

EINGESANDEN

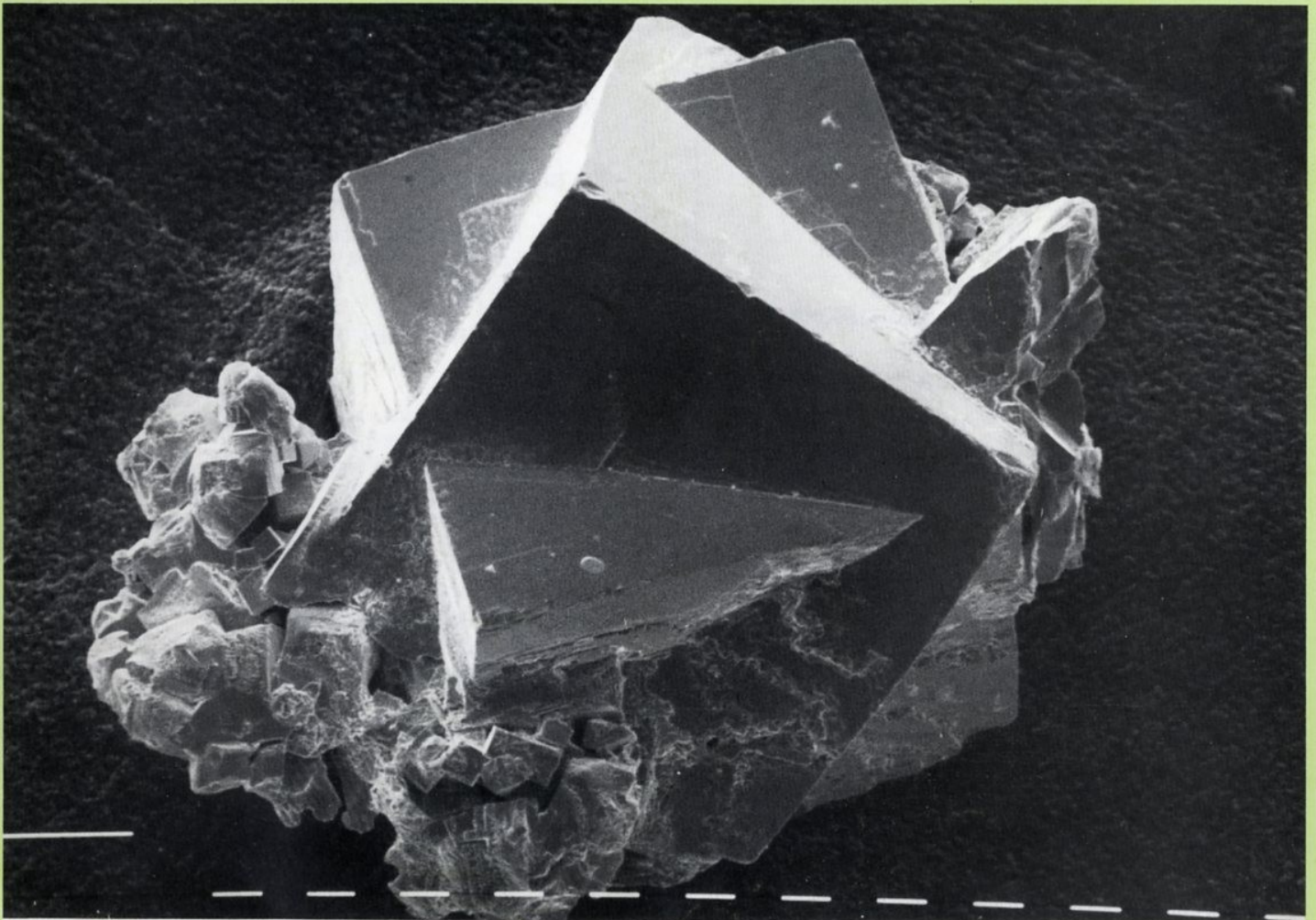
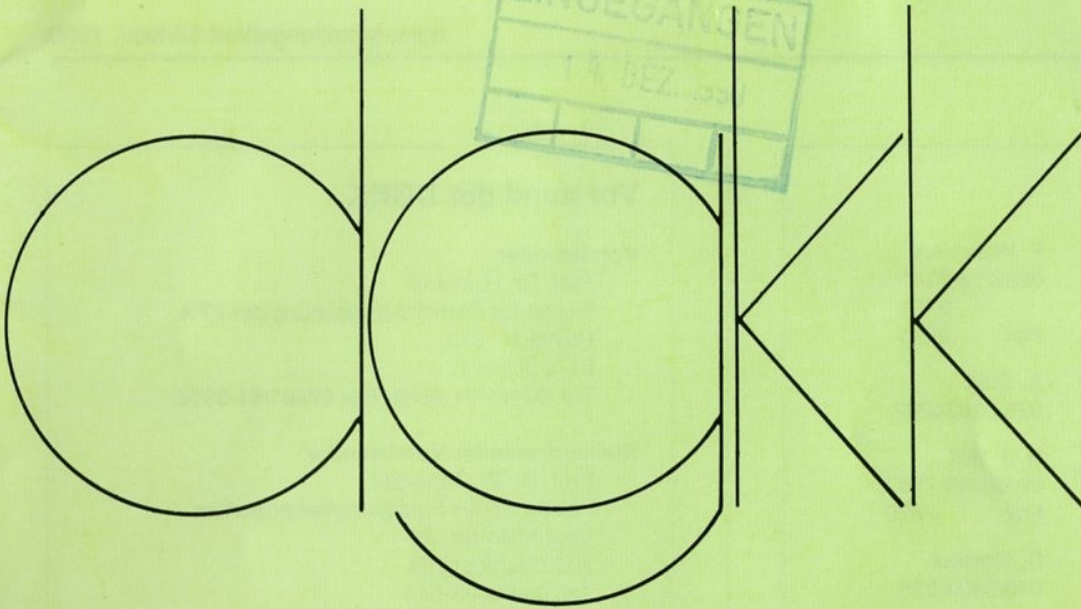
14. DEZ. 1990

L. Müller

Mitteilungsblatt
Nr. 52 / Nov. 1990



Deutsche Gesellschaft
für Kristallwachstum und
Kristallzüchtung e. V.



INHALT

| | |
|---------------------------------------|----|
| Mitteilungen der DGKK | 3 |
| Kristallzüchtung in Deutschland | 6 |
| Tagungsberichte | 14 |

| | |
|---|----|
| Tips u. Tricks für Kristallzüchter | 18 |
| Schmunzelecke. | 19 |
| Mitteilungen anderer Gesellschaften | 20 |
| Tagungskalender | 20 |

Redaktion

| | |
|--|--|
| Chefredakteur | F. Wallrafen 0228/73-2961 -2761 Fax -2770 |
| Übersichtsartikel | A. Cröll 0761/2034282 |
| Kristallzüchtung in Deutschland | H. J. Sell 09131/85-7757 Fax -7670 |
| Tagungsberichte | D. Mateika 040/5493-553 |
| Aktivitäten von und für junge Kristallwissenschaftler | C. Sussieck-Fornefeld 06221/56-2806 |
| Stellenangebote und -gesuche | H. Walcher 0761/5159-170 |
| Mitteilungen der DGKK | Fax -400 |
| Mitteilungen ausländischer Schwestergesellschaften | J. Schmitz 0761/5159-170 Fax -400 |
| Tagungskalender | |
| DGKK-Chronik | F. Wallrafen |
| Bücherecke | R. Diehl 0761/5159-416 Fax -400 |
| Schmunzelecke | R. Diehl |
| Anzeigenwerbung | G. Müller - Vogt 0721/608-3470 |

TITELBILD + TEXT

Dotierter HT_c -Supraleiter,
 $Y(Ba, La)_2(Cu, Al)_3O_{7-x}$

Sprungtemperatur ca. 35 K,
 Kantenlänge ca. 1 mm

Züchter: Th. Wolf

Foto: Dr. B. Obst

Kernforschungszentrum Karlsruhe; Inst. Techn. Physik

SATZ, DRUCK & WEITERVERARBEITUNG

bollmann druck GmbH
 Rudolf-Diesel-Straße 3
 8502 Zirndorf bei Nürnberg

Vorstand der DGKK**Vorsitzender**

Prof. Dr. H. Wenzl
 Institut für Festkörperforschung der KFA
 Postfach 1913
 5170 Jülich 1
 Tel. 02461/61-6664, Fax 02461/61-3916

Stellvertretender Vorsitzender

Prof. Dr. W. Tolksdorf
 Philips GmbH Forschungslaboratorium
 Vogt-Kölln-Str. 30
 2000 Hamburg 54
 Tel. 040/5493-548

Schriftführer

Dr. H. Walcher
 Fraunhofer-Institut für
 Angewandte Festkörperphysik
 Eckerstr. 4
 7800 Freiburg
 Tel. 0761/5159-170, Fax 0761/5159-400

Schatzmeister

Dr. German Müller-Vogt
 Kristall- und Materiallabor der
 Fakultät für Physik
 Kaiserstr. 12
 7500 Karlsruhe
 Tel. 0721/608-3470, Fax 0721/608-4290

Beisitzer

Dr. W. Abmus
 Physikalisches Institut
 der Universität Frankfurt
 Postfach 11 19 32
 6000 Frankfurt/M. 11
 Tel. 069/798-3144, Fax 069/798-8520

Dipl.-Phys. P. Speier
 SEL-Forschungszentrum
 ZT-FZWO
 Lorenzstr. 10
 7000 Stuttgart 40
 Tel. 0711/821-5837, Fax 0711/821-6355

Dipl.-Geol. F. Strohmeier
 Chemetall GmbH
 Reuterweg 14
 6000 Frankfurt/M. 1
 Tel. 069/159-3072

BANKVERBINDUNGEN

Sparkasse Karlsruhe
 Kto.-Nr. 104 306 19
 BLZ 660 501 01

PSA-Karlsruhe
 Kto.-Nr. 2424 17-752
 BLZ 660 100 75

Editorial

Liebe Leser,
dank der Mitwirkung des Redaktionsteams und insbesondere der Personen, die sich durch meinen letzten Aufruf zur Erstellung von Tagungsberichten bereit erklärt haben, konnte die Nr. 52 unseres Mitteilungsblattes in einem angemessenen Umfang gestaltet werden.

Auch dieses Mal haben wir wieder einen Bericht von Kollegen aus der ehemaligen DDR (Sektion Metallurgie in Freiberg), der uns einen anschaulichen Überblick über die dortigen Arbeiten gibt. Dies freut uns ganz besonders, da nicht allen Kristallzüchtern in der Bundesrepublik die Arbeiten des Instituts bekannt sind.

Hinweisen möchte ich ganz besonders auf die kommende Jahrestagung der DGKK vom 6. bis 8. März in Gießen (siehe Beilage im Heft), bei der die Oxide einen Schwerpunkt bilden sollen. Auch wenn Ihre Arbeiten zu dem einen oder anderen Problem noch nicht fertiggestellt sind, lassen Sie die Kristallzüchter hören, woran Sie zur Zeit arbeiten.

Da Herr Mateika ab 1. Oktober 1990 nicht mehr auf dem Gebiet der Kristallzüchtung arbeitet, scheidet er auf eigenen Wunsch aus dem Redaktionsteam aus. Er hat dankenswerterweise in den letzten Jahren sehr viele Tagungsberichte für unser Mitteilungsblatt eingebracht. Herzlichen Dank für die ausgezeichnete Mitarbeit. Ich möchte Sie recht herzlich bitten zu prüfen, ob Sie nicht die Rubrik „Tagungsberichte“ übernehmen wollen und wäre für eine Mitarbeit im Redaktionsteam dankbar.

Ihr
F. Wallrafen

Notizen des Vorsitzenden

H. H. Buckley hat 1950 das Buch „Crystal Growth“ herausgebracht, das immer noch eine Fundgrube für Kristallzüchter darstellt. Beim Schmökern darin fand ich, daß Kapitza bereits 1928 das horizontale Bridgman-Verfahren für Substanzen eingeführt hatte, die sich beim Kristallisieren ausdehnen, wie z. B. H_2O , Ga, GaAs oder Si. Sie sollten Platz nach oben zum Ausdehnen haben. Auch heute ist der Glaube noch weit verbreitet, daß solche Substanzen bei Verwendung des vertikalen Bridgman-Verfahrens den Tiegel sprengen würden ('Frostaufbrüche!'). Dies fundamentale Mißverständnis über die elementaren Wechselwirkungen der Atome mit dem Tiegel am Rand der Wachstumsfläche hat dazu geführt, daß z. B. GaAs erst seit kurzem mit dem einfachen und billigen vertikalen Bridgman-Verfahren und seinen Varianten gezüchtet wird. In einer Art späten Rache an Kapitza und seinen Nachfolgern wird es wohl eine Armada horizontaler Zuchtungsanlagen aus dem Geschäft verdrängen.

Moderne Fehlurteile über Kristallisation findet man auch häufig bei der Debatte über „Kristallzucht unter sog. Mikrogravitation“ (besser wäre „Milligravitation“) in einem fallenden Labor oder Orbitallabor, z. B. im Artikel des DARA-Präsidenten, Prof. Wild, im Augustheft der „Physikalischen Blätter“. So wird immer wieder behauptet, unter Schwerelosigkeit gebe es keinen hydrostatischen Druck in Kristallzuchtschmelzen. In einer frei schwebenden oder teilweise gestützten endlichen Schmelze ist der hydrostatische Druck aber durch Oberflächengeometrie und Oberflächenspannung bestimmt (Gauß-Laplace!). Bei kugeligen Schmelzen gibt es allerdings keine Ortsabhängigkeit des hydrostatischen Drucks. Starke Unterkühlung von Schmelzen sei vor allem unter Schwerelosigkeit möglich, weil die Keimbildungsrate mangels Kontakt mit Tiegelwänden unterdrückt sei. Schon vor einigen Jahren hat dagegen Perepezko gezeigt, daß heterogene Keimbildung von „motes“ geprägt ist, die im Volumen schwimmen. Durch Aufteilung der Schmelze in feinste Tröpfchen erreicht man „mote-freie“ Kristallisation in vielen Tröpfchen (Poisson-Statistik!). Dies geht auch ohne Mikrogravitation bei vorher unerreichten Unterkühlungen.

Vor kurzem eröffnete sich die Möglichkeit, unser Mitgliederverzeichnis und das „Wer züchtet was?“-Verzeichnis an das Materials Referral System & Hotline (MRSH) des Ames Laboratory anzuschließen. Dies würde eine laufende Modernisierung unseres Mitgliederverzeichnisses und ein umfangreiches „Crystal Growth Directory“ mit Computer-Netz-Zugriff erschließen. Der MRSH-Manager, Tom E. Wessels, (Tel. 515-294-8900; Fax 515-294-8727) und unser Schriftführer, Herbert Walcher, (Tel. 0761-5159170; Fax 5159400) besprechen gerade die Einzelheiten.

Viel Erfolg bei der Kristallzucht unter hoffentlich wissenschaftlich durchsichtigen Wachstumsbedingungen wünscht

Helmut Wenzel

2 Mitteilungen der DGKK

2.1 Bericht des Schriftführers

DGKK Preis-Komitee: Aufruf zur Nennung von Vorschlägen

Das Preis-Komitee wird während der Jahreshauptversammlung 1991 in Gießen neu gewählt. Dieses Gremium besteht aus drei Mitgliedern der DGKK, die aber keine Vorstandsaufgaben wahrnehmen dürfen. Eine Wiederwahl der bisherigen Komiteemitglieder ist nicht zulässig. Der Vorstand bittet alle DGKK-Mitglieder um Vorschläge, die bis spätestens Ende Februar an den Schriftführer, H. Walcher, eingesandt werden sollten.

Seit Anfang dieses Jahres wird darüber beraten, wie sich die AGKr und die VFK zusammenschließen können. Geplant ist die Gründung einer Gesellschaft, in der sich die Kristallographen neu organisieren. Die Kristallzüchter werden weiterhin in einer eigenständigen Gesellschaft zusammengeschlossen sein, wie das auch auf internationaler Ebene der Fall ist. Die Kristallzüchter, die bisher in der VFK integriert waren, sind schon größtenteils in die DGKK eingetreten. Die DGKK ihrerseits wird möglicherweise eine Assoziation mit der neuen Gesellschaft der Kristallographen eingehen, worüber in der nächsten Jahreshauptversammlung diskutiert werden muß.

Das neue Mitgliederverzeichnis ist hoffentlich bis zum Erscheinen dieses Mitteilungsblattes gedruckt. Die Umfrage, die zur Aktualisierung

der Daten durchgeführt wurde, hat sich gelohnt. Über 50 % der Mitglieder haben den Fragebogen zurückgeschickt. Bei einem geringen Teil hatte ich mit den eingetragenen „Schriftzeichen“ erhebliche Mühe, sie zu entziffern. Es wurden zwei Zuordnungslisten (Stichwort-Nr. zu Mitglieder-Nr. und Mitglieder-Nr. zu Name) in das Mitgliederverzeichnis aufgenommen, die es ermöglichen, Personen mit Arbeitsbereichen, die in der Stichwortliste aufgeführt sind, ausfindig zu machen. Es ist mir keine einfachere Methode eingefallen, um diese mehrfach gewünschte Möglichkeit zu verwirklichen.

Ich möchte mich für die rege Mitarbeit der Mitglieder und für die vielen kleinen und freundlichen Begleitschreiben bedanken, die mir auf den Schreibtisch flatterten.

Mit diesem Dank verbinde ich gleichzeitig eine *große Bitte*: Wenn sich Ihre Korrespondenzadresse ändert, so teilen Sie mir dies bitte mit, das erspart mir viel Zeit und Arbeit. Sie sollten auch mitteilen, wenn sich Ihr Arbeitsgebiet verändert hat.

2.2 Nachruf auf Prof. Dr. Albrecht Rabenau

Völlig unerwartet verstarb unser langjähriges Mitglied, Herr Prof. Dr. Albrecht Rabenau, am 29. Mai 1990 im Alter von 67 Jahren. Herr Rabenau wurde am 17. November 1922 in Heppenheim an der Bergstraße geboren. Nach der Reifeprüfung an der dortigen Oberschule im Februar 1941 war der Weg zu einem Studium zunächst

The ideal system for material research laboratories

the unique

and versatile

Crystalox MCGS5

An integrated multi-function system offering facilities for

- ★ Material synthesis
- ★ Alloying
- ★ Melting
- ★ Crystal growth
- ★ Zone refining
- ★ Levitation melting in Cold Crucible and Cold Boat.

Sealed chamber, vacuum and gas handling facilities enable use of oxidising, reducing and inert atmospheres from 2 bar - 10^{-5} mbar.



 **CRYSTALOX**

Crystalox Ltd
1 Limborough Road, Wantage
Oxon, OX12 9AJ, UK
Tel: 0235 770044
Telex: 838851 Crystl G
Fax: 0235 770111

Crystalox
100 Brush Creek Road, Suite 101
Santa Rosa, CA 95404 2709, USA
Tel: (707) 539 2508
Fax: (707) 539 4808

durch den Einzug zum Militärdienst versperrt. Während der Genesungszeit nach einer schweren Verwundung mit längeren Lazarettaufenthalten konnte er dennoch im Wintersemester 1943 in Heidelberg mit dem Studium der Chemie beginnen. Seine später immer wiederkehrenden Hauptinteressen: — die Suche nach festen anorganischen Materialien mit bestimmten physikalischen Eigenschaften und deren Synthese — wurden schon in den frühen fünfziger Jahren durch die Zusammenarbeit mit Herrn Prof. Dr. Robert Juza geweckt. Bei ihm vollendete Herr Rabenau seine Diplomarbeit 1950 sowie seine Dissertation 1952 und folgte ihm als wissenschaftlicher Assistent an die Universität Kiel. Bereits in den Heidelberger und Kieler Jahren waren die Untersuchungen des elektrischen Leitungsverhaltens zahlreicher, nicht ganz einfach herzustellender Pnictide (z. B. NiN_3 , Cu_3N , GaN , Ge_3N_4 , AlP), die Bestimmung der Löslichkeit zweier Komponenten in der festen Phase (z. B. ZnS/MnS) und die Ermittlung der Kristallstrukturen typische Forschungsarbeiten, die später vertiefend fortgeführt wurden.

Ende 1955 verließ Herr Rabenau die Hochschule und wurde wissenschaftlicher Mitarbeiter am neu errichteten Aachener Zentrallaboratorium der Allgemeinen Deutschen Philips Industrie GmbH. Nach fünf Jahren war er bereits zum Prokuristen und stellvertretenden Direktor des Zentrallabors aufgestiegen. Die Aachener Arbeiten waren durch die Suche nach Ferroelektrika, nach Leitern mit negativem Temperaturkoeffizienten, nach Supraleitern sowie nach thermoelektrischen und elektroskopischen Systemen geprägt. Immer mehr kam Herr Rabenau zur Erkenntnis, daß zum Verstehen der physikalischen Vorgänge Einkristalle verwendet werden müssen. Unter diesem Gesichtspunkt wurden in Aachen der chemische Transport und die Hydrothermalsynthese für eine Vielzahl von Verbindungen untersucht und die entsprechenden Arbeitstechniken optimiert. Zum Beispiel wurden spezielle chemische Transportmethoden zur Züchtung homogener $\text{GaAs}_x\text{P}_{1-x}$ -Kristalle aus der Gasphase (Zweiphasensystem mit besonderer Temperaturführung) und CuS -Kristalle aus einer CuCl-CuBr -Schmelze (partieller Transport im Dreiphasensystem) entwickelt. Kristalle von vielen verschiedenen Substanzen (z. B. Gold , Te , Pb_5Se_6 , AuTe_2 , I, TeI) wurden unter hydrothermalen Bedingungen aus saurer Lösung in Quarzglasampullen durch eine speziell entwickelte Methode (CO_2 -Druckkompensation) erhalten. Die Züchtung von Gold-Einkristallen verhalf Herrn Rabenau zum ersten Fernseh-Auftritt.

