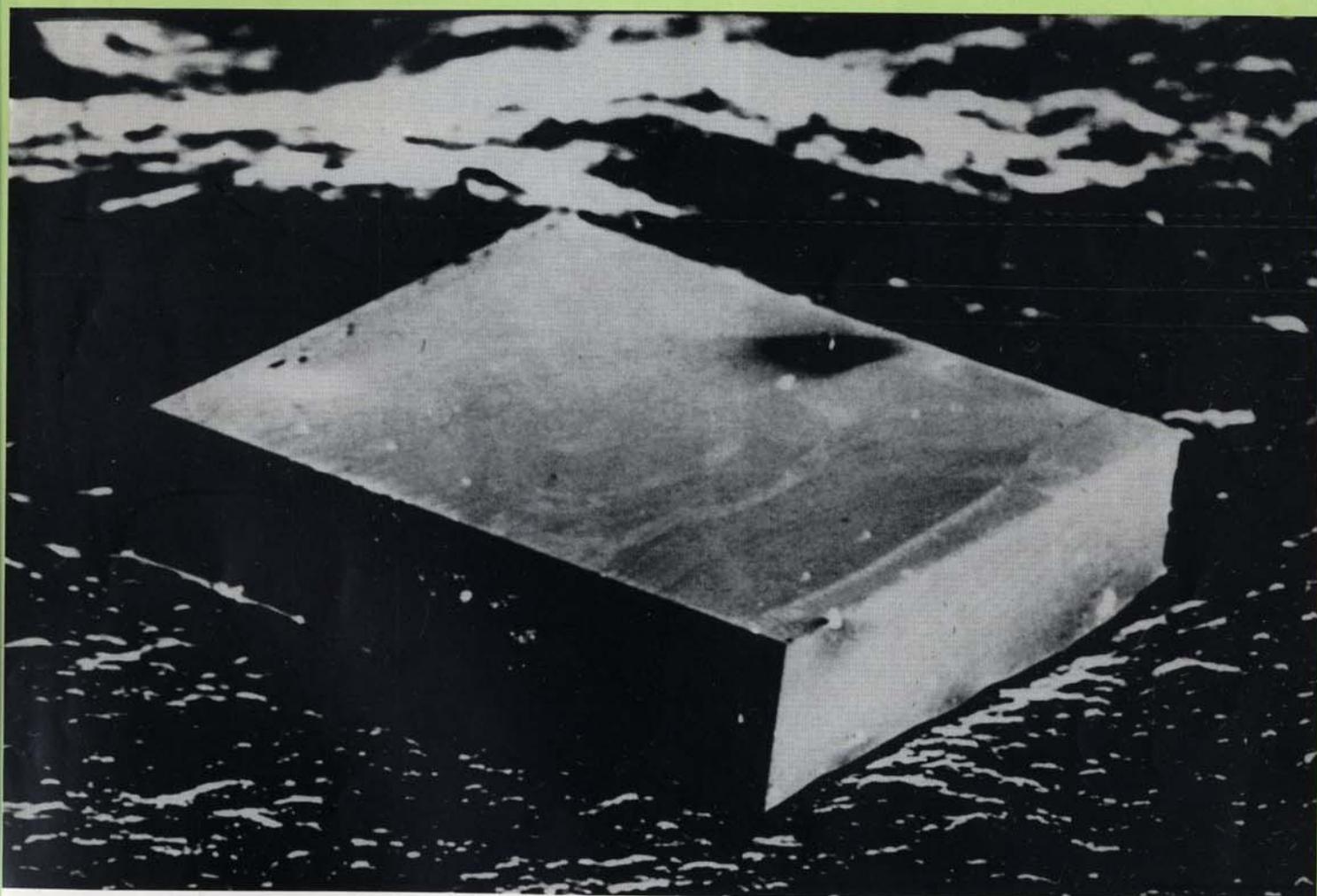


EINGEGANGEN

- 6. JUNI 1988

*LM*



**Inhalt**

Mitteilungen der DGKK.....	3
Stellenanzeigen .....	10
Kristallzüchtung an Schulen .....	10
Kristallzüchtung in D .....	14

Tagungsberichte.....	17
Schmunzelecke.....	21
Tagungskalender.....	22
Mitteilungen anderer Gesellschaften...	26
Personalien.....	28

**Redaktion**

Chefredakteur	G. Müller 09131/85-7636 -7633
Übersichtsartikel	K. Fischer 02461/61-4732
Kristallzüchtung in D	A. Höch 05321/71-36 77  H. Walcher 0761/2714-370
Tagungsberichte	D. Mateika 040/5493-553
Aktivitäten von und für junge Kristallwissenschaftler	C. Sussieck-Fornefeld 06221/56-2806
Mediothek	
Stellenangebote und -gesuche	
Mitteilungen der DGKK	A. Eyer 0761/40164-62
Mitteilungen ausländischer Schwestergesellschaften	J. Schmitz 0761/2714-370
Tagungskalender	
Verschiedenes	R. Köbler 0721/608-3558
Bücherecke	R. Diehl 0761/2714-286  G. Müller
Schmunzelecke	R. Diehl
Anzeigenwerbung	G. Müller - Vogt 0721/608-3470

**Vorstand der DGKK****Vorsitzender**

Prof. Dr. Klaus Werner Benz  
Universität Paderborn  
Warburgerstr. 100  
4790 Paderborn  
Tel. 05251-60-2662

**Stellvertretender Vorsitzender**

Dr. Ulrich Wiese  
Wacker-Chemitronic GmbH  
Postfach 11 40  
8263 Burghausen  
Tel. 086 77/83-4172

**Schriftführer**

Dr. Achim Eyer  
Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme  
Oltmannsstr. 22  
7800 Freiburg  
Tel. 0761/40164-62

**Schatzmeister**

Dr. German Müller-Vogt  
Kristall- und Materiallabor der  
Fakultät für Physik  
Kaiserstr. 12  
7500 Karlsruhe  
Tel. 0721/608-3470

**Beisitzer**

Dr. Roland Diehl  
Fraunhofer Institut für Angewandte Festkörperphysik  
Eckerstr. 4  
7800 Freiburg  
Tel. 0761/2714-286

Peter Speier  
Standard Electronic Lorenz AG  
Lorenzstr. 10  
Postfach 4007 49  
7000 Stuttgart 40  
Tel. 07 11/821-5837

Dipl. Min. Cornelia Sussieck-Fornefeld  
Mineralogisch-Petrographisches Institut  
der Universität  
Im Neuenheimer Feld 236  
6900 Heidelberg  
Tel. 06221/56-2806

**SATZ, DRUCK & WEITERVERARBEITUNG**

Fa. Selisch, Druck u. Verlag  
Fliederweg 4 - 6  
8521 Langensendelbach

**TITELBILD:**

Supraleitender  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  Einkristall  
(ca  $0.8 \times 0.8 \times 0.2 \text{ mm}^3$ ), Sprungtemperatur  $\sim 55 \text{ K}$ ,  
gezüchtet von Frau Birgit Gegenheimer (MPI Stuttgart)  
im Frühjahr 1988

## Editorial

Eine wirklich schöne Antwort auf meinen Aufruf im letzten Editorial an die Oxidkristallzüchter finden Sie mit dem supra-leitenden Einkristall auf unserem Titelblatt, was wieder einmal beweist, daß Kristallzüchtung - neben der wissenschaftlichen - auch eine ästhetische Komponente hat.

Nun zu etwas anderem.

Ich weiß nicht, ob es Ihnen bei der Diskussion eines fachlichen Problems auch manchmal so geht wie mir?

Man überlegt sich, mit wem könnte man die spezielle Frage besprechen? Und findet, daß es im europäischen "Aus"-land den einen oder anderen Kollegen gäbe, der auf dem betreffenden Gebiet Spezialist ist. In der Bundesrepublik - im "In"-land - wird daran nicht direkt gearbeitet. Das ist auch nicht verwunderlich, weil die Zunahme der Aufgaben und Fragestellungen für die Materialwissenschaften größer ist als die Zunahme der Materialwissenschaftler in der Bundesrepublik. Wir sind ja gerade erst dabei, die entsprechenden Ausbildungsplätze für Studenten zu schaffen, wie auch Klaus Benz in seinem Beitrag feststellt.

Sollten wir in dieser Situation nicht europäischer werden und Europa für unsere Belange zum "In"-land machen?

Können wir nicht effektivere Wege finden als die bisherigen, um Kontakte herzustellen, Interessenten ins Gespräch zu bringen - so wie wir das innerhalb der DGKK im bisherigen "In"-land Bundesrepublik gut erreicht haben?

Ist die Zeit nicht reif für eine europäische Organisationsform der Kristallzüchter?

Ich meine, auch das wäre eine wichtige Aufgabe für die DGKK. Einen schönen Sommer wünscht Ihnen

Ihr Georg Müller

P.S.

Sicherlich wird Ihnen auffallen, daß wir diesmal nur 3 Berichte von Tagungen im Mitteilungsblatt haben. Dies liegt daran, daß sich leider kaum Mitglieder bereitfinden, einen Tagungsbericht zu verfassen bzw. diesen selbst nach einer Zusage nicht einsenden.

## Liebe Mitglieder,

inzwischen gehören Fachsymposium "II-VI Halbleiter" und Jahrestagung 1988 der Vergangenheit an. Beide Veranstaltungen waren ein voller Erfolg. Herr Müller-Vogt und seinen Mitarbeitern sei an dieser Stelle für Gestaltung und Organisation der Tagung nochmals herzlich gedankt.

Auf der Mitgliederversammlung in Karlsruhe konnte ausführlich über die Tätigkeit der DGKK-Arbeitskreise berichtet werden. Die Arbeitskreise "Epitaxie von III-V-Verbindungshalbleitern" und "Herstellung und Charakterisierung massiver GaAs- und InP-Kristalle" haben sich bisher bestens bewährt. Dies wird auch durch eine eher steigende Teilnehmerzahl bestätigt. Fachsymposien und Arbeitskreise geben die Möglichkeit, die Mitglieder über aktuelle Forschungsgebiete der Materialwissenschaften zu informieren, ohne dadurch die auf eine breite wissenschaftliche Basis ausgerichteten Ziele unserer Gemeinschaft zu vernachlässigen.

In diesem Zusammenhang ist es für mich sehr erfreulich zu erkennen, daß an Universitäten und Hochschulen die Materialwissenschaften neben ihren traditionellen Vertretern wie z.B. Kristallographie zunehmend eigenständig in Forschung und Lehre etabliert werden (z.B. Fachbereich Materialwissenschaften an der TH Darmstadt u.a.). Kristallwachstum und Kristallzüchtung, ein wichtiger Teil der Materialwissenschaften, müssen hierbei durch die zunehmende Bedeutung von Einkristallen mit wohldefinierten und reproduzierbar einzustellenden Eigenschaften auch als selbständige wissenschaftliche Disziplin verstanden werden und nicht nur im Bereich z.B. der "Servicefunktion" für Festkörperphysiker betrieben werden. In USA gibt es durch die "Material Science Departments" an natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten ausgezeichnete Vorbilder.

Für Frühjahr und Sommer 1988 wünsche ich ein erfolgreiches Arbeiten

Ihr K.W. Benz

## Mitteilungen der DGKK

### DGKK-Preis 1988

#### Aufruf zur Nennung von Vorschlägen

Der Preis der DGKK ist erstmals im Jahre 1986 an Frau Dr. E. Bauser, Stuttgart, verliehen worden. Er kann alle 2 Jahre verliehen werden, so daß die Möglichkeit besteht, diesen wieder zu verleihen. Die Modalitäten für die Verleihung sind im Heft 41/April 1985 auf Seite 5 abgedruckt. Zum Preis-Komitee gehören Frau Dr. Christa Grabmaier, (Siemens AG, Zentrale Technik, AM 4, Otto-Hahn-Ring 6, 8000 München 83, Tel.: 089/636 2696); Prof. Dr.-Ing. Rolf Lacmann, (Institut für Physikal. u. Theoret. Chemie, TU Braunschweig, Postfach 3329, Tel.: 0531/391-5326) und Prof. Dr. Rudolf Nitsche, Kristallographisches Institut d. Universität Freiburg, Hebelstr. 25, 7800 Freiburg, Tel.: 0761/203 4280).

Der Vorstand fordert hiermit alle Mitglieder auf, spätestens bis zum 31.08.1988, Vorschläge für die Preisverleihung zu machen. Die Vorschläge sollten allen drei Mitgliedern des Komitees direkt zugesandt werden.

### Protokoll der Jahreshauptversammlung 1988

**Ort:** Otto-Lehmann-Hörsaal der Fakultät für Physik der Universität Karlsruhe  
Engesserstr.7, D-7500 Karlsruhe

**Zeit:** 23.03.1988; 18.15 - 20.15 Uhr

#### 1. Begrüßung, und Feststellung der Beschlußfähigkeit

Herr Benz begrüßt die Teilnehmer der Versammlung und stellt fest, daß mit 67 anwesenden Mitgliedern die Beschlußfähigkeit gegeben ist.

#### 2. Bericht des Vorsitzenden

Herr Benz gibt zunächst einen kurzen Überblick über die DGKK-Tagungen und -Symposien 1988 und 1989 und berichtet sodann im Überblick über die unter der Schirmherrschaft der DGKK durchgeführten Arbeitskreise. Diese waren als Testveranstaltungen geplant, bevor über eine ständige Einrichtung solcher Veranstaltungen in der DGKK entschieden werden sollte. Herr Benz zieht ein positives Resumé und verweist zunächst auf die Berichte von Herrn Speier und Herrn Müller (siehe unter 9.). Weiter informiert Herr Benz die Mitglieder über Neuheiten im IOCG. Neben der Aufnahme der UdSSR in IOCG erwähnt er die Schaffung zweier IOCG-Preise, die für theoretische Arbeiten (Frank-Preis) und für experimentelle (Laudise-Preise) ab 1989 alle drei Jahre vergeben werden sollen, sowie die zentrale Berichterstattung der nationalen Organisationen über ihre Aktivitäten im Journal of Crystal Growth, bei der die DGKK bereits positiv aufgefallen ist.

#### 3. Bericht des Schriftführers

Herr Eyer berichtet über die Entwicklung der Mitgliederzahlen seit März 1987. Leider stehen den 23 Neuanmeldungen 16 Austritte bzw. Ausschlüsse gegenüber, so daß die Zahl der Mitglieder insgesamt nur um 7 gestiegen ist.

Stand März 1988:	Vollmitglieder:	301
	Kooperative Mitglieder:	18
	Studentische Mitglieder:	85
	Gesamt:	404

Im Frühsommer 1988 wird ein neues Mitgliederverzeichnis herausgegeben, das durch die im Herbst 1987 durchgeführte Umfrage mit hohem Rücklauf an Korrekturdaten, auf einem hoffentlich sehr aktuellen Stand sein wird.

#### 4. Bericht des Schatzmeisters und der Rechnungsprüfer

Herr Müller-Vogt legt folgende Zahlen vor:

Kontostände zum letzten Kassenbericht (31.03.1987):

Sparbuch	19.663,83 DM
Postscheckkonto	840,50 DM
Sparkasse Karlsruhe	3.126,24 DM
	<u>23.630,57 DM</u>

Kontostände zum diesjährigen Kassenbericht (08.03.1988)

Postscheckkonto	3.143,95 DM
Sparkasse Karlsruhe	30.204,82 DM
	<u>33.348,77 DM</u>

Kontobewegungen:

Einnahmen	20.951,86 DM
Ausgaben	11.233,66 DM
	<u>9.718,20 DM</u>

Bemerkenswert sind der hohe Überschuß aus der Jahrestagung Osnabrück 1987 sowie die hohen Einnahmen aus Mehrfachanzeigen.

Herr Müller-Vogt möchte ein Einzugsverfahren für die Mitgliederbeiträge einführen und schildert Vor- und Nachteile sowie das Beantragungsverfahren.

Antrag: Der Schatzmeister soll ermächtigt werden, das Einzugsverfahren zu beantragen.

Abstimmung: 2 Gegenstimmen  
3 Enthaltungen

Die Kassenprüfung wurde von Herrn Sell und Herrn Wallrafen durchgeführt, keine Beanstandungen.

#### 5. Entlastung des Vorstandes

Abstimmung: Keine Gegenstimmen  
Enthaltungen: 6 Vorstandsmitglieder

#### 6. Tagungen und Symposien

Das Symposium "Photovoltaic Materials" findet, wie bereits mehrfach angekündigt, am 03./04. Nov. 1988 in der Nähe von Freiburg als Gemeinschaftsveranstaltung mit der französischen GFCC statt.

Herr Eyer gibt einige Details über die lokale Organisation bekannt, die in den Händen des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme in Freiburg liegt (Ansprechpartner: K.W. Benz, A. Eyer, A. Räuber).

Herr Diehl berichtet über den Stand der Vorbereitung für die Jahrestagung 1989, die vom 04.04. - 06.04.1989 zusammen mit der italienischen AICC in Parma/Italien stattfindet. Für eine preiswerte Anreise ist an Charterbusse gedacht, die in München starten, evtl. soll einer bereits in Frankfurt starten. Die Tagungsgebühren sowie die Möglichkeiten preiswerter Unterkünfte müssen noch mit Herrn Paorici, dem Hauptverantwortlichen auf italienischer Seite, diskutiert werden.

Herr Müller berichtet über die Vorbereitungen zum NATO-Workshop "Computer-Modelling", der vom 06.04. - 07.04.1989 an die Tagung in Parma angehängt wird. Er gibt die Komitees und die Invited Speakers bekannt.

Es wurden bis jetzt nur bestimmte Zielgruppen angesprochen, weitere Interessenten können bei ihm Unterlagen anfordern.

Für die DGKK Jahrestagung 1990 werden mehrere Alternativen diskutiert. Sollte, wie von den Holländern angeregt, eine Europäische Kristallzüchterkonferenz 1990 oder 1991 stattfinden, wäre es wünschenswert, die DGKK Tagung damit zu verknüpfen und zwar 1990 oder 1991.

Mit zweiter Priorität kann die Jahrestagung 1990 in Frankfurt stattfinden. Prof. ABmus erklärt sich bereit, die Tagung auszurich-

ten. Mit ihr verknüpft werden könnte ein Symposium über HT-Supraleiter, was allgemein Zustimmung findet.

Alternativ könnte die Jahrestagung auch in Gießen stattfinden, wie Dr. Schwabe erklärt.

#### 7. Jahreshauptversammlung 1989

Sie findet 1989 in Parma im Rahmen der Jahrestagung statt.

#### 8. Diskussion der Jahreshauptversammlung 1990 (siehe Pkt. 6.).

Sie würde in Frankfurt, Gießen oder am Ort der Europäischen Konferenz stattfinden.

#### 9. DGKK-Arbeitskreise

Herr Speier und Herr Müller berichten über die Arbeitskreise, die unter der Schirmherrschaft der DGKK bereits stattgefunden haben.

- Epitaxie von III-V-Halbleitern (Verantwortlicher: P. Speier)  
Details siehe nachfolgender Bericht
- Herstellung und Charakterisierung von massiven GaAs und InP-Kristallen (Verantwortlicher: G. Müller)  
Details siehe nachfolgender Bericht
- II-VI-Halbleiter (Verantwortlicher: G. Müller-Vogt)  
März 1988 bei Uni Karlsruhe, 90 Teilnehmer
- Oxide (Verantwortlicher: W. Tolksdorf)  
März 1987 bei Uni Osnabrück, 90 Teilnehmer

Sinn dieser Arbeitskreise ist es, ein nationales Forum für Expertengespräche zu schaffen, bei dem aktuelle Probleme diskutiert werden können, die nicht veröffentlicht werden.

Die bisherigen Erfahrungen waren so gut, daß die Arbeitskreise fortgeführt werden.

Herr Mateika regt einen weiteren AK über HT-Supraleiter an, Frau Grabmaier erklärt sich bereit, einen solchen über die Fa. Siemens ins Leben zu rufen.

Der Vorstand der DGKK wurde einstimmig ermächtigt, Arbeitskreise über spezielle Probleme einzurichten.

#### 10. DGKK-Vorschlagsmöglichkeiten für die DFG-Gutachterwahlen

Herr Benz legt dar, daß die Materialwissenschaft bei der DFG nicht als eigener Bereich vertreten ist, sondern nur in den Bereichen "Kristallographie", "Physik der kondensierten Materie" und "Eigenschaften nicht-metallischer Stoffe" mit vertreten wird. In keinem dieser Bereiche ist die DGKK als vorschlagende Institution für Gutachter beteiligt. Es wird deshalb vorgeschlagen, zunächst bei der DFG daraufhin zu arbeiten, daß Fachvertreter aus der DGKK in die genannten Bereiche eingeführt werden. In einem zweiten Schritt soll auf die Schaffung eines neuen Bereiches "Materialwissenschaft" hingearbeitet werden. Herr Benz wird Verhandlungen mit der DFG aufnehmen, was einstimmig angenommen wurde.

#### 11. Verschiedenes

Herr Jacob berichtete über die von der DGKK initiierte Ausstellung zur Kristallzüchtung im Deutschen Museum und zeigt einige Diapositive. Ihm wird stellvertretend für alle am Aufbau Beteiligten die Oskar-von-Miller Plakette in Bronze am 07.05.1988 vom Deutschen Museum verliehen.

### Berichte aus den Arbeitskreisen:

#### Treffen des Arbeitskreises "Epitaxie von III-V-Halbleitern" vom 30.11. - 01.12.1987 am FTZ in Darmstadt

Bereits zum 2. Mal traf sich der Arbeitskreis "Epitaxie von III-V-Halbleitern". Nachdem dieser Arbeitskreis durch das von Herrn Schemmel 1986 am SEL Forschungszentrum organisierte Treffen ins Leben gerufen wurde und dort von den Teilnehmern großes Interesse an einer Fortführung bekundet wurde, erklärten sich Dr. Kuphal und Dr. Weimann bereit, 1987 das nächste Treffen am

Forschungsinstitut der DBP beim FTZ in Darmstadt zu organisieren. Zu diesem Arbeitskreistreffen meldeten sich ca. 70 Teilnehmer an, womit die letzten Zweifel der Organisatoren über eine genügende Resonanz ausgeräumt waren. Am ersten Tag teilte man sich in drei getrennte Diskussionsrunden auf, um spezielle Themen der Flüssigphasenepitaxie (LPE) oder der Gasphasenepitaxie (VPE + MOVPE) oder der Molekularstrahlepitaxie (MBE) zu diskutieren. In seiner Begrüßung konnte man Dr. Kuphal die innere Freude deutlich ablesen, als er verkünden konnte, daß sich für die LPE-Runde am meisten Teilnehmer angemeldet haben, noch vor VPE + MOVPE und MBE.

