



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Universitätsbibliothek Paderborn

Forschungsbericht

Gesamthochschule Paderborn

Paderborn, 1.1976 - 2.1977/78(1979)

C. 6 Fachbereich 6 (Naturwissenschaften I)

urn:nbn:de:hbz:466:1-31285

Prof. Dr. H. H. Zabel, FHL

„Wirtschaftsgeschichte – Unternehmerbibliographien“

Kurzt ext :

Im Rahmen der Arbeit sollen für Unternehmer seit der Jahrhundertwende wichtige bibliographische Daten erfaßt werden.

C. 6 Fachbereich 6

Naturwissenschaften I

Statistische Zusammenfassung

Der Fachbereich 6 ging aus dem Fachbereich Naturwissenschaften nach Abspaltung des Faches Chemie hervor.

Er umfaßt 3 Fächer: Biologie, Haushaltswissenschaft und Physik.

In ihm sind tätig

15 Hochschullehrer, nämlich

2 o. Professoren (Biologie) (davon ein Emeritus)

1 Stud.-Professor (Haushaltswissenschaft)

4 o. Professoren (Physik)

2 Wiss. Räte und Professoren (Physik)

6 Fachhochschullehrer (Physik)

17 Wissenschaftliche Mitarbeiter

C. 6.1 Situation und Entwicklung des Fachbereiches

Der Fachbereich 6 vereint in sich Teile aus allen 3 die Gesamthochschule Paderborn konstituierenden Elementen:

Aus dem Bereich der ehemaligen PH, aus dem der ehemaligen Fachhochschule und aus dem neu entwickelten sog. universitären Bereich.

Für die Fächer Biologie und Haushaltswissenschaft sind nach Gründung der Gesamthochschule die früheren Aufgaben erhalten geblieben, nämlich Durchführung von Lehramtsstudiengängen für die Sekundarstufe I und die Primarstufe. Im Fach Physik sind zu den Lehramtsstudiengängen (Sekundarstufe I und Primarstufe) und den Serviceleistungen für andere Fächer der integrierte Studiengang und der Lehramtsstudiengang für die Sekundarstufe II hinzugekommen.

Die Entwicklung des Fachbereiches 6 bezieht sich daher, neben der Ausgestaltung der vorhandenen Fächer, hauptsächlich auf den Ausbau der Physik im universitären Bereich.

Es wurden 4 Hochschullehrer (H 4 und H 3) für Experimentalphysik und 2 Hochschullehrer (H 4) für Theoretische Physik neu berufen, sowie 4 Akademische Räte und 8 Assistenten eingestellt.

Die Praktika wurden erheblich erweitert und den neuen Bedürfnissen angepaßt. Forschungslabors wurden vollkommen neu eingerichtet.

C. 6.2 Einzelprojekte

6.2.1 Biologie

Dr. G. Masuch

in Zusammenarbeit mit:

Dr. R. Guderian (Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes NW)

Dr. H. Weinert (Botanisches Institut der Universität Münster)

„Einzel- und Kombinationswirkungen von Luftverunreinigungen auf die Feinstruktur von Zellorganellen höherer Pflanzen. Wirkungen von HCl und SO₂ auf die Ultrastruktur von Spinatchloroplasten.

Dauer: seit 1972

Kurzt ext :

Die Veränderungen der Chloroplastenstruktur nach HCl-Begasung gleichen denen einer natürlichen Plastidendegeneration. Das wird um so deutlicher, wenn für den Begasungsversuch sehr junge Pflanzen verwendet werden, bei denen die Thylakoide noch bläschenartig zusammengesetzt sind wie bei Etioplasten. Nach 43stündiger Begasung mit 0,13 mg HCl ist das Thylakoidsystem bereits in Granastapel und Stromathylakoide differenziert, eine parallele Lagerung der Thylakoide ist erfolgt. Menge und Größe der Plastoglobuli nehmen zu. Nach einer Begasung von 43 h x 0,25 mg HCl/m³ Luft erscheinen keine gesehten Thylakoidzisternen mehr. Die Grana sind einheitlicher organisiert. Die Plastoglobuli haben gegenüber der Kontrolle um 90% zugenommen, gegenüber der Behandlungsserie mit 0,13 mg HCl:m³ Luft um 20%. Zusätzlich sind die Plastoglobuli mächtiger geworden. Werden Pflanzen langfristig und stärker begast, so fallen die strukturellen Veränderungen deutlicher aus. Nach einer 208-stündigen Begasung mit 1,6 mg HCl/m³ Luft vergrößerte sich die lichte Höhe der Thylakoidzisternen bei allen Thylakoiden um das Doppelte. Die Plastoglobuli nahmen gegenüber der Kontrolle um 60% zu. Die Durchmesser der Plastoglobuli waren stark angewachsen. Das entspricht einer Massenzunahme von Lipidsubstanz in den Plastoglobuli. Die Mächtigkeit der Granastapel ist auffällig reduziert. Unter dem Einfluß vornehmlich chronisch wirkender HCl-Konzentrationen ähneln die strukturellen Veränderungen der Chloroplasten den Abbauerscheinungen eines natürlichen Degenerationsprozesses.

Kurzzeitbegasungen mit SO₂ führen bereits zu auffälligen Strukturveränderungen in den Chloroplasten. Zunächst schwellen die Thylakoide an, wobei sich die Loculi und Gitterkanäle vergrößern. Die Mächtigkeit der Anschwellung ist konzentrationsabhängig. Gleiches gilt für die Verlängerung der Einwirkungsdauer. Die Anschwellung der Thylakoide ist reversibel, wenn nur kurzfristig (1 h) mit schwachen Konzentrationen (0,5 bis 1 ppm SO₂) begast wird. Nach akuter SO₂-Schädigung schwellen die Chloroplasten an. Nach 23stündiger Begasung mit 1,0 mg SO₂/m³ Luft vergrößern sich die Plastoglobuli bei Spinat signifikant. Die Menge der Plasto-

globuli nimmt gegenüber der Kontrolle um das Doppelte zu. An den Rändern der Granathylakoide treten gehäuft osmiphile Granula auf. Die Thylakoidzisternen sind mit einer Vielzahl von distinkten Lipidgranula erfüllt. Vielfach verschmelzen sie zu langen Ketten.