Im Jahr 1963 habilitierte sich Herr Rabenau an der RWTH Aachen auf dem Gebiet der Festkörperchemie und wurde dort fünf Jahre später zum außerplanmäßigen Professor ernannt.

Nach Ablehnung eines Rufes 1969 auf den ordentlichen Lehrstuhl für Anorganische Chemie an der TH Hannover folgte er ein Jahr später der Berufung der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften zum wissenschaftlichen Mitglied und Direktor am gerade neu gegründeten Institut für Festkörperforschung in Stuttgart. Hier war sein Blick hauptsächlich auf ionenleitende Feststoffe ausgerichtet. Neben Tellursubhalogeniden sowie vielen verschiedenen binären und ternären Verbindungen, die Li^+ , Na^+ , Ag^+ , H^+ oder O^{2-} als Ion enthielten, stand vor allem die Erforschung des Lithiumnitrids im Vordergrund. Dabei lagen die Arbeitsschwerpunkte auf der Kristallsynthese, der Bestimmung der Phasengleichgewichte mit thermischen, elektrochemischen und röntgenographischen Methoden sowie auf der Ermittlung der Leitfähigkeitsmechanismen. Ergänzt wurden die systematischen Arbeiten durch die Untersuchung der Anwendbarkeit von galvanischen Feststoffzellen. In den letzten beiden Jahren wurden zusätzlich Hochtemperatursupraleiter erforscht.

Herr Rabenau war ein hochangesehener, international anerkannter Wissenschaftler auf dem Gebiet der Festkörperchemie, der zu zahlreichen internationalen Tagungen zum Vortrag eingeladen worden war. Seine mehr als 150 Veröffentlichungen, darunter mehrere bedeutende Übersichtsartikel, beschäftigten sich u. a. mit dem chemischen Transport, der Hydrothermalsynthese, dem Lithiumnitrid, den Tellursubhalogeniden und der Protonenleitung. Er war an der Gestaltung vieler internationaler Tagungen aus dem Bereich der Festkörperchemie maßgeblich beteiligt, organisierte in der Aachener Zeit die angesehenen Philips-Kolloquien über Festkörperchemie und im Jahr 1983 die 7. internationale Konferenz für Kristallwachstum (ICCG-7) in Fellbach. Herr Rabenau war Mitherausgeber der Zeitschriften: *Materials Research Bulletin*, *Journal of Solid State Chemistry*, *Revue de Chimie minérale* und *Reviews of Solid State Science*. Er war Mitglied der Bunsengesellschaft und Gesellschaft Deutscher Chemiker. Am Anfang der siebziger Jahre führte er den Vorsitz der Fachgruppe „Festkörperchemie“ der GDCh.

Bei der Auswahl seiner Mitarbeiter ließ er sich ohne Voreingenommenheit allein von ihrer wissenschaftlichen Eignung leiten. Viele Wissen-

schaftler aus verschiedenen Staaten hatten bei ihm in Stuttgart erfolgreich zusammen gearbeitet.

Mit Herrn Rabenau haben wir einen Wissenschaftler verloren, der unermüdet nach neuen Erkenntnissen strebte, dabei aber stets genügend Zeit fand, sich fachlichen und persönlichen Problemen seiner Mitarbeiter geduldig und hilfreich anzunehmen.

E. Schönherr

2.3 Nachruf auf Dr. Klaus Eberhard Breuer

Als Folge eines tragischen Verkehrsunfalls verstarb das DGKK-Mitglied K. E. Breuer am 29. April 1990 im Alter von 40 Jahren.

Obwohl gebürtiger Badener (Karlsruhe 1950), wurde sein weiterer Lebensweg von der bayerischen Landeshauptstadt bestimmt. Dort begann er nach dem Abitur am Oskar-von-Miller-Gymnasium (1970) und Ableistung seines Wehrdienstes 1971 mit dem Studium der Chemie an der Maximilian-Universität München, das er 1977 mit einer Diplomarbeit im Institut für Anorganische Chemie bei Prof. Dr. Armin Weiß abschloß.

Das Thema seiner Doktorarbeit „Über die Nitridierung des Siliciums“ war stark verknüpft mit der Grundbedingung höchster Reinheit für seine experimentellen Untersuchungen. Dies führte dazu, daß er den wesentlichen Teil seiner Arbeiten im Consortium für Elektrochemische Industrie, der Forschungsstätte der Wacker-Chemie in München, mit Hilfe geeigneter Einrichtungen durchführen konnte. Der Erfolg blieb nicht aus: Im Verlauf seiner Studien konnten sehr gut die grundsätzlichen Bedingungen zur Entstehung von α - und β - Si_3N_4 bei der Reaktion von elementarem Silicium mit N_2 bzw. NH_3 ermittelt werden, die lange Zeit ein Gegenstand kontroverser Diskussion gewesen waren.

Nach dem Abschluß dieser Arbeit 1981 trat Herr Breuer in die Wacker-Chemietronic GmbH in Burghausen ein und konnte dort unmittelbar seine Fachkenntnisse auf die Beschichtung von Schmelztiegeln mit Siliciumnitrid und -carbide über Gasreaktionen anwenden. Es gelang ihm in den Folgejahren, die hier ablaufenden chemischen Prozesse thermodynamisch zu untermauern. In jüngerer Zeit war der Schwerpunkt seiner Arbeiten die Entwicklung von Gasphasen-Epitaxieverfahren, speziell bei tiefen Temperaturen.

Wir verlieren in Klaus Eberhard Breuer einen Kollegen, dessen Arbeitsweise durch seine Unbestechlichkeit besonders charakterisiert war.

Erhard Sirtl

3 DGKK-Arbeitskreis „Oxide“

17 Teilnehmer, darunter erfreulicherweise je ein Kollege aus Halle und Jena, wurden zum 1. Treffen des DGKK-Arbeitskreises „Oxide“ (DGKK-AKOX) am 15. Juni 1990 in Hamburg vom Gastgeber, Prof. Gunßer, und von Prof. Tolksdorf begrüßt. Die Teilnehmer kamen überein, daß die Hauptaufgabe des AKOX die Information über „wer macht was und wo“ auf dem Gebiet der Oxidkristalle sein soll. Die Treffen sollten unregelmäßig nach Bedarf an verschiedenen Orten abgehalten werden. Der Gastgeber vor Ort bestimmt dabei zwangsläufig einen Schwerpunkt. Eine Besichtigung der Aktivitäten ist sehr erwünscht. Weitere Punkte von Interesse können bei Prof. Tolksdorf angemeldet werden. Die bei den Treffen entstehenden Kontakte sollen auf persönlicher Ebene ausgebaut werden. Spezielle Interessen, wie supraleitende Oxidkristalle mit hoher Sprungtemperatur, können und sollen durch gegebenenfalls zusätzliche Treffen von den jeweiligen Arbeitsgruppen intensiver verfolgt werden. Vorschläge greift Prof. Tolksdorf gerne auf. Bei der nächsten DGKK-Jahrestagung 1991 in Gießen sollen die Oxide unter anderem einen Schwerpunkt bilden. Die Mitglieder des Arbeitskreises „Oxide“ werden aufgefordert, entsprechende Vorträge anzumelden.

Anschließend fanden Laborbesichtigungen bei Prof. Gunßer und Dr. Petersen an der Universität Hamburg statt. Nach einem gemeinsamen Mittagessen wurden im Philips Forschungslaboratorium die Schmelzzüchtung von Dr. Mateika, die Fluxzüchtung und die LPE von Ferriten von Prof. Tolksdorf und die Elektronenstrahl-Mikroanalyse (EPMA) von Dr. Willich vorgeführt.

Es wurde beschlossen, das Anerbieten von Herrn Droste anzunehmen, ein Treffen im September zu organisieren. Dieses Treffen fand am 21. September in Rheine statt. Die Zahl von 31 Teilnehmern, davon vier aus Ostdeutschland, zwei aus Österreich und Prof. Rosenberger,

Huntsville, USA, zeigt deutlich das Interesse an dieser Veranstaltung. Erfreulich viele jüngere Kollegen aus der Umgebung nahmen die Gelegenheit zur Information und Kontaktaufnahme wahr. Der Vormittag war angefüllt mit Vorträgen über HT_c-Supraleiter (Prof. Altenburg, Steinfurt), Oxidkristalle für Laser und Substrate (Herr Droste, Ibbenbüren), elektrooptische Oxidkristalle (Dr. Hesse, Osnabrück) und Skulmelting von „Cubic Zirconia“ (Dr. Aßmus, Frankfurt/M). Der Firma AKZO sei an der Stelle nochmals für die Einladung zum gemeinsamen Mittagessen gedankt. Am Nachmittag fand eine Besichtigung des Materiallabors von Herrn Droste, AKZO International Research, in Ibbenbüren statt. Hierbei stand die vollautomatische Verneuil-Anlage im Mittelpunkt.

W. Tolksdorf

4.1 Kristallzüchtung am I. Physikalischen Institut der Justus-Liebig-Universität Gießen

D. Schwabe

Das Kristallzüchtungslabor wurde 1973 mit einer Czochralski-Anlage ausgerüstet, die bis heute die wesentliche Apparatur für Kristallzüchtung bei uns ist. Es handelt sich um eine Malvern-Anlage (MSR-4), die Züchtung in einer Quarzglas-Ziehkammer unter Schutzgas mit Atmosphärendruck erlaubt; aber sie kann mit einer Hochdruckkammer (etwa bis 100 Atmosphären) umgerüstet werden. Außerdem haben wir zu dieser Zieheinheit noch eine Ziehkammer gebaut, mit der sich Fluoride unter fluorierender Atmosphäre ziehen lassen. Diese Kammer erlaubt außerdem Bridgman-Züchtung. Zur Ausrüstung gehören weiterhin Rohröfen (einer bis 1800 °C) und ein Mehrzonenofen sowie ein Kammerofen bis 1800 °C. Mit der Czochralski-Anlage haben wir in den vergangenen Jahren verschiedene Volumenkristalle hergestellt, die für die physikalischen Untersuchungen am I. Phys. Inst. wichtig sind. Es handelt sich bei diesen Untersuchungen im wesentlichen um Spektroskopie an Lumineszenzzentren und um Elektronenspinresonanz an intrinsischen sowie extrinsischen Defekten. Die von uns hergestellten Materialien sind daher häufig dotiert.

Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeiten zu Kristallzüchtungsproblemen in Gießen sind die Studien zur Konvektion in Schmelzen, insbesondere zur Marangoni-Konvektion. Dazu gehören auch Experimente unter Schwerelosigkeit. Verschiedene Experimentalanlagen zum Studium der Marangoni-Konvektion haben wir selbst entwickelt und gebaut.

I. Hergestellte Materialien

In der Hochdruck-Czochralski-Anlage gelang es uns, ZnS und ZnSe nach Bridgman aus der Schmelze zu ziehen. Dazu wurde die Graphitampulle mit der Schmelze an der Ziehstange hängend durch eine speziell geformte Hochfrequenzspule nach unten abgesenkt. Das so aus der Schmelze kristallisierte Material ist kubisch-hexagonal verzwilligt, also polytypisch. Rein kubisches ZnS läßt sich nur bei Wachstumstemperaturen von unter 750 °C herstellen — d. h. über Transportreaktion aus der Gasphase —, während ZnS bei 1830 °C schmilzt. Es gelang uns, auch ZnS_{1-x}Se_x-Mischkristalle herzustellen und diese zu dotieren. Die spektrale Lage von verschiedenen Lumineszenzbanden ist von x (Bild 1) abhängig, und wir konnten so gewisse Lumineszenzbanden des reinen ZnSe mit den entsprechenden in ZnS korrelieren (J. Luminescence **18/19** (1979) 833 — 836, **22** (1980) 79 — 94). Außerdem bestimmten wir in ZnS die Verteilungskoeffizienten mehrerer Übergangsmetalle und von Pb und Sn (J. Crystal Growth **38** (1977) 8 — 12).

Ein Schwerpunkt des I. Phys. Inst. sind Untersuchungen an Leuchtstoffen. Dazu gehören neben ZnS auch CaWO₄ sowie andere Scheelite (BaWO₄ ... CaMoO₄). Von allen Scheeliten der CaWO₄-Gruppe wurden verschiedene dotierte Einkristalle nach Czochralski gezogen, in CaWO₄ die Verteilungskoeffizienten mehrerer Elemente bestimmt (J. Crystal Growth **36** (1976) 1—3) und Mischkristalle hergestellt (z. B. Pb(WO₄)_{1-x}(MoO₄)_x) (J. Crystal Growth **43** (1978) 537 — 540, **49** (1980) 349 — 356).

In Gießen erstmals einkristallin aus unstöchiometrischer Schmelze gezogen wurde Kobalt-Orthovanadat Co₃V₂O₈ (Journal de Physique, Colloque C7, suppl. no. **12**, **43** (1982) C7-253-C7-256).

Für eine gewisse Zeit beschäftigten wir uns auch mit Fluoriden. Nach Czochralski züchteten wir Seltenerd-dotiertes YLiF₄, und es gelang uns erstmals BiLiF₄ in einkristalliner Form zu ziehen. Zur Zeit ist unsere Czochralski-Anlage wieder für die Züchtung von Oxidkristallen eingerichtet.

II. Untersuchungen zur Marangoni-Konvektion

Diese Untersuchungen nehmen seit über zehn Jahren breiten Raum in unseren Arbeiten ein. Wir studieren die Marangoni-Konvektion in verschiedenen Konfigurationen, die viel mit Züchtungsmethoden aus der Schmelze zu tun haben (Bild 2). Marangoni-Konvektion tritt auf, wenn die Schmelze eine freie Oberfläche hat und wenn in Oberflächennähe Gradienten der Temperatur oder der Konzentration vorhanden sind. Dies ist für die Czochralski-Methode wie für Züchtung aus einem offenen horizontalen Boot oder für die Floating-Zone-Methode der Fall. Die freie Oberfläche der Schmelze bewegt sich vom Ort niedriger Oberflächenspannung (z. B. heiß) zum Ort größerer Oberflächenspannung (z. B. kalt) und erzeugt dadurch auch eine Strömung im Volumen. Von besonderer Bedeutung ist die Marangoni-Konvektion unter Schwerelosigkeit, wo der Auftrieb für die natürliche Konvektion wegfällt, aber auch im Labor auf der Erde ist der Marangoni-antrieb in Schmelzen wichtig (J. Physico Chem. Hydrodynamics **2** (1981) 263 — 280; Crystal/Growth Properties and Applications, Editor H. C. Freyhardt, Vol. 11 (1988) 75 — 112, Springer Verlag Berlin). Durch die Kopplung von Auftrieb und kapillaren Marangoni-Kräften können in Kristallzüchtungsschmelzen komplizierte Strömungsmuster entstehen.

Relativ früh gelang es uns, die große Bedeutung der Marangoni-Konvektion in Schmelzzonen aus Natriumnitrat (NaNO₃) experimentell zu zeigen, und wir fanden zeitabhängige Strömung (oszillatorische Marangoni-Konvektion), (J. Crystal Growth **43** (1978) 305 — 312, **46** (1979) 125 — 131). Eine Abschätzung verschiedener Kristallzüchtungsparameter zeigte, daß für viele Kristallzüchtungssysteme mit oszillatorischer Marangoni-Konvektion zu rechnen ist. Wir beobachteten Marangoni-Konvektion an NaNO₃ im offenen Boot (J. Crystal Growth **52** (1981) 435 — 449) und im Tiegel (J. Crystal Growth **65** (1983) 143 — 152). Liegen die typischen Dimensionen der Schmelze im Bereich weniger Zentimeter, ist bei NaNO₃ (einer typischen oxidischen Schmelze) immer mit dominierender Marangoni-Konvektion zu rechnen. Die Marangoni-Konvektion ist so stark, daß sich ein von ihr dominierter Oberflächenwirbel bildet, der von der schwächeren Auftriebskonvektion im Volumen separiert ist (J. Crystal Growth **97** (1989) 23 — 33). Bei der Czochralski-Technik gilt es zu bedenken, daß der Kristall von der Oberfläche „abgezogen“ wird, dem Bereich, in dem die Marangoni-Effekte dominieren.

Es gelang uns, die Existenz oszillatorischer Marangoni-Konvektion unter Schwerelosigkeit in einer Floating Zone nachzuweisen (Astronautica Acta **9** (1982) 265 — 273), und wir konnten die kritische Marangoni-Zahl für den Einsatz der Oszillationen unter Schwerelosigkeit messen (ESA SP-222 (1984) 281 — 289; Z. Flugwiss. Weltraumforschung **9** (1985) 21 — 28). Bei den kurzen, unter normaler Erdschwere stabilen Zonenlängen gibt es keine großen Unterschiede in der kritischen Marangoni-Zahl, wenn man Experimente unter Schwerelosigkeit mit solchen auf der Erde vergleicht. (J. Crystal Growth **99** (1990) 1258 — 1264). Eine Extrapolation der kritischen Marangoni-Zahl aus dem untersuchten Bereich großer Prandtl-Zahlen Pr auf $Pr = 0,03$ wie für Silizium ergibt für Silizium kritische Temperaturgradienten von nur 5 K cm⁻¹. Unsere Messungen an Modellen und Modellsubstanzen sind gut geeignet, um die Striations in den Silizium-Kristallen zu deuten, die unter Schwerelosigkeit gezüchtet wurden.

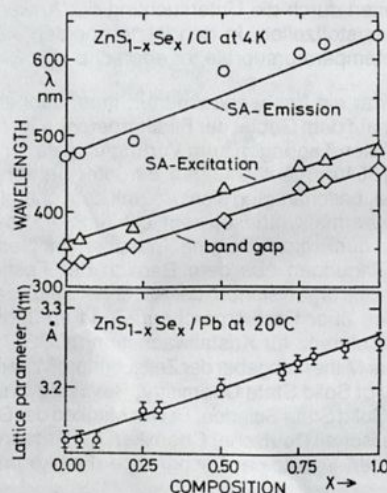


Bild 1: Spektrale Lage der selbstaktivierten Lumineszenz SA und Gitterparameter in Mischkristallen ZnS_{1-x}Se_x

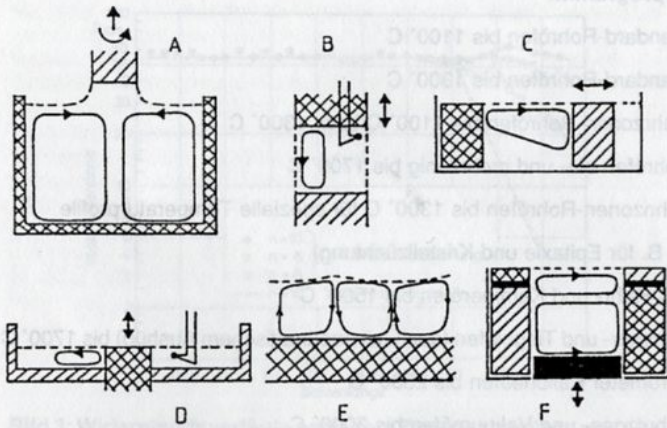


Bild 2: Geeignete geometrische Konfigurationen zur Untersuchung der Marangoni-Konvektion (freie Flüssigkeitsoberfläche: strichliniert, heiße Wand; kreuzschraffiert, kalte Wand: schraffiert).

- A - Czochralski-Tiegel (rotationssymmetrisch),
- B - Floating-Zone (rotationssymmetrisch),
- C - Offenes Boot (rechteckig),
- D - Seitlich beheizte dünne Flüssigkeitsschicht (rotationssymmetrisch),
- E - Von unten beheizte dünne Flüssigkeitsschicht (Bénard-Marangoni-Experiment),
- F - Offenes Boot mit Volumen- und Oberflächenheizern.

4.2 Wissenschaftsbereich NE-Metallurgie, Reinst- und Halbleiterwerkstoffe der Bergakademie Freiberg

1. Einleitung

Zu den bedeutsamen naturwissenschaftlichen Leistungen der Bergakademie Freiberg in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts gehören die Entdeckung der Elemente Indium und Germanium durch die Freiburger Professoren Reich und Richter bzw. Winkler /1, 2, 3, 4/. Seit dieser Zeit blieb u. a. die Entwicklung von Verfahren zur Erzeugung und Reinigung von technisch bzw. wissenschaftlich interessanten Elementen und Verbindungen ein wesentliches Ziel der Forschungsarbeit an der Bergakademie.

Dieser Tradition verbunden befaßt sich der Wissenschaftsbereich mit der Gewinnung und Raffination klassischer Nichteisenmetalle wie Cu, Zn, Pb, Ni, Sn sowie mit der Hochreinigung und Kristallzüchtung von Halbleitermaterialien.

Die Arbeiten werden von der Industrie bzw. durch Forschungsprojekte finanziert und stehen in direkten Beziehungen zu den Lehraufgaben des Wissenschaftsbereiches. Seit 1965 wurden zu Themen der Hochreinigung und Kristallzüchtung mehr als 250 studentische Belege und Dissertationen angefertigt. Als Ausbildungsschwerpunkte standen dabei die Korrelationen zwischen Thermodynamik, Prozeßmodell, Hochreinigung, Kristallzüchtung und Kristallqualität im Mittelpunkt.