In den Diskussionsrunden verging die Zeit viel zu schnell, so daß am Abend nur die dringlichen Worte der Diskussionsleiter: "Wir müssen trotz der noch vielen unerledigten Punkte die Diskussion unterbrechen, sonst schließt uns der Nachtwächter hier ein, der ist da ganz rigeros", den offiziellen Teil des Tages beenden konnte.

Am Abend wurden die Diskussionen im Hotel weitergeführt, wo das FTZ zu einem köstlichen Dinner eingeladen hatte.

Am zweiten Tag trat dann der gesamte Arbeitskreis zusammen, um über Themen von allgemeinem Interesse zu sprechen. Hierzu dienten eingeladene Vorträge über aktuelle Spezialgebiete der LPE, MOVPE und MBE:

- "Kann man mit LPE dünne Schichten herstellen?"  
Dr. E. Brauser (MPI Stuttgart)
- "Delta-Dotierung", Dr. K. Ploog (MPI Stuttgart)
- "Selektive-Epitaxie", M. Weyers in Vertretung von Prof. P. Balk (RWTH Aachen)

Den Abschluß der Vorträge bildete ein Übersichtsvortrag von Dr. Hildebrand vom SEL Forschungszentrum über "Optoelektronik: Von diskreten Bauelementen zu optoelektronisch integrierten Schaltungen". Hierbei wurden die Anforderungen an die Epitaxie deutlich sowohl für diskrete optoelektronische und elektronische Bauelemente wie auch für integrierte Schaltkreise.

In der Diskussion am Ende des Arbeitskreises wurde von den Teilnehmern nochmals ihr großes Interesse an einer solchen Veranstaltung bekundet. Auch die neu eingeführten Diskussionsrunden konnten die Effektivität und die Attraktivität des Arbeitskreises steigern. In seinem Abschlußwort konnte Dr. Weimann bereits bekannt geben, daß der Arbeitskreis sich Ende 1988 in München bei der Fa. Siemens unter der Leitung von Dr. Druminski wieder trifft.

Am Nachmittag bestand dann noch die Möglichkeit zu einer Besichtigung des Forschungsinstituts beim FTZ.

P. Spieler

### Arbeitskreis "Herstellung und Charakterisierung von massiven GaAs- und InP-Kristallen"

Der Arbeitskreis wird von Prof. A. Winnacker (Siemens AG, Erlangen) und Dr. G. Müller (Universität Erlangen) organisiert.

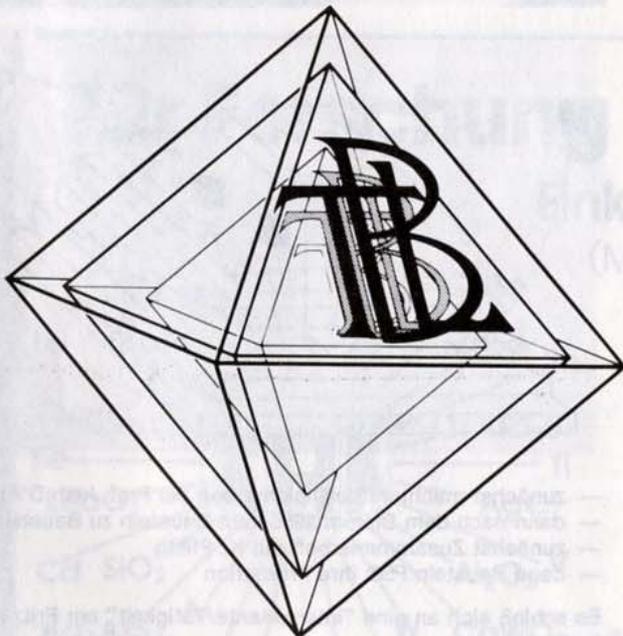
Die wissenschaftliche Thematik ist ausgerichtet auf die Kristallzüchtung von massivem GaAs und InP sowie auf deren spektroskopische und elektrische Charakterisierung.

Dabei soll vor allem auf der Klärung der Zusammenhänge zwischen diesen Aspekten die Betonung liegen, also der Zusammenhänge zwischen Defekten und elektrischen Eigenschaften einerseits und den Kristallzüchtungsbedingungen andererseits.

Bisherige Veranstaltungen (jeweils an der Technischen Fakultät der Universität Erlangen) im März und Oktober 1987 und am 21./22. April 1988.

Die Teilnehmerzahl betrug bisher etwa 60, ein Drittel davon sind DGKK-Mitglieder.

G. Müller



# Einkristalle für Forschung und Industrie

Unsere Schwerpunkte sind:

- **Einkristall-Züchtung**  
nach Czochralski-, Bridgman-, Zonenschmelzverfahren, aus der Gasphase (besonders II-VI-Photo-Halbleiter), durch chemischen Transport etc.
- **Auftragsforschung und Beratung**  
Züchtung nicht kommerzieller Materialien, Verfahrensentwicklung, Dokumentation (Film, Video).
- **Kristallpräparation**  
Orientieren, Sägen, Polieren, Funkenerosion, Orientieren auf  $\pm 10-15$  Minuten, Gammastrahl-Diffraktometrie.

Bitte fordern Sie unsere Lagerliste an; rufen Sie uns an, wir informieren Sie über unser Produktions- und Lieferprogramm.

### Dr. Gerd Lamprecht

Technisches Büro für Kristallzüchtung  
II-VI Monokristalle  
Lehninger Straße 10-12  
7531 Neuhausen  
Telefon 07234/1007, Telex 783379

## Nachruf auf Prof. Karl-Heinz Zschauer



Am 7. Februar verstarb das DGKK-Mitglied Dr. Karl-Heinz Zschauer, Inhaber des Lehrstuhls "Werkstoffe der Elektronik" und Mitglied des Vorstandes am Institut für Werkstoffwissenschaften der Universität Erlangen-Nürnberg, nach schwerer Krankheit im Alter von 54 Jahren.

Prof. Zschauer galt als gründlicher Kenner der Physik und Technologie der Halbleiter und war ein international anerkannter Fachmann auf dem Gebiet der optoelektronischen Bauelemente. Er hat bis zu seiner Erkrankung vor knapp einem Jahr im Auftrag des BMFT ein großes wissenschaftliches und technologisches Verbundprogramm für die Industrie- und Hochschullaboratorien ausgearbeitet, das die Bundesrepublik Deutschland auf dem Gebiet der Optischen Nachrichtentechnik (Signalübertragung mit Glasfaserkabeln) international konkurrenzfähig machen soll.

Geboren 1933 in Drebach (Erzgebirge), ging er in der Nähe von Leipzig zur Schule. Obwohl ihm zunächst der Zugang zur Oberschule durch politische Umstände verwehrt war, konnte er, nach einer Lehre als Feinmechaniker und dem Besuch einer Ingenieurschule, doch noch von 1952-1957 an der Universität Leipzig Physik studieren. Die ersten beruflichen Erfahrungen sammelte er im Werk für Bauelemente in Ostberlin, wo er 1961 wissenschaftlicher Oberassistent an der Deutschen Akademie wurde.

Im gleichen Jahr siedelte er nach München über und setzte seine berufliche Laufbahn in den Forschungslaboratorien der Siemens AG fort. Nach einigen wichtigen Arbeiten über Siliziumbauelemente (z.B. Tunneldiode) wandte er sich den Verbindungshalbleitern zu, insbesondere dem Galliumarsenid, und promovierte 1968 auf diesem Gebiet. In den folgenden Jahren entwickelte er grundlegende Theorien zur Flüssigphasenepitaxie, dem technisch wichtigsten Herstellungsverfahren für optoelektronische Bauelemente. Seine wissenschaftlichen Leistungen auf diesem Gebiet fanden 1975 mit der Verleihung des Walter-Schottky-Preises der Deutschen Physikalischen Gesellschaft besondere Anerkennung. In den weiteren Jahren prägte er als Leiter der Abteilung Halbleiterforschung maßgeblich die Entwicklung der Heterostruktur-Laserdiode, eines Schlüsselbauelements der Optischen Nachrichtentechnik.

Im Sommer 1983 folgte er dem Ruf als Ordentlicher Professor an die Technische Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Er war für diese Aufgabe geradezu prädestiniert, weil er neben seiner hervorsteckendsten Fähigkeit, den Dingen wissenschaftlich auf den Grund zu gehen, über langjährige Industrierfahrung bei der Umsetzung von wissenschaftlichen Erkenntnissen in industrielle Praxis verfügte.

Er konnte sich jedoch nicht nur für Naturwissenschaft und Technik begeistern, sondern war auch ein humorvoller und geistreicher Mensch, der sich gern mit Literatur und fremden Sprachen beschäftigte. Die italienische und englische Sprache beherrschte er fließend, so daß er bei vielen Anlässen, auch auf internationalen Tagungen, ein gesuchter Gesprächspartner war.

In den wenigen Jahren seines Wirkens als Hochschullehrer in Erlangen hat Prof. Zschauer bei Studenten, Mitarbeitern und Kollegen höchste Wertschätzung genossen. Er hat einen bleibenden Eindruck hinterlassen, weil er es verstand, fachliche und fachübergreifende Kompetenz mit menschlicher Wärme und Hilfsbereitschaft zu verbinden.

G. Müller

## 60. Geburtstag von Prof. Lacmann

Anlässlich des 60. Geburtstages von Herrn Prof. Dr. Ing. Rolf Lacmann fand an der TU Braunschweig, Institut für Physikalische und Theoretische Chemie am 24.04.1987 in Braunschweig ein Kolloquium statt.

### Programm:

V. Niessen	Einleitende Worte
Beckmann	Kurzer Rückblick
Singewald	Keimbildung, Adsorption, Kristallwachstum
Bakardjiev	Kornkristallisation: Traum und Wirklichkeit
Grabmaier	Kristallisation von Siliziumbändern bei hohen Ziehgeschwindigkeiten
Mersmann	Modellierung von Kristallisatoren

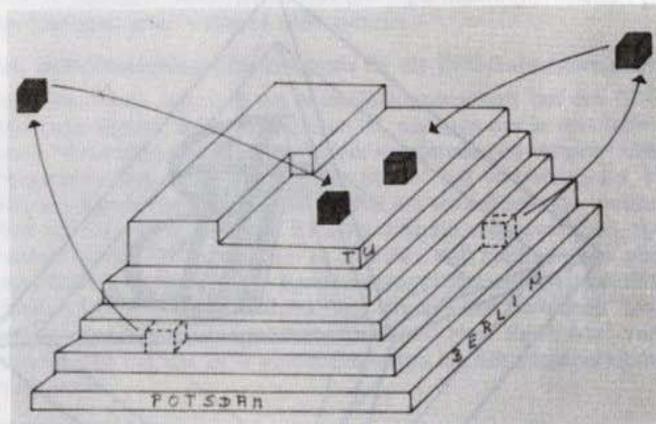
Wir geben hier Auszüge aus dem Hauptvortrag von Prof. Dr. A. Singewald von der Kali und Salz AG, Kassel, wieder:

Herr Prof. Singewald gibt einen Überblick über den Werdegang von Prof. Lacmann aus gemeinsam erlebter Zeit anhand vieler Bilder und in "fachgerechter Nomenklatur":

"Sehr verehrte Frau Lacmann, sehr geehrte Geburtstagsgesellschaft, lieber Herr Lacmann!

Wir (ich bin auch gerade 60 geworden) sind gewissermaßen "gleichzeitig - aber unabhängig voneinander" aufgewachsen auf gleich indizierten Flächen sogar in relativ naher räumlicher Anordnung

- nämlich in bzw. bei Berlin (Potsdam) in die Schule gegangen
- waren auch dort Luftwaffenhelfer
- Sie kamen zuvor weit aus "dem Vakuum" (Moskau)
- zwischenzeitlich sind wir jeder mal "desorbiert": zur Wehrmacht und Gefangenschaft, um schließlich im Jahre 46 völlig unabhängig voneinander einen "Platz zu finden auf einer 100-Wachstumsfläche, die sich TU nannte".



- zunächst machten Sie Diplomarbeit bei Prof. Jean D'Ans
- dann nach dem Diplom 1955 kam Baustein zu Baustein
- zunächst Zusammenarbeit mit K. Plieth
- dann Baustein P58: Ihre Promotion

Es schloß sich an eine "interessante Tätigkeit" am Fritz-Haber-Institut.

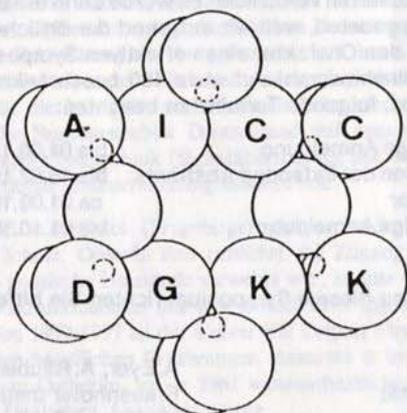
Der Baustein H68 markiert Ihre Habilitation an der TU Berlin  
P72 Ihre Professur dort, schließlich  
L74 Ihren Ruf auf den Lehrstuhl nach Braunschweig...

Lieber Herr Lacmann, bei jedem von uns beiden ist der Umgang mit Kristallen zum wesentlichen Lebensinhalt geworden. Ihr Lebensweg ist geprägt durch eine Vielzahl von Publikationen auf diesem Sektor der physikalischen Chemie

- stets in diesem Geiste der molekularen Bausteine
- und so haben Sie das auch inzwischen weitergegeben an die nächste Generation."



**Assoziiazione Italiana per la Crescita dei Cristalli**  
**Deutsche Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung**  
**Gemeinsame Jahrestagung 1989**  
**3.-5. April in Parma/Italien**



Vom 3. bis 5. April 1989 wird in Parma/Italien erstmals eine gemeinsame Jahrestagung der Assoziiazione Italiana per la Crescita dei Cristalli (AICC) und der Deutschen Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung (DGKK) stattfinden. Ziel der Veranstaltung ist die wechselseitige Information und der Erfahrungsaustausch auf dem Gebiet des Wachstums, der Züchtung, Charakterisierung und Anwendung technisch wichtiger Einkristalle und epitaktischer Schichten sowie die Förderung von Kontakten zwischen beiden Gesellschaften.

#### Tagungsprogramm

Tagungsbeiträge sind vorrangig erwünscht zu den Schwerpunktthemen

- Halbleitermaterialien,
- Magnetische Materialien,
- Materialien für Hochtemperatur-Supraleitung.

Geplant sind sechs Sitzungen, die jeweils mit einem eingeladenen Übersichtsvortrag eröffnet werden. Anschließend haben die auf den genannten Gebieten arbeitenden Gruppen Gelegenheit, in einem Kurzbeitrag ihre Forschungs- und Entwicklungsergebnisse zu präsentieren. Im Falle einer großen Zahl von Vortragsanmeldungen wird eine Postersitzung durchgeführt. Auf den anschließend an die Tagung ebenfalls in Parma stattfindenden NATO-Workshop (6./7.04.1989) über "Computer Modelling in Crystal Growth from the Melt" wird hingewiesen.

#### Vorträge

Für die Kurzvorträge steht eine Zeit von 20 min zur Verfügung (15min Vortrag, 5min Diskussion). Vortragsanmeldungen werden nur aus den beiden veranstaltenden Ländern entgegengenommen. Die Beiträge werden von einem gemeinsamen Programmkomitee begutachtet und ausgewählt. Dazu werden ausführliche Abstracts erbeten. Die gesammelten Abstracts werden durch das Tagungsbüro verteilt. Die Tagungsbeiträge werden nicht veröffentlicht. Die Tagungssprache ist Englisch.

#### Organisatorische Details

Die Tagung findet auf dem Campus der Universität Parma statt. Die Unterbringung erfolgt in Hotels. Verpflegung in der Universitätsmensa ist möglich. Für die deutschen Tagungsteilnehmer ist eine zentral durch die DGKK organisierte Anreise mit Bus von München aus (Fahrzeit ca. 5h) vorgesehen. Bei genügend großer Teilnehmerzahl wird ein zweiter Bus in Frankfurt eingesetzt. Begleitpersonen können an einem interessanten Rahmenprogramm teilnehmen. Des weiteren ist ein gemeinsames Conference Dinner geplant.

#### Weitere Informationen

Im September 1988 wird das zweite Zirkular versandt, dem Einzelheiten zum wissenschaftlichen Programm, zur Form der Ab-

stracts, zu den Rahmenveranstaltungen, zur Unterbringung, Anreise, verbindlichen Anmeldung und zu anderen wichtigen Fragen zu entnehmen sind.

#### Frist für die vorläufige Anmeldung

Um eine zuverlässige Planungsgrundlage zu erhalten, muß die vorläufige Anmeldung bis 30.06.1988 erfolgt sein. Das entsprechende 1. Zirkular wird den DGKK-Mitgliedern in den nächsten Tagen zugestellt.

#### Weitere Auskünfte

Dr. R. Diehl  
 Fraunhofer Institut für Angewandte Festkörperphysik  
 Eckerstr. 4, 7800 Freiburg  
 Tel.: 0761/27 14-286

**First NATO-Workshop on Computer Modelling in Crystal Growth from the Melt**  
**Date: 6./7. April 1989, Place: Parma, Italy**

#### Announcement

The first NATO-workshop on Computer Modelling in Crystal Growth from the Melt will be held on 6./7. April 1989, in Parma, Italy. Parma is a famous old city located in the northern part of Italy between Bologna and Milano with a University founded in the 11<sup>th</sup> century. The workshop takes place in conjunction with the Crystal Growth Conference of the Italian (AICC) and German (DGKK) crystal growth associations to be held in Parma from April 4.-6. 1989. The AICC-DGKK conference will have international character (the conference language will be English) and is open for all participants of the NATO-workshop. It will also have crystal growth of semiconductors as one of its main topics.

#### Scope of the NATO-workshop

The scope of the workshop will be the modelling in melt growth of III-V compounds, with work on silicon or other semiconductors included where it is relevant to the growth of III-V materials:

- Modelling of convective effects in Czochralski-configurations, especially LEC
- Modelling of convective effects in vertical and horizontal Bridgman configurations
- Modelling of the action of magnetic fields in melt growth
- Calculation of thermal stress and dislocation formation in melt growth
- Analytical and numerical modelling of transport effects on stoichiometry or segregation
- Numerical methods and computer problems

The programme will consist of invited as well as contributed papers in oral presentations.

The workshop will provide a unique opportunity for the critical assessment of the current state of the field of modelling in crystal growth. It should help to identify directions for future research and improve the understanding between theoreticians, experimentalists and industrial crystal growers.

Attendance at NATO workshops is by invitation.

The address for asking for further information is:

Priv.-Doz. Dr. G. Müller  
 Institut für Werkstoffwissenschaften 6  
 Martensstraße 7, D-8520 Erlangen (FRG)  
 Phone: FRG - 09131/857636  
 Telex: 629755 tferld

## PRÄZISIONSÄGEMASCHINE

Die Sägemaschine ANNULAR 55 ist eine Innenlochsäge und schneidet Wafer aus hartem brüchigen Material, wobei ein genauer Schnitt und eine glatte Oberfläche erzielt werden. Diese Säge ist für jedes Wafer-Material anwendbar, wie Silizium, Germanium, Gallium - Arsenid, Quarz, Ferrite, Keramiken, Minerale, Steinproben, Fossilien und andere synthetische Kristalle.

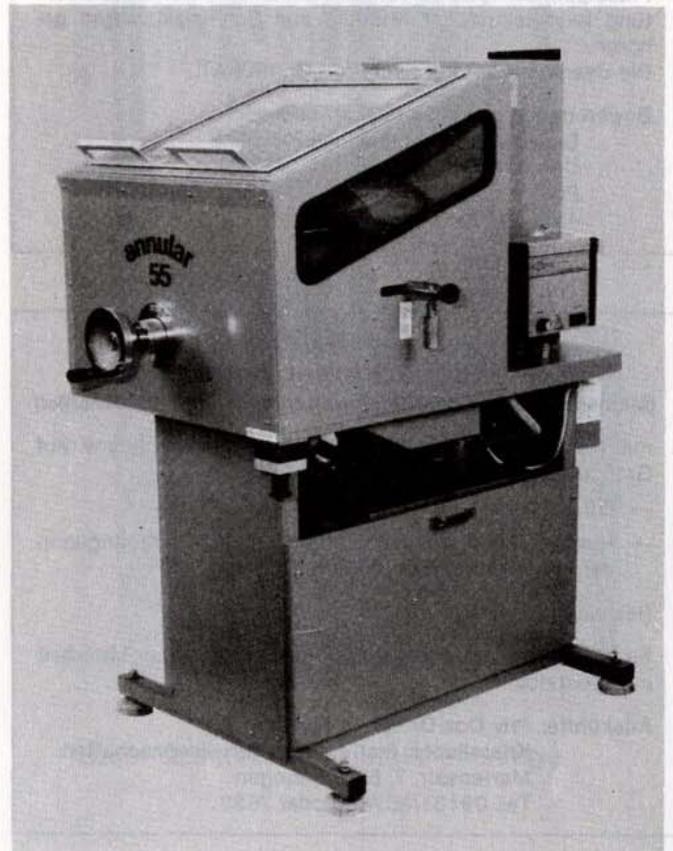
Die Maschine kann Material bis zu einem Durchmesser von 55 mm bearbeiten, und die minimale Schnittstärke liegt unter 0.1 mm. Das Sägeblatt ist ringförmig und mit Diamanten besetzt.

