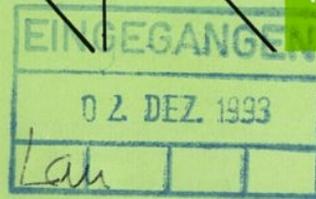
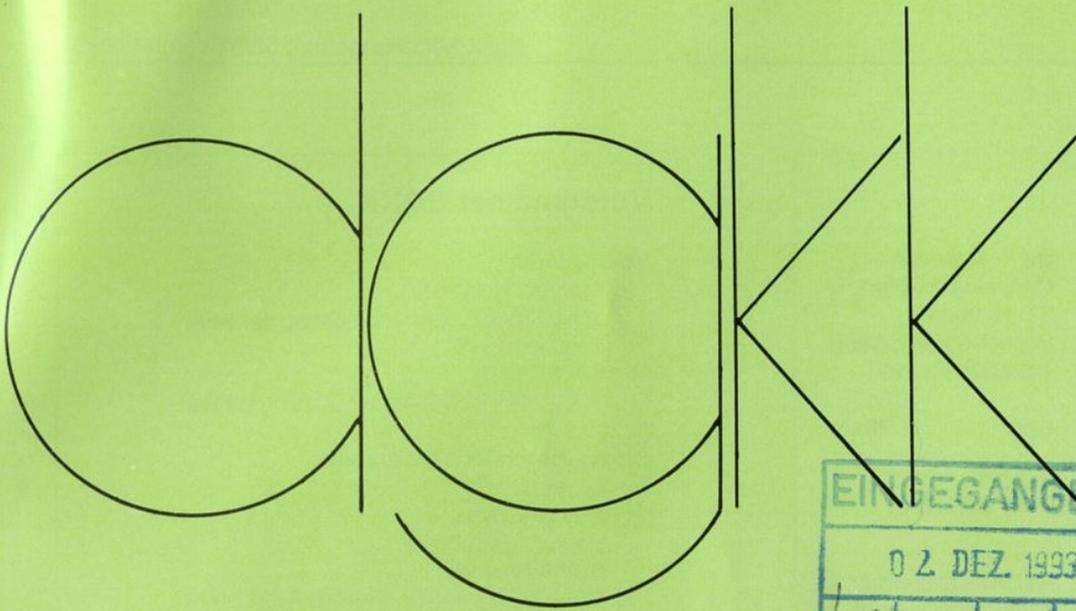


Deutsche Gesellschaft
für Kristallwachstum und
Kristallzüchtung e. V.



INHALT

Mitteilungen der DGKK	5
DGKK-Arbeitskreise	6
Kristallzüchtung in Deutschland	7

Tagungsberichte	15
Übersichtsartikel	17
Mitteilungen anderer Gesellschaften	21
Tagungskalender	23

Redaktion

Chefredakteur	Dr. F. Wallrafen Mineralog. Institut 53115 Bonn Poppelsdorfer Schloß Tel. 0228/73-2961 -2761 Fax -2770
Übersichtsartikel	A. Cröll 0761/2034282
Kristallzüchtung in Deutschland	T. Boeck Inst. Kristallzüchtung 12489 B.-Adlershof Tel. 030-6392/3051
Tagungsberichte	W. Aßmus Tel. 069/798-3144 Fax -8520
Aktivitäten von und für junge Kristallwissenschaftler	C. Sussieck-Fornefeld 06221/56-2806
Stellenangebote und -gesuche Mitteilungen der DGKK	H. Walcher 0761/5159-358 Fax -400
Mitteilungen ausländischer Schwestergesellschaften Tagungskalender	J. Schmitz 0761/5159-846 Fax -400
Bücherecke	R. Diehl 0761/5159-416 Fax -400
Schmunzelecke	R. Diehl
Anzeigenwerbung	G. Müller-Vogt 0721/608-3470

TITELBILD:

C_{60} -Einkristall mit einer (100)-Fläche (kleinste Fläche) und zwei (111)-Flächen, gewachsen bei 520 °C durch Sublimation (Unterlage: Millimeterpapier).

K. Matsumoto, M. Wojnowski, E. Schönherr, MPI für Festkörperforschung, Stuttgart

SATZ, DRUCK & WEITERVERARBEITUNG

bollmann druck GmbH
Rudolf-Diesel-Straße 3
90513 Zirndorf bei Nürnberg

Vorstand der DGKK**Vorsitzender**

Prof. Dr. H. Wenzl
Institut für Festkörperforschung der KFA
Postfach 1913
52425 Jülich
Tel. 02461/61-6664, Fax 02461/61-3916

Stellvertretender Vorsitzender

Dr. M. Jurisch
IFW Dresden
Helmholtzstraße 20
01069 Dresden
Tel. 0037/2322-216, Fax 0037/2322-599

Schriftführer

Dr. H. Walcher
Fraunhofer-Institut für
Angewandte Festkörperphysik
Tullastr. 72
79108 Freiburg
Tel. 0761/5159-358, Fax 0761/5159-400
Email: Walcher C iaf. fhg. de

Schatzmeister

Dr. German Müller-Vogt
Kristall- und Materiallabor der
Fakultät für Physik
Kaiserstr. 12
76131 Karlsruhe
Tel. 0721/608-3470, Fax 0721/697123

Beisitzer

Dr. W. Aßmus
Physikalisches Institut
der Universität Frankfurt
Postfach 11 19 32
60325 Frankfurt/M.
Tel. 069/798-3144, Fax 069/798-8520

Prof. Dr. J. Bohm
Trützschlerstr. 14
12487 Berlin
Tel. 030/6353284

Dipl.-Geol. F. Strohmeier
Ortsstraße 6
69226 Nußloch
Tel. 06221/523803

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,

an dieser Stelle möchte ich dem zu Ende des Jahres 1993 aus dem Amt scheidenden Vorsitzenden, Herrn Wenzl, für seine stetige Anteilnahme an der Erstellung des Mitteilungsblattes recht herzlich danken. Er hat mir als Verantwortlichem für das MB immer freie Hand gelassen und mich mit einer Reihe von Informationen, die nicht unbedingt zu den Aufgaben des Vorsitzenden gehörten, versorgt. Er hat sich mit seiner ganzen Kraft für die DGKK eingesetzt und ein außerordentlich gutes Klima im Vorstand geschaffen, was sich auf eine äußerst produktive Arbeit ausgewirkt hat. Ich hoffe, daß er mir auch nach seiner Amtszeit hin und wieder Tips und Anregungen geben wird, wovon ich eigentlich ausgehen kann.

Mittlerweile haben Sie die ersten Informationen zur DGKK-Tagung in Stuttgart erhalten. Unsere Stuttgarter Kollegen unter der Leitung von Herrn Paus haben schon eine Menge Arbeit in die Vorbereitungen der Tagung investiert. Ich möchte Sie in diesem Zusammenhang auf die Rubrik 'Kristallzüchtung in Deutschland' hinweisen, wo sich die an der Organisation der DGKK-Tagung beteiligten Arbeitsgruppen verschiedener Institute mit ihrer Thematik vorstellen. Stuttgart ist eine Reise wert, deshalb melden Sie sich zur Tagung an und bereichern Sie diese durch Ihren Vortrag oder Poster.

Ferner weise ich auf den Übersichtsartikel hin, der in dieser Ausgabe kein wissenschaftlicher Beitrag ist, sondern ein sehr interessantes forschungspolitisches Thema behandelt.

Ihr
F. Wallrafen

Für jedes Problem
gibt es eine Lösung,
die einfach, sauber
und falsch ist.



Der Unterschied zwischen
einer Wirbelsäule und
einem Rückgrat?
Eine Wirbelsäule
hat jeder ...!



Notizen des Vorsitzenden

Kann man mit Kristallzucht seinen Lebensunterhalt verdienen? Diejenigen von uns, die in staatlich alimentierten Forschungseinrichtungen arbeiten, werden diese Frage unbekümmert bejahen. Anscheinend gibt es aber auch eine Lebenschance für kleine private Kristallzuchtunternehmen, die Spezialitäten anbieten können. Gerade ist mir wieder der Prospekt einer Neugründung durch Herrn Dr. H. Schlich auf den Tisch geflattert, der aus der Gießereiindustrie kommt. Er wird auch die Aktivitäten der Firma Lamprecht übernehmen und seine Firma durch Inserate im Heft bekanntmachen. Ein anderes Beispiel ist "Crystal" in Berlin, deren Mitglieder von der Humboldtuniversität aus in den Markt eingedrungen sind.

Noch einige andere Namen wären zu nennen. Wir werden auch im DGKK-Mitteilungsblatt unser Augenmerk stärker auf diese Kristallzucht- und Kristallhandelsfirmen zu richten haben, da sie ein wesentliches Element der Kristallversorgung für Forschung und Industrie darstellen und unsere Aufmerksamkeit (auf Inserate, z. B.) und Unterstützung verdienen.

In diesem Zusammenhang ist das von W. R. Wilcox an der Clarkson University, Potsdam, geführte Consortium for Commercial Crystal Growth zu nennen, das die nordamerikanische Kristallzuchtindustrie konkurrenzfähig erhalten will. Zu den Teilnehmern gehören zahlreiche Kristallzuchtgruppen an Universitäten und in kleineren und größeren Firmen. Anscheinend hat dieses Konsortium auch Mittel zur Unterstützung von schwierigen und wichtigen Kristallzuchtprojekten zu vergeben. Auf diese Weise soll der wissenschaftliche und technische Kristallmarkt in den U.S.A. gestärkt werden. Die laufenden Projekte sind breit gefächert und erstrecken sich von "floating zone melting of GaAs" über "solution growth of triglyzine sulfate" und "l-arginine phosphate" zu "robotic thermal processing of crystal wafers".

Die Entwicklung und Pflege eines solch vielfältigen Netzes von Kristall-Labors in Deutschland hat ja auch die DGKK auf ihre Fahnen geschrieben.

Das große Projekt eines zentralen großen europäischen Kristallzuchtinstituts mit über 300 Mitgliedern, das unter dem Namen EuroCryst in Wien geplant wird, zieht inzwischen seine Wellenkreise bis in die nordamerikanischen Crystal Growth Konferenzen. August Witt hat es in Baltimore vorgestellt. Dieses "auf das Jahr 2010 zielende" Vorhaben ist der Gegenpol zu einem breit gestreuten Netz von kleinen Spezialistenlabors, die teils kommerziell, teils staatlich alimentiert "vor Ort" ihre Kristalle züchten und nutzen, eng gekoppelt mit der Kristallzuchtforschung, die ja auch überall unterschiedliche Schwerpunkte setzt. Wenn Eurocryst tatsächlich realisiert werden sollte, könnte wohl ein großer Teil der DGKK Mitglieder dort seinen Arbeitsplatz finden.

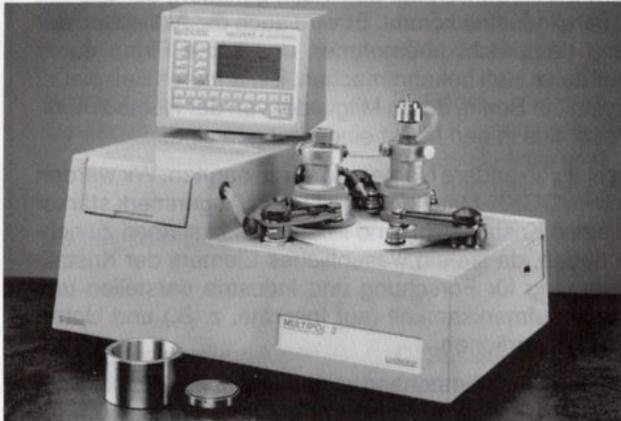
Nicht nur die Bundesregierung zieht nach Berlin. Im nächsten Jahr wechselt der Vorsitz der DGKK zu Herrn Dr. W. Schroeder, Institut für Kristallzüchtung, Berlin-Adlershof. Das neue Vorstandsdreieck spannt sich von den Eckpunkten Berlin, Burghausen, Freiburg/Karlsruhe über das ganze Land. Da wird es Zeit für mich, der ich diese Kristallzucht-Geometrie mitgestaltet habe, befriedigt meine Feder aus der Hand zu legen, allen zu danken, die mitgewirkt haben, und allen Mitgliedern Freude und Erfolg bei der Arbeit zu wünschen.

Herzliche Grüße, Ihr Helmut Wenzl

DER BESSERE WEG ZU GUTEN OBERFLÄCHEN :

MALVERN - GFV - UNIPRESS

MULTIPOL 3 - Läpp- und Poliermaschine



Das SÄGEN-PROGRAMM von MALVERN, GFV und UNIPRESS

Langsam laufende Sägen von MALVERN

- Innenloch garantiert planparallele Sägeschnitte und gute Oberflächen
- Peripher schneidet schonend beschichtete Oberflächen und Diced Wafer

Schnellaufende Sägen von GFV

- ANNULAR 55 Innenlochsäge für 2" Ronden
- PERI 2000 zum Trennen und Dicen von beschichteten Wafern

WIRE-Sägen von UNIPRESS

- Eindraht-Läpp-Schleifsäge
- Multidraht-System mit bis zu 6 Drähten gleichzeitig

Fordern Sie Ihr Angebot an :

J-B-S Vertriebs-GmbH

Produktionsanlagen - Laborgeräte
Prozeßautomatisierung
D-82284 GRAFRATH, Postfach 30
Tel. 08144/7656 * Fax 08144/7857

LÄPP- u. POLIERSYSTEME für unterschiedliche Materialien

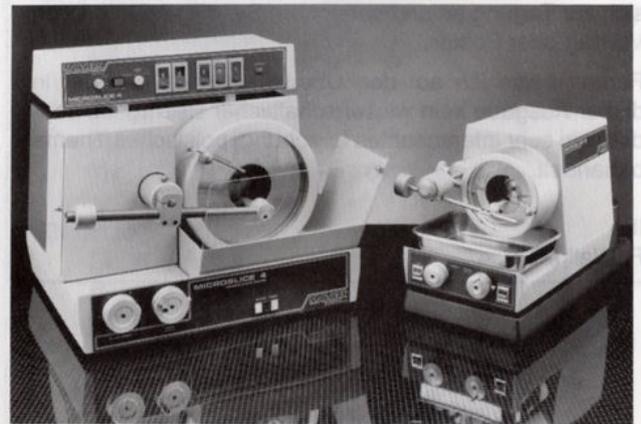
Unsere Geräte zeichnen sich aus durch:

- * Sorgfältige Abstimmung der Polierträger auf das Poliergut
- * Problemlose Zuführung der Läpp- und Poliermittel
- * Zwischengeschaltete Oberflächenspülung
- * Ablaufsteuerung mit bis zu 200 Programmspeichern

POLIERHILFE "JIG"

für planparallele Proben, auch im μ -Bereich

- * Lauffläche nichtmetallisch, dadurch kein Einbetten von Metallpartikeln in die Probenoberfläche (z.B. bei Halbleitern)
- * durch klebefreie Lagerung des Jig-Stempels saubere Abtragung
- * auf Wunsch digitale Dickenmessung verfügbar



(oben) MICROSLICE 2 und 4 von MALVERN
Innenloch und Peripher in einer Säge

WIRE-Säge WS 22 von UNIPRESS (unten)



2. Mitteilungen der DGKK

2.1 Ab 1. Januar 1994 tritt der neue Vorstand seine 2jährige Amtszeit an. Die Neumitglieder sind:

Winfried Schröder, (Vorsitzender)



geboren 1937 in Berlin, Studium der Metallkunde an der Bergakademie Freiberg/Sa. Von 1960 bis 1970 tätig im Gleichrichterwerk Stahnsdorf bei Berlin an der Entwicklung von Float-Zone-Silicium-, Ge- und III-V-Kristallen. 1970 Dr.-Ing.-Promotion an der Bergakademie Freiberg (Float-Zone-Silicium-Züchtung). Von 1970 – 1990 im Zentrum für wissenschaftlichen Gerätebau der AdW/DDR, Bereich

Kristallzüchtung, als Arbeitsgruppenleiter der Silicium-Gruppe. Züchtung hochperfekter Si-Kristalle, Entwicklung von Anlagen.

1990 Promotion Dr. sc. techn. zu Problemen der Wärme- und Temperaturverteilung bei der Züchtung von FZ-Silicium-Kristallen.

Seit 1991 Direktor des Instituts für Kristallzüchtung in Berlin-Adlershof.

Vorlesungen an der Humboldt-Universität zu Werkstoffen der Elektrotechnik und Kristallzüchtung.

Werner Zulehner, (stellv. Vorsitzender)



geboren 1941 in Saarbrücken, promovierte an der Universität des Saarlandes auf dem Gebiet der Metallphysik. 1973 wurde er Mitarbeiter der Wacker-Chemitronic GmbH, Burghausen/Obb. Dort beschäftigt er sich seitdem schwerpunktmäßig mit der Erforschung und Weiterentwicklung der industriellen Züchtung von tiegel- und zonengezogenen Silicium-Einkristallen sowie mit dem physikalischen Verhalten der

Silicium-Einkristalle. Daneben bearbeitet er noch Probleme, die bei der Herstellung des polykristallinen Reinstsiliciums und der Weiterverarbeitung der Si-Einkristalle auftreten.

Manfred Mühlberg, (Beisitzer)



geboren 1949 in Bitterfeld, studierte an der Humboldt-Universität zu Berlin Kristallographie und promovierte 1978 über das Kristallwachstum von PbTe aus der Schmelze. Von 1977 bis 1992 war er wissenschaftlicher Assistent im Institut für Kristallographie und Materialforschung an der Humboldt-Universität. Seine Arbeitsgebiete waren die Beeinflussung der strukturellen Perfektion und die Ausscheidungskinetik bei den

IV-VI- und II-VI-Verbindungshalbleitern. Seit dem 1. 4. 1993 hat er eine Universitätsprofessur am Institut für Kristallographie

der Universität zu Köln inne. An weiteren Arbeitsgebieten sind u. a. die Untersuchung von fest/fest-Phasengrenzflächen und die Kristallzüchtung aus Schmelzlösungen hinzugekommen.