Die Entwicklungen zu den Halbleiterwerkstoffen begannen 1960 mit Untersuchungen der Zonenraffination von Germanium und konzentrieren sich heute vor allen Dingen auf die Gruppe der III-V-Verbindungen. Diese Arbeiten am Wissenschaftsbereich werden gestützt durch eine wissenschaftliche Kooperation mit den Sektionen Physik (elektrische und optische Eigenschaften), Werkstoffwissenschaften (Realstruktur) und Automatisierung (Meß- und Regelungstechnik).

Anhand von ausgewählten Beispielen und Resultaten wird im folgenden eine Übersicht über die wichtigsten Arbeitsrichtungen des Wissenschaftsbereiches gegeben.

2. Hochreinigung von Elementen

2.1 Zonenschmelzen von Germanium

Das Zonenschmelzen wird bekanntlich als Raffinationsverfahren dann eingesetzt, wenn höchste Reinheiten benötigt werden, wie z. B. bei Germanium, Cadmium oder Tellur für Anwendungen in der Mikroelektronik /5/.

Die Raffinationswirkung des Verfahrens ist durch die Verteilungskoeffizienten der Verunreinigungen bedingt, die Werte von $k > 10$ bis $k < 10^{-5}$ annehmen können.

Unter Berücksichtigung von Korrelationen bezüglich der Stellung der Fremdelemente im Periodensystem der Elemente lassen sich die Verteilungskoeffizienten systematisch darstellen und Schlußfolgerungen hinsichtlich der Anwendbarkeit des Zonenschmelzprozesses ableiten /6/. Bild 1 zeigt am Beispiel des Systems Germanium/Beimengung, daß für $k < 1$ speziell die Elemente Ga, P, Al und Be ein ungünstige Verhalten aufweisen /6/. Aus Bild 1 können auch unbekannte oder unsichere k -Werte vorausgesagt bzw. präzisiert werden, so sind für Lanthanoide Verteilungskoeffizienten von $k : 10^{-6}$ zu erwarten. Der klassische Zonenschmelzprozeß ist in seiner Raffinationswirkung durch die sogenannte Grenzverteilung eingeschränkt /5, 7/. Beim Zonenschmelzen mit Materialabführung wird diese Begrenzung aufgehoben (Bild 2). Voraussetzung für dessen Anwendung ist eine Schiffchenkonstruktion, die das Abtrennen nach jedem Durchgang automatisch und zur Vermeidung einer Wiederverunreinigung ohne Trennwerkzeuge vollziehen kann. In der entwickelten Anlage läuft in der Endphase einer Zonenwanderung das stark verunreinigte Material bis zur Kapillare, reichert sich durch das Fortschreiten der Phasengrenze weiter mit Verunreinigungen an und fließt in einem durch technologische Parameter wählbaren Anteil in den Sammelraum. Das Verfahren ermöglicht folgende technologische Verbesserungen (Bild 3):

- Erhöhung der Ausbeute
- Verringerung der erforderlichen Zonendurchgänge
- Herstellung von superreinem Material.

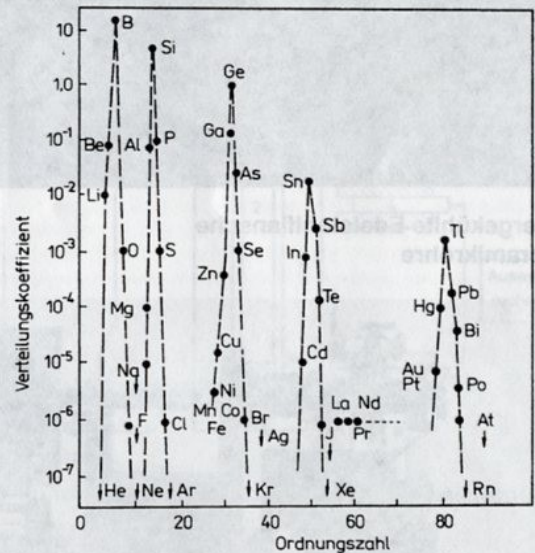


Bild 1: Verteilungskoeffizienten von Germaniumverunreinigungen als Funktion der Ordnungszahl

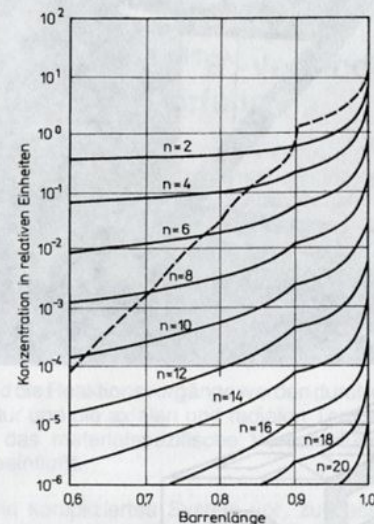
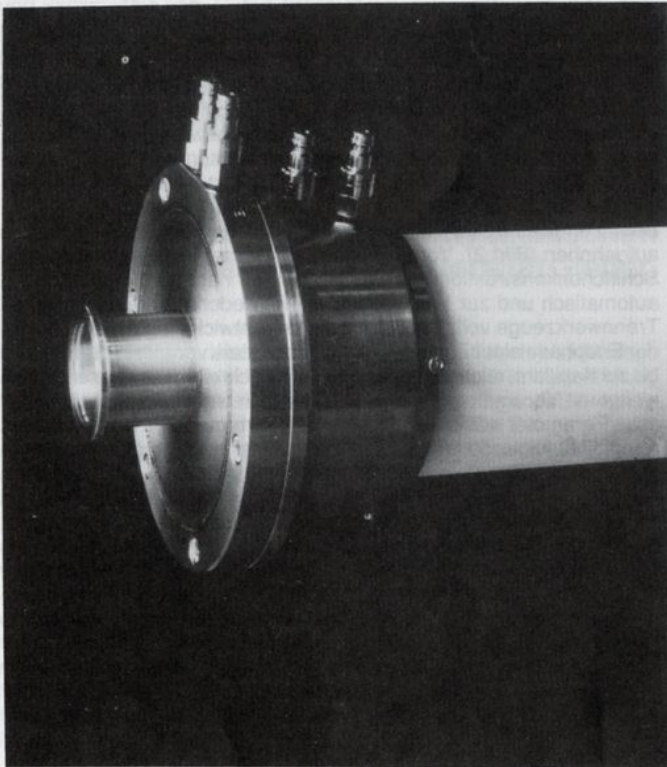


Bild 2: Konzentrationsprofile beim Zonenschmelzen mit Materialabführung ($k = 0,15$; $b = 0,1$; - mit Material; - - ohne Materialabführung)

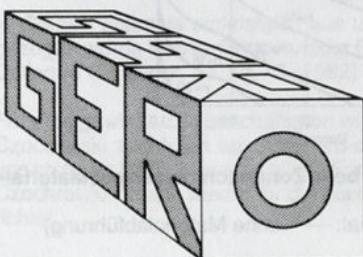
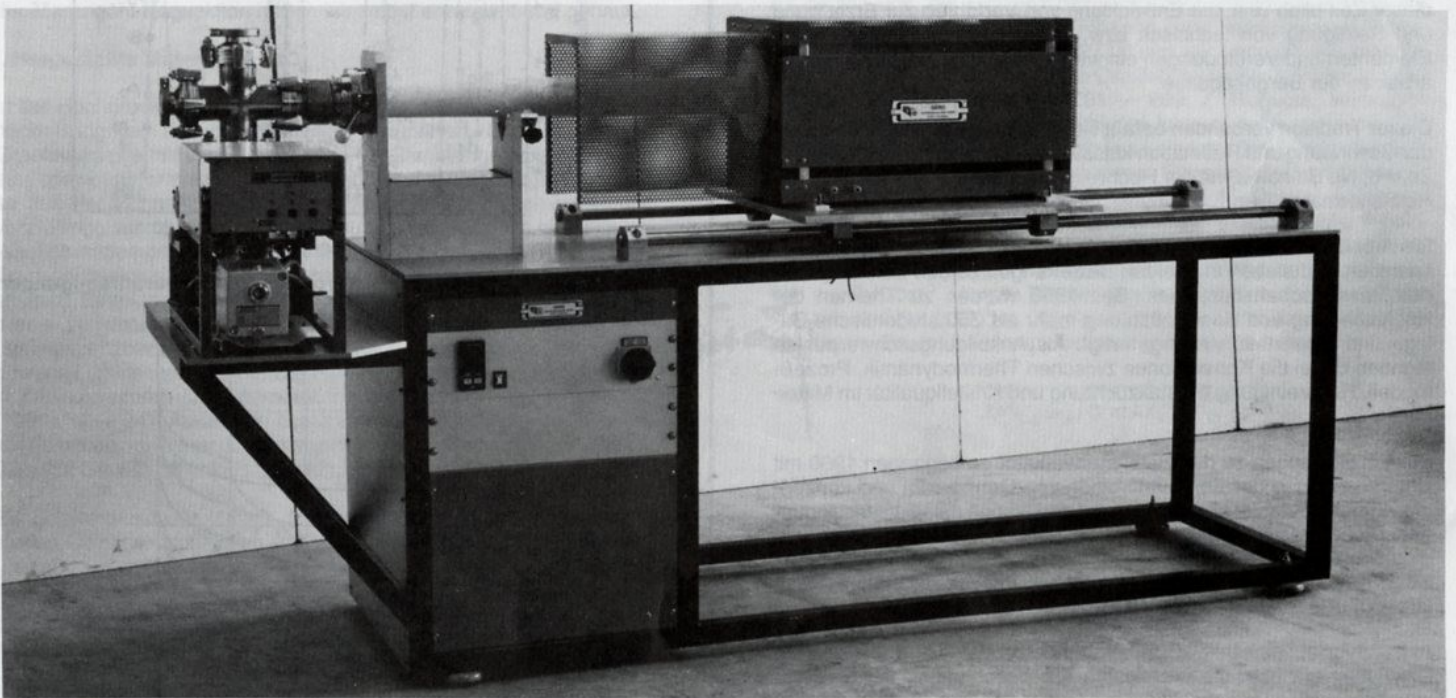
- Hochtemperaturöfen
- Anlagen zur thermischen Materialbehandlung und Kristallzüchtung



Wassergekühlte Edelstahlflansche für Keramikrohre

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 Kalibrieöfen bis 2300° C
- Schutzgas- und Vakuumöfen bis 3000° C
- Lichtbogenöfen und Schmelzanlagen
- Bewegungseinrichtungen für Öfen und Proben
- Zonenschmelzanlagen
- Kristallziehanlagen (Bridgman und Czochralski)
- Wärmerohr (heat pipes)
- Sonderöfen- und Anlagenbau
- Sämtliche Temperatur- und Motorregeleinheiten
- X-Y-Schreiber (Ein- und Mehrkanal, auch mit Nullpunktunterdrückung)
- Diamantdrahtsägen zur Kristallpräparation
- Laboröfen unter oxidierender Atmosphäre bis 2000° C
- Wassergekühlte Edelstahlflansche
- TPM Temperaturprofileeinrichtung
- Mikrowellen-Plasmaanlagen



GERO Hochtemperaturöfen GmbH

Monbachstraße 7
 D-7531 Neuhausen
 Tel. 0 72 34 / 61 36
 Telefax 0 72 34 / 53 79
 Telex 7 83 309 gero d

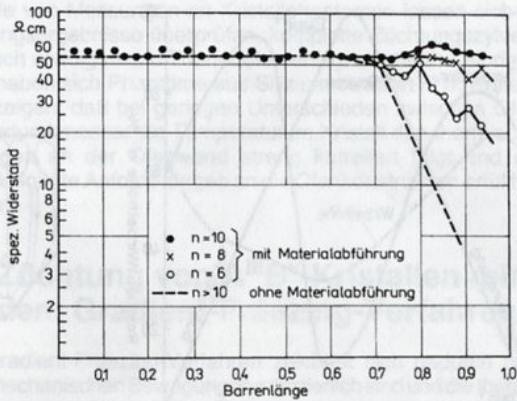


Bild 3: Widerstandsverläufe nach dem Zonenschmelzen von Germanium

2.2. Herstellung von hochreinem rotem Phosphor

Hochreiner Phosphor dient u. a. zur Herstellung halbleitender A^{III}B^V-Verbindungen, z. B. von GaP und InP. An der Bergakademie Freiberg erfolgte eine Verfahrensentwicklung zur Darstellung dieses Elementes durch Reduktion von destillativ hochgereinigtem Phosphortrichlorid mittels Wasserstoff. Auf der Grundlage einer thermodynamischen Analyse des Systems P-H-Cl wurden die optimalen, eine hohe Ausbeute sichernden Bedingungen (Temperatur, Molverhältnis H₂/PCl₃, Durchsatzleistung der Reduktionsanlage) ermittelt /8/. Des weiteren erfolgten Untersuchungen zur Entwicklung einer Technologie für die Umwandlung des weißen Reinstphosphors in die besser handhabbare Modifikation. Es konnte auch im Zusammenhang mit der Synthese halbleitender Phosphide nachgewiesen werden, daß der röntgenamorphe Phosphor das günstigere Verdampfungsverhalten zeigt (Bild 4) /9/. Bezüglich der umfangreichen Arbeiten zur Hochreinigung von Zink wird auf die publizierten Resultate aus dem Wissenschaftsbereich verwiesen /10, 11/.

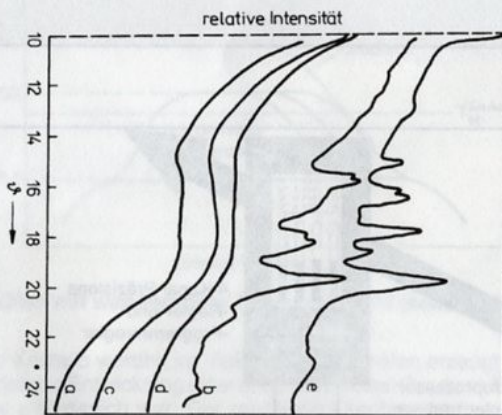


Bild 4: Röntgendiffraktogramm von rotem Phosphor
 a kompakter Phosphor, Spurenmetalle Freiberg
 b schwammig-poröser Phosphor, Spurenmetalle Freiberg
 c kompakter Phosphor, Hoechst-AG
 d glasartiger, aus der Gasphase kondensierter Phosphor
 e schwammig-poröser Phosphor, Spurenmetalle Freiberg

3. Züchtung und Eigenschaften von A^{III}B^V-Verbindungen

3.1 Dampfdruckmessung

A^{III}B^V-Verbindungen enthalten mit Arsen bzw. Phosphor eine leichtflüchtige Komponente, deren Gleichgewichtsausdruck am Schmelzpunkt der jeweiligen Verbindung z. T. über 2 MPa (Phosphide) liegt. Es ist bekannt, daß die Stöchiometrie der A^{III}B^V-Verbindungen und deren damit korrelierenden physikalischen Eigenschaften durch den Druck der Komponente B bei der Kristallzüchtung aus der Schmelze stark

beeinflusst wird. für das System Ga-GaAs liegen zahlreiche Angaben über die Temperaturfunktion des As-Gleichgewichtsdruckes in der Nähe des stöchiometrischen GaAs vor. Diese reichen von 80 bis 230 kPa /12/.

Davon ausgehend beschäftigen wir uns auf der Basis umfangreicher Erfahrungen zur Thermodynamik und zur Dampfdruckmessung in Mehrstoffsystemen mit einer leichtflüchtigen Komponente /13/ mit Dampfdruckmessungen mittels Kieselglas-Membranmanometer, bevorzugt am System Ga-GaAs. Die dafür entwickelte Apparatur gestattet es z. B., den As-Druck über einer Substanz bis zu Probertemperaturen von 1250 °C zu messen. Der maximal meßbare Dampfdruck beträgt 110 kPa.

Mit Hilfe des Kieselglas-Membranometers können neben Messungen des Gleichgewichtsdampfdruckes auch kinetische Probleme, wie z. B. die Geschwindigkeit der Ausdampfung flüchtiger Bestandteile aus Schmelzen verfolgt werden /12, 14/.

Daneben konnten mit Hilfe dieser Methode Informationen über das Verdampfungsverhalten von rotem Phosphor im Temperaturbereich von 280 bis 420 °C gewonnen werden /9/. Neben Gesamtdruckmessungen leichtverdampfbarer Komponenten aus Mehrstoffsystemen werden am Institut auch Dampf- und Parialdruckmessungen unter Einsatz radioaktiver Isotope durchgeführt. Derartige Untersuchungen dienen z. B. der Ermittlung von Aktivitäten ausgewählter Dotierungselemente, wie z. B. Zink in A^{III}B^V-Systemen. das Meßprinzip zeigt Bild 5, mit dem auch in situ-Messungen unter züchtungsnahen Bedingungen möglich sind /15/. Die Vorteile der Methode bestehen des weiteren darin, daß kontinuierliche Messungen bei veränderlichen Temperaturen die Ermittlung thermodynamischer Aktivitäten und die Erfassung sehr niedriger Partialdrucke bei Gesamtdrücken von P < 200 kPa im geschlossenen System bei Temperaturen bis zu 1 250 °C möglich werden /16/.

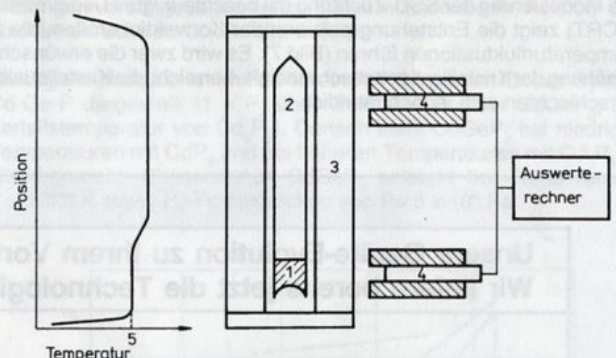


Bild 5: Prinzip der Partialdruckmessung mit radioaktiven Isotopen
 1 Probe
 2 Gasraum
 3 Ofen
 4 Detektor
 5 Meßtemperatur

3.2 Züchtung von A^{III}B^V-Verbindungen mit dem SSD-Verfahren

Das SSD-Verfahren (Synthesis-Solute-Diffusion) stellt eine nahezu universelle Synthese- und Züchtungsmethode für Verbindungen, die sich aus leicht- und schwerflüchtigen Komponenten zusammensetzen, dar. Am Wissenschaftsbereich wurde dieses Verfahren zur Herstellung verschiedener III-V-Verbindungen wie InP, InAs, GaP und GaAs angewandt. Das Ziel der Untersuchungen bestand darin, verschiedene III-V-Verbindungen im Labormaßstab unter vergleichbaren Bedingungen und bei niedrigen Temperaturen herzustellen sowie durch umfangreiche physikalische Messungen zu charakterisieren.

Die Kinetik und die Reaktionsvorgänge werden durch die Absolutwerte der Temperatur und die axialen und radialen Temperaturgradienten sowie durch das materialspezifische Verdampfungsverhalten des Phosphors beeinflusst.

Damit liegt ein kompliziertes System vor, zu dessen Verständnis entsprechende thermodynamische Analysen und auch gut angepaßte Modellvorstellungen erforderlich sind. Die dazu durchgeführten Untersuchungen führten zu einer sogenannten Standardtechnologie /16, 17/.

3.3 Prozeßmodellierung

Sowohl das im Labormaßstab genutzte SSD-Verfahren als auch die Varianten der Bridgmantechnik sind sehr zeitaufwendige, kaum direkt beobachtbare und von zahlreichen Faktoren beeinflusste Prozesse. Aus diesen Gründen kann durch experimentelle und rechnerische Modellierung der Forschungsaufwand entscheidend verringert werden. Für das SSD-Verfahren /17/ wurde ein Rechnermodell mit dem Ziel der Ermittlung von Korrelationstrends für die wichtigsten Prozeßparameter entwickelt, das von der Dominanz des diffusiven Stofftransportes ausgeht /18/. Mit den damit erzielten Ergebnissen gelingt es, optimale Züchtungsbedingungen vorauszusagen und Resultate zu interpretieren (Bild 6) /19/.

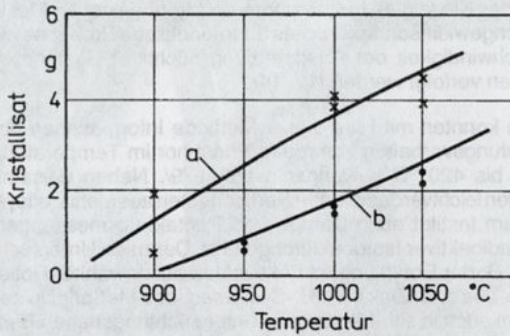


Bild 6: Einfluß der Kristallisationstemperatur und der Temperaturdifferenz in der Schmelze auf die auskristallisierte Probenmenge
 Parameter a $\Delta T = 75 K$, b $\Delta T = 40 K$;
 – berechnet; * experimentell bestimmt

Die Modellierung der SSD-Züchtung mit beschleunigter Tiegelrotation (ACRT) zeigt die Entstehung pulsierender Konvektionsrollen, die zu Temperaturfluktuationen führen (Bild 7). Es wird zwar die erwünschte Erhöhung der Kristallisationsgeschwindigkeit erreicht, die Kristallqualität verschlechtert sich jedoch merklich.