### BESONDERE EIGENSCHAFTEN:

- Der Vorschub wird stufenlos hydraulisch geregelt
- Die Drehzahl vom Sägeblatt ist stufenlos einstellbar
- Dynamisches Bremssystem
- Sie besitzt ein integriertes Kühlsystem
- Die Maschine ist mit bruch sicherem Glas umgeben
- Integrierte Werkzeug-Box mit gesamter Werkzeugausrüstung

### SPEZIFIKATIONEN

Max. Materiallänge	90 mm	Pumpe vom Kühlsystem	0.04 kW, 220V/50Hz
Max. Schnitttiefe	55 mm	Kapazität vom Kühlmitteltank	60 Liter
Ringförmiges Innenlochsägeblatt		Reservekapazität vom	
- Außendurchmesser	257 mm	Ölzylinder	1 Liter
- Innendurchmesser	101 mm	Elektrischer Anschluß	220 V
- Dicke	wahlweise	Maße	
Vorschub	stufenlos	- Höhe	1370 mm
Drehzahl vom Sägeblatt	stufenlos einstellbar bis 5000 U/min	- Breite	890 mm
Motorleistung	0.75 kW mit dynamischer Bremse	- Tiefe	1300 mm
		- Gewicht	370 kg



### Zusätzlich liefern wir folgende Produktionseinrichtungen:

- Einkristallzieh Anlagen nach Bridgman, Czochralski und Floatzone
- Komponenten für den Aufbau von Kristallzieh Anlagen:  
Ziehköpfe, Tiegelrotationen und -hub, automatische Wachstumsüberwachung
- Hochtemperaturöfen
- Glaskohlenstoff- und PBN-Tiegel
- Epitaxieanlagen für verschiedene Prozesse
- Sägen und Poliermaschinen
- Trockner für Prozeßgase sowie Scrubber für Abgase
- Wärmetauscher für Produktionsanlagen; Wasser/Luft, Wasser/wasser
- Plasmaätzgeräte

I B S - Vertriebs-GmbH  
für industrielle Produktionsanlagen  
Villenstr. 2  
Tel. 08144/7656 Telex 527688 ibs d  
Telefax 08144/7857

### Stellenangebot

Im Fachbereich Physik der Universität Osnabrück ist voraussichtlich ab 01.07.1988 die Stelle eines wissenschaftlichen Mitarbeiters zu besetzen. Zu seinen Aufgaben werden die Flüssigphasenepitaxie von Granatschichten und die Züchtung ferroelektrischer Kristalle aus Schmelzlösungen gehören.

Die Besoldung erfolgt nach VergGr. IIa/BAT.

Bewerbungen bis 30.06.1988 an den  
Dekan des Fachbereiches Physik  
Universität Osnabrück  
Postfach 4449  
4500 Osnabrück

### Gesucht

#### Wissenschaftlicher Mitarbeiter

(Mathematiker, Informatiker, Physiker, Materialwissenschaftler)

mit Neigung zur Bearbeitung numerischer Probleme auf Großcomputern.

- Zur Mitarbeit an einem Großprojekt
- Numerische Modellierung von Konvektionsvorgängen in der Kristallzucht

Bezahlung nach BAT.

Es besteht die Möglichkeit zu Promotion oder zur Mitarbeit als "post-doc"

Auskünfte: Priv. Doz. Dr. Georg Müller  
Kristalllabor, Inst. f. Werkstoffwissenschaften  
Martensstr. 7, 8520 Erlangen  
Tel. 09131/857636 oder 7633

## Kristallzucht an Schulen

Bericht über ein Projekt, bei dem Schüler einen Kaliumchlorid-Einkristall aus der Schmelze züchten, durchgeführt an der Städtischen Aufbau-Realschule für Jungen und Mädchen in Bochum mit Schülern der Chemie-Arbeitsgemeinschaft der 10. Klasse.

### 1. Vorüberlegungen

Im Schuljahr 1980/81 führte ich mit 12 Schülerinnen und Schülern der 10. Klasse eine Chemie-Arbeitsgemeinschaft mit dem Thema Kristallzucht durch. Es standen ein großer Chemie-Übungsraum mit Schüler-Arbeitsplätzen, genügend Chemikalien und übliche Laborgeräte zur Verfügung. Zwei Unterrichtsstunden pro Woche entsprachen dem normalen Zeitaufwand für Pflichtarbeitsgemeinschaften.

Das übergreifende Lernziel des Projektes war:

Die Schüler sollen feste Materie als regelmäßig aufgebaute Stoffe begreifen und erkennen, daß dieser regelmäßige Aufbau manipulierbar ist. Sie sollen verstehen, daß die Materialgemeinschaften im atomaren Aufbau der Stoffe begründet sind.

Ein halbes Schuljahr erarbeiteten die Schüler Grundlagen in Kristallographie. Anhand von praktischer Arbeit (Züchtung aus der Lösung) und vielen Diskussionen waren die Schüler schließlich in der Lage, Kristallstrukturen zu beschreiben, den Wachstumsprozeß zu erläutern und selbständig Versuchsansätze zu modifizieren. Deshalb stand einer schwierigeren Aufgabenstellung im 2. Halbjahr nichts entgegen.

Bis zu diesem Zeitpunkt hatten die Schüler nur idiomorphe Kristalle hergestellt. Der nächste Schritt war also die Herstellung eines möglichst runden stabförmigen Einkristalls ohne Flächenbegrenzungen.

In gemeinsamer Diskussion wurden folgende Voraussetzungen erarbeitet:

- die zu züchtende Substanz muß einen relativ niedrigen Schmelzpunkt haben ( $T = 800^{\circ}\text{C}$ ) wegen des zur Verfügung stehenden Ofens,
- sie soll ungefährlich sein,
- sie soll preiswert sein,
- das Wachstum muß bei Normaldruck durchzuführen sein,
- die Dauer des Wachstums soll einen Arbeitstag (8 Stunden) nicht überschreiten,
- die Zuchtapparatur muß preiswert sein oder von den Schülern selbst hergestellt werden können.

Nach Abwägung aller Faktoren stellte sich schließlich das Verfahren nach Nacken-Kyropoulos (1930) als sinnvoll heraus, als Zuchtsubstanz wurde Kaliumchlorid mit einem Schmelzpunkt von  $770^{\circ}\text{C}$  gewählt.

### 2. Apparaturen

Nach anfänglichen Schwierigkeiten mit einer anderen Ofenanlage konnten wir uns einen alten Muffelofen ausleihen, der, um  $90^{\circ}$  gekippt, ausgezeichnet geeignet war. Er wurde durch feuerfeste Steine unterstützt, als Auflage für den Tiegel diente ein zylinderförmig geschnittener Stein, der von unten in das Ofenrohr ragte (Abb. 1).

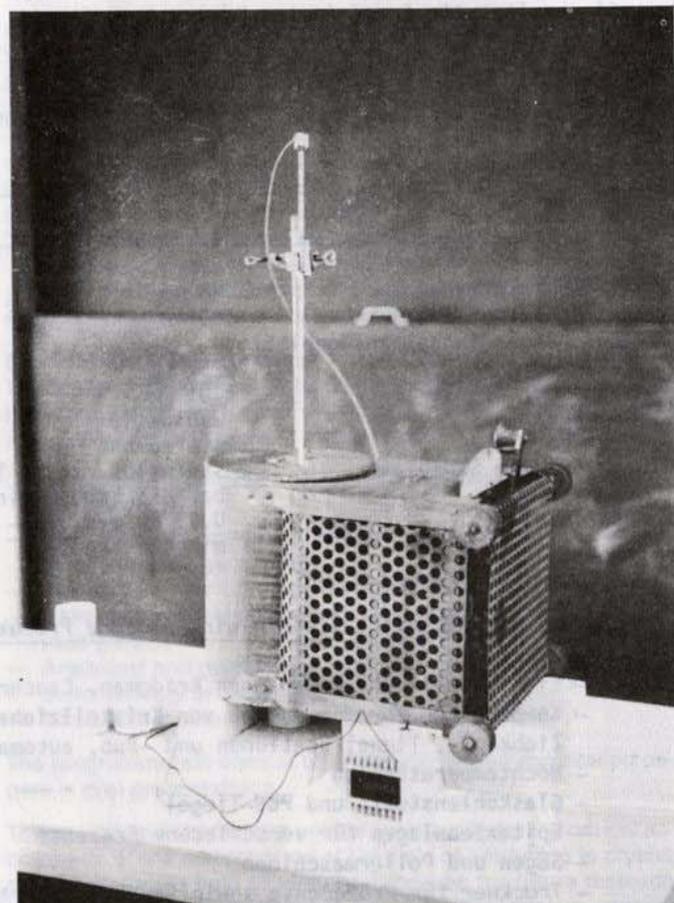
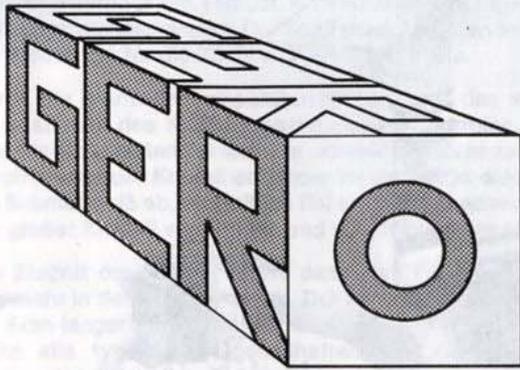


Abb.1: Muffelofen um  $90^{\circ}$  gekippt mit eingeführtem Ni/CrNi-Thermoelement und dem MV-Meter der Firma IER im Vordergrund.

Eine kombinierte Kristallhalter- und Ziehvorrichtung wurde nach unseren Angaben hergestellt. Am unteren Ende der Stange ist der eigentliche Kristallhalter eingeschraubt (Abb.4): Eine relativ breite Metallfläche drückt den Keimkristall in eine gegenüberliegende Kerbe, dadurch wird das Zerspringen des Keims beim Befestigen vermieden. Um axiales Spiel zu vermeiden, ist die Spindel oben und unten in je einem Kugellager gehalten. Durch regelmäßiges Drehen am Stellrad in bestimmten Zeitabständen sollte der Kristall hochgezogen werden.

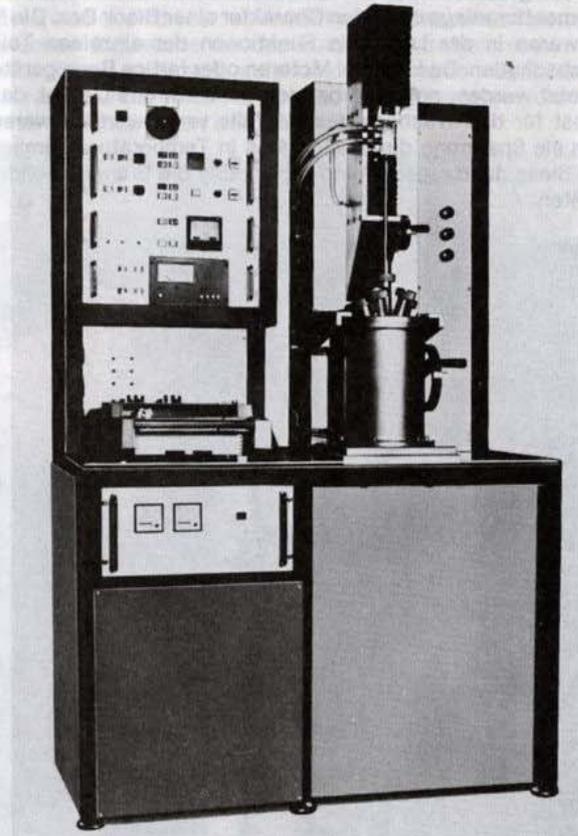


**GERO Hochtemperaturöfen GmbH**

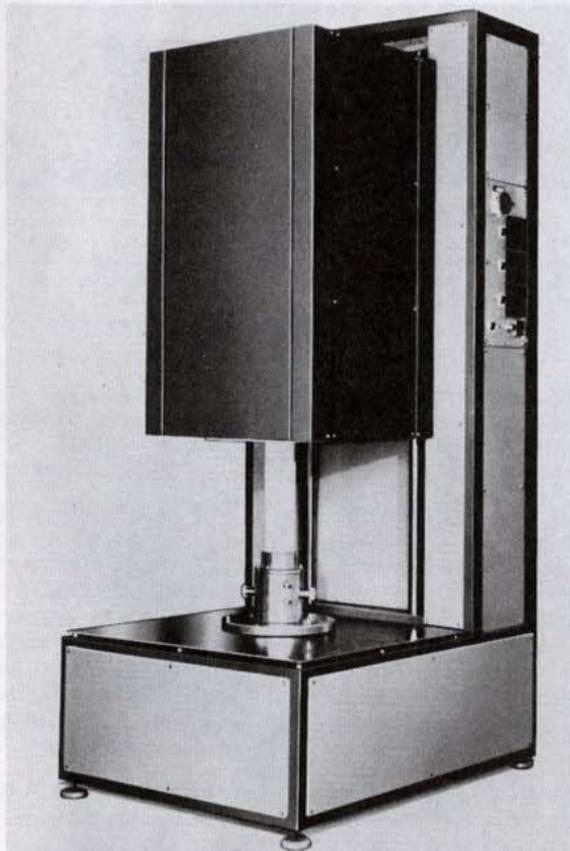
- Hochtemperaturöfen
- Anlagen zur thermischen Materialbehandlung und Kristallzüchtung
- Kristallzüchtungszubehör

**GERO-Hochtemperaturöfen GmbH**

Monbachstraße 7  
 D-7531 Neuhausen  
 Tel. 07234/6136  
 Telex 783309 gero d



Labor-Czochralski Kristallziehanlage



Bridgman Kristallziehanlage

**Lieferprogramm:**

- Standard-Rohröfen bis 1100 °C
- Standard-Rohröfen bis 1300 °C
- Mehrzonen-Rohröfen bis 1100 °C bzw. 1300 °C
- Rohröfen ein- und mehrzonig bis 1700 °C
- Zehnzonen-Rohröfen bis 1300 °C für spezielle Temperaturprofile
- (z.B. für Epitaxie und Kristallzüchtung)
- SiC-Rohr- und Kammeröfen bis 1500 °C
- Kammer- und Tiegelöfen (auch mit pneumatischem Aushub) bis 1700 °C
- Pyrometer Kalibrieröfen bis 2300 °C
- Schutzgas- und Vakuumöfen bis 3000 °C
- Lichtbogenöfen und Schmelzanlagen
- Bewegungseinrichtungen für Öfen und Proben
- Zonenschmelzanlagen
- Kristallziehanlagen (Bridgman und Czochralski)
- Wärmerohre (heat pipes)
- Sonderöfen- und Anlagenbau
- Sämtliche Temperatur- und Motorregelungen
- X-Y-Schreiber (Ein- und Mehrkanal, auch mit Nullpunktunterdrückung)
- Diamantdrahtsägen zur Kristallpräparation

Diese, mit vielen Umständen "zusammengestückelte" Anlage, bot den großen Vorteil der Einfachheit. Sie war eine typische Experimentieranlage ohne den Charakter einer Black Box. Die Schüler waren in der Lage, die Funktionen der einzelnen Teile zu durchschauen. Da keinerlei Motoren oder fertige Regelgeräte eingesetzt wurden, entstand bei den Schülern das Gefühl, daß sie selbst für das Wachsen des Kristalls verantwortlich waren, indem sie Spannung des Meßgerätes in Temperaturen umsetzten und diese dann regelten und regelmäßig die Stange hochdrehen mußten.

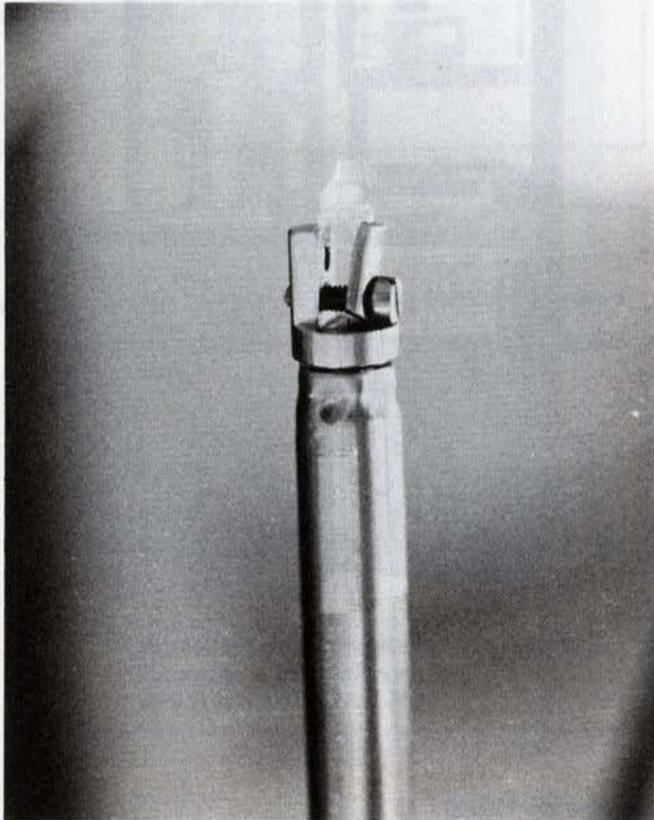


Abb.4: Kristallhalter aus Edelstahl mit einem Keimkristall (Bau: Firma IER).

Die vielen Fehlschläge zu Beginn steigerten den Ehrgeiz der Schüler, endlich ein Ergebnis zu erzielen, sie schlugen sogar vor, einen 24-Stunden-Schichtdienst einzurichten, um ein besonders großes Exemplar zu ziehen. Die Durchführung scheiterte jedoch an der Tatsache, daß die Schule nachts verschlossen bleiben mußte.

### 3. Durchführung des Experiments

*"Ich möchte daran erinnern, daß es zwei Möglichkeiten gibt, etwas herauszubekommen, das man nicht weiß. Man kann entweder jemanden, der es weiß, fragen, oder man kann nachlesen, was die Spezialisten darüber geschrieben haben; das ist ein guter Weg, wenn überhaupt schon eine Antwort auf die Frage bekannt ist. Oder man muß den anderen Weg einschlagen und selbst einen Versuch ersinnen und es selbst ausprobieren."*

Aus:

C.V. Boys, Soap Bubbles and the Forces which hold them.

Alle Versuche, mit Hilfe eines Platin-Drahtes einen geeigneten Keimkristall zu produzieren, scheiterten. In einem Akt der Verzweiflung wurde schließlich ein spitzer Eisennagel benutzt in der Hoffnung, daß die unebene Oberfläche genügend Möglichkeiten für die Bildung erster Kristallite bieten würde. Der Versuch gelang erstaunlich gut (Abb.6), es bildete sich ein ca. 2 cm langes Aggregat von unregelmäßiger Form. Durch den Einbau von etwas Eisen war es im oberen Teil bräunlich gefärbt, wurde aber nach unten hin farblos und klar.

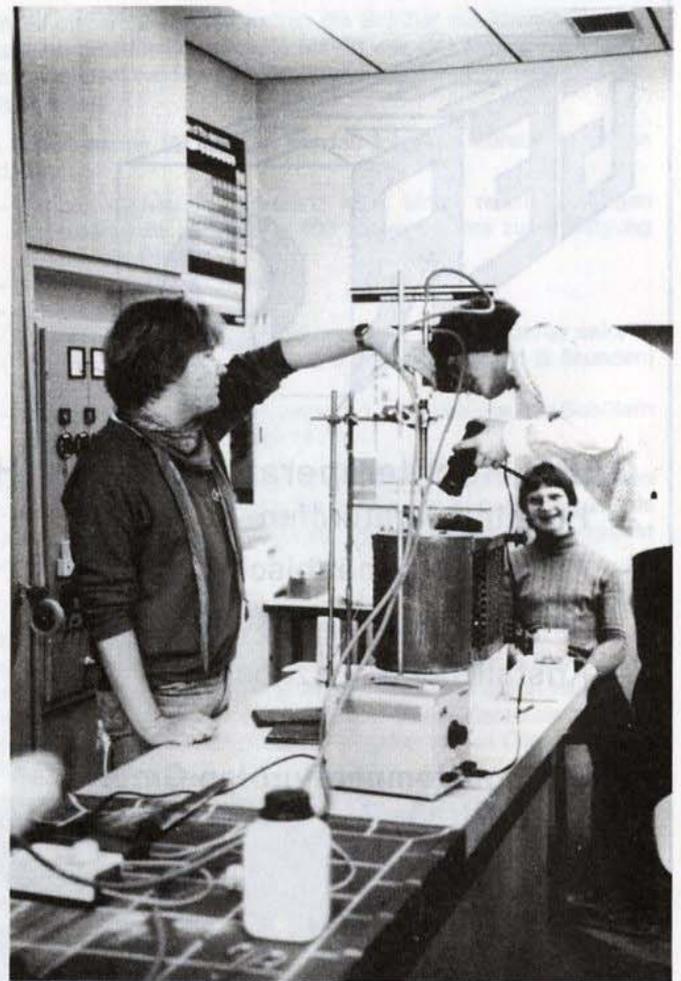


Abb.5: Schüler bei der Arbeit an der fertigen Kristallziehapparatur nach Nacken-Kyropoulos.