Hans Jürgen Fenzl, (Beisitzer)



geboren 1943 in Berlin, Studium der technischen Physik an der TH-München. Von 1970 – 1978 Mitarbeiter am Kristalllabor des IFF/KFA Jülich. Entwicklung von Bridgmanöfen, Züchtung von Metall- und Legierungskristallen (Ag, Al, Au, Cu, AlAg, AlZn etc.) und Charakterisierung, z. B. mit Röntgen- und γ -Strahlen. Seit 1980 bei der Siemens AG im Bereich Großleistungshalbleiter in München (heute eupec GmbH).

Züchtung und Bearbeitung von Siliziumeinkristallen, speziell Zonenziehverfahren.

2.2 Veränderungen

Am 1. April 1993 wurde am Institut für Kristallographie der Universität zu Köln Herr M. Mühlberg (bis jetzt Humboldt-Universität Berlin) zum C 3-Professor als Nachfolger von Herrn J. Liebertz ernannt. Zum gleichen Zeitpunkt hat Herr L. Bohatý (bis jetzt Universität München) als Nachfolger von Herrn S. Haussühl den Lehrstuhl für Kristallographie übernommen.

Zu erreichen über:

Institut für Kristallographie
der Universität zu Köln
Zülpicher Str. 49b
50674 Köln
Tel.: (02 21) 470-4420 (M. M.)
-3154 (L. B.)
Fax: (02 21) 470-4963

2.3 Nachruf

Nachruf

Dr. rer. nat. Robert Köbler

Am 25. 8. 1993 wurde unser Mitglied Dr. Robert Köbler im Alter von 36 Jahren unerwartet aus unserer Mitte gerissen. Herr Köbler verbrachte seine Schulzeit in Rinklingen und Bretten und hat in seinem Studium der Fächer Physik und Chemie für das höhere Lehramt mit der Staatsexamensarbeit "Herstellung dünner halbleitender Schichten durch Pyrolyse" an der Universität Karlsruhe erste Kontakte zu unserer Gesellschaft begonnen. Seit Dezember 1983 war er als wissenschaftlicher Angestellter im Kristall- und Materiallabor der Fakultät für Physik der Universität Karlsruhe tätig und baute den Bereich der Messung von Diffusionskonstanten in Halbleiterschmelzen auf. Seine Arbeiten auf diesem Gebiet waren Themen einiger Vorträge unserer Jahrestagungen und führten ihn zur Promotion. Seit 1990 war er Mitarbeiter bei der Firma E.G.O. Oberderdingen und mit der Entwicklung von Dickschichtheizelementen beschäftigt, einem Bereich, dessen Leitung er vor kurzem übernommen hatte. Unser Mitgefühl gilt vor allem seiner Frau und seinen beiden Kindern.

In Trauer nehmen wir Abschied von ihm.

G. Müller-Vogt

3. DGKK-Arbeitskreise

3.1 DGKK-Arbeitskreis 'Kristalle für Laser und nichtlineare Optik'

Am 1. Oktober 1993 fand die 2. Zusammenkunft des Arbeitskreises "Kristalle für Laser und Nichtlineare Optik" der DGKK im Forschungsinstitut für mineralische und metallische Werkstoffe, Edelsteine/Edelmetalle GmbH (FEE) statt.

Im Laufe des Vormittags wurden die unten aufgeführten Beiträge über verschiedene Vorhaben der Kristallzucht sowie über die Züchtung neuer Kristalle vorgetragen.

Dr. W. Aßmus Uni Frankfurt	Verteilungskoeffizienten dreiwertiger Seltener Erd Ionen in kubisch stabilisiertem Zirkoniumoxid
Dr. Klaus Dupré Uni Bonn	Aufbau einer Czochralski-Züchtungsanlage mit automatischer Durchmesserkontrolle
Herr Rogin Uni Bern	Oxide und Fluoride: Suche nach neuen Lasermaterialien und Optimierungen
Herr Christmann Uni Stuttgart	Züchtung von Nd:YLF und erste Laserversuche
Herr Gotzmann Uni Stuttgart	Züchtung von Kristallen mit LICAF-Struktur und ihr Laserverhalten
Dr. K. Petermann Uni Hamburg	Vortrag über Nd:LaSc ₃ (BO ₃) ₄

Herr Luhn vom FEE zeigte anschließend einige Dias von Seiten Erd Granaten bei denen Spiralwachstum aufgetreten war.

In der anschließenden lebhaften Diskussion wurden Erfahrungen der Teilnehmer mit ähnlichen Kristallwachstumsproblemen ausgetauscht.

Die Teilnehmer des Arbeitskreises einigten sich darauf, beim nächsten Treffen am 1. 3. 1994 in Stuttgart das Thema "Ursachen des Spiralwachstums bei Granat-Einkristallen" als Schwerpunktthema zu behandeln, da offensichtlich ein breites Interesse für diese Thematik vorhanden ist.

Am Nachmittag fand eine Besichtigung des Instituts und der Kristallzuchtanlagen, geführt von Herrn Dr. Ackermann, Leiter des Instituts, und Herrn Luhn, statt.

Im folgenden sind die Teilnehmer dieser Zusammenkunft aufgeführt:

Dr. Lothar Ackermann	Prof. Dr. Jürg Hulliger	Peter Rogin
Dr. Wolf Aßmus	R. Jooss	H. Römer
N. Bazin	Anette Kult	Bert Scholz
Uwe Becker	Dr. Andreas Kurtze	Dr. Klaus Schwenkenbecher
Uwe Brauch	B. Lommel	Dr. Seifert
P. Bunod	Michael Luhn	Prof. Dr. Wolfgang Tolksdorf
Andrea Caprez	Dr. Rainer Pankrath	Uecker
J. Christmann	Prof. Dr. Paus	Dr. Franz Wallrafen
Dr. Klaus Dupré	Dr. Klaus Petermann	
Dr. Roland Geray	Dr. Egon Pfeifer	
K. Gotzmann	Dr. Reische	
J. Graf	Richter	L. Ackermann

Der **Arbeitskreis 'Kristalle für Laser und Nichtlineare Optik'** veranstaltet sein nächstes Treffen unmittelbar vor der DGKK-Jahrestagung in Stuttgart.

Beginn: Dienstag, 1. März 1993 (mittags)

Ende: Mittwoch, 2. März 1993 (mittags)

Thema: **Morphologische Wachstumsanomalien; Striations; Spiralwachstum**

Interessenten melden sich bitte bis **21. Januar 1994** bei: Prof. H. Paus, Universität Stuttgart, 2. Physikalisches Institut, Pfaffenwaldring 57, D-70550 Stuttgart.

Machen Sie Ihre Probleme zu unserer Aufgabe !

Wenn es um Anlagen für die Kristallzüchtung, um spezielle thermische Prozesse und Präzisions-Steuerungsaufgaben für diese Bereiche geht, sind wir Ihr kompetenter Partner.

Wir konstruieren Anlagen für die Kristallzüchtung ...

Wir kennen uns aus in Sachen Zonenschmelzanlagen und Anlagen für die allgemeine Wärmebehandlung von Feststoffen und Gasen unter Vakuum, Schutzgas oder oxidierender Atmosphäre ...

Wir entwickeln komplexe Baugruppen mit hohem mechanischem Anteil zur Steuerung von Prozeßbewegungen und Erfassung von Temperaturprofilen ...

Unsere Spezialitäten sind Verschußflansche für Prozeßrohre und kundenspezifisch spezialisierte Baugruppen für die Vakuumtechnik ...

Wir modernisieren bestehende Anlagen oder rüsten sie nach Ihren Wünschen um ...

Als innovative Leistung empfehlen wir Ihnen PCDG für Mehrzonenöfen und Bridgman-Anlagen: Processor Controlled Dynamic Gradient ist eine neuartige rechner-gesteuerte Präzisions-Temperaturregelung mit u.a. folgenden Features :

- Erstellung von Temperaturprofilen mittels PC ...
- Frei modifizierbare, zonenspezifische Temperaturwahl mit hoher Reproduktionspräzision ...
- Zur Prozeßautomatisierung können Prozeßparameter wie z.B. Schaltfunktionen für Ventile, Meßeinrichtungen Bewegungseinrichtungen u.ä. über PC gesteuert werden ...
- Protokollierung sämtlicher Prozeßdaten in einer Prozeßdatei
- PCDG ermöglicht einen kompakten und flexiblen Aufbau von Anlagen für die Kristallzüchtung und anderer Hochtemperaturanwendungen - bei geringstem Aufwand an Mechanik ...

Fordern Sie unsere INFO an !

INNOVATIVE PHYSIKALISCHE TECHNOLOGIEN

IPT

4. Kristallzucht in Deutschland



KRISTALLZÜCHUNG IN STUTTGART

Die Jahrestagung 1994 der DGKK wird in Stuttgart stattfinden (2. - 4. März 1994). Aus diesem Anlaß möchten wir Stuttgarter Kollegen uns an dieser Stelle kurz vorstellen. Während der Tagung wird dann Gelegenheit zu detaillierteren Diskussionen und Laborbesichtigungen sein. Wir freuen uns auf Ihren Besuch.

4.1 Fluoridische Laserkristalle

H. Paus, 2. Physikalisches Institut, Universität Stuttgart

Neben den oxydischen Laserkristallen wie YAG (Yttrium-Aluminium-Granat), Saphir und Alexandrit ($\text{BeO-Al}_2\text{O}_3$) gewinnen auch solche auf der Basis von Fluoriden mehr und mehr an Bedeutung. Allerdings bedarf es vor der Züchtung dieser Kristalle umfangreicher Materialpräparationen, weil die im Handel erhältlichen Substanzen nur in seltenen Fällen den notwendigen Reinheitsanforderungen entsprechen. Zur Elimination von Sauerstoff-Verunreinigungen müssen die Materialien hydrofluoriert oder mit sogenannten Scavengern vorkristallisiert werden. Bei der Hydrofluorierung wiederum müssen die Reaktionstemperaturen stoffspezifisch gewählt werden, wobei die heute zugänglichen Tabellen der temperaturabhängigen Reaktionskonstanten, die freien Reaktionsenthalpien und die aus ihnen gewonnenen Ellingham-Diagramme wertvolle Dienste leisten. Die Eliminierung anderer Verunreinigungen erfolgt durch Vorkristallisationen und Vorseublimationen.

Die Kristalle werden unter Inertgasatmosphäre nach Czochralski oder nach Bridgman aus Graphittiegeln gezüchtet. Gasdichtes Glasgraphit leistet dabei besonders gute Dienste. In Spezialtiegeln können manche Kristalle direkt in Form von Stäben zum unmittelbaren Einsatz in Laserkavitäten gezogen werden.

Bisher wurden nach diesen Methoden Fluorperowskite, Fluorelpasolithe, Kolquirite usw. gezüchtet. Fig.1 zeigt als Beispiel einen LiSrGaF_6 -Kristall mit einer sehr hohen Chromkonzentration. Kristalle dieser Art werden in Zukunft als diodenpumpbare, durchstimmbare Kompaktlaser-Systeme von besonderer Bedeutung sein, weil sie sich in der niederenergetischen Flanke der Absorptionsbande pumpen lassen und damit die beim Laserprozeß im Kristall produzierte Wärme minimiert wird.

Eine neue Art stöchiometrischer, aber ungeordneter, Manganfluorid enthaltender Kristalle mit Kalziumfluorid-Struktur, in die hohe Konzentrationen von Seltenen-Erd-Laserionen eingebaut werden können, bietet die bisher nicht genutzte Möglichkeit des optischen Pumpens durch exzitatorische Anregung ins Manganband. Damit sollten sich die breiten Emissionsspektren der Anregungslichtquellen in lampengepumpten Laserkavitäten effektiver nutzen lassen. Im Laborbetrieb werden jedoch alle genannten Kristalle für die meisten Testversuche mit Primärlasern angeregt. Fig.2 zeigt einen in dieser Weise gepumpten Kristall in einem einfachen linearen Zwei-Spiegel-Resonator im Betrieb.

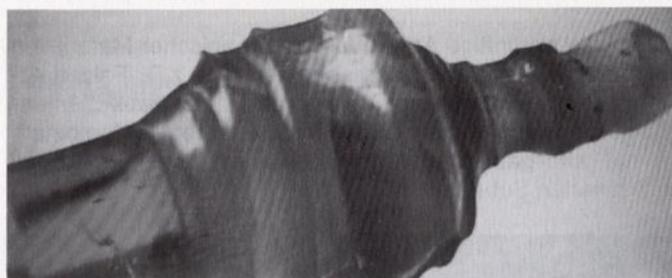


Fig. 1: $\text{LiSrGaF}_6:\text{Cr}^{3+}$ -Einkristall mit hoher-Chrom-Konzentration (etwa 2-faches der natürlichen Größe).

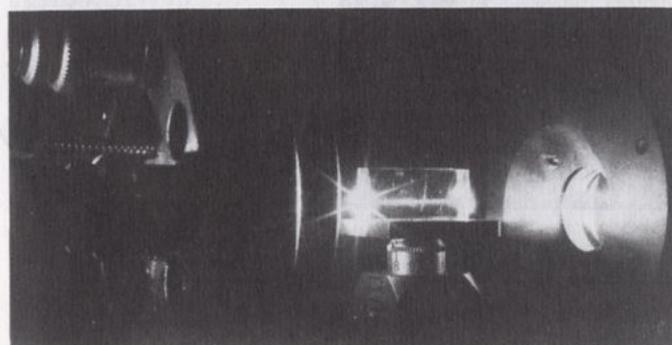


Fig. 2: Laserkristall in einem linearen Resonator im Betrieb.

4.2 Organische Molekülkristalle und Epitaxieschichten

N. Karl, 3. Physikalisches Institut, Universität Stuttgart

In der organischen Gruppe des Kristalllabors der Physikalischen Institute der Universität Stuttgart befassen wir uns mit der Herstellung und Charakterisierung sehr reiner und perfekter organischer Molekülkristalle und dünner epitaktischer Molekülkristallschichten, die in den einzelnen Arbeitsgruppen für grundlegende Untersuchungen benötigt werden. Die Reinigung erfolgt bei unzersetzt schmelzbaren Substanzen (nach verschiedenen konventionellen Vorreinigungsschritten) immer mit dem i.a. sehr effizienten Vielstufen-Zonenschmelzverfahren. Mit bis zu 500 Schmelzzonendurchgängen wurden Reinheiten bis in den sub-ppm-Bereich erzielt. Hierzu haben wir eine Reihe verschiedener Zonenschmelzanlagen entwickelt, die den unterschiedlichen Anforderungen gerecht werden (Systeme mit Verteilungskoeffizienten $k < 1$ bzw. $k > 1$; Mikrozonereinigung; Vakuumschlagsiegel-Umfülltechnik etc.). Zur Erfassung des Reinigungsfortschritts und zur Optimierung der Verfahren mußte auch der organischen Spurenanalytik ein wesentliches Augenmerk gewidmet werden. Einkristalle werden mit verschiedenen z.T. bei uns entwickelten oder weiterentwickelten Varianten der Bridgman-, Lösungs- und Sublimationszüchtungstechniken gezogen.

Größere Moleküle mit sehr niedrigem Zimmertemperatur-Dampfdruck, wie wir sie z.B. für unsere Untersuchungen zur Molekularstrahlepitaxie auf anorganischen Halbleitersubstraten im Ultrahochvakuum benötigen, haben i. a. so hohe Schmelzpunkte, daß eine thermische Stabilität der flüssigen Phase nicht mehr gegeben ist. Solche Materialien lassen sich oft durch Temperaturgradient-Sublimation in einem schwachen Inertgasstrom bei ca. 10^{-2} Torr oder durch Hochdruck-Flüssigchromatographie reinigen.

Die Untersuchungen, die mit solchen Schichten durchgeführt werden, zielen einerseits auf eine Bestimmung grundlegender Materialeigenschaften, wie z.B. der Ladungsträgerbeweglichkeiten in dünnen organischen Photoleiter- und Halbleiterschichten als Funktion der strukturellen Perfektion und der Oberflächen/Grenzflächen-Eigenschaften, andererseits auf

potentielle zukünftige Anwendungen organischer Materialien als aktive elektronische Komponenten, wie z.B. Feldeffekt-Transistoren, schnelle Photodetektoren, Photovoltaik-Elemente, Injektionslumineszenzdiode und Sensoren, in Kombination mit anorganischen unstrukturierten oder funktionell strukturierten Substraten.