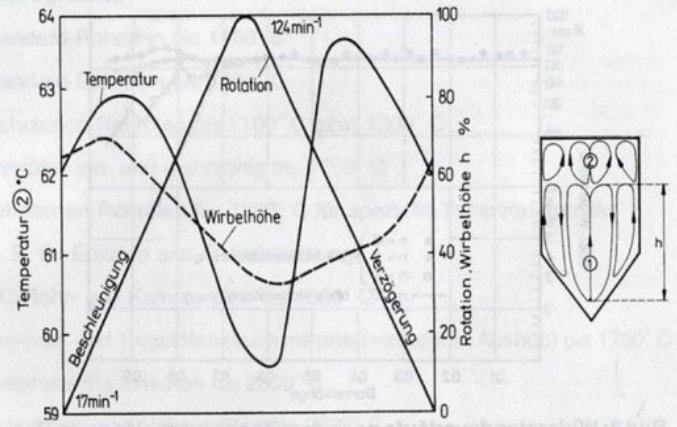
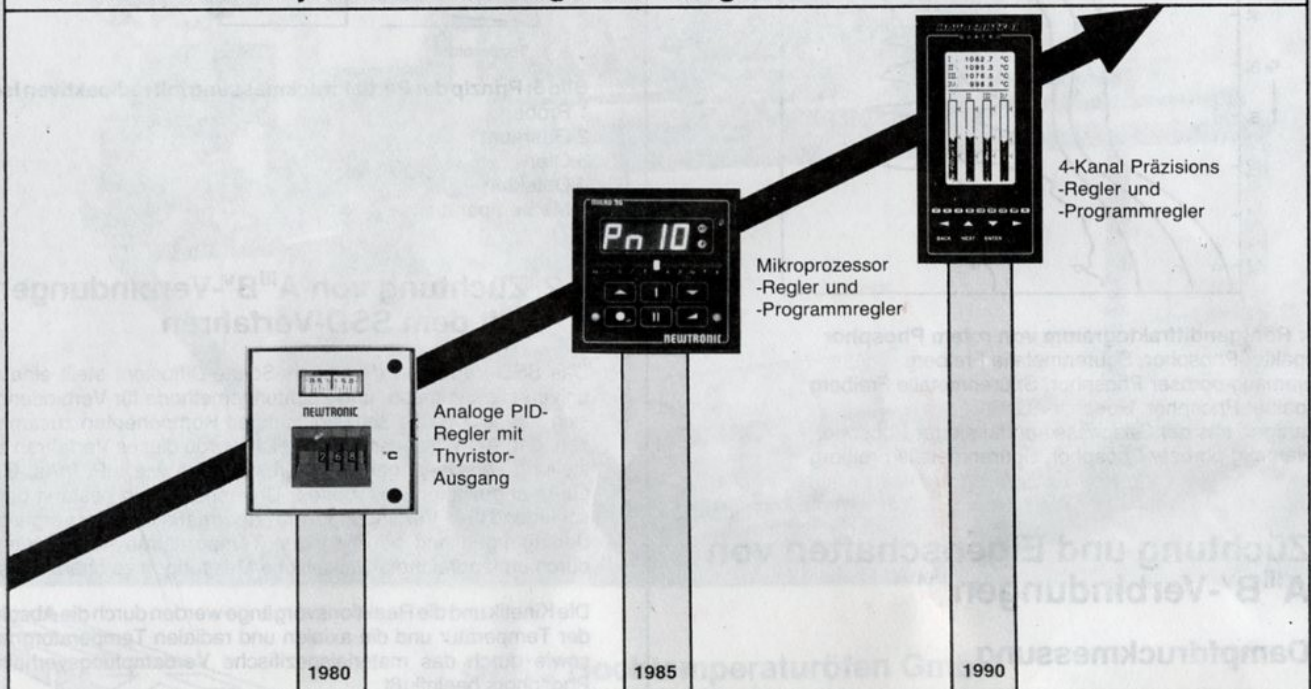


Bild 7: Bedingungen bei Anwendung der beschleunigten Tiegelrotation (ACRT)

- a schematischer Strömungsverlauf im SSD-Tiegel
- 1 Zentralwirbel
- 2 Position der Temperaturmessung
- b T Temperaturverlauf
- h Höhe des Zentralwirbels
- U Rotationsgeschwindigkeit

Bei der mathematischen Modellierung der Kristallzüchtung durch gerichtete Kristallisation (Varianten des Bridgman-Prinzips) konzentrieren sich die Arbeiten am Wissenschaftsbereich auf technologische Probleme des Gradient-Freezing-Verfahrens (optimale Gestaltung von Vielzonenöfen, Zeit-Temperatur-Matrix für spezielle Züchtungsaufgaben) /20/. Die Ergebnisse zeigen eindeutig, daß bei flachen Temperaturgradienten an der Phasengrenze in der Probe starke Abweichungen vom äußeren Temperaturprofil und für ungünstige Verhältnisse von Temperaturgradient, Überhitzungstemperatur und Heizonenlänge Schwankungen der Kristallisationsgeschwindigkeit auftreten. Diese sind Anlaß für Kristallisationsstörungen.

Unsere Geräte-Evolution zu Ihrem Vorteil!
Wir liefern bereits jetzt die Technologie von morgen!



NOVOCONTROL →

NOVOCONTROL GmbH
 Postfach 2110 5431 HUNDSANGEN
 Tel.: 0 64 35 / 70 06/7 Telefax: 0 64 35 / 60 24

Mit Hilfe von Messungen an Kristallphantomen lassen sich die Berechnungsergebnisse überprüfen, komplette Züchtungszyklen meßtechnisch verfolgen und Thermoelemente prozeßnah kalibrieren. Für GaAs haben sich Phantome aus Silizium bewährt /21/. Erste Ergebnisse zeigen, daß bei geringen Unterschieden zwischen Ofen- und Probendurchmesser die Temperatur im Kristall den thermischen Bedingungen an der Ofenwand streng korreliert folgt und dadurch exakt definierte Anforderungen an die Ofenkonstruktion erfüllt werden müssen.

3.4 Züchtung von A^{III}B^V-Kristallen mit dem Gradient-Freezing-Verfahren

Das Gradient-Freezing-Verfahren zeichnet sich dadurch aus, daß keine mechanischen Bewegungen erforderlich sind und die thermischen Bedingungen während des Gesamtprozesses an jeder Stelle des Kristalls optimal gewählt werden können /22/. Vom Wissenschaftsbereich wurden in Zusammenarbeit mit anderen Bereichen (Sektionen Physik und Maschinen- und Energietechnik der Bergakademie, Spurenmetalle Freiberg) GF-Anlagen zur Züchtung von versetzungsarmen GaAs-Kristallen entwickelt und im Routinebetrieb eingesetzt. Zur Herstellung kleiner Kristalle dient ein Doppelofen, bestehend aus einem Außenofen zur Erzeugung einer Basistemperatur unterhalb des Schmelzpunktes und aus dem Mehrzonen-Innenofen zur Realisierung des eigentlichen Wanderfeld-Vorganges (Bild 8) /23/.

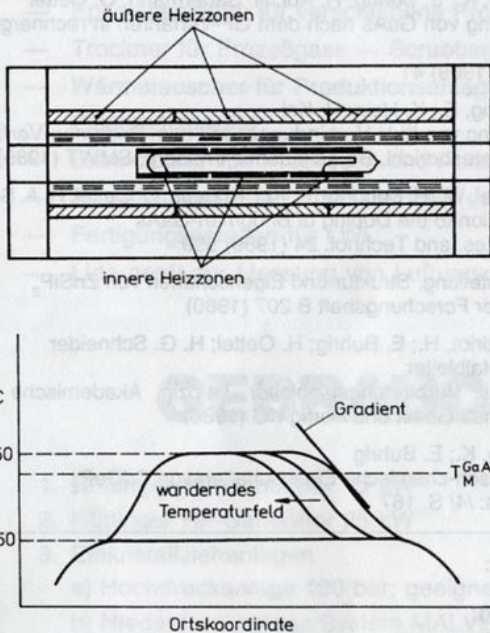


Bild 8: Ofen mit wanderndem Temperaturfeld (schematisch)

Größere Kristalle werden im Vielzonen-Einrohrföfen erzeugt, zu dessen Betrieb die Entwicklung einer anspruchsvollen Gradient-Freezing-Software erforderlich war. Der realisierte Durchmesserbereich liegt zwischen 10 und 60 mm.

Die mit diesen Anlagen durchgeführten Untersuchungen betrafen Optimierungsaspekte der thermischen Bedingungen, der Dotierung, der Dampfdruck- bzw. Stöchiometrieverhältnisse, der Versetzungsdichte und der chemischen Reinheit /24, 25/.

Bei präziser Einhaltung der durch die Experimente ausgewählten Bedingungen und technologischen Vorschriften gelingt die Züchtung von Einkristallen, die in großen Bereichen vollkommen versetzungsfrei sind. Das gilt auch bei Anwendung des experimentell einfachen Züchtungsverfahrens mit völlig verdampfender As-Quelle (Zuwaageverfahren).

Hinsichtlich der thermischen Bedingungen kann der in Bild 9 dargestellte Zusammenhang zwischen Kristallisationsgeschwindigkeit (dx/dt), Temperaturgradient (dT/dx), Temperaturänderung (dT/dt) und der Begrenzung für ein stabiles Wachstum (dx/dt_{max}) zur Ableitung von Züchtungsparametern in erster Näherung dienen.

Die Weiterführung der Arbeiten zielt auf die Aufklärung ausgewählter Fragen des vertikalen Gradient-Freezing-Verfahrens ab.

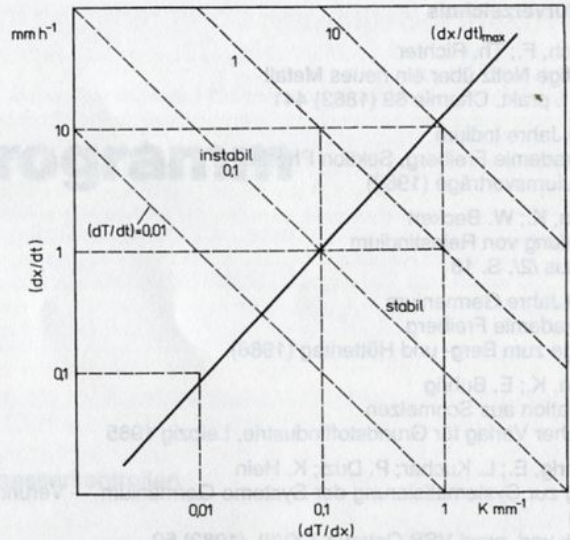


Bild 9: Temperaturgradient, Abkühlrate und Kristallisationsgeschwindigkeit beim GF-Verfahren

4 Herstellung von II-IV-V₂-Verbindungen

Die Züchtung von II-IV-V₂-Verbindungen besitzt im internationalen Maßstab noch Laborcharakter. Ein großes Problem bei der Herstellung dieser Verbindungen ist das Auftreten parasitärer II-IV- und IV-V-Phasen /26, 27/. Durch thermodynamische Rechnungen können jedoch die Bedingungen für die Züchtung phasenreiner II-IV-V₂-Verbindungen vorausgesagt werden. Dabei müssen die P-, As-, Cd- und Zn-Partialdrücke berücksichtigt werden.

Als Ergebnisbeispiel ist im Bild 10 ein P-T-Diagramm für das System Cd-Ge-P dargestellt (1 = P₄ über GeP; 2 = P₄ über CdGeP₂; 3 = Zerfallstemperatur von Cd₃P₂). Danach steht CdGeP₂ bei niedrigen Temperaturen mit CdP₂ und bei höheren Temperaturen mit Cd₃P₂ im Gleichgewicht. Phasenreines CdGeP₂ entsteht bei Temperaturen T > 1020 K sowie P₄-Partialdrücken von P > 5 × 10⁴ Pa.

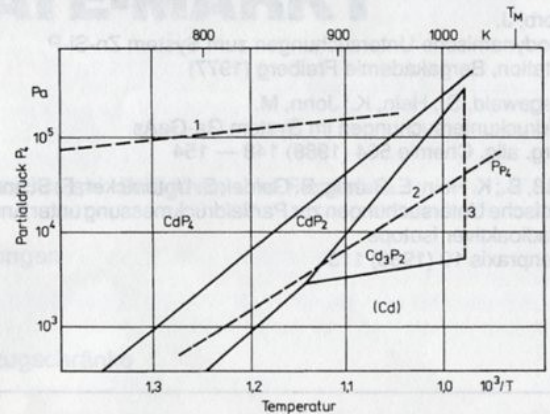


Bild 10: P-T-Gleichgewichte im System Cd-Ge-P

Als universelle Züchtungsmethoden für II-IV-V₂-Verbindungen (Kompaktkristalle) können der Gasphasentransport mit Cl₂ bzw. I₂ als Transportmittel sowie die Hochtemperatur-Lösungskristallisation mit Zn, Sn oder Cd als Lösungsmittel angesehen werden. Zu den am Wissenschaftsbereich hergestellten Verbindungen gehören ZnSiP₂, ZnGeP₂, ZnSiAs₂, CdGeP₂, ZnSnAs₂ und ZnSnP₂ /28/.

5 Ausblick

Bedingt durch die Verbindung von Lehr- und Forschungsaufgaben wird sich der Wissenschaftsbereich für NE-Metallurgie, Reinst- und Halbleiterwerkstoffe der Bergakademie Freiberg auch in Zukunft mit der Thermodynamik, Modellierung und Technologie von Kristallzüchtungsprozessen und Hochreinigungsverfahren befassen. Zur Zeit laufen insbesondere Untersuchungen zu den thermischen und thermodynamischen Grundlagen des vertikalen Gradient-Freezing-Verfahrens, speziell für GaAs.

Literaturverzeichnis

- /1/ Reich, F.; Th. Richter
Vorläufige Notiz über ein neues Metall
Journ. f. prakt. Chemie 89 (1863) 441
- /2/ 125 Jahre Indium
Bergakademie Freiberg, Sektion Physik
Kolloquiumsvorträge (1988)
- /3/ Hein, K.; W. Beckert
Herstellung von Reinstindium
entn. aus /2/, S. 18
- /4/ 100 Jahre Germanium
Bergakademie Freiberg
Vorträge zum Berg- und Hüttag (1986)
- /5/ Hein, K.; E. Buhrig
Kristallisation aus Schmelzen
Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1985
- /6/ Buhrig, E.; L. Kuchar; P. Duzi; K. Hein
Beitrag zur Systematisierung der Systeme Germanium — Verunreinigung
Sbornik ved. praci VSB Ostrava XXVIII, (1982) 59
- /7/ Hein, K.; E. Buhrig; E. Löchtermann
Hochreinigung von Germanium durch Zonenschmelzen mit Materialabführung
entn. aus /4/; S. 73
- /8/ Schink, D.; Hein, K.; John, M.
Beitrag zur Technologie der Reinstphosphorgewinnung
Chem. Techn. 37 (1985) 520 - 522
- /9/ John, M.; Hein, K.
Beitrag zur Untersuchung des Verdampfungsverhaltens von rotem Phosphor
Chem. Techn. 38 (1986) 26 — 30
- /10/ Richter, S.
Dissertation, Bergakademie Freiberg (1986)
- /11/ John, M.; Hein, K.
Herstellung von hochreinem Zink
Neue Hütte 21 (1976) 270 — 273
- /12/ Hegewald, S.
Dissertation, Bergakademie Freiberg (1990) (in Vorbereitung)
- /13/ Korb, J.
Thermodynamische Untersuchungen zum System Zn-Si-P
Dissertation, Bergakademie Freiberg (1977)
- /14/ Hegewald, S.; Hein, K.; John, M.
Dampfdruckuntersuchungen im System Ga-GaAs
Z. anorg. allg. Chemie 564 (1988) 148 — 154
- /15/ Süß, B.; K. Hein; E. Buhrig; B. Geidel; S. Unterricker; F. Schneider
Methodische Untersuchungen zur Partialdruckmessung unter Anwendung radioaktiver Isotope
Isotopenpraxis 19 (1983) 113

- /16/ Koi, H.
Das Verhalten von Zink, Schwefel und Zinn bei der Synthese von GaP nach dem SSD-Verfahren
Dissertation A, Bergakademie Freiberg (1986)
- /17/ Weinert, B.
Kristallzüchtung von GaP nach dem SSD-Verfahren
Dissertation A, Bergakademie Freiberg (1986)
- /18/ Weinert, B.; K. Hein; E. Buhrig
Crystal Res. and Technol. 20 (1985) 1055
- /19/ Weinert, B.; K. Hein; E. Buhrig
Modelltechnische Untersuchungen zu Strömungsvorgängen bei der Kristallzüchtung nach dem SSD-Verfahren
Neue Hütte 33 (1988) 429
- /20/ Deus, P.; M. John; H. Krause; H. Saueremann
Crystal Res. and Technol. 23 (1988) 567
- /21/ Hein, K.; E. Buhrig; H. Göhler; T. Richter
Modellierung der thermischen Bedingungen beim Gradient-Freezing-Prozeß mit Phantomen
(1990) in Vorbereitung
- /22/ Saueremann, H.
Ein Beitrag zur Simulation und Steuerung von Temperaturfeldern in horizontalen Kristallzüchtungsanlagen
Dissertation A, Bergakademie Freiberg (1988)
- /23/ Hein, K.; E. Buhrig; H. Koi; H. Saueremann; O. Oettel
Herstellung von GaAs nach dem GF-Verfahren in rechnergestützten Anlagen
Metall 1 (1989) 41
- /24/ Buhrig, E.; K. Hein; H. Koi
Herstellung von III-V-Verbindungen mit dem Bridgman-Verfahren
Wiss. Jahresbericht, Bergakademie Freiberg, SMWT (1985) 68
- /25/ Siegel, W.; H. Boudriot; H. Koi; K. Deus; O. Oettel; H. A. Schneider
Contribution to the Doping of Bridgman-GaAs
Crystal Res. and Technol. 24 (1989) 999
- /26/ Herstellung, Struktur und Eigenschaften von ZnSiP₂
Freiberger Forschungsheft B 207 (1980)
- /27/ Boudriot, H.; E. Buhrig; H. Oettel; H. G. Schneider
II-IV-V₂-Halbleiter
entn. aus: Verbindungshalbleiter, Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft Geest und Portig KG (1986)
- /28/ Hein, K.; E. Buhrig
Physikalisch-chemische Eigenschaften von CdGeP₂
entn. aus: /4/ S. 167

Autoren:

K. Hein;
E. Buhrig;
M. John;
H. Koi

Stellenanzeige

Suche Möglichkeit zur Zusammenarbeit oder neuen Arbeitsbereich

Dipl.-Kristallograph, Diplom 7/1988 an der Humboldt Universität Berlin, ortsungebunden.

Erfahrungsbereiche: Bulk-Züchtung von II-VI (THM); Czochralski-Züchtung von LiNbO₃; Epitaxie von II-VI auf III-V-Substraten.

Bisheriges Ziel war die Promotion mit dem Thema: 'Czochralski-Züchtung von LiNbO₃ in optischer Qualität — Untersuchungen zur Bildung von strukturellen Defekten im Züchtungsprozeß'

Zur Zeit erhalte ich aber keine Unterstützung mehr. Wer hat an dieser Arbeit Interesse und kann sie unterstützen? Wo kann ich in einem anderen Bereich eine Promotion durchführen?

Ingo Baumann, Erlenhof 49, O-1585 Potsdam.



VERTRIEBS-GmbH
für industrielle
PRODUKTIONSANLAGEN

Unser Lieferprogramm

- Kristalle für optische Anwendungen:
CaF₂, MgF₂, Alkalihalogenide, GaAs, GaP, InP
- metallische Einkristalle, polykristallines GaAs undotiert
- weiteres Kristallmaterial auf Anfrage
- Einkristallziehenanlagen nach Ihren Spezifikationen:
Bridgman, Czochralski, Floatzone
- Komponenten für den Aufbau von Kristallziehenanlagen:
Ziehköpfe, Tiegelrotations- und Hubeinrichtungen, Durchmesserkontrollen
- Tiegelmaterial aus Glaskohlenstoff und PBN
- Laborsägen, Innenloch und peripher
- Poliermaschinen
- Hochtemperaturöfen
- Epitaxieanlagen für verschiedene Prozesse
- Trockner für Prozeßgase — Scrubber für Abgase
- Wärmetauscher für Produktionsanlagen (W/L — WW)
- Plasmaätzgeräte
- Entwicklung von Prozessen und Aufbau von Anlagen nach Kundenspezifikation
- Prozeßautomatisierungen der GFV mbH
- Fertigungsanlagen für LWL
- Lidargerät zur Messung von Luftverschmutzung

GEBRAUCHTGERÄTE-MARKT

1. Hüttinger HF-Generator 15 kW
2. Hüttinger HF-Generator 25 kW
3. Einkristallziehenanlagen
 - a) Hochdruckanlage 100 bar; geeignet für Arbeiten nach Czochralski, Bridgman und Floatzone
 - b) Niederdruckanlage System MALVERN
4. Verschiedene Vakuumkessel mit Flanschen und Durchführungen
5. Heißpresse für Forschungsaufgaben
6. Rohröfen sowie Mehrzonenöfen mit und ohne Steuerungen
7. Verschiedene Ventilationseinheiten für Flow-Boxen und Abzugschränke
8. Dreideck-Dreizonenöfen
9. Verschiedene Schleif- und Poliermaschinen
10. Balzers Aufdampfanlage mit Turbopumpstand
11. Innenlochsägen für 2", 4" und 5" Schnittstärke, manuell und vollautomatisch

Alle Anlagen werden vor dem Versand in der Funktion demonstriert und auf Wunsch mit modernen Regelungen und Steuerungen nachgerüstet.