Die Elementarmembranen der Thylakoide sind nicht deutlich darstellbar; ein Abbau derselben ist als wahrscheinlich anzunehmen.

Die durchschnittliche Häufigkeit der Granaanschnitte steigt nach SO_2 -Einwirkung signifikant an, dagegen nimmt die Mächtigkeit der Grana ab. Das ist als fortschreitende Desintegration des Thylakoidsystems zu deuten.

Dr. A. Schafmeister

„Pflanzenphysiologische Studien: Der Wald im MTB-Bereich 4219 (Altenbeken) – Entwicklung und heutiger Zustand“

Dauer: bis 1977

Kurzt ext:

Die Pflanzensoziologie erforscht einen wesentlichen Teil der verschiedenen Typen von Ökosystemen, eben ihren pflanzlichen Anteil, d. h. ihre Pflanzengemeinschaften. Dies geschieht methodologisch durch die Schritte Deskription, Faktorenanalyse und induktive Synthese der Fakten.

Inhaltlich erreicht eine Erkenntnis erst dann ihren vollen Wert, wenn sie sich nicht auf einen einzelnen Bestand bezieht, sondern für alle Objekte gleichen Typus gilt. Solche Typen von floristisch definierten Pflanzenbeständen nennt man Pflanzengesellschaften.

Der Erfassung der Pflanzengesellschaften der Wälder im MTB-Bereich 4219 (Altenbeken) dienen die seit 1973 durchgeführten Untersuchungen. Die Untersuchungsfläche ist ca. 70 km² groß und wird allein bearbeitet.

Nachdem 1973 Voruntersuchungen gemacht worden waren, konnte 1974 und 1975 das gesamte Gebiet zweimal planmäßig begangen werden, um zu verschiedenen Vegetationszeiten auf geeigneten Probeflächen soziologische Aufnahmen zu machen, die entsprechend den pflanzensoziologischen Methoden ausgewertet wurden und werden.

Da man Pflanzengesellschaften, wenn man sie richtig verstehen will, unter verschiedenen Aspekten betrachten muß, wurde in diesem Jahr ihre Abhängigkeit von verschiedenen Umweltfaktoren untersucht. Neben der Klärung dieser synökologischen Fragen wird versucht soweit als möglich bestandesgeschichtliche und forstwirtschaftliche Daten zu erfassen; denn Ziel der Pflanzensoziologen ist es, die Pflanzengesellschaften hinsichtlich ihrer Struktur, Funktion ihrer Glieder, Einpassung in die Umgebung und geschichtlicher Entwicklung zu verstehen und Folgerungen für die Gestaltung von Ökosystemen zu ziehen.

Ob es gelingt, rechtzeitig und allgemein Einsicht in das natürliche Beziehungsgefüge der Ökosysteme und in dessen Steuerungsmöglichkeiten von Seiten des Menschen zu erforschen und zu vermitteln, ist eine Existenzfrage für alle.

6.2.2 Haushaltswissenschaft

Dr. M. Kleine-Vosbeck

„Untersuchungen zur Sensorik von Paderborner Brot“

Dauer: 1972–1975

Kurzt ext :

Die vorliegende Untersuchung wurde auf Anregung und unter Anleitung von Herrn Prof. Dr. K. Pfeilsticker, Inhaber des Lehrstuhls für Lebensmittelwissenschaft der Landwirtschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn, durchgeführt.

Sie wurde als Dissertation eingereicht und im November 1975 mit der Promotion abgeschlossen.

Die Beurteilung von Lebensmitteln mit Hilfe der menschlichen Sinne ist seit jeher von großer Bedeutung. Sinneprüfungen von Lebensmitteln dienen dem Gesundheitsschutz des Verbrauchers und geben vor allem Auskunft über den Konzentrationsgrad von Geruchs- und Geschmacksstoffen in den einzelnen Lebensmitteln.

Die Durchführung von Sinnenprüfungen erfolgt einmal von Seiten der Produzenten und Konsumenten, zum anderen durch behördliche Organe und Bundesforschungsanstalten. So werden z. B. Brotprüfungen von den Bäckerinnungen des Landes NRW sowie von der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft e. V. durchgeführt. Im Rahmen dieser Prüfungen wird auch Paderborner Brot beurteilt; es liegen jedoch keine Ergebnisse über experimentelle Arbeiten im Bereich der sensorischen Beurteilung von Paderborner Brot vor. Daher bestand die Aufgabe der Dissertation darin, Fragen hinsichtlich der Intensität der Geschmacksart „sauer“ sowohl bei reinen Lösungen als auch bei Paderborner Brot zu klären. Ferner war zu untersuchen, ob sich Möglichkeiten anbieten, die sensorische Beurteilung von Brot und speziell von Paderborner Brot zu objektivieren.

Zu diesem Zweck erfolgte zunächst die Schulung einer Prüfergruppe durch Tests zur Erkennung der vier Grundgeschmacksarten. Mit dieser Prüfergruppe wurde die Erkennungsschwelle für die Geschmacksart „sauer“ mit Hilfe vorgegebener Intensitätsstufen ermittelt.

Außerdem fand die Erarbeitung von Intensitätsstufen nach Herrmann für die saure Geschmacksempfindung durch die Verkostung von Citronensäurelösungen sowie von Paderborner Brot statt. Im Anschluß an eine Befragung von Haushaltsvorständen über die Gewichtung von Beurteilungsmerkmalen hinsichtlich der sensorischen Prüfung von Paderborner Brot wurde eine Bewertung eingekaufter Paderborner Brote anhand angefertigter Photographien von der studentischen Prüfergruppe vorgenommen.