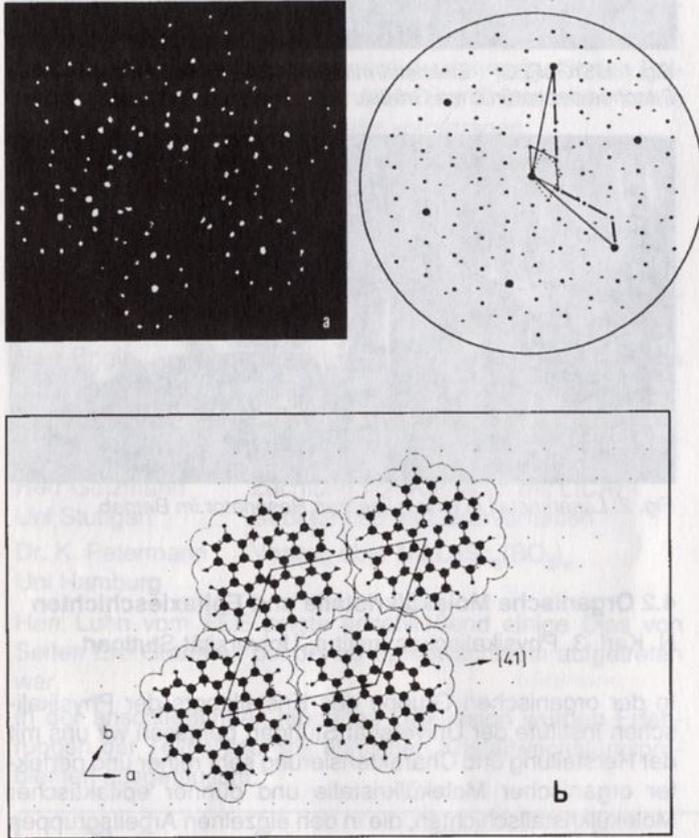


Fig. 3: a) Beugungsmuster eines niederenergetischen (80eV) Elektronenstrahls (LEED) an einer Coronenschicht auf $\text{MoS}_2(0001)$, links, und aus einem Strukturvorschlag berechnetes theoretisches Beugungsmuster, rechts. Das gemessene Beugungsmuster zeigt ein geordnetes epitaktisches Aufwachsen in zwei symmetrieäquivalenten Domänen $p(\sqrt{13} \times \sqrt{13}) R \pm 13,9^\circ$ an. b) Die epitaktische Anordnung des nächstgrößeren Coronen-Homologen, des Hexa-peribenzocoronens, auf $\text{MoS}_2(0001)$ konnte in ähnlicher Weise rekonstruiert werden. (Die Reflexe des Teilbilds (a) wurden zur besseren Bildwiedergabe kontrastverstärkt)

Literaturangaben:

C. Ludwig, B. Gompf, W. Glatz, J. Petersen, W. Eisenmenger, M. Möbus, U. Zimmermann, and N. Karl
 „Video-STM, LEED, and X-Ray Diffraction Investigations of PTCDA on Graphite“
 Z. Physik B86, 397-404 (1992)

U. Zimmermann and N. Karl
 „Epitaxial Growth of Coronene and Hexabenzocoronene on $\text{MoS}_2(0001)$ and Graphite(0001): A LEED Study of Molecular Size Effects“.
 Surface Science 268, 296-306 (1992)

M. Möbus and N. Karl
 „The Growth of Organic Thin Films on Silicon Substrates Studied by X-Ray Reflectometry“, Thin Solid Films 215, 213 - 217 (1992)

4.3 Metallorganische Gasphasenepitaxie von III-V-Verbindungshalbleitern

F. Scholz, 4. Physikalisches Institut, Universität Stuttgart

In der Halbleitergruppe des Kristalllabors der Physikalischen Institute der Universität Stuttgart wird seit vielen Jahren auf dem Gebiet der metallorganischen Gasphasenepitaxie (MOVPE) von III-V-Halbleiter-Strukturen geforscht.

Die Arbeiten erfolgen in enger Zusammenarbeit mit den anderen Gruppen des 4. Physikalischen Instituts. Im Mittelpunkt steht dabei die Herstellung und Untersuchung von ultradünnen Filmen (Quantenfilm-Strukturen) mit Schichtdicken unter 10 nm. Solche Filme sind sowohl für grundlegende physikalische Studien (zweidimensionales Ladungsträgergas, veränderte Bandstruktur, optische Übergänge) als auch für Anwendungen in optoelektronischen Bauelementen, z.B. Laserdioden interessant. Außerdem dienen sie als Ausgangsstrukturen zur Herstellung von Quantendrähten mittels lateraler Nano-Strukturierung.

Folgende Themenkreise stehen zur Zeit im Vordergrund:

- GalnAs-GalnAsP-InP-Quantenfilmstrukturen für optische Modulatoren, Verstärker und Laser: In laufenden Arbeiten werden verspannte Quantenfilme untersucht [1]. Aufgrund der Verspannung verändert sich die Bandstruktur insbesondere des Valenzbands. Dadurch können zum Beispiel die Löchermassen deutlich verringert werden, was in den genannten Bauelementen vorteilhaft ausgenutzt werden kann.
- Ortsselektive Epitaxie: Das Studium- des epitaktischen Wachstums auf teilweise maskierten Substraten liefert wichtige Daten für die Realisierung integrierter opto-elektronischer Bauelemente. Wir untersuchen insbesondere die Auswirkung unterschiedlicher metallorganischer Quellensubstanzen auf die geometrie-abhängige Wachstumsrate und Zusammensetzung der Halbleiterstrukturen [2].
- Abscheidung von GaAs auf Si: Si hat als Substratmaterial gegenüber GaAs verschiedene Vorteile, insbesondere den eines weit geringeren Preises, der bei großflächigen Bauelementen wie z. B. Solarzellen eine bedeutende Rolle spielt. Allerdings ist die Epitaxie eines III-V-Halbleiters auf Si problematisch aufgrund der großen Gitter-Unterschiede. Wir untersuchen zur Zeit, wie weit eine laterale Unterteilung des abgeschiedenen Films mittels selektiver Epitaxie eine Steigerung der Schichtqualität ermöglicht. Daraus sollen hocheffiziente Solarzellen auf diesem „Billigsubstrat“ entwickelt werden [3].
- „Sichtbare“ Laserstrukturen: Das Materialsystem GalnP-AlGalnP ist aufgrund seiner Bandlücke geeignet, Laserdioden zu realisieren, die im sichtbaren Spektralbereich emittieren. Solche rot emittierenden Laser wurden hergestellt. Daneben werden umfangreiche Materialuntersuchungen an diesen Materialien durchgeführt. Insb. das Phänomen, daß GalnP in ungeordnetem oder in geordnetem Zustand hergestellt werden kann – es bilden sich monoatomare InP-GaP-Übergitter in (111)-Richtung je nach Herstellungsprozeß –, findet großes Interesse (4). Außerdem rücken auch hier verspannte Quantenfilme in den Mittelpunkt.
- Quantendrähte: (s. Fig.4) Sowohl durch Überwachsen trocken-geätzter Quantendrähte als auch durch den Versuch, solche Drähte direkt auf strukturierten Substraten epitaktisch herzustellen, liefert die Epitaxiegruppe einen wichtigen Beitrag zur aktuellen Forschung auf diesem Gebiet [5].

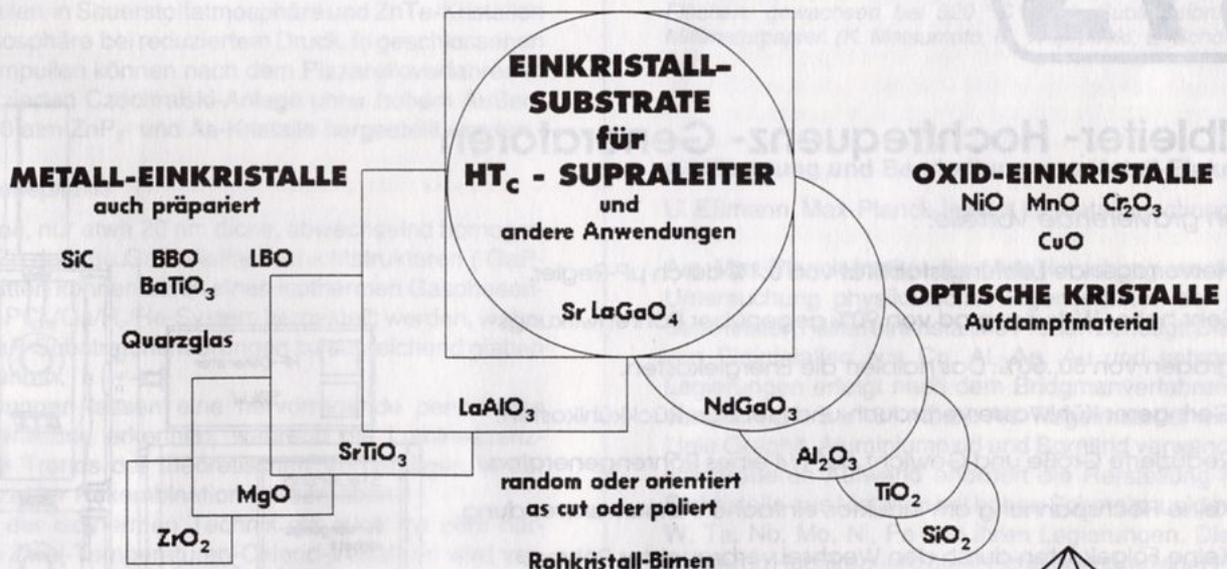
Literatur

- [1] V. Härle, H. Bolay, J. Hugo, F. Scholz, B.K. Meyer, Magneto-transport properties of strained GaInAs-InP single quantum wells; Proc. 5th Int. Conf. on InP & rel. mat., Paris, France, 1993, p. 191
- [2] F. Scholz, D. Ottenwälder, B. Henle, M. Eckel, K. Locke; Planar and Selective MOVPE of GaInAs-InP structures with novel group III and group V precursors; Proc. 5th Int. Conf. on InP & rel. mat., Paris, France, 1993, p. 48
- [3] R.J. Dieter, F. Goroncy, J.P. Lay, N. Draidia, K. Zieger, W. Kürner, B. Lu, F. Scholz, B. Roos, M. Braun, V. Frese, J. Hilgarth; MOVPE growth and characterization of GaAs on Si for photovoltaik devices; Proc. 11th Europ. PVSEC Montreux, Switzerland, 1992
- [4] M. Moser, C. Geng, E. Lach, F. Scholz, H. Schweizer, Optical characterization of MOVPE grown GaInP layers; J. Crystal Growth 124 (1992), 333
- [5] B. Henle, R. Rudeloff, H. Bolay, F. Scholz; In-situ selective area etching and MOVPE regrowth of GaInAs-InP on InP substrates; Semicond. Sci. Tech. 8 (1993), 994



Fig. 4 GaInAs-"Draht" in einem InP-V-Graben

Für Forschung und Produktion



KRISTALLHANDEL KELPIN

69181 Leimen · Tel.: 0 62 24/7 25 58 · Telex 46 66 29 · Telefax 0 62 24/7 71 89



4.4 Flüssigphasen-Epitaxie von Silizium, Silizium-Germanium und Galliumarsenid

E. Bauser, Max-Planck-Institut für Festkörperforschung Stuttgart

Die Gruppe Epitaxie am Max-Planck-Institut für Festkörperforschung in Stuttgart untersucht molekular-kinetische Vorgänge beim Wachstum von Halbleiterkristallen. Für eine Untersuchung derartiger Vorgänge erweist sich die Züchtung der Halbleiterkristalle mit Hilfe der Flüssigphasenepitaxie als geeignet. Die Flüssigphasenepitaxie erlaubt es, praktisch alle klassischen Wachstumsmechanismen in ungestörter Form zu verwirklichen und aufgrund spezifischer Wachstumsstufenmuster an den Oberflächen der epitaktischen Schichten zuverlässig zu identifizieren. Die verschiedenen Mechanismen des Facettenwachstums bis hin zum dendritischen und zellulären Wachstum geben Beispiele für den Fall der Homoepitaxie. Beispiele aus der Heteroepitaxie sind zweidimensionales Wachstum in Form der nur in einer Richtung verlaufenden Stufenwanderung (pure „step flow“) sowie die nach Stranski-Krastanov und Volmer-Weber benannten Mechanismen.

Die Flüssigphasenepitaxie erlaubt es, außer extrem dünnen Schichten, die nur wenige Atomlagen dick sind, auch Schichten mit Dicken bis über 300 μm zu züchten. Daran können meist schon die Volumen- Materialeigenschaften sehr genau ermittelt werden. Deshalb ist es mit Hilfe der Flüssigphasenepitaxie möglich, den Einfluß der Wachstumsmorphologie, (d.h. der Wachstumsmechanismen) auf technisch wichtige Volumeneigenschaften, wie z.B. die Verteilung von Dotierstoffen bzw. von wachstumsbedingten, atomaren Fehlstellen zu ermitteln. Unter Berücksichtigung dieser Untersuchungsergebnisse lassen sich dann z. B. hochreine Schichten aus GaAs herstellen, oder Schichten aus Silizium und SiGe bei sehr niedrigen Temperaturen mit niedriger Dichte an Punktdefekten. Eingehende Stu-

dien bei der Heteroepitaxie von Ge und SiGe auf Si-Substrat zeigen, daß die Anwendung extrem kleiner treibender Kräfte für das Kristallwachstum zu heteroepitaktischen pseudomorphen Schichten mit atomar glatten Grenzflächen führt, und daß sich Wachstumsraten von 1 Monolage/Sekunde erreichen lassen. Damit können Flüssigphasen-Epitaxieschichten mit Monolagen-Präzision hergestellt werden.

Lokale Epitaxie auf teilweise maskierten Substraten gelingt mit ausgezeichneter Selektivität. Von der lokalen Epitaxie ausgehend wird auch einkristallines laterales Überwachsen von Si, Ge und SiGe praktiziert und liefert jeweils defektfreie SOI-Schichten. Flüssigphasenepitaxieschichten der genannten Materialien werden außer in den traditionellen Kipptiegel- und Schiebetiegel-Anlagen auch in einer Epitaxiezentrifuge auf Substraten mit Durchmessern von 100 mm hergestellt. Das Zentrifugenverfahren hat sich auch für die Herstellung von Vielfachschichten als geeignet erwiesen.

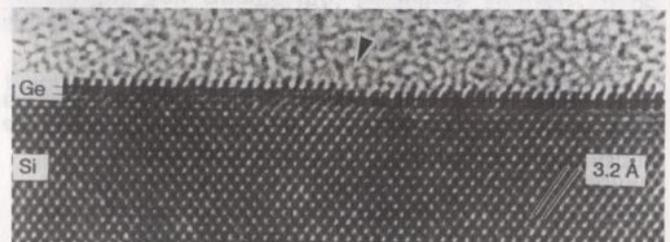


Fig. 5 Germanium-Flüssigphasen-Epitaxieschicht, pseudomorph, 4 Monolagen dick, zweidimensional gewachsen, auf (100)-orientiertem Siliziumsubstrat. Der Hetero-Übergang ist atomar abrupt. Monoatomare Stufe durch Pfeil markiert. Züchtung: P.O. Hansson, MPIFKF, Stuttgart. Hochauflösende Elektronenmikroskopie: M. Albrecht und H.P.Strunk, Universität Erlangen.



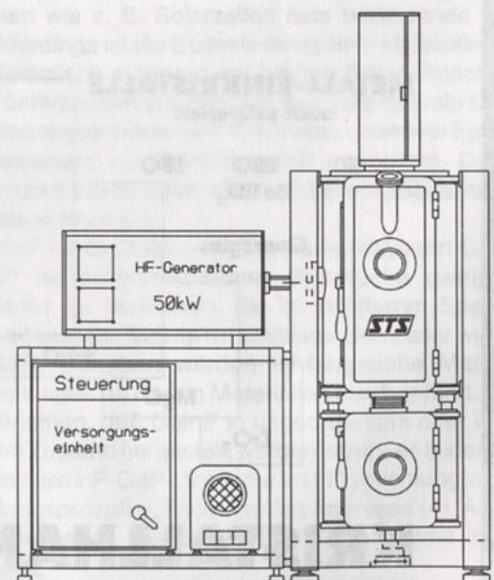
SYSTEMTECHNIK SKORNA

Halbleiter- Hochfrequenz- Generatoren

bieten gravierende Vorteile:

- ▶ Hervorragende Leistungsstabilität von 0,1% durch μP -Regler.
- ▶ Sehr hoher Wirkungsgrad von 90% gegenüber Röhrenwirkungsgraden von 30..50%. Das halbiert die Energiekosten.
- ▶ Geringerer Kühlwasserverbrauch und niedrige Rückkühlkosten.
- ▶ Reduzierte Größe und Gewicht auf 1/4 eines Röhrengenerators.
- ▶ Keine Hochspannung am Induktor, einfache Vakuumanwendung.
- ▶ Keine Folgekosten durch den Wechsel verbrauchter Röhren.
- ▶ Serielle RS232 Schnittstelle zur Prozeßsteuerung durch PC.

- Leistung: 3..100 kW
- Frequenz: 20..400kHz



Systemtechnik Skorna
Eschenfelden 93
92275 Hirschbach

oder

Systemtechnik Skorna
Max-Reger-Straße 1-3
92237 Sulzbach-Rosenberg

Tel: 09665-8144
Fax: 09665-8188

Tel: 09661-9443
Fax: 09661-9962

4.5 Züchtung von Halbleiter- und Supraleiter-Kristallen, Gasphasenepitaxie und Untersuchung des Kristallwachstums auf der Gasphase

E. Schönherr, Max-Planck-Institut für Festkörperforschung Stuttgart

1. Einkristallzüchtung

Halbleitermaterialien wie z.B. Ge, GaSb, InSb, AlSb, Bi und Quasikristalle $Al_{70}Pd_{20}Mn_{10}$ werden nach dem herkömmlichen Czochralski-Verfahren als Einkristalle mit Durchmessern bis zu 4 cm und Längen bis zu 10 cm hergestellt. Hierbei wird großer Wert auf strukturelle Perfektion, chemische Reinheit bzw. definierte Fremdstoffdotierung gelegt. In den meisten Fällen werden Graphittiegel, für die Aluminiumverbindungen auch Al_2O_3 -Tiegel eingesetzt. Auf der Schmelzoberfläche treibende Oxide, die insbesondere beim AlSb zur Verzwilligung führen, werden durch einen Schwimmtiegeleinsatz sowie durch hochreine, strömende Argonatmosphäre, Direktsynthese in der Zuchtungsanlage und Absätzen der Ausgangsmaterialoxidhäute vermieden.