IBS GmbH
Produktionsanlagen — Laborgeräte
LWL- und Umweltschutz-Meßtechnik
Postfach 30, D-8082 Grafrath
Telefon 081 44/7656
Telefax 49/81 44/7857

5.1 Second International Conference on InP and Related Materials, 23. — 25. April 1990, Denver, CO., USA

InP hat in den letzten Jahren als Basismaterial für die Optoelektronik (Nachrichtenübermittlung über Glasfaserstrecken im Wellenlängenbereich zwischen 1,3 und 1,6 μm) eine besondere Bedeutung erlangt. Aus diesem Grunde wurde wohl auch seit 1989 eine eigene internationale Tagung eingerichtet, ähnlich der seit ca. 20 Jahren stattfindenden Int. Conf. on GaAs and Related Compounds. Mit einer Teilnehmerzahl von ca. 200 wurde die Tagung weitgehend von Amerikanern und Japanern bestritten. Die Beiträge aus Europa waren sehr bescheiden, noch bescheidener diejenigen aus der Bundesrepublik Deutschland (4 von ca. 120).

Tagungsschwerpunkte waren: Züchtung massiver Einkristalle, Epitaxie, Einzelbauelemente, optoelektronisch integrierte Schaltkreise (OEIC's, Optoelectronic Integrated Circuits, Solarzellen, Prozeßtechnologie und Materialcharakterisierung. Zu den OEIC's gabs noch die PICs (Photonic Integrated Circuits). Den Unterschied bei dieser Tagung konnte mir eigentlich niemand richtig erklären, wahrscheinlich ist hier beides dasselbe. Der Ausdruck „Photonic“ im obigen Zusammenhang erscheint m. E. etwas unglücklich gewählt.

Die Tagung machte deutlich, daß sehr wahrscheinlich Kommunikationssysteme der Zukunft auf dem Halbleiterwerkstoff InP basieren werden (U. Koren, Bell Labs, Holmdel: „InP is the material of Choice, not GaAs“). Wissenschaftliche und technologische „Türen“ werden auf dem Gebiet der auf InP basierenden Optoelektronik derzeit von USA und Japan aufgestoßen.

Weiterhin soll nun kurz über die Sitzung „Bulk Crystal Growth“ berichtet werden. Massive InP-Kristalle wurden hauptsächlich nach dem Czochralski-Verfahren sowie nach der Gradient-Freeze-Technik gezüchtet. Bei der horizontalen Arbeitsweise gelang es **G. Iseler** (Lincoln Lab. MIT), den P-Druck über 14 Stunden Züchtungszeit sehr konstant zu halten (307 + 0,5 psi - bitte selbst umrechnen!) (21 \pm 0,01 bar, d. Red.). **E. Monberg** (AT u. T., Bell Labs, Murray Hill) konnte wiederum das hohe Anwendungspotential der „Vertical (Dynamic) Gradient Freeze-Technique“ zur Erzielung von InP-Einkristallen mit niedriger Versetzungsdichte zeigen (undotiertes und dotiertes Material, Durchmesser = 63 mm, 100 < EPD (cm^{-2}) < 1000). In Gesprächen mit kommerziellen InP-Herstellern kam jedoch heraus, daß diese bis jetzt kein sonderliches Interesse an der Nutzung der VGF-Methode zeigen.

S. Bachowski et al. (Hanscom AFB, Ma) nutzten das Kyropoulos-Verfahren (magnetisch stabilisiert) zur Züchtung von InP-Kristallen. Das Kristallwachstum erfolgte dabei unterhalb der B_2O_3 -Schicht mit dem Ergebnis geringer axialer Temperaturgradienten, d. h. 19°C/cm anstelle von ca. 135°C/cm im B_2O_3 beim LEC-Verfahren. Die gezüchteten Kristalle zeigten eine sehr gleichmäßige EPD-Verteilung.

G. Müller et al. (Universität Erlangen-Nürnberg) temperte einkristalline InP-Scheiben für 3,5 Tage bei 900°C und unterschiedlichen P-Druckwerten. Scheiben mit sehr kleinen N_D-N_A -Werten zeigten danach ein hochohmiges Verhalten ($\delta \sim 107\text{cm}$).

K. W. Benz

5.2 Sommerschule Mikrogravitation, Schwerpunkt: Einkristalle

1. Allgemeines

Die 4. Sommerschule Mikrogravitation, diesmal mit dem Schwerpunkt Einkristalle, fand vom 5. bis 8. Juni 1990 wie in den Vorjahren auf Burg Schnellenberg bei Attendorn statt. Wie üblich, erhielt man bei der Ankunft Tagungsunterlagen zusammen mit den Menüvorschlägen für Mittag- und Abendessen, so daß man gleich bei der Ankunft sehen konnte, was uns im Laufe der Sommerschule erwartete: Gutes Essen, schöne Zimmer und wegen des vollen Programms wenig Zeit, die Gegend auf eigene Faust zu erkunden. Jedoch wurde das durch zwei Abendwanderungen zur Sonnenalm mit anschließender Vesper bzw. zum Yachthafen mit anschließendem Kaltem Büffet wieder mehr als ausgeglichen.

Apropos Essen: Gerade das Essen wird man im Vergleich zu Kantine und Mensa nach der Sommerschule vermissen. Einige Teilnehmer sollen in diesen Tagen zugenommen haben.

Herr Dr. Otto vom Institut für Raumsimulation der DLR in Köln-Porz, der die Schule wieder ausgezeichnet organisiert hatte, hatte wieder einige Sponsoren gefunden, so daß diese Veranstaltung gerade für Studenten sehr preisgünstig war. Bei 33 Teilnehmern und 11 Dozenten war auch die fachliche Betreuung optimal.

2. Fachliches

Die Sommerschule war an Mitarbeiter der Industrie (Technik, Forschung und Entwicklung) und Wissenschaftler aus Hochschulen, insbesondere Diplomanden und Doktoranden gerichtet, um ihnen eine Einführung in die Grundlagen des Kristallwachstums im Hinblick auf Experimente unter Mikrogravitationsbedingungen zu geben. Für die einzelnen Aspekte hatten die Dozenten jeweils eine Stunde Zeit. Darüber hinaus hatten alle Teilnehmer in einer Forumsveranstaltung Gelegenheit, ihre Arbeitsgebiete und die neuesten Ergebnisse kurz vorzustellen.

2.1 Hauptvorträge

Im ersten Vortrag stellte Herr Dr. Binnenbruck von der DARA **das deutsche Mikrogravitationsprogramm und Fluggelegenheiten** vor. Nach seinen Aussagen gibt es jederzeit Zugang zu Experimenten unter verminderter Schwerkraft, jedoch stellte sich heraus, daß zur Zeit wegen D2-Mission ein Engpaß bezüglich Fluggelegenheiten besteht. So finden im Moment pro Jahr nur zwei TEXUS-Flüge von vier geplanten statt. Ab 1992 soll es aber wieder mehr Gelegenheiten geben.

Anschließend hielt Herr Dr. Hildmann vom Institut für Werkstoff-Forschung der DLR in Köln-Porz den ersten Teil der Einführung in die **Grundlagen der Kristallzüchtung**. Er zeigte zuerst, was man unter einem Kristall zu verstehen hat. Danach verdeutlichte er anhand von Mustern von M. C. Escher die verschiedenen Symmetrien, die in einem Kristall auftreten können. Mit Kugelmodellen wurden die verschiedenen Kristallstrukturen anschaulich erklärt. Im letzten Teil wurde dann auf Phasendiagramme und Anlagerungsmechanismen näher eingegangen.

Am Abend erhielten wir beim Vortrag von Frau Dr. Brümmer vom DLR Astronautenteam eine Vorstellung, welche Tests man über sich ergehen lassen muß, um Astronaut zu werden. Die Arbeit und **das Training als Wissenschafts-Astronaut** erscheint dann aber so interessant und vielseitig, daß sich diese Mühe lohnt.

Herr Prof. Benz vom Kristallographischen Institut der Universität Freiburg setzte dann die Einführung über **die Grundlagen der Kristallzüchtung** fort. Er erläuterte den Teilnehmern, die teilweise auf ganz anderen Gebieten arbeiten, Begriffe wie effektiver Verteilungskoeffizient, konstitutionelle Unterkühlung, Strations u. a.

Im zweiten Teil seines Vortrages gab er eine Übersicht über **Kristallzüchtungsverfahren** am Beispiel der GaAs-Züchtung. Er zeigte auch die Schwierigkeiten gerade bei der III-V-Halbleiter-Zucht. Durch einen Video-Film der Firma Wacker wurde dies noch stärker verdeutlicht.

Anschließend informierte Herr Dr. Hildmann die Teilnehmer über **physikalische Eigenschaften und Realstrukturen**. Er zeigte in seinem Vortrag, welche Defekte und welche physikalischen Eigenschaften durch die Kristallzucht beeinflusst werden können.

Im nächsten Vortrag erläuterte Herr Dipl.-Phys. Frank vom I. Physikalischen Institut der Universität Gießen, der für den verhinderten Herrn Prof. Schwabe eingesprungen war, welche **Strömungen in Schmelzen** auftreten können und welchen Einfluß sie bei der Kristallzucht haben. Ein besonderes Kapitel war der Marangoni-Konvektion gewidmet, die gerade unter Mikrogravitation besonders gut beobachtet werden kann.

Im zweiten Teil seines Vortrages erläuterte Herr Frank die **Übergänge zum Chaos bei der Marangoni-Konvektion**. Er zeigte, wie man zeitabhängige Strömungen mit *trickreichen* Methoden wie FFT und Poincaré-Schnitten charakterisieren kann. Dann definierte er den Begriff *Chaos* und grenzte ihn zur Überraschung vieler Teilnehmer gegen den Begriff der *Turbulenz* ab. Nach dieser Definition sind Turbulenz und Chaos verschiedene Zustände. Weiter zeigte er die theoretisch bestimmten Wege zum Chaos und verdeutlichte dies mit Beispielen aus seiner Diplomarbeit.

Herr Dr. Cröll vom Kristallographischen Institut der Universität Freiburg zeigte in seinem Vortrag **Ergebnisse von Kristallzüchtungsexperimenten im Weltraum**. Zuerst stellte er die Vor- und Nachteile

der Zucht unter μg heraus und verwies dann auf frühere Experimente, die im Apollo- bzw. Soyuz-Programm durchgeführt worden sind. Er zeigte, daß ohne Marangoni-Konvektion diffusiver Stofftransport bei der Zucht unter μg erreicht werden kann. Anhand vieler Experimente auch unter μg -Bedingungen zeigte er, daß die Marangoni-Konvektion die einzige Ursache für striations bei der Zucht von Silizium ist. Außerdem konnte er in seinen Experimenten die kritische Marangoni-Zahl für das Einsetzen der zeitabhängigen Konvektion berechnen, die mit Voraussagen anderer Autoren im Rahmen der Fehlergenauigkeit übereinstimmt. Zum Ende zeigte er noch Ergebnisse für die Zucht von Germanium-Kristallen.

Herr Dr. Aßmus vom Physikalischen Institut der Universität Frankfurt zeigte in seinem Vortrag über **kristalline Hochtemperatur-Supraleiter**, wie schwer es ist, einen perfekten $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ -Einkristall zu züchten. Er machte deutlich, daß schon allein aufgrund des Phasendiagramms Probleme bei der Zucht auftreten. Außerdem gibt es für diese Stoffe kein geeignetes Tiegelmateriale. Er erläuterte dann die Charakterisierung und Nachbehandlung von erhaltenen Kristallen. Für die Kristallzucht von HT-Supraleitern aus der Schmelze sieht er den Vorteil bei der Zucht unter μg , da hier mit einem Ultraschall-Feld eine Probe levitiert und so tiegelfrei prozessiert werden kann.

Im nächsten Vortrag von Herrn Prof. Erdmann vom Institut für Biochemie der FU Berlin über **Kristallisation von RNA und Proteinen unter Bedingungen der Schwerelosigkeit** mußten alle Teilnehmer völlig umdenken. Im Vergleich zu den vorherigen Vorträgen sprach man hier von großen Kristallen bei einer Größe von wenigen Millimetern und einer Wachstumsdauer von ca. vier Jahren. Bei der Halbleiterzucht denkt man an Wafer von drei bis acht Zoll und einer Wachstumsrate von einigen Millimetern pro Stunde. Professor Erdmann zeigte zuerst den Ausgangspunkt seiner Untersuchungen: Die Verdopplung der DNA. Danach stellte er die Methoden vor, um solche Protein-Kristalle herzustellen. Zum Schluß berichtete er über Ergebnisse seiner Arbeit.

Herr Dr. H. P. Schmidt vom Institut für Raumsimulation der DLR zeigte dann in seinem Vortrag **thermische Analysen zur Experimentvorbereitung**, welche Schwierigkeiten bei der Modellierung von Öfen für die Kristallzucht auftreten. Am Beispiel des AMF-Ofens berechnete er Temperaturverläufe in einer Testprobe und verglich sie mit Experi-

ment-Ergebnissen. Das Ziel seiner Arbeit ist es, für jedes System Ofen-Kartusche-Material die thermischen Bedingungen vorher zu berechnen, um damit viele Textexperimente einzusparen.

Im letzten Vortrag von Frau Dipl.-Ing. Pätz, ebenfalls vom Institut für Raumsimulation, wurden **die Nutzerunterstützung und das Bodenbegleitprogramm am Beispiel von EUREKA** erläutert. Dazu wurden zuerst die Aufgaben des Microgravity-User-Support-Center (MUSC) vorgestellt und dann an Beispielen erläutert, wie in Zukunft Experimente, unter μg geplant, durchgeführt und ausgewertet werden.

2.2. Teilnehmerforum

Im Teilnehmerforum hatten die Teilnehmer Gelegenheit, ihr Arbeitsgebiet und Ergebnisse daraus vorzustellen, obwohl die Redezeit mit fünf Minuten sehr kurz angegeben war. Fachlich konnte man die Vorträge in drei Bereiche zusammenfassen: Kristallzucht, Untersuchungen mit kristallzucht-relevantem Ziel, allgemeinere Berichte.

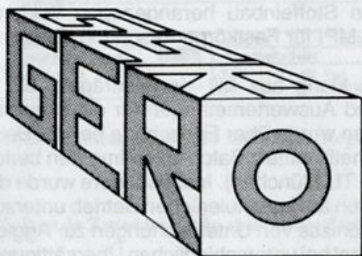
Im ersten Teil wurde über Ergebnisse bei der Zucht verschiedener Materialien (Halbleiter, Metalle, biologische Zellen) bezüglich Form der fest-flüssig Phasenfront, axialer und radialer Dotierungsverteilung, Charakterisierungsmethoden und Zucht unter μg berichtet.

Im zweiten Teil wurden dann Ergebnisse von Modellrechnungen, Konvektions-Untersuchungen und Experimente zur Entmischung unter μg und Unterkühlung gezeigt.

Im allgemeinen Teil zum Ende der Veranstaltung wurde der ZMF-Ofen vorgestellt. Außerdem gab es eine Übersicht über die Tätigkeiten im Kristall- und Materiallabor der Universität Karlsruhe und beim Zentrum für angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation (ZARM).

Abschließend kann man sagen, daß eine solche Veranstaltung allen neuen Mitarbeitern, besonders Diplomanden, zu empfehlen ist, da sie über viele Aspekte der Kristallzucht besonders im Hinblick auf μg -Experimente informiert und gerade dadurch Neugierde auf mehr Informationen weckt. Hoffentlich gibt es im nächsten Jahr dann die 5. Sommerschule Mikrogravitation.

U. Möller



GERO Hochtemperaturöfen GmbH

- Hochtemperaturöfen
- Anlagen zur thermischen Materialbehandlung und Kristallzuchtung
- Kristallzüchtungszubehör

PREISGÜNSTIG

ABZUGEBEN:

3 STÜCK HOCHDRUCK-CZOCHRALSKI KRISTALLZIEHANLAGE (100 BAR) MIT GRAPHITHEIZER UND DURCHMESSERKONTROLLE (WÄGEZELLE).

1 STÜCK HOCHDRUCK-BRIDGMAN- ODER SYNTHESANLAGE (100 BAR), 3 ZONIG (1X HF UND 2X WIDERSTANDSHEIZER).

1 STÜCK HOCHTEMPERATUR-KAMMEROFEN BIS 1600 °C, 64 LTR. NUTZVOLUMEN.

1 STÜCK LABORCZOCHRALSKI-ANLAGE MIT GRAPHITHEIZER.

KONTAKTPERSON: DR. G. LAMPRECHT ODER R. GEIGER

GERO Hochtemperaturöfen GmbH

Monbachstraße 7
D-7531 Neuhausen
Tel. 0 72 34/6136
Telefax 0 72 34/53 79
Telex 7 83 309 gero d

Sitzung des GVC-Fachausschusses „Kristallisation“ vom 26. 3. bis 28. 3.1990 in Aachen

An der jährlich stattfindenden Sitzung nahmen etwa 70 Ingenieure/innen und Naturwissenschaftler/innen teil. Neben einigen Teilnehmern aus dem westlichen Ausland konnten auch zwei Gäste aus der DDR begrüßt werden. Vor Beginn der Sitzung wurde eine Exkursion zum Institut für Festkörperforschung der KFA Jülich angeboten. Dabei konnten Anlagen und Experimente zum Ziehen von Einkristallen besichtigt werden. Eröffnet wurde die Sitzung durch den Vorsitzenden, Herrn Dr. K. Wintermantel, mit einem Gedenken an Prof. Dr. H.-J. Meyer, Universität Bonn, der im letzten Jahr verstarb und ein langjähriges Mitglied des Fachausschusses gewesen war.

Die Reihe der 24 Fachvorträge wurde durch einen Beitrag zur Kristallisation organischer Pigmente (G. Henning, BASF AG) eröffnet. Dabei wurde deutlich, daß es heute gelingt, durch Kontrolle von Kristallisationsparametern gewisse Pigmente direkt in gewünschter Qualität herzustellen, ohne auf zusätzliche Verfahrensschritte angewiesen zu sein (z. B. Mahlen). Des weiteren wurde die Adduktive Kristallisation als eine neue Methode vorgestellt (H. v. Plessen, S. Rittner, Hoechst AG), mit deren Hilfe die Reinigung einer aromatischen Hydroxycarbonsäure gelang.

Die Voraussage der mittleren Korngröße bei der Lösungskristallisation war Thema eines Beitrages (A. Mersmann, M. Angerhöfer, T. Gutwald, R. Sangl, S. Wang, TU München), der sich mit der zusammenfassenden Darstellung der Wachstums- und Keimbildungskinetik einer Vielzahl von Stoffsystemen befaßte. Neben stofflichen, apparativen und verfahrenstechnischen Einflußgrößen erscheint dabei die Löslichkeit des Kristallisates als wichtigster Parameter. Unter allen stofflichen und apparativen Einflußgrößen spielt der Kristallabrieb bei gut löslichen Stoffsystemen eine bedeutende Rolle. Es wurden Untersuchungen vorgestellt, die zeigen, daß die Größenverteilung der Abriebteilchen von verschiedenen Stoffsystemen praktisch identisch ist (R. Sangl, A. Mersmann, TU München). Jedoch wächst von allen Abriebteilchen nur ein Bruchteil zu Produktkristallen heran, so daß die Angabe einer effektiven Keimgröße sinnvoll wird. Sie beträgt für Kaliumnitrat 40 µm (S. Wang, A. Mersmann, TU München).

Drei Beiträge befaßten sich mit dem Einfluß von Fremdstoffen und Lösungsgenossen auf die Wachstumsgeschwindigkeit von Kristallen aus Lösungen. Die Messung der Wachstumsgeschwindigkeit von angeströmten Einzelkristallen aus Kaliumnitrat ergab, daß Fremdstoffe unterschiedlich auf die einzelnen Kristallflächen wirken können (J. Rolfs, R. Lacmann, TU Braunschweig). Durch Untersuchung der Verminderung der Wachstumsgeschwindigkeit von Natriumchlorid durch hohe Konzentrationen an Kaliumchlorid (bis 16 Prozent) konnte gezeigt werden, daß neben einer Veränderung des Diffusionswiderstandes insbesondere auch der Einbauwiderstand beeinflusst wird (G. von Brachel, H. Offermann, RWTH Aachen). Diese Tatsache könnte auch bei der Untersuchung des Einflusses von Fremdstoffen auf perfekte und beschädigte Kristalle bestätigt werden (M. Stepanski, J.-J. Yuan, S.-B. Zhang, J. Ulrich, U Bremen und Tianjin, Institute of Light Industry, VR China). In der Diskussion wurde festgestellt, daß die Wirkungsweise von Fremdstoffen sehr unterschiedlich sein kann und daß eine Vorhersage von Wirkungen bisher kaum möglich ist.

Neben der Kristallisation aus Lösungen wird auch die Kristallisation aus der Schmelze zur Stofftrennung eingesetzt. Dabei sind für die Verfahren der statischen oder der dynamischen Schichtkristallisation vor allem die Stofftransportvorgänge wichtig (A. Kuzlik, U. Ulrich, Sulzer Escher Wyss, Ravensburg und U Bremen). Beim Suspensionsverfahren ist die Trennung von Kristallen und Lösung das zentrale Problem. Beim letzteren Verfahren stellt der Einsatz einer Trennsäule zum Waschen des Kristallisates eine interessante Technologie dar (G. J. Arkenbout, M. Nienoord, E. J. de Jong, TNO Apeldoorn, NL).

Im anschließenden Beitrag wurde über die numerische Modellierung der Wärme- und Stofftransportvorgänge bei der Kryokonservierung von biologischen Zellen berichtet (I. Heschel, M. Jochem, Ch. Körber, RWTH Aachen). Auch diese Vorgänge stellen eine Kristallisation aus der Schmelze dar, deren Beschreibung infolge des dendritischen Wachstums eine spezielle Betrachtungsweise erfordert. Führt man die Schmelzkristallisation als Reinigungsverfahren durch, so ist man bestrebt, kompakte Schichten statt Dendriten zu erhalten. Über die konstitutionelle Unterkühlung als Kriterium für das Auftreten von dendritischem Wachstum wurde nach zwei Einführungsreferaten (G. Wellinghoff, K. Wintermantel, BASF AG und R. Scholz, K. Genther, J.

Ulrich, U Bremen) eingehend diskutiert. Während bei der Einkristallzuchtung das Kriterium der konstitutionellen Unterkühlung als grobe Richtschnur (notwendige Bedingung) für die Gewinnung hochreiner Kristalle angesehen werden kann, muß diese bei technischen Reinigungsprozessen aus wirtschaftlichen (energetischen) Gründen unterschritten werden. Daß hierbei dennoch reine Kristallschichten gewonnen werden können, ist auf den Einfluß der stoffspezifischen Grenzflächenenergien zurückzuführen. Unter welchen hydro- und thermodynamischen Bedingungen instabiles Wachstum auftritt, muß im Einzelfall meist experimentell untersucht werden.

Für ein tieferes Verständnis der Physik des Kristallwachstums sorgten die folgenden drei Beiträge: Zum einen wurde gezeigt, in welcher Weise für das Wachstum von zweidimensionalen Inseln auf (100)-Flächen von KCL die Randidfusion bedeutsam ist (H. Dabringhaus, R. Helmrich, U Bonn). Des weiteren wurde erläutert, warum sich zur Aufklärung der Wachstumshistorie von Kristallen ab 0,5 mm Größe die Röntgentopographie besonders eignet. Sie läßt die Verhältnisse der Wachstumsgeschwindigkeiten einzelner Flächen zueinander und den Verlauf von Versetzungen im Kristall erkennen (A. Faber, H. Klapper, RWTH Aachen). Zuletzt wurde dargestellt, daß Lichtstreuexperimente während des Kristallisierens die Messung der Oberflächenkinetik erlauben (Stufengeschwindigkeit, Stufenhöhe). Zusätzlich deuten die gewonnenen Ergebnisse auf die Existenz einer vorgeordneten Schicht von ca. 1 µm Dicke zwischen der flüssigen Phase und dem Kristall hin (J. Bilgram, ETH-Zürich, Schweiz).

Ein Beitrag über die Züchtung von homogenen Granat-Mischkristallen machte deutlich, daß die strukturellen Daten von Wirtsgitter und Gastion in engem Zusammenhang mit der Kristallzusammensetzung stehen (D. Mateika, E. Völkel, Philips GmbH). Die Züchtung von homogenen Mischkristallen wird durch Konvektion in der Schmelze erschwert. Mit Hilfe von instationär aufgeprägter Marangoni-Konvektion konnte geklärt werden, daß diese Konvektionsart und nicht-thermische Konvektion für die Bildung von Inhomogenitäten beim Silizium (Striations) verantwortlich ist (A. Cröll, K. W. Benz, U Freiburg). Daß Striations zweiter Art entstehen, wenn eine kritische Wachstumsgeschwindigkeit überschritten wird, wurde am Beispiel von III-V-Halbleitern gezeigt (A. Danilewski, K. W. Benz, T. Nishinaga, U Freiburg und U Tokyo, Japan). Bei der Synthese von Einkristallen aus der Gasphase kann die Form der Kristallisationsfront als ein Indikator für Wärme- und Stofftransport und für den Stoffeinbau herangezogen werden (E. Schönherr, M. Wojnowski, MPI für Festkörperforschung, Stuttgart).

Die Fachausschußsitzung klang aus mit vier Beiträgen, die sich insbesondere mit Meß- und Auswertemethoden für die Kornkristallisation befaßten. Zum einen wurde über Fortschritte bei der Bestimmung der Kristallisationskinetik mittels Batch-Experimenten berichtet (T. Gutwald, A. Mersmann, TU München). Insbesondere wurde dabei die Übertragbarkeit der Daten auf kontinuierlichen Betrieb untersucht. Zum anderen wurden Ergebnisse von Untersuchungen zur Agglomerationskinetik von Kaliumnitrat bei unterschiedlichen Übersättigungen, die mit Hilfe der quantitativen Formanalyse durchgeführt wurde, vorgestellt (V. Kofler, U. Riebel, F. Löffler, U Karlsruhe). Des weiteren wurde über die Möglichkeit der Automatisierung von Kristallwachstumsmessungen durch digitale Bildanalyse vorgetragen (M. Rauls, W. Beckmann, TU Braunschweig und Schering AG). Der letzte Vortrag befaßte sich mit der „Online“-Messung von Korngrößenverteilungen mit Hilfe der quantitativen Bildanalyse (H. Offermann, A. Tulke, RWTH Aachen).

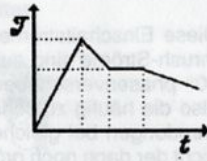
Das Spektrum der behandelten Themen führte zu einem intensiven interdisziplinären Gedankenaustausch, der für manchen Teilnehmer ein Prüfstein seiner eigenen Arbeiten war, und der wohl für jeden Teilnehmer zu einem tieferen Verständnis des eigenen Fachgebietes und seines Umfeldes beigetragen hat.

M. Kind

FACSS XVII. Cleveland, Ohio 1990

Die siebzehnte jährliche Tagung der Federation of Analytical Chemistry and Spectroscopic Societies fand vom 7. bis 12. Oktober in Cleveland, Ohio, USA, statt. Diese große nationale Konferenz mit insgesamt mehr als 2000 Teilnehmern und etwa 1000 Beiträgen, übt immer eine große Attraktion auch für Nichtamerikaner aus. Neben den neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet der chemischen Analyse, vor allem unter Einsatz von vielfältigen spektroskopischen Methoden kann der interessierte Teilnehmer auch die neuesten Trends in der Herstellung leistungsfähiger Analysegeräte in einer excellent besetzten Ausstellung von amerikanischen, kanadischen, japanischen und europäischen Herstellern solcher Geräte erfahren.

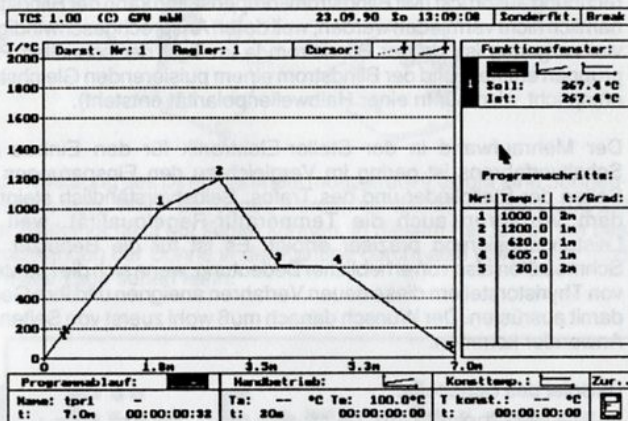
Gesellschaft für Fertigungs- und Verfahrenstechnik mbH



TCS

Wer aufgehört hat besser zu werden,
hat aufgehört gut zu sein ...

Getreu nach diesem Motto haben wir das **Temperaturregelsystem TCS** entwickelt, welches in Bezug auf Genauigkeit, Bedienungskomfort, Erweiterungsmöglichkeiten und PreisLeistungsverhältnis wohl kaum mehr Wünsche offen läßt. TCS bietet die Möglichkeit, zeitliche Temperaturverläufe in einem oder mehreren angeschlossenen Öfen entsprechend einem vorher programmierten Temperaturprogramm zu realisieren. Als Steuerungseinheit dient ein 286- bzw. 386-System mit VGA-Farbgraphik.



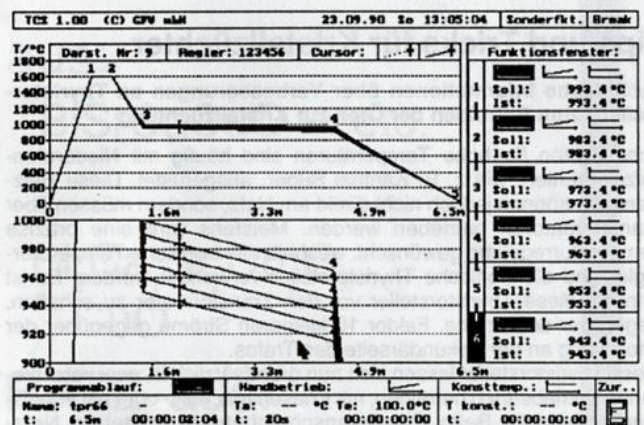
TCS-Benutzeroberfläche mit einem Regelkreis

Leistungsmerkmale:

- Gleichzeitiger Betrieb einer beliebigen Anzahl von Öfen mit jeweils beliebiger Zonenanzahl (maximal 100 Regelkreise).
- Menügeführte Benutzerebene (SAA ähnliche Oberfläche) mit Mausunterstützung ermöglicht eine einfache Bedienung auch ohne Computerkenntnisse.
- Temperaturverläufe sind beliebig programmierbar (Rampen, Stufen, Abkühlkurven, Parabeläste, mathematische Funktionen).
- Anschlußmöglichkeit für alle gängigen Thermoelementtypen (J,K,T,R,S,B,E,...). Andere Thermoelemente können zusätzlich implementiert werden.
- Intelligente Störaustastung, digitale Rauschunterdrückung und automatische Regelparameterbestimmung ermöglichen hochgenaue Temperaturmessungen (bis zu $\pm 0.1^\circ\text{C}$!!) sowie einen exakten Temperaturverlauf im Ofen.

Folgende Zusatzmodule sind außerdem erhältlich:

- Gashandling, Gasmischungskontrolle u. Druckregelung mit schematischer Darstellung des Gesamtgassystems auf dem Monitor.
- Schnelle Datenerfassung und Speicherung beliebiger Meßgröße auf Festplatte (bis zu 200 KHz).
- Mathematische Auswertung der Meßdaten (FFT, Kreuzkorrelation, Filterung, Integration, Differenzierung ...).
- Prozeßautomatisierung u. Prozeßvisualisierung auf zweitem VGA Farbmonitor (Schrittmotoren, Ventile, Pneumatikzylinder, Sensoren ...).
- Bildverarbeitung in Echtzeit (Durchmesserkontrolle, Fertigungsüberwachung, Endkontrolle ...).



TCS-Benutzeroberfläche mit 6 Regelkreisen

Fordern Sie unsere TCS-Demonstrationsdiskette mit ausführlicher Leistungsbeschreibung gegen eine Schutzgebühr von DM 20,- an.

TCS ist ein Produkt der GFV mbH (Gesellschaft für Fertigungs- u. Verfahrenstechnik)

Vertrieb: IBS GmbH Villenstr. 2 8082 Grafrath Tel.: 08144/7656 Fax: 08144/7857

Eine immer spannende Frage ist, ob sich im Bereich der Nachweisempfindlichkeiten wesentliche Fortschritte ergeben haben. Dies ist nicht mehr in dem Umfang früherer Jahre der Fall. Die Absorptions- und Emissionstechniken ebenso wie die Chromatographie oder Massenspektroskopie erarbeiten ihre Fortschritte zunehmend härter und kommen langsamer voran. Den besten Fortgang verzeichnen laserinduzierte Fluoreszenztechniken, die, wenn sie zweifache Anregungen benutzen, den Nachweis einzelner Atome ermöglichen. Allerdings sind diese Verfahren nur in Spezialfällen anwendbar und verfügbar. Die für den Anwender nutzbaren Verbesserungen liegen auf dem Gebiet von Kombinationen verschiedener Techniken, um durch die Zusammenführung der verschiedenen Vorteile eine insgesamt erzielbare Verbesserung zu erreichen. So lassen sich die Vorteile der Emission im Plasma mit der effektiven Atomproduktion im Graphitrohröfen durch die Zündung des Plasmas direkt in der Atomisierungszelle vereinen.

Für viele spektroskopische Techniken ist einer der wesentlichen Schritte die Produktion der zu untersuchenden Elemente im atomaren Zustand. Die Entwicklung legt daher großen Wert auf die Entschlüsselung der verschiedenen Reaktionen, die von der zum Teil recht kompliziert zusammengesetzten Probe zum atomaren Dampf führen. Hier kann sicher von einem bedeutenden Fortschritt in dem Verständnis der einzelnen Reaktionen gesprochen werden. Die vielfältigen Wege zur Erforschung dieser Reaktionen kommen sich bedeutend näher und lassen ihre Ergebnisse untereinander vergleichbar erscheinen. Allen Arbeiten kann die Bedeutung der Oberflächenprozesse entnommen werden. Allerdings bleibt hier noch einiges zu erarbeiten, bevor von einem befriedigenden Verständnis des Atomisierungsvorgangs gesprochen werden kann.

Im vielfältigen Angebot an Analysetechniken hat sich die Graphitrohröfen-Atomabsorptionsspektrometrie mit einem über drei Tage gehenden und zu den anderen Veranstaltungen parallel verlaufenden Symposium einen wichtigen Platz erarbeitet. Unter bestimmten Voraussetzungen kann sogar eine absolute Bestimmung unter Verzicht auf eine extra Kalibrierung erfolgen. Der Traum von einer absoluten Methode im Picogrammbereich scheint Realität zu werden. Zu den Matrixmodifiern — das sind Zusätze, die die chemischen Interferenzen der einzelnen Elemente einer Matrix untereinander verhindern sollen — scheint sich auch der Sauerstoff zu gesellen. Interessant sind auch Versuche, die Untersuchungsprobe direkt vom Festkörper in den Graphitrohröfen durch Sputtern einzubringen. Dies dürfte die Methode speziell für Einkristalluntersuchungen verwendbar machen. Damit wären nahezu zerstörungsfreie Messungen der Verunreinigungs- oder Dotierkonzentration mit hoher Auflösung möglich. Das Verfahren ist vergleichbar mit SIMS. Allerdings ist die Kalibrierung wesentlich einfacher.

G. Müller-Vogt

Tips und Tricks für Kristallzüchter

Technische Informationen über Verbesserungen an Thyristorstellern zum Betreiben der Öfen zur Kristallzüchtung

Schmelzöfen für hohe Temperaturen sind häufig mit Niederohm-Heizelementen, wie z. B. Kanthal Super, ausgerüstet. Diese Heizelemente können jedoch nicht direkt am Netz, sondern müssen über Transformatoren betrieben werden. Meistens wird eine präzise Temperaturregelung gewünscht, weshalb elektronische Temperaturregler und elektronische Thyristorsteller verwendet werden. Es ist sinnvoll, diese Thyristorsteller vor den Transformator zu schalten, wegen der dort um ca. Faktor 10 kleineren Ströme gegenüber der Anordnung an der Sekundärseite des Trafos.

Diese Thyristorsteller lassen sich nun grundsätzlich in zwei verschiedenen Betriebsarten betreiben, mit Phasenanschnitt- oder mit Impulsgruppenbetrieb. Beim Phasenanschnittbetrieb entstehen Netzstörungen, welche die Meßtechnik, die in der Nähe des Ofens angewendet wird, stören kann. Beim Betrieb mit schnellen Impulsgruppen entstehen diese Störungen nicht. Bei beiden Betriebsarten, besonders aber bei der Pulsgruppenbetriebsart, kommt es jedoch zu großen Spitzenströmen beim Einschalten des Anschritstellers oder bei jedem Beginn eines Pulsgruppenpakets bei Betriebsart mit schnellen Pulsgruppen, weil die bisher käuflichen Thyristorsteller diese Transformatoreinschaltströme nicht vermeiden können. Für beide Einsatzfälle, also für Phasenanschnitt- und Pulsgruppenbetrieb, müssen die Transformatoren deshalb mindestens doppelt so groß sein wie für die Leistung notwendig wäre, weil dadurch der Induktionshub im Trafoeisen geringer ist und damit die Einschaltströme geringer sind, als wenn der Trafo die Normgröße hat. Vermieden werden damit diese Spitzenströme jedoch nicht, sondern nur auf einen Wert begrenzt, der

um den Faktor 5 bis 10 über dem Wert des Betriebsstromes des Trafos liegt. Außerdem werden aus dem Versorgungsnetz dann Ströme mit einem Gleichstromanteil entnommen, was von den EVUs gar nicht gerne gesehen wird.

Diese Einschaltströme werden auch Inrush-Ströme genannt. Diese Inrush-Ströme sind außerdem reine, unipolare Blindströme, welche 90° phasenverschoben zur Netzspannung entstehen. Man könnte also die häufig zu schaltenden Netztransformatoren bei diesen Anwendungen bei gleicher Leistung kleiner und leichter bauen, wenn nicht der dann noch größere Inrush diese Baugößenreduzierung auf das Normalmaß bisher verbieten würde. Für das absolut inrushfreie Trafoeinschalten und speziell für das schnelle Ein- und Ausschalten von Transformatoren zur Ausgangsleistungsverstellung mittels schneller Pulsgruppenregelung hat das IAF neue Verfahren entwickelt, welche jegliche Inrush-Ströme nicht nur begrenzen sondern ganz vermeiden. Die Verfahren lassen sich für Einphasen- oder auch Drehstrom-Trafos jeder Leistung anwenden.

Besonders interessant ist der Einsatz für elektrothermische Prozesse, weil erstens der Thyristorsteller und der Trafo kleiner und billiger gebaut werden können und weil durch den Wegfall der Einschaltspitzenströme keinerlei Netzstörungen und Blindströme mehr entstehen. Außerdem bleiben die Sicherungen heil und müssen nicht immer wieder nach dem ersten Netzeinschalten des Stellers ausgetauscht werden. Der Blindstromanteil auf der Netzzuleitung ist wesentlich geringer, was sich bei großen Anlagen auch in der Stromrechnung ausdrückt (Mit Blindstromkompensation kann der Blindstrom nämlich nicht vermieden werden, weil deren Ansprechgeschwindigkeit viel zu gering ist, da der Blindstrom ja im Takt der schnellen Pulsgruppen entsteht und der Blindstrom einem pulsierenden Gleichstrom entspricht, also nur in einer Halbwellenpolarität entsteht).

Der Mehraufwand in der Steller-Elektronik für den Einbau des Schaltverfahrens ist gering im Vergleich zu den Einsparungen auf Seiten der Stellglieder und des Trafos. Selbstverständlich steigt mit dem Verfahren auch die Temperatur-Regelqualität, weil die Leistungsdosierung präziser erfolgt. Es ist für die Benutzer von Schmelzöfen also von erheblicher Bedeutung, wenn sich die Hersteller von Thyristorstellern diese neuen Verfahren aneignen und ihre Geräte damit ausrüsten. Der Wunsch danach muß wohl zuerst von Seiten der Anwender kommen.

Beispiel des Schaltens:

Ein moderner Steller der Firma Eurotherm, der Typ 455, berücksichtigt z. B. nicht beim ersten Netz-Einschalten, welche Remanenzpolarität der Trafo vom Ausschalten her besitzt und erzeugt so mit 50%iger Wahrscheinlichkeit je nach Trafo bis zu 50fach erhöhten Einschaltstrom. Dabei werden meist die flinken Gerätesicherungen zerstört. Im Laufe der Zeit sammelt sich davon eine ganze Menge an, was bei einem Preis von ca. 10 DM pro Stück mit der Zeit auch ins Geld geht. Wenn der Steller vor dem Ausschalten jedesmal auf 0 % Leistung gestellt wird, läßt sich dieser Ärger beheben. Beim Betrieb mit schnellen Pulsgruppen schaltet der Eurotherm-Steller den Trafo immer gegen Ende der negativen Netzhalbwellen aus und schaltet ihn wieder ein mit einem Anschnitt der ersten positiven Netzhalbwelle. Dadurch wird dann immer ein negativer Inrush-Strom erzeugt, der erst nach einigen Netzperioden abklingt.

Anfragen an:

Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik
z. H. Herrn Dipl.-Ing. (FH) Michael Konstanzer
Tullastr. 72, 7800 Freiburg
Tel. (07 61) 51 59-2 63

Wo englische Wissenschaftler oft wie Journalisten reden und amerikanische wie Politikberater, da sprechen die Deutschen mit gesammeltem normativem Ernst und arbeiten mitleidslos so lange an der Genauigkeit ihrer Begriffe, bis die Realität fast darin verschwindet ...

(Rolf Zundel)

Informationsübertragung

Es sagt der

Direktor zum Betriebsleiter:



„Morgen um 9.00 Uhr findet eine Sonnenfinsternis statt, also etwas, das man nicht alle Tage sehen kann.“

Lassen Sie also die Arbeit unterbrechen und bitten Sie die Belegschaft — gleich so, wie sie ist, im Arbeitsanzug — auf den Werkshof. Ich werde bei der Beobachtung dieses seltenen Ereignisses einige Erläuterungen geben.