Zur Durchführung der experimentellen Untersuchungen im Rahmen dieser Dissertation standen eine geschulte Prüfergruppe von 12 Studentinnen des Faches Haushaltswissenschaft der Gesamthochschule Paderborn sowie ausgewählte Paderborner Haushaltsvorstände (108) zur Verfügung.

Die Auseinandersetzung mit dem Problem der Objektivierung sensorischer Prüfverfahren für die Beurteilung von Paderborner Brot zeigt, daß sich Möglichkeiten anbieten, eine weitgehend objektive sensorische Beurteilung von Paderborner Brot zu erzielen. Den Prüfern wird dadurch die Bewertung erleichtert und den Brotherstellern eine gerechtere Beurteilung der eingesandten Proben zuteil.

6.2.3 Theoretische Physik

Prof. F. Meyer zur Capellen, FHL

„Ausbreitung von Wellen kleiner Amplitude in einem relaxierenden und strahlenden Teilchen-Gas-Gemisch“

Dauer: bis 1976

Kurzt ext :

In dieser Arbeit wird die Ausbreitung von Wellen kleiner Amplitude in einem relaxierenden und strahlenden Teilchen-Gas-Gemisch untersucht. Gemeint ist die Relaxation bei der Einstellung des thermischen und mechanischen Gleichgewichts. Es wird u. a. vorausgesetzt, daß sich die im Gas suspendierten Teilchen in ihrer Gesamtheit als Kontinuum, als „Teilchenwolke“ betrachten lassen. Weiterhin betrachtet man nur eine „graue“ Teilchenwolke und nimmt an, daß nur die Teilchen strahlen. Die Grenzfälle sehr kleiner und sehr großer Relaxationszeiten werden diskutiert, ebenso werden Grenzbetrachtungen über starke und schwache Strahlung durchgeführt. Es zeigt sich, daß es insgesamt sechs verschiedene Schallgeschwindigkeiten gibt, deren physikalische Bedeutung formuliert wird.

Die numerischen Ergebnisse der für eine Welle charakteristischen Größen wie Ausbreitungsgeschwindigkeit und Dämpfung werden mit Näherungslösungen verglichen. Zum Schluß werden stehende Wellen betrachtet und dort die numerischen Ergebnisse für die Druckstörung angegeben.

Arbeitsgruppe Müller

Prof. Dr. I. Müller

Dr. M. Cramer

Dipl.-Phys. U. Sturhann

„Spezielle Probleme der rationalen Thermodynamik“

Dauer: 1976–1977

Kurzt ext :

Das Forschungsvorhaben wurde im Berichtszeitraum zwar begonnen, die Arbeitsgruppe nahm ihre Tätigkeit in Paderborn jedoch erst im Jahre 1976 auf.

Alle drei im Augenblick bearbeiteten Themen stammen aus dem Bereich zwischen Thermodynamik und statistischer Mechanik.

a) Materialeigenschaften nicht-Newtonscher Flüssigkeiten

Eine systematische Formulierung der kinetischen Theorie von Hantel-

molekülen in Lösung soll zu Stoffgleichungen von Spannung und Wärmefluß bei nicht-Newtonschen Flüssigkeiten führen.

b) Materielle Objektivität

Aus den kinetischen Theorien von Gasen und Metallelektronen ist bekannt, daß der Einfluß von Trägheitskräften auf die Bewegung von Teilchen auf kleine Systemabhängigkeiten der Materialgleichungen von Spannung und Wärmefluß führt; solche Abhängigkeiten werden bei turbulenten Strömungen und bei der Schallausbreitung in flüssigem Helium tatsächlich beobachtet. Hier wird versucht, kinetische Theorien dieser Phänomene so zu modifizieren, daß sie die erwähnten Systemabhängigkeiten beschreiben können. Das Ziel ist die Eingrenzung des Gültigkeitsbereiches des Prinzips der materiellen Objektivität der Kontinuumsmechanik.

c) Materialgleichungen von Stoffen mit permanenter Verformbarkeit

Eine Erweiterung der kinetischen Theorie der Gummielastizität gestattet die Beschreibung der dehnungsinduzierten Kristallisation in Gummi. Die permanente Deformation von so kristallisiertem Gummi hat Ähnlichkeit mit der bleibenden Dehnung von plastisch verformten Stoffen. Hier wird versucht, eine statistische Theorie der plastischen Verformung zu formulieren.

Arbeitsgruppe: „Theoretische Physik“

Dr. A. Grauel

Dr. J. Meyer

Prof. F. Meyer zur Capellen, FHL

Prof. Dr. I. Müller

Prof. Dr. J. Schröter

Dr. H.-P. Stormberg

„Untersuchungen zum Stofftransport durch Membrane“

Teilprojekt des Forschungsschwerpunktes „Membranforschung“

Dauer: seit 1976

Förderung: durch DFG

K u r z t e x t :

In der Arbeitsgruppe Theoretische Physik werden allgemein Untersuchungen zum Stofftransport durch Membranen durchgeführt. Als Ausgangspunkt wird dabei sowohl die Statistische Mechanik wie die phänomenologische Thermodynamik genommen.

Der erste behandelte Problemkreis betrifft den Stofftransport, speziell den Elektrolyttransport ohne Beteiligung chemischer Reaktionen. Diese Untersuchungen gehören in den größeren Rahmen der Theorie der (inhomogenen) Elektrolyte. Es zeigte sich, daß die herkömmlichen Theorien dazu ungeeignet sind. Die erste Aufgabe war daher die Herleitung von Transportgleichungen (vgl. hierzu die Ausführungen über das Einzelforschungsvorhaben). Zur Lösung dieser sehr komplizierten Gleichungen wurde ein

störungstheoretisches Linearisierungsverfahren verwendet und der stationäre Fall behandelt.