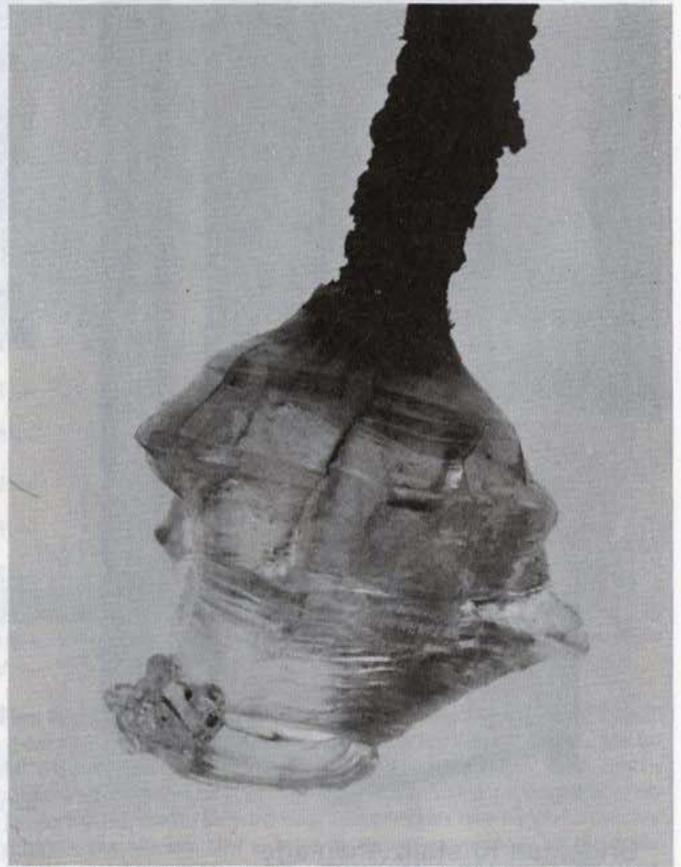


Abb.6: Erstes Kristallaggregat, dessen Spaltstücke als Keimlinge für die nächsten Ziehversuche benutzt wurden (Länge: ca. 2 cm). Am oberen Ende des Bildes ist der stark korrodierte Eisennagel sichtbar.

Beim Spalten der kleinen Birne stellte sich heraus, daß bei diesem unkonventionellen Versuch wahrscheinlich nur etwa fünf Individuen gewachsen waren. Die Spaltstücke dienten im folgenden als Kleimlinge für die Züchtung des Einkristalls.

Durch die manuelle Temperaturregelung und das stufenweise Herausziehen des Kristalls waren einige Mißerfolge unvermeidlich: die Schmelztemperatur war schwer konstant zu halten, dadurch wuchs der Kristall entweder zu schnell in die Breite oder die Schmelze riß ab, schließlich fiel auch ein zu schwer gewordener großer Kristall vom Halter und schmolz wieder auf.

Der Ehrgeiz der Schüler führte dazu, daß sie die Technik mehr und mehr in den Griff bekamen. Der Lohn war ein wohlgeformter ca. 4 cm langer Einkristall, der an einem Tag gezogen wurde. Er hatte alle typischen Eigenschaften, die ein nach Nacken-Kyropoulos manuell gezogener Kristall haben kann: starke parallele Rillen senkrecht zur Wachstumsrichtung, leicht angedeutete Kristallflächen an den Seiten, unterschiedlichen Durchmesser. Dieser Kristall bot ein ideales Objekt zur Diskussion des Temperaturgradienten im Ofen, des Wachstumsmechanismus bei dieser Methode und der Abhängigkeit der Kristallform von der Ziehgeschwindigkeit.



Abb.7: Kaliumchlorid-Einkristall, Länge: 4 cm.  
Herstellungsbedingungen: Temperatur: 760 °C, Ziehgeschwindigkeit: 0,25 mm/min. Deutlich sichtbar sind die typischen Querrillen sowie die unsymmetrische Form, die durch eine ungleichmäßige Temperaturverteilung im Ofen entstanden ist. Der geringere Durchmesser im unteren Teil des Kristalls ist auf eine Temperaturerhöhung in der Schmelze bei gleichbleibender Ziehgeschwindigkeit zurückzuführen.

#### 4. Charakterisierung

Ein Schüler beschrieb den Kristall in seinem Protokoll folgendermaßen: "Unser Kristall ist weder bizarr, noch besitzt er sichtbare Flächen. Dieses etwas nüchterne Aussehen erhält er durch das besondere Zuchtverfahren."

Eine entscheidende Frage war nun, ob es tatsächlich gelungen war, einen Einkristall herzustellen. Aus der äußeren Form, die ohne einspringende Winkel war, konnte dies bereits vermutet werden. Außerdem interessierte die Tatsache, ob sich der Wachstumsprozeß - das schrittweise Ziehen und anschließende Breitenwachstum - im inneren Ausbau nachweisen ließ. Bei der Firma Cambridge Instruments in Dortmund erhielten wir die Möglichkeit, den Kristall unter einem Raster-Elektronen-Mikroskop zu betrachten. Dazu wurde er einmal senkrecht und einmal quer zur Wachstumsrichtung gespalten.

In der Abbildung 8a sind deutlich Anwachsstreifen im Kristall zu erkennen, die durch das schrittweise Ziehen entstanden sind. In der Phase des Breitenwachstums bildeten sich konzentrische Wachstumslinien aus (Abb.8b), die diskordant auf den Anwachsstreifen stehen, da der Keimkristall nicht orientiert angebracht worden war. Bei der Untersuchung verschiedener Partien der Bruchflächen konnte kein Hinweis auf einen Polykristall gefun-

den werden. Viele würfelförmige Bruchstücke, die auf der Oberfläche des Kristalls im REM sichtbar wurden, verdeutlichen den Schülern, daß auch dieser, so "nüchtern" aussehende Kristall alle typischen Eigenschaften des kubisch kristallisierenden KCl mit einer guten senkrecht aufeinander stehenden Spaltbarkeit aufwies und nur durch das angewandte Zuchtverfahren die "Birnenform" aufgezwungen bekommen hatte.



Abb.8a: Raster-Elektronen-Mikroskop-Aufnahme mit dem Stereo Scan 250T von Cambridge Instruments.

Sicht auf zwei Spaltflächen des Kristalls von Abb.7. Die waagerechte Linie im unteren Teil des Bildes stellt eine Kante dar, die obere Spaltfläche ist senkrecht zur Wachstumsrichtung, die untere parallel dazu. Die helle Form am linken Bildrand ist das Zentrum des Kristalls, um das herum sich die konzentrischen Anwachsstreifen gruppieren.



Abb.8b: Ausschnittvergrößerung von Abb.8a oberhalb des Kristallzentrums. Deutlich sind zwei verschiedene, diskordant aufeinanderstehende Scharen von Wachstumslinien zu erkennen.

"In Hinsicht auf die Ziele, die wir uns vor dieser Untersuchung gesetzt haben, hatte diese Untersuchung Erfolg."  
(Zitat aus einem Schüler-Protokoll)

#### 5. Danksagungen

Ich bedanke mich bei allen, die unser Projekt mit fachlichem Rat, Bereitstellung von Apparaten, Räumlichkeiten und finanziellen Mitteln unterstützt haben:

Herr Direktor Witteler, Aufbau-Realschule, Bochum

Herr Dr. Ray Boning, Cambridge Instruments, Dortmund

Herr Dr. Roland Diehl, Fraunhofer Institut, Freiburg

Herr Dr. Peter Große, Bochum

Herr Wolfgang Henkel, IER, Mannheim

Herr Dr. Herbert Jacob, Wachter Chemitronic, Burghausen

Herr Prof. Helmut Klapper, RWTH, Aachen

C. Sussieck-Fornefeld

## Kristallzüchtung in D

### Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme — Freiburg

W. Bronner, A. Eyer, A. Hurrle, F. Lutz

Das Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme wurde am 1. Juli 1981 gegründet. Es zählt mittlerweile ca. 80 festangestellte Mitarbeiter. Die Aufgabe des Instituts ist es, die Möglichkeiten der technischen Nutzung der Sonnenenergie zu erforschen und Systeme zur Sammlung, Umwandlung, Speicherung und Aufbereitung der Sonnenenergie zu entwickeln. Dabei wird Wert darauf gelegt, nicht nur die physikalisch-technischen Grundlagen einzelner Systemkomponenten zu untersuchen, sondern auch funktionsfähige Systeme bis hin zum fertigen Prototyp zu entwickeln. Der Schwerpunkt liegt auf der Entwicklung kleiner dezentraler Systeme, die auch unter den relativ ungünstigen Einstrahlungsbedingungen von Mitteleuropa sinnvoll einsetzbar sind.

Das Institut ist in 5 Abteilungen gegliedert:

Die **Abteilung Kollektorentwicklung** beschäftigt sich mit der Umwandlung des Sonnenlichts in Wärme. Intensiv werden derzeit die Eigenschaften transparenter Wärmedämmmaterialien untersucht und ihre vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten erprobt. Beispielsweise kann der Energiebedarf eines Hauses durch transparente Isolation der Fassade drastisch reduziert werden. Auch der Wirkungsgrad von Flachkollektoren läßt sich durch Abdeckung mit solchen Materialien verbessern.

Für den Einsatz in Ländern der dritten Welt wurde ein neuartiger Solarkocher mit hocheffizientem Flachkollektor und Ölspeicher entwickelt.

Die **Abteilung Energiespeicherung** befaßt sich mit elektrochemischen Chrom/Eisen-Redox-Speichern und Pb-Batterien. Neuartige polymere Anionenaustauscher-Membranen werden entwickelt. Daneben ist die Wasserstofftechnologie als zukunftsweisendes solares Energiekonzept ein wesentlicher Bestandteil der Forschungsarbeit. Die Druckelektrolyse und schadstofffreie katalytische Verbrennung von Wasserstoff und Sauerstoff sind Komponenten von Wasserstoff-Energieversorgungssystemen, an denen das Institut erfolgreich arbeitet.

Die **Abteilung Systemtechnik** entwickelt photovoltaische Systeme zur Stromversorgung von Gebäuden. Mit einem neuartigen Wechselrichter arbeitet ein Versuchshaus in München im Netzverbund. Im Inselbetrieb sind heute schon Photovoltaik-Anlagen wirtschaftlich, wenn das öffentliche Stromversorgungsnetz mehrere Kilometer entfernt ist. Neben diesen größeren Photovoltaik-Anlagen werden auch Photovoltaiksysteme für Kleingeräte entwickelt. Hier berät das Institut Firmen, die neue solarbetriebene Produkte auf den Markt bringen wollen.

Zwei Abteilungen des Instituts erforschen die als Photovoltaik bezeichnete direkte Umwandlung des Sonnenlichts in elektrische Energie:

Die **Abteilung Werkstofforschung** befaßt sich schwerpunktmäßig mit der Herstellung und Charakterisierung von Solarzellensubstraten auf der Grundlage von Si und GaAs.

Die **Abteilung Solarzellentechnologie** beschäftigt sich damit, auf diesen und anderen Substraten Solarzellen möglichst hohen Wirkungsgrades zu fertigen und deren Eigenschaften zu untersuchen.

Auf die materialwissenschaftlichen Arbeiten dieser Abteilungen soll im Rahmen der hier wiedergegebenen Institutsdarstellung besonders eingegangen werden.

#### 1. Werkstoff Silicium

Die Forschungsprojekte, die auf Si als Basismaterial aufbauen, sind auf die Herstellung (und Charakterisierung) von kristallinen Schichten ausgerichtet, die sich für die Solarzellenfertigung eignen. Sowohl dünne Schichten im Bereich  $\leq 50 \mu\text{m}$ , hergestellt in CVD Prozessen aus Silanen, als auch dicke Schichten im Bereich

$500 \mu\text{m}$ , hergestellt in Schmelzprozessen aus kristallinem Ausgangsmaterial, werden untersucht. Forschung auf dem Gebiet des amorphen Siliciums betreibt das Institut zur Zeit nicht.

#### 1.1 Siliciumplatten aus Siliciumpulver

Hochwertige Solarzellen mit Wirkungsgraden bis etwa 12 %, die in Form von ganzen Paneelen auf dem Markt sind, werden industriell aus dünnen Siliciumscheiben von ca.  $100\text{-}150 \text{ cm}^2$  Fläche und ca.  $0.4 \text{ mm}$  Dicke hergestellt.

Die Scheiben werden entweder von Czochralski-Einkristallen von  $100\text{-}150 \text{ mm}$  Durchmesser heruntergesägt oder als quadratische Platten ( $100 \times 100 \text{ mm}^2$ ) aus polykristallinen, gerichtet erstarrten Blöcken herausgeschnitten.

Die Materialkosten einer Siliciumscheibe gehen etwa mit 50 % in die Gesamtkosten der Solarzelle ein. Deshalb werden weltweit eine Reihe von neuen Verfahren untersucht, den Herstellungsprozeß der Scheiben zu vereinfachen und zu verbilligen (1). Vor allem das Heraussägen der Scheiben aus wertvollen Kristallen oder Blöcken muß vermieden werden, da selbst bei modernsten Methoden ca. 50 % des Materials als Sägestaub verloren gehen. Ein Recycling des Sägestaubes ist wegen der hohen metallischen Verunreinigungen nicht lohnend. In der Vermeidung des Sägevorganges liegt also ein hohes Energieeinsparpotential.

Die meisten neuen Verfahren versuchen, direkt platten- oder bandförmiges Silicium mit grobkristalliner Struktur aus der Schmelze herzustellen. Das gelingt nur, wenn man das flüssige Silicium durch eine breitgezogene Düse treibt oder als dünne Schicht auf einem Trägermaterial erstarren läßt. Düsen und Träger müssen aus Materialien sein, die der Temperatur des flüssigen Siliciums standhalten und chemisch inert sind. Es kommen nur Siliciumverbindungen wie SiC,  $\text{Si}_3\text{N}_4$  oder  $\text{SiO}_2$  in Frage. Verunreinigungen und thermische Spannungen, die von diesen Materialien ausgehen, sind jedoch meistens nicht zu vermeiden.

Am ISE wird im Auftrag der Firma Siemens eine neue Methode entwickelt, solche Siliciumplatten herzustellen. Sie wird SSP-Methode (Silicon Sheets from Powder) genannt und läßt sich wie folgt beschreiben (2):

Siliciumpulver (Korngröße ca.  $0.1\text{-}0.5 \text{ mm}$ ) wird als dünne Schicht (ca.  $1 \text{ mm}$  dick) auf eine geeignete Unterlage aufgestreut. Die Form der Pulverschicht bestimmt die Form der späteren Siliciumplatte (Größe ca.  $100 \text{ cm}^2$ ). Als Unterlage kommt sowohl Silicium selbst, als auch  $\text{SiO}_2$  (Quarz) in Frage, so daß keine Verunreinigungen auftreten können. Diese Pulverschicht wird in einem Quarzrohr mit rechteckigem Querschnitt, geflutet mit Schutzgas (Argon), weiter prozessiert.

In einem ersten Hochtemperaturschritt wird die Pulverschicht von oben so stark erhitzt, daß die Oberfläche schmilzt. Flüssiges Silicium sickert in die Pulverschicht und verklebt diese zu einer selbsttragenden porösen Platte. Diese reagiert nicht mit der Unterlage und kann danach herausgeschoben werden. Im zweiten, entscheidenden Schmelzschritt wird eine schmale Lamelle flüssigen Siliciums wie bei einem Zonenschmelzprozeß von einem Ende zum anderen durch die poröse Platte geführt. Dadurch wird diese in eine grobkristalline, kompakte Siliciumplatte umgewandelt, die direkt zu einer Solarzelle weiterverarbeitet werden kann. Dieser entscheidende Prozeßschritt ist in Abb.1 schematisch dargestellt. Die Lamelle flüssigen Siliciums wird dadurch erzeugt, daß das Licht von zwei stabförmigen Halogenlampen (je ca.  $2500 \text{ W}$ ) von oben und von unten durch geeignete Spiegel auf die freitragende Platte fokussiert wird.

Das Siliciumpulver der benötigten Korngröße kann durch geeignete Prozesse, die mittlerweile bei der Industrie etabliert sind, mit höchster Reinheit in einem sogenannten Fluidized-Bed-Reaktor direkt aus gasförmigen Silanen ohne nachfolgende mechanische Zerkleinerung hergestellt werden.

Bei Beginn des Zonenschmelzprozesses erfolgt eine schnelle Keimauswahl (Abb.2, linker Probenrand), so daß nach wenigen mm Ziehlänge bereits Körner von einigen mm Breite und einigen cm Länge vorliegen, die auch über die gesamte Plattendicke ausgedehnt sind.

Die Kornstruktur und die Versetzungsdichte werden durch metallographische Ätzmethoden bestimmt. Die Versetzungsdichte variiert stark über einen Bereich von  $10^3$ - $10^6/cm^2$ . Aus Laue-Aufnahmen und ECP-Analysen (Electron Channeling-Pattern) wurde die [112]-Richtung als eine dominante Kornorientierung in Ziehrichtung ermittelt.

Aus EBIC-Messungen (Electron-Beam-Induced-Current) wurde eine hohe elektrische Aktivität der Korngrenzen und der Intra-Grain-Defekte (z.B. Versetzungen) ermittelt, die zu schneller Rekombination der Ladungsträger in der fertigen Solarzelle und damit zu geringerem Wirkungsgrad führt. Durch Wasserstoffbehandlung konnten die Intra-Grain-Defekte jedoch soweit passiviert werden, daß der Wirkungsgrad dadurch bis zu 30% erhöht werden konnte.

Testsolarzellen (20 mm x 20 mm) aus diesen Platten ergaben Wirkungsgrade von 12,5%, wenn man einen Faktor 1,3 für eine Anti-Reflex-Beschichtung einrechnet.

Die einfache Prozeßführung und die hohe Qualität der Platten lassen erwarten, daß mit dieser Methode preisgünstig Substrate für Solarzellen hergestellt werden können.

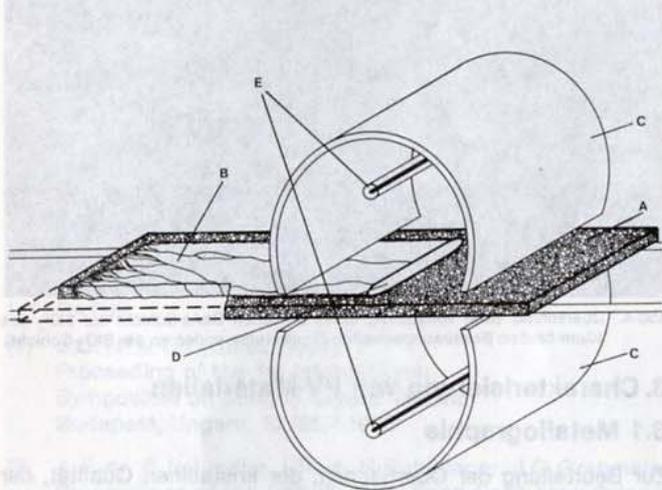


Abb.1. Umwandlung einer porösen feinkristallinen, aus Si-Pulver hergestellten Platte in ein grobkristallines, kompaktes Substrat für Solarzellen durch einen Zonenschmelzprozeß (Plattengröße  $120 \times 60 \times 0,5 \text{ mm}^3$ ).  
 A: Poröse, feinkristalline Platte  
 B: Grobkristalliner Bereich  
 C: Fokussierungsspiegel  
 D: Schmelzzone  
 E: Halogenlampen

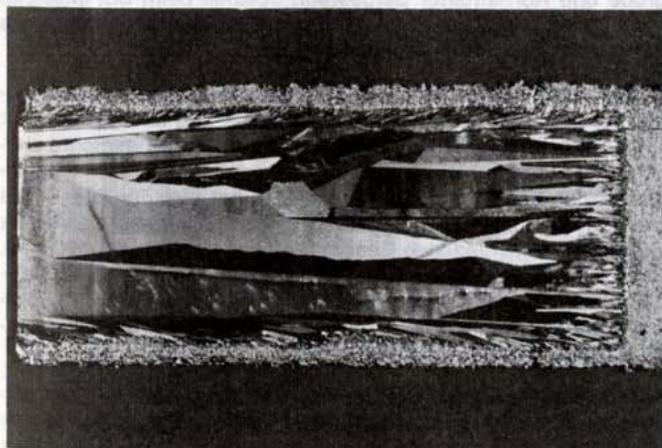


Abb.2. Polykristalline Si-Platte, geeignet als Substrat für Solarzellen, hergestellt nach der SSP-Methode (Plattengröße  $120 \times 60 \times 0,5 \text{ mm}^3$ ).

## 1.2 Si-Dünnschichtsolarellen

Einen zweiten Arbeitsschwerpunkt auf dem Siliciumsektor bildet die Herstellung des Substratmaterials für die sogenannte Si-Dünnschichtzelle.

Zur vollständigen Absorption des Sonnenlichtes bis ins IR sind Schichtdicken von fast  $300 \mu\text{m}$  notwendig. Durch geeignete Struk-

turierung der Schichtrückseite gelingt es jedoch, das Licht so zu reflektieren, daß es durch Mehrfachreflexionen fast vollständig auch schon in Schichtdicken von  $50 \mu\text{m}$  "gefangen" wird.

Diese dünnen aktiven Schichten werden durch CVD-Prozesse aus Chlorsilanen zunächst mikrokristallin auf geeignete Trägermaterialien mit hoher Wachstumsrate abgeschieden. Im Rahmen dieses Forschungsprojektes werden sowohl Normaldruck- als auch Niederdruckprozesse sowie verschiedene Silane als Ausgangsgase untersucht.

In einem Folgeschritt werden diese mikrokristallinen Schichten dann mit einer selbst entwickelten optischen Heizmethode großflächig (ca.  $100 \text{ cm}^2$ ) erschmolzen und erstarren grobkristallin. Sie eignen sich dann für die Solarzellenfertigung.

Diese Methode verspricht ebenfalls preisgünstige Substrate, da nur sehr kleine Mengen hochwertigen Siliciums benötigt werden, und diese direkt aus der Gasphase entstehen, aus der jede Art von Halbleitersilicium ohnehin kommt.

Die Arbeiten zu diesem Projekt stecken noch in den Anfängen. Gelöst ist teilweise das Problem der CVD-Abscheidung und die Rekristallisation von dünnen Schichten mit optischer Methode. Die Solarzellenfertigung aus diesen Schichten steht noch aus. Die theoretische Behandlung der Dünnschichtzelle ist im wesentlichen abgeschlossen (3).

## 2. Werkstoff GaAs

### 2.1 GaAs-Dünnschichtsolarellen

GaAs zeigt aufgrund seines direkten Bandüberganges und den damit ausgeschlossenen Phononenverlusten den höchsten Wirkungsgrad aller Solarzellen und ist auch für Konzentratoranwendungen geeignet. Betriebstemperaturen von ca.  $70$ - $90^\circ\text{C}$  erniedrigen den Wirkungsgrad  $\eta$  nur geringfügig. Für extraterrestrische Anwendungen zeigen die GaAs-Solarzellen hohe kosmische Strahlenbelastbarkeit.

Direkte Halbleiter haben einen sehr starken Anstieg des Absorptionskoeffizienten als Funktion der eingestrahlten Energie. Schichtdicken von  $1$ - $2 \mu\text{m}$  sind ausreichend, um hohe Solarzellenwirkungsgrade zu erzielen. Für GaAs gilt, daß bei  $1 \mu\text{m}$  Schichtdicke schon mehr als 80% des Lichts absorbiert werden, und die Absorption weitgehend wellenlängenunabhängig ist (im Vergleich sind bei Si als indirektem Halbleiter mehr als  $100 \mu\text{m}$  notwendig).

Für GaAs-Solarzellen besteht die Notwendigkeit einer Deckschicht zur Verhinderung der hohen Oberflächenrekombination. Eine GaAlAs-Schicht mit hohem Al-Gehalt (bis 90%) erfüllt durch gute Gitteranpassung, geringe Absorption und Senkung der Oberflächenrekombination an der Grenzschicht GaAlAs/GaAs diese Forderung.

### 2.2 GaAs-Flüssigphasenepitaxie

Die genannten Voraussetzungen zum Aufbau der Schichtstruktur und zum späteren Betrieb als Solarzelle (einschließlich Metallisierung der Vorder- und Rückseite) können präparativ durch die Methode der Flüssigphasenepitaxie realisiert werden. Dazu findet eine herkömmliche und sicher bekannte Epitaxie-Apparatur bestehend aus einem Quarzrohr mit  $\text{H}_2$ -Atmosphäre mit Pd-Zellenreinigung, einem 3-Zonen-Widerstandsofen und einer Regel- und Steuereinheit Verwendung. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, das System besser als  $10^{-3} \text{ mbar}$  zu evakuieren. Die Schmelzen werden nach vorher experimentell genau bestimmten Parametern in Graphitschiebetiegeln bei Temperaturen zwischen  $760^\circ\text{C}$  und  $850^\circ\text{C}$  hergestellt und durch ein Vorsubstrat gesätigt.

Das Hauptsubstrat ist ein käufliches n-dotiertes GaAs-Substrat ( $350 \mu\text{m}$  dick,  $15 \times 15 \text{ mm}^2$ ; Dotierstoffkonzentration  $1,5 \cdot 10^{17}/\text{cm}^3$ ), das vor dem Epitaxieinsatz besonderen Oberflächenreinigungsverfahren unterworfen und dann in den Schieber des Graphitschiebetiegels eingebaut wird.

In nur einem Epitaxieschritt wird aus einer Zn-Al-haltigen GaAs-Schmelze sowohl der p/n-Übergang eindiffundiert als auch eine GaAlAs-Fensterschicht durch isothermes Wachstum erhalten (4). Dabei findet in der oberflächennahen Schicht ein Ga/Al-Austausch statt, der zu einer sehr dünnen GaAlAs-Fensterschicht mit hoher Transmission führt (Abb.3). Die Eindiffusion des Zn in die n-Substrate wird durch EBIC-Messungen und mit einem Polaron-Profilier analysiert.

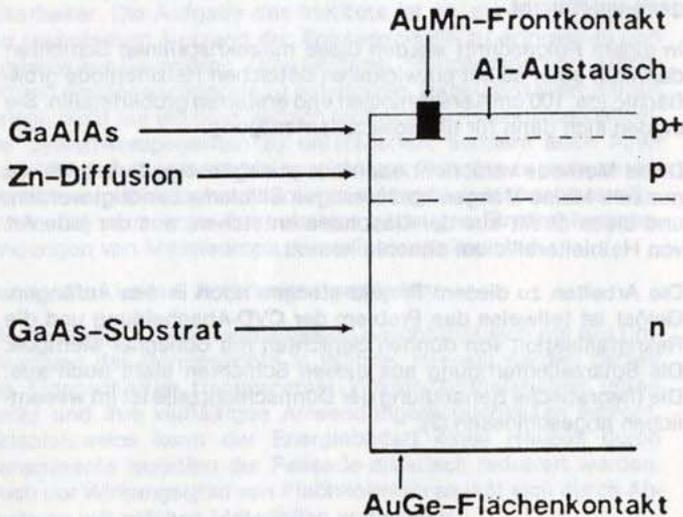


Abb.3. Querschnitt durch eine GaAs-Solarzelle mit GaAlAs Fensterschicht.

### 2.3 GaAs-Solarzellenwirkungsgrade

Zur Ermittlung des Wirkungsgrades  $\eta$  der erhaltenen Schichtstruktur werden ohmsche Kontakte durch Aufdampfen von AuGe auf der Rückseite (Substratseite) und ein für Solarzellen typisches Kontaktgrid aus AuMn auf der Frontseite aufgebracht. Die Wirkungsgrade erreichen derzeit bis zu 13,8%. Mit einer Antireflexschicht ergeben sich demnach bis zu 19,3%. Erste Versuche mit  $\text{Si}_3\text{N}_4$ -Antireflexschicht führten zu  $\eta = 17,5\%$ . Die Arbeiten zur Zellen- und Antireflexschichtoptimierung werden fortgeführt. Messungen mit monochromatischem Licht ( $\lambda \sim 640\mu\text{m}$ ) ergaben Wirkungsgrade bis zu 40%. GaAs-Solarzellen sind deshalb auch für das konzentrierte Licht des Fluoreszenzkollektors mit roter Abstrahlung interessant (5).

### 2.4 Gasphasenepitaxie

Mit Gasphasenepitaxie wird versucht, dünne GaAs-Schichten auf Si Substrate aufzuwachsen. Eine solche Heterostruktur zur Herstellung von Solarzellen bietet gegenüber homoepitaktischen Zellen zwei entscheidende Vorteile:

- Es kann teures Substratmaterial eingespart werden. Wegen des hohen Absorptionskoeffizienten von GaAs und der daraus resultierenden geringen Dicke der aktiven Schicht, entstehen dadurch keine prinzipiellen Nachteile für die Solarzellenanwendung.
- Die mechanische Stabilität solcher Zellen ist erhöht, was besonders für die Weltraumanwendung von großer Bedeutung ist, aber auch allgemein das "handling" beim Prozessieren und die Weiterverarbeitung zu Modulen erleichtert.

In zwei Schritten wird dieses Ziel angestrebt. Es sollen zuerst Keimkristalle auf der Si-Oberfläche in kontrollierter Weise erzeugt werden. Dazu werden die Substrate oxidbeschichtet, und zur Keimvorgabe durch einen photolithographischen Prozeß Öffnungen in das Oxid geätzt. Durch diese selektive Bekeimung in möglichst kleinen Bereichen sollen die durch die Gitterfehlanpassung (4%) entstehenden Spannungen minimiert werden. Ein anschließendes, von diesen Keimkristallen ausgehendes Überwachsen der Oxidoberfläche soll zu zusammenhängenden Schichten führen. Die dazu benutzte Anlage ist ein VPE-Reaktor nach dem Chlorid-Transport-Verfahren mit HCl, Ga,  $\text{AsH}_3$  und  $\text{H}_2$  als Trägergas. Dieses Verfahren erlaubt eine exakte Steuerung des Bekeimungsvorganges und garantiert die Selektivität der Epitaxie.

Auf oxidbeschichteten GaAs-Substraten wurde das Überwachungsverhalten in Abhängigkeit von der Substratorientierung und den freigeätzten Strukturen eingehend untersucht. Es konnte gezeigt werden, daß es möglich ist, durch diesen Prozeß dünne, zusammenhängende Schichten zu erhalten. Eventuell an der Bekeimungsfläche entstandene Kristallfehler pflanzen sich nicht lateral in die Überwachungszone fort (Abb.4).

Aus diesen Erkenntnissen kann abgeleitet werden, daß man mit dieser Methode der selektiven Epitaxie in der Lage sein wird, grobkristalline dünne GaAs-Schichten auf Si-Substraten zu erhalten, die dann zu Solarzellen weiterverarbeitet werden können. Geeignete in-situ-Prozesse unmittelbar vor Beginn der Abscheidung sollen für saubere Bekeimungsflächen sorgen, um das Anwachsen der ersten Atomlagen zu ermöglichen.

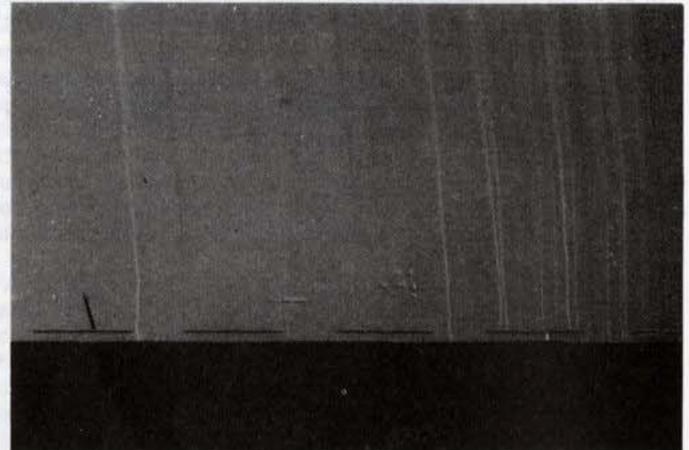


Abb.4. Querschnitt einer vollständig überwachsenen GaAs-Schicht auf  $\text{SiO}_2$  auf 10  $\mu\text{m}$  breiten Bekeimungsstreifen (Spaltstufen enden an der  $\text{SiO}_2$ -Schicht).

## 3. Charakterisierung von PV-Materialien

### 3.1 Metallographie

Zur Beurteilung der Oberflächen, der kristallinen Qualität, der Korngrenzen und der Korngröße werden metallographische Untersuchungen unternommen und durch elektrische Messungen ergänzt. Es steht ein kommerzielles Auflicht-Differential-Interferenz-Phasen-Kontrast-Mikroskop nach Nomarski zur Verfügung. Die Oberflächenbeschaffenheit (z.B. Rauigkeit, Welligkeit, Risse) kann bis in den Bereich  $\leq 1\text{mm}$  beobachtet werden. In polierten Oberflächen- und Querschliffen werden durch Behandlung mit Strukturätzen (z.B. Sirtl-Ätze) Orientierung, Korngröße und Kornstruktur dargestellt. Speziell beim SSP-Material kann damit eine gute Darstellung der Keimauswahl und das Wachstum der Körner erreicht werden.

Korngrenzen können von Zwillingsgrenzen sehr leicht unterschieden werden; ihre elektrische Charakterisierung erfolgt dann mit EBIC-Aufnahmen. Zur Untersuchung der Versetzungsdichte werden die unterschiedlichsten Ätzlösungen auf die Poly-Si-Materialien angewandt. Die Secco-Ätze hat sich für Poly-Si als weitgehend orientierungsunabhängig herausgestellt, die Ätzeit variiert bei verschiedenen Bandmaterialien deutlich (30-120 sec). Die Defektdichte kann leicht dargestellt werden (EPD:  $10^4$ - $10^6/\text{cm}^2$ ), ihre elektrische Aktivität wird wieder durch EBIC-Aufnahmen erkannt. Die Bestimmung der Kornorientierung erfolgt über Laue- oder ECP-Aufnahmen.

Spezielle Ätzverfahren werden zum Sichtbarmachen von p/n-Übergängen, die durch Eindiffusion oder mit Epitaxieverfahren hergestellt werden, angewendet. Dabei erkennt man auch das sehr unterschiedliche Diffusionsverhalten von Dotierstoffen an Korngrenzen bei polykristallinen Materialien. An polierten und nachfolgend geätzten Oberflächen dieser Materialien sind eventuell vorkommende Partikeleinschlüsse (z.B. SiC) leicht zu erkennen.

Die Dokumentation und die Informationsweitergabe der optischen Untersuchungen gewährt eine im genannten Mikroskop integrierte automatische Photoeinrichtung und eine Videokamera mit angeschlossenem U-Matic-Recordersystem.

### 3.2 Massenspektrometrie

Mit einem Funken-Massenspektrometer werden Spurenanalysen von Halbleitermaterialien durchgeführt. Die Nachweisgrenzen liegen - ohne Anreicherungsverfahren - im Bereich 0,02-1 ppma.

### 3.3 Rasterelektronenmikroskopie

In Ergänzung zum lichtoptischen Mikroskop steht auch ein REM zur Verfügung. Damit können auch EBIC-Untersuchungen gemacht werden, die Aufschluß über die lokale elektrische Aktivität von Solarzellen geben. Mit der ECP-Einrichtung kann die Kornorientierung auch von kleinen Körnern (bis ca. 10 $\mu$ m) in polykristallinen Materialien bestimmt werden.

### 3.4 Elektrische Charakterisierung

Zur Charakterisierung der Solarzellen-Materialien stehen in der Abteilung Werkstoffforschung Meßplätze zur Bestimmung der Leitfähigkeit, der Hallbeweglichkeit und der Minoritätsladungsträgerlebensdauer (Genauigkeit im psec Bereich) sowie ein Röntgenbeugungsmeßplatz zur Verfügung. Aufdampfanlagen zur Herstellung elektrischer Kontakte (speziell bei GaAs), Anlagen zum Plasmaätzen und Plasmaabscheiden sowie zur Oxidation von Oberflächen sind ebenfalls vorhanden.

In der Abteilung Solarzellentechnologie stehen weitere Methoden zur Verfügung, nämlich SPV (Surface-Photo-Voltage) zur Diffusionslängenbestimmung der Minoritätsladungsträger, LBIC (Light-Beam-Induced-Current) zur ortsaufgelösten Messung des Kurzschlußstromes, DLTS (Deep-Level-Transient-Spectroscopy) zur Untersuchung geringster Fremdstoffkonzentrationen und von Defekten sowie ein Meßplatz zur Bestimmung der Solarzellenparameter bei definierter simulierter Sonnenbestrahlung und der spektralen Empfindlichkeit.

#### LITERATUR

- (1) J. Crystal Growth 82 (1987)  
Proceeding of the 1st International  
Symposium on Shaped Crystal Growth  
Budapest, Ungarn, 22.-25.7.1986
- (2) A. Eyer, R. Schindler, I. Reis, N. Schillinger, J.G. Grabmaier  
Proceedings of the 19th IEEE PV Spec. Conf. New Orleans  
(1987)
- (3) A. Goetzberger, I. Knobloch, B. Voss  
Techn. Digest of the Int. PVSEC-1, Kobe, Japan 1984
- (4) F. Lutz, A. Bett, T. Nguyen  
DGKK-Jahrestagung 1988 in Karlsruhe
- (5) F. Lutz, A. Friedrich, A. Räuber  
Z. f. Kristallographie 170 (1-4), 124 (1985)

## Tagungsberichte

### Herbst-Tagung der Materials Research Society (30.11.-3.12.87, Boston, MA, USA)

Die Herbst-Tagung der Materials Research Society fand vom 30.11. bis 3.12.1987 in Boston statt. Die zahlreichen Beiträge wurden auf ca. 20 Symposien verteilt und ebensovielen parallelen Sitzungen vorgetragen. Die Poster-Sitzungen fanden meist abends statt, so daß alle Tagungsteilnehmer sie besuchen konnten. Die Mehrzahl der Teilnehmer kam aus den USA, aber auch Europa und vor allem Japan waren vertreten.

Die meistbesuchte Sitzung war ohne Zweifel diejenige, die den Hochtemperatur Supraleitern gewidmet war. Täglich wurden zu diesem Thema neue Beiträge eingereicht, deren Kurzfassungen die begeisterten Zuhörer sammelten. Um zu ermöglichen, daß jeder trotz des überfüllten Hörsaals die "High T<sub>c</sub>" Ereignisse verfolgen konnte, wurden die Vorträge mit Hilfe von Video-Bildschirmen übertragen.

Unseren Interessen näher und auch mit reger Teilnahme waren andere Sitzungen wie die über **Epitaxy of semiconductor layered structures**, die ich fast ausschließlich besuchte. Das Hauptinteresse lag bei der Heteroepitaxie, einem Begriff, der schon fast zu einem Synonym für Epitaxie geworden ist.

Das am stärksten repräsentierte Epitaxie-Verfahren war die Molekularstrahlepitaxie (MBE). Die Züchtungen aus der Gasphase (MOCVD) und aus der Lösung (LPE) haben trotzdem wesentliche Beiträge geliefert. Das theoretische Verständnis der Wachstumsvorgänge hauptsächlich beim MBE Verfahren beschäftigt eine große Anzahl von Wissenschaftlern, wobei die mikroskopische Struktur von epitaktischen Übergängen experimentell studiert und theoretisch modelliert wird. Dementsprechend wurde das Symposium durch Dr. A. Madhukar eröffnet, der die Rolle der Wachstumsunterbrechung zur Verbesserung der durch MBE gezüchteten Heteroübergänge auf atomarer Skala erläuterte. Dabei machte er die Relevanz der atomaren Struktur für die Eigenschaften des Übergangs deutlich. Wie die Mikrostruktur von epitaktischen Übergängen experimentell untersucht wird, verdeutlichte Dr. N. Otsuka. Hierbei wurde auf die zur Zeit wichtigste Methode, die Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) eingegangen. Weiterhin bildeten die elektrischen und optischen Eigenschaften von Heteroübergängen einen speziellen Themenschwerpunkt. Dabei standen die theoretischen Rechnungen von Dr. C. G. van de Walle und Dr. J. Tersoff zu Band-Diskontinuitäten im Mittelpunkt.

Große Resonanz fanden die zwei Sitzungen, die sich mit Heteroepitaxie auf Silizium beschäftigten. Ein Übersichtsvortrag von Dr. H. Ishiwara befaßte sich mit der Kombination von Si, Ge, GaAs und Fluoriden in einzelne Heterostrukturen. Es wurden die Grundlagen, Entwicklungstendenzen und der gegenwärtige Stand der Technik diskutiert. Dr. E. Kasper berichtete über das in Ulm entwickelte Konzept zur Symmetrisierung der Spannung bei der Herstellung von verspannten SiGe/Si Vielschichtstrukturen. In demselben Themenkreis stellte ich unsere eigenen Arbeiten in Stuttgart im System SiGe/Si mit Hilfe der Flüssigphasenepitaxie vor. Zu diesem Thema gab es viele interessante Vorträge, aber auch Posters. Ich möchte insbesondere auf die für die Anwendung der auf Si gezüchteten SiGe Epitaxieschichten notwendige Untersuchungen von Oxidationsvorgängen an diesen Mischkristallen hinweisen. Die bisherigen Untersuchungen zeigen, daß fast ausschließlich Silizium oxidiert wird, und daß deshalb die darunterliegende SiGe-Schicht an Si verarmt.

Drei weitere Schwerpunkte bildeten jeweils die Züchtung von III-V und "wide-gap" II-IV Halbleitern sowie von CdHgTe. Dabei wurden hauptsächlich die Anwendungsmöglichkeiten dieser Materialien diskutiert. Die Verbesserung der Qualität der Schichten durch optimierte Züchtungsverfahren sowie die Nachbehandlung der gezüchteten Proben standen in Vordergrund.

Ich möchte auch die Verleihung des 1987 von Hippel Award an Sir Charles Frank für seine wesentlichen Beiträge in der modernen Materialwissenschaft erwähnen, die im Rahmen der Tagung stattfand.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß auf dieser Tagung aus dem höchst aktuellen Gebiet der Halbleiterepitaxie eine Vielzahl von interessanten Arbeiten vorgestellt wurde. Die Teilnehmer konnten außerdem von einem umfangreichen Erfahrungsaustausch profitieren. Die Verhandlungen zu diesem Symposium werden als Band 102 der MRS Symposium Proceedings Serie veröffentlicht.

Maria Isabel Alonso

### BMFT-DFVLR Statusseminar Forschung unter Schwerelosigkeit

Nach mehrjähriger Pause fand vom 24.2. bis 26.2.1988 wieder ein Statusseminar "Forschung unter Schwerelosigkeit" statt. Ausgerichtet wurde die Veranstaltung von der Deutschen Gesellschaft für Luft und Raumfahrt (DGLR) im Auftrag des Bundesministers für Forschung und Technologie in Friedrichshafen. Ziel der Veranstaltung war eine Bestandsaufnahme des Programms "Forschung unter Schwerelosigkeit", wobei der Schwerpunkt auf der

The ultimate system for the preparation of solid state materials

the unique . . . . .