Mit dem vertikalen Bridgman-Verfahren werden in Quarzglasampullen ($Ag_6Ge_{10}P_{12}$ -Einkristalle) wegen ihrer interessanten physikalischen Eigenschaften (dreifaches Zwei-Niveau-System, Ag_6^{4+} -Cluster, mobiles Ag-Ion) gezüchtet.

Das Züchten bis zu $5 \times 5 \times 0,3 \text{ mm}^3$ großer $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ -Kristalle (und homologer Cuprate) gelingt durch langsames Abkühlen (von 1000 bis 970 °C/h mit 0.1 °C/h) einer Schmelze (1Y:6Ba:13Cu) an Luft. Die Kristalle werden im Ofen durch Kippen des Tiegels vom Schmelzfluß separiert. Zwillinge werden nachträglich durch uniaxialen Druck in Sauerstoffatmosphäre bei 550 °C entfernt.

Das Prinzip der Bridgman Methode (S. F. Pizzarello, J. Appl. Phys. 25 (1954) 804) wird zum Züchten von GeS-, CuCl- und C_{60} -Kristallen (Fig. 6 und Titelbild) aus der Gasphase in geschlossenen Ampullen mit Wachstumsgeschwindigkeiten bis zu 3 mm/Tag eingesetzt. Quarzglasampullen, versehen mit einer kleinen Öffnung ($\approx 0,2 \text{ mm}$), dienen zum Züchten von MoO_3 -Kristallen in Sauerstoffatmosphäre und ZnTe-Kristallen in Argonatmosphäre bei reduziertem Druck. In geschlossenen Quarzglasampullen können nach dem Pizzarelloverfahren in einer modifizierten Czochralski-Anlage unter hohem Außen- druck von 60 atm ZnP₂- und As-Kristalle hergestellt werden.

2. Gasphasenepitaxie

Extrem dünne, nur etwa 20 nm dicke, abwechselnd homogen mit Te und Zn dotierte GaP-Vielfachschichtstrukturen (GaP-Dotierübergitter) können durch einen isothermen Gasphasentransport im $PCl_3/Ga/H_2/He$ -System hergestellt werden, wobei (50,1,1)-GaP-Substratorientierungen zu ausreichend glatten Schichten führen.

SIMS Messungen lassen eine hervorragende periodische Dotierstoffverteilung erkennen, während die Lumineszenzspektren die Trends der theoretischen Vorhersagen in der Donator-Akzeptor Rekombination wiedergeben.

Sowohl mit der isothermen Technik als auch mit dem herkömmlichen Zwei-Temperaturen-Chlorid-Verfahren wird versucht, auf einkristalline Si-Platten GaP epitaktisch aufwachsen zu lassen. Eine geschlossene, polykristalline GaP-Bedeckung gelingt nach der Beschichtung der Substrate mit reinem Phosphor.

3. Untersuchungen zum Kristallwachstum aus der Gasphase

Kristallwachstum durch chemischen Transport wird am Beispiel Ge/Iod in einer geschlossenen, vertikal hängenden Quarzglasampulle untersucht.

Für die Bildung von Ge-Keimen in den Ampullenspitzen wird

eine Übersättigungsenthalpie von $\Delta H_k = 1.2 \pm 0.2 \text{ kcal/mol}$ gefunden, womit die kritische Keimabmessung auf $2 \cdot 10^{-6} \text{ cm}$ geschätzt wird.

Die experimentell ermittelten Wachstumsraten liegen wesentlich unter dem berechneten, quasistationären Massentransport. Dieses Ergebnis kann durch die langsam ablaufenden Oberflächenreaktionen über den Eley-Rideal-Mechanismus ($GeI_2(\text{ads.}) + GeI_2(\text{g}) = Ge(\text{f}) + GeI_4(\text{g})$) in Verbindung mit einer durch Oberflächenpaarbindungen reduzierten Halbkristalldichte erklärt werden. Für die adsorbierten GeI_2 -Moleküle werden ein Bedeckungsgrad von $\theta_B = 0.5 \pm 0.1$ und eine Adsorptionenthalpie von $E_B = 2.4 \pm 0.5 \text{ kcal/mol}$ ermittelt.

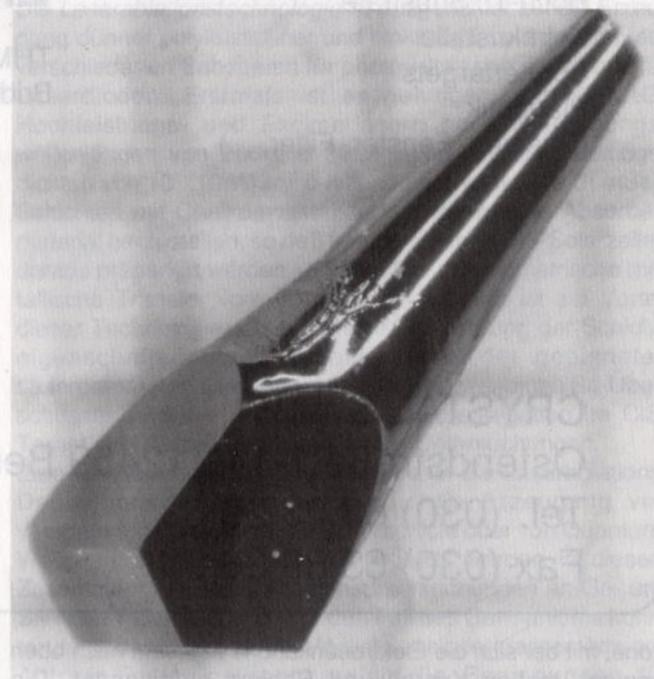


Fig. 6 C_{60} -Einkristall mit einer [100]-Fläche (kleinste Fläche) und zwei {111}-Flächen, gewachsen bei 520 °C durch Sublimation. Unterlage: Millimeterpapier. (K. Matsumoto, M. Wojnowski, E. Schönherr).

4.6 Züchtung und Bearbeitung von Metall-Einkristallen

U. Eßmann, Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart

Am Max-Planck-Institut für Metallforschung werden für die Untersuchung physikalischer Eigenschaften der Metalle in den meisten Fällen einkristalline Proben benötigt. Die Züchtung von Einkristallen aus Cu, Al, Ag, Au und entsprechenden Legierungen erfolgt nach dem Bridgmanverfahren im Hochvakuum ($p = 5 \times 10^{-6} \text{ mbar}$). Als Tiegelmaterial wird in erster Linie Graphit, Aluminiumoxid und Bornitrid verwendet. Erheblich größeren Aufwand erfordert die Herstellung hochreiner Einkristalle aus Metallen mit hohen Schmelzpunkten, z. B. von W, Ta, Nb, Mo, Ni, Fe und ihren Legierungen. Die Rohlinge werden in Hochfrequenzöfen, Lichtbogenöfen oder Elektronenstrahlöfen verschmolzen. Im Zonenschmelzverfahren werden aus den Rohlingen Einkristalle gezüchtet und gegebenenfalls durch mehrere Zonendurchgänge gereinigt. Dafür stehen ein Ultrahochvakuum-Elektronenstrahlöfen ($p = 5 \times 10^{-9} \text{ mbar}$) und ein Hochfrequenzschmelzofen zur Verfügung. Mit den Anlagen ist es auch möglich, Kristalle systematisch mit Gasen und Metallen zu dotieren. Eine Besonderheit ist die Herstellung durch Auffüttern. Dabei wächst der Einkristall von unten nach oben, wobei von oben durch einen dünnen Rohling, der sich nach unten schiebt, Material nachgeliefert wird. In der Schmelz-

CRYSTAL

• Kristallpräparation

Orientieren, Sägen
Polieren
II-VI Substrate
IV-VI Substrate
Hoch-Tc Substrate
Keimkristalle
Sputtertargets
Planoptik
(Prismen, Fenster, Filter, ...)

• Einkristalle

THM
Bridgman
II-VI
IV-VI
Metalle

**Herstellung und
Vertrieb von
Reinstoffen,
Einkristallen
und Planoptik**

• Reinstoffe

Zn, Cd, Hg
Sn, Pb
Se, Te
Mn
und deren binäre und
ternäre Verbindungen

CRYSTAL GmbH
Ostendstraße 1-14 12459 Berlin
Tel. (030) 63 83 29 63
Fax (030) 63 83 36 96

zone, mit der sich die Elektronenkanone langsam nach oben bewegt, treffen Kristall und Rohling aufeinander. Die Formgebung der Rohlinge bzw. Kristalle erfolgt durch Hämmern, Walzen, Ziehen und Funkenerosion. In einem letzten Arbeitsgang werden die Proben durch Elektronenstrahlglühen im Ultrahochvakuum ($p \approx 5 \times 10^{-10}$ mbar) entgast, wobei der Vakuumkessel auf dem gleichen Potential wie die Kathode liegt. Durch diese Wahl der Potentiale wird vermieden, daß vagabundierende Elektronen Ionen aus der Rezipientenwand herauslösen, die zu Verunreinigungen der Proben führen könnten. In Sonderfällen ist es mit unseren Anlagen auch möglich, Proben berührungslos im elektromagnetischen Feld schwebend unter UHV-Bedingungen zu entgasen (Nb).

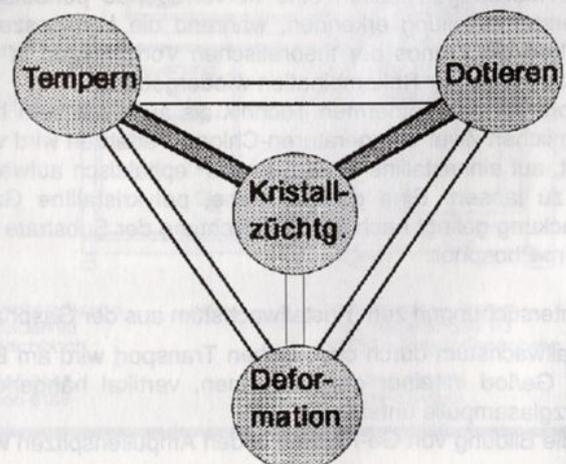
Eine Arbeitsgruppe des Instituts befaßt sich mit nuklearer Festkörperphysik. Die Eigenschaften von Pionen (Mesonen) und Myonen (Leptonen) in Kristallgittern werden untersucht. Für Anwendungen in der Hochenergiephysik wurden erfolgreiche Versuche unternommen, Protonen mittels Gitterführung in einem elastisch gebogenen Siliziumkristall aus einem 450 GeV/c-Protonenstrahl auszulenken. Die Experimente lassen sich nur an äußerst perfekten Kristallen durchführen, die zudem noch auf mindestens $0,1^\circ$ und für die Extraktionen eines Protonenstrahls auf $0,01^\circ$ genau orientiert werden müssen. Dafür hat die Kristallzuchtgruppe ein γ -Diffraktometer aufgebaut, mit dem die Qualität massiver Kristalle kontrolliert und deren Orientierung exakt eingestellt werden kann.

4.7 Monochromator-Materialien auf der Basis von einkristallinem Beryllium

F. Mücklich, Max-Planck-Institut für Metallforschung
Institut für Werkstoffwissenschaft, Pulvermetallurgisches Laboratorium, Stuttgart

Beryllium bietet eine einmalige Kombination von Eigenschaften für die Entwicklung eines extremen Beugungsverhaltens für Röntgenstrahlung bis zu höchsten Brillanzen (Synchrotronstrahlung) wie auch für Neutronenstrahlung.

Eine Reihe potentieller Anwendungen erfordert deshalb die Entwicklung maßgeschneiderter Materialien. Schwerpunkt ist dabei neben der Einstellung eines homogenen, einkristallinen Zustandes vor allem der Einbau geeigneter Defektstrukturen für die unterschiedlichen potentiellen Anwendungen. Die wesentlichen „Werkzeuge“ dafür und deren Verknüpfung soll Fig. 7 verdeutlichen.



Einige metallphysikalische Besonderheiten der Berylliummatrix:

- Während der Erstarrung von Beryllium wird kurz unterhalb der Erstarrungstemperatur eine Phasenumwandlung vom kubisch-raumzentrierten in das hexagonale Gitter durchlaufen, die mit einem relativ großen Volumeneffekt und einer hohen Umwandlungsenthalpie verknüpft ist.
- Mit den Ausnahmen Cu, Co, Ni und Fe bestehen für die meisten Fremdatome nur geringe Löslichkeiten im ppm-Bereich.
- Eine außerordentlich starke Anisotropie der Bindung mit weitreichenden Elektronen-"overlaps" innerhalb der Basis-ebene bei gleichzeitig geringer Elektronendichte in der c-Richtung des hexagonalen Gitters verursacht einen ebenfalls außerordentlich anisotropen Einbau von Gitterdefekten während des Prozesses der Kristallzucht sowie bei Temper- und Deformationsprozessen.

Dabei spielen die um Größenordnungen verschiedenen kritischen Schubspannungen und deren unterschiedliche Temperaturabhängigkeit eine entscheidende Rolle (siehe Diagramm).

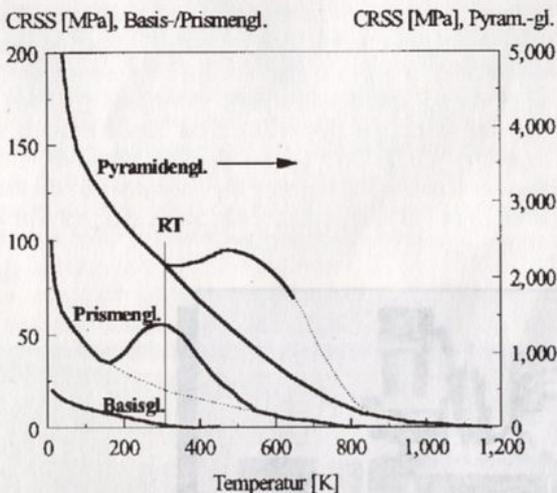


Fig 8 Anisotropie der kritischen Schubspannung für Basis- Prismen- und Pyramidengleitsysteme als Funktion der Temperatur. Bei Raumtemperatur verhalten sich die Werte für diese drei Gleitsysteme ca. wie 1:50:2000 MPa !

Anwendungsaspekte von Monochromatormaterialien auf der Basis von einkristallinem Beryllium

- Eine **hohe Intensitätsausbeute** im monochromatisierten Strahl wird realisiert durch eine besonders günstige Relation zwischen hohem kohärenten Streuvermögen im Vergleich zu geringen Absorptions- (bzw. inkohärenten) Verlusten sowohl für elektromagnetische als auch Neutronenstrahlung.
- **Verbesserte Auflösungsfunktionen** der Kristallmonochromatoren werden durch hohe Braggwinkel infolge der kleinen Gitterabstände in Beryllium möglich.
- Eine **steuerbare Energieauflösung und Anpassung an die geometrischen Strahlbedingungen** muß durch definierte Typen, Konzentrationen und Anordnungen von Defektstrukturen erreicht werden.
- **Extreme thermische Belastbarkeit.** Die sehr geringe Absorption ermöglicht die ungehinderte Transmission der ungenutzten Quantenenergien des weißen Synchrotronstrahles. Im Zusammenhang mit einer hohen Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität sowie einer der höchsten Debye-Temperaturen im gesamten Periodensystem werden damit Kristallmonochromatoren in Reflexion und Transmission auch für hochbrillianten Synchrotronstrahlen und deren hohe Leistungsdichten denkbar.

4.8 Laserablation, kristalline Fasern

U. Becker, Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt, Institut für Technische Physik, Stuttgart

Das Institut für Technische Physik arbeitet auf dem Gebiet der Laserforschung, welche sowohl die Entwicklung verschiedener Lasersysteme, als auch deren breite Anwendung beinhaltet. Im Teilprogramm Laser-Festkörpertechnologie werden u.a die folgenden beiden kristallographisch relevanten Themen bearbeitet: 1.) Dünnschichtabscheidung mittels Laserablation, 2.) lasergestützte Kristallzucht.

Die *Laserablationstechnologie* ist ausgerichtet auf die Erzeugung dünner polykristalliner und einkristalliner Schichten auf verschiedenen Substraten für photovoltaische Zellen und für Laserdioden. Erstmals ist es gelungen, mit Nd:YAG-Hochleistungs- und Excimerlasern bei UV-Anregungswellenlängen von 266 und 308nm und Ablationsleistungsdichten von $10^7..10^9 \text{Wcm}^{-2}$ p-leitende polykristalline CuInSe_2 -Schichten mit Chalkopyritstruktur als geeignetes Absorbermaterial herzustellen, so daß funktionierende CIS-Solarzellen daraus präpariert werden konnten. Der stöchiometrische metallische Transfer vom Target zum Substrat ist ein Vorteil dieser Technologie, außerdem die Optimierung der Schichteigenschaften durch einfache Wahl der geeigneten Laserparameter. Die Regulierung des notwendigen Se-Überschusses und die Verminderung der Segregation im CIS-Target sind derzeit Schwerpunkt der Untersuchungen. Eine wesentliche zukünftige Aufgabe ist die Laserablations-Depositions-Heteroepitaxie, d.h. die Erzeugung von verspannten Übergittern als Bufferschicht oder von Quantum-Wells. Im Rahmen eines VDI-Projekts werden in diesem Zusammenhang erste Ablationsuntersuchungen an Ge- und Si- Wafern durchgeführt. Für den Fall des Germaniums konnten durch den Nachweis der Möglichkeit eines terrassenförmigen Abtrags im Monolagenbereich die Bedingungen für epitaktisches Wachstum ultradünner Ge-Präzisionsschichten unter Einsatz der Laserablation realisiert werden.