Das bedeutet anschaulich, daß die Membrane hinsichtlich ihrer Ladung und ihres Strömungswiderstandes nur als kleine Störung des homogenen Elektrolyten anzusehen ist. Obwohl daher die Klasse der behandelten Membranen eingeschränkt ist, ergeben sich im allgemeinen Fall qualitativ ähnliche Resultate. An Ergebnissen liegen vor:

Das allgemeine Ionenaustauschgleichgewicht, sowie für einen binären Elektrolyten die stationäre Strömung im homogenen Feld. Die bei der gewöhnlichen wie inversen Osmose auftretenden Raumladungseffekte konnten berechnet werden. Diese Ergebnisse sind in einer Theorie mit der Annahme lokaler Elektroneutralität prinzipiell nicht zu erhalten.

Sie sind in mehreren Arbeiten niedergelegt.

Für die Behandlung des Stofftransports unter Einfluß chemischer Reaktionen wurden für spezielle Fälle bereits früher in der Arbeitsgruppe Ansätze gemacht. Es erwies sich aber als zweckmäßig, hier von einer wesentlich allgemeineren Grundlage auszugehen. Als eine solche bot sich konsequenterweise die Thermodynamik der Mischungen von Flüssigkeiten unter Einschluß von singulären Flächen an, wie sie z.B. von I. Müller entwickelt wurde. Im Rahmen dieser Theorie sollte sich konsequent sowohl der aktive wie der Carriertransport behandeln lassen. Dazu werden alle Bilanzgleichungen sowohl für Volumina wie für Flächen formuliert und die konstitutiven Gleichungen auf Grund von Symmetrien und dem Entropieprinzip reduziert. Diese Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen. An sie wird sich eine eingehende Diskussion der den aktiven und den Carriertransport betreffenden Effekte anschließen.

Es ist geplant, über die beiden bisher bearbeiteten Teilbereiche der theoretischen Untersuchungen an Membranen hinauszugehen und erregbare Membranen in den Kreis der Betrachtungen einzubeziehen. Die dazu notwendigen Vorarbeiten sind begonnen worden.

Arbeitsgruppe Schröter

Dr. A. Grauel

Prof. Dr. J. Schröter

Dr. A. West

„Kinetische Theorie von Systemen mit langreichweitiger Wechselwirkung“
Dauer: 1974–1976

K u r z t e x t :

Die im Rahmen dieses Einzelforschungsvorhabens durchgeführten Untersuchungen beziehen sich auf Systeme wie Elektrolyte und Plasmen. Sie bilden mit die Grundlage für die theoretischen Untersuchungen im Rahmen des Forschungsschwerpunktes Membranforschung.

Ziel ist die Gewinnung und Lösung von Transportgleichungen für diese Systeme. Als Ausgangspunkt wird die klassische Mechanik genommen,

d. h. es werden keine Quanteneffekte berücksichtigt, was einer Beschränkung auf entsprechend hohe Temperaturen gleichkommt.

Das erste zu behandelnde Problem bei einer mikroskopischen Beschreibung makroskopischer Systeme ist die Definition der makroskopischen Observablen. Da die Verwendung von reduzierten Wahrscheinlichkeitsdichten hierzu (was in der Literatur häufig getan wird) prinzipiell falsch ist, wurden die ursprünglichen Boltzmann'schen Ideen herangezogen, um makroskopische Observablen wie Dichten, Geschwindigkeitsfelder, Korrelationsfunktionen, Korrelationsgeschwindigkeiten usw. zu definieren.

Damit wurden zunächst Transportgleichungen für Coulombsysteme hergeleitet. Sie unterscheiden sich von den entsprechenden Gleichungen der B B G KY-Hierarchie durch das Auftreten von dissipativen Termen, durch die erst die Beschreibung der Systeme vollständig ist. Die Wechselwirkungsanteile spalten automatisch in kurzreichweitige und langreichweitige auf. Die Lösung der gefundenen Transportgleichungen für einen homogenen Elektrolyten ergibt eine Verbesserung der bisherigen Leitfähigkeitstheorie. Für Plasmen mit hohen Teilchengeschwindigkeiten muß der magnetische Anteil der Wechselwirkung mit berücksichtigt werden.

Die damit abgeleiteten Plasmagleichungen unterscheiden sich von den bekannten Plasmagleichungen durch Korrelationsterme. So liefert eine Umformung der kurzreichweitigen Terme in erste Momente von Boltzmann'schen Stoßoperatoren Reibungsterme, bestehend aus einem elektrischen und magnetischen Anteil.

Ebenso enthält der Drucktensor, außer dem kinetischen Anteil noch Korrelationsdrucktensoren, einen elektrostatischen und magnetischen Anteil. Betrachtet man die Einteilchengrößen innerhalb der Reichweite der Korrelationen als konstant, so lassen sich die Korrelationsfunktionen näherungsweise berechnen; die so bestimmten Größen schließen die Einteilchengleichungen ab. Der Wechselwirkungsterm im Energiesatz enthält zwei wesentliche Anteile, wobei der erste die Verzerrung der Ionenwolke durch die unterschiedliche Temperatur der Konstituenten des Systems und der zweite eine Verzerrung durch das äußere Feld enthält. Für die korrelierten Stöße im Plasma erhält man in niedrigster Näherung für den Reibungsterm im Energiesatz makroskopisch interpretierbare Terme, wie erste Abschätzungen zeigen.

6.2.4 Experimentalphysik

Prof. Dr. W. Kleemann

„Messung struktureller Phasenübergänge magnetischer Ionenkristalle mit Hilfe der linearen Doppelbrechung“

Teilprojekt 2.3 im Forschungsschwerpunkt: „Zwischenmolekulare Wechselwirkung in anisotroper Materie“.

Dauer: seit 1975

Förderung: durch DFG

Kurztext:

a) Stand der Arbeiten

Im Rahmen des Teilprojekts sind bisher Untersuchungen an quasizweidimensionalen Schichtkristallen mit Doppelperovskitstruktur in meiner bisherigen Arbeitsgruppe an der Universität Göttingen durchgeführt worden. In der im März 1976 fertiggestellten Diplomarbeit „Lineare Doppelbrechung an strukturellen und magnetischen Phasenübergängen und optische Absorption von $(\text{CH}_3\text{NH}_3)_2\text{CuCl}_4$ und $(\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3)_2\text{CuCl}_4$ “ von G. Heygster werden strukturelle Phasenübergänge tetragonal-orthorhombisch bei Temperaturen um 360 K als fast stetige Phasenübergänge 1. Art nahe dem hyperkritischen Zustand beschrieben. Die kritischen Exponenten der Ordnungsparameter ($\beta \sim 0,25$) stehen im Einklang mit der Landau-Theorie. Polarisationsmikroskopische Untersuchungen haben die spontane Bildung von orthorhombischen Antiphasendomänen sichergestellt.