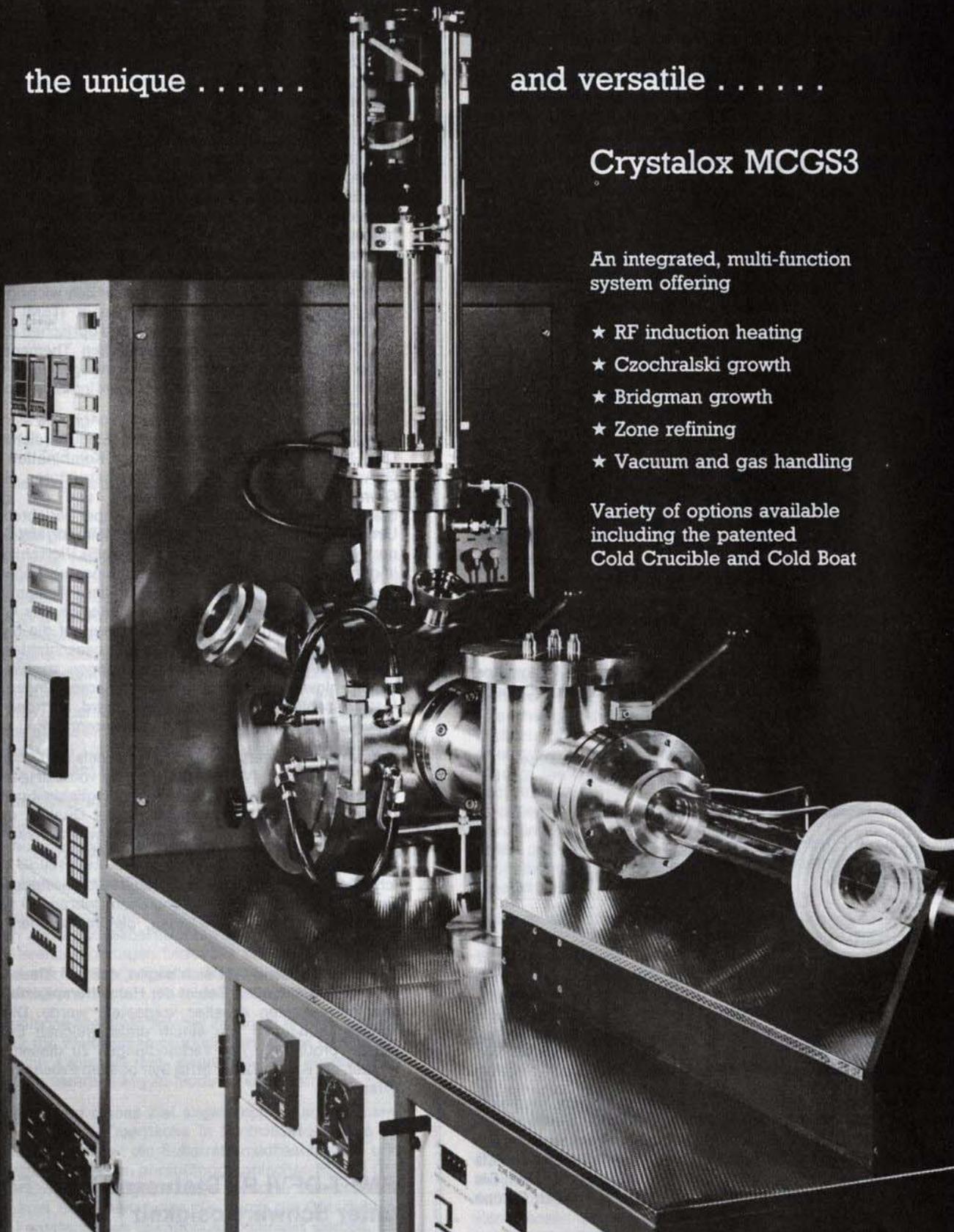
and versatile . . . . .

### Crystalox MCGS3

An integrated, multi-function system offering

- ★ RF induction heating
- ★ Czochralski growth
- ★ Bridgman growth
- ★ Zone refining
- ★ Vacuum and gas handling

Variety of options available including the patented Cold Crucible and Cold Boat



Crystalox Ltd  
 1 Limborough Road, Wantage  
 Oxon, OX12 9AJ, UK  
 Tel: 02357-68787  
 Telex: 838851 Crystl G  
 Fax: 02357-69884

Crystalox Inc  
 100 Brush Creek Road, Suite 101  
 Santa Rosa, CA 95404-2709, USA  
 Tel: 707 539-2508  
 Telex: 988443 Crystaloxus UD  
 Fax: 707 539-4808

Darstellung aktueller Forschungsaktivitäten in den beiden wissenschaftlichen Teilprogrammen "Materialwissenschaften und Verfahrenstechnik" und "Biowissenschaften" lag. Mit Ausnahme der Übersichtsvorträge fanden die Referate der Teilprogramme in parallelen Sitzungen statt, so daß der interdisziplinäre Austausch doch etwas zu kurz kam.

Ausführlich wurden die für die 90er Jahre geplanten Flug- und Experimentiermöglichkeiten vorgestellt. Für die Kristallzüchtung interessant sind hier die unbemannte EURECA-Mission und die Spacelap-Mission D2, die sich bereits im Vorbereitungsstadium befinden. In der fernen Zukunft liegen jedoch die Beteiligungen an der amerikanischen Raumstation Columbus oder des europäischen Raumgleiters Hermes.

Die Themen der Referate "Materialwissenschaften und Verfahrenstechnik" reichten von der Erstarrung von Metallen und Legierungen über thermodynamische Untersuchungen an den verschiedensten Modellsystemen bis zur Kristallzüchtung von binären-, ternären- und Element-Halbleitern, immer unter dem Aspekt der Grenzflächen- und Transportphänomene.

Mangels Flugmöglichkeiten konnten hierbei weitgehend keine neuen Mikrogravitationsergebnisse vorgestellt werden. So liegt der Schwerpunkt der einzelnen Arbeitsgruppen derzeit neben der intensiven Vorbereitung neuer  $\mu\text{g}$ -Experimente auf der Verbesserung der Experimentiergeräte und der Entwicklung von umfangreichen theoretischen Modellen.

Eine Veröffentlichung der Beiträge ist vorgesehen.

A. Danilewsky

## DGKK Fachkolloquium II-VI Halbleiter 1988

Die II-VI Halbleiter besitzen eine ganze Reihe von interessanten Eigenschaften. Als direkte Halbleiter überspannen sie, wenn man ternäre Verbindungen einschließt, einen Gap-bereich von 0 bis 4 eV lückenlos. Im Vergleich mit den III-V Verbindungen haben sie jedoch trotz aller Anstrengungen bisher nicht die technische Anwendung gefunden, die sie aufgrund ihrer potentiellen Möglichkeiten einnehmen könnten. Das liegt sicher zum Teil daran, daß die elektrisch amphoteren III-V Verbindungen und mit ihnen vor allem das GaAs als Material für schnelle mikroelektronische Bauelemente frühzeitiger wirtschaftliche Erfolge versprochen als die besonders in der reproduzierbaren Herstellung von hochqualitativen Kristallen schwierigen II-VI Verbindungen. In der Zwischenzeit sind hier für diese Substanzengruppe erhebliche Fortschritte erzielt worden. Sie finden in zunehmenden Maße und nicht nur im Labormaßstab Verwendung als Sensoren und Detektoren für sichtbares und IR-Licht sowie für Gammastrahlung.

Während in Deutschland eine ganze Reihe von Arbeitsgruppen auf dem Gebiet der III-V Verbindungen arbeiten, sind es im Bereich der II-VI Verbindungen nur etwa 10 bis 15. In den europäischen Nachbarländern Frankreich, Großbritannien und Polen bestehen größere Aktivitäten mit Gruppen, die erhebliche Erfahrungen von der materialwissenschaftlichen Seite besitzen. Auch in USA und Japan sind Anstrengungen im Bereich der Herstellung und Charakterisierung von II-VI Verbindungen in den letzten Jahren in größerem Rahmen unternommen worden als in der Bundesrepublik.

Die bessere Verfügbarkeit von ternären Verbindungen mit kontrollierter Zusammensetzung läßt den Einsatz der Materialien als Strahlungsdetektoren, Photo-Lawinendiode und Lasern mit durch äußeren Feldern abstimmbaren Frequenzen in naher Zukunft erwarten. In einigen Bereichen wird schon erfolgreich mit Detektoren gearbeitet. Optische Bistabilität und die Untersuchung von magnetischen und semimagnetischen Halbleitern sind Ziel von neueren Arbeiten mit vielversprechenden Ergebnissen, ebenso wie Arbeiten an Grenz- und Oberflächen, über Transportphänomene, Magnetooptik und Photolumineszenz.

Dieses verstärkte Interesse und die bisher erreichten Fortschritte waren der Grund für das DGKK Fachkolloquium über II-VI Halbleiter 1988 in Karlsruhe. Hier sollte in einem intensiven Erfahrungsaustausch vor allem der bundesrepublikanischen Arbeitsgruppen untereinander und mit Fachkollegen aus dem benach-

barten und überseeischen Ausland eine Standortbestimmung der Aktivitäten auf dem Gebiet der II-VI Verbindungen erfolgen. Das hatte zur Folge, daß eine ganze Reihe von Arbeiten aus physikalischen Gruppen kamen, die zunächst nicht eng mit der DGKK verbunden sind. Aber hier sind sicher die Verbindungen für eine zukünftige Kooperation geknüpft worden. Der Kontakt mit den ausländischen Fachkollegen wurde durch eine finanzielle Beteiligung der DFG und des Landes Baden-Württemberg möglich neben der Unterstützung durch verschiedene Firmen. Ihnen allen sei an dieser Stelle für das Engagement gedankt, das sie dieser Veranstaltung entgegengebracht haben.

Aufgrund der positiven Resonanz im Vorfeld der Planung mußte das Fachkolloquium auf zweieinhalb Tage ausgedehnt werden von Montag, dem 21.3., bis Mittwochvormittag, 23.3.1988. Es wurden 33 Vorträge gehalten, wovon 16 Vorträge auf Einladungen zustande kamen. Davon waren je ein Vortrag aus Japan, USA, Polen und der DDR, je zwei Vorträge aus Frankreich, Großbritannien und Österreich, sowie sechs Vorträgen aus der Bundesrepublik. Die Teilnehmerzahl betrug 109 mit Teilnehmern vorwiegend aus dem deutschen Raum.

Das Vortragsprogramm hat bewußt auf eine strenge thematische Gliederung verzichtet. Zur Zeit ist es im Rahmen der II-VI Verbindungen sicher noch zu früh, um zwischen Schmalband- und Breitbandhalbleitern oder zwischen Herstellung und physikalischen Effekten wesentlich zu unterscheiden. Zum anderen ist ein gerade enger Kontakt zwischen Herstellern und denjenigen, die die Eigenschaften untersuchen, von besonderer Bedeutung. Der Verlauf des Fachkolloquiums hat mit entsprechend intensiven Diskussionen gerade diesen Ansatz bestätigt. Der Bericht wird jedoch die Ergebnisse der vorgetragenen Arbeiten in thematischen Blöcken vorstellen.

Im Bereich der reinen physikalischen Untersuchungen ist ein Schwerpunkt bei den optischen nichtlinearen und bistabilen Eigenschaften der Breitbandhalbleiter festzustellen neben einer ganzen Reihe von verschiedenen Untersuchungen mit neuen und verbesserten Methoden zur physikalischen Charakterisierung des Elektronen- und Phononensystems von Schmal- und Breitbandhalbleitern und der semimagnetischen Vertreter dieser Gruppe.

Die Untersuchungen der optischen Nichtlinearitäten nahe der Absorptionskante z.T. im Femtosekundenbereich zeigen, daß optische, logische Bauelemente im sichtbaren Spektrum bei Zimmertemperatur und mit Schaltzyklen von Picosekunden aus CdS und ZnSe möglich sind. Photothermische, optische Bistabilität von CdS kann für elektrooptische, aktive Elemente verwendet werden, die jetzt schon mit den in normalen logischen Schaltungen vorkommenden Spannungen betrieben werden könnten. Das optische nichtlineare und bistabile Verhalten hängt eng mit Excitonen und Excitonenkomplexen zusammen, wobei der Einblick in die starke Rolle der Verunreinigungen immer konkreter wird. In dieselbe Richtung zielen spektroskopische Arbeiten an eingebauten Übergangsmetallen wie auch Untersuchungen, die die elektronische Struktur im Gapbereich und dem Leitungsband aufklären. Das gilt vor allem für die semimagnetischen Halbleiter, die durch den Einbau von magnetischen Ionen zusätzlich interessante Effekte zeigen. Die Grundlagenforschung hat eindeutig eine Hinwendung zu anwendbaren Effekten und einer Korrelation der elektronischen Struktur mit Verunreinigungen, Dotierungen und Kristalldefekten erfahren.

Die Vorträge über die Herstellung lassen sich leicht in zwei Gruppen unterteilen: Kompaktkristalle von  $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$  und CdTe (nur zwei Arbeiten handelten von anderen Verbindungen) und kristalline Schichten hergestellt mit neuen, teilweise aufwendigen Verfahren.

Für die Herstellung homogener (HgCd)Te-Kristalle für IR-Sensoren kommen sowohl Festkörperrekristallisation als auch LPE und THM mit vorhomogenisierten Ausgangssubstanzen zur Anwendung. Die Züchtung von CdTe-Kristallen und die erreichten Eigenschaften sind noch immer ein wesentliches Kriterium über die Güte und Reinheit der Ausgangselemente. Hier hat sich gezeigt, daß noch ein enormes Maß an Arbeit vor allem für die Analytik zu erledigen ist, bevor der erreichte Stand als befriedigend angesehen werden kann.

# GALAXIE®

## Hi-tech single crystal growth machines

A range of modular single crystal growth equipments for production of high quality crystals in the most advanced fields of technology.

### MODULAR EQUIPMENT

A complete catalogue of standardized sub-assemblies which allow systems best adapted for the severest criteria of the crystal growth process (CZOCHEWALSKI method) to be composed.

These sub-assemblies permit:

- Construction of the basic unit common to all the different machines which can be built.
- A choice of the type of heating and atmosphere control module to suit the particular growth conditions of each kind of crystal.

All exist in different dimensions, enabling crystal diameters from 1 to 4" to be obtained, according to the type of crystals produced.

### ADAPTABLE FURNACES

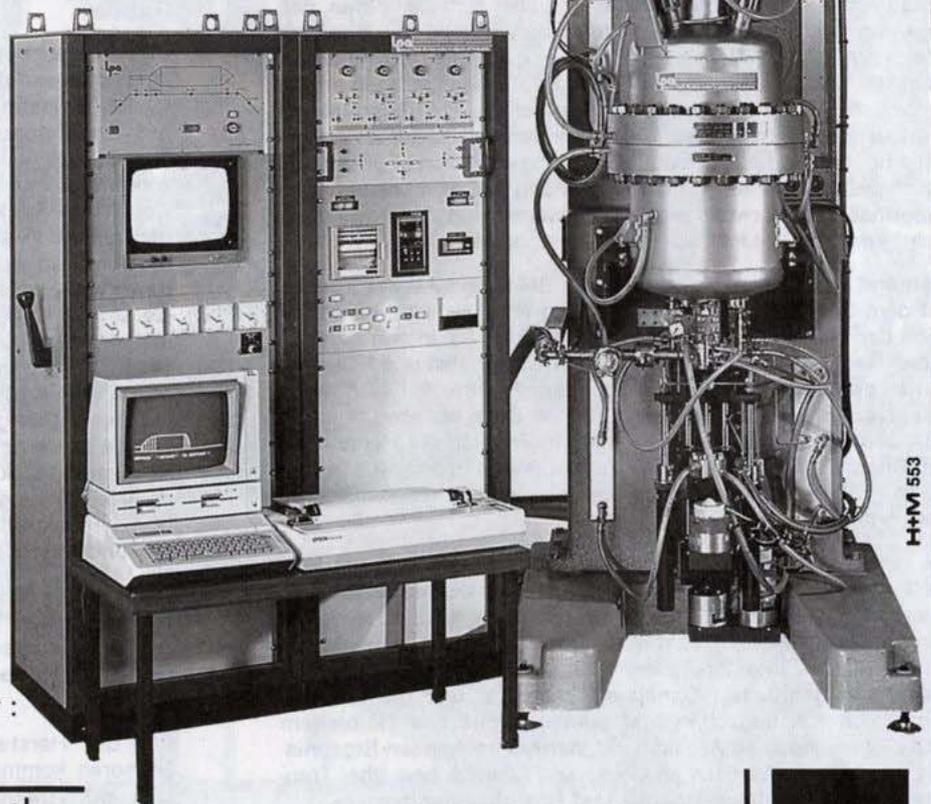
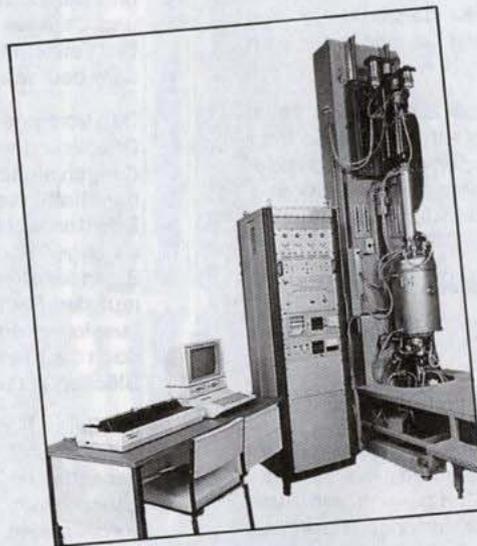
Two ranges are available:

- **High pressure furnaces**, heated by graphite resistance.
  - Operating pressure: 5, 50 and 100 bar.
  - GALAXIE MARK II: Crucibles from 1 to 4" in diameter.
  - GALAXIE MARK III: Crucibles from 4 to 6" in diameter.
  - GALAXIE MARK IV: Furnaces with 3 heating zones crucibles from 6 to 7.25" in diameter.
- OPTION: Addition of a vertical magnetic field on the melt by superconductive magnet.
- **Low pressure furnaces**, induction heated.
  - Operating pressure: Vacuum or atmospheric pressure.
  - GALAXIE MARK I, GGG: 2000°C for garnet or refractory oxide growth. Crucibles up to 8" in diameter.
  - GALAXIE MARK I LNB: 1300°C for growth of lithium niobate with pre-heating of the crystal. Crucibles up to 4" in diameter.
- **Automatic operation**
  - Automatic computerized control of crystal growth by the weight measurement method.
  - Closed circuit television monitoring.

Our Exclusive Agent in Germany :

**linn**  
elektronik

Heinrich-Hertz-Platz 1. Eschenfelden. D-8459 Hirschbach 1  
Telefon (096 65) 17 21-23. Telex 63902. Telefax (096 65) 17 20



H+M 553



Insgesamt gehen derzeit die wichtigsten Impulse für den Fortschritt im Bereich der II-VI Verbindungen von den Herstellungsverfahren für Schichten und Schichtstrukturen aus, die im Gegensatz zur Kompaktkristallzüchtung mit erheblich niedrigeren Temperaturen arbeiten. Dies ist bei den II-VI Verbindungen enorm wichtig, da sie im Vergleich zu den stärker kovalent gebundenen III-V- oder den Elementhalbleitern eine wesentlich kleinere Schwellenergie für die Bildung von Kristallbaufehlern und die Diffusion besitzen und in Verbindung mit den hohen Bandenergien sehr leicht zur Selbstkompensation neigen. Außer durch die Verwendung von reineren Ausgangssubstanzen zeichnen sich die Vorteile dieser neuen Verfahren durch Möglichkeit der Herstellung von Schichten und Schichtstrukturen aus, die durch eingebrachte Spannungen oder Überstrukturen die Gitter stabilisieren und eine ganze Reihe neuer physikalischer Effekte der Anwendung erschließen. Das Schlagwort für diese fast zweidimensionale Physik ist Quantum Wells und Superlattices.

Es kommen drei Verfahren zum Einsatz mit einigen prinzipiellen Unterschieden in den Herstellungsbedingungen. Das eine Verfahren ist die Hot Wall Epitaxie HWE, bei der das Ausgangsmaterial verdampft und durch ein heißes Rohr zum Abscheiden auf dem Substrat geleitet wird. Die Methode arbeitet nahe am thermodynamischen Gleichgewicht und erlaubt die Herstellung von Hetero- und Homojunctions mit recht ansprechenden Eigenschaften. Wird die Bildung der Schichten und periodischen Schichtstrukturen durch An- und Abschaltprozesse entsprechend gesteuert, dann kann der entstandene Spannungszustand innerhalb der Schichten offensichtlich einige der Nachteile des ansonsten recht "weichen" Gitters der Breitbandhalbleiter vermeiden, und so werden Erfolge bei der Herstellung von blau photolumineszierenden Schichtstrukturen berichtet.

Das zweite Verfahren ist die metallorganische Gasphasenabscheidung MOVPE. Durch die niedrigen Zersetzungstemperaturen der metallorganischen Ausgangssubstanzen liegen die Herstellungstemperaturen niedriger als bei der HWE. In der neueren Zeit ist eine Vielzahl von Arbeiten auf diesem Gebiet entstanden, die sich mit dem Einfluß der unterschiedlichen organischen Ausgangssubstanzen beschäftigen. Die Verwendung von Substanzen mit niedriger Zersetzungstemperatur wird durch den teilweisen Zerfall vor der Wachstumsfront begrenzt. Ein neuer Ansatz ist die Verwendung von photolytischer Zersetzung, was eventuell das Schichtwachstum von zweidimensionalen Strukturen ermöglichen könnte. Die erfolgreiche Anwendung dieser Methode auf die Herstellung von (HgZn)Te- und ZnTe- Schichten zeigte deutlich die Vorteile dieses Verfahrens für die II-VI Verbindungen.

Das dritte Verfahren verwendet die Molekularstrahlenepitaxie MBE. Es arbeitet mit den niedrigsten Herstellungstemperaturen, die nur durch die Ausbildung des nahezu zweidimensionalen Gitters begrenzt werden. Die langsamen Wachstumsgeschwindigkeiten mit der schnellen Möglichkeit der Steuerung der Molekularstrahlen ermöglicht Schichtstrukturen mit sehr scharfen Übergängen zwischen den einzelnen Schichten. Die Quantum Well Strukturen und erzeugten Superlattices der II-VI und III-V Halbleiter bieten mit dieser Methode die Möglichkeit ganz spezielle Materialien mit bestimmten elektronischen und optischen Eigenschaften gezielt herzustellen. Es ist für den Kristallzüchter beeindruckend, wenn bei dieser Methode über den Wachstumsvorgang mit RHEED das Wachstum der einzelnen Atomlagen sichtbar gemacht werden kann. Die Herstellung von p-n-Junctions und MESFET's sind eindrucksvolle Beweise der Leistungsfähigkeit der Methode.