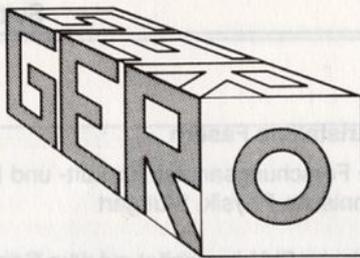
Das Ziel der Arbeiten auf dem Gebiet der *Kristallzucht* besteht in der grundlegenden Erforschung der Züchtungsbedingungen einkristalliner Fasern für optische Anwendungen. Unter Ausnutzung spezieller kristallphysikalischer, insbesondere kristalloptischer Eigenschaften sollen verschiedene faseroptische Systemkomponenten für Festkörperlaser-systeme entwickelt werden. Dies beinhaltet:

- Passive Fasern (Lichtwellenleiter für die Übertragung von Laserstrahlung, für die Thermometrie und Spektroskopie),
- Aktive Fasern (Faserlaser und Verstärker),
- Optisch-nichtlineare Fasern (Frequenzkonversion von Laserstrahlung).

Als gegenwärtig geeignetstes Züchtungsverfahren für monokristalline Fasern hat sich in den letzten Jahren die LaserHeated Pedestal Growth Methode (LHPG, Pedestal-Verfahren mit Laserheizung) erwiesen.

Mit einem auf diesem Verfahren basierenden experimentellen Grundaufbau wurden erste Saphir- und Rubinfasern mit minimalen Durchmessern von etwa 250 µm und einer Länge von ca. 5 cm gezüchtet.

Neben der bei Züchtungsversuchen allgemein anzustrebenden hohen kristallinen Perfektion, ist bei Wellenleitern in Fasergeometrie ein konstanter Kristalldurchmesser notwendig. Die noch auftretenden Durchmesserfluktuationen sollten deutlich unter einem Prozent gehalten werden. Dieses setzt während



GERO Hochtemperaturöfen GmbH

Monbachstraße 7

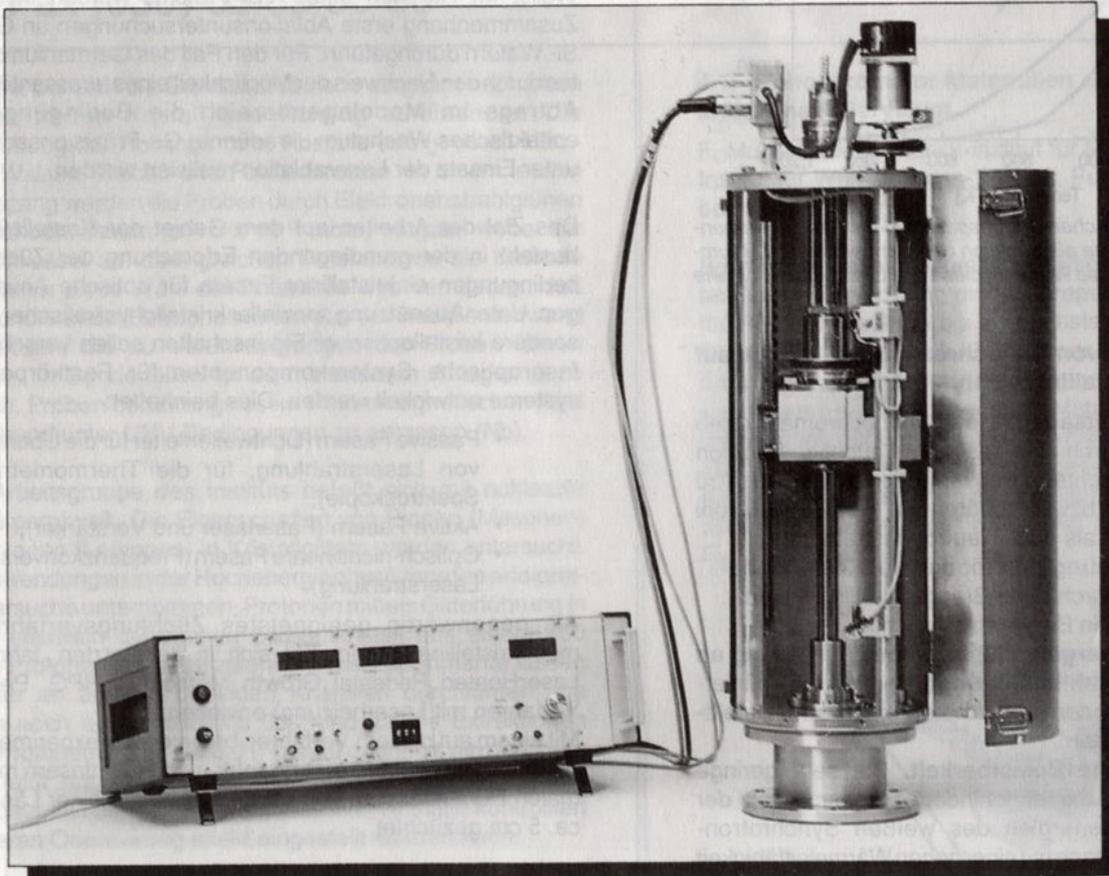
D-75242 Neuhausen

Telefon 0 72 34 / 61 36

Telefax 0 72 34 / 53 79

Lieferprogramm:

- Standardrohöfen bis 1800 °C
- Mehrzonenrohöfen bis 1800 °C
- Zehnzonenrohöfen bis 1500 °C
- SiC Rohr- und Kammeröfen bis 1500 °C
- Kammer- und Tiegelöfen bis 1800 °C
- Kalibrieröfen für Thermolemente und Pyrometer
- Vakuum und Schutzgasöfen bis 3000 °C
- Bewegungseinrichtungen für Öfen und Proben
- Zonenschmelzanlagen
- Kristallziehanlagen (Bridgman und Czochralski)
- Wärmerohre (heat pipes)
- Wassergekühlte Edelstahlflansche für Keramikrohre zum Arbeiten unter Vakuum und Schutzgas
- Mikrowellentrocken- und Aufschlußöfen
- Mikrowellenplasma-Sinteranlagen
- Mikrowellensendeanlagen
- Kalte Schwebeschmelztiegel
- Temperaturprofilmeßeinrichtungen
- Thyristorleistungssteller
- Diamantdrahtsägen zur Kristallpräparation
- Sonderofen- und -anlagenbau



Kristallziehvorrichtung KZV 90

Als Kristallziehkopf oder Tiegelhub- und -drehmechanismus an Czochralski-, Bridgman- oder ähnliche Anlagen anbaubar.

der Zucht eine konstante Form der Schmelzzone, das heißt Volumen und Oberfläche, voraus. Daraus wurden als experimentelle Grundforderungen abgeleitet:

- Minimierung auftretender Fluktuationen der Heizleistung durch den Einsatz eines hochstabilisierten CO₂-Lasers;
- Installation eines Durchmesserregelkreises, welcher über eine exakte Masseerhaltung der Schmelzzone Formschwankungen der Zone und somit der Faser reduziert.

Die gegenwärtigen Aufgaben konzentrieren sich auf den technischen Ausbau der bestehenden Anlage zu einer Pilotanlage.

5. Tagungsberichte

Reisebericht MRS Spring Meeting Symposium E (13. - 15.4.93) „Rare Earth doped Semiconductors“ (San Francisco, USA)

Die Dotierung von Halbleitern mit Elementen der Seltenen Erden, vor allem Erbium, war in den letzten Jahren in vielen Labors intensiv untersucht worden mit dem Ziel, lichtemittierende Bauelemente herzustellen, die spektral wohldefiniert sind und keine Empfindlichkeit gegenüber Temperaturschwankungen aufweisen. Dieses Symposium brachte zum ersten Mal alle wichtigen Personen dieses Forschungsgebiets zusammen. Dabei sollte eine Bestandsaufnahme der zur Zeit vorliegenden Ergebnisse sowie eine Abschätzung der Zukunftsaussichten erfolgen. Das Symposium war organisiert worden von G. Pomrenke, P.B. Klein und D.W. Langer, Pionieren der Seltenerd-Dotierung von Halbleitern. Es gliederte sich in 7 Sessions mit insgesamt über 50 Vorträgen und 6 Postern, die Arbeiten aus 14 Staaten darstellten.

Selten-Erd- (RE-) dotierte III-V Halbleiter werden heute vor allem mit epitaktischen Methoden (metallorganische Gasphasenepitaxie, MOVPE, und Molekularstrahlepitaxie, MBE) hergestellt, daneben hat die Ionenimplantation größere Bedeutung. Andere Dotiermethoden sind inzwischen demgegenüber in den Hintergrund getreten.

Bei der Untersuchung der RE-dotierten III-V-Halbleiter stehen nach wie vor das System InP:Yb sowie verschiedene Erd-dotierte Materialien im Vordergrund. So konnte Gregorkiewicz (Uni Amsterdam) überzeugend darstellen, daß die Anregung der Yb-Photolumineszenz über Excitonen erfolgt, die am Yb-Zentrum gebunden sind. Konkurrenzprozesse konnten durch Erhöhung der kinetischen Energie der Elektronen mittels Mikrowellen unterdrückt werden. Der Zerfall erfolgt dann über den Auger-Prozeß eines Elektrons, das am Yb gebunden ist.

Yb stellt eine Ausnahmesituation dar, darüber herrschte allgemeine Übereinstimmung: Es wird in In-haltigen Materialien auf einem regulären Gitterplatz eingebaut. Dies konnte bisher für kein anderes RE-Element nachgewiesen werden. Dagegen konnte der interstitielle Einbau von Er in GaAs von verschiedenen Autoren (Taguchi, NTT, Alves, Uni Lissabon) mittels Rutherford-Backscattering nachgewiesen werden.

Leider sinkt die Effizienz von Photo- und Elektrolumineszenz in „gängigen“ Halbleitermaterialien bei Erhöhung der Meßtemperatur von 2K auf Raumtemperatur um viele Größenordnungen ab, und zwar umso mehr, je kleiner die Halbleiterbandlücke ist, unabhängig davon, ob es sich um Elementhalbleiter, III-V- oder II-VI-Verbindungshalbleiter handelt (P.N. Favennec, CNET Lagnion).

Bessere Quantenausbeuten können allerdings erzielt werden, wenn die RE-Anregung nicht über Elektron-Loch-Rekombination erfolgt, sondern z.B. über Stoß-Ionisation. So stellte Pankove (Uni Colorado) Überlegungen und erste experimentelle Ergebnisse vor, daß der Wirkungsquerschnitt von Er in Si bei dieser Art der Anregung um einige Größenordnungen ansteigt. Ähnliches wurde von Kimura (Uni Electr. Comm. Tokyo) für InP:Er und von Chang (Nat. Cheng Kung Univ., Taiwan, und NTT) für GaAs:Er vorgestellt. Die Möglichkeit, ein Si-Laserbauelement mit einer Er-Konzentration von $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ und einer Resonatorlänge von 2 cm (!) mit dieser Art der Anregung zu verwirklichen, wurde diskutiert.

M. Lannoo (IEMN Lille) stellte theoretische Abschätzungen zur Lage der 2+, 3+ und 4+-Zustände der Seltenen Erden im Verhältnis zur Bandlücke der III-V-Halbleiter vor. Daraus folgt, daß praktisch immer nur der 3+-Zustand innerhalb der Bandlücke gefunden werden kann, in guter Übereinstimmung mit allen bisher vorliegenden experimentellen Befunden.

Ein Schwerpunkt des Symposiums war zweifellos die RE-Dotierung von Si, wobei praktisch ausschließlich Si:Er untersucht wurde. Solche Proben werden hauptsächlich durch Implantation hergestellt, wobei zur Erhöhung der Er-Konzentration verschiedene technische Kniffe wie z.B. Amorphisierung und anschließende Rekristallisation (u.a. Polman, AMOLF Amsterdam) eingesetzt werden.

Die Quantenausbeute konnte insbesondere bei tiefer Temperatur durch gleichzeitige Dotierung mit großen Mengen Sauerstoff stark erhöht werden (Favennec, CNET Lannion, Kimerling, MIT Cambridge, u.a.). Lombardo et al. konnte sogar eine relativ starke Raumtemperatur-Lumineszenz bei Er-dotiertem SIPOS (semi-insulating poly-silicon, enthält große Mengen Sauerstoff) nachweisen. Kimerling berichtete von einer Si:Er-LED mit gleicher Quantenausbeute wie eine GaAs-LED, allerdings nur bei 77K. Denn auch hier stellt der oben angesprochene Quenching-Prozeß bei höheren Temperaturen die größte Hürde für Anwendungen dar. Dennoch bestehen große Hoffnungen, auf diesem Wege zu optischen Chip-to-Chip-Verbindungen zu kommen, zumal wenn die Anregung, wie oben beschrieben, über Stoßionisation erfolgen kann. Aufgrund der verschwindend geringen Diffusionskonstanten von Er in Si wäre diese Technologie wohl mit üblichen IC-Prozessen kompatibel (Kimerling).

Neben diesen „klassischen“ Dotier-Untersuchungen wurden einige interessante neue Stoff-Kombinationen vorgeschlagen. So stellte Peaker (Uni Manchester) vor, daß beim Dotieren von GaAs mit Er weit über der Löslichkeit mittels MBE ErAs-Kugeln („Dots“) entstehen, deren Größe (Durchmesser bis zu 2.2 nm) und Konzentration über die Epitaxie-Parameter eingestellt werden kann. Allen (UCSB Santa Barbara) und Palmström (Bellcore) stellten das System GaAs-ErAsGaAs vor. ErAs ist ein Semimetall, das auch interessante magnetische Eigenschaften aufweist. Dies könnte die Verwirklichung neuartiger Bauelemente ermöglichen (z.B. „hot electron transistor“), allerdings muß das epitaktische Überwachsen von ErAs mit GaAs noch weiter entwickelt werden. Ein weiteres interessantes System könnte ein PbTe-EuTe-Übergitter sein (PbTe: $E_g=0.2\text{eV}$, diamagnetisch; EuTe: $E_g=2.0\text{eV}$, antiferromagnetisch). Erste Realisierungen solcher Übergitter sind offenbar gelungen (Springholz, Uni Linz).

Mein Eindruck vom Symposium, vertieft auch durch eine Rump-Session zum Thema „Zukunft der RE-dotierten Halbleiter“, läßt sich folgendermaßen zusammenfassen: RE-dotierte Halbleiter sind nach wie vor aufgrund vieler grundlegender Probleme interessant insbesondere für Grundlagenforscher. Die Entwicklung der lange Zeit erhofften lichtemittierenden Bauelemente ist allerdings speziell auf dem Gebiet der III-V-Halbleiter wenig vorangekommen. Gleichzeitig haben sich aber bekanntermaßen „konventionelle“ Bauelemente ohne RE-Dotierung (LEDs und Laser) deutlich verbessert. Dazu kommen als weitere Konkurrenz die RE-dotierten Glasfaserverstärker. Als Hoffnungsschimmer bleibt die monolithische Integration von Si:Er-LEDs in Si-ICs.

F. Scholz

Cyberstar

INDUSTRIAL & SCIENTIFIC INSTRUMENTS

■ CZOCHRALSKI OXIDE PULLERS.

- From the micro-puller (capability: 300 g) up to the industrial capability 30 Kg.
- Operating pressure: from vacuum up to 2 bars - absolute pressure.

■ BRIDGMAN-STOCKBARGER FURNACES.

■ IMAGE FURNACES (infrared heating).

■ CRYSTAL GROWTH EQUIPMENT BUILDING ELEMENTS :

- Direct drive, vibration free translation / rotation units.
- Torque motors and electronics.
- Weighting devices.
- Vacuum tight, water cooled jars.

■ ORIENTEXPRESS.

A software for easy Laue pattern indexing.

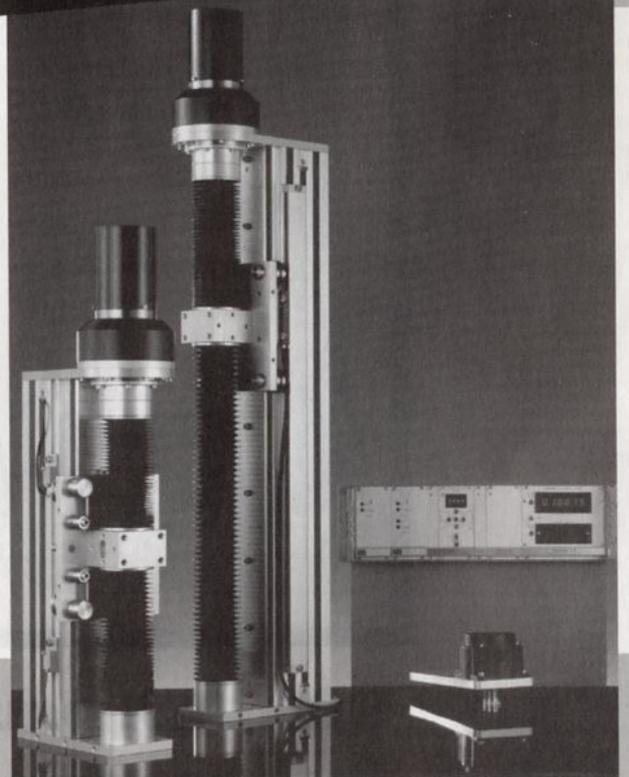
■ SPECIAL INSTRUMENTS ON CUSTOMERS SPECIFICATIONS.

Fax or call for more information :

Cyberstar s.a.