Neben diesen Hochtemperatureffekten ist ein magnetischer Beitrag zur linearen Doppelbrechung in der Nähe der dreidimensionalen Spinordnungstemperatur (~ 10 K) gefunden worden. Er erweist sich in Übereinstimmung mit theoretischen Modellen als proportional zur inneren magnetischen Energie des vorwiegend zweidimensional koppelnden Spinsystems.

b) Zielsetzung

An der GH Paderborn sind z. Z. Vorarbeiten zur Einrichtung eines Meßplatzes für die lineare Doppelbrechung bei hohen und tiefen Temperaturen angelaufen. Die in a) beschriebenen Untersuchungen der strukturellen Phasenübergänge sollen mit besserer Temperaturauflösung fortgesetzt werden. Neben den erwähnten Substanzen sollen auch Doppelfluoride vom Typ K_2CuF_4 untersucht werden, bei denen ähnliche Phasenübergänge aufgrund des kooperativen Jahn-Teller-Effekts zu erwarten sind.

Eine genaue Untersuchung der erwähnten Domänenbildung und der Hystereseeffekte mit Hilfe eines Polarisationsmikroskops ist geplant. Möglicherweise sind auch die genauen Messungen des kritischen Verhaltens der Doppelbrechung an Einzeldomänen unter dem Mikroskop durchzuführen. Ziel der Untersuchungen soll eine exakte thermodynamische Beschreibung der Phasenübergänge und ihr Vergleich mit mikroskopischen Theorien sein.

Arbeitsgruppe von der Osten

Prof. Dr. W. von der Osten

Dipl.-Phys. H. Stolz

Dipl.-Phys. J. Windscheif

„Inelastische Lichtstreuung in ungestörten und gestörten Kristallsystemen“

Dauer: 1975–1979

Förderung: durch DFG (SFB 65)

Kurztext:

Bei diesem Vorhaben werden in ungestörten Kristallen Exzitonen als Zwischenzustände in der Raman-Streuung behandelt, wie sie besonders bei der resonanten Anregung in Erscheinung treten.

Die Untersuchungen sollen sich zunächst auf Substanzen mit ausgeprägten exzitonischen Anregungen konzentrieren, an erster Stelle auf Ionen-Kristalle mit mittlerem Bandabstand wie Ag- und Tl-Halogenide. Ein vorrangiges Ziel ist die Interpretation von uns in AgBr beobachteter resonanter Zweiphononen-Streuprozesse. Mit dem AgBr liegt das erste Beispiel vor, bei dem der für die Streuung maßgebliche Zwischenzustand indirekten Charakter besitzt.

Zur Durchführung der Untersuchungen ist mit dem Aufbau einer Raman-Apparatur begonnen worden, die mit einem abstimmbaren Farbstofflaser als Anregungslichtquelle ausgestattet wird.

Wir erwarten als Ergebnis dieser Untersuchungen, die auch auf andere Systeme ausgedehnt werden sollen, u. a. Aufschlüsse etwa über die Struktur der Exzitonenzustände, den Einfluß der Exzitonenzustandsdichte auf den Streuprozess, die Exziton-Dissoziationsenergie und die Exziton-Phonon-Wechselwirkung.

Darüber hinaus sind Resonanz-Raman-Untersuchungen an störstellenhaltigen Kristallen geplant. Der Einsatz des abstimmbaren Lasers wird uns erlauben, existierende Theorien und Vorhersagen bezüglich der Wellenlängenabhängigkeit der Streuquerschnitte zu überprüfen. Die im Kristallzucht-Labor der Experimentalphysik durchführbaren Dotierungen der Kristalle sind wesentliche Voraussetzungen für den Erfolg unserer Experimente.

Prof. Dr. W. von der Osten

Dipl.-Phys. H. Stolz

Dipl.-Phys. J. Windscheif

„Bose-Einstein-Kondensation von Exzitonen“

Teilprojekt 2.2. des Forschungsschwerpunktes: „Zwischenmolekulare Wechselwirkung in anisotroper Materie“

Dauer: seit 1975

Kurztext:

Zu den überraschenden Entdeckungen der Festkörperphysik der letzten Jahre gehört die „Exzitonen-Materie“, die durch die Bestrahlung von Kristallen mit intensivem Laserlicht entsteht. Hierbei lagern sich in hoher Dichte erzeugte Exzitonen unter Bildung einer neuen Phase zusammen. In Halbleitern wie Germanium und Silizium gilt dieses Phänomen durch zahlreiche experimentelle und theoretische Untersuchungen als gesichert. Im Gegensatz dazu ist die Kondensation exzitonischer Zustände in Silberhalogeniden, wo aufgrund theoretischer Vorhersagen Bose-Einstein-Kondensation, d. h. eine Zusammenlagerung im Impulsraum zu erwarten ist,

bisher nicht nachgewiesen. Insbesondere ist die Interpretation scharfer Emissionsübergänge im reinen AgBr als Rekombination des Bose-Einstein-kondensierten Exzitonensystems bisher umstritten.

a) Stand der Arbeiten

Noch an der TH Darmstadt in der Arbeitsgruppe von der Osten durchgeführte Untersuchungen dieser Übergänge, vor allem der Abhängigkeit der Linienintensität von Temperatur und Anregungsstärke, liegen vor. Es gelang insbesondere mit Hilfe der Methode der verzögerten Koinzidenz, erste Messungen von Lebensdauern durchzuführen, die für die Abschätzung der Exzitonendichte entscheidend sind. Die gemessenen Lebensdauern liegen für die verschiedenen Zustände im Bereich von 60–290 ns. Die sich daraus ergebende Exzitonendichte ist geringer als die für die Existenz der Bose-Einstein-kondensierten Phase notwendige kritische Konzentration.

b) Zielsetzung

Ziel des Forschungsvorhabens ist die endgültige Interpretation der beobachteten Übergänge. Aufgrund unserer bisher gewonnenen Erkenntnisse fassen wir dabei auch die Existenz von Exziton-Molekülen als Vorstufe von Exzitonentröpfchen ins Auge. Infolge eines Ausschließungsprinzips ist Bose-Einstein-Kondensation nur zu erwarten, wenn die Wechselwirkung zwischen den Exzitonen abstoßend ist, d. h. keine Biexzitonen gebildet werden können. Wir beabsichtigen, die Anregung auf den Bereich höherer Intensitäten auszudehnen und das Anregungsspektrum mit Hilfe eines abstimmbaren Farbstofflasers zu untersuchen.

Prof. Dr. O. Roder, FHL

„Untersuchungen über anzustrebende fachliche Schwerpunkte im integrierten Studiengang Physik“

Dauer: 2 Jahre

Kurzt e x t :

Die fachliche Ausrichtung der an den Gesamthochschulen des Landes NW neu eingerichteten Kurzzeitstudiengänge Physik ist nach der Grundlagenausbildung (Grundstudium) noch weitgehend ungeklärt. Dieses gilt auch für den Einbau praktischer Elemente in das Studium (Industriesemester).

Ohne in Abhängigkeit spezieller Abnehmerinteressen geraten zu wollen, ist es sicherlich erforderlich, die anstehenden Fragen in einem möglichst großen Abnehmerkreis (Industrie, staatliche Stellen, halbstaatliche Stellen) zu erörtern, um zu begründeten Schlußfolgerungen zu gelangen.

Auch das Ausbildungsangebot an den verschiedensten Ausbildungsstätten in Deutschland ist zu untersuchen.

Weiterhin muß untersucht werden die Abgrenzung der Aufgaben eines Diplom-Physikingenieurs (6semestriges Studium) von den Aufgaben spezieller Diplomingenieure der Fachrichtungen Elektrotechnik, Maschinentechnik sowie weiterer Disziplinen; andererseits müssen auch die Aufgaben des Diplomphysikers (8semestriges Studium) hierbei gesehen werden.

Prof. Dr. J. M. Spaeth
Dipl.-Phys. Th. Hangleiter
Dipl.-Phys. G. Heder
Dipl.-Phys. Ch. Hoentzsch
Dr. F. Lohse
Dr. J. Niklas

„Verhalten von Elektronenzuständen von Fremdatomen bzw. Gastmolekülen in anisotropen Wirtssystemen (flüssige Kristalle, nicht-metallische kristalline Festkörper)“

Projektbereich 1 des Forschungsschwerpunktes: „Zwischenmolekulare Wechselwirkung in anisotroper Materie“.

Mit den Teilprojekten:

- 1.1 „Elektronen-Spin-Resonanz und Elektronen-Kern-Doppelresonanz-Messungen (ENDOR) an atomarem Wasserstoff in Alkalihalogenid-Einkristallen sowie in BaClF- und SrClF-Einkristallen“
- 1.2 „Untersuchungen von Nullpunktschwingungen von atomarem Wasserstoff in Alkalihalogenid-Kristallen mit Hilfe von Elektronen-Kern-Doppelresonanz-Messungen (ENDOR)“
- 1.3 „Fluoreszenz-Messungen an atomaren Wasserstoffzentren in mit Jod dotierten Alkali-Bromidkristallen sowie Cäsiumhalogeniden“

Dauer: seit 1975

Förderung: durch MWuF

Kurztext:

Makroskopische Eigenschaften von kondensierten Systemen, wie z. B. kristalline Festkörper, werden weitgehend durch eine geringe Anzahl von Störstellen bestimmt. So werden die optischen, konduktiven, dielektrischen und magnetischen Eigenschaften entscheidend durch eine geringe Zahl von Punktdefekten bestimmt. Aus diesem Grund ist die Untersuchung von Defektstrukturen ein wichtiges Gebiet der Grundlagenforschung geworden. Ein genaues Verständnis solcher Defekte, insbesondere hinsichtlich ihrer elektronischen Struktur, konnte bisher nur sehr unvollkommen erzielt werden, wäre aber im Hinblick auf die Erzielung bestimmter Eigenschaften von Festkörpern und flüssigen Kristallen sehr wichtig.

Die atomistische Struktur vieler Punktfehlstellen konnte mit spektroskopischen Methoden aufgeklärt werden. Das Ziel weiterer Untersuchungen auf diesem Gebiet ist es, ein quantenmechanisch genaueres Verständnis der elektronischen Struktur von Störstellen im Grundzustand sowie in optisch angeregten Zuständen zu erzielen. Hierbei handelt es sich allerdings um ein sehr kompliziertes quantenmechanisches Vielkörperproblem.

In Fortführung der an der Universität Stuttgart in der Arbeitsgruppe Spaeth begonnenen Arbeiten werden daher angesichts der theoretischen Schwierigkeiten zunächst möglichst einfache Störstellensysteme untersucht. Es handelt sich dabei um atomaren Wasserstoff als Fremdatom in Ionenkristallen. Atomarer Wasserstoff ist das einfachste Fremdatom überhaupt,

und die Ionenkristalle haben eine verhältnismäßig einfache elektronische Struktur.

Die experimentellen Untersuchungen erfolgen mit den Methoden der optischen Spektroskopie sowie denen der magnetischen Spinresonanz. Besonders geeignet für die Untersuchung der elektronischen Struktur ist die Methode der Elektronen-Kern-Doppelresonanz (ENDOR), mit welcher die Dichteverteilung eines paramagnetischen Störstellenelektrons auf Fremdatom und Gitterumgebung mit großer Präzision bis weit in das umgebende Gitter hinein untersucht werden kann.

Teilprojekt 1:

Elektronen-Spin-Resonanz und Elektronen-Kern-Doppelresonanz-Messungen (ENDOR) an atomarem Wasserstoff in Alkalihalogenid-Einkristallen sowie in BaClF- und SrClF-Einkristallen.

a) Stand der Arbeiten

Die bisherige Arbeit hat sich auf atomaren Wasserstoff auf Zwischengitterplatz in Alkalihalogeniden konzentriert. Bei der Deutung der Ergebnisse spielt die Wechselwirkung zwischen dem Wasserstoff-1 s-Elektron und den Hüllenelektronen der benachbarten Halogenionen eine entscheidende Rolle. Diese Wechselwirkung konnte jedoch nur halbempirisch als „kovalente Bindung“ in einem einfachen theoretischen Modell berücksichtigt werden. Eine kürzlich abgeschlossene ENDOR-Untersuchung von atomarem Wasserstoff auf Kation-Leerstelle in Kaliumchlorid hat jedoch gezeigt, daß das bisher entwickelte theoretische Modell mit dem Kovalenzansatz für die elektronische Struktur des Grundzustandes in Frage gestellt werden muß.

Für weitere experimentelle Untersuchungen mußte zunächst eine ENDOR-Apparatur an der GH Paderborn aufgebaut werden. Zu Anfang des Jahres 1975 wurde damit begonnen. Inzwischen konnte eine ENDOR-Apparatur aufgebaut und erfolgreich erprobt werden. Bei dieser Apparatur, bei welcher als Basis ein Bruker-ESR-Spektrometer verwendet wird, wird der ENDOR-Effekt mit einer Doppelmodulationstechnik gemessen (Modulation des Magnetfeldes und des Hochfrequenzfeldes). Testmessungen an atomarem Wasserstoff auf Kation-Leerstelle in Kaliumchlorid verliefen erfolgreich.

b) Zielsetzung

Für eine weitere Klärung der Elektron-Elektron-Wechselwirkung zwischen dem Wasserstoffelektron und den Hüllenelektronen der Gitterumgebung sollen Störstellen hergestellt und mit ENDOR untersucht werden, bei welchen atomarer Wasserstoff auf Anionengitterplatz in Kaliumchlorid eingebaut ist. Die Möglichkeit der Herstellung dieser Störstellen ist durch eigene Vorversuche gesichert. Noch nicht gesichert ist, ob die ENDOR-Messungen an diesem System möglich sind. Weiterhin soll versucht werden, atomare Wasserstoffstörstellen auf Kationenplatz in weiteren Alkalihalogeniden zu produzieren, um die bisherigen Ergebnisse in Kaliumchlorid zu sichern und eine weitere Entwicklung des theoretischen Modells zu ermöglichen.

Aufgrund von Elektronenspinresonanz-Untersuchungen an atomarem Wasserstoff in BaClF- und SrClF-Kristallen, welche in Orsay gemacht wurden, konnten nur einige Wechselwirkungen des Wasserstoffelektrons mit der Gitterumgebung erfaßt werden. In Zusammenarbeit mit der Gruppe von Prof. Chapelle in Orsay sollen diese Störstellen mit ENDOR weitergehend untersucht werden.

Teilprojekt 2:

Untersuchung von Nullpunktschwingungen von atomarem Wasserstoff in Alkalihalogenid-Kristallen mit Hilfe von Elektronen-Kern-Doppelresonanz-Messungen (ENDOR).

a) Stand der Arbeiten

Eine vergleichende Untersuchung von atomarem Wasserstoff und atomarem Deuterium auf Zwischengitterplatz hat gezeigt, daß ein erheblicher Einfluß von Nullpunktschwingungen auf die Wechselwirkungen zwischen dem Wasserstoffelektron und der Gitterumgebung besteht. Die bisherige theoretische Deutung der ENDOR-Ergebnisse bei atomarem Wasserstoff auf Kationenleerstelle in Kaliumchlorid legt die Vermutung nahe, daß in diesem Falle die Nullpunktschwingungen noch eine erheblich größere Rolle spielen als bei den Zwischengitteratomen, so daß auch hier Messungen an Deuterium-Atomen auf Kationenplatz notwendig werden.

Die Messungen an diesem Störstellensystem erfordern eine ganz besonders hochempfindliche Apparatur mit hohem Auflösungsvermögen der Superhyperfein-Wechselwirkungen. Der bereits an der Universität Stuttgart begonnene Aufbau einer Superheterodyn-ENDOR-Apparatur konnte dieses Jahr abgeschlossen werden. Erste Messungen an Deuteriumatomen auf Kationenplatz in Kaliumchlorid waren erfolgreich.

b) Zielsetzung

Die Superhyperfein-Wechselwirkungen der Deuteriumatome sollen mit denen der Wasserstoffatome verglichen werden, und es soll mit Hilfe einer quantenmechanischen Rechnung versucht werden, den dynamischen Anteil der Superhyperfein-Wechselwirkung des paramagnetischen Elektrons mit der Gitterumgebung zu bestimmen. Die Ermittlung dieses Anteils ist von großer Bedeutung für das Verständnis der zwischenmolekularen Wechselwirkungen des Wasserstoffatoms mit seiner Gitterumgebung.

Teilprojekt 3:

Fluoreszenz-Messungen an atomaren Wasserstoffzentren in mit Jod dotierten Alkali-Bromidkristallen sowie Cäsiumhalogeniden.

a) Stand der Arbeiten

Optisch angeregte Zustände von atomaren Wasserstoffstörstellen sind noch sehr unvollkommen verstanden. Es gelang, in mit Jod dotierten Kaliumchlorid-Kristallen erstmals optische Emissionen von Wasserstoffstörstellen zu beobachten. Aufgrund dieser Messungen konnte ein erstes qualitatives

Bild der relaxierten angeregten Zustände von solchen atomaren Wasserstoffstörstellen auf Zwischengitterplatz gewonnen werden, bei denen eines der vier das Wasserstoffatom tetraedrisch umgebenden Chlorionen durch ein Jodion ersetzt ist. Völlig offen ist die Frage, warum Wasserstoffstörstellen in ungestörter Umgebung keine Emission zeigen, auch nicht in Jodidkristallen, bei denen das Wasserstoffatom tetraedrisch von vier Jodionen umgeben ist.

Zur weiteren Untersuchung dieser Fragen sollen die Messungen auf Kaliumbromid-Einkristalle sowie auf Cäsiumchlorid-Einkristalle ausgedehnt werden, wobei in letzterem Fall die Symmetrie der Störstelle etwas anders ist.

Eine hochempfindliche optische Emissionsapparatur für den Spektralbereich von der Grenze des Vakuum-Ultraviolett bis zum nahen Infrarot wurde aufgebaut. Sie erlaubt Messungen der optischen Emission bei Temperaturen zwischen 4° Kelvin und Zimmertemperatur. Mit dieser Apparatur konnten inzwischen die optischen Emissionen von atomaren Wasserstoffstörstellen in mit Jod dotiertem Kaliumbromid gemessen werden. Die bisherigen Ergebnisse haben weitgehend ähnlichen Charakter wie diejenigen in Kaliumchlorid, zeigen jedoch einige Besonderheiten, an deren Aufklärung zur Zeit gearbeitet wird. Die Herstellung der entsprechenden Störstellen in Cäsiumchlorid ist noch nicht gelungen.

b) Zielsetzung

Nach den bisherigen Ergebnissen ist der elektronische Grundzustand der Wasserstoffstörstellen stark durch die Eigenschaften des Wasserstoffatoms selbst bestimmt. Der angeregte Zustand hingegen ist überwiegend durch die elektronische Struktur des Wirtssystems bestimmt und zeigt starke Analogien zur elektronischen Struktur des sogenannten „self-trapped exciton“. Da bei der optischen Emission ein verhältnismäßig langlebiger relaxierter optischer angeregter Zustand entdeckt wurde mit einer Lebensdauer von der Größenordnung einer Mikrosekunde, erscheint es möglich, die angeregten optischen Zustände auch mit Hilfe der Methoden der Spinresonanz zu untersuchen, wobei der Nachweis der Spinresonanz über die optische Emission erfolgt. Insofern sollen die optischen Untersuchungen auch der Vorbereitung solcher Spinresonanz-Messungen an angeregten Zuständen dienen. Vordringlich stellt sich aber zunächst die Frage nach dem Grund für die ungewöhnlich lange Lebensdauer des angeregten Zustandes. Gewöhnlich liegen die Lebensdauern optisch angeregter Zustände solcher Störstellen im Bereich von Nanosekunden.

Eine wichtige experimentelle Voraussetzung für die beschriebenen Untersuchungen in den drei Teilprojekten ist die Züchtung von Einkristallen hoher Qualität mit entsprechenden Dotierungen von Fremdatomen bzw. Fremdmolekülen. Im Berichtszeitraum wurde eine Czochralski-Kristallzucht-Apparatur aufgebaut, mit welcher unter Vakuum und unter Schutzgas die erforderlichen Einkristalle gezogen werden können. Ebenfalls wurde unlängst eine Bridgman-Kristallzucht-Apparatur fertiggestellt.

6.2.5 Didaktik der Physik

Prof. Dr. J. Schmitz

Dipl.-Phys. H. Kaiser

„Entwicklung einer integrierten Lehreinheit im Teilbereich Physik-Chemie für das 3. Schuljahr der Grundschulen“

Dauer: seit 1975

Kurztext:

Entwicklung einer integrierten Lehreinheit im Teilbereich Physik-Chemie für das 3. Schuljahr der Grundschulen. Sie entspricht den Anforderungen der Richtlinien und Lehrpläne für Nordrhein-Westfalen. Es ist beabsichtigt, diese Unterrichtseinheit in mehreren Klassen gleichzeitig zu erproben mit dem Ziel, den Lernzuwachs eines durchschnittlich intelligenten Schülers festzustellen. Ferner soll die Einstellung des Schülers zum Fach Sachunterricht untersucht werden.

Für diese Lehreinheit müssen zunächst Experimente aufgebaut werden, die dem Entwicklungsstand des Kindes angepaßt sind. Dann geht diese Lehreinheit in die Vorerprobung. Alle Unterrichtsstunden werden mit Tonbandgeräten und Videorekordern aufgezeichnet. Es folgen die kritische Nachbesinnung und die anschließende Verbesserung der Lehreinheit. Sodann wird die Erprobung in mehreren Klassen gleichzeitig vorgenommen. Mit Hilfe von Testbögen ist der Lernzuwachs exakt zu ermitteln und eine Lernzielkontrolle möglich.

- a) Zur Zeit sind wir dabei zu untersuchen, in wie weit Medien im Physikunterricht der Sekundarstufe I einsetzbar sind.

Insbesondere geht es um die Klärung der Frage ob und in wie weit durch Einsatz von Videorekordern auf zeitraubende Experimente verzichtet werden kann. Auch im Hinblick auf den Fernunterricht gewinnen diese Untersuchungen an Bedeutung.

Exakte Aussagen sind jedoch nur dann möglich, wenn die Lernziele beschreibbar und nachprüfbar sind.

Die Voruntersuchung muß sich demnach mit der Problematik naturwissenschaftlicher Lernzielobjektivierung auseinandersetzen und die Möglichkeiten ihrer Evaluation prüfen.

- b) Ein weiteres Projekt beschäftigt sich mit der Entwicklung neuer Modellversuche. Die Herstellung ungedämpfter Schwingungen mit Hilfe eines Reedkontaktes ist bereits abgeschlossen.

Die Entwicklung eines Modellversuches zur Demonstration von Aquaplaning-Erscheinungen steht vor der Vollendung. Gearbeitet wird zur Zeit auch an einem Steuergerät mit Hilfe von elektronischen Bauelementen.