Diese Schichtstrukturen sind derzeit ein faszinierendes Feld für den Materialwissenschaftler. Sie sind aufgrund ihrer möglichen geringeren Komplexität sicher geeignet, Erkenntnisse zu gewinnen, die sich auf die Herstellung von Kompaktkristallen übertragen lassen, denn eine echte Anwendung wird nicht alleine auf Schichten und Schichtstrukturen beschränkt bleiben, mindestens für solche Anwendungen, bei denen ein gewisses Detektionsvolumen verlangt wird. Trotz aller bisherigen Erfolge bleibt festzuhalten, daß die Reinheit der Ausgangssubstanzen, vor allem der Elemente zum Teil noch nicht voll befriedigen kann. Hier bleibt noch ein ganzes Stück vor allem an analytischer Arbeit zu tun.

Wenn man die Verhältnisse, wie sie bei den III-V Verbindungen vorliegen, auf die II-VI-Verbindungen überträgt, dann sieht man, daß den II-VI Verbindungen noch eine Reihe von infrastrukturellen Gegebenheiten fehlt. Bei den III-V Verbindungen ist ein Grund für ihre Erfolge die ausgewogene Teamarbeit zwischen Grundlagenforschung, Herstellern und Anwendungstechnikern. In der Bundesrepublik sind bei den II-VI Verbindungen in der Vergangenheit viele Anstrengungen im Grundlagengebiet und der Herstellung nahezu unabhängig voneinander abgelaufen. Erst im Bereich der Infrarotdetektoren ist auch hier eine solche Zusammenarbeit entstanden. Die Zukunft für diese Substanzengruppe liegt in der Zusammenlegung der Anstrengungen und dem Heranführen von kommerziellen Interessenten, was aufgrund der sich neu abzeichnenden und erreichten optischen und optoelektronischen Eigenschaften sicher möglich und sinnvoll sein sollte. In diesem Sinne hat das DGKK Fachkolloquium über II-VI Halbleiter sicher die gestellten Erwartungen erfüllt.

G. Müller-Vogt

## Schmunzelecke

### Bekannte Zitate - leicht verfälscht

*Sturm auf die Destille!*

*Nach mir die Stinkwut!*

*Über Gewicht spricht man nicht, Übergewicht hat man!*

*I am the sunshine of my life!*

*Nach der Übung macht's der Meister!*

*Die Pflicht ruft - wir rufen zurück!*

*Ausnahmen beschädigen die Regel!*

*Machen wir's den Schwalben nach, hau'n wir uns ins Nest!*

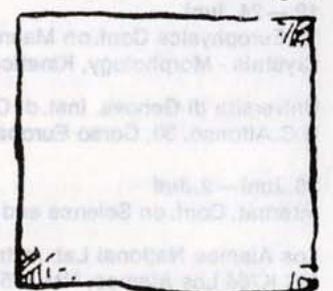
*Er hat das absolute Gehör; er hört absolut nichts!*

BEI MEINER WISSENSCHAFTLICHEN TÄTIGKEIT  
PRAKTIZIERE ICH RECYCLING:  
IDEEN VON GESTERN WIEDER IN  
UMLAUF BRINGEN!



**Bock**

**Null Bock**



## Tagungskalender 1988

**6.—9. Mai** Budapest / Ungarn  
8. General Conference of the Condensed Matter Division of the EPS

N. Kroo, Central Research Institute for Physics, P.O. Box 49, H-1525 Budapest, Ungarn

**9.—10. Mai** Corfu / Griechenland  
World Conf. on Thermal Analysis

Alena Enterprises of Canada, attn.: Dr. V.N. Bhatnagar, P.O. Box 1779, Cornwall, Ontario K6H 5V7, Canada

**30. Mai—7. Juni** Erice / Italien  
Crystallography of Molecular Biology

Prof. L. Riva de Sanseverino, International School of Crystallography, Piazza Porta San Donata 1, I-40127 Bologna

**31. Mai—2. Juni** Strasbourg / F  
1. Conf. of the European Materials Research Society (E-MRS)

Centre de Recherches Nucleaires, Lab. Phase, attn.: P. Siffert, F-67037 Strasbourg Cedex, France

**1.—3. Juni** Malmö / Schweden  
5. Conf. on Semi-Insulating III-V Materials

University of Lund, Dept. of Solid State Physics, attn.: P. Omling, P.O. Box 118, S-22100 Lund, Schweden

**12.—15. Juni** Tokyo / Japan  
International Conference on Electronic Materials

Northwestern University, Department of Materials Sciences and Engineering, Dr. R.P.H. Chang, Evanston, IL 60201, U.S.A.

**13.—16. Juni** Leuven / Belgien  
Summer School on Advanced Semiconductor Physics for Micro-devices

M. van Rossum, IMEC, Kapeldreef 75, B-3030 Leuven, Belgium

**18.—22. Juni** Tokyo / Japan  
17. Conference on Quantum Electronics

Optoelectronic Industry and Technical Development Assoc., attn.: Prof. Koichi Shimoda, 20th Mori Bldg., 7-4 Nishi Shinbashi, Tokyo 100, Japan

**19—22. Juni** St. Andrews / U.K.  
Second European Workshop on MOVPE (EW-MOVPE-II)

Prof. J.B. Mullin (EW-MOVPE-II), RSRE, St. Andrews Road, Malvern, Worcs. WR14 3PS, England, U.K.

**19—24. Juni** Princeton (NJ) / U.S.A.  
11. Internat. Symp. on the Reactivity of Solids (ISRS-11)

US Organizing Committee, 11. ISRS, attn.: Dr. M.S. Whittingham, Old Quarry Rd., Ridgefield, CT 06877, U.S.A.

**19.—24. Juni** Gargnano / Italien  
19. Europhysics Conf. on Macromolecular Physics: Polymer Crystals - Morphology, Kinetics and Applications

Universita di Genova, Inst. di Chimica Industriale, attn.: G.C. Alfonso, 30, Corso Europa, I-15132 Genova, Italy

**26. Juni—2. Juli** Santa Fe (NM) / U.S.A.  
Internat. Conf. on Science and Technology of Synthetic Metals

Los Alamos National Lab., attn.: M. Aldissi, P.O. Box 1663, MS K764 Los Alamos, NM 87545, U.S.A.

**3.—15. Juli** Erice / Italien  
International School of Materials Sciences and Technology  
16. Course: Silicon Materials Science and Technology

Schweizerisches Institut für Nuklearforschung (SIN) z.Hd. Herrn G. Harbecke, c/o Labs. RCA, Badenerstr. 569, CH-4048 Zürich, Schweiz

**4.—8. Juli** Oxford / U.K.  
9. Internat. Conference on Solid Compounds of Transition Metals

The Royal Society of Chemistry, Burlington House, London W1V 0BN, U.K.

**11.—15. Juli** Vancouver / Canada  
Joint INTERMAG/Magnetism and Magnetic Materials Conference

Institute of Electrical and Electronic Engineers Inc. (IEEE), Conference Coordination, 345 E 47th St., New York, NY 10017

**12.—15. Juli** Grenoble / F  
Internat. Conf. on Neutron Scattering

CEA Centre d'Etudes Nucleaires de Grenoble, DRF, attn.: J. Rossat-Mignot, 85X, F-38041 Grenoble, France

**25.—29. Juli** Cambridge (MA) / U.S.A.  
MIT Summer Session: Engineering of Semiconductor Materials GaAs and Si

Office of the Summer Session, 50 Ames, Room E19-356, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA 02139

**25.—29. Juli** New Hampshire / U.S.A.  
Gordon Conference on Crystal Growth

Gordon Research Center, University of Rhode Island, Kingston, RI 02881 - 0801, U.S.A.

**25.—30. Juli** Paris / F  
International Conference on Magnetism

Université Paris Sud, Physique des Solides, ICM 88, F-91405 Orsay, France

**8.—12. August** Triest / Italien  
4. Internat. Conf. on Superlattices, Microstructures and Micro-devices and 5. Trieste Semiconductor Symposium

Universität Erlangen-Nürnberg, Institut für Technische Physik, z.Hd. Herrn Prof. G.H. Döhler, Erwin-Rommel-Str. 1, 8520 Erlangen

**10.—12. August** Linköping / Schweden  
3. International Conference on Shallow Impurities in Semiconductors

Linköping University, Department of Physics and Measurement Technology, attn.: Prof. B. Monemar, S-58183 Linköping

**15.—19. August** Freiburg / D  
12th International Liquid Crystal Conference

Prof. Dr. H. Stegemeyer, Univ. Paderborn, Inst. für Physikal. Chemie, Warburgerstr. 100, D-4790 Paderborn

**15.—19. August** Warschau / Polen  
19. Internat. Conf. on the Physics of Semiconductors

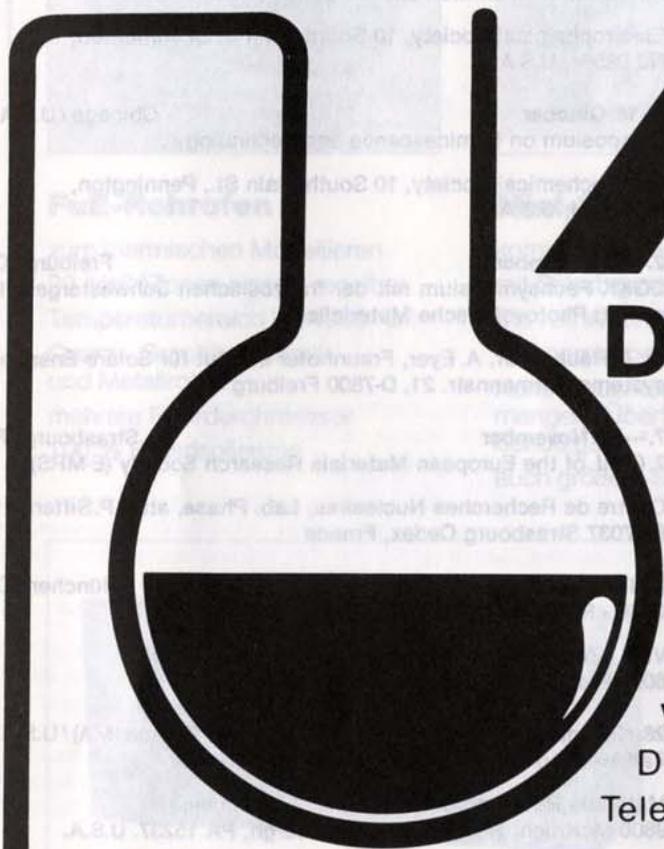
Polish Academy of Sciences, Institute of Physics, attn.: Dr. J. Kossut, 32/46, ul. Lotnikow, PL-02-66 Warszawa, Poland

**21.—26. August** Jerusalem / Israel  
9. Internat. Conference on Thermal Analysis (ICTA-9)

Royal Society of Chemistry (RSC), Thermal Methods Group, Burlington House, London W1V 0BN, U.K.

**22.—26. August** Budapest / Ungarn  
15. Internat. Conf. on Defects in Semiconductors MFKI,

attn.: G. Ferenczi, P.O. Box 76, H-1325 Budapest, Ujpest 1, Ungarn



# Alfa

## Die ganze Vielfalt der Chemie

**VENTRON Alfa-Produkte • Postfach 65 40**  
**D-7500 Karlsruhe 1 • Telefon 0721/ 85 30 61**  
**Telex 7 826 579 vent d • Telefax 0721/ 84 96 74**

**22.—25. August** Troy (NY) / U.S.A.  
Conference on Nonlinear Properties of Materials

Optical Society of America, 1816 Jefferson Place, NW,  
Washington, DC 20036, U.S.A.

**22.—25. August** Berlin / DDR  
Conf. on Nonlinearities and Bistability in Semiconductors

Humboldt-Universität Berlin, Sektion Physik, z.Hd. F. Henneberger  
Invalidenstr. 110, DDR-1040 Berlin

**24.—26. August** Tokyo / Japan  
20. Internat. Conf. on Solid State Devices and Materials (SSDM-20)

Business Center for Academic Societies Japan, Yamazaki Bldg.  
4F, 40-14, Hongo 2-chome, Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan

**28. August — 1. September** Sapporo / Japan  
5. International Conference on Molecular Beam Epitaxy MBE-V

**2. September** Sapporo / Japan  
1. Workshop on CBE, MOMBE or Gas Source MBE

Prof. M. Konagai, Dept. of Electrical and Electronic Engineering,  
Tokyo Institute of Technology, 2-12-1, O-okayama, Meguro-ku,  
Tokyo 152, Japan

**28. August — 1. September** Zürich / CH  
1. European Conference on Applications of Polar Dielectrics

Prof. Dr. H. Arend, Laboratory of Solid State Physics,  
ETH-Zürich, CH-8093 Zürich, Schweiz

**29. August — 2. September** Wien / Österreich  
11. European Crystallographic Meeting

Prof. Dr. A. Preisinger, Institut für Mineralogie und Kristallographie,  
Getreidemarkt 9, A-1060 Wien, Österreich

**29. August — 2. September** Parma / Italien  
Internat. Conference on Defects in Insulating Crystals

Universita di Parma, Dipartimento di Fisica, attn.: Prof. R. Capelletti,  
85, Via M. D'Azeglio, I-43100 Parma, Italy

**29. August — 2. September** Malente / D  
Internat. Symp. on Polycrystalline Semiconductor:  
Physical Properties of Grain Boundaries and Interfaces

Technische Universität Hamburg - Harburg, z.Hd. H.J. Möller,  
Eissendorfer Straße 42, 2100 Hamburg 42

**12.—15. September** Freiburg / D  
4. European Symposium on Inorganic Chemistry

Prof. Dr. H. Vahrenkamp, ESIC IV, Chemisches Laboratorium,  
Albertstr. 21, 7800 Freiburg

**12.—16. September** München / D  
International Conference on Teaching Solid State Physics

Universität München, Sektion Physik, z.Hd. Herrn Prof. K. Luchner,  
Schellingstr. 4, D-8000 München 40

**20.—23. September** Glasgow / U.K.  
BACG Annual Conference

Dr. M.J.S. Guynane, Johnson Matthey, Orchard Road, Royston,  
Herts. SG8 5HE, U.K.

**21.—23. September** Manchester / U.K.  
14. European Solid State Circuits Conf. (ESSCIRC-14)

UMIST, Dept. of Electrical Engineering and Electronics  
attn.: Dr. P.J. Hicks, P.O. Box 88, Manchester M60 1QD, U.K.

**22.—23. September** Hamburg / D  
Sitzung des Arbeitskreises Röntgentopographie (RöTo-88)

Prof. H. Klapper, Inst. f. Kristallographie der RWTH Aachen,  
5100 Aachen, Jägerstr. 17-19

**26.—30. September** Chicago (Ill) / U.S.A.  
Materials Processing in Space - 1988 World Materials Congress

Dr. V. Laxmanan, NASA Lewis Research Center, Mail Stop 105-1,  
Cleveland, Ohio 44135, U.S.A.

**28.—30. September** Erlangen / D  
Vortragstagung der GDCh-Fachgruppe Festkörperchemie:  
Ungewöhnliche Valenzzustände in Festkörpern

GDCh Geschäftsstelle, Abt. Tagungen, Postfach 900440,  
6000 Frankfurt/Main 90

**9.—14. Oktober** Chicago / U.S.A.  
ECS Fall Meeting on Heteroepitaxial Approaches in Semiconductors:  
Lattice Mismatch and its Consequences

Electrochemical Society, 10 South Main St., Pennington,  
NJ 08534, U.S.A.

**9.-14. Oktober** Chicago / U.S.A.  
Symposium on Luminescence and Technology

Electrochemical Society, 10 South Main St., Pennington,  
NJ 08534, U.S.A.

**2.—4. November** Freiburg / D  
DGKK Fachsymposium mit der französischen Schwestergesellschaft:  
Photovoltaische Materialien

Dr. A. Räuber, Dr. A. Eyer, Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme,  
Oltmannstr. 21, D-7800 Freiburg

**7.—10. November** Strasbourg / F  
2. Conf. of the European Materials Research Society (E-MRS)

Centre de Recherches Nucleaires, Lab. Phase, attn: P. Siffert,  
F-67037 Strasbourg Cedex, France

**7. November** München / D  
GME - Fachtagung über GaAs-Technik

VDE - Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 15,  
6000 Frankfurt a.M.

**28. November — 2. Dezember** Boston (MA) / U.S.A.  
Fall Meeting of the Materials Research Society

Materials Research Society, attn.: J.B. Ballance  
9800 McKnight Rd., Ste. 327, Pittsburgh, PA 15237, U.S.A.

## 1989

**6.—9. März** Nice / F  
9. General Conf. of the Condensed Matter Div. of the European Physical Society

Université de Nice, Lab. de la Matière Condensée, attn.:  
J. Laheurte, F-06034, Nice Cedex, France

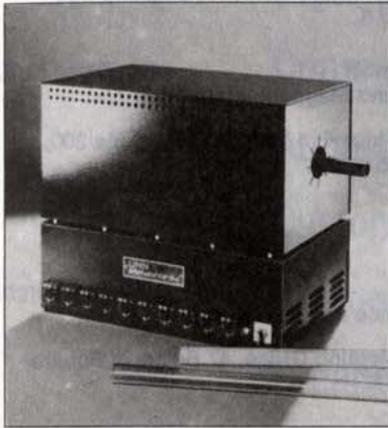
**27.—31. März** Washington (DC) / U.S.A.  
International Magnetism Conference (INTERMAG)

Hewlett Packard, attn.: R.W. Patterson, 1501 Page Mill Rd.,  
Palo Alto, CA 94303, U.S.A.

**3.—7. April** Parma / I  
DGKK-Fachsymposium mit der italienischen Schwestergesellschaft:  
Magnetische Werkstoffe und Halbleiter

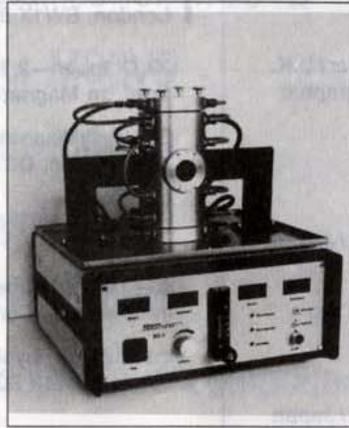
Dr. R. Diehl, Fraunhofer Institut für Angewandte Festkörperphysik,  
Eckerstr. 4, D-7800 Freiburg

# LINN - ELEKTRONIK DAS UMFASSENDE PROGRAMM



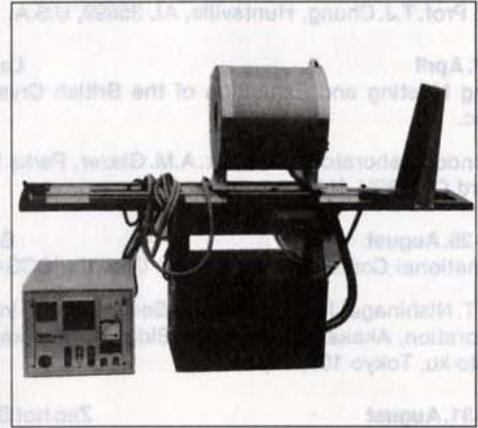
## FuE-Rohröfen

zum thermischen Modellieren  
20 (Halb)Zonen einzeln regelbar  
Temperaturbereich bis 1300° C  
Quarz-, Graphit, Keramik-  
und Metallrohre  
mehrere Rohrdurchmesser  
100 % Faserisolierung



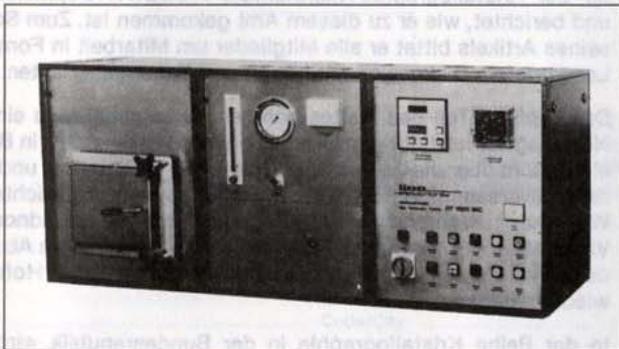
## Mini-Spiegelöfen

kompakteste Abmessungen  
mit Schutzgasbetrieb  
2 x 150 Watt Strahler  
Temperaturbereich bis 2000° C  
Kontrolleuchten für Wasser-  
mangel, Übertemperatur und  
Schutzgas  
auch größere Sonderanlagen



## Rohröfen

um 90° klappbar, ermöglicht horizontalen  
und vertikalen Betrieb  
verfahrbar von 2 bis 200 mm/h  
1 oder 3 beheizte Zonen  
Temperaturbereich bis 1700° C (vertikal)  
100 % Faserisolierung  
verschiedene Größen



## Hochtemperaturofen

vakuumdicht und schutzgasdicht  
Kammervolumen 4, 26 und 52 Liter  
für oxidierende und reduzierende Atmosphären  
Temperaturbereich 1300° C, 1600° C und 1750° C  
für alle Erwärmungsprozesse  
100 % Faserisolierung  
große Auswahl an Temperaturreglungen



## Hochfrequenz-Generator

in Halbleitertechnik  
zum induktivem Löten von z.B. Metall-Keramik-Verbin-  
dungen  
tiegelloses Schwebeschmelzen  
HF-Ausgangsleistung 1,3 kW  
sehr hoher Wirkungsgrad  
äußerst kompakt B 470 x H 160 x T 400 mm  
geringes Gewicht  
bis 20 m absetzbarer HF-Generator als Option  
weitere Generatoren bis 12 kW

**linn**  
**elektronik**

Heinrich-Hertz-Platz 1 · Eschenfelden · D-8459 Hirschbach 1  
Telefon (0 96 65) 17 21-23, Telex 63902 · Telefax (0 96 65) 17 20

Laboratory Furnaces  
High-Frequency Heating  
High-Temperature Technologies

**6.—7. April** Parma / I  
NATO-Workshop: "Computer Modelling of Crystal Growth from the Melt"

Dr. G. Müller, Institut für Werkstoffwissenschaften VI,  
Universität Erlangen-Nürnberg, Martensstr. 7, D 8520 Erlangen

**3.—7. April** Huntsville (AL) / U.S.A.  
7. Internat. Conf. on Finite Element Methods in Flow Problems

University of Alabama, Dept. of Mechanical Engineering,  
attn.: Prof. T.J. Chung, Huntsville, AL 35899, U.S.A.

**4.—7. April** Lancaster / U.K.  
Spring Meeting and Exhibition of the British Crystallographic Assoc.

Clarendon Laboratory, attn.: Dr. A.M. Glazer, Parks Rd.,  
Oxford OX1 3PU, U.K.

**20.—25. August** Sendai / Japan  
International Conference on Crystal Growth (ICCG-9)

Prof. T. Nishinaga, ICCG-9 General Secretary, c/o Inter Group  
Corporation, Akasaka Yamakatsu Bldg, 8-5-32, Akasaka  
Minato-ku, Tokyo 107, Japan

**26.—31. August** Zao hot Spring / Japan  
International Summer School on Crystal Growth (ISSCG-7)

Prof. H. Komatsu, ISSCG-7 Chairperson, c/o Inter Group  
Corporation, Akasaka Yamakatsu Bldg, 8-5-32, Akasaka  
Minato-ku, Tokyo 107, Japan

**22.—25. August** Moskau / UdSSR  
12. European Conf. on Crystallography and 2. Crystallographic  
Exhibition

Expocentre CCI, 1a Sokolnicheski val, Moscow 107113, USSR

**September** Berlin / D  
19. European Solid-State Device Research Conf. (ESSDR-19)

VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 15, 6000 Frankfurt

**17.—22. September** Bonn / D  
22. GDCh - Hauptversammlung

GDCh - Geschäftsstelle, Abt. Tagungen, Postfach 900440,  
6000 Frankfurt a.M. 90

**17.—26. September** Berlin / D  
4. Internationale Conference on II-VI Compounds

Dr. J. Gutowski, TU Berlin, Fachbereich 4 Physik,  
Straße des 17. Juni 112, 1000 Berlin 12

**25.—29. September** Köln / D  
11. Internat. Vakuum-Kongress und 7. Internat. Konf. über Fest-  
körperoberflächen

Universität Münster, Physikalisches Inst., z.Hd. Herrn Prof. Dr.  
A. Benninghofen, Wilhelm-Klemm-Straße 10, 4000 Münster

**4.—7. Dezember** Boston (MA) / U.S.A.  
Conf. on Magnetism and Magnetic Materials

Courtesy Associates, Inc., 655 15th St., NW, Suite 300,  
Washington, DC 20005, U.S.A.

## 1990

**Juli** Bordeaux / F  
16th General Assembly and International Congress of  
Crystallography

Prof. M. Hospital, Laboratoire de Cristallographie et de Physique  
Cristalline, Université de Bordeaux 1, 351 Cours de la Liberation,  
F-33405, Talence

**4.—8. September** Amsterdam / Niederlande  
8. General Conf. of the European Physical Society (EPS)

FOM - Institute for Atomic and Molecular Physics, attn.:  
Ms. L. Roos, P.O. Box 41883, NL-1009 DB Amsterdam,  
Netherlands

**24.—27. September** St. Helier (Jersey) / U.K.  
European Gallium Arsenide Conf.

Institute of Physics, Meeting Office, 47, Belgrave Sq.,  
London, SW1X 8QX, U.K.

**30. Oktober — 2. November** San Diego (C) / U.S.A.  
Conf. on Magnetism and Magnetic Materials

Courtesy Associates, Inc., 655 15th St., NW, Suite 300,  
Washington, DC 20005, U.S.A.

## 1991

**8.—14. September** Edinburgh / U.K.  
International Conference on Magnetism

Institute of Physics, Meeting Office, 47 Belgrave Square,  
London SW1X 8QX, U.K.

## Mitteilungen anderer Gesellschaften AGKr

Von den Kristallographie-Nachrichten der AGKr ist über die  
November-Ausgabe letzten Jahres und die Feb./März-Ausgabe  
diesen Jahres zu berichten.

Zu Beginn der November-Ausgabe stellt sich der neue Schriftlei-  
ter der Kristallographie-Nachrichten, Prof. Dr. W. Depmeier, vor  
und berichtet, wie er zu diesem Amt gekommen ist. Zum Schluß  
seines Artikels bittet er alle Mitglieder um Mitarbeit in Form von  
Leserbriefen, Diskussionsbeiträgen und Tagungsberichten.

Den größten Teil des Heftes nehmen Tagungsbeiträge ein: ein  
Nachtrag zur letztjährigen Diskussionstagung der AGKr in Berlin,  
ein Bericht über die Jahrestagung der DMG in Clausthal und über  
die Vollversammlung der IUCr in Perth, sowie Kurzberichte von  
Workshops. Während der DMG-Tagung wurde Georg Bednorz der  
Victor-Moritz-Goldschmidt-Preis verliehen. Neben einem Abdruck  
des Urkundentextes ist die Laudatio von Prof. Dr. W. Hofmann  
wiedergegeben.

In der Reihe Kristallographie in der Bundesrepublik wird das  
Mineralogisch-Kristallographische Institut der Universität Göttin-  
gen vorgestellt. Den Schluß bilden Personalien, ein Tagungskalen-  
der und Stellenanzeigen.

Neben den ständigen Rubriken Tagungskalender, Personalien und  
Stellenanzeigen liegt das Hauptgewicht des 13. Heftes wieder  
auf Berichten von verschiedenen Tagungen der Strukturkristallogra-  
phie.

Der Bericht des Leiters der AGKr, H. Fieß, befaßt sich haupt-  
sächlich mit der diesjährigen Diskussionstagung in Konstanz. Er  
kündigt an, daß der Entwurf einer Satzung für eine kristallogra-  
phische Gesellschaft ausgearbeitet worden ist, die der Mitglie-  
derversammlung in Konstanz zur Diskussion vorgelegt werden  
soll. In einem weiteren Beitrag für die Jahrestagung sind die einge-  
ladenen Hauptvorträge zusammengestellt.

Zwischen diesen verschiedenen Berichten findet man einen Arti-  
kel über die am HASYLAB in Hamburg installierten Rechenpro-  
gramme, sowie einen Artikel über Röntgendiffraktometrie mit ei-  
nem Kristall von  $2 \mu\text{m}^3$  Volumen. Abgerundet wird das Heft durch  
zwei Beiträge der Reihe Kristallographie in der Bundesrepublik  
durch die Kristallographie in Essen und an der TU München.

# ABCR – Your ABC's for Research chemicals

Your source for:

- Organometallics for MOCVD
- Dopants for MOCVD
- Adducts for MOCVD
- Custom synthesis
- Silanes & Silicones
- Organophosphorous compounds
- Organofluorine compounds
- High purity inorganics
- High purity metals

## Chemicals for Superconductivity Research



ABCR GmbH + Co. KG  
 D-7500 Karlsruhe 21  
 Schoemperlenstraße 5  
 West-Germany

Postfach 210135  
 Telefon 0721-563088  
 Telefax 0721-563080  
 Teletex 7826526 rothd

Name: \_\_\_\_\_ Code/City: \_\_\_\_\_  
 Organisation: \_\_\_\_\_ Country: \_\_\_\_\_  
 POB/Street: \_\_\_\_\_ Phone: \_\_\_\_\_

**ABCR GmbH + Co. KG**

Schoemperlenstraße 5

**D-7500 Karlsruhe 21**

West-Germany

Please send information for:

- Silanes & Silicones
- Organometallics and dopants for MOCVD
- Organofluorine Compounds
- Organophosphorus Compounds
- High purity metals & inorganics
- Rare earth metals & compounds
- Precious metals & compounds
- Chemicals for Superconductivity Research
- Biochemicals
- \_\_\_\_\_  
 (my special field of interest)

## AACG

In der Juli-87-Ausgabe des Newsletters der AACG ergreift Tony Gentile zum letzten Mal das Wort in der "President's Corner". Er läßt noch einmal kurz die Stationen seiner Präsidentschaft vorüberziehen und schließt mit den besten Wünschen für seinen Nachfolger.

Es folgt ein Beitrag von J. Bohm von der Akademie der Wissenschaften der DDR über die Geschichte der Kristallzüchtung. Dem Artikel beigelegt ist eine ausführliche Chronologie - beginnend mit dem ausgehenden Mittelalter - und eine Reihe von Quellenangaben, in denen die Originalzitate nachgelesen werden können. Weiter ist ein Beitrag von R. Malzelsky in der Reihe "Milestones in Crystal Growth" von Bedeutung. Der vorliegende beschäftigt sich mit dem Ursprung des LEC-Czochralski-Verfahrens.

Anschließend werden die neu gewählten Offiziellen der AACG vorgestellt. Es folgt eine kurze Würdigung von D.T.J. Hurle, B.S. Meyerson und T.E. Kuech als Preisträger des "International Crystal Growth Award" und des "Young Authors Award" (wir berichteten darüber). Den Abschluß der Juli-Ausgabe bilden "News from the Regions" und ein Tagungskalender.

In der November-Ausgabe 1987 stellt der neue Vorsitzende, William A. Bonner, in der "President's Corner" einige Pläne, die er für die Zukunft hat, vor.

Den größten Teil des Heftes nehmen Konferenzberichte ein. Neben einer Würdigung von A.V. Stepanov zur 80sten Wiederkehr seines Geburtstages erinnert sich E.A.D. White an M.M. Faktor, der im letzten Jahr verstarb.

Zum Schluß gibt es wieder "News from the Regions" und einen Konferenzkalender.

## BACG

Der September - Newsletter der Britischen Kristallzüchtergesellschaft beginnt mit den "Chairman's Notes". Ian Saunders beschäftigt sich hauptsächlich mit verschiedenen Gesellschaftsangelegenheiten wie einer Beitragserhöhung und möglichen Ehrenmitgliedschaften altgedienter Mitglieder.

Es folgt ein Nachruf auf Brian Pamplin. Daran schließt sich ein Bericht über einen "Workshop on Photochemical Processing" an, den die BACG im vergangenen Jahr veranstaltet hat. Den Abschluß des Heftes bilden eine Buchkritik und ein Konferenzkalender.

Etwas inhaltsreicher ist das Dezember-Heft. Der Schwerpunkt liegt hier auf der Jahrestagung der BACG in Hull vom 15.-18. September. Die Berichterstattung besteht aus vier Beiträgen, dem Bericht des Schriftführers über die Jahresversammlung, dem Bericht des Schatzmeisters über Einnahmen, Ausgaben und Kontostand und einem ausführlichen Konferenzbericht. In einem extra Beitrag faßt P. Capper den Plenarvortrag von D.T. Hurle über "Crystal Growth Experiments in Space" zusammen. Insgesamt bedauert Don Hurle, daß Großbritannien sich so weit aus dem Weltraum-"Geschäft" zurückgezogen hat.

Der zweite Schwerpunkt des Heftes liegt auf drei Konferenzberichten von der II-VI-Konferenz in Monterey (wir berichteten darüber in der letzten Ausgabe). Ein Beitrag beschäftigt sich mit den "Wide-Gap-Materialien", die beiden anderen mit den "Narrow-Gap-Materialien". Hierbei sind die Schwerpunkte auf Präparation und Charakterisierung verteilt. Alle drei Berichtersteller sind von der BACG finanziell bei der Reise unterstützt worden.

Es folgt eine kurze Würdigung von Harold C. Powers, der im April letzten Jahres im Alter von 90 Jahren verstarb. Mr. Powers war ein Pionier in der Züchtung von Zuckerkristallen.

Zum Schluß folgen Personalien und der Tagungskalender.

## CFCC

Die Oktober-Ausgabe der Zeitschrift der "Groupe Francais de Croissance Cristalline" enthält neben Hinweisen auf Tagungen

zwei Fachartikel. Der eine beschäftigt sich mit den neuen Hochtemperatur Supraleitern, der zweite mit einem Fallturm, der in der Abteilung für Metallurgie am Centre d'Etudes Nucleaires in Grenoble als Experimentiereinrichtung zur Verfügung steht. Bei den Tagungshinweisen werden die Veranstaltungen, die von der GFCC (mit-) veranstaltet werden, gesondert und ausführlich behandelt. Hier ist auch das Symposium über "Photovoltaische Materialien", das zusammen mit der DGKK abgehalten werden soll, vertreten.

Das Januar-Heft besteht aus dem Tagungskalender, Berichten von verschiedenen Tagungen und einem Artikel über Eigenschaften und Gefährlichkeit von Arsin.

## SGK

Von der "Schweizerischen Gesellschaft für Kristallographie" ist über drei Hefte zu berichten: Ausgabe Nr. 13 vom Oktober 1987, Nr. 14 vom Januar 1988 und Nr. 15 vom April 1988. Als gemeinsame Rubriken enthalten alle drei Ausgaben einen Tagungskalender, ausführliche Hinweise auf Konferenzen und Sommerschulen und "News of members".

Darüber hinaus enthält Heft 13 eine Zusammenfassung der 14. Vollversammlung der IUCr in Perth, einen Bericht über eine "Panel Discussion" über "DNA Bending and Curvature", einen Abdruck des August-1987-Newsletters der IUCr "Commission on Small Molecules", sowie Hinweise auf Neuerscheinungen auf dem Buchmarkt.

Heft Nr. 14 beginnt mit einer Würdigung von J.G. Bednorz, der auch Mitglied der SGK/SKM ist. Neben weiteren für Strukturkristallographen wichtigen Hinweisen wird berichtet, daß ab Januar 1988 eine wissenschaftliche Partnerschaft der Schweiz mit dem Institut Laue-Langevin in Grenoble besteht. Dadurch soll es schweizerischen Wissenschaftlern ermöglicht werden, Messungen am ILL durchzuführen.

Neben den oben aufgeführten Rubriken enthält die April-Ausgabe der SGK-Nachrichten den Kassenbericht für das Abrechnungsjahr 1986/87, verschiedene Stellenangebote und den Abdruck der Januar-Ausgabe der Commission on Powder Diffraction der IUCr.

## Personalien

### Neumitglieder (Stand 30.03.1988)

Seit Herbst 1987 sind 14 neue Mitglieder in unsere Gesellschaft eingetreten. Leider sind zum Jahresende 1987 16 Mitglieder ausgetreten, größtenteils, weil sich ihre Tätigkeit zu weit von der Kristallzüchtung wegentwickelt hat. Wir bedauern den Austritt und bedanken uns recht herzlich für die zum Teil langjährige Mitgliedschaft.

Die Mitgliederzahl beträgt jetzt 404. Sie setzt sich wie folgt zusammen:

- 301 Vollmitglieder
- 85 Studentische Mitglieder
- 18 Korporative Mitglieder

In der Reihenfolge ihres Beitrittes begrüßen wir folgende Neumitglieder:

Jürgensen Holger, Dr. Dipl.-Phys.

AIXTRON  
Jülicher Str. 336-338  
5100 Aachen  
Telefon: 02 41/1 6601-0

Mitgliedsnummer: 489 M

Eintrittsdatum: 24.09.1987

III-V-Halbleiter, MOVPE, VPE, MOMBE, neuere Bauelementestrukturen, Quantum-Well-Strukturen, EPI-Anlagen, II-VI-Halbleiter

Sprenger Heinz, Dr. Dipl.-Phys.  
INTOSPACE GmbH  
Prinzenstr. 17  
3000 Hannover 1  
Telefon: 05 11/12109-31

Mitgliedsnummer: 490 M      Eintrittsdatum: 25.08.1987

Kristallzüchtung unter Mikrogravitation

Keckes Antal  
MPI für Festkörperforschung  
Heisenbergstr. 1  
7000 Stuttgart 80  
Telefon: 07 11/6860-797

Mitgliedsnummer: 491 S      Eintrittsdatum: 10.11.1987

VPE an III-V-Halbleitern, Gasphasentransport von ZnSe und ZnTe, GaP-Übergitter

Vennemann Petra  
Krist. Inst. der Uni  
Hebelstr. 25  
7800 Freiburg  
Telefon: 07 61/203-4278

Mitgliedsnummer: 492 S      Eintrittsdatum: 13.11.1987

Peppermüller Heike  
Uni-GH-Paderborn  
Warburgerstr. 100  
4790 Paderborn  
Telefon: 05 251/60-2663

Mitgliedsnummer: 493 M      Eintrittsdatum: 13.11.1987

Züchtung von III-V-Halbleitern in speziellen Spiegelheizanlagen nach THM

Jäger Hans, Dr. Dipl.-Phys.  
Chemetal GmbH  
Reuterweg 14  
6000 Frankfurt  
Telefon: 069/159-3243

Mitgliedsnummer: 494 M      Eintrittsdatum: 26.11.1987

Züchten von III-V- und II-VI-Halbleitern, Epitaxie von III-V-Halbleitern, Charakterisierung

Nickel Heinrich, Dr. Dipl.-Phys.  
Forschungsinstitut der DBP beim FTZ  
Am Kavalleriesand 3  
6100 Darmstadt  
Telefon: 06 151/8335 17

Mitgliedsnummer: 495 M      Eintrittsdatum: 02.12.1987

Epitaxie von III-V-Halbleitern, opto-elekt. Bauelemente

Kloc Christian, Dr. Dipl.-Chem.  
Fakultät für Physik der Uni  
Postfach 5560  
7750 Konstanz  
Telefon: 07 531/881 2967

Mitgliedsnummer: 496 M      Eintrittsdatum: 07.12.1987

Verbindungshalbleiter, Kristallzucht

Klenk Michael  
SEL AG  
Abt.:ZT/FZWO  
Lorenzstr. 10  
7000 Stuttgart 40  
Telefon: 07 11/821-5840

Mitgliedsnummer: 497 M      Eintrittsdatum: 01.02.1988

III-V-Verbindungshalbleiter, Epitaxie

Böttner Harald, Dr.  
Fraunhofer Institut für Physikalische Meßtechnik  
Heidenhofstr. 8  
7800 Freiburg  
Telefon: 07 61/88571 21

Mitgliedsnummer: 498 M      Eintrittsdatum: 03.02.1988

Gasphasenkristallzucht von IV-VI-Materialien, PbSe, PbS, PbTe, Misch-Kristalle PbSSe, PbSnSe etc., Transportreaktionen. Derzeitige Arbeitsrichtung: Halbleitertechnologie Bleichalkogenidlaser

Braunagel, Norbert, Dr. Dipl.-Chem.  
ABC R GmbH & Co.  
Postfach 210135  
7500 Karlsruhe 21  
Telefon: 07 21/56 30 88

Mitgliedsnummer: 499 M      Eintrittsdatum: 21.03.1988

MOCVD

Lambert Ulrich  
Wacker-Chemitronic GmbH  
8263 Burghausen  
Telefon: 08 677/83-4455

Mitgliedsnummer: 500 M      Eintrittsdatum: 24.03.1988

Oxidische Kupferverbindungen (Keramik); Halbleiter, insb. GaAs

Dieter Ralph J.  
4. Physik. Inst. der Uni, Kristalllabor  
Pfaffenwaldring 57  
7000 Stuttgart 80  
Telefon: 07 11/685-4688

Mitgliedsnummer: 501 M      Eintrittsdatum: 01.04.1988

MOVPE, Röntgendiffraktometrie, Solarzellen auf II-V-Halbleiterbasis, Strained-layer-superlattices

Sinerius Dirk  
Kristallographisches Institut der Uni  
Hebelstr. 25  
7800 Freiburg  
Telefon: 07 61/203-4287

Mitgliedsnummer: 502 M      Eintrittsdatum: 01.04.1988

Züchtung und Charakterisierung von II-VI-Halbleitern

## Veränderungen:

Wie Sie alle wissen, wurde im Herbst 1987 eine große Umfrage unter unseren Mitgliedern gestartet, um möglichst alle beruflichen oder sonstigen Veränderungen für die Erstellung eines neuen Mitgliederverzeichnisses zu erfassen. Der Rücklauf war erfreulich hoch, macht es aber auch unmöglich, hier alle Veränderungen zu nennen. Ich möchte Sie deshalb auf das neue Mitgliederverzeichnis verweisen, das Ihnen entweder schon mit diesem Mitteilungsblatt oder aber bald danach zugeht.



# Aus Naturwissenschaft und Technik

**Die neue  
Buchreihe**

**Erstauflage 1986  
ISBN: 3-88813-000-X  
177 Seiten, DM 49,-**

Georg Müller

**Über die Entstehung von  
Inhomogenitäten in Halbleiter-  
kristallen  
bei der Herstellung aus Schmelzen**

Selisch Fachbuch-Verlag

## **»Über die Entstehung von Inhomogenitäten in Halbleiterkristallen bei der Herstellung aus Schmelzen«**

**von Dr. Ing. habil. Georg Müller**

Das Buch befaßt sich mit einem aktuellen Thema aus dem Bereich der Werkstoffe für die Elektronik. Die Eigenschaften dieser Werkstoffe (Halbleiterkristalle) spielen eine entscheidende Rolle für die Mikroelektronik oder Laserdioden für die optische Nachrichtentechnik.

Die weitere Entwicklung solcher Bauelementekonzepte und die Erhöhung der Ausbeute bei der Fertigung wird derzeit häufig durch Mängel bei den Halbleiterkristallen behindert. Diese Mängel be-

stehen in einer nicht ausreichenden Homogenität der elektronischen Eigenschaften der Silizium-, Galliumarsenid- und Indiumphosphidkristalle.

In dem vorliegenden Buch wird untersucht, wie solche Inhomogenitäten bei der Herstellung der Kristalle entstehen und durch welche Maßnahmen sie vermieden werden können.

Der Autor ist Leiter des Kristallabors am Institut für Werkstoffwissenschaften der Universität Erlangen-Nürnberg und hält seit über 10 Jahren Vorlesungen aus dem Bereich der Werkstoffe der Elektrotechnik. Er gilt als international anerkannter Fachmann auf dem Gebiet der Herstellung von Halbleiterkristallen und hat sich vor kurzem mit dem vorliegenden Buch habilitiert.

Zu beziehen über den Buchhandel oder direkt beim Verlag:

**W. Selisch · Mikrofilmservice, Druck & Verlag**  
Fliederweg 4-6 · 8521 Langensendelbach · Telefon 09131/3338 o. 4054  
Telex 629817 wase d