Parc Sud Galaxie - BP 344 - 38435 Echirolles cedex (Grenoble) - France
Tél. (33) 76 40 35 91 - Fax : (33) 76 40 39 26 - Tlx : 389 662 F

DIRECT DRIVE TRANSLATION UNIT FOR CRYSTAL GROWTH



6. Übersichtsartikel

Wissenschaft und Technik nach dem Ende des Kalten Krieges

(Vortrag von Staatssekretär Dr. G. Ziller, BMFT anlässlich der Jahreshauptversammlung der Technisch Literarischen Gesellschaft, TELI)

Am Beginn der 90er Jahre befinden wir uns politisch, gesellschaftlich und auch im Bereich der Wissenschaft in einer völlig neuen Situation. Sie ist nicht zu vergleichen mit der Situation nach der ersten oder zweiten Ölpreiskrise. Sie ist auch nicht zu vergleichen mit der Situation in Europa zu Beginn der 80er Jahre, wo von Eurosklerose die Rede war und ein genereller Zukunftspessimismus — sowohl im Bereich der Wirtschaftserwartungen als auch der Forschung — sich breit machte.

Was wir heute feststellen können, ist ein kompletter Umbruch der weltpolitischen Situation! Das durch den Ost-West-Konflikt seit 1945 dominierende System ist durch den Zusammenbruch der früheren UdSSR und die Auflösung des osteuropäischen Hegemonialsystems offensichtlich und nachhaltig verändert worden: Mit größerer Berechtigung als in den 70er und 90er Jahren kann man heute sagen, daß die tatsächlichen wirtschaftlichen, politischen und technologischen Kraftzentren der Welt in der Triade USA—Japan—Europa konzentriert sind. Diese Regionen üben aufgrund ihres wirtschaftlichen Erfolges eine angesehene Attraktion auf den Rest der Welt aus, wie durch die klare Neuorientierung der Staaten Osteuropas, aber auch die Armutswanderung aus der sogenannten 3. Welt in diese Region deutlich wird.

Durch diese rasanten Entwicklungen, die wir in Deutschland mit der lange erhofften Wiedervereinigung sicher am deutlichsten erfahren haben, stellen sich national, in Europa und global ganz neue Herausforderungen in politischer, wirtschaftlicher, aber auch technologischer Hinsicht, die von uns allen zur Zeit besondere Anstrengungen verlangen.

Hierbei ist es aber für die wirtschaftliche Entwicklung—auf die es in den kommenden Jahren besonders ankommen wird—besonders hilfreich, daß man derzeit eher das Gegenteil der Pessimismus-Haltung vom Beginn der 80er Jahre feststellen kann: Von Wissenschaft und Forschung und besonders von der FuT-Politik werden Losungen für die Probleme der Gegenwart und Zukunft erwartet. Es geht auch darum, Strategien zu entwickeln, wie Europa dem Wettbewerb mit USA und Japan standhalten kann.

Wir haben darüber hinaus langfristige globale Aufgaben zu meistern, die völlig neue Herausforderungen für die Menschheit, vor allem aber für die Industrienationen, darstellen. **An vorderster Stelle steht hier zunächst einmal der immer dramatischer werdende Anstieg der Weltbevölkerung** und die daraus erwachsenden Probleme für die natürlichen Ressourcen, auf die der Mensch angewiesen ist, wenn er seinen Lebensraum erhalten und gestalten will. Die Menschheit ist in der Vergangenheit in der Tat sehr sorglos mit Ressourcen jeglicher Art umgegangen— mit den fossilen Energievorräten und mit den Materialvorräten in Erzlagern, die die Natur in langen Anreicherungsprozessen in Millionen oder Milliarden von Jahren angelegt hat, mit der genetischen Vielfalt in den verschiedensten Ökosystemen der Welt, die sich ebenfalls in langen Zeiträumen entwickelt hat. Der Menschheit wird es nun allmählich klar, daß es mehr als nur Anzeichen dafür gibt, daß Auswirkungen menschlicher Tätigkeit langfristig dramatische Veränderungen des Lebensraums aller Lebewesen auf dieser Erde bewirken könnten. Ich nenne das Ozonloch, das vor allem durch künstlich erzeugte FCKW's verursacht wird, ich nenne die vermutlich katastro-

phenalen Folgen eines weiteren schnellen ungebremsten CO₂-Anstiegs und anderer durch den Menschen erzeugter Treibhausgase in der Atmosphäre. Die Konferenz in Rio hat bei allen Fortschritten, die auch auf deutsches Drängen hin erreicht werden konnten, gezeigt, wie weit der Weg bis zum Ziel noch ist.

Sicher gibt es nur wenige direkte Bezüge zu den großen politischen Veränderungen, über die ich hier vor allem berichtete. Sicher ist jedoch, daß **im Osten Europas, — im Osten Deutschlands, in anderen osteuropäischen Staaten und in der ehemaligen UdSSR—**an vielen Stellen **eine kaum vorstellbare Überstrapazierung der natürlichen Ressourcen stattgefunden hat. Die** in ihrer Dimension teilweise **unfaßlichen Altlasten**, deren Sanierung noch viele Jahre dauern und deren Finanzierung viel Kraft und nicht zuletzt auch technische und wissenschaftliche Anstrengungen erfordern wird, **ist eine große und erkannte Aufgabe für die Zukunft.** Wir alle spüren die Bürde dieser zusätzlichen **Last** und sehen, daß wir die Kosten für deren Bewältigung noch keineswegs voll erkennen können. Das Bild wäre jedoch nicht vollständig, wenn man nur von den ganz unterschiedlichen Altlasten und von den Problemen spräche und darüber hinaus die großen **Chancen** der weltpolitischen Veränderungen aus den Augen verlöre, die auch der Wissenschaft **eine neue Dimension der weltweiten Kooperation eröffnen.**

Der Osten Europas

Das Ende des Kalten Krieges bedeutet sicherlich zunächst auch eine große Chance, vielleicht vor allem für die Wissenschaft. Was viele Jahre nur unter größten Schwierigkeiten möglich war, kann nun zur Selbstverständlichkeit werden: **Offene Grenzen bedeuten für einen Wissenschaftler Reise-möglichkeit zum Institut, ins Labor des Kollegen.** Die gemeinsame Diskussion über offene Fragen, der Gastaufenthalt des Kollegen, Besuche von Kongressen, freie Publikationsmöglichkeiten gehören zu den wesentlichen Elementen einer funktionierenden Forschungslandschaft. Doppelarbeit wird vermieden, Synergien werden freigesetzt. Voraussetzung ist, daß nun, nachdem politische Hemmnisse in den Hintergrund getreten sind, nicht fiskalische oder technische Hemmnisse gleichhohe Hürden errichten. Die in Osteuropa schon seit längerem erkennbaren finanziellen Engpässe und teilweise auch fehlende Zukunftsperspektiven bringen die Gefahr mit sich, daß in der gegenwärtigen Umbruchphase große Teile **des zum Teil hervorragenden wissenschaftlichen Potentials** dieser Staaten unwiederbringlich zerstört werden. Angesichts der Schlüsselrolle von Wissenschaft und Forschung für die wirtschaftliche Entwicklung eines Landes und für seine Erfolgsmöglichkeiten auf den Weltmärkten, auf denen beispielsweise Devisen für Importe erwirtschaftet werden müssen, und auch angesichts der wichtigen Rolle einer freiheitlichen Wissenschaft und Forschung für den Demokratisierungsprozeß liegt es auch in unserem vitalen Interesse, **die wissenschaftliche Landschaft im Osten Europas zu erhalten** und deshalb durch temporäre Unterstützungsmaßnahmen zu einer Bestandserhaltung leistungsfähiger FuE-Potentiale beizutragen.

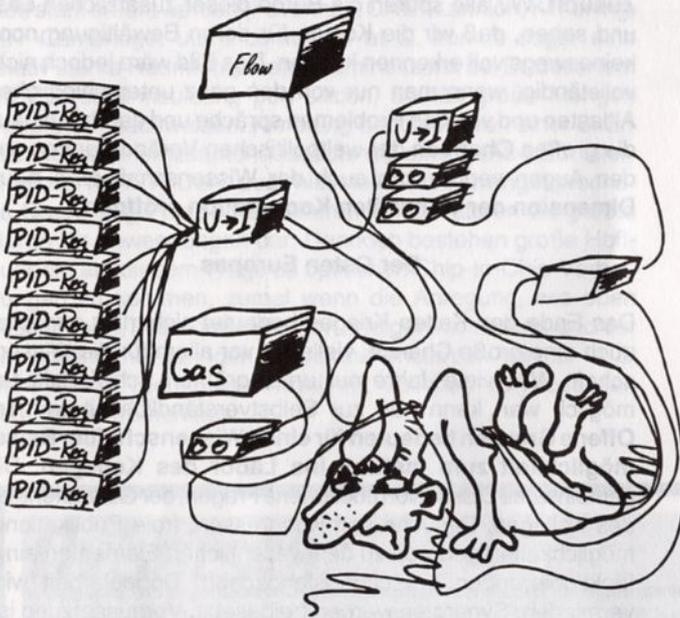
Der BMFT hält es deswegen für erforderlich, daß die seit vielen Jahren bewährten klassischen Elemente der wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit — bei der jede Seite ihre Kosten selbst trägt—ergänzt werden durch zusätzliche Maßnahmen. Ich will im folgenden einige Aktionen darstellen, die Teil des Gesamtkonzepts der Bundesregierung sind zur Beratung beim Aufbau von Demokratie und sozialer Marktwirtschaft in den Staaten Mittel- und Osteuropas sowie der GUS. Angesichts der Tatsache, daß es vor allem um eine Linderung

Temperaturregelung eines Zehnzonenofens:



entweder so..

oder so...



GFV = Prozeßautomatisierung:

- PC-Temperaturregelung
- max. 99 Zonen
- Pullerkontrolle
- Bewegungsautomation
- Travelling-Heater-Systeme
- Plasmatechnologie
- Gashandling
- Prozeßprotokollerstellung

Fordern Sie unser kostenloses Informationsmaterial an!

I-B-S Vertriebs-GmbH * G F V mbH

D-82284 GRAFRATH, Villenstr.2, Postfach 30, Tel. 08144/7656, FAX 08144/7857

der Folgen des Devisenmangels geht, lassen sich mit vergleichsweise geringen Mitteln beachtliche Wirkungen zum Erhalt des teilweise beachtlich hohen Niveaus der Wissenschaft in Osteuropa erzielen. So führen die im Nachtragshaushalt 1992 eingestellten 10 Mio DM im Bereich der BMFT schätzungsweise zu folgenden Kapazitätseffekten:

- Unmittelbare Potentialstützung für etwa 1400 Wissenschaftler,
- mittelbare Potentialstützung durch Multiplikatoreffekte zusätzlich für ca. 4000 Wissenschaftler.

Hauptziel der Hilfen des BMFT ist die Erhaltung und Stärkung von leistungsfähigem und gefährdetem Forschungspotential in den jeweiligen Ländern. Es werden und wurden nur Vorhaben ausgewählt, bei denen die Mittel weitestgehend den wissenschaftlichen Gruppen in den Partnerländern zugute kommen, beispielsweise durch Aufträge für Forschung, durch Bereitstellung von Literatur, Forschungsgeräten und Forschungsverbrauchsmaterialien sowie durch Übernahme von Kosten für Reisen nach Deutschland.

Es kommt natürlich darauf an, daß sichergestellt wird, daß die Hilfe der Bundesregierung auch unmittelbar bei den Zielgruppen ankommt. Dies gelingt uns hoffentlich weitgehend dadurch, daß wir die Mittel über ausgewiesene deutsche Kooperationspartner, die ihre Kooperationspartner in Osteuropa persönlich seit langem kennen, in diese Länder leiten. Hier sind die wissenschaftlichen Kontakte von Einrichtungen in den neuen Bundesländern, die auf eine Fülle von wissenschaftlichen Partnerschaften in der Vergangenheit aufbauen können, besonders hilfreich.

Wir stützen uns auch auf die Hinweise renommierter deutscher Forschungseinrichtungen und Wissenschaftsorganisationen, wie die Max-Planck-Gesellschaft, die auf eine dramatische Gefährdung ihrer hochqualifizierten Kooperationspartner in diesen Staaten hinweisen.

Uns ist bewußt, daß der Gefahr eines brain drain entgegenzuwirken werden muß. Dies soll zum Beispiel dadurch gelingen, daß Aufenthalte in westeuropäischen Instituten und Laboratorien nur für kurze Zeiten vorgesehen sind und daß danach Anreize für eine Rückkehr in die Heimatländer gegeben werden. Dennoch ist diese Gefahr nicht von der Hand zu weisen. Ein weiterer wichtiger Schritt ist die Gründung des Internationalen Wissenschafts- und Technologiezentrums (IWTZ), das von der Bundesregierung unterstützt wird. Es soll seine Arbeit so schnell wie möglich aufnehmen. Ein wichtiges Ziel ist es, der Gefahr der Verbreitung von Atomwaffen durch die Abwanderung von Nuklearwissenschaftlern aus der GUS entgegenzuwirken. Diese Gefahr ist weiterhin aktuell. Es liegen der Bundesregierung Erkenntnisse über aktive Abwerbungsversuche aus nuklearen Schwellenländern vor. Das IWTZ mit seiner flexiblen Struktur und seinen bereits fest zugesagten Mitteln scheint deshalb das richtige Instrument zur richtigen Zeit, um dieser Gefahr entgegenzuwirken.

Die zentrale Funktion des Zentrums soll es sein, eine Schaltstelle für Arbeitsplatzvermittlung durch die Auswahl geeigneter Projekte im zivilen Bereich zu sein. Das IWTZ soll darüber hinaus auch Anlaufstation für westliche Institute und Unternehmen sein, die Kooperationen in der Forschung suchen. Es kann deshalb auch eine wichtige Funktion bei der Umwandlung des militärisch-industriellen Komplexes in zivile Wirtschaftsbereiche erfüllen. Der Sitz des Zentrums wird in Moskau sein. Ein internationales Direktorium, dem ein wissenschaftlicher Beirat und ein Expertenteam zuarbeiten, wird das Zentrum unter der Oberaufsicht eines Verwaltungsrates leiten. Für die Finanzierung des Zentrums sind von den drei Hauptgeldgebern EG, USA und Japan ca. 70 Mio US-Dollar Gründungskapital fest zugesagt. Weitere Geberländer (Schweiz, Schweden, Kanada) sind ebenfalls zu Beiträgen bereit (zusammen ca.

8 Mio US-Dollar). Auch Österreich ist an einer Beteiligung interessiert. Rußland trägt selbst mit Eigenleistungen, beispielsweise Büroräumen, zum IWTZ bei.

Mit der Gründung dieses Zentrums allein ist die Gefahr der Verbreitung von Massenvernichtungswaffen, insbesondere im Nuklearsektor, natürlich nicht gebannt. Es bedarf weiterer Anstrengungen auf dem Gebiet der Abrüstung und Nichtverbreitung weltweit. Dennoch ist hier ein wichtiger Anfang gemacht in einem Bereich, in dem hochsensitives Wissenschaftspotential vorhanden ist, in Richtung Stabilisierung zu wirken, ohne die Freiheit der Wissenschaften und den internationalen Austausch zu gefährden. Wie notwendig es ist, hier eine Stabilisierung zu erreichen, haben die Schiebereien mit Nuklearmaterial, die in den letzten Monaten aufgedeckt wurden, erneut deutlich gemacht.

Eine weitere wichtige Maßnahme ist zum Beispiel die Gründung einer Stiftung durch die EG-Kommission oder durch die EG-Kommission zusammen mit interessierten Mitgliedsstaaten, die ebenfalls das Ziel hat, den brain drain zu stoppen, der in den Nachfolgestaaten der UdSSR anhält und zu einer ernststen Gefährdung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit im Hochtechnologiebereich führt. Die EG-Kommission sieht vor, die Stiftung als einen bis Ende 1994 befristeten Modellversuch durchzuführen, die Beteiligung weiterer Staaten außerhalb der EG ist möglich und erwünscht. Ich hoffe sehr, daß diese Stiftung bald alle Hürden genommen haben wird.

Forschung im vereinigten Deutschland

Forschung ist immer dann besonders effizient, wenn sie die Ziele ihrer Tätigkeit klar im Blick hat. Es ist deshalb natürlich, daß Forschung, die unmittelbar darauf zielt, gesellschaftliche Probleme zu lösen, wie beispielsweise Schonung der Ressourcen, Schaffung möglichst geschlossener Kreisläufe, Gesundheit für die Menschen bis ins hohe Alter, umweltverträgliche Mobilität, gesunde Ernährung und zufriedenstellende Lebensumstände besser, schneller und kostengünstiger zu Ergebnissen führt, als wenn es sich um Abfallprodukte militärischer Forschung handelt. Die BR Deutschland ist unter den großen Industriestaaten derjenige, der sich den höchsten Anteil ziviler FuE leistet, doppelt so hoch wie die USA oder Japan, wenn man die **staatlichen Aufwendungen für zivile FuE** als Anteil des Bruttoinlandsproduktes (BIP) betrachtet (Deutschland 0,92% BIP, Japan, USA 0,44 bzw. 0,42% BIP). Angesichts dieser großen finanziellen Anstrengungen für Forschung und Technologie in Deutschland kann es wohl kaum darum gehen, dramatisch höhere staatliche Mittel zu fordern. Allein die seit 1990 für die neuen Länder erforderlichen Mittel sind auch zusätzlich in den Haushalt des BMFT bzw. EPL 60 (Einzelplan) eingestellt worden. Allerdings stand für die alten Länder seit 1990 jährlich im wesentlichen lediglich ein gleichbleibender Betrag zur Verfügung, so daß in mehreren Bereichen ein Inflationsausgleich nicht mehr möglich war. Dies betrifft die Großforschungseinrichtungen, die deshalb Personaleinsparungen vorsehen müssen, und betrifft auch Wissenschaftler an Hochschulen, deren Projektfördermittel allerdings im Bereich des BMFT seit 1982 real erheblich gesteigert worden sind, wesentlich stärker als die FuE-Mittel in der Grundfinanzierung der Hochschulen durch die Länder, und zwar von 310 Mio DM in 1982 auf 700 Mio DM in 1991. Hinzu kommen über 100 Mio DM für Hochschulen in den NBL.