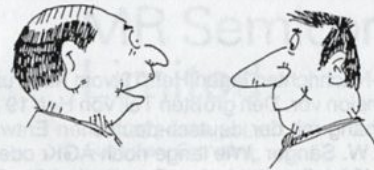
Wenn es jedoch regnet, werden wir das nicht gut sehen können. In diesem Fall begeben wir uns in die Kantine.“

Betriebsleiter zum Hauptabteilungsleiter:



„Auf Anweisung des Direktors findet morgen um 9.00 Uhr eine Sonnenfinsternis statt. Wenn es regnet, werden wir das im Arbeitsanzug auf dem Werkshof nicht gut sehen können. In diesem Fall führen wir das Verschwinden der Sonne in der Kantine durch; also etwas, das man nicht alle Tage sehen kann.“

Hauptabteilungsleiter zum Abteilungsleiter:



„Auf Anweisung des Direktors wird morgen um 9.00 Uhr im Arbeitsanzug das Verschwinden der Sonne in der Kantine durchgeführt.“

Der Direktor gibt Anweisung, ob es regnen soll; also etwas, das man nicht alle Tage sehen kann.“

Abteilungsleiter zum Vorarbeiter:



„Wenn es morgen in der Kantine regnet - also etwas, das man nicht alle Tage zu sehen bekommt -, verschwindet um 9.00 Uhr unser Direktor im Arbeitsanzug.“

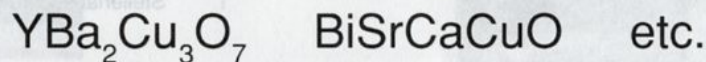
Vorarbeiter zu den Kollegen:



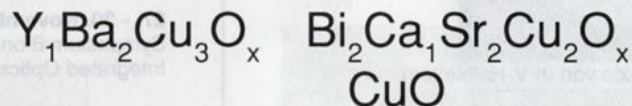
„Morgen um 9.00 soll unser Direktor verschwinden. Schade, daß man das nicht alle Tage zu sehen bekommt!“

Für Forschung und Produktion

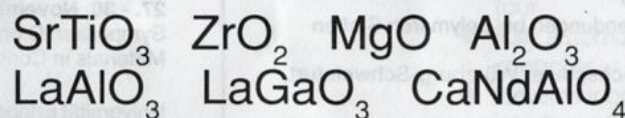
**HT_c SUPRALEITER -
SPUTTERTARGETS aus:**



EINKRISTALLE aus:



EINKRISTALLSUBSTRATE aus:



KRISTALLHANDEL KELPIN



6900 LEIMEN · Tel. 0 62 24 / 7 25 58 · FAX: 0 62 24 / 7 71 89 · Tlx: 466629

Mitteilungen anderer Gesellschaften

AGKr

Von den AGKr-Nachrichten lagen Heft 19 vom März und 20 vom Juni 1990 zur Rezension vor. Den größten Teil von Heft 19 nehmen Artikel im Zusammenhang mit der deutsch-deutschen Entwicklung ein. Im Leitartikel fragt W. Sänger „Wie lange noch AGKr oder Wann kommt die Deutsche Kristallographische Gesellschaft?“. Es ist geplant, während einer gemeinsamen Tagung mit der VFK im März 1991 eine Entscheidung über eine gemeinsame Gesellschaft für Kristallographie herbeizuführen.

Anschließend stellt Frau Prof. Steinike die „Vereinigung für Kristallographie“ (VFK) vor. Die VFK zählt zur Zeit 640 Mitglieder, davon sind 157 weiblich. In 13 Arbeitsgruppen werden alle Aspekte der Kristallographie abgedeckt. Es folgt ein Artikel von R.-J. Kuban über die „Entwicklung der Röntgenkristallstrukturanalyse in der DDR“. In mehreren weiteren Beiträgen werden Informationen zur Förderung der Zusammenarbeit gegeben. Es folgen Nachrichten aus dem Bereich der IUCr. Den Abschluß des Heftes bilden Tagungsberichte, ein Tagungskalender und Stellenausschreibungen.

Heft 20 beginnt mit der Frage „Was ist eigentlich Kristallographie?“. In einem ausführlichen Artikel geht P. Paufler dieser Frage nach. Er versucht, eine Standortbeschreibung der Kristallographie zu geben und kommt zu dem Fazit, daß es zwischen den Standpunkten „Es gibt keine Kristallographie“ und „Alles ist Kristallographie“ eine realitätsnahe Position gibt. Es folgen Tagungsberichte und ausführliche Tagungsankundigungen. Daran schließen sich Reflektionen eines US-Kristallographen über seinen Deutschlandaufenthalt an. Das Heft wird abgerundet durch die ATARI-Programm-Börse, Stellenangebote und einen Tagungskalender.

AACG

Die Fruhjahrsausgabe der AACG Newsletters beginnt mit der President's Corner. Da innerhalb der AACG Wahlen für den Vorstand anstehen, geht Bill Bonner auf die Prozeduren für Nominierung und Wahl für die Gesellschaft ein. Im weiteren Verlauf seines Artikels beschreibt er den gegenwärtigen Status der Gesellschaft (Mitgliederzahlen, Finanzsituation, Newsletter).

Ein weiterer Schwerpunkt ist ein Fachartikel mit dem Titel „Mercurous Halides: A New Class of Acousto-Optic and Opto-Electronic Materials“. In seinem Beitrag geht Narsingh Bahadur Singh vom Westinhouse R&D Center auf Aspekte der Phasenstabilität, Kristallzuchung und Defektbildung von Hg-Halogeniden ein und stellt zum Abschluß einige Bauelemente vor.

Die Reihe „Crystal Growth History“ wird mit dem ersten Teil einer dreiteiligen Serie über Dr. A. V. L. Verneuil und die Rubin- und Saphirsynthese fortgesetzt.

Tagungskalender

1990

22. - 23. November Freiburg/D
Sitzung des Arbeitskreises Epitaxie von III-V-Halbleitern

Prof. Dr. K. W. Benz, Kristallographisches Institut, Hebelstr. 25, 7800 Freiburg

26. - 28. November Würzburg/D
DSC/DTA: Grundlagen und Anwendungen bei polymeren Stoffen

Prof. Dr. H. Moehler, Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt, Röntgenring 8, 8700 Würzburg

27. - 30. November Strasbourg/F
Fall Meeting of the European Materials Research Society (E-MRS)

Centre de Recherches Nucleaires, Lab. PHASE, attn.: P. Siffert B.P. 20, F-67037 Strasbourg Cedex

27. - 30. November Strasbourg/F
Symposium A on Semiconductor Materials for Optoelectronic Devices and OEIC's in Conjunction with the Fall Meeting of the E-MRS

Den Schluß des Heftes bilden Tagungsberichte, News from the Regions und Crystal Growth Abroad sowie ein Tagungskalender.

BACG

Im Mittelpunkt des BACG Newsletters vom Mai 1990 steht ein Artikel von P. M. Dryburgh zum Thema Übersättigung: „Supersaturation — A New Look at an Old World“. Neben diesem Fachartikel beschäftigt er sich zu Beginn des Heftes in den Chairman's Notes mit dem Zustand der BACG in ihrem 21. Jahr und der Akzeptanz der Kristallzucher/zuchung im öffentlichen Bewußtsein. Er kommt zu dem Fazit, daß trotz gestiegener Zuwendungen von seiten der Industrie, man sich davor huten müsse zu glauben, es sei alles in Ordnung und die Zukunft sei gesichert.

Ein weiteres Topic dieser Ausgabe bildet ein Gedicht von K. H. Gray mit dem Titel „When in the Chronicles of Wasted Time ...“. Freunde des englischen Humors werden ihre Freude daran haben, thematisch hat es mit der Fortpflanzung von Papier zu tun.

Es folgen die Reihen Crystal Growth News from the UK und Crystal Growth News from Abroad. Hier findet man auch eine Kurzausgabe der DGKK-Nachrichten vom Dezember 1989. Den Abschluß bilden eine Ankündigung der Jahrestagung 1990 vom 18. bis 21. September in Bath und ein Tagungskalender.

GFCC

Das Juliheft der GFCC hat fünf Schwerpunkte. Als erstes wird die Jahrestagung 1991 angekündigt. Sie soll vom 13. bis 15. März in Marseille stattfinden. Es folgt eine Zusammenfassung der Präsidiums-sitzung im Juni in Paris. In einem weiteren Artikel wird die Bildung einer neuen Arbeitsgruppe innerhalb der GFCC angeregt. Thematisch soll sich die Gruppe mit Hochtemperatursupraleitern befassen. Es folgen Tagungsankundigungen. Den Abschluß bildet ein Artikel über „Archäologie und Kristallsynthese“.

KKN

Von der Kontaktgruppe für Kristallwachstum der Niederlande liegt das Info Nr. 47 vom März 1990 vor. Der größte Teil des Infos ist der Jahrestagung 1990 am 25. April in Nijmegen gewidmet. Abgedruckt ist das vollständige Programm mit den Abstracts der Vorträge und Poster. Den Abschluß bildet ein Tagungskalender.

SGK

Breiten Raum nehmen in der Mai-Ausgabe des SGK-Newsletters Nachrichten von der IUCr ein. Ausführlich eingegangen wird auf der Hauptversammlung der IUCr am 19. Dezember in London. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Vorstellung des Mehrjahresprogramms der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften für 1992 bis 1995. Mit diesem Programm soll die Frauenförderung zu einem Schwerpunkt der nächsten Jahre gemacht werden. Das Programm ist in seinem vollen Wortlaut abgedruckt. Zum Schluß gibt es noch Stellenausschreibungen und Tagungshinweise.

STC Technology Ltd., attn.: Dr. P. D. Greene, London Road, Harlow CM17 9NA, U.K.

27. - 30. November Strasbourg/F
Symposium B on Nonlinear Optical Materials for Optoelectronics and Integrated Optics in Conjunction with the Fall Meeting of the E-MRS

Universita di Roma „La Sapienza“, Dipt. die Energetica, attn.: Prof. M. Bertolotti, Via A. Carpa 16, I-00161 Roma, Italien

27. - 30. November Strasbourg/F
Symposium C on Wide Band Gap Semiconductor (SiC) and Related Materials in Conjunction with the Fall Meeting of the E-MRS

Universität Erlangen, Physikalisches Institut, z. H. Herrn Dr. R. Helbig, Gluckstr. 9, 8520 Erlangen

27. - 30. November Strasbourg/F
Symposium D on Analytical Techniques for the Characterization of Compound Semiconductors in Conjunction with the Fall Meeting of the E-MRS

Siemens AG, Forschungslaboratorien, z. H. Dr. H. Oppolzer, Otto-Hahn-Ring 6, 8000 München 83



MR Semicon GmbH
 Villenstr. 2
 D-8082 Grafrath

Tel. 0 81 44 — 76 56
 Fax 0 81 44 — 78 57

MR Semicon
 Limited

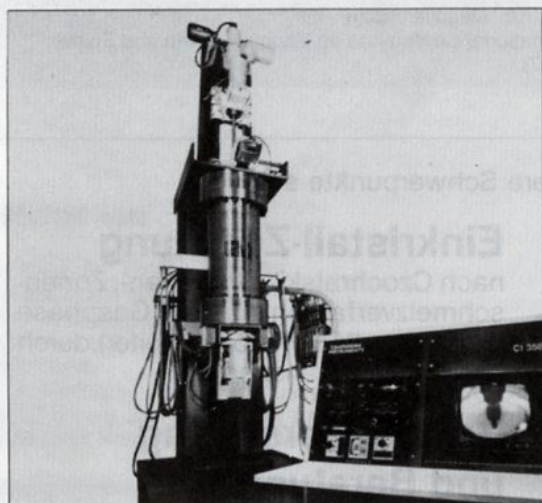
An SGC (Holdings) Ltd
 Subsidiary Company

Melbourn Science Park, Melbourn, Royston, Herts SG8 6EJ
 Tel (0763) 262095 Telex 817595 Fax (0763) 261913

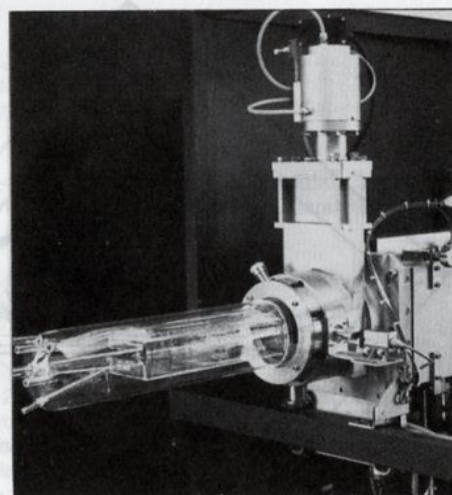
MR Semicon GmbH
 vormals
Metals Research GmbH

Wir sind wieder ein eigenständiges Unternehmen mit einer deutschen Tochterfirma. Die Tradition der MR Metals Research verpflichtet uns zu besonderen Anstrengungen. Ein hochqualifizierter und motivierter Mitarbeiterstamm ermöglicht es uns, auf Kundenwünsche gezielt einzugehen. Wir übernehmen auch den Kundendienst und die Ersatzteilversorgung von Anlagen, die von Metals Research oder Cambridge Instruments geliefert wurden. In unserem Stammwerk unterhalten wir von Wissenschaftlern betreute Anwendungs-labors, in denen wir mit Anwendern Problemlösungen erarbeiten sowie Kunden in die Handhabung ihrer neuen Anlagen einweisen. Es ist unsere Stärke, auf Ihre Wünsche einzugehen.

Unser neues MOVPE-Programm
MR 226 II-VI Epitaxieanlage
MR 350 Epitaxieanlage für F + E
MR 2035 Produktionsanlage für Großserien



III-V semiconductor production equipment



LOAD-LOCK

- Throughput increased by a factor of four
- Fully automatic with integral IBM PC controller
- Prevents ingress of moisture and air into the cell, improving material quality, reproducibility and yield
- Pre-conditions substrates prior to loading
- Further enhances safety by minimising operator exposure to potentially hazardous materials.



MOVPE reactor Quantax 200 series

1991

6. - 8. März Gießen/D
DGKK Jahrestagung

Prof. Dr. D. Schwabe, I. Physikalisches Institut der Universität, H.-Buff-Ring 16, 6300 Gießen

10. - 13. März München/D
Gemeinsame Tagung von AGKr und VFK

Prof. Dr. H. Schulz, Institut für Kristallographie und Mineralogie, Theresienstraße 41, 8000 München

14. - 16. März München/D
First European Powder Diffraction Conference (EPDIC-1)

Siemens AG, ZFE ME AMF12, Dr. H. E. Gebel, P.O.Box 830 952, 8000 München 83

15. - 17. März
Interne Arbeitssitzung des GVC-Fachausschusses „Kristallisation“ in Heidelberg

VDI-Verfahrenstechnik, Postfach 11 39, 4000 Düsseldorf

25. - 28. März Oxford/U.K.
7th Oxford Conference on Microscopy of Semiconducting Materials

Dr. A. G. Cullis, RSRE, St. Andrews Road, Malvern, Worc. WR14 3PS

8. - 12. April Exeter/U.K.
11th EPS General Conference of the Condensed Matter Division

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

14. - 17. April Panama City Beach (FL)/USA
5th Biennial Workshop on Organometallic Vapor Phase Epitaxy

Barbara Kamperman, Manager, Meeting Services, The Minerals, Metals & Materials Society, 420 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15086-7514, USA

5. - 11. Mai Budapest/Ungarn
3rd European Conference on Crystal Growth (ECCG-3)

E. Lendvay, Res. Institute for Technical Physics, Hungarian Academy of Sciences, POB 76, H-1325 Budapest

Mai - 11. Mai Bochum/D
Hauptversammlung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft für Physikalische Chemie e.V.: Dünne Schichten

Deutsche Bunsen-Gesellschaft für Physikalische Chemie e.V., Varrentrappstr. 40 - 42, 6000 Frankfurt/Main 90

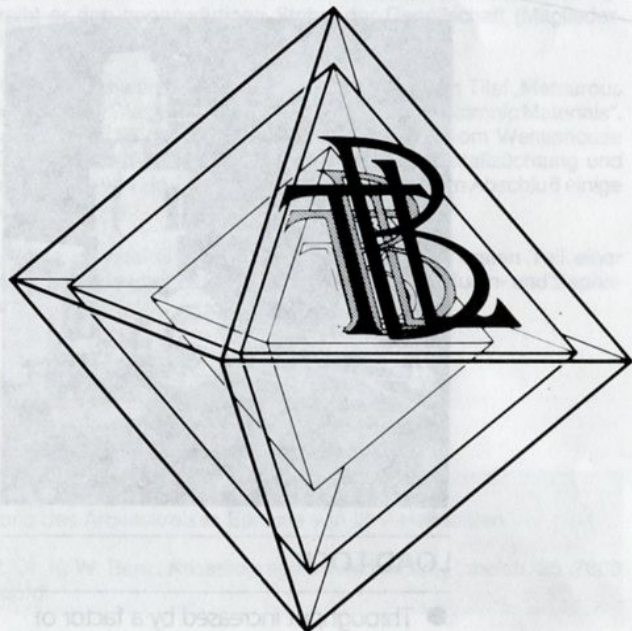
21. - 25. Mai Münster/D
10th International Conference on Solid Compounds of Transition Elements

Prof. W. Jeitschko, Universität Münster, Anorganisch-Chemisches Institut, Wilhelm-Klemm-Str. 8, D-4400 Münster

30. Mai - 9. Juni Erice/I
Static, Kinematic and Dynamic Aspects of Crystal and Molecular Structure

Prof. H.-B. Büergi, Lab. für Chemische und mineralogische Kristallographie, Universität Bern, Freie Straße 3, CH-3012 Bern

14. - 17. Juli Nagoya/Japan
7th International Conference on Vapour Growth and Epitaxy (ICVGE-7)



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 ± 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

Prof. A. Sasaki, Program and Publication Office; c/o JTBC Communication Inc., New Kyoto Center Bldg. 5F, Shimachi-shiokoji, Shimogyo-ku, Kyoto 600, Japan

25. - 30. August Ljubljana/YU
13th European Crystallographic Meeting (ECM-13)

L. Golic, Dept. of Chemistry and Chemical Technology, Edvard Kardelj Univ. POB 537, YU-51001 Ljubljana, Jugoslawien

8. - 13. September Tamano/Japan
5th International Conference on II-VI-Compounds

Prof. M. Konagai, Secretary II-VI-91, Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Tokyo Institute of Technology, Ohokayama, Meguro-ku; Tokyo 152, Japan

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

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

24. - 27. September Jülich/D
Sitzung des Arbeitskreises Röntgentopographie (RoTo-91)

Prof. Dr. H. Klapper, Mineralogisches Institut der Universität, Poppelsdorfer Schloß, 5300 Bonn

1992

10. - 13. März Dresden/D
Gemeinsame Jahrestagung von DGKK und VFK

Zentralinstitut für Werkstofforschung, z. H. Herrn Jurisch, Helmholtzstr. 20, Dresden, D.

Personalien

Gille, Peter, Dr., Kristallograph
Humboldt-Universität Physik
Bereich Kristallographie
Invalidenstr. 110
O-1040 Berlin
Tel.: 00372/2803-294 Mitgliedsnummer: 567 M Edat.: 01/04/90
Kristallzüchtung aus Schmelzen und Schmelzlösungen, Lösungskristallisation, Halbleiterkristalle IV-VI, II-VI, III-V

Mühlberg, Manfred, Dr., Kristallograph
Humboldt-Universität Physik
Bereich Kristallographie
Invalidenstr. 110
O-1040 Berlin
Tel.: 00372/2803-294 Mitgliedsnummer: 568 M Edat.: 01/04/90
Synthese und Kristallzüchtung von Verbindungshalbleitern (IV-VI, II-VI) nach Bridgman und SSD

Rudolph, Peter, Prof. Dr., Dipl.-Ing.
Humboldt-Universität Physik
Bereich Kristallographie
Invalidenstr. 110
O-1040 Berlin
Tel.: 00372/2803-334 Mitgliedsnummer: 569 M Edat.: 08/03/90
Kristallzüchtung von Halbleitern, Charakterisierung, Transportvorgänge, Anlagenentwicklung, Wachstumstheorie, Nichtstöchiometrie, Makro- und Mikroinhomogenitäten

Schenk, Manfred, Prof. Dr., Mineraloge
Humboldt-Universität
Sektion Physik
Invalidenstr. 110
O-1040 Berlin
Tel.: 00372/2803-361 Mitgliedsnummer: 570 M Edat.: 01/04/90
Kristallographie, Heteroepitaxie, Kristalldefekte, Realstruktur, Verbindungshalbleiter

April Prag/CS

12. General Conference of the Condensed Matter Division of the European Physical Society (EPS)

Czechoslovak Academy of Science, Inst. of Science, attn.: V. Smid, Na Slovance 2, CS-18040 Prague 2, Czechoslovakia

28. - 30. Mai Wien/A

Hauptversammlung 1992 der Deutschen Bunsen-Gesellschaft für Physikalische Chemie „Festkörper: Struktur und Bindung“

Dr. H. Behret, Varrentrappstr. 40 - 42, 6000 Frankfurt/Main

2. - 7. August Enschede/NL

14th European Crystallographic Meeting (ECM-14)

Dr. H. J. Bruins Slot, CAOS/CAMM Center, University of Nijmegen, Toernooiveld, 6525 Ed Nijmegen, The Netherlands

16. - 22. August San Diego (CA)/USA

10. International Conference on Crystal Growth (ICCG-10)

Mr. W. A. Bonner, Bell Communications Research, Red Bank, NJ 07701, USA

7. - 12. September Granada/E

10th European Congress on Electron Microscopy (EUREM 92)

Dr. A. Rios, Dept. of Cell Biology, Fac. of Sciences, University of Granada, 18071 Granada, Spanien

1993

1. - 8. September Beijing/PRC

16. Triennial General Assembly and International Congress of the International Union of Crystallography

Prof. M.-C. Shao, Institute of Physical Chemistry, Department of

Parthier, Lutz, Dr., Kristallograph
Humboldt-Universität Physik
Bereich Kristallographie
Invalidenstr. 110
O-1040 Berlin
Tel.: 00372/2803-415 Mitgliedsnummer: 571 M Edat.: 01/04/90
Kristallzüchtung von Halbleitern, LPE, MBE, Charakterisierung von Schichten

Neubert, Michael, Kristallograph
Humboldt-Universität Physik
Bereich Kristallographie
Invalidenstr. 110
O-1040 Berlin
Tel.: 00372/2803-294 Mitgliedsnummer: 572 M Edat.: 01/05/90
Thermodynamik von Punktdefekten (II-VI, ML), Kristallzüchtung (allg. Keimbildung, Wachstum etc.), Diffusion (allg. und mathematische/numerische Simulation)

Flade, Thilo, Dr., Dipl.-Ing.
Freiberger Elektronikwerkstoffe GmbH
PSF 211
O-9200 Freiberg
Tel.: 0037/762/56431 Mitgliedsnummer: 573 M Edat.: 01/05/90
Kristallzüchtung, Halbleiterwerkstoffe

Figgemeier, Heiner, Physiker
AEG AG
Theresienstr. 2
W-7100 Heilbronn
Tel.: 07131/62-1296 Mitgliedsnummer: 574 M Edat.: 01/04/90
Züchtung und Epitaxie von II-VI- und III-V-Halbleitern

Krüger, Albrecht, Dr., Physiker
AdW der DDR, Zentrum für wiss. Gerätebau
Rudower Chaussee 6
O-1199 Berlin
Tel.: 00372/674-5498 Mitgliedsnummer: 575 M Edat.: 01/05/90
Volumenkristallzüchtung von Halbleitern, Röntgenphysik

Kleber·Bautsch·Bohm

Einführung in die Kristallographie

DAS BEWÄHRTE STANDARDWERK IN 17. AUFLAGE

Der "Kleber" ist das bewährte Standardwerk sowohl für Kristallographen und Mineralogen als auch für alle, die in Wissenschaft und Praxis mit Kristallen zu tun haben: in Geologie, Bergbau, Metallurgie und Werkstoffwissenschaften, Chemie, Physik, Elektronik, Glasindustrie, Keramikindustrie, Baustoffindustrie usw. Das handliche, solide ausgestattete und nicht zuletzt preiswerte Buch verbindet alle Teilbereiche der Kristallographie - Morphologie, Strukturlehre, Kristallchemie, Kristallphysik - zu einer leicht faßlichen, didaktisch vorbildlichen und dem neuesten wissenschaftlichen Stand entsprechenden Einführung. Die 17. Auflage wurde wieder gründlich überarbeitet, auch das Bildmaterial teilweise erneuert. Durchweg wird die internationale Nomenklatur und Symbolik verwendet. Neben dem klassischen Lehrstoff der Kristallographie werden hochaktuelle Themen behandelt: Kristallwachstum und Kristallzüchtung, Kristallbaufehler, Röntgentopographie, moderne Methoden der Festkörperanalytik, flüssige Kristalle, Strahlenwirkung, nichtlineare Kristallographie usw.

Das Buch wird vervollständigt durch ein umfassendes Verzeichnis weiterführender Literatur und ein Sachwörterverzeichnis. Es enthält ferner ein Periodensystem der Elemente mit Ionenradien, ein Wulffsches Netz, ein Schmidtsches Netz und eine Interferenzfarbtafel für die Polarisationsmikroskopie.

Kleber, Will, Prof. Dr. phil. nat. habil.

fortgeführt und bearbeitet von Prof. Dr. rer. nat. habil Hans-Joachim
Bautsch, Dr. rer. nat. habil. Joachim Bohm und Dr. rer. nat. Irmgard
Kleber

Einführung in die Kristallographie
17., stark bearbeitete Auflage,
416 Seiten, 393 Bilder,
48 Tafeln, 3 Beilagen,

Leinen, 40,- DM

erscheint im Oktober 1990

ISBN 3-341-00479-3

Bestellangaben: 553 882 4 Kleber, Kristall

VEB VERLAG TECHNIK BERLIN

Kürten, Marius, Diplomand
Forschungszentrum Jülich GmbH
Abt. IFF
Postfach 19 13
W-5170 Jülich
Tel.: 02461/61-3657 Mitgliedsnummer: 576 S Edat.: 01/05/90
LEC GaAs, Entstehung von Versetzungen in Einkristallen

Bührig, Eberhard, Dr., Metallograph
Bergakademie Freiberg
Metallurgie u. Gießereitechnik
G.-Zeuner-Straße
O-9200 Freiberg
Tel.: 0037/762/512017 Mitgliedsnummer: 577 M Edat.: 01/04/90
Fax.: 2195
Kristallwachstum, Kristallzüchtung, Halbleiterverbindungen, Zonenschmelzen, Bridgman-Verfahren, Verteilungskoeffizienten, Computersimulation

Krohn, Martin, Prof. Dr., Physiker
Inst. f. Festkörperphysik und El.-Mikr. DWA
Weinberg 2
O-4010 Halle/Saale
Tel.: 0037/46/601312 Mitgliedsnummer: 578 M Edat.: 01/05/90
Keimbildung, Elementarprozesse des Dünnschichtwachstums, kleine Teilchen, (Wachstum und Struktur), Elektronenmikroskopie

Deus, Peter, Doz. Dr., Physiker
Bergakademie Freiberg
Sektion Physik
Cottastr. 4
O-9200 Freiberg
Tel.: 0037/762/512866 Mitgliedsnummer: 579 M Edat.: 01/05/90
Züchtung, Temperung und Charakterisierung von III-V-Kristallen

Eichler, Wolfgang, Dr., Physiker
Martin-Luther-Universität
Sektion Physik
Postfach
O-4010 Halle
Tel.: 0037/46/37761 Mitgliedsnummer: 580 M Edat.: 01/05/90
Bridgmanzüchtung, Travelling-Heater-Method, Ladungsträger- und Wärmetransport in Halbleiterkristallen

Hesse, Dietrich, Dr. Physiker
Inst. f. Festkörperphysik und El.-Mikroskopie ADW
Weinberg 2
O-4010 Halle/Saale
Tel.: 0037/46/601312 Mitgliedsnummer: 581 M Edat.: 01/05/90
Wachstum und Struktur dünner Schichten, Phasenbildung und -wachstum durch Festkörperreaktion, Realstruktur von Kristallen, Elektronenmikroskopie

Kühn, Günther, Prof. Dr., Chemiker
Karl-Marx-Universität
Sektion Chemie
Scharnhorststr. 20
O-7030 Leipzig
Tel.: 0037/41/310502 Mitgliedsnummer: 582 M Edat.: 01/06/90
Epitaxie und Kristallzüchtung von Verbindungshalbleitern (II-V und ternäre Verbindungen), Phasendiagramme

Jacobs, Klaus, Prof. Dr., Chemiker
Humboldt-Universität Berlin
Sektion Physik, Bereich Kristallographie
Invalidenstr. 110
O-1040 Berlin
Tel.: 00372/2803-417 Mitgliedsnummer: 583 M Edat.: 01/06/90
Epitaxie von III-V- und II-VI-Halbleitern, Optoelektronik, Halbleitertechnologie

Kießling, Frank-Michael, Kristallograph
Humboldt-Universität Berlin
Sektion Physik, Bereich Kristallographie
Invalidenstr. 110
O-1040 Berlin
Tel.: 00372/2803-334 Mitgliedsnummer: 584 M Edat.: 01/06/90
Kristallzüchtung aus der Schmelze und Schmelzlösungen II-VI, IV-VI, THM, Bridgman, Gasphasenzüchtung, Realstrukturcharakterisierung, Punktdefekte

Bohm, Joachim, Dr. habil., Dipl.-Mineraloge
Zentralinstitut für Optik und Spektroskopie (ZOS) der ADW
Rudower Chaussee 6
O-1199 Berlin
Tel.: 00372/674-3952 Mitgliedsnummer: 585 M Edat.: 01/06/90
Züchtung von Oxidkristallen, Realstrukturen, Kristallwachstum (Lehre), Symmetrieprobleme (allgemein)

Schwarz, Ralf, Student
Kristallographisches Institut
Uni. Freiburg
Hebelstr. 25
W-7800 Freiburg
Tel.: 0761/203-4288 Mitgliedsnummer: 586 S Edat.: 01/07/90
Verbindungshalbleiter, Ofenoptimierung (Mehrzoneneizer), Einkristallzüchtung und Charakterisierung von II-VI-Verbindungen

König, Ulf, Techniker
Uni. Hamburg Institut für Physikalische Chemie
Bundesstr. 45
W-2000 Hamburg 13
Tel.: 040/4123-3442 Mitgliedsnummer: 587 M Edat.: 01/06/90
Fax.: 040/4123-2893
Kristallzüchtung nach Czochralski und Vermessung der Kristalle mittels ESR

Strübel, Günter, Prof. Dr.
Inst. für Angewandte Geowiss.
Justus-Liebig-Universität
Diezstr. 15
W-6300 Gießen
Tel.: 0641/702-8372 Mitgliedsnummer: 588 M Edat.: 01/07/90
Fax.: 0641/702-4711

Feyer, Ekkehard, Dipl.-Krist., Doktorand
MPI für Festkörperforschung
Heisenbergstr. 1
W-7000 Stuttgart 80
Tel.: 0711/6860-292 Mitgliedsnummer: 589 S Edat.: 01/06/90
Fax.: 0711/6874-371
LPE von Si, elektr. und opt. Charakterisierung von Schichten, Solarzellen

Jenichen, Bernd, Dr., Physiker
ZIE (AdW)
Hausvogteiplatz 4 - 7
O-1086 Berlin
Tel.: 00372/20377441 Mitgliedsnummer: 590 M Edat.: 01/07/90
Fax.: 00372/2004536
Röntgentopographie, Schmelzzüchtung, Kristallperfektion, Aparatives, Charakterisierung dünner Schichten

Engel, Aribert, Dr., Dipl.-Mineraloge
Humboldt-Universität Berlin
Sektion Physik, Bereich Kristallographie
Invalidenstr. 110
O-1040 Berlin
Tel.: 00372/2803-461 Mitgliedsnummer: 591 M Edat.: 01/07/90
Kristallcharakterisierung, Oberflächen, Halbleiter, Mikroskopie

Sassenberg, Uwe, Dr., Kristallograph
Humboldt-Universität Berlin
Sektion Physik
Invalidenstr. 110
O-1040 Berlin
Tel.: 00372/2803-357 Mitgliedsnummer: 592 M Edat.: 01/07/90
Chem. u. mech. Bearbeitung von Kristallen, Oberflächenanalytik, II-VI-Verbindungen-Halbleiter

Wolf, Eberhard, Dr., Mineraloge
Akademie der Wissenschaften
Zentrum f. wiss. Gerätebau ZWG
Rudower Chaussee 6
O-1199 Berlin
Tel.: 00372/674-4449 Mitgliedsnummer: 593 M Edat.: 06/07/90
Kristallzüchtung Se/AlIII BV, Röntgen-Feinstruktur/Langtopographie, Rasterelektronenmikroskopie, Kristalloptik, Kristallbearbeitung

König, Frank, Kristallograph
Institut für Kosmosforschung
Akademie der Wissenschaften
Rudower Chaussee 6
O-1199 Berlin
Tel.: 00372/674-4972 Mitgliedsnummer: 595 M Edat.: 01/09/90
Kristallzüchtung aus der Schmelze und deren μg -relevante Fragen

DGKK-Stichwortliste

Materialien

000

- 001 Elementkristalle
- 002 Ionenkristalle
- 003 Metalle/Legierungen
- 009 Andere

010 Elementhalbleiter

- 011 Si
- 012 Ge
- 019 Andere

020 Verbindungshalbleiter

- 021 IV-IV
- 022 III-V
- 023 II-VI
- 024 ternäre
- 025 multinäre
- 029 Andere

030 Oxidkristalle

- 031 HT-Supraleiter
- 032 Granate
- 039 Andere

040 Halogenide

050 Chalkogenide

060 Pniktide

070 Organische Materialien

099 Andere

Wachstumsformen

100 Aggregation

- 101 Massivkristalle
- 102 Dünne Schichten
- 103 Massenkristallisation
- 109 Andere

110

- 111 Monokristalle
- 112 Zwillingskristalle
- 113 Polykristalle
- 114 Keramische Materialien
- 115 Amorphe Materialien
- 116 Flüssig-Kristalle
- 117 Polymere
- 119 Andere

Kristallisationsverfahren

200 Schmelzzüchtung

- 201 Czochralski
- 202 LEC
- 203 Skull/Kalter Tiegel
- 204 Kyropolus
- 205 Bridgman
- 206 Float Zone
- 207 Schmelzzonen
- 208 THM
- 209 Gerichtetes Erstarren
- 210 Verneuil
- 219 Andere

220 Gasphasenzüchtung

- 221 CVD/CVT
- 222 PVD
- 223 MOCVD
- 229 Andere

230 Lösungszüchtung

- 231 wässrige Lösung
- 232 Flux
- 233 THM
- 234 Hydrothermal
- 235 Gelzüchtung
- 239 Andere

240 Epitaxie

- 241 CVD
- 242 VPE
- 243 LPE
- 244 MBE
- 245 MOCVD
- 249 Andere

250 Züchtung unter μg

260 Elektrokristallisation

270 Rekristallisation/Sintern

299 Andere

Apparatives

300 Heizmethoden

- 301 Widerstandsheizung
- 302 Hochfrequenzheizung
- 303 Laserheizung
- 304 Elektronenstrahlheizung
- 305 Optische Heizung
- 309 Andere

310 Mech. Translation

- 311 Linearbewegung
- 312 Drehung
- 319 Andere

320 Anlagen

- 321 Czochralskianlagen
- 322 Bridgmananlagen
- 323 Epitaxieanlagen
- 324 Zonenschmelzanlagen
- 329 Andere

399 Andere

Herstellung hochreiner

Ausgangsmaterialien

400

Charakterisierung

500 Stöchiometrie

- 501 Mikrosondenmessungen
- 502 Chem. Analyse
- 503 Atomabsorption
- 504 Massenspektrometrie
- 505 thermische Analyse
- 509 Andere

510 Chemische Charakterisierung

- 511 chem. Ätzen
- 512 el. chem. Ätzen
- 513 plasma Ätzen
- 519 Andere

520 Elektrische Charakterisierung

- 521 Hall
- 522 Leitfähigkeit
- 523 Beweglichkeit
- 524 Lebensdauer
- 525 Photovoltaik
- 529 Andere

530 Opt. Charakterisierung

- 531 Spektrometrie
- 532 Kristalloptik
- 533 Elektronenmikroskopie
- 534 Metallographische Methoden
- 539 Andere

540 Röntgen Methoden

- 541 Röntgen-Topographie
- 542 Röntgen-Spektrometrie
- 543 Röntgen-Fluoreszenz
- 549 Andere Röntgenmethoden

550 Sonstige Methoden

- 551 Gammastrahlung
- 552 Radioaktive Strahlung
- 559 Andere

560 Oberflächenanalyse

- 561 AUGER
- 562 LEED
- 563 LEELS
- 564 RHEED
- 565 SEM
- 566 TEM
- 567 UPS
- 568 XPS
- 569 Andere

599 Andere

Phasendiagramme (Thermodynamik)

600 Phasendiagramme

610 Thermochemische Daten

620 Diffusionskoeffizienten

630 Verteilungskoeffizienten

640 Elektrochemische Daten

699 Andere

Kristallperfektion

700

- 701 Punktdefekte
- 702 Gitterdefekte
- 703 Versetzungen
- 704 Stapelfehler

710 Kleinwinkelkorngrenzen

720 Einschlüsse

799 Andere

Theorie

800 Kristallstruktur

810 Baufehler

820 Grenzflächenphänomene

830 Oberflächenphänomene

840 Konvektion/Strömung

850 Computersimulation

860 Wachstumskinetik

- 861 Keimbildung
- 862 Kristallwachstum
- 863 Transportvorgänge

899 Andere

Wenn Sie auf dem Gebiet Kristallwachstum, -züchtung, -charakterisierung und -anwendung tätig und noch nicht Mitglied der Deutschen Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung (DGKK) sind, so treffen Sie eine wichtige Entscheidung und

werden Sie Mitglied der DGKK!

Sie sind willkommen in einem Kreis von über 400 Fachkollegen, die einer Gesellschaft angehören, deren Zweck ist

- Forschung, Lehre und Technologie auf dem Gebiet von Kristallwachstum und Kristallzüchtung zu fördern,
- über entsprechende Arbeiten und Ergebnisse durch Tagungen und Mitteilungen zu informieren,
- wissenschaftliche Kontakte unter den Mitgliedern und die Beziehung zu anderen wissenschaftlichen Gesellschaften zu fördern, sowie
- die Interessen ihrer Mitglieder auf nationaler und internationaler Ebene im Sinne der Gemeinnützigkeit zu fördern.

DGKK-Schriftführer
Dr. Herbert Walcher
Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik
Eckerstraße 4
D-7800 Freiburg

Damit kann die Gesellschaft zu einer wesentlichen Unterstützung Ihrer beruflichen Aktivitäten beitragen. Zögern Sie daher nicht und senden Sie noch heute das ausgefüllte Anmeldeformular ab!
(Jahresbeitrag DM 30,—, für Studenten DM 15,—)

Antrag auf Mitgliedschaft / Änderung

Ich (Wir) beantrage(n) hiermit die Mitgliedschaft in der Deutschen Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung e. V. (DGKK).

- Art der Mitgliedschaft: ordentliches Mitglied
 studentisches Mitglied
 korporatives Mitglied

Gewünschter Beginn der Mitgliedschaft: _____

Dienstanschrift: _____
(Name) (Vorname) (Titel) (Beruf)

*) _____
(Firma, Institut, etc.)

(Straße, Haus-Nr.)

(PLZ, Ort) (Telefon)

(FAX) _____

Privatanschrift: _____
(Straße, Haus-Nr.)

*) _____
(PLZ, Ort) (Telefon)

Wissenschaftliche Interessen- und Erfahrungsgebiete (Stichworte):

1: 2: 3: 4: 5: 6: 7: 8:

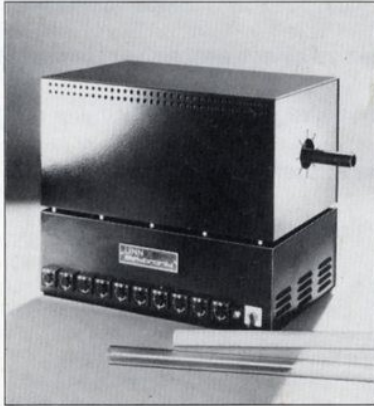
9: 10:

_____ den _____

(Unterschrift)

*) bitte unbedingt ankreuzen, unter welcher Anschrift der Schriftwechsel geführt werden soll.

LINN High Therm DAS UMFASSENDE PROGRAMM



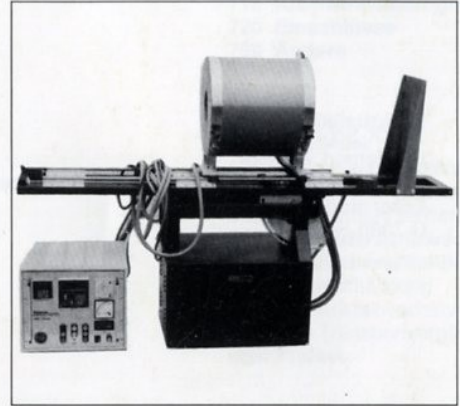
FuE-Rohröfen

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



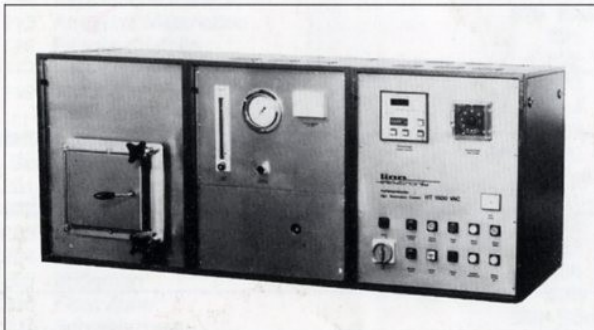
Mini-Spiegelöfen

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



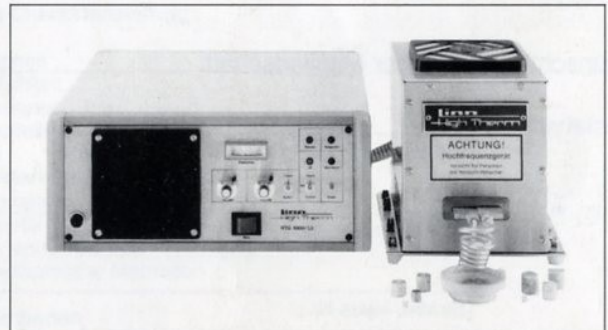
Rohröfen

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



Hochtemperaturöfen

vakuumdicht und schutzgasdicht
Kammervolumen 4, 26 und 52 Liter
für oxidierende und reduzierende Atmosphären
Temperaturbereich 1300° C, 1600° C und 1800° C
für alle Erwärmungsprozesse
100 % Faserisolierung
große Auswahl an Temperaturregelungen
NEU: 2100° C unter oxidierender Atmosphäre



Hochfrequenz-Generatoren

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 GmbH
High Therm

Heinrich-Hertz-Platz 1 · Eschenfelden · D-8459 Hirschbach 1
Telefon (0 96 65) 17 21-25, Telex 63902 · Telefax (0 96 65) 17 20

Industrial Furnaces
Laboratory Furnaces
High-Frequency Heating
High-Temperature Technologies