosekundenbereich erfolgenden Änderungen des Emissionsspektrums können den Rekombinationsvorgängen der Ladungsträger, d. h. der Bildung und dem Zerfall der Exzitonenmoleküle zugeordnet werden.

Wechselwirkung von Exzitonen mit dem Kristallgitter. Die Struktur der Exzitonen hängt an der Wechselwirkung seiner Bausteine (Elektron und Loch) und an deren Wechselwirkung mit den Schwingungen des Kristallgitters. Es interessieren Größen wie die effektive Masse des Exzitons, die Parameter des Elektron-Loch-Austauschs sowie die Frage nach dem Selbsteinfang ("self-trapping") der Exzitonen als Folge einer genügend starken Gitterdeformation, welche zur Lokalisierung der Exzitonen führt. Zur Untersuchung werden neben den konventionellen Methoden der hochauflösenden Absorptions- und Emissionsspektroskopie vor allem Resonanz-Ramanspektroskopien mit Hilfe abstimmbarer Laser und die bis in

den Bereich einiger zehn Picosekunden zeitauflösende Emissionsspektroskopie eingesetzt.

Lichtinduzierte Defekterzeugung in Silberhalogeniden. Der Ablauf des photographischen Elementarprozesses, d. h. die Ausbildung des latenten Bildes in der photographischen Schicht, ist bis heute noch nicht in allen Einzelheiten verstanden. Es handelt sich um ein kompliziertes Zusammenspiel von elektronischen und ionischen Prozessen wie die optische Erzeugung von Elektron-Loch-Paaren, Anlagerung von Elektronen an Zwischengittersilberionen und die Diffusion von Silberionen mit dem Endergebnis einer Bildung von größeren, stabilen Silberagglomeraten. Neben den bekannten Methoden der optischen Spektroskopie, insbesondere der Ramanspektroskopie, kommt hier auch die Photoleitungsspektroskopie zum Einsatz. Sie erlaubt den Nachweis von geringsten Störstellenkonzentrationen, die mit Hilfe von Absorptionsspektren mit der erforderlichen Genauigkeit nicht mehr feststellbar sind.

In Kooperation mit der Gruppe Hochdruckphysik werden einige dieser Untersuchungen auch unter hohem Druck durchgeführt. Durch Anwendung von Druck kann z. B. in die Exziton-Phononkopplung eingegriffen und diese in Abhängigkeit von Kristallgitterparametern abgetastet werden.

Diffusion

Die physikalischen Eigenschaften von Halbleitern wie Silizium und Germanium, die heute in elektronischen Bauelementen großtechnisch verwendet werden, sind wesentlich durch Kristallbaufehler wie Leerstellen, Versetzungen und Fremdatome bestimmt. Trotz großtechnischem Einsatz sind die einschlägigen physikalischen Grundlagen dieser Materialien in weiten Bereichen noch nicht geklärt. Die genannten Fehlstellen sind eng mit Diffusionsphänomenen verknüpft. Dementsprechend gewinnt man durch das Studium der Materiediffusion Einblicke in die atomaren Eigenschaften des Kristalls

und seiner Baufehler. So sind z. B. die Bindungsenergie und die Beweglichkeit der Gitteratome wichtige Kenngrößen.

Die Messungen erfolgen mittels Abtragung dünnster Schichten (sputtering) aus der Diffusion radioaktiv markierter Atome (Tracerdiffusion). Sie werden ergänzt durch Leitfähigkeitsmessungen sowie optische und elektronenoptische Meßverfahren. Versetzungsdichten werden definiert durch richtungs- und geschwindigkeitskontrollierte Zugversuche in die Proben eingeführt.

Zur Zeit wird ein kapazitives Meßverfahren aufgebaut, welches eine genauere Erfassung tiefer Störstellen ermöglicht.

Hochdruckphysik

Die Arbeitsgruppe befaßt sich mit der Erforschung der Eigenschaften von Materie unter hohen Drücken, wobei zur Ausmessung von druckabhängigen Phänomenen neue experimentelle Methoden erarbeitet und die Meßresultate mit atomistischen Strukturen verknüpft werden. In einer miniaturisierten Druckkammer können die zu untersuchenden Proben kontinuierlich variablen Drücken bis 500 kbar ausgesetzt und dabei röntgenographisch und mit optischen Methoden untersucht werden (energiedispersive Röntgenbeugung u.a. auch mit Synchrotronstrahlung von HASYLAB, Röntgenbeugung an Einkristallen, Lumineszenzmessungen, Ramanspektroskopie).

Das für Normalbedingungen aufgestellte Periodensystem der Elemente wurde in eine dritte Dimension hinein (Druck) erweitert. Bei starker Kompression des Atomgitters kommt es z. B. bei den Elementen Caesium, Barium und den seltenen Erden zu einem s-d-Ladungstransfer, der zu einer Entleerung des höchsten elektronischen s-Bandes und einer entsprechenden Auffüllung von d-Bändern führt. Dadurch nehmen diese Elemente mit zunehmendem Druck immer ausgeprägter den Charakter von Übergangsmetallen an. Die Umordnung in der elektronischen Bandstruktur ist mit charakteristischen Ände-

rungen des Kompressionsmoduls in Abhängigkeit vom Druck und an bestimmten Fixpunkten mit strukturellen Phasenumwandlungen verknüpft.

Die Umlagerung und Deformation der Energiebänder unter hohem Druck und die damit verknüpfte Umlagerung der Elektronen kann auch zu räumlich periodischen Gitterverzerrungen führen (z. B. bei La, Pr und Y unter Druck). Die Untersuchungen dieses Effektes, der analog ist zum Jahn-Teller-Effekt, liefern ebenfalls Informationen über die elektronische Bandstruktur.

Es wurde eine Methode entwickelt, die Phasenübergänge unter hohen Drücken mittels Mikroskop und Monitor zu beobachten gestattet und gleichzeitig die Druck-Temperatur-Koexistenzkurven liefert. Die Methode wird auch zur visuell kontrollierten Züchtung von Einkristallen unter hohem Druck benützt.

Die systematische Untersuchung der Wasserstoffbrückenbindung ist insbesondere im Hinblick auf eine spätere Wasserstofftechnologie und auf biologische Leitungsphänomene (z. B. Nervenleitung) von großem Interesse: Im Wasser geht z. B. die eindeutige Zuordnung der Wasserstoffatome an ihr Sauerstoffatom verloren. Das Wasserstoffatom liegt bei hohem Druck zwischen gleichberechtigten Sauerstoffatomen und erreicht schließlich eine starke Beweglichkeit im System (Wasserstoffionenleitung). Auf dieselbe Weise geht unter hohem Druck auch die auf permanenten elektrischen Dipolen (H^+-X^-) aufbauende antiferroelektrische Ordnung verloren.

Dem Vergleich von Theorie und Experiment dient auch die Ausmessung von Kristallfeldern mit Hilfe der Lumineszenzspektren eingelagerter optisch aktiver Ionen. Die Aufspaltung von Lumineszenzlinien unter Druck hängt mit Veränderungen der inneren Symmetrie des Systems zusammen, während das Ausmaß der Aufspaltung durch die Größe der vom Druck induzierten Störkräfte und durch die Änderung von atomaren Abständen bestimmt ist.

Zentrales Kristallzuchtlabor

Der Erfolg aller experimentellen Gruppen der hiesigen Physik hängt an der guten Präparation der Proben. Diese Arbeiten werden im Kristallzuchtlabor durchgeführt. An die Qualität und Reinheit der Kristalle werden äußerst hohe Ansprüche gestellt (Verunreinigungen $< 10^{-4}\%$). Andererseits werden Kristalle während des Zuchtvorgangs aber auch gezielt mit bestimmten Chemikalien verunreinigt (dotiert). Die Kristalle werden hauptsächlich aus der Schmelze gezogen (Czochralski-Verfahren, Bridgman-Verfahren). Daneben werden aber auch Kristalle aus der Lösung und aus der Dampfphase gezüchtet.

Neben diesen Produktionsaufgaben dient das Kristallzuchtlabor der Untersuchung der Dynamik des Kristallwachstums, d. h. der Abhängigkeit der Wachstumsgeschwindigkeit von Temperaturänderungen, Dotierungen, Oberflächenspannung der Schmelze etc. Dazu werden Kristallzuchtapparaturen benutzt, die automatisch während des Züchtungsprozesses aus der Schmelze entweder den Kristalldurchmesser oder das Kristallgewicht ständig messen. Ziel dieser Untersuchungen ist es, das Wachstumsverhalten der einzelnen Kristalltypen zu kennen, um die Wachstumsparameter zur Züchtung von Kristallen höchster Qualität (geringe Versetzungen etc.) optimal einstellen zu können und den Einfluß der Wachstumsparameter auf den Einbau von Dotierungen in den Kristall zu studieren.

Theoretische Physik

Die Untersuchungen befassen sich überwiegend mit der Physik der Materialien, wobei Grundlagenprobleme ebenso behandelt werden wie Fragestellungen der angewandten Materialphysik. Methodisch bewegen sie sich im Rahmen der Thermodynamik, der statistischen Mechanik und der Quantenmechanik. Daneben werden Probleme aus der Relativitätstheorie und der mathematischen Physik bearbeitet. Untersuchungen wurden zu den nachfolgenden Problemkreisen angestellt:

Transporttheorie. Die Untersuchungen bewegen sich im Rahmen der statistischen Mechanik. Sie haben das Ziel, phänomenologisch definierte Observable, Bilanz und Materialgleichungen mit der Mikrostruktur zu verknüpfen und damit aus fundamentalen Prinzipien abzuleiten.

Theorie der Membranen. Diese makroskopisch-phänomenologischen Untersuchungen benützen die Methoden der Thermodynamik der irreversiblen Prozesse. Die Fragen nach dem selektiven Transport von Materie, von Energie, Impuls und elektrischer Ladung sind von entscheidender Bedeutung für das Verständnis biologischer und technischer Membranen. Ihre praktische Bedeutung ergibt sich aus den Stichworten Osmose, Meerwasserentsalzung als ein Umkehrprozeß der Osmose, Wirkung von Pharmaka auf Körperzellen, mechanische Stabilität von Membranen und Zellteilung.

Theorie der Elektrolyte. Mit Hilfe der statistischen Mechanik wird die Phänomenologie dieser Systeme (z. B. osmotischer Druck, elektrische Leitfähigkeit) auf die Wechselwirkung von Ionen der in Lösung dissoziierenden Moleküle zurückgeführt. Aufgrund der unendlichen Reichweite der elektrostatischen Wechselwirkung muß von Anfang an ein Vielteilchensystem bewältigt werden, was mit beträchtlichen mathematischen Problemen verbunden ist. Diese Forschungen sind z. B. für das Verständnis der Vorgänge an biologischen Zellmembranen oder für die Batterietechnologie von Bedeutung.

Neuformulierung der phänomenologischen Thermodynamik im Rahmen der Feldtheorie. Die Physik der nichtdissipativen Phänomene läßt sich weitgehend mit feldtheoretischen Methoden (Lagrange-Formalismus) sehr einheitlich darstellen. Fundamentale Symmetrieprinzipien führen zur Definition aller Observablen (Energie, Impuls usw.) und der zugehörigen Bilanz- und Zustandsgleichungen. Die Thermodynamik hat sich bisher diesem Rahmen entzogen. Gegenwärtig werden erfolgversprechende Versuche unternommen, eine einheitliche Feldtheorie der dissipativen Phänomene aufzustellen. Insbesondere wird auch der Entropiebegriff auf eine fundamentale Symmetrie zurückgeführt.

Die bisher genannten Untersuchungen der Theoretischen Physik sind Bestandteil des Forschungsschwerpunktes "Membranforschung" der Universität.

Theorie der Gedächtnislegierungen. Gewisse metallische Legierungen zeigen auch bei extremen Verformungen ein "Gedächtnis" für die ursprüngliche Gestalt des Werkstücks. Durch Erwärmung des Materials kann dessen ursprüngliche Form wieder weitgehend hergestellt werden. Dieser Effekt ist von einer ausgeprägten mechanischen Hysterese begleitet, die auf der Mikroskala mit martensitischen Strukturumwandlungen verknüpft wird. Die Theorie dieser Substanzen wird auf der Grundlage der statistischen Mechanik, der Elastizitätstheorie und der Theorie der Strukturdefekte aufgebaut. Die Gedächtnislegierungen sind z. B. für chirurgische Anwendungen von Bedeutung. Ferner ist die direkte Umwandlung von Wärme in mechanische Arbeit ein reizvoller Anwendungsaspekt, wenn auch die Wirkungsgrade noch sehr klein sind.

Gasdynamik. Gasströmungen werden durch Suspension fester Teilchen verändert, wobei dem Austausch von schwarzer Strahlung zwischen den Teilchen eine wichtige Rolle zukommt. Auch die Absetzgeschwindigkeit der Teilchen im Schwerfeld und das thermische Gleichgewicht des Systems sind von praktischer Bedeutung (Umweltverschmutzung). Die Ausbreitung von Wellen ist ein Indikator für den Zustand des Systems. Die angerissenen Fragen werden mit den Methoden der Thermodynamik und der Kontinuumstheorie behandelt.

Theorie der Strukturdefekte. Topologische Defekte in geordneten materiellen Strukturen geben Anlaß zu Eigenspannungen im Material. Sie sind oft von entscheidender Bedeutung für dessen mechanische, thermische, elektrische und optische Eigenschaften. Beispiele für geordnete Strukturen sind die Kristallgitter oder das in der Physik der Polymeren diskutierte geordnete Linienbündel (Makromoleküle) oder die beim Magnetismus und in Flüssigkristallen vorliegenden Richtungsstrukturen. Die Theorie dieser Strukturen gründet auf den Methoden der nichteuklidischen Geometrie und der Elasti-

zitätstheorie. Neben ihrer Bedeutung für die Materialtheorie ergeben sich hier auch besonders reizvolle Aspekte hinsichtlich weitgehender Analogien zur Relativitätstheorie.

Elektronentheorie der Festkörper. Gegenwärtig sind quantenmechanische Untersuchungen zur elektronischen Struktur von amorphen Halbleitern im Gange. Bekanntlich spielt amorphes Silizium als billiger Werkstoff für die Solartechnologie eine wichtige Rolle. Wegen der fehlenden atomaren Ordnung sind die bekannten Methoden der Elektronentheorie nicht anwendbar. Unter Verwendung statistischer Methoden müssen neuartige Modellsysteme entwickelt werden (weitreichende Potentialfluktuationen), die sich bisher zur Erklärung von Transportdaten gut bewährt haben (z. B. elektrische und thermische Leitfähigkeit). Gegenwärtig wird an der Deutung von Spinresonanzdaten gearbeitet.

Relativitätstheorie. Auf der Grundlage einer 5-dimensionalen projektiven Relativitätstheorie wird ein Zugang zur Struktur der Elementarteilchen gesucht. Für das Proton liegen ermutigende Ergebnisse vor.

Mathematische Physik. Untersucht werden gegenwärtig nichtlineare Feldgleichungen (Diffusions-Reaktionsgleichungen, Gleichungen der Quantenfeldtheorie). Deren Symmetrien sind mit Erhaltungssätzen verknüpft und können zur Lösung der Gleichungen ausgenutzt werden. Stabilitätsuntersuchungen der Lösungen sind physikalisch besonders wichtig.

Angewandte Physik

Der Schwerpunkt der Forschung liegt bei den digitalen Meßsystemen für physikalische Größen. Fortschritte der Digital- und Computertechnik, der Elektrotechnik, der Informatik und der angewandten Mathematik und schließlich der Physik werden für meßtechnische Problemlösungen nutzbar gemacht.

Digitalfilter. In der Spektroskopie sind die nutzbaren Signale in der Regel stark von unkontrollierbarem Rauschen durchsetzt. Oft verschwinden die Nutzsignale sogar vollständig im Rauschen. Es wurde ein Algorithmus entwickelt, der auf rein rechnerischem Weg das Rauschen weitgehend zu unterdrücken gestattet. Dabei kommt es darauf an, daß die Lage und die Momente der Nutzsignale unverändert bleiben oder wenigstens ihre Veränderungen berechenbar sind. Die erarbeiteten Methoden werden bei spektroskopischen Untersuchungen im Hause mit Erfolg eingesetzt. Gleichzeitig wurde mit Hilfe von Mikroprozessoren ein Digitalfilter hoher Genauigkeit realisiert, das die Glättung der Meßkurven in Echtzeit, also kontinuierlich während des Experimentes gestattet.

Quarzsensoren. Es ist möglich, Schwingquarze herzustellen, deren Frequenzen in einem gewissen Bereich gegen Temperaturveränderungen stabil bleiben. Andererseits kann man aber auch Schwingquarze herstellen, die auf Temperaturänderungen mit einer maximalen Frequenzänderung reagieren. Zusammen mit einer Zähl Elektronik läßt sich der Gangunterschied von zwei derart optimal verschieden präparierten Schwingquarzen ermitteln, worauf dann sowohl eine präzise Temperaturmessung als auch die Bestimmung des Zeitintegrals eines Temperaturganges aufgebaut werden kann. Letzteres eröffnet ein neues Meßverfahren für Wärmeverbrauch.

Kurzzeitmeßtechnik. Die Messung von kurzlebigen Phänomenen wird unter Ausnützung der zugehörigen statistischen Eigenschaften durchgeführt. Es gehört dazu eine schnelle Digitalelektronik, deren Informationen von einem Mikroprozessor auf der Grundlage eines stochastischen Modells verarbeitet werden. Als Beispiel sei die Messung der Lebensdauer von optischen Anregungszuständen genannt, die auch bei sehr schwacher Emission durch Auszählen von statistisch emittierten Photonen erfolgen kann.

Schnelle physikalisch-chemische Meßverfahren. Es handelt sich um eine Verfeinerung der schon lange bekannten Voltametrie. Ein Mikroprozessor verarbeitet die Meßdaten und steuert gleichzeitig den elektrochemischen Prozeß in Abhängigkeit von den einlaufenden Meßdaten. Auch hier arbeitet der Mikroprozessor auf der Grundlage eines eingegebenen Modells der im Elektrolyten ablaufenden Prozesse (Kooperation mit B. Lendermann, FB 13).

Laborautomation. Konventionelle Laborautomation soll die langwierige Experimentsteuerung und Datenerfassung automatisieren. Sie ermöglicht reproduzierbare Experimente sowohl schneller Phänomene als auch sehr langfristiger Untersuchungen. Durch Kombination mit der Auswertung kann das Experiment gezielt geführt werden. Hinzu kommen der Einsatz neuer Sensoren (z. B. durch Linearisierung, Filterung und Störgrößenelimination). Hier werden in Kooperation mit den anderen Forschungsgruppen und der Industrie interessante meßtechnische Probleme gelöst.

Didaktik der Physik

Lehr-, Lern- und Erkenntnisprozesse. Am Ende des S I-Unterrichts beobachtet man bei den Schülern einen starken Abfall der Leistungsfähigkeit und des Interesses für Physik. Durch Testprogramme im S I- und S II-Bereich wird versucht, gesicherte Analysen zu gewinnen und daraus zu konstruktiven Aussagen über das Lehren von physikalischen Begriffen und Zusammenhängen zu kommen. Es gilt insbesondere, die Arbeitstechniken der Entwicklung der Schüler anzupassen. Wirklichkeitsnahe, nicht überzogene Lehrpläne und Schulbücher sollten schüleradäquate Leistungen fördern. Die bisherigen Untersuchungen haben u. a. gezeigt, daß die Fähigkeit der Schüler, experimentellem Unterricht zu folgen, stark altersabhängig ist.

Unterrichtsreihen. Der Schwerpunkt dieser Vorhaben liegt im Bereich des Sachunterrichts in der Primarstufe. Es zeigt sich, daß das Experiment in dieser Stufe nicht die allgemein angenommene Bedeutung haben kann. Unsere Bemühungen wollen eine stärkere Integration des naturwissenschaftlichen Unterrichts herbeiführen. Die Gliederung des Unterrichts wird aus der Sache gewonnen und nicht gemäß traditionellen Gliederungen der Wissenschaften vorgenommen.

Untersuchungen aufgrund von Befragungen. Lehrerbefragungen ergeben eine Situationsanalyse des gegenwärtigen Physikunterrichts. Zur Berufs-, Aus- und Fortbildungssituation konnten für alle Schulstufen gesicherte Aussagen gewonnen werden. Zusätzliche Schülerbefragungen ergänzten und bestätigten die erhaltenen Einsichten. Sie führten zu Vorschlägen über die Gestaltung und Einsatzmöglichkeiten von Schulbüchern und Unterrichtsmethoden. Die Untersuchungen wurden ergänzt durch öffentliche Befragungen von Erwachsenen über ihren Kenntnisstand in Physik.

Experimente im Physikunterricht. Dem Experiment wird im Unterricht der Sekundarstufen oft nicht das notwendige Gewicht zugemessen. Oft wird auch die Kernaussage des Experiments durch Randprobleme verschleiert. Durch beides leidet die Motivation der Schüler und die Effektivität des Unterrichts. Es gilt deshalb, physikalische Experimente weiterzuentwickeln und nach Möglichkeit zu vereinfachen. Es wurden bearbeitet:

- a) Einsatz von Operationsverstärkern bei Schülerversuchen;
- b) Entwicklung eines Schulversuchs zur Bestimmung der Absorptionsspektren heller Sterne;
- c) Temperaturmessung mit einer Diode unter Verwendung des Operationsverstärkers;
- d) Prüfung der Einsatzmöglichkeiten von Mikroprozessoren.

Technik im Physikunterricht. Damit der Schüler die Leistungen des Technikers kennen und würdigen lernt und an das konstruktive Denken herangeführt wird, sind von der Arbeitsgruppe experimentelle Möglichkeiten für einen nacherfindenden Unterrichtsgang technischer Sachverhalte aufgezeigt und in der Schule erprobt worden.

Kybernetik. Eine Bestimmung der Leitfähigkeit der Zellmembranen führte zum experimentellen Nachweis der endogen gesteuerten Bio-rhythmik. Der naturwissenschaftliche Unterricht kann mit dieser einfachen, physikalischen Methode die Gesetzmäßigkeiten einer biologischen Kybernetik aufzeigen, demonstrieren und die Bedeutung für die Arbeitspsychologie, Lernpsychologie und Medizin herausstellen.

Biologie

Die Biologie wird in Paderborn nur als Service für die Lehrerausbildung und im Rahmen von Diplomstudiengängen anderer Fächer angeboten. Das Lehrangebot wird zu einem großen Teil von auswärtigen Lehrkräften erbracht, so daß von einer entwickelten biologischen Forschung nicht auszugehen ist.

Im botanischen Bereich wurde der Einfluß von Schadgasen (SO_2 , O_3) sowie Schwermetallen (Pb) auf Rhizogenese und Differenzierung der Wurzel von *Lepidium sativum* L. in Einzel- und Kombinationswirkungen bearbeitet. Ergänzt wurden diese Arbeiten durch die Untersuchung der Wirkungen von Luftverunreinigungen auf Flechtenpopulationen im Paderborner Raum und die Überprüfung der Ergebnisse durch Begasungsversuche in Klimakammern.

Im zoologischen Bereich wurden Sozialstrukturen und Mechanismen zur Regulation der Populationsdichte von Kleinsäugetern (verschiedene Nagetierarten), speziell soziale Organisationsformen und intra-spezifische Möglichkeiten der Dichteregulation (unabhängig von Außenfaktoren) untersucht. Dabei wurden Präparate von Sexualhor-

monen sowie Antiandrogenen eingesetzt und Auswirkungen des Antian-
drogens Cyproteronacetat auf die histologische Differenzierung des
Hodens geprüft.

Haushaltswissenschaft

Der noch verhältnismäßig jungen Haushaltswissenschaft fehlt es an
Grundlagen sowohl im Bereich der Theorie als auch der Fachdidaktik
und der empirischen Forschung. Die geringen Mittel und personellen
Ausstattungen bieten wenig Möglichkeiten für umfassendere
Forschungsprojekte, die für die Weiterentwicklung des Faches
dringend erforderlich wären.

In der Haushaltswissenschaft wird eine Theorie erarbeitet, die den
Haushalt als "Öko-System" begreift. Damit soll eine Grundlage für
holistische Feldforschungen geschaffen und die Wissenschaftsorien-
tierung - als normierendes Prinzip fachdidaktischer Arbeiten - er-
möglicht werden.

Im ernährungswissenschaftlichen Bereich wird die Wirksamkeit
unterschiedlicher Ernährungstherapien und Ernährungsberatungs-
systeme bei Klienten mit verschiedenen Stoffwechselerkrankungen im
ländlichen Bereich untersucht.

Im Zusammenarbeit mit den Universitäten Hyderabad und Mysore in
Indien wurden Studien zur Ernährungssituation im Lande begonnen.

DRITTMITTELVORHABEN

Fluorhalogenide (Spaeth)

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Untersuchung struktureller Phasenübergänge mit Hilfe magnetischer Resonanzen an Störstellen in Perofskiten vom Typ AMF_3 (Spaeth)

Förderer: Minister für Wissenschaft und Forschung NW

Domänenselektion (Kleemann)

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Röntgenbeugung von Aktiniden (Holzapfel)

Förderer: Europäische Gemeinschaft

Energiedispersive Röntgenbeugung mit Synchrotronstrahlung (Holzapfel)

Förderer: Bundesministerium für Forschung und Technologie

Wechselwirkungen von Akzeptoren und Donatoren mit Versetzungen im Silizium (Mimkes)

Förderer: Minister für Wissenschaft und Forschung NW

Verformung von Polymeren (Anthony)

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Empirische Untersuchung zu Physikbüchern und Arbeitsmaterialien in der Sekundarstufe I aller Schulformen in NW (Mügens)

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Schnellanalyse (Ziegler)

Förderer: Minister für Wissenschaft und Forschung NW

Quarz- Temperatursensoren (Ziegler)

Förderer: Industrie

PROMOTIONEN

- Bromba: Entwurf digitaler Filter für spektrometrische Anwendungen, 1981 (Ziegler)
- Hangleiter: Lumineszenz von atomaren Wasserstoffzentren in Alkali-halogenidkristallen, 1979 (Spaeth)
- Heder: ENDOR-Untersuchungen an atomarem Wasserstoff auf Anionengitterplatz in KCl, 1979 (Spaeth)
- Pfalzgraf: Optische Untersuchungen an Silberzentren in Cäsium-halogeniden, 1981 (Spaeth)
- Stolz: Resonante Ramanstreuung an exzitonischen Zuständen in Thalliumbromid, 1979 (von der Osten)
- Windscheif: Untersuchung der Exzitonenrelaxation in Silberbromid mittels Resonanz-Raman-Streuung, 1979 (von der Osten)

HABILITATIONEN

- Steeb: Symmetrien von dynamischen Systemen und partiellen Differentialgleichungen aus der Physik und Chemie, 1981

AUSLÄNDISCHE GÄSTE

- Dr. Robert C. Barklie, Trinity-College, Dublin, Irland,
vom 01.03. - 31.05.1980 (Spaeth)
- Prof. Dr. Raymond-Charles DuVarney, Emory-University, Atlanta,
USA, 1979/80 (12 Monate), 1981 (6 Wochen) (Spaeth)
- Dr. Atsuhiko Fujii, Kumamoto-University, Kumamoto, Japan,
vom 01.07.1978 - 30.06.1980 (von der Osten)
- Dr. J. Casas Gonzales, Universität Saragozza, Spanien,
vom 15.01.1981 - 14.01.1982 (Spaeth)
- Dr. Kaizo Nakamura, Kyoto-University, Kyoto, Japan,
vom 01.07.1980 - 31.08.1981 (von der Osten)
- Dr. J. Nouet, Université du Maine, Le Mans, Frankreich,
im Februar 1980 (Kleemann)
- Dr. Taiju Tsuboi, Sangyo-University, Kyoto, Japan
vom 01.08.1981 - 31.07.1982 (Kleemann)
- Dr. Yoshifumi Ueda, Hiroshima University, Hiroshima, Japan,
vom 01.02.1980 - 31.03.1981 (Spaeth)
- Dr. Yogesh Kumar Vohra, Bhabha Atomic Research Centre,
Trombay/Bombay, Indien,
vom 01.04.1981 - 09.07.1982 (Holzapfel)
- Prof. Dr. Krzysztof Wilmański, Polnische Akademie der Wissen-
schaften, Warschau, Polen,
vom 01.01. - 31.08.1979 und
vom 01.10. - 31.12.1980 (Schröter)

AUFENTHALTE IM AUSLAND

- Holzapfel: Universität de Paris, Frankreich,
vom 01. - 03.04.1981
Akademie der Wissenschaften der UDSSR,
Moskau und Leningrad, vom 28.09. - 08.10.1981
- Kleemann: Université Paris-Sud, Orsay, Frankreich,
Mai - Juli 1980
- Spaeth: Atomic Energy Research Establishment, Harwell,
Großbritannien, 1979 (3 Wochen)
Emory-University, Atlanta, USA, 1980 (2 Wochen)
Université du Maine, Le Mans, Frankreich, 1980
(4 Wochen)
- Stolz: MPI-Grenoble, Frankreich, 1981 (3 Wochen)
- Waßmuth: MPI-Grenoble, Frankreich, 1981 (3 Wochen)
- Windscheif: Oklahoma-State-University, Stillwater, Oklahoma,
USA, vom 01.07.1979 - 30.06.1980

VERÖFFENTLICHUNGEN

AUFENTHALTE IM AUSLAND

Anthony, Karl-Heinz

(mit E. Kröner):

Continuum Models of Discrete Systems (CMDS 3). Proceedings of the Third International Symposium on Continuum Models of Discrete Systems, Freudenstadt, Germany, June 1979. Waterloo, Ont. 1980

Continuum Description of Liquid Crystals; in: Continuum Models of Discrete Systems 3 (hrsg. v. E. Kröner u. K.-H. Anthony) Waterloo, Ont. 1980, S. 761-803

A New Approach Describing Irreversible Processes; in: Continuum Models of Discrete Systems 4 (hrsg. v. O. Brulin u. R.K.T. Hsieh), Amsterdam, New York, Oxford 1981, S. 481-494

Falk, Fritz

Theory of the Elasticity for the Polyethylene Crystal, Part I: Non-linear Theory; in: Colloid & Polymer Science 258 (1980), S. 142-147

Theory of Elasticity for the Polyethylene Crystal, Part II: Linear Theory; in: Colloid & Polymer Science 258 (1980), S. 365-370

The Parelastic Force Acting on the Surface of a Homogeneous Coherent Inclusion; in: Physica status solidi (a) 58 (1980), S. K 133-K 136

Wie hängt die freie Energie einer Memory-Legierung von der Verzerrung und der Temperatur ab? in: ZAMM (Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik) 60 (1980), S. T 118-T 120

Model Free Energy, Mechanics and Thermodynamics of Shape Memory Alloys; in: Acta Metallurgica 28 (1980), S. 1773-1780

Theory of elasticity of coherent inclusions by means of non-metric geometry; in: Journal of Elasticity 11 (1981), S. 359-372

Fegebank, Barbara

Der private Haushalt als Anbieter von Arbeitsleistungen; in: Verbraucherdienst, Heft 5 (1979), S. 102-108

Die Verpackung in der Werbung; in: Verbraucherdienst, Heft 7 (1979), S. 156-162

Haushaltsführung als Prozeß von Entscheidungen; in: Hauswirtschaftliche Bildung, Heft 4 (1979), S. 99-105

Werbung zwischen Unternehmern und Verbrauchern; in: Wirtschaftskunde, Beilage zum "Kleinen Wirtschaftsspiegel", Heft 1 (1980), S. 1-12

Die geschlechtsspezifische Arbeitsteilung in Haushalt und Gesellschaft; in: Wirtschaftskunde, Beilage zum "Kleinen Wirtschaftsspiegel", Heft 10 (1980), S. 1-12

Der funktionale Ansatz in der Haushaltswissenschaft; in: Hauswirtschaftliche Bildung, Heft 1 (1981), S. 3-9

Das Ernährungssystem im Wandel; in: Wirtschaftskunde, Beilage zum "Kleinen Wirtschaftsspiegel", Heft 9 (1981), S. 1-12

Grauel, Adolf

Thermodynamics of an Interfacial Fluid Membrane; in: Physica 103 A (1980), S. 468-520

A Two-Dimensional Thermodynamic Field Theory; in: Liquid Crystals of One- and Two-Dimensional Order (hrsg. v. W. Helfrich, G. Heppke), Berlin-Heidelberg-New York 1980, S. 353-358

Mixtures of Chemically Reacting Fluids and Diffusion Processes on Semipermeable Interfaces; in: Biophysics of Structure and Mechanism 6, Berlin-Heidelberg-New York (1980), S. 73

Thermodynamics of Mixtures of Fluids in a Semipermeable Interface; in: Proceedings of the XIVth International Conference on Thermodynamics and Statistical Mechanics, Edmonton, Canada (1980)

Consequences of Density Gradients on Surface-Forces of Interfaces; in: Recent Developments in Condensed Matter Physics, Vol. 2 (hrsg. v. J. T. Devreese u.a.), New York, London 1980, S. 387-390

A Note on the Liouville Equation; in: Zeitschrift für Naturforschung 36 a (1981), S. 417-418

Connection Aspects of the Non-linear Schrödinger Equation; in: Zeitschrift für Naturforschung 36 a (1981), S. 1118-1119

Dynamics and Instabilities of Interfaces and Fluid Membranes; in: Journal Biophysics of Structure and Mechanism 7 (1981), S. 298

Thermodynamics of Mixtures of Chemically Reacting Fluids and Diffusion Processes on Fluid Membranes; in: Proceedings of the VII. International Biophysics Congress and III. Pan-American Biochemistry Congress, Mexico City (1981), S. 342

Heisler, Claus

Die soziale Organisation bei der Mongolischen Rennmaus (*Meriones unguiculatus*) und der Vielzitzenmaus (*Mestomys concha*); in: Zoologische Beiträge 26 (1980), S. 17-37

Holzappel, Wilfried B.

(mit A. M. Heyns, K. R. Hirsch):

The Raman Spectra of NH_4I at High Pressures. The Existence of a New Phase in the Ammonium Halides; in: Solid State Communications 29 (1979), S. 351-353

(mit R. Keller, G. Güntherodt, M. Dietrich, F. Holzberg):

The Effect of Pressure on Lattice Parameter, Magnetic Susceptibility and Reflectivity of SmS ; in: Solid State Communications 29 (1979), S. 753-758

(mit H. J. Jodl):

High pressure cell for Raman scattering at low temperatures; in: Review of Scientific Instruments 50 (1979), S. 340-342

(mit G. Anthauer, J. Fenner, S. Hafner, R. Keller):

Effect of pressure on resistivity and Mössbauer spectra of the mixed valence compound Sn_2S_3 ; in: Journal of Chemical Physics 70 (1979), S. 4837-4842

(mit K. Syassen):

Lattice Parameters and Volume Compressibility of Ytterbium up to 300 kbar; in: High-Pressure Science and Technology (hrsg. v. K. D. Timmerhaus and M. S. Barber), New York, London 1979, S. 223-226

(mit R. A. Noack):

Calibration of the Ruby-Pressure Scale at Low Temperatures; in: High Pressure Science and Technology (hrsg. v. K. D. Timmerhaus and M. S. Barber), New York, London 1979, S. 748-753

(mit H. J. Jodl):

Matrix Isolation Raman Spectroscopy at High Pressures; in: Journal of Raman Spectroscopy 8 (1979), S. 185-188

(mit M. Nicol, K. R. Hirsch):

Oxygen Phase Equilibria Near 298 K; in: Chemical Physics Letters 68 (1979), S. 49-52

Seltene Erden unter hohen Drücken; in: Metall 34 (1980), S. 138-143

(mit A. M. Heyns, K. R. Hirsch):

The effect of pressure on the Raman spectrum of NH_4I ; in: Journal of Chemical Physics 73 (1980), S. 105-119

(mit H. d'Amour):

X-Ray Diffraction on Single Crystals under Pressure; in: High Pressure Science & Technology (hrsg. v. B. Vodar und P. Marteau), Oxford, New York, Toronto u.a.O., 1980, S. 160-166

(mit K. R. Hirsch):

Diamond anvil highpressure cell for Raman spectroscopy; in: Review of Scientific Instruments 52 (1981), S. 52-55

(mit H. d'Amour, M. Nicol):

Solid O_2 near 298 K. The Structure of $\beta\text{-O}_2$ and Identification of a New ϵ Phase; in: Journal of Physical Chemistry 85 (1981), S. 130-131

(mit G. Bellussi, U. Benedict):

High Pressure X-Ray Diffraction of Thorium to 30 GPa; in: Journal of the Less-Common Metals 78 (1981), S. 147-153

(mit A. Schwake, K. R. Hirsch):

Raman spectra of NH_4Br at high pressure and the location of the IV-V phase transition; in: Journal of Chemical Physics 75 (1981), S. 2532-2534

(mit Y. K. Vohra, H. Olijnyk, W. Großhans):

Structural Phase Transitions in Yttrium under Pressure; in: Physical Review Letters 47 (1981), S. 1065-1067

(mit Y. K. Vohra):

5-f Localization in Actinide Elements at High Temperatures; in: Physics Letters A 89 (1981), S. 149-150

(mit W. A. Großhans, H. Olijnyk):

Energiedispersive Röntgenbeugung unter hohen Drücken; in: Jahresbericht 1981 des Hamburger Synchrotronstrahlungslabors HASYLAB am Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg 1981, S. 126-127

Kaiser, Heribert

(mit R. Bauer, R. Müsgens):

Einige Bemerkungen zur Situation der Physik in der Sekundarstufe I der Gymnasien in Nordrhein-Westfalen; in: Naturwissenschaften im Unterricht, 27, Heft 1 (1979), S. 1-4

(mit R. Müsgens, M. Zindel):

Die äußeren Bedingungen des Physikunterrichtes an Gymnasien; in: Naturwissenschaften im Unterricht, 22, Heft 2 (1979), S. 47-50

(mit R. Müsgens):

Untersuchung zur Einstellung der Grundschüler zum naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht; in: Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe, 7, Heft 4 (1979), S. 126-133

(mit R. Müsgens):

Unterrichtsbeobachtung und -analyse im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht der Primarstufe. Ergebnisse und Erfahrungen beim Einsatz von Beobachtungsbögen zur Unterrichtsdokumentation; in: Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe, 7, Heft 6 (1979), S. 211-213

(mit R. Müsgens):

Unterrichtsbeobachtung und -analyse im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht der Primarstufe. Ergebnisse und Erfahrungen beim Einsatz einer Videoanlage zur Unterrichtsdokumentation und Unterrichtsanalyse; in: Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe 7, Heft 8 (1979), S. 290-292

Das forschend-entdeckende Lernen im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht. Orientierung des Unterrichts an der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung; in: Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe, Heft 10 (1979), S. 374-380

Konzeption zur Entwicklung integrierter Unterrichtsreihen zum naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht - Kriterien einer Praxisorientierung; in: Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe 7 (1979), S. 454-460

Praxisorientierung und Kindgemäßheit im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht - Entwicklung, Erprobung und Auswertung von Unterrichtsreihen; in: Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe (1979)

(mit R. Bauer, R. Müsgens):

Das Schulbuch im Physikunterricht der Sekundarstufe II; in: Neue Unterrichtspraxis 12, Heft 7 (1979), S. 493-499

Kleemann, Wolfgang

(mit J. Ferré, M. Régis, Y. Farge):

Magneto-optical properties of the two-dimensional ferromagnet K_2CuF_4 : I. Magnetic circular dichroism and linear dichroism; in: Journal of Physics C 12 (1979), S. 2671-2688

(mit F. J. Schäfer, J. Nouet):

Linear birefringence studies on weakly discontinuous structural phase transitions in fluo-perovskites and layered copper halides; in: Physica 97 B (1979), S. 145-155

(mit E. Grawe, L. Becker):

Optical properties of cubic and tetragonal Cu-centers in alkali halides; in: Journal de Physique 41, C 6 (1980), S. 199-202

(mit F. J. Schäfer):

Magneto-Optical Studies on Ferromagnetic stripe domains in K_2CuF_4 ; in: J. Magn. Magn. Mat. 21 (1980), S. 143-156

(mit F. J. Schäfer, D. S. Tannhauser):

Linear birefringence in S-domains of NiO near the antiferromagnetic phase transition; in: J. Magn. Magn. Mat. (1980), S. 15-18

(mit F. J. Schäfer, J. Nouet):

Linear Magnetic Birefringence and Double-Excitonic Transitions of the 2d-Antiferromagnet $BaNiF_4$; in: Journal of Physics C 14 (1981), S. 4447-4461

(mit E. Käräjämäki, R. Laiho, T. Levola, F. J. Schäfer):

Brillouin Scattering and Linear Birefringence Investigations of $(C_nH_{2n+1}NH_3)_2MnCl_4$ with $n = 1,2$; in: Physica 111 B (1981), S. 24-34

(mit J. Ferré):

Bragg Regime Diffraction and Waveguiding of Light by Ferromagnetic Domains in K_2CuF_4 ; in: Physical Review B 24 (1981), S. 1568-1571

(mit J. Ferré, F. J. Schäfer):

Magneto-optical properties of the two-dimensional ferromagnet K_2CuF_4 : II. Linear magnetic birefringence; in: Journal of Physics C 14 (1981), S. 4463-4485

(mit A. Bulou, J. Nouet, F. J. Schäfer, A. W. Hewat):
 The structure and the improper ferroelastic phase transition of
 RbAlF_4 ; in: Ferroelectrics 36 (1981), S. 407-410

Lessner, Gerhard

The Equation of Motion and Gravitational Radiation of an Ideal
 Fluid Sphere Moving in a Gravitational Background; in: General
 Relativity and Gravitation 10 (1979), S. 401-430

The Pair Correlations down to $r=0$ in a Fully Ionized Dilute and
 Homogeneous Hydrogen Plasma in Equilibrium; in: Physica 98 A
 (1979), S. 509-527

The Pair Distributions and the Osmotic Coefficient in Binary
 Electrolytes up to Concentrations $c = 1\text{mol/l}$; in: Physica 100 A
 (1980), S. 589-598

An Approximation Method to Solve Einstein's Field Equations on a
 Curved Background Metric; in: 9th International Conference on
 General Relativity and Gravitation, 14.-19.07.1980 in Jena
 Abstracts 1 (1980), S. 182-183

Masuch, Georg

(mit J. Baumhauer, W. Bienster, E. Brendicke, R. Christiani, H.
 Esser und W. Faßbender):

Mosaik - Unterrichtswerk für den Sachunterricht vom 2.-4. Schul-
 jahr. Lehrerband zu Mosaik 4, Regionalausgabe 1, vorwiegend für
 Nordrhein-Westfalen. Stuttgart 1979

Epiphytische Rindenflechten der Senne als Bioindikatoren der Luft-
 qualität; in: Beiträge zur Ökologie der Senne, II. Teil, Berichte
 des Naturwissenschaftlichen Vereins für Bielefeld und Umgebung
 e.V., Sonderheft 2 (hrsg. v. E. Th. Seraphim), Bielefeld 1980,
 S. 75-94

"An ihren Flechten sollt ihr sie erkennen". Verraten Schadstoffe:
Flechtenkartierungen im Stadtgebiet Paderborn; in: Die Warte Nr.
29 (1981), S. 25-28

Mimkes, Jürgen

(mit M. Meißner):

Low Temperature Specific Heat and Elastic Constants of Trigonal
Selenium; in: Solid State Sciences 13 (1979), S. 74-80

Calculations of Dislocation Pipe Diffusion; in: Journal de Physi-
que 40, C 6 (1979), S. 181-183

Müsgens, Robert

(mit H. Kaiser):

Über ein einfaches Experiment zum freien Fall; in: Naturwissen-
schaften im Unterricht, 27, Heft 9 (1979), S. 266-270

(mit H. Kaiser, R. Bauer):

Zur Methodik des Physikunterrichts in der gymnasialen Oberstufe;
in: physica didactica, 6, Heft 2 (1979), S. 115-124

(mit R. Bauer, H. Kaiser):

Physikbücher in der gymnasialen Oberstufe; in: physica didactica,
6, Heft 3 (1979), S. 171-182

Über Ziele, Methoden und Ergebnisse einer empirischen Untersuchung
zum Physikunterricht an nordrhein-westfälischen Gymnasien; in:
physica didactica, 6, Heft 3 (1979), S. 127-136

Der Dampfkochtopf als Unterrichtsgegenstand in der Primarstufe;
in: Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe, 8, Heft 3
(1980), S. 122-123

Nur "Dumme" wählen Physikleistungskurse; in: Physik und Didaktik, 8, Heft 3 (1980), S. 243-246

von der Osten, Wolf

(mit Th. Kleinefeld und H. Stolz):

Time-Resolved Luminescence Spectra of AgBr at High Excitation Densities; in: Solid State Communications 31 (1979), S. 59-63

(mit N. Koumvakalis und H. Stolz):

Exciton-Phonon Interaction in Mixed Silver Halides: Resonant Raman Scattering vs Photoluminescence; in: Solid State Communications 32 (1979), S. 1079-1081

(mit H. Stolz):

Resonant Raman Scattering at the Exciton-Polariton in TlBr; in: Proceedings of the 15th International Conference on the Physics of Semiconductors, Kyoto 1980. Journal of the Physical Society of Japan 49 A (1980), S. 543-546

(mit H. Stolz):

Resonant Raman Effect in TlBr: Forbidden One-Phonon and Intervalley Scattering at the Direct Exciton; in: Solid State Communications 33 (1980), S. 319-322

(mit J. Windscheif):

Relaxation of the indirect exciton in AgBr studied by resonant Raman scattering; in: Journal of Physics C: Solid State Physics 13 (1980), S. 6299-6311

Excitons in Silver Halides; in: Proceedings of the International Conference on Defects in Insulating Crystals, Riga 1981. Berlin, Heidelberg, New York 1981, S. 284-300

(mit K. Nakamura und J. Windscheif):
 Two-Phonon Resonant Raman Scattering at the Indirect Exciton in Silver Chloride, Proceedings of the International Conference on Luminescence, Berlin 1981; in: Journal Luminescence 24/25 (1981), S. 425-428

(mit K. Nakamura und J. Windscheif):
 Two-Phonon Resonant Raman Scattering at the Indirect Exciton in Silver Chloride; in: Solid State Communications 39 (1981), S. 381-383

Overhof, Harald

(mit W. Beyer, R. Fischer):
 Transport in lithium-doped amorphous silicon; in: Philosophical Magazine B 39 (1979), S. 205-217

(mit W. Beyer):
 Transport Properties of Doped Amorphous Silicon; in: Solid State Communications 31 (1979), S. 1-4

(mit W. Beyer):
 Density of States in Amorphous Silicon determined from Transport Experiments; in: Journal of Non-Crystalline Solids 35 & 36 (1980), S. 375-380

Energy Bands of the Copper Halides; in: physica status solidi (b) 97 (1980), S. 267-271

(mit H. Uchtmann, F. Hensel):
 D. C. and infrared a. c. conductivity in dense mercury vapours; in: Philosophical Magazine B 42 (1980), S. 583-586

(mit W. Beyer):
 A model for the electronic transport in hydrogenated amorphous silicon; in: Philosophical Magazine B 43 (1981), S. 433-450

The Hall mobility in amorphous semiconductors in the presence of long-range potential fluctuations; in: Philosophical Magazine B 44 (1981), S. 317-322

(mit W. Beyer):

Density of States in Amorphous Si:H; in: physica status solidi (b) 107 (1981), S. 207-213

(mit H. Imgrund):

Dispersive Transport in R-Hopping Systems; in: Journal de Physique 42, C 4 (1981), S. 83-86

(mit W. Beyer, H. Mell):

Transport Properties of compensated α -Si films; in: Journal de Physique 42, C 4 (1981), S. 103-106

(mit S. Ves, D. Glötzel, M. Cardona):

Pressure Dependence of the optical properties and the band structure of the copper and silver halides; in: Physical Review B 24 (1981), S. 3073-3085

Schäfer, Franz-Josef

(mit A. Bulou, J. Nouet, A. W. Hewat):

Structural phase transitions in KCaF₃-DSC, birefringence and neutron powder diffraction results; in: Ferroelectrics 25 (1980), S. 375-378

Schmitz, Josef

Einfache Bestimmung des Brennwertes; in: Naturwissenschaften im Unterricht 27 (1979), S. 165-166

Physik und Technik am Beispiel Eierkocher; in: Naturwissenschaften im Unterricht 28 (1980), S. 115-117

(mit U. Pollmann):

Das Experiment in der Primarstufe; in: Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe 9 (1981), S. 75-76

Schröter, Joachim

(mit J. Meyer):

Proper and Normal Solutions of the Fokker-Planck-Equation; in: Archive for Rational Mechanics Analysis 76 (1981), S. 193-246

(mit W. Oevel):

On the Asymmetry of the Stress Tensor of Materials with Internal Degrees of Freedom; in: Physica 105 A (1981), S. 169-186

(mit W. Oevel):

Balance Equations of Micromorphic Materials; in: Journal of Statistical Physics 25 (1981), S. 645-662

Spaeth, Johann-Martin

(mit Ch. Hoentzsch):

ESR Study of Interstitial Atomic Hydrogen in Alkali Fluorides; in: Solid State Communications 29 (1979), S. 577-581

(mit F. Lohse):

Fluorescence of Interstitial Atomic Hydrogen in Alkali Halides Doped with I^- ; in: physica status solidi (b) 93 (1979), S. 153-160

(mit Ch. Hoentzsch):

Dynamical superhyperfine interaction of atomic hydrogen in KCl and RbCl; in: physica status solidi (b) 94 (1979), S. 479-503

(mit G. Reuter, F. Lohse):

Generation of Dichroic H Centres in KCl by Polarized Optical Bleaching of Interstitial Atomic Hydrogen; in: physica status solidi (b) 96 (1979), S. 243-250

(mit R. C. DuVarney):
Sign of the ^{41}K Electric Quadrupole Moment Determined by ENDOR of F-Centres in KCl; in: Solid State Communications 32 (1979), S. 1237-1240

(mit L. O. Schwan, H. J. Paus, R. Bauer):
Formation Kinetics and Structure of Interstitial Atomic Hydrogen Centers in KCl and RbCl Doped with Br^- or I^- Ions; in: Semiconductors and Insulators, 5 (1980), S. 91-109

(mit R. C. DuVarney, J. R. Niklas):
ENDOR Study of the F-Center in KMgF_3 ; in: physica status solidi (b) 97 (1980), S. 135-142

(mit R. C. Barklie, J. R. Niklas):
ENDOR measurements of defects in sodium β -alumina: Part I; in: Journal of Physics C: Solid State Physics 13 (1980), S. 1745-1755

(mit R.C. Barklie, J.R. Niklas):
ENDOR measurements of defects in sodium β -alumina: Part II; in: Journal of Physics C: Solid State Physics 13 (1980), S. 1757-1765

Recent Developments in Magnetic Resonance Studies of Defects in Ionic-Crystals; in: Journal de Physique 41 (1980), S. C 6-13 - C 6-16

(mit R. C. Barklie, J. R. Niklas):
ENDOR investigation of defects in sodium β -alumina; in: Journal de Physique 41 (1980), S. C 6-537 - C 6-539

(mit R. C. DuVarney, J. R. Niklas):
ENDOR Study of the F Center in KMgF_3 ; in: Journal de Physique 41 (1980), S. C 6-48 - C 6-50

(mit Th. Hangleiter):
Luminescence of Interstitial Atomic Hydrogen in Cesiumhalides; in: Solid State Communications 35 (1980), S. 23-26

(mit Th. Hangleiter):

Luminescence of Interstitial Atomic Hydrogen in KBr and RbBr Doped with I^- ; in: Solid State Communications 34 (1980), S. 795-797

(mit G. Heder, J. R. Niklas):

ENDOR Investigations of Atomic Hydrogen at Anion Sites in KCl; in: physica status solidi (b) 100 (1980), S. 567-576

(mit J. R. Niklas):

Application of ENDOR-Induced Electron Spin Resonance to the Study of Point Defects in Solids; in: physica status solidi (b) 101 (1980), S. 221-231

(mit P. Studzinski, J. R. Niklas):

ENDOR Study of Atomic Hydrogen on Cation Sites in KCl Doped with Sr^{++} ; in: physica status solidi (b) 101 (1980), S. 673-681

(mit G. Heder, A. H. Harker):

Electronic Structure of Atomic Hydrogen at Anion Sites in KCl; in: Journal of Physics C 13 (1980), S. 4965-4977

(mit R. C. DuVarney, J. R. Niklas):

ENDOR Study of Cubic Fe^{3+} Centres in $KMgF_3$; in: physica status solidi (b) 103 (1980), S. 329-336

(mit J. R. Niklas):

Application of ENDOR and ENDOR-Induced ESR to the Study of Defects; in: Recent Developments in Condensed Matter Physics 1 (hrsg. v. J. T. Devreese), New York, London 1981, S. 393-413

(mit R. C. DuVarney, A. K. Garrison, J. R. Niklas):

ENDOR of the F^+ center in α -Alumina; in: Physical Review (B) 24 (1981), S. 3693-3696

Atomic hydrogen as a model defect in alkali halides; in: Defects in insulating crystals. Proceedings of the International Conference "Defect in Ionic Crystals", Riga 1981. Berlin, Heidelberg, New York 1981, S. 232-252

(mit F. J. Ahlers, F. Lohse):

ODMR study of electron transfer from excited F centres to F^+ , F_A and F_{AA}^+ centres in CaO; in: Journal of Luminescence 24/25 (1981), S. 359-362

Steeb, Willi-Hans

Generalized Liouville Equation, Entropy, and Dynamic Systems Containing Limit Cycles; in: Physica A 95 (1979), S. 181-190

A Note on the Lorentz Transformation; in: Journal of Mathematical Physics 20 (1979), S. 1684-1685

A Comment on the Generalized Liouville Equation; in: Foundation of physics 10 (1980), S. 485-493

(mit F. Wilhelm):

Nonlinear Autonomous Systems of Differential Equations and Carleman Linearization Procedure; in: Journal of Mathematical Analysis and Applications 77 (1980), S. 601-611

A Comment on Relativistic Classical Mechanics; in: Helvetica Physica Acta 53 (1980), S. 530-534

Symmetries and Vacuum Maxwell's Equations; in: Journal of Mathematical Physics 21 (1980), S. 1656-1658

Symmetries of time-dependent Hamiltonians; in: Lettre al Nuovo Cimento 28 (1980), S. 547-550

The relation between the Kronecker product, the trace Calculation, and the one-dimensional Ising model; in: Letters in Linear Algebra 37 (1981), S. 261-265

(mit F. Wilhelm):

Exponential Functions of Kronecker products and trace calculation; in: Linear and Multilinear Algebra 9 (1981), S. 345-346

(mit W. Strampp):

Symmetries of non-linear reaction-diffusion equations and their solutions; in: Physica D 3 (1981), S. 637-643

(mit W. Erig und W. Strampp):

Symmetries and the Dirac equation; in: Journal of Mathematical Physics 22 (1981), S. 970-973

(mit J. Erig und W. Oevel):

A note on the non-relativistic and relativistic classical mechanics and the constants of the motion; in: Lettre al Nuovo Cimento 30 (1981), S. 421-426

Ziegler, Horst

(mit M. U. A. Bromba):

Efficient Computation of Polynomial Smoothing Digital Filters; in: Analytical Chemistry 51 (1979), S. 1760-1762

Mit hoher Rechengeschwindigkeit. Das Polynomfilter ersetzt wirkungsvoll analoge Filterbausteine; in: Markt und Technik, 29 (1980), S. 50 und 57

(mit M. U. A. Bromba):

Explicit Formula For Filter Function of Maximally Flat Nonrecursive Digital Filters; in: Electronics Letters 16 (1980), S. 905-906

Properties of Digital Smoothing Polynomial (DISPO) Filters; in: Applied Spectroscopy 35 (1981), S. 88-92

(mit M. U. A. Bromba):

Application Hints for Savitzky-Golay Digital Smoothing Filters; in: Analytical Chemistry 53 (1981), S. 1583-1586

Symmetries of non-linear reaction-diffusion equations and their solutions; Int. J. Phys. 9 (1981), S. 637-643

Diffusion and reaction in a non-linear system; Physica 100 (1981), S. 33-40

A note on the non-relativistic and relativistic classical mechanics and the constants of the motion in the case of a particle in a magnetic field; Physica 100 (1981), S. 33-40

Efficient comparison of polynomial smoothing digital filters; Analytical Chemistry 51 (1979), S. 1750-1753

Die hohen Rechengeschwindigkeiten der Polynomfilter; Kolloid- und Grenzflächenchemie 19 (1979), S. 1-10

Polynomial smoothing digital filters; Analytical Chemistry 51 (1979), S. 1750-1753