Es war also möglich, für den Aufbau der Forschung in den neuen Ländern nach 1,6 Mrd. DM im Jahr 1992, 1,75 Mrd. DM im Jahr 1993 allein aus dem BMFT-Haushalt bzw. EPL 60 zur Verfügung zu stellen. Diese Mittel gehen in einem großen Umfang in neu geschaffene Institute und Forschungseinrichtungen in den neuen Ländern, wie beispielsweise drei

Großforschungseinrichtungen, eines für Umweltforschung in Leipzig-Halle, eines für molekulare Medizin in Berlin-Buch und eines für Geowissenschaften, das sich insbesondere auch mit Erdbebenforschung beschäftigt. Dieses Magazin berichtete ja schon mehrmals darüber. Hinzu kommen 8 Außenstellen bestehender westdeutscher Großforschungseinrichtungen, so daß insgesamt mehr als 1700 Mitarbeiter im Bereich der Großforschungseinrichtungen in den neuen Ländern beschäftigt werden. Gemeinsam mit den Sitzländern sind 24 Forschungseinrichtungen der Blauen Liste sowie 4 Außenstellen neu gegründet worden, zusammen werden dort 3300 Mitarbeiter in Forschungslaboratorien beschäftigt sein

- Die Fraunhofer-Gesellschaft hat 9 Institute sowie 12 Außenstellen mit über 1000 Mitarbeitern gegründet.
- Die Max-Planck-Gesellschaft 2 Institute, 28 Arbeitsgruppen und 7 Zentren mit zusammen 900 Mitarbeitern.

Im Verantwortungsbereich des BMFT kommen noch einmal weitere 1900 Wissenschaftlerstellen im Rahmen des Wissenschaftlerintegrationsprogrammes hinzu sowie 2125 Wissenschaftler aus der ehemaligen Akademie der Wissenschaften, die im Rahmen von ABM-Projekten arbeiten.

Neue Technologien

Zukunftsweisende Technologien mit großem Potential für die Wirtschaft, auch als Technologien für das 21. Jahrhundert zu bezeichnen, sind ein weiteres wichtiges Diskussionsfeld. Es geht darum, frühzeitig neue Ansätze zu erkennen, um im internationalen globalen Wettlauf um wissenschaftliche und technologische Entwicklungen mithalten zu können. Der BMFT arbeitet deshalb systematisch an der Aufarbeitung beispielsweise internationaler Studien zu diesem Thema. Die Phase der Materialsichtung ist selbstverständlich nie abgeschlossen, da sich Technik und Wissenschaft ständig weiterentwickeln, aber zum gegenwärtigen Zeitpunkt kann bereits Zwischenbilanz gezogen werden. Wesentliche Gesichtspunkte für die Schwerpunktsetzungen im Ausland, zum Beispiel den USA und Japan, sind auch in Deutschland in den Programmen der Bundesregierung bereits aufgenommen. Neue Ansätze, die aus der Grundlagenforschung entstehen könnten, wurden durch eine Kommission Grundlagenforschung, die der BMFT im Sommer 1990 einberufen hatte, untersucht und in Empfehlungen vom Frühjahr des Jahres 1992 festgehalten. Dabei zeigt sich, daß insbesondere Grenzgebiete zwischen Lebenswissenschaften und technischen Wissenschaften, wie Biologie, Physik und Chemie, als besonders zukunftsträchtig gelten. Ein weiterer wichtiger Ansatz ist, zu untersuchen, wie Wachstum aus Intelligenz, das heißt eine Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Ressourcenverbrauch, erreichbar ist. Dies bedeutet, daß es ganz wesentlich auf eine Vermeidung von Verlusten in Prozessen jeglicher Art, also ein Wirtschaften in Kreisläufen, ankommt.

Der BMFT hat unter dem Stichwort „Technologien des 21. Jahrhunderts“ eine Langfristplanung begonnen. Sie umfaßt sowohl einen „bottom-up-Ansatz“, der nach zukunftsweisenden technischen Entwicklungslinien fragt und attraktive Felder künftiger Spitzenforschung und Hochtechnologie ermitteln soll, als auch einen „Top-down-Ansatz“, bei dem, ausgehend von erkennbaren gesellschaftlichen Trends, Anforderungen an neue Technologien abgeleitet werden. Im einzelnen gehören dazu folgende Aktivitäten

- Eine im Auftrag des BMFT vergebene und noch laufende Studie von FhGSI zu „Technologie am Beginn des 21. Jahrhunderts“. Diese Studie soll eine umfassende Vorausschau für die mutmaßliche Entwicklung von Technologien unter Berücksichtigung ihrer gegenseitigen Vernetzungen

ermöglichen. Gleichzeitig sollen ihre möglichen Beiträge zur Lösung gesellschaftlicher, sozialer, ökologischer und wirtschaftlicher Probleme herausgearbeitet werden. Die Untersuchung erstreckt sich auf die wesentlichen Technologiebereiche des BMFT und wird von einem breiten Stab von Technologieexperten der BMFT-Projekträger erarbeitet.

- Delphi-Befragung deutscher Experten zu den Realisierungschancen zukünftiger Technologien in einem Prognosezeitraum von 20 Jahren (Auftragnehmer: FhG-ISI in Zusammenarbeit mit dem japanischen Institut NISTEP).
- Studie zu „Produktion im 21. Jahrhundert“. Eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe der FhG unter Federführung von FhG-IPA soll Szenarien und Strategien für die zukünftige Produktion entwickeln, die gekennzeichnet sein wird durch geschlossene Kreisläufe, Dezentralität und selbstregulierende Systeme. Auch soll die Frage beantwortet werden, was die Technologien des 21. Jahrhunderts hierzu beitragen können.
- Auswertung von Stellungnahmen zu technologischen Entwicklungstrends aus dem industriellen Bereich.
- Der BMFT hat ferner eine Expertenkommission zu „Visionen der Forschungspolitik“ berufen, die sich Ende vergangenen Jahres konstituiert hat und mit der Strukturierung und Identifizierung von Bedarfsfeldern der zukünftigen Industriegesellschaft auf der Basis der Bedürfnisse und Anforderungen des Menschen und unserer Gesellschaft in den kommenden Jahrzehnten befasst wird.

Die Ergebnisse aus diesen Aktivitäten zu Technologien des 21. Jahrhunderts sieht der BMFT als Elemente für den Dialog zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik, und er wird die weitere Konkretisierung der dargestellten Perspektiven systematisch mit Wissenschaft und Wirtschaft diskutieren. **Ziel ist, mit der Wissenschaft und der Wirtschaft diejenigen Technologiefelder zu identifizieren, die ein Wachstum aus Intelligenz und in Verantwortung für kommende Generationen erwarten lassen.**

Fazit

Durch diese und weitere Anstrengungen hat die Bundesregierung auch im Bereich von Forschung und Entwicklung eine Reihe von guten Voraussetzungen geschaffen, den Herausforderungen einer sich schnell wandelnden Welt gerecht zu werden. Natürlich sind wir uns alle bewußt, daß es sich dabei nur um ein Mosaiksteinchen im Gesamtbild der deutschen Politik handelt. Nahezu jeder Politikbereich, von der Außenüber die Wirtschafts- bis hin zur Umweltpolitik ist gegenwärtig aufs äußerste gefordert—und dies angesichts knapper werdender öffentlicher Finanzmittel.

Das heißt: Wir werden Prioritäten setzen müssen, die den aktuellen Herausforderungen Rechnung tragen, gleichzeitig aber nicht langfristige Chancen zuschütten. Dies ist besonders im Bereich der Forschungs- und Technologiepolitik ein durchaus schwieriger Abwägungsakt.

Das heißt weiterhin: Wir werden die Abstimmung mit den anderen Politikbereichen intensivieren müssen, da beispielsweise Wirtschafts-, Bildungs-, Europa- und weitere Politikbereiche enge Berührungspunkte miteinander aufweisen. Nur so können wir zu ganzheitlichen Ansätzen bei komplexen Problemen gelangen.

Und das heißt schließlich: Wir müssen den politischen Dialog mit allen Interessierten und durch unser Handeln Betroffenen in einer offenen und klaren Weise führen. Gerade in der

gegenwärtigen Situation ist das Bedürfnis nach klaren Linien in der Politik deutlich artikuliert. Nur so kann seitens der politisch Handelnden Konsens oder zumindest doch Akzeptanz hinsichtlich der notwendigen Maßnahmen erreicht werden. Wenn wir in diesem Sinne gemeinsam vorgehen, sind die Chancen gut, die großen politischen, wirtschaftlichen und technologischen Umwälzungen, die zur Zeit stattfinden, nicht nur zu bewältigen, sondern sie als Chance für Neugestaltung zu nutzen.

Zusätzliche Finanzhilfen

für den Auf- und Ausbau der Forschungseinrichtungen in den neuen Ländern aus dem Sonderprogramm Investitionen für die außeruniversitären Forschungseinrichtungen:

Bund und Länder haben die Verhandlungen über die Verteilung der Mittel aus dem Sonderprogramm Investitionen nun abgeschlossen. Damit stehen von Beginn des Jahres 1993 bis 1996 Bundesmittel in Höhe von 200 Mio. DM und weitere 67 Mio. DM aus Landesmitteln für Geräteinvestitionen, Bausanierungsmaßnahmen und Neubauten in außeruniversitären Forschungseinrichtungen zur Verfügung, und zwar zusätzlich zu den in den Wirtschaftsplänen der Institute bereits eingestellten, regulären Investitionsmitteln. Nach zum Teil schwierigen Verhandlungen konnte die Verteilung dieser Mittel auf die einzelnen Länder einvernehmlich wie folgt festgelegt werden:

Berlin	58,56 Mio. DM
Brandenburg	53,12 Mio. DM
Mecklenburg-Vorpommern	17,65 Mio. DM
Sachsen-Anhalt	33,36 Mio. DM
Sachsen	72,11 Mio. DM
Thüringen	31,87 Mio. DM

Mit diesen Mitteln soll der erhebliche Nachholbedarf der neuen außeruniversitären Forschungseinrichtungen gedeckt werden, der aus den regulären Investitionsmitteln der Wirtschaftspläne nicht zeitnah zu befriedigen gewesen wäre. An dem Sonderprogramm werden Max-Planck-Institute, Fraunhofer-Institute, Einrichtungen der Blauen Liste, Großforschungseinrichtungen und auch Landes-Forschungseinrichtungen teilnehmen. Bund und Länder haben mit diesem zusätzlichen Programm sicherlich ein weiteres positives Zeichen für die Forschung in den neuen Bundesländern gesetzt.

Mitteilungen anderer Gesellschaften

AACG

Vom Newsletter unserer amerikanischen Schwestergesellschaft lag mir keine neuere Ausgabe als die vom Winter '92 vor, die schon in der letzten Ausgabe besprochen wurde. Das ist mir mit dem Mitteilungsblatt der AACG bisher noch nicht passiert, seit ich den Beitrag über die Mitteilungen anderer Gesellschaften betreue (seit der Ausgabe 43 vom Juli '86).

BACG

Von der British Association for Crystal Growth liegen mir die Ausgaben vom März und August 1993 zur Durchsicht vor. Der größte Teil der Märzausgabe wird von Konferenzberichten eingenommen: ISSCG 8 und ICCG 10, Gründungstagung der Asiatischen Kristallographischen Gesellschaft, Diamond '92 und 12th North American Conference on MBE. Zuvor findet die Novemberausgabe des DGKK Mitteilungsblatts Beachtung. Zuvor ist noch der IOCG Newsletter #1 wiedergegeben (siehe die letzte Ausgabe des DGKK Mitteilungsblatts auf S.14). Die Augustausgabe beginnt mit zwei Nachrufen auf Prof. John Woods, einem der Gründungsmitglieder der BACG, und Dr. John C. Brice, dem ersten Schatzmeister der BACG. Den Abschluß bilden Konferenzberichte und ausführliche Tagungsankündigungen

KKN

In fast allen Infos der Kontaktgroep voor Kristalgroei Nederland, die mir bisher vorlagen, waren Zusammenfassungen von Promotionsarbeiten von Mitgliedern wiedergegeben; so auch in den Infos 55 und 56 vom April bzw. Juli 93. Nummer 55 wird abgerundet durch einen Bericht von der Jahrestagung November '91 in Amsterdam. Im Info #56 ist der IOCG Letter No 1 von Brian Cockayne (siehe BACG) wiedergegeben.

G.F.C.C.

Die Januarausgabe der Zeitschrift der französischen Kristallzüchter beginnt mit der Ankündigung der Jahrestagung 1993 vom 17. bis 19. März in Orleans. Es folgt ein Kurzbericht von einem Kolloquium über Biokristallisation. Es folgen Tagungsankündigungen. Den Abschluß bildet ein „Revue de Press“ über die letzten Mitteilungsblätter der Schwestergesellschaften.

IUCr

Neben dem Fehlen eines Newsletters der AACG bildet die International Union of Crystallography eine weitere Neuheit bei den Mitteilungen. Zum ersten Mal liegt mir ein Newsletter der IUCr vor, und zwar Vol. 1 Nr. 2. Die Ausgabe ist in mehrere Abteilungen gegliedert, die z.T. mehrere Seiten stark sind. Die größeren sind überschrieben IUCr Activities, Meeting Reports Crystallographic Resources und Upcoming Issues of IUCr Journals. Es gibt aber auch den Letter from the President und ein Editorial. Insgesamt ist dieser Newsletter ein 28 Seiten starkes Heft mit zwei oder drei Spalten pro Seite voller Informationen für Kristallographen.

Geometrisch präzise

**Oberflächenpräparation in
Vollendung mit LOGITECH
Geräte-Systemen**

Erreichbare Ergebnisse:

- Planparallelität von
 < 2 Bogenminuten
- Dickenabweichung $\pm 1 \mu\text{m}$
- Planheit bis zu $\lambda / 10$
- Mikrorauigkeit < 1 nm RMS

**Anwendungsbereiche für
LOGITECH Präparations-
systeme:**

- Optik
- Elektro-Optik
- Halbleitertechnik
- Werkstoffentwicklung
- Technische Keramik
- Polymertechnologie



Interessiert? Nehmen Sie Kontakt mit uns auf!



Struers

**Struers GmbH
Produktbereich LOGITECH
Albert-Einstein-Straße 5
40699 Erkrath
Telefon (02 11) 2003-35
Telefax (02 11) 2003-99**

Tagungskalender

1993

8. - 12. November Karuizawa / Japan
1st International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces

Prof. T. Katoda, Dept. of Electronic Engineering, The Faculty of Engineering, The University of Tokyo, 7-3-1- Hongo, Bunkyo-ku, Tokio 113, Japan

29. November - 3. Dezember Boston (MA) / U.S.A.
MRS Fall Meeting

P.M. Fauchet, Fax.: (716) 275-2073

1994

2. - 4. März
Stuttgart / D
DGKK Jahrestagung

Prof. Dr. H. Paus, 2. Physikal. Institut, Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 57, D-70550 Stuttgart, Tel.: 0711-5223, Fax.: 0711-5285

4. - 8. April San Francisco
MRS Spring Meeting

P. M Fauchet, Dept. Electr. Eng., Univ. Rochester, Computer Studies Building, Room 514, Rochester, NY 14627; Tel. 716 - 275 - 1487; Fax 716 - 275 - 2073

8. - 13. Mai Anaheim, Cal.
CLEO/I QEC '94

CLEO/IQCE, c/o OSA Meetings, 2010 Massachusetts Ave., NW, Washington DC 20036-1023; Tel. 202-223-9034

18. - 20. Mai Parma / I
2nd International Workshop on Expert Evaluation and Control of Compound Semiconductor Materials and Technologies (Exmatec '94)

Dr. R. Fornari, Istituto MASPEC-CNR, Via Chiavari, 18/A, I-43100 Parma, Italy

25. - 27. Mai Sendai / Japan
3rd International Symposium on Atomic Layer Epitaxy and Related Surface Processes (ALE-3)

Dr. A. Koukitu, Secretary ALE-3, Faculty of Technology, Tokyo University of Agriculture and Technology, Koganei, Tokyo 184, Japan

29. Mai - 1. Juni Cork / Ireland
18th Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits (WOCSDICE '94)

B. Corbett, WOCSDICE '94, NMRC, UCC, Cork, Ireland

31. Mai - 3. Juni Yokohama / Japan
7th International Conference on Metalorganic Vapor Phase Epitaxy (ICMOVPE VII)

Dr. S. Minagawa, Program Chairperson of ICMOVPE VII, Central Research Laboratory, Hitachi Ltd., Higashi-koigakubo, Kokubunjicity, Tokyo 185, Japan

24. - 29. Juli Freiburg / D
Eighth International Conference on Vapour Growth and Epitaxy (ICVGE-8)

Prof. Dr. K.W. Benz, Kristallographisches Institut, Albert Ludwigs-Universität, Hebelstr. 25, D-79104 Freiburg, Germany

29. August - 2. September Osaka / Japan
Eight International Conference on Molecular Beam Epitaxy (MBE-VI)

Prof. Shun-ichi Gonda, MBE-VII Chairman, The Scientific and Industrial Research, Osaka University, 8-1, Mihogaoka, Ibaraki, Osaka 567, Japan

5. - 6. September Norwich / U.K.
Anglo-Dutch Meeting on Application and Theory to Industrial Crystallisation and Thin Film Epitaxy

Dr. K.J. Roberts, Dep. of Pure and Applied Chemistry, University of Strathclyde, Thomas Graham Building, 295 Cathedral Street, Glasgow G1 IXL, U.K.

18. - 24. September San Diego (CA) / U.S.A.
21st International Symposium on Compound Semiconductors

James P. Harbison, 21st Symposium on Compound Semiconductors, Bellcore, NVC3X-211, 331 Newman Springs Road, Red Bank, NJ 07701-7040, U.S.A.

26. - 28. September Linz / A
European Workshop on II-VI-Semiconductors

Dr. H. Sitter, Workshop Chairman, University of Linz, Dept. of Solid State Physics, A-4040 Linz, Austria

1995

11. - 16. Juni La Hague / NL
11th International Conference on Crystal Growth (ICCG-XI)

CONGREX Holland BV, Keizersgracht 782, 1017 EC Amsterdam, The Netherlands, Fax.: + 3120 625 9574

28. August - 1. September Cheju Island / Korea
22nd International Symposium on Compound Semiconductors

Prof. Young Se Kwon, Secretary of ISCS-22, Dept. of Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Taejon 305701, Korea

Ergänzung zum Tagungskalender

Vom 11. – 13. 4. 1994 findet in Wolfenbüttel (Lindenhalle) die Arbeitssitzung des GVC Fachausschusses Kristallisation (VDI-Gesellschaft) statt. Interessenten, die nicht auf der Mitglieder- oder Gästeliste aufgeführt sind, können sich an Herrn Dipl.-Ing. K. O. Schaller (VDI Verfahrenstechnik, Postfach 10 11 39, 40002 Düsseldorf) wenden.

Daran anschließend findet am 14. – 15. 4. 1994 das Abschlußkolloquium des DFG Schwerpunktes Kristallkeimbildung und -wachstum in der GBF in Braunschweig/Stöckheim statt. Interessenten wenden sich an Herrn Prof. Dr.-Ing. R. Lacmann (Institut für Physikalische und Theoretische Chemie, Hans-Sommer-Str. 10, 38106 Braunschweig, Fax (05 31) 3 91 - 58 32.

Schmunzelecke

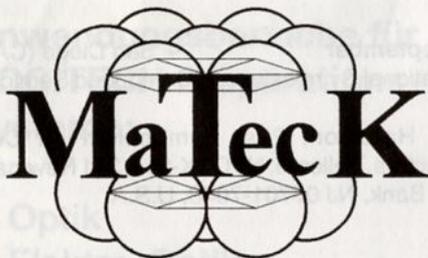
Arthur Schnitzler

Toleranz heißt:
die Fehler der anderen
entschuldigen.
Takt heißt:
sie nicht bemerken.

Arthur Schnitzler

Beim Psychiater:
*„Sie leben völlig
an den Realitäten des Lebens vorbei.
Wie schaffen Sie
das eigentlich, Sie Glückspilz?“*

*Gute Gedanken
haben wie Bummelzüge
oft Verspätung.*



**Material-Technologie &
Kristalle**
für Forschung, Entwicklung
und Produktion

Unser Leistungsangebot:

- **Kristallzüchtung von Metallen und deren Legierungen**
- **Reinstmaterialien**
- **Substrate, Wafer und Targets**
- **Kristallpräparation (Formgebung, Polieren und Orientieren)**
- **Auftragsforschung f. Werkstoffe und Kristalle**

Dr. Hugo Schlich

MaTecK - Büro für Forschungsmaterialien*

Karl-Heinz-Beckurts-Str. 13

52428 Jülich

Telefon: 02461/69074-0 Fax: 02461/69074-9

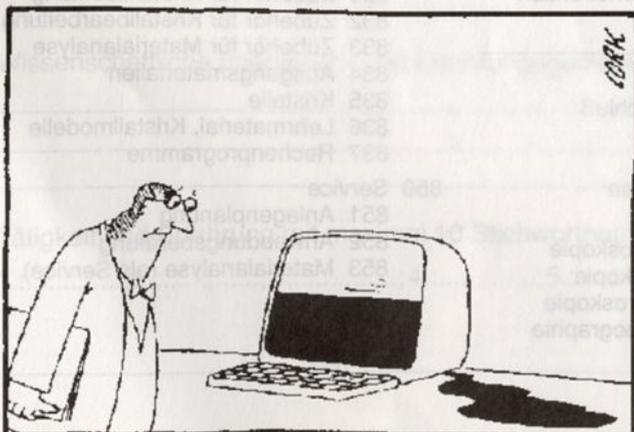
* vormalig "Technisches Büro, Dr. Gerd Lamprecht" und
"L&K Laborbedarf und Kristallhandel"

Fundamentale Naturgesetze zur Kristallzuchtung

Schon seit längerem ist bekannt, daß sich Landwirte bei der Beurteilung gewisser - meist meteorologischer - Gegebenheiten fundamentaler naturwissenschaftlicher Gesetzmäßigkeiten bedienen, der vulgo Bauernregeln. Daß die Ökonomen nicht die einzigen sind, die eine sehr lebensnahe Anwendung von Naturgesetzen in ihren Beruf integrieren, zeigen die von C. Spitzweg gesammelten Stadtleuteregeln *.

Nun gibt es erste Hinweise, daß sich auch die Kristallzüchter bei ihrer täglichen Laborarbeit nicht ausschließlich auf Empirie, sondern auch auf Gesetzmäßigkeiten stützen, die den beiden oben erwähnten Typen durchaus nicht unähnlich zu sein scheinen. Das späte Bekanntwerden dieser Gesetze dürfte dem Umstand zuzuschreiben sein, daß sie als kostbares Wissensgut von den Züchtern oft besser gehütet werden als der Schlüssel zum Platin- und Alkoholschrank. Die Veröffentlichung einiger Kristallzüchterregeln soll indes kein Verrat und hemmungsloses Verstreuen wertvollen Know-hows sein. Sie soll vielmehr die Kristallzüchter aus dem Geruch der Alchemie heraustreten lassen, der sie in den Augen manch anderer Naturwissenschaftler noch umgibt. Es soll gezeigt werden, daß wachsende Kristalle durchaus auch Naturgesetzen gehorchen und nicht nur dem Gefühl des Züchters. In diesem Sinne sei hier eine kleine Auswahl aus einem sicherlich immensen Schatz an Naturgesetzen vorgestellt.

* E. Grunewald (Herausgeber): Carl Spitzweg: Und abends tu ich dichten, dtv 10462 (1979) 81 - 95



Die Lösungszucht sich nur rentiert,
wenn viel Geduld wird investiert.

Temp'ratursturz im Mai
macht aus einem Riß drei,
und ist der Riß auch noch so klein,
den Züchter bringt er doch zum wein'.

Gib den Kristall nie einem Schnösel,
sonst kriegst zurück du nur noch Brösel.

Für Bridgmanzucht nach Trinitatis
ein' Tiegel nimm, der auch schön g'rad is.
(In Bayern nur in Labors mit überwiegend
katholischer Belegschaft)

Wenn du willst Kristalle sägen,
muß sich das Sägeblatt bewägen.

Rührst du im Flux nach Mitternacht,
hast wieder Überstunden g'macht.

Schmilzt unser Keim,
gehen wir heim.
Schmilzt gar der Tiegel aus Platinum,
dann stehen wir da und schau'n recht dumm.

Ziehst Birnen du à la Verneuil,
dann ist's nicht gut, wenn du in Eil.

Ist die Ziehanlag' verschmutzt,
wird sie meist sauber wenn man putzt.

Mischt du H₂O mit Wasser,
wird das Lösungsmittel nasser.
Mischst du Rum mit Ethanol,
weiß ich nicht, was das werden soll.

Auch im besten Zuchtlabor
kommt mal Zwillingbildung vor.

Ein Einkristall aus Märzenbier
bringt sicher den Nobelpreis dir!

Thomas Berthold
(nicht der Fußballer, sonder der Kristallzüchter)

Aphorismen

sind geflügelte Worte,
die oft von Leuten
ausgebrütet werden,
die einen Vogel
haben.

Gerhard Uhlenbruck

Wo alles auf Leistung eingestellt ist, wird selbst das Vergnügen zur Schwerarbeit.
Martin Kessel

DGKK - STICHWORTLISTE

KRISTALLHERSTELLUNG

ZÜCHTUNGSMETHODEN

- 110 Schmelzzüchtung
 - 111 Czochralski
 - 112 LEC
 - 113 Skull / kalter Tiegel
 - 114 Kyropoulos
 - 115 Bridgman
 - 116 Schmelzzonen
 - 117 gerichtetes Erstarren
 - 118 Verneuil
 - 119 andere Methoden
- 120 Gasphasenzüchtung
 - 121 CVD, CVT
 - 122 PVD, VPE
 - 123 MOCVD
 - 124 MBE, MOMBE
 - 125 Sputterverfahren
 - 129 andere Methoden
- 130 Lösungszüchtung
 - 131 wässrige Lösung
 - 132 Gelzüchtung
 - 133 hydrothermal
 - 134 Flux
 - 135 LPE
 - 136 THM
 - 139 andere Methoden
- 140 weitere Verfahren
 - 141 μ -g Züchtung
 - 142 Hochdrucksynthese
 - 143 Explosionsverfahren
 - 144 Elektrokristallisation
 - 145 Rekristallisation/Sintern
 - 149 andere Verfahren
- 150 Reinstoffherstellung

MATERIALZUSAMMENSETZUNG

- 210 Elemente
 - 211 Graphit
 - 212 Diamant, diamantartiger K.
 - 213 Silizium
 - 214 Germanium
 - 215 Metalle
 - 219 andere Elemente
- 220 Verbindungen
 - 221 binäre Verbindungen
 - 222 ternäre Verbindungen
 - 223 multinäre Verbindungen
 - 231 IV-IV
 - 232 III-V
 - 233 II-VI
 - 234 Oxide, Ferroelektrika
 - 235 metallische Legierungen
 - 236 Supraleiter
 - 237 Halogenide
 - 238 organische Materialien
 - 239 andere Verbindungen

WACHSTUMSFORMEN

- 311 Massivkristalle
- 312 dünne Schichten, Membrane
- 313 Fasern
- 314 Massenkristallit
- 321 Einkristalle
- 322 Polykristalle

- 323 amorphe Materialien, Gläser
- 324 Multischicht-Strukturen
- 325 Keramik, Verbundwerkstoffe
- 326 Biokristallit
- 327 Flüssigkristalle
- 328 Polymere
- 329 andere Materialtypen

KRISTALLBEARBEITUNG

- 411 Tempern
- 412 Sägen, Bohren, Erodieren
- 413 Schleifen, Läppen, Polieren
- 414 Laserstrahl-Bearbeitung
- 421 Lithographie
- 422 Ionenimplantation
- 423 Mikrostruktierung

KRISTALLCHARAKTERISIERUNG

KRISTALLEIGENSCHAFTEN

- 510 grundlegende Eigenschaften
 - 511 Stöchiometrie
 - 512 Phasenreinheit
 - 513 Struktur, Symmetrie
 - 514 Morphologie
 - 515 Orientierungsverteilung
 - 516 Phasenumwandlungen
- 520 Strukturdefekte / Struktureinheiten
 - 521 Punktdefekte, Dotierung
 - 522 Versetzungen
 - 523 planare Defekte, Verzwilligung
 - 524 Korngrenzen
 - 525 Einschlüsse, Ausscheidungen
 - 526 Fehlordnungen
 - 527 Überstrukturen
- 530 Mechanische Eigenschaften
 - 531 Elastische Eigenschaften
 - 532 Härte
 - 533 Bruchmechanik
- 540 Thermische Eigenschaften
 - 541 Wärmeausdehnung
 - 542 kritische Punkte
- 550 Elektrische Eigenschaften
 - 551 Leitfähigkeit
 - 552 Ladungsträger-Eigenschaften
 - 553 Ionenleitung
 - 554 Supraleitung
- 560 Optische Eigenschaften
- 570 Magnetische Eigenschaften
- 580 Weitere Eigenschaften
 - 581 Diffusion
 - 582 Korrosion
 - 583 Oberflächen-Rekonstruktion

MESSMETHODEN

- 610 chemische Analytik
 - 611 chemischer Aufschluß
 - 612 Ätzmethoden
 - 613 AAS, MS
 - 614 thermische Analyse
- 620 Mikroskopie
 - 621 lichtoptische Mikroskopie
 - 622 Elektronenmikroskopie
 - 623 Rastertunnel-Mikroskopie
 - 624 Lumineszenz-Topographie

- 630 Beugungsmethoden
 - 631 Röntgendiffraktometrie
 - 632 Röntgentopographie
 - 633 Gammadiffraktometrie
 - 634 Elektronenbeugung
 - 635 Neutronenbeugung
- 640 Spektroskopie, Spektrometrie
 - 641 UV-, VIS-, IR-, Fourier-
 - 642 Raman-, Brillouin-
 - 643 Kurzzeit-Spektroskopie
 - 644 NMR, ESR, ODMR
 - 645 RBS, Channeling
 - 646 SIMS, SNMS
- 650 Oberflächenanalyse
 - 651 LEED, AUGER
 - 652 UPS, XPS
- 660 Elektrische Charakterisierung
- 670 Andere Meßmethoden

MATHEMATISCHE BEHANDLUNG

- 710 Kristallwachstum
 - 711 Keimbildung
 - 712 Wachstumsvorgänge
 - 713 Transportvorgänge
 - 714 Rekristallisation
 - 715 Symmetriemaspekte
 - 716 Kristallmorphologie
 - 717 Phasendiagramme
- 730 Materialeigenschaften
 - 731 thermodyn. Berechnungen
 - 732 elektrochem. Berechnungen
 - 733 Bandgap-Engineering (physik.)
 - 734 Crystal-Engineering (biolog.)
 - 735 Defect-Engineering
- 750 Prozessparameter
 - 751 Temperaturverteilung
 - 752 Konvektion

ENTWICKLUNG / VERTRIEB / SERVICE

- 810 Anlagen / Komponenten
 - 811 Züchtungsapparaturen
 - 812 Prozess-Steuerungen
 - 813 Sägen, Poliereinrichtungen
 - 814 Öfen, Heizungen
 - 815 Hochdruckpressen
 - 816 mechanische Komponenten
 - 817 elektrische Komponenten
 - 818 Meßeinrichtungen
- 830 Zubehör
 - 831 Zubehör für Kristallzüchtung
 - 832 Zubehör für Kristallbearbeitung
 - 833 Zubehör für Materialanalyse
 - 834 Ausgangsmaterialien
 - 835 Kristalle
 - 836 Lehrmaterial, Kristallmodelle
 - 837 Rechenprogramme
- 850 Service
 - 851 Anlagenplanung
 - 852 Anwendungsberatung
 - 853 Materialanalyse (als Service)

!! Stichwortliste neu !!

Der Schriftführer bittet darum, bei Antrag auf Mitgliedschaft nur diese Code-Nr. zu verwenden.

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. H. Walcher
Fraunhofer-Gesellschaft
Inst. f. Angew. Festkörperphysik
Tullastraße 72
D-79108 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.) E-mail _____

*) _____
(PLZ, Ort) (Telefon) _____

(FAX) _____

Wissenschaftliche Interessen- und Erfahrungsgebiete (Stichworte):

Tätigkeit und Erfahrung mit maximal 10 Stichwortnummern charakterisieren (s. Liste).

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



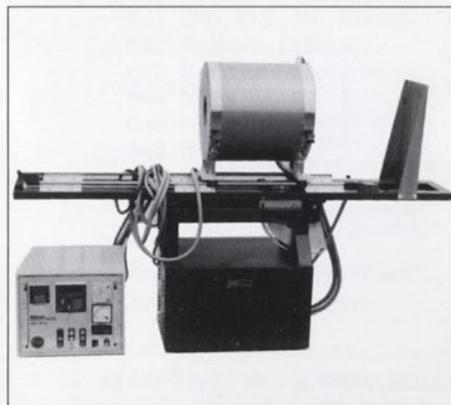
FuE-Rohröfen

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



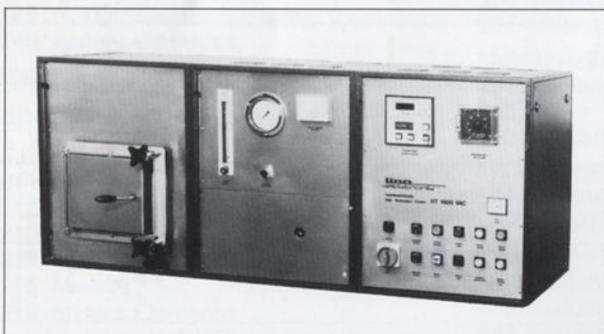
Mini-Spiegelöfen

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



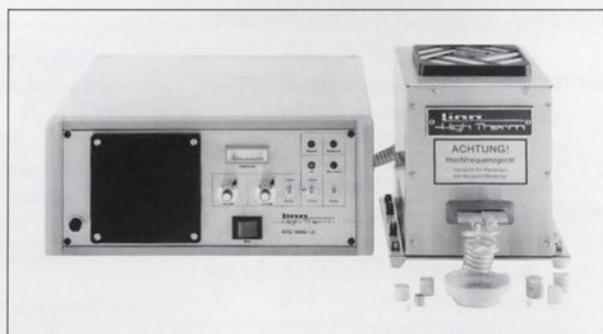
Rohröfen

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-92275 Hirschbach
Telefon (0 96 65) 17 21-25 · Telex 63902 · Telefax (0 96 65) 1720

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