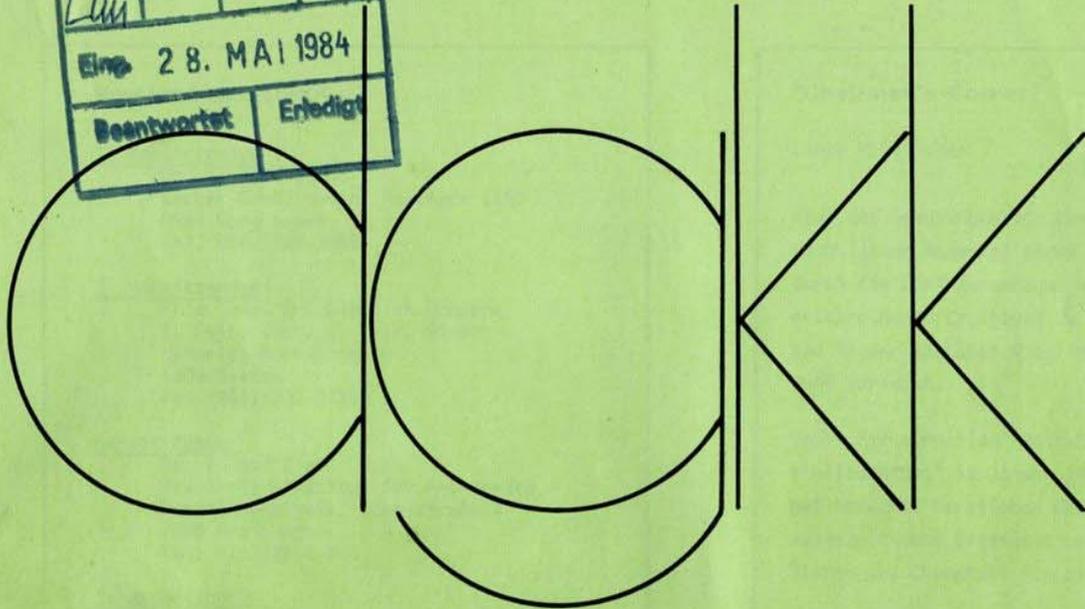
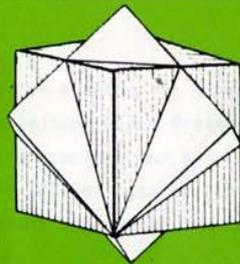


Eintrag
 Eing. 28. MAI 1984
 Beantwortet Erledigt



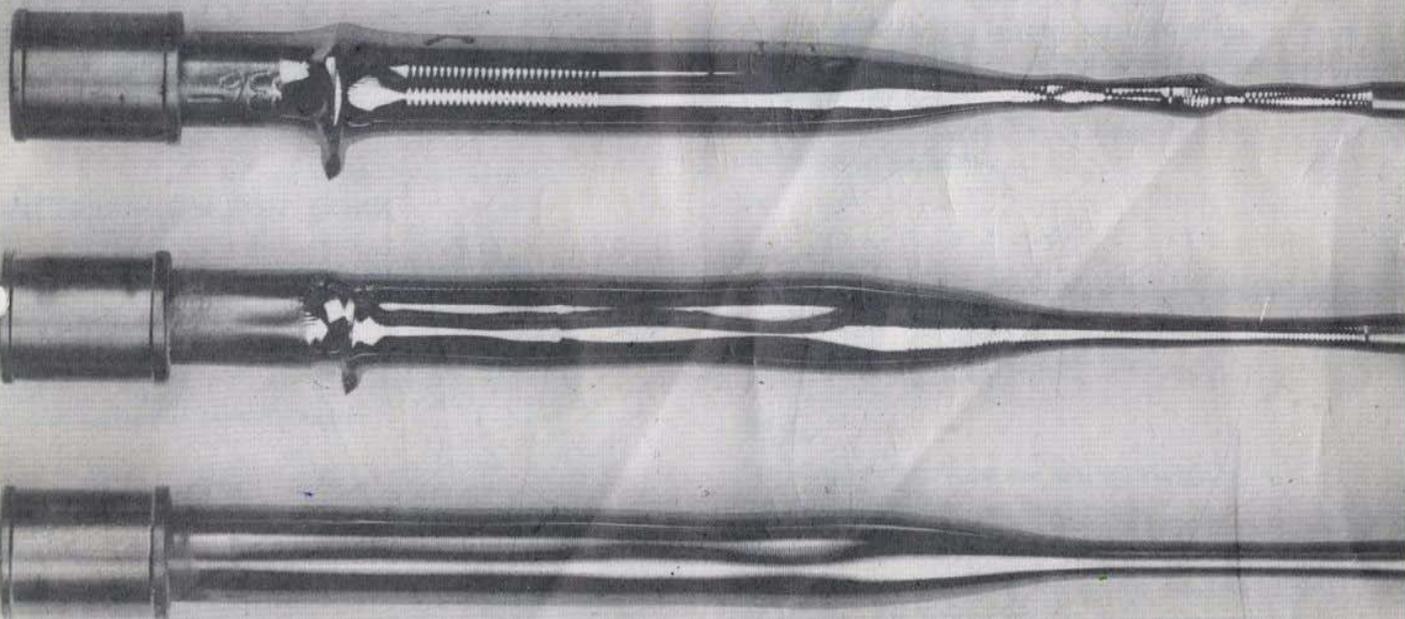
Mitteilungsblatt
 Nr. 39 / April 1984



Deutsche Gesellschaft
 für Kristallwachstum und
 Kristallzüchtung e.V.

Inhalt	
Mitteilungen der DGKK	1
Andere Gesellschaften	7
Personelles	9

Schmunzelecke	26
Kristallzüchtung im Weltraum	26
Kristallforschung TU Clausthal	29
Neue Bücher	30



DGKK-Veranstaltungen	11
Si-Ziehen im Magnetfeld	26

Stellenspiegel	31
Tagungskalender	32
Tagungsbericht	34

Titelbild



1981	1.8.1981
1982	1.8.1982
1983	1.8.1983
1984	1.8.1984
1985	1.8.1985
1986	1.8.1986
1987	1.8.1987
1988	1.8.1988
1989	1.8.1989
1990	1.8.1990
1991	1.8.1991
1992	1.8.1992
1993	1.8.1993
1994	1.8.1994
1995	1.8.1995
1996	1.8.1996
1997	1.8.1997
1998	1.8.1998
1999	1.8.1999
2000	1.8.2000
2001	1.8.2001
2002	1.8.2002
2003	1.8.2003
2004	1.8.2004
2005	1.8.2005
2006	1.8.2006
2007	1.8.2007
2008	1.8.2008
2009	1.8.2009
2010	1.8.2010
2011	1.8.2011
2012	1.8.2012
2013	1.8.2013
2014	1.8.2014
2015	1.8.2015
2016	1.8.2016
2017	1.8.2017
2018	1.8.2018
2019	1.8.2019
2020	1.8.2020
2021	1.8.2021
2022	1.8.2022
2023	1.8.2023
2024	1.8.2024
2025	1.8.2025

Titelbild:

Der erste im Weltraum gewachsene Silizium-Einkristall Deutschlands (♣.)

Vorstand der DGKK

1. Vorsitzender

Dr. Herbert Jacob
Wacker-Chemitronic, Postfach 1140
8263 Burghausen
Tel. 08677/83-3868

2. Vorsitzender

Priv. Doz. Dr. Dietrich Schwabe
I. Phys. Inst. d. Univ. Gießen
Heinrich-Buff-Ring 16
6300 Gießen
Tel. 0641/702-2715

Schriftführer

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

Schatzmeister

Dr. Christa Grabmaier
Siemens AG Zentrale Technik, AM 4
Otto-Hahn-Ring 6
8000 München 83
Tel. 089/636-2696

Beisitzer

Prof. Dr. Heiner Müller-Krumbhaar
Institut für Festkörperforschung
der KFA Jülich, Postfach 1913
5170 Jülich
Tel. 02461/61-3428

Dr. Georg Müller
Institut für Werkstoffwissenschaften VI
-Werkstoffe der Elektrotechnik -
Universität Erlangen-Nürnberg
Martensstraße 7, 7850 Erlangen
Tel. 09131/85-7636

Dipl. Phys. Rolf Laurien
Philips GmbH Forschungslaboratorium Hamburg
Vogt-Kölln-Str. 30, 2000 Hamburg 54
Tel. 040/5493-527(546)

"Chairman's Corner"

Liebe Mitglieder,

dank den Bemühungen von Herrn Laurien konnten die steuerrechtlichen Bedenken gegen die Verleihung eines Preises durch die DGKK ausgeräumt werden. Wir werden nun eine entsprechende Ergänzung zu unserer Satzung ausarbeiten und in der nächsten Mitgliederversammlung zur Abstimmung vorlegen.

Unser Fachsymposium "Reinste Ausgangsstoffe für die Kristallzüchtung" im Januar 1984 in Goslar war wieder sehr gut besucht. Herzlichen Dank nochmals Herrn Wiese für die ausgezeichnete Organisation und den Firmen Preussag, Starck und Chemetall für die Werksbesichtigungen!

Für den Januar des kommenden Jahres planen wir ein Symposium, das den Geräten zur Kristallzüchtung (Anlagen, Tiegel, Heizer, Steuerung usw.) gewidmet sein soll. Tagungsort ist voraussichtlich Hanau. Wer hierzu noch Vorschläge hat, möge sich bitte an Frau Grabmaier oder Herrn Mateika wenden.

Ich möchte auch schon jetzt hinweisen auf die Jahrestagung 1985, die gemeinsam mit der "Arbeitsgemeinschaft Kristallographie" im März in Köln stattfinden und relativ umfangreich sein wird. Die diesjährige Aachener Tagung hat großen Beifall gefunden, wenn uns auch die Synthese zwischen Röntgentopographie und Kristallzüchtung nicht so ganz geglückt ist. Im Namen der DGKK möchte ich Herrn Klapper nochmals herzlich danken für die Organisation dieser Tagung.

Mit freundlichen Grüßen

Ihr

Herbert Jacob

MITTEILUNGEN DER DGKK

Protokoll der DGKK-Jahresversammlung 1984

am 22. März

Ort:

Kärman-Auditorium der RWTH Aachen

Beginn der Versammlung: 18.00 h

Anwesend:

die Mitglieder

Karl, Abmus, Korth, Wallrafen, H. Scholz, Fischer, Göbel, Benz, Heyen, Haussühl, Fiechter, Wiehl, Kaufmann, Langbein, v. Philipsborn, Tolksdorf, Recker, Fußstetter, Sussieck-Fornefeld, Mateika, Schönherr, Altenburg, Neumann, Sell, Stein, Buck, Lutz, Feißt, Treutmann, Bohatý, Albers, H.J. Wolf, Giese, Welter, Lauck, Jennissen, Scheffen-Lauenroth, B. Schmidt, Eisele, Nagel, Herres, Götz, Müller-Vogt, Klapper, Siegert, Haspeklo, Hangleiter, Völkl, H. Schmidt, Müller-Krumbhaar, Schwabe, Diehl, C. Grabmaier, G. Müller, Laurien, Jacob, F. Scholz, Voigt, Körber, Dittrich, Becker und Hirth;

als Gäste die Herren

Bruder, Cichy, Notheisen, Preu, Selgert, Siebers und Whippy.

TOP 1:

Begrüßung, Feststellung der Beschlußfähigkeit, Rechenschaftsbericht des Vorsitzenden

Der 1. Vorsitzende der DGKK, Herr Jacob, heißt die Anwesenden zur Jahreshauptversammlung der Gesellschaft willkommen. Die Versammlung ist bei Anwesenheit von 62 Mitgliedern beschlußfähig. In seinem Rechenschaftsbericht gibt Herr Jacob ein kurzes Resümee über den Stand der Verhandlungen mit der North Holland Publishing Company hinsichtlich eines stark verbilligten Jahresabonnements des Journals of Crystal Growth (JCG) für DGKK-Mitglieder, der Vermittlung von Auslandsaufenthalten durch den Vorstand und der Kristallausstellung im Deutschen Museum. Bezüglich JCG kann der Jahrgang jetzt für 165 Holländische Gulden abonniert werden. Bisher haben 8 Mitglieder Interesse daran gezeigt. Dies ist noch immer eine geringe Resonanz. Herr Jacob appelliert nochmals an die Anwesenden, das sehr günstige

Redaktion

Dr. Roland Diehl (Schriftführer) Tel. 0761/2714-286

- Mitteilungen der DGKK
- Mitteilungen anderer Gesellschaften
- Personelles (Berufungen, Auszeichnungen, etc.)
- Tagungskalender
- Leserbriefe
- Stellenangebote, Stellengesuche
- Verschiedenes

Dr. Dietrich Schwabe (2. Vors.) Tel. 0641/702-2715

- Institutionen mit Kristallzuchtungsaktivitäten
- Apparaturen, Ersatzteile
- Computerprogramme
- Kniffe und Tips

Dr. Klaus Werner Benz, Tel. 0711/685-5110

- Tagungsberichte,
- Übersichtsartikel
- Buchankündigungen, Buchbesprechungen.

Schlußredaktion und Drucklegung durch den Schriftführer.

Angebot zu nutzen. Bisher sind keinerlei Wünsche um die Vermittlung von Auslandsaufenthalten für DGKK-Mitglieder beim Vorstand eingegangen. Der Vorstand sieht sich daher der Aufgabe enthoben, hinsichtlich entsprechender Absprachen mit ausländischen Schwesterorganisationen weiterhin tätig zu sein.

Die Verhandlungen mit der Leitung des Deutschen Museums zur Einrichtung und weiteren Gestaltung einer ständigen, unter DGKK-Regie stehenden Ausstellung von Kristallen sowie deren Anwendungen und Herstellungsverfahren haben inzwischen zu konkreten Absprachen geführt. Für die Ausstellung sollen geeignete Vitrinen in der Wandelhalle des Museums aufgestellt werden. Eine endgültige Entscheidung der Museumsleitung hierüber steht noch aus. Insbesondere müssen noch feuerpolizeiliche Gesichtspunkte berücksichtigt werden. Die Kosten der Ausstellungseinrichtung werden auf DM 80.000,- bis 100.000,- veranschlagt, die hauptsächlich für die Beschaffung von Vitrinen, Videogeräten, Lasern, etc. anfallen werden. Vom Deutschen Museum sind praktisch keine Geldmittel zu erwarten. Das Museum hat jedoch ab Herbst 1984 Werkstattunterstützung zugesagt und wird auch die laufende Betreuung der Ausstellung übernehmen.

Herr Jacob wird sich bemühen, die Einrichtungskosten durch Spenden aus der Industrie zusammenzubekommen. Von Wacker-Chemitronic liegt bereits eine Zusage über DM 10.000,- vor. Auch die DGKK soll sich finanziell aktiv mit bis zu DM 10.000,- an der Ausstellung beteiligen. Dies wird durch die Satzung erlaubt, da die DGKK durch die Ausstellung einen wissenschaftlich-lehrenden und damit unmittelbar gemeinnützigen Zweck verfolgt. Von den anwesenden Mitgliedern werden keine Einwände erhoben. Ein Ausschuß aus DGKK-Mitgliedern übernimmt die weitere Organisation der Ausstellung.

Herr Jacob gibt einen kurzen Rückblick auf das DGKK-Fachsymposium, das im Januar 1984 in Goslar stattfand. Für Januar 1985 ist die Fortsetzung der Veranstaltungsreihe geplant. An bisherigen Themenvorschlägen, ausrichtenden Firmen und Tagungsorten stehen zur Diskussion:

- Oxid-Kristalle (Philips, Siemens)
- IR-Materialien (evtl. zusammen mit IR-Kolloquium in Freiburg, Heilbronn)
- Reinstumgebung bei Kristallzuchtung (Apparaturen, Tiegel, Gase; Ringsdorff, Leybold; Köln, Bad Godesberg)
- Thema offen (Münster, Steinfurt, Ibbenbüren).

Bezüglich der Teilnehmerkosten sollten den DGKK-Mitgliedern wie bisher außer für Anreise und Unterbringung keine weiteren Aufwendungen entstehen. In der 2. Jahreshälfte wird der Vorstand Thema und Ort des nächsten Fachsymposiums festlegen. Anregungen hierfür sind jederzeit willkommen.

Der TOP 5 (DGKK-Jahrestagung 1985) wird vorgezogen. 1985 wird die DGKK ihre Jahrestagung zusammen mit der Arbeitsgemeinschaft für Kristallographie (AGKr) in Köln veranstalten. Die Herren Haussühl und Schuster (Institut für Anorganische Chemie der Universität zu Köln) werden die Tagung organisieren. Die AGKr hat gebeten, die Kollegen aus Holland und Belgien zur Tagung einzuladen. In Anbetracht der zu erwartenden Teilnehmerzahl sind für die Veranstaltung vier Tage vorgesehen. Sie wird voraussichtlich Ende März / Anfang April stattfinden. Damit ergibt sich keine Kollision mit anderen großen Tagungen.

In Anbetracht der im Sommer 1986 in York/England stattfindenden ICCG-8 hatte der Vorstand für 1986 keine eigene DGKK-Jahrestagung geplant. Herr Tolksdorf gibt zu bedenken, daß die DGKK-Mitglieder aufgrund der Kosten nur in geringer Zahl an der ICCG-8 teilnehmen würden und daß es schade sei, auf eine Veranstaltung in familiärer Atmosphäre (so wie jetzt wieder in Aachen) von vornherein verzichten zu wollen. Eine klare Mehrheit der anwesenden Mitglieder schließt sich dieser Argumentation an. Danach wird es 1986 - unabhängig von der ICCG-8 - eine eigene DGKK-Tagung geben.

Herr Jacob schlägt die Einrichtung eines DGKK-Preises für wissenschaftliche Leistungen vor. Vonseiten des Finanzamtes Köln bestehen hierüber keine Bedenken, solange sichergestellt ist, daß mit dem Preis eine wissenschaftliche Leistung honoriert wird; er kann dann auch an Nichtmitglieder verliehen werden. Durch den Preis sollen vorwiegend jüngere Wissenschaftler in der Bundesrepublik Deutschland gefördert werden. Die Verleihung soll im zwei- oder dreijährigen Turnus erfolgen. Der Preis ist mit ca. DM 2000,- dotiert. Der Preisträger erhält eine Einladung zu einem Hauptvortrag auf der folgenden DGKK-Jahrestagung. Die

Kandidaten für den Preis werden aus dem Kreis der Mitglieder an ein Dreierkomitee vorgeschlagen, das sich aus je einem Vertreter des Hochschul-, der Industrie sowie des Nichthochschul- und Nichtindustriebereichs zusammensetzt. Das Komitee einigt sich auf den oder die Preisträger. Es entscheidet völlig unabhängig vom DGKK-Vorstand.

Der Preis soll satzungsmäßig verankert werden. Dies erfordert eine Satzungsänderung und damit die Dreiviertelmehrheit einer beschlußfähigen Mitgliederversammlung. Der Preis wird mit "Preis der DGKK" benannt, da damit auch am besten Öffentlichkeitsarbeit betrieben werden kann. Bei einer vorläufigen Abstimmung entscheidet sich die überwiegende Mehrheit für die Einrichtung des DGKK-Preises. Die endgültige Entscheidung ist der nächsten Jahreshauptversammlung vorbehalten. Herr Laurien wird bis dahin für die Modalitäten der Preisverleihung eine Geschäftsordnung ausarbeiten.

TOP 2: Bericht des Schriftführers

Herr Diehl gibt eine Übersicht über den aktuellen Mitgliederstand der DGKK. Im Berichtszeitraum sind 36 Fachkollegen Mitglieder der DGKK geworden. Ein Mitglied hat zum Jahresende 1984 seinen Austritt erklärt, ein Mitglied ist verstorben. Unter Berücksichtigung dieses Austritts hat die DGKK derzeit 274 Mitglieder. Davon sind 117 (42,7 %) Mitglieder im Hochschulbereich, 95 (34,7 %) im Bereich der Industrie und 62 (22,6 %) in anderen Bereichen beschäftigt. Im beruflichen Bereich ergaben sich bei 5 Mitgliedern Veränderungen.

Im Berichtszeitraum wurde ein Mitteilungsblatt (Nr. 38) herausgegeben.

Für die vom Vorstand neu herauszugebende Kristalliste sind ca. 50 Beiträge eingegangen. Sie werden derzeit gesichtet und in eine einheitliche Form gebracht. Die Liste wird im Mai 1984 druckreif sein. Sie wird kostenlos an die Mitglieder verteilt.

TOP 3: Berichte des Schatzmeisters und der Rechnungsprüfer

In ihrem Kassenbericht teilt Frau Grabmaier mit, daß die DGKK derzeit über Mittel in Höhe von über DM 30.000,-- verfügt. Im abgelaufenen Kalenderjahr und in den ersten beiden Monaten von 1984 lagen die laufenden Ausgaben über den laufenden Einnahmen. Noch nicht berücksichtigt ist allerdings der zu erwartende Überschuß von der ICCG-7. Die gestiegenen Ausgaben waren durch das aufwendigere Mitteilungsblatt und durch umfangreiche Aktionen zur Mitgliederwerbung bedingt.

Kassenbericht

Stand 29.02.1984

Postscheck	342,12 DM	
Deutsche Bank	753,02 DM	
Sparbücher	<u>29.204,40 DM</u>	
		30.299,54 DM

Kontobewegungen:

Kalenderj. 83 01.01.-29.02.84

Einnahmen

Mitgliedsbeiträge	5.340,-- DM	972,-- DM
-------------------	-------------	-----------

Ausgaben

laufende Kosten	4.850,82 DM	1.798,71 DM
Förderung	3.200,-- DM	--

Außenstände:

Auslagen	ICCG-7	5.000,-- DM
Überschuß	ICCG-7	
Zinsen auf Sparbuch		

Die Herren Tolksdorf und von Philipsborn haben die Kasse geprüft. Herr Tolksdorf erklärt, daß es keinerlei Beanstandungen gibt.

TOP 4: Entlastung des Vorstandes

Herr Tolksdorf beantragt die Entlastung des Vorstands. 54 Mitglieder stimmen dafür, 8 enthalten sich der Stimme. Damit ist der Vorstand entlastet.

TOP 5: DGKK-Jahrestagung 1985

Die diesbezügliche Thematik wird bereits unter TOP 1 abgehandelt.

TOP 6: Verschiedenes

Es wird diskutiert, ob in Anbetracht der im Laufe der Jahre allgemein gestiegenen Kosten eine Anhebung des Mitgliedsbeitrags sinnvoll ist. Seit Bestehen der DGKK wurde der Beitrag konstant gehalten. Aufgrund der guten Kassenlage ist derzeit eine Erhöhung nicht erforderlich. Jedoch muß für die nahe Zukunft, auch wegen des Beitrags der DGKK zur Kristallausstellung im Deutschen Museum, eine Anhebung des Mitgliedsbeitrags um DM 5,-- ins Auge gefaßt werden. Hierüber soll auf der nächsten Jahreshauptversammlung in Köln nochmals diskutiert werden.

Ein Vorschlag aus dem Auditorium, für mehrtägige Tagungen den Tagungsbeitrag nach Besuchstagen zu staffeln, findet keine Resonanz. Als Gründe werden

der zusätzliche organisatorische Aufwand, auch hinsichtlich einer wirksamen Kontrolle, genannt.

Ende der Versammlung: 19.30 h

Freiburg, 9. April 1984

gez. H. Jacob gez. R. Diehl
(1. Vorsitzender) (Schriftführer)

Mitgliederübersicht

Im vergangenen Jahr ist der Senior unter den DGKK-Mitgliedern, Herr Dr. Karl Korth, im Alter von 76 Jahren verstorben. Dem langjährigen Mitglied ist ein gesonderter Nachruf gewidmet.

Im Anschluß an die letzte Jahreshauptversammlung mußten 5 Mitglieder aus der Gesellschaft ausgeschlossen werden. Seit Erscheinen des Mitteilungsblattes Nr. 38 sind wiederum weitere 35 Fachkolleginnen und -kollegen Mitglieder der DGKK geworden. Damit ergibt sich ein aktueller Stand (30. April 1984) von 284 DGKK-Mitgliedern. Davon kommen 126 (44,4 %) aus dem Hochschulbereich, 98 (34,5 %) aus dem Bereich der Industrie und 60 (21,1 %) aus anderen Bereichen. Als neue Mitglieder begrüßen wir

Altekrüger, Burkhard, Dr., Dipl.-Phys.

Leybold-Heraeus
Wilhelm-Rohn-Str. 25, 6450 Hanau
06181/364-609

Kristallzüchtung aus der Schmelze
(Si, Ge, GaAs, Oxide)

Balk, Pieter, Prof. Dr.

Institut für Halbleitertechnik der RWTH
Templergraben 55, 5100 Aachen
0241/80-7747/8

III-V-Verbindungshalbleitertechnologie, spez. Gasphasenepitaxie; Siliziumtechnologie inkl. Abscheidung von Isolationschichten und Metallen

Bruder, Martin, Dipl.-Min.

Kristallographisches Institut der Univ.
Hebelstr. 25, 7800 Freiburg
0761/203-4287

II-VI-Verbindungen; Gasphasen-, Flux- und Bridgman-Züchtung

von Campe, Hilmar, Dr., Dipl.-Phys.

Physik. Institut der Joh.-Wolfgang-Goethe-Universität
Robert-Mayer-Str. 24, 6000 Frankfurt
0611/798-3144

Kristallzüchtung; intermetallische Selten-Erd-Verbindungen; Chalkopyrit-Schichten; III-V-Halbleiter

Dischler, Bernhard, Dr., Dipl.-Phys.

Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik
Eckerstraße 4, 7800 Freiburg
0761/2714-281

Spektroskopie an Dotierungen, Defekten,
Verunreinigungen und Gitterschwingungen

Dittrich, Herbert, Dipl.-Min.

Physikalisches Institut - Teil 4 - der Universität
Pfaffenwaldring 57, 7000 Stuttgart 80
0711/685-4688

III-V-Halbleiterphysik und -technologie,
Kristallzüchtung von III-V-Halbleitern

Geray, Roland, Student

Kristallographisches Institut der Universität
Hebelstraße 25, 7800 Freiburg
0761/203-4287

Floating-Zone-Züchtung im Doppellellipsoidspiegelofen,
speziell von hochschmelzenden Oxiden

Giese, Ulrich, Dipl.-Min.

Institut für Mineralogie der Ruhr-Universität
Postfach 102148, 4630 Bochum 1
02334/700-4386

Hydrothermalzüchtung dotierter Quarze und deren Charakterisierung anhand kristallographischer und spektroskopischer Methoden; Röntgentopographie; Farbzentren

Gusset, E., Dipl.-Chem.

Alusuisse, b. Bad. Bahnhof,
CH-8212 Neuhausen
0041/53/20221

Herstellung hochreiner Materialien wie Gallium 7N
für die Kristallzüchtung

Horn, Joachim, Dr., Dipl.-Chem.

E. Merck
Frankfurter Str. 250, 6100 Darmstadt
06151/72-2626

Hochreine anorganische Chemikalien für die Kristallzüchtung sowie für die Herstellung niedrigdämpfender Lichtleitfasern; Materialien für die Dünnschichttechnik

Hüttinger Elektronik GmbH.

z.Hd. Herrn Dipl.-Ing. Otto Böhm
Elsässerstr. 8, 7800 Freiburg
0761/82051

Herstellung von Hochfrequenz-Generatoren zum Tiegel- oder Zonenschmelzen und für Skull-melting-Verfahren

Ketterer, Jürgen, Dipl.-Min.

Kristallographisches Institut der Univ.
Hebelstr. 25, 7800 Freiburg
0761/203-4277

Wismutoxidhalogenide: Synthese, Kristallzüchtung, physikal.-chem. Charakterisierung, Kristalloptik, Strukturanalyse, Überstrukturprobleme, Fehlorderungen

Kimmel, Manfred, Dipl.-Ing.

Fakultät für Physik der Universität
Postfach 5560, 7750 Konstanz
07531/682073

Einkristallzüchtung von CdSiAs₂ und NiMnSb

Linn, Horst, Dipl.-Ing. ELT

LINN-Elektronik GmbH
Heinrich-Hertz-Platz 1, 8459 Eschenfelden
09665/277-8

Kristallzüchtung; Erstarrungsvorgänge;
Anlagenbau

Neumann, Günther, Dipl.-Ing.

Institut für Werkstoffwissenschaften VI
- Werkstoffe der Elektrotechnik -
Universität Erlangen-Nürnberg
Martensstr. 7, 8520 Erlangen
0911/85-7730

Stationäre und zeitabhängige Konvektion in Kristallzüchtungs-
anlagen und Modellsystemen, numerische Simulation von Konvek-
tionsströmungen

Petermann, Klaus, Dr., Dipl.-Phys.

Institut für Angewandte Physik der Univ.
Jungiusstr. 11, 2000 Hamburg 36
040/4123-5257

Mit Übergangsmetallionen dotierte Oxide und andere
Materialien für Festkörperlaser; Festkörperspektroskopie

Preu, Peter, Dr., Dipl.-Phys.

Institut für Kristallographie der Univ. zu Köln
Zülpicher Str. 49, 5000 Köln 1
0221/470-3295

Elastische und dielektrische Eigenschaften von Kristallen
unter dem Einfluß uniaxialen und hydrostatischen Drucks;
Phasenübergänge

Probst, Ursula, Studentin

Kristallographisches Institut der Univ.
Hebelstr. 25, 7800 Freiburg
0761/203-4278

Chemischer Transport von ternären Seleniden

Reis, Isolde, Studentin

Kristallographisches Institut der Univ.
Hebelstr. 25, 7800 Freiburg
0761/203-4278

Kristallzüchtung von ternären und
quaternären Sulfiden

Ruth, Volker, Prof. Dr.

FB8 - Physik - der Universität
Postfach 2503, 2900 Oldenburg
0441/798-3471

Diffusion in Metallen; Epitaxie; Endotaxie

Scheffen-Lauenroth, Thomas, Dipl.-Min.

Institut für Kristallographie der RWTH
Jägerstr. 17-19, 5100 Aachen
0241/80-6900

Röntgentopographische Untersuchung von Kristalldefekten;
Kristallzüchtung organischer Kristalle nach Czochralski und
aus unterkühlten Schmelzen; Züchtung anorganischer Kristalle
aus der Lösung

Schilling, Michael, Dipl.-Phys.

SEL AG, Forschungszentrum ZT/FZW
Hellmuth-Hirth-Str. 42, 7000 Stuttgart 40
0711/821-3782

Flüssigphasenepitaxie sowie Physik und Technologie von Ver-
bindungshalbleitermaterialien; monolithische Integration
optoelektronischer (InGaAs/InP)-Bauelemente für optische
Nachrichtentechnik; Ionenimplantation

Schmid, Hans, Prof. Dr., Chemiker

Université de Genève
30, Quai Ernest-Ansermet, CH-1211 Genève 4
0041/22-219355

Synthese und Untersuchung der physikalischen Eigenschaften
von magnetisch geordneten Ferroelektrika

Schmitz, Johannes, Dipl.-Min.

Kristallographisches Institut der Universität
Hebelstr. 25, 7800 Freiburg
0761/203-4278

Gasphasenzüchtung; Fluxzüchtung; Leitfähigkeitsmessungen

Scholz, Ferdinand, Dipl.-Phys.

Physikalisches Institut - Teil 4 - der Universität
Pfaffenwaldring 57, 7000 Stuttgart 80
0711/685-4688

Metallorganische Gasphasenepitaxie von (In, Ga) (As, P) mit
Addukten

Schröder, Friedrich, Dr., Dipl.-Chem.

Gmelin-Institut der Max-Planck-Gesellschaft
Varrentrappstr. 40/42, 6000 Frankfurt 90
0611/7917-281

Dokumentation und Information in der Chemie

Siebers, Friedrich, Dipl.-Phys.

Institut für Mineralogie der Ruhr-Univ.
Postfach 102148, 4630 Bochum 1
0234/700-4419

Hydrothermalzüchtung von Quarz und dessen Charakterisierung
(Spektroskopie VIS/IR, ESR, chem. Analytik, Röntgentopogra-
phie, Kristalloptik)

Stapelmann, Jürgen, Dr. Ing., Dipl.-Phys.

Dornier Systems GmbH
An der Bundesstr. 13, 7990 Friedrichshafen
07545/8-3228

Entwicklung und Bau von automatischen Anlagen für Kristall-
züchtung im Weltraum

Steinborn, Wolfgang, Dr., Dipl.-Phys.

DFVLR
Linder Höhe, 5000 Köln 90
02203/601-2897

Züchtung von Halbleiterkristallen;
schwerkraftbezogene Effekte bei der Kristallzüchtung

Stein, René, Dipl.-Min.

Institut für Werkstoffwissenschaften der Universität
Werkstoffe der Elektrotechnik
Martensstraße 7, 8500 Erlangen
09131/85-7730

Lösungszonenzüchtung von GaAs und InP

Trah, Hans-Peter, Student

Kristallographisches Institut der Univ.
Hebelstr. 25, 7800 Freiburg
0761/203-4278

Phasenuntersuchungen und CVT ternärer Selenide

Walitzki, Jürgen, Dr., Dipl.-Phys.

Wacker-Chemitronic
Postfach 1140, 8263 Burghausen
08677/83-2175

Züchtung von Si-Einkristallen für die Halbleiterindustrie
nach dem Czochralski-Verfahren

Warth, Martin, Dipl.-Min.

MPI für Festkörperforschung
Heisenbergstr. 1, Stuttgart 80
0711/6860-375

Flüssigphasenepitaxie von Silizium

Woditsch, Peter, Dr., Dipl.-Chem.

Bayer AG,
Rheinuferstr. GER R86, 4150 Krefeld
02151/88-5785

Siliziumchemie

Wolf, Peter, Dipl.-Ing.

Gießerei-Institut Aachen der RWTH
Intzestr. 5, 5100 Aachen
0241/80-5880

Einkristalline Turbinenschaufeln (Superlegierung)

Veränderungen

Bei folgenden DGKG-Mitgliedern haben sich Veränderungen der beruflichen Situation ergeben:

Dipl.-Physiker Gerhard Baumann (Fakultät für Physik der Universität Konstanz) hat promoviert.

Dip.-Mineraloge Arno Feißt hat nach seiner Promotion zur Maschewsky KG, Brunnenleitenstr. 6, 8082 Grafrath, Tel. 08144/7857, gewechselt.

Dipl.-Miner. Dr. Sebastian Fiechter ist jetzt Mitarbeiter des Berliner Hahn-Meitner-Instituts, Bereich Strahlenchemie, Glienicker Str. 100, 1000 Berlin 39, Tel. 030/8009-2247.

Dr.-Ing. Klaus Gärtner ist auf Zeit von der KFA Jülich zur International Atomic Energy Organisation (IAEO), P.O. Box 200, A-1400 Wien, gegangen.

Dipl.-Physiker Peter Speier hat sich nach Beendigung seines Studiums dem SEL-Forschungslabor, Abt. ZT-FZW, Hellmuth-Hirth-Str. 42, 7000 Stuttgart 40, Tel. 0711/821-5837, angeschlossen. Seine Arbeitsgebiete sind: MOCVD, LPE und Charakterisierung von III-V-Halbleitern sowie optische Nachrichtentechnik.

Um die Mitgliederkartei auf stets aktuellem Stand zu halten, geht die Bitte an alle DGKK-Mitglieder, berufliche Veränderungen unverzüglich dem Schriftführer anzuzeigen.

DGKK-Jahrestagungen 1985 und 1986

Die DGKK-Jahrestagung 1985 wird Ende März / Anfang April in Köln stattfinden. Die Tagung wird gemeinsam mit der Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Kristallographie (AGKr) abgehalten. Die seitens der AGKr bereits erfolgte Einladung an die Kollegen aus Holland und Belgien wurde von den holländischen Kristallographen bereits positiv beschieden.

Herr Haussühl und Herr Schuster (Institut für Anorg. Chemie der Univ. zu Köln) bemühen sich derzeit um thematische Fixierung der Hauptvorträge und die Einladung geeigneter Redner. Details werden im nächsten Mitteilungsblatt bekanntgegeben.

Dem Wunsch einer deutlichen Mehrheit der bei der DGKK-Jahreshauptversammlung 1984 anwesenden Mitglieder entsprechend wird die DGKK im Frühjahr 1986 eine eigene Tagung veranstalten.

Kristallausstellung im Deutschen Museum

Zur Ausstellung über die industrielle Bedeutung der Kristallzüchtung, seit langem für das Deutsche Museum geplant, wurde ein neuer Anlauf genommen. Es stellen sich im wesentlichen 4 Aufgaben:

1. Verhandlungen mit dem Deutschen Museum in München,
2. Einwerben von Geldspenden zum Kauf oder Bau der Vitrinen etc.,
3. Einwerben von Sachspenden von Firmen und Einzelpersonen,
4. didaktische Gestaltung der Exponate (Kristalle, Geräte, Experimente).

Nach Vorgesprächen zwischen dem Leiter der Abteilung Chemie des Deutschen Museums, Herrn Dr. O. Krätz, und dem Vorstand der DGKK (Frau Grabmaier und Herr Jacob) hat sich ein Kreis von Mitgliedern der DGKK gebildet. Zusätzlich zu den Genannten sind es die Herren Müller (Erlangen), v. Philipsborn (Regensburg) und Zulehner (Burghausen), alle nicht weit von München entfernt. Anfang Februar 1984 traf man sich im Deutschen Museum und explorierte die räumlichen Möglichkeiten, die Art der Ausstellung und die Aufgabenverteilung.

Bei den Exponaten sind wir großenteils auf Spenden der Industrie angewiesen. Die Richtlinien des Deutschen Museums gestatten einen dezenten Hinweis auf die Herstellerfirma. Auf einer Ehren- tafel können Firmen und Einzelpersonen, die durch Spenden wesentlich zur Ausstellung beigetragen haben, genannt werden.

Das Deutsche Museum selbst kann keinen finanziellen Beitrag leisten. Ausstellungsvitrinen müssen von höchster Stabilität (Preisklasse) sein, um den großen Zahlen auch jugendlicher Besucher standzuhalten. Geld zum Kauf der Vitrinen oder zum Bau in den Werkstätten des Deutschen Museums muß von der DGKK gesammelt werden durch Einwerben zweckge- bundener Spenden. Hinzu kommen Gelder zum Bau der beliebten Knopfdruckexperimente.

Neben den Firmen der Elektrotechnik, der Optik und der Chemie, die Einkristalle industriell herstellen und verarbeiten, werden Sachspenden auch von den Forschungslaboratorien der Industrie, der Hochschulen und der Großforschungseinrichtungen erhofft. Die Einkristalle sollen aber von tech- nischer Bedeutung sein, nicht nur von akademischem Interesse.

Alle Mitglieder der DGKK sind aufgerufen, mit Rat und Tat dem Kreis der Obengenannten beizustehen und diesen Anregungen zu geben nach dem Motto "Vier Augen sehen mehr als zwei" und "Besser etwas doppelt bedacht als einmal vergessen". Nutzen Sie Ihren nächsten Aufenthalt in München zu einem Besuch im Deutschen Museum, auch schon vor unserer Ausstellung.

H. v. Philipsborn, Regensburg

MITTEILUNGEN ANDERER GESELL- SCHAFTEN

AGKr

Dem Vorstand der Arbeitsgemeinschaft für Kri- stallographie gehören derzeit an:

Vorsitzender	F. Liebau Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität Kiel Olshausenstr. 40-60 2300 Kiel
stellvertr. Vorsitzender	H. Wondratschek Institut für Kristallographie der Universität Karlsruhe Kaiserstr. 12 7500 Karlsruhe

Verbindungsmann zur GDCh	R. Hoppe Institut für Anorganische und Analytische Chemie I Universität Giessen Heinrich-Buff-Ring, 58 6300 Giessen
--------------------------	--

Verbindungsmann zur DMG	B. Brehler Mineralogisch-Kristallograph. Institut der TU Clausthal Sagemüllerstr. 4 3392 Clausthal-Zellerfeld
-------------------------	---

Verbindungsmann zur DPG	J. Schneider Hahn-Meitner-Institut Postfach 39 01 28 1000 Berlin 39
-------------------------	--

Vorsitzender des Nationalkomitees	H. Burzlaff Institut für Angewandte Physik Lehrstuhl f. Kristallographie Loewenichstr. 22 8520 Erlangen
--------------------------------------	---

Im Januar-Heft der Kristallographie-Nachrichten wendet sich Herr Fieß als Herausgeber in seinem Vorwort an die Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft mit der Bitte, zur Meinungsbildung und Diskussion Beiträge zu den Nachrichten zu leisten, etwa zu den Themen: Was geschieht in den einzelnen Instituten und Arbeitsgruppen? Wie soll Kristallographie gelehrt werden? Wo liegt die Zukunft der Kristallographie? Auch ein Beitrag über die Geschichte der Kristallographie in Deutschland wird angeregt.

Herr Liebau als Vorsitzender gibt Gründe an, die zur drastischen Erhöhung des Jahresmitglieds- beitrags für ordentliche Mitglieder von DM 6,-- auf DM 30,-- geführt haben. Diese Erhöhung wurde auf der letzten Mitgliederversammlung der AGKr in Tübingen beschlossen. Wichtigster Grund ist, daß die AGKr nunmehr den jährlichen Mitglieds- beitrags zur International Union of Crystallography (IUCr) in Höhe von derzeit DM 11.300,-- selbst tragen muß. Die DFG, die diese Ausgabe bisher übernommen hatte, ist zukünftig dazu nicht mehr in der Lage. Mit den steigenden Beitragseinnahmen werden auch die Nachrichten sowie einige von der AGKr bisher vernachlässigte Aufgaben wie z.B. die Durchführung von Kursen, Lehrgängen, Symposien über wissenschaftliche Spezialthemen und ver- stärkte Öffentlichkeitsarbeit finanziert werden.

Die AGKr ist derzeit damit beschäftigt, ein Mitgliederverzeichnis der Arbeitsgemeinschaft herauszugeben.

Zum IUCr-Kongreß in Hamburg (09. - 18.08.1984) finden folgende Satellitenkonferenzen statt:

1. International Summer School on Crystallo- graphic Computing (Auskunft: Prof. Dr. C. Krüger, IUCr-Summer School, MPI für Kohle- forschung, 4330 Mülheim/Ruhr)
2. Symposium on Neutron Scattering (Auskunft: Prof. Dr. W. Saenger, Institut für Kristallographie der FU Berlin, Takusstr. 6, 1000 Berlin 33)

3. International Summer School on Symmetry-Related Crystal Structures: Group-Subgroup Relations (Auskunft: Prof. Dr. W. E. Klee, Institut für Kristallographie der TU Karlsruhe, Kaiserstr. 12, 7500 Karlsruhe)
4. Small Angle Scattering and Related Methods (Auskunft: Prof. Dr. H. Stuhmann, Europ. Laborat. f. Molekularbiologie, c/o DESY, Notkestieg 1, 2000 Hamburg 52)
5. Metalle und Intermetallische Verbindungen (GDCh-Fachgruppe "Festkörperchemie"; Auskunft: GDCh Abt. Tagungen, Postf. 90 04 40, 6000 Frankfurt/M.)

Weiterhin enthält das Heft eine Umfrage an Interessenten für Beugung an polykristallinen Proben mit Synchrotronstrahlung, einen Hinweis, daß Band A (Space-Group Symmetrie) der Int. Tables for Crystallography nunmehr erschienen ist, die Ankündigung des Internationalen Martin J. Buerger-Preises, der erstmals 1985 verliehen werden soll, einen Diskussionsbeitrag über SiC-Polytypen, einen Bericht über den GDCh-Fortbildungskurs "Neutronenstreuung", einen Tagungskalender, eine Darstellung kristallographischer Forschungsarbeiten an der Universität Hannover, einen Hinweis auf bestehende Datenbanken für Kristallstrukturen sowie auf die Verfügbarkeit eines neuen Crystal Data Identification Files (kristallchemische Daten von ca. 60.000 Substanzen). Zum Schluß wird auf die Nutzungsmöglichkeit einer heizbaren Guinier-Kamera beim DESY sowie auf Stellenangebote hingewiesen.

GVC

Die Mitglieder des Fachausschusses "Kristallisation" der VDI-Gesellschaft für Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen trafen sich am 13.03.1984 in Deggendorf/Natternberg zu einer Geschäftssitzung. Herr Jacob war als DGKK-Vorsitzender Gast der Sitzung. Zur Intensivierung der Kontakte zwischen GVC und DGKK wurde angeregt, 1987/88 wieder eine gemeinsame Tagung auszurichten. Die Vorträge sollten thematisch so abgestimmt sein, daß sie die allgemeinen und gemeinsamen Interessen der Mitglieder beider Gesellschaften berücksichtigen.

AACG

Neben Mitteilungen für die Mitglieder der American Association for Crystal Growth enthält das November-Heft '83 einen ausführlichen Tagungskalender, die Namen der IOCG-Offiziellen und der Council-Mitglieder, Tagungsberichte über die ICCG-7, die 5th International Summer School on Crystal Growth in Davos und das Research Forum of High-Speed Growth and

Characterization of Crystals for Solar Cells sowie Buchrezensionen und Stellenangebote. In der Reihe "Milestones in Crystal Growth" frischen J.A. Burton und W. P. Slichter Reminiszenzen über die Hintergründe zu den Arbeiten über "the distribution of solute in crystals grown from the melt" auf. R. Ghez et al. (IBM Yorktown Heights) fragen sich verwundert, warum GaAs-Einkristalle heute nicht mit dem vertikalen Bridgman-Verfahren gezüchtet werden; nach ihrer Ansicht spricht nichts gegen dessen Anwendung. Zur Serie "Crystal Growth Around the World" steuerte M. Ishii einen Beitrag zur Kristallzüchtung bei Hitachi bei. Am Schluß steht ein Nachruf auf den im Alter von 68 Jahren verstorbenen Carroll F. Chatham, einem Pionier der Kristallzüchtung von Edelsteinmaterialien.

Im März-Heft werden von D. C. J. Hurle die Kristallzüchtungsaktivitäten am RSRE (Malvern) vorgestellt. Bei den "Milestones..." schreibt A. I. Mlavsky über die Entwicklung des "Edge-Defined Film-Fed Growth". D. Elwell und R. Feigelson erinnern an die "Discussions of the Faraday Society" über Crystal Growth, die 1949 in Bristol (England) stattfanden und wohl als erste internationale Konferenz über Kristallwachstum und Kristallzüchtung gelten dürfen. Schwerpunkt des Newsletters ist der Abdruck der eingeladenen Vorträge für ICVGE-6 /AACG-6 in Atlantic City (15. - 20. Juli '84) und die Vorstellung der Offiziellen für diese Tagungskombination. Ein Tagungsbericht über das Symposium on Progress in Semiconductor Crystal Growth, Buchbesprechungen und ein Nachruf auf John Robertson bilden den Abschluß des Newsletters.

BACG

In den Chairman's Notes des Dezember-Newsletters der British Association for Crystal Growth gratuliert K. Barraclough den ICCG-7-Organisatoren für die Durchführung dieser sehr stimulierenden Konferenz. Nachfolgend werden ausführliche Berichte über die ICCG-7, die Davoser Summer School und die Jahreshauptversammlung der BACG in Chester gegeben. Das Blatt enthält weiterhin Neuigkeiten über BACG-Mitglieder, neue Mitglieder, eine Vorstellung des beruflichen Werdegangs der BACG-Offiziellen sowie eine Entwicklung der Mitgliederzahl der Gesellschaft, die Ende '83 bei 268 lag.

KKN

Das Oktober-'83-Info der Kontaktgroep voor Kristalgroei Nederland gibt eine Übersicht über das Programm der Jahresversammlung 1983 (04.11.1983), eine Übersicht über das Geschäftsjahr, eine Zusammenfassung der Promotionsschrift von A.M. Beers (K.U. Nijmegen) über Struktur und Kinetik bei der Abscheidung von Silizium aus der Gasphase mittels CVD sowie das Programm einer eintägigen Veranstaltung über Biomineralisation in Leiden (10.12.1983).

Laut April'84-Info gehören dem KKN-Vorstand für 1983/84 an:

Vorsitzender	W. Nijman
Sekretär	G.M. van Rosmalen
Schatzmeister	B.G. Wienk
Beisitzer	G.J. Arkenbout J.J.M. Binsma A.M. Steenberg
Info-Sekretär	C.F. Woensdregt

Das Info enthält Vortragszusammenfassungen der Gemeinschaftsveranstaltung von KKN und der Niederländischen Vakuumgesellschaft am 26. und 27. April 1984 in Amsterdam, einen ausführlichen Tagungskalender mit besonderer Betonung des Symposiums über Industrielle Kristallisation in Den Haag (25. bis 28.09.1984) und des Workshops on the surfaces and growth of crystals in Nijmegen (03. bis 07.09.1984), einen Bericht über die Jahreshauptversammlung '83 der KKN sowie eine Zusammenfassung der Promotionsschrift von L.A. Jetten (K.U. Nijmegen) über Kristallisationsprozesse: Experiment und Interpretation. Ausführliche Nachrufe sind J.M. Robertson und B. Knook gewidmet.

GFCC

Seit Oktober '83 hat die Groupe Française de Croissance Cristalline viermal ihre "informations" herausgegeben. Das November-Heft enthält eine Einladung zur Jahrestagung der GFCC (15./16.03.1984 in Montpellier) und zu einem Seminar über Steinbildungen im menschlichen Körper (01./02.03.84 in Marseille), einen Tagungsbericht über die ICCG-7 und einen Bericht über die Davoser Sommerschule. Mit dem Dezember-Heft wird zum FICH (Französisch-Italienisch-Schweizer)-Workshop "Kristallzüchtung und Kristallchemie" (12./13.04.1984 in Genf) und zum Workshop über Erstarrung und Fluidodynamik in Erd- und Raumlaboratorien (08./09.03.1984 in Aachen) eingeladen.

Das Februar-Heft beginnt mit einer Bilanz des vergangenen Jahres durch den GFCC-Sekretär B. Mutaftschiev. Es folgen das Programm der GFCC-Jahrestagung in Montpellier und ein ausführlicher Tagungskalender. Im April-Heft stehen das Protokoll der GFCC-Jahreshauptversammlung in Montpellier, eine Einladung zum 3. Nationalen Seminar über Molekularstrahlenepitaxie (04. bis 06.06.84 in Carry le Rouet nahe Marseille) sowie Tagungsberichte über den Aachener Workshop und das Seminar über Steinbildungen im Körper des Menschen. Das Heft schließt mit der Schilderung von Eindrücken eines GFCC-Mitglieds über das Leben in einem japanischen Laboratorium.

PERSONELLES

Dr. Bill Bardsley, Superintendent der Electronic Materials Division des RSRE (Great Malvern, England), der er 30 Jahre lang vorstand, ist in den Ruhestand getreten. Dr. Bardsley ist vorwiegend durch seine Arbeiten über konstitutionelle Unterkühlung, Czochralski-Züchtung und deren Automatisierung sowie als Autor zahlreicher eingeladener Vorträge auf internationalen Tagungen auch hierzulande bestens bekannt. Die DGKK wünscht ihm in seinem neuen Lebensabschnitt alles Gute, Gesundheit und Wohlergehen.

In Memoriam Dr. Karl Korth

Im vergangenen Jahr ist unser langjähriges Mitglied, Dr. Karl Korth, im Alter von 76 Jahren verstorben.



Dr. Korth wurde am 10. November 1907 in Canth/Breslau geboren und wuchs in Minden/Westf. auf. Nach seiner Schulzeit studierte er zunächst an der TH Hannover, dann Physik an der Universität Göttingen und promovierte bei Prof. Pohl, wo er auch seine Assistenzzeit verbrachte. Seine Dissertation befaßte sich mit der Herstellung und optischen Charakterisierung von KJ-Einkristallen, die er selbst nach dem Kyropoulos-Verfahren züchtete.

1936 ging Dr. Korth nach Berlin zu Siemens, wo er im Bereich Nachrichtentechnik-Optik arbeitete. Nach einer zwischenzeitlichen Tätigkeit bei den IG-Farben in Frankfurt schloss er sich 1940 der Fa. Elektro-Akustik (ELAC) in Kiel an, wo er als Laborleiter mit seiner Gruppe an der Entwicklung akustischer Torpedos arbeitete.

Etwa 2 Jahre nach Kriegsende wurde er als wissenschaftlicher Mitarbeiter der Forschungsüberwachung in der britischen Zone eingesetzt, einer Organisation, die als norddeutscher Vorläufer der DFG bezeichnet werden kann. Diese Tätigkeit führte er bis 1949 aus. Parallel beschäftigte sich Dr. Korth in den Jahren 1947/48 erneut mit der Kristallzüchtung und gründete am 1. April 1949 das Unternehmen "Dr. Karl Korth, Physikalisches Labor". Die Firma produzierte und vertrieb Alkalihalogenid-Kristalle (Kyropoulos). Hauptkunden dafür waren zunächst wissenschaftliche Institute. Es folgte dann die Züchtung von NaJ:Tl-Szintillatorkristallen, angeregt durch Nachfrage und Unterstützung schweizerischer Institute. Mitte der 50er Jahre wurde mit der optischen Bearbeitung von Alkalihalogenid-Kristallen zu IR-spektroskopischen Fenstern, Prismen für die IR-Vorzerlegung, und später zu Linsen und Komponenten für IR-Laseroptiken begonnen.

Im Jahre 1971 verhandelte Dr. Korth mit der Firma E. Merck über die Umwandlung seiner Firma in eine oHG. Nach dem Einstieg des Darmstädter Konzerns in die oHG wurde die Firma umbenannt in "Dr. Karl Korth, Monokristalle-Kristalloptik oHG". Anfang 1972 erfolgte die Übernahme der Geschäftsführung durch den ältesten Sohn, Dipl.-Chem. Jörg Korth. Der Firmengründer schied Ende 1972 aus der Firma unter Übertragung seiner restlichen Anteile auf die Firma Merck aus.

Auch nach seiner aktiven Berufsphase befaßte sich Dr. Korth intensiv mit den neuen Entwicklungen der Festkörperphysik und besuchte noch regelmäßig Tagungen und Kolloquien. Die DGKK verliert in Dr. Korth ein Mitglied aus ihren Gründerjahren, das bis zuletzt aktiv war, sowie

einen unternehmerischen Wissenschaftler, der nach dem Kriege die Kristallzüchtung in unserem Land als einer der ersten auf kommerzieller Basis begann.

R. Diehl/J. Korth

In Memoriam Dr. John M. Robertson

Dr. John M. Robertson ist am 12. Januar 1984 plötzlich und völlig unerwartet gestorben, buchstäblich mitten aus der Arbeit im Laboratorium herausgerissen. Er



wurde am 19. Juli 1941 in England geboren. Nach seinem Physikstudium, das er 1967 mit der Dissertation abschloß, war er Lecturer am Portsmouth Polytec, wo er unter anderem mit der Züchtung von Oxidkristallen beschäftigt war. Seit 1971 arbeitete er in der Gruppe Magnetismus des Philips-Forschungslaboratoriums in Eindhoven, Niederlande. Er pflegte sich gerne als "Materials Engineer" zu bezeichnen. Besonders bekannt wurde er durch seine Arbeiten auf dem Gebiet der Flüssigphasenepitaxie der Granate. Pionierarbeit leistete er vor allem beim Einbau von Wismut in Eisengranatschichten (1973). Die daraus resultierenden magnetooptischen Eigenschaften führten zu vielen interessanten Veröffentlichungen und Anwendungsmöglichkeiten. Bis zuletzt arbeitete er intensiv auf diesem Gebiet, um auch das durch Wismut beeinflusste magnetische Anisotropieverhalten in der Schicht für Anwendungen der Magnetblasenspeicher einzusetzen.

Er sprengte den Rahmen seiner Gruppe, indem er neben ferrimagnetischen Schichten maßgebende Arbeiten auf dem Gebiet der Phosphore durchführte und veröffentlichte. In den letzten Jahren beschäftigte er sich außerdem mit Laserbehandlung von Materialien und der Technologie von amorphen Metallen. Seine große Erfahrung wurde geschätzt und dankbar akzeptiert von seinen Kollegen innerhalb und außerhalb des Konzerns. Dankbar erinnern wir uns an seine Mitwirkung bei vielen Tagungen und Treffen in den Niederlanden, England und USA. Dr. Robertson gehörte dem Vorstand der Kontaktgroep voor Kristalgroei Nederland an und war Mitglied der British Association for Crystal Growth und der American Electrochemical Society.

Die internationale Gemeinschaft der Kristallzüchter und Materialforscher hat in ihm einen Freund, Kollegen und ideenreichen Wissenschaftler verloren. Unsere Gedanken schließen auch seine Frau und seine zwei kleinen Kinder ein, die der plötzliche Verlust des Ehemannes und Vaters besonders hart trifft.

Wolfgang Tolksdorf

BERICHTE ÜBER DGKK-VERANSTALTUNGEN

DGKK - Fachsymposium 1984

Ausgangsmaterialien für die Kristallzüchtung

am 19. und 20. Januar in Goslar/Harz

Ziel des diesjährigen Fachsymposiums der DGKK war die Intensivierung der Kontakte und die Förderung der Zusammenarbeit zwischen Kristallzüchtern und Rohstoffherstellern. Die Veranstaltung fand in der alten Kaiserstadt am Harz statt, die sich dem Besucher frisch verschneit bei strahlendem Sonnenschein von ihrer besten Seite zeigte. Fast 60 an Problemen der Reinheit von Ausgangskemikalien für die Kristallzüchtung interessierte Fachkollegen trafen sich im eleganten Tagungslokal "Der Achtermann", darunter 24 Gäste.

Die Sponsorenschaft für das Fachsymposium hatte die Preussag AG übernommen, wofür ihr an dieser Stelle herzlich gedankt sei. Ein besonderer Dank gilt auch Herrn Wiese und seinen Mitarbeitern für die ausgezeichnete Vorbereitung und Organisation des Fachsymposiums. Hervorzuheben ist weiterhin das genußreiche gemeinsame Abendessen, zu dem die Sponsorfirma geladen hatte. Es fand in einem der wohl urigsten Lokale Deutschlands statt, dem Zwinger mit seinen über 6 m dicken Mauern. Der Fußweg vom Tagungslokal zum Speiselokal durch die Goslarer Altstadt mit ihren traditionsreichen Bauten war ein Erlebnis für sich.

Lothar Leder, Leiter des Geschäftsbereichs Hütten der Preussag AG Metall, hieß in seiner Grußadresse die Teilnehmer des Symposiums in der alten Bergbaustadt Goslar willkommen und gab seiner Freude darüber Ausdruck, daß die DGKK für ihre Veranstaltung eine Region ausgewählt habe, in der seit über 1000 Jahren Erzbergbau betrieben wird und seit über 100 Jahren hüttenmännisch Metalle gewonnen werden. Hier sind vor allem Silber, Blei, Kupfer und Zink zu nennen. Den Anstrengungen der Hüttenleute und Chemiker ist es zu verdanken, daß die erzeugten Metalle heutzutage Reinheiten erreicht haben, wie sie von der modernern Kristallzüchtung beansprucht werden. Mit einem Glückauf wünschte Herr Leder unseren Kristallen und unserer Branche allzeit gutes Wachstum.

Am Vormittag des ersten Veranstaltungstages hatten die Teilnehmer Gelegenheit, Betriebsbereiche der Firmen Hermann C. Starck, Berlin (Gewinnung und Raffination von Tantal), Chemetall (Herstellung von Alkalimetallen und ihren Verbindungen) und Preussag AG Metall (Zentrallabor Harz, Gewinnung und Raffination von Zink) zu besichtigen. An dieser Stelle ein Dank an die beteiligten Firmen für die nicht alltäglich gebotene Möglichkeit, die eindrucksvollen großtechnischen Prozesse der Materialherstellung vor Ort in Augenschein nehmen zu können.

Der Nachmittag des 19. und der Vormittag des 20. Januars waren Fachvorträgen vorbehalten. Den Reigen eröffneten H. Wenzl und J.M. Welter (KFA Jülich), die anhand von einigen ausgewählten Beispielen Reinststoffprobleme in der Festkörperforschung ansprachen. Die Festkörperleute hätten gerne Elemente in höchstreiner Form, um sie nach Belieben kombinieren zu können. Von den vielen Anwendungsfeldern ist hier vorrangig die Kristallzüchtung zu nennen, die Bedarf an Reinststoffen als Roh- und Hilfsstoffe mit Reinheiten von generell $\geq 4N$ hat. Für manche Elemente werden anwendungsspezifisch höhere Reinheiten gefordert. Gelegentlich ist sogar Isotopenreinheit gefragt.

Für die Hydridtechnik werden höchstreine Metalle benötigt. Beispielsweise kann Wasserstoff in Vanadium gelöst und mit einer Halbwertszeit von 5 min wieder abgegeben werden. Liegt jedoch eine Monolage Sauerstoff auf dem Vanadium vor, so beträgt die Halbwertszeit 10^4 Jahre, d.h. Spuren von Sauerstoff führen zu einer vollständigen Versiegelung des Metallspeichers, zu deren Aufbrechung Aktivierungsenergie zugeführt werden muß.

Höchstreine Materialien werden auch in der Supraleitungsforschung verlangt, wo heute Arbeiten bei einigen Millikelvin in der unmittelbaren Nähe des absoluten Nullpunkts durchgeführt werden. Die Sprung-

temperatur eines gegebenen Materials hängt vom Gehalt des Legierungspartners ab. Durch Untersuchung definiert dotierter Elemente kann man auf die Sprungtemperatur des Reinstelementes extrapolieren. Als Maß für die Reinheit von Elementen kann das sogenannte Restwiderstandsverhältnis (RWV, Quotient aus dem elektrischen Widerstand bei 300 K und bei 4 K) dienen.

Bei der Materialpräparation ist zu beachten, daß Phasengrenzen quasi als Müllhalden fungieren, d.h. man erhält an Phasengrenzen eine Fremdstoffanreicherung. Bei der Züchtung aus der Schmelze können bereits Restverunreinigungen in der Größenordnung von 100 ppm zur Instabilität ebener Erstarrungsfronten führen, die an einer Zellenbildung zu erkennen ist.

Beim Materialkauf ist zu beachten, daß die Chargenqualität nicht unbedingt immer konstant ist. Problematisch und unheimlich ist die Kennzeichnung der Reinststoffe. Anzustreben ist eine Charakterisierung, die so vollständig wie möglich ist. Teil der Reinststoffproblematik in der Festkörperforschung sind auch z.B. Tiegelmaterialien, Schutzgase und Verpackungen.

Von höchster Reinheit ($\geq 6N$) sind heute die Elemente B, Al, Ga, In, Hg, Si, Ge, Sn, As, Ag und Au. Schwer zu reinigen sind Seltene Erden. Hier konnte der 4N-Pegel noch nicht überschritten werden. Zum Beispiel kommt das reinste, derzeit verfügbar Cer mit einer absoluten Reinheit von 99.98 % aus Ames (USA). Es enthält 10 - 15 ppm SE und 10 - 30 ppm an anderen Metallen.

Heute ist in der Festkörperforschung eine steigende Nachfrage nach hochwertigen Materialien und verfeinerter Analytik festzustellen. Dieser Nachfrage stehen Angebote von Seiten der Industrie und der öffentlichen Hand gegenüber. Dieses Angebot hat jedoch in den letzten Jahren ständig abgenommen. Gründe dafür sind vorrangig das Schließen kleiner Firmen und die Spezialisierung großer Firmen auf einige wenige Materialien.

Ein solches stark spezialisiertes Unternehmen stellt zweifellos die Alusuisse dar, als deren Vertreter E. Gusset über Anwendung, Gewinnung und Charakterisierung von Reinstgallium referierte. Die Alusuisse ist seit 25 Jahren weltgrößter Reinstgalliumlieferant. Hauptanwendung des Materials liegt bei der Herstellung von GaAs, GaP und GGG. Die Entwicklung des Ga-Bedarfs seit Beginn der 70er Jahre sieht wie folgt aus:

1971 → 1974	4 → 15 t/a	für LEDs
1976 → 1980	15 → 30 t/a	für LEDs, GGG
1986 →	50 → 100 t/a	für ICs

Leitwährung auf dem Ga-Markt ist der US-Dollar. Derzeit kostet das kg Reinstgallium zwischen DM 1.000,- und DM 1.500,-.

Rund 60 % des Galliums kommen aus der Aluminium-Industrie (Erzeugung hauptsächlich durch Elektrolyse, partielle Fällung oder Ionenaustausch), weniger als 10 % fallen bei der Zinkerzverhüttung an und rund 30 % werden durch Schrottaufbereitung von GaAs, GaP und GGG wiedergewonnen.

Am Recycling sind 13 Firmen beteiligt, die auch als Lieferanten für 6N- und zum Teil für 7N-Gallium auftreten. Von diesen Lieferanten wurden insgesamt 54 Chargen (3 je Lieferant und Qualität) hinsichtlich gleichbleibender Chargenqualität untersucht. Dabei ergaben sich bei Chargen von nominell gleicher Qualität Qualitätsunterschiede, gelegentlich liegt die Qualität 1N unter der angegebenen, und die firmenbezogene Konstanz der Qualität war insgesamt nicht befriedigend.

Das 7N-Ga von Alusuisse hat sich inzwischen als Standard für Qualität und Konstanz etabliert. Die Reinigung des Metalls erfolgt durch partielle Kristallisation in Kunststofftiegeln. Die Ga-Kristalle schwimmen auf der Schmelze. Verunreinigungen reichern sich in der Restschmelze an. Für die genaue Charakterisierung und Qualitätskontrolle des Produkts wird großer Aufwand betrieben.

Alusuisse verkauft 3N bis 4N-Gallium für Anwendungen in der Metallurgie. Bei 6N-Material beträgt die Summe der nachweisbaren Elemente ≤ 0.5 ppm; außerdem wird der Maximalgehalt der wichtigsten Verunreinigungen angegeben. 7N-Ga enthält keine nachweisbaren Verunreinigungen; für die wichtigsten Verunreinigungen werden die Nachweisgrenzen (Massenspektrometer) angegeben, wobei allerdings manche Elemente, z.B. O, nicht analysiert werden. Das höchstreine Material geht in die Produktion von GaAs für Mikrowellen-, Laser- und IC-Anwendung sowie für spezielle LEDs.

Will man höchstreines GaAs, so darf das Arsen dem Gallium in der Reinheit nicht nachstehen. Konsequenterweise folgte deshalb ein Beitrag über Gewinnung und Raffination von Reinstarsen, den H. Immenroth (Preussag AG Reinstmetalle) übernommen hatte. Die für die Arsenengewinnung wichtigsten Minerale sind Arsenkies (FeAsS), Arsennickelkies (FeAs), Auripigment (As₂S₃) und Realgar (AsS). Diese werden zu As₂O₃ geröstet. Weltweit werden jährlich 75.000 t As₂O₃ produziert, was rund 57.000 t Arsen entspricht. Davon gehen derzeit nur 30 bis 40 t pro Jahr als Reinstarsen (6N, 6N+) in die Halbleiterindustrie. Der weitest große Teil wird mit einer großtechnischen Reinheit von 97 - 99.5 % As hergestellt. Hauptverunreinigungen sind Cr, Mn, Fe, Cu, Zn, Ca, Hg, C, Si, Ge, Sn, O, S, Se und Te.

Zur Gewinnung von Reinstarsen aus großtechnischem As₂O₃ wird das Oxid mit trockenem HCl zur Bildung von AsCl₃ umgesetzt, das unter Normalbedingungen

flüssig ist. Mit diesem Prozeßschritt wird der Verunreinigungspegel bereits stark abgesenkt. Sb, Se, S und andere Verunreinigungen werden durch Destillation des AsCl_3 abgetrennt. Dann erfolgt eine Reduktion des Chlorids mit H_2 zu As, das an Substraten abgeschieden wird. Alle Chemikalien und Materialien des Raffinationsprozesses (z.B. H_2 , HCl , Tiegel, Leitungen) müssen sorgfältig gereinigt sein. Alle Vorgänge sind gekapselt, um äußere Kontamination sowie aus Sicherheitsgründen Kontakt zum Menschen zu vermeiden. Für As und seine Verbindungen wurde der MAK-Wert auf 0.2 mg/m^3 festgesetzt.

Bei Abscheidungstemperaturen über 400°C bildet sich die stabile kristalline α -Modifikation, darunter die amorphe As-Modifikation. Geliefert wird in der Regel die kristalline Modifikation in Glas verpackt mit Schraubverschluß (Teflondichtung). Zur Charakterisierung der Verunreinigungen in Reinstarsen werden hauptsächlich Massenspektrometer und Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) eingesetzt. Hauptverunreinigung ist Sauerstoff. Beim zum Verkauf anstehenden Reinstarsen darf die Summe aller elektrisch aktiven Verunreinigungen eine Konzentration von 10^{14} cm^{-3} nicht überschreiten.

Mit Reinstaluminium beschäftigte sich der Vortrag von Herrn Loßmann (Vereinigte Aluminium-Werke). Die jährliche Weltproduktion an Al umfaßt derzeit 14 Mio t. Hauptanwendungsbereiche sind Elektrotechnik und Elektronik. Zur Herstellung des Metalls wird die Reduktionselektrolyse von bereits vorgereinigtem Al_2O_3 eingesetzt. Nach der Primärelektrolyse beträgt die Reinheit bereits 99.5 - 99.7 % Al. Hauptverunreinigungen sind Fe und Si, außerdem von Bedeutung sind Cu, Mn, Mg, Ca, Zn, Ti, B und Na. Weiterhin zu nennen sind O, N und C, die ungleichmäßig verteilt und speziell an der Oberfläche angereichert sind. Kommerziell vertrieben wird heute Hüttenaluminium (99.5 - 99.9 % Al) bis Reinstaluminium mit $> 6\text{N}$ (Restwiderstandsverhältnis > 30.000). Charakterisierungsmethoden für 6N Al sind Massenspektrometrie, AAS und zum Teil sogar die Neutronenaktivierungsanalyse.

Für die Reinigung von Hüttenaluminium eignen sich mehrere Verfahren. Beim Seiger-Verfahren erfolgt eine gesteuerte Primärkristallisation ähnlich wie beim Gallium. Eingesetzt wird 4N-Material, Endprodukt ist Al mit einer Reinheit von 99.994 % - 5N. Die Raffinationselektrolyse wird in 6 m^2 -großen Dreischichten-Raffinationszellen in Stahlwannen mit isolierender Innenausmauerung durchgeführt. Bei Strömen von 50 - 60 kA und Stromdichten von $0.2 - 0.5 \text{ Acm}^{-2}$ werden 11 - 20 kWh pro kg Al benötigt. Für die Reinheit des Raffinats ist die Stromdichte wesentlich.

Es müssen daher Fremdstoffausscheidungen an der Grenzfläche Elektrode/Elektrolyt vermieden werden, da sonst die Stromdichte ansteigt. Eine Variante ist die organische Raffinationselektrolyse mit Hilfe von NaF-Al-Alkyl als Elektrolyt. Sie erfolgt in 500-l-Behältern unter Luftabschluß.

Für die Reinigung interessant ist auch das Zonenschmelzen. Barren von 1.5 m Länge werden im Graphitboot in beidseitig geschlossenen Quarzröhren unter Argon gereinigt. Die Heizung erfolgt durch HF, Ziehgeschwindigkeiten liegen bei $0.5 - 1 \text{ mm/min}$. Wichtig ist eine konstante Schmelzonenbreite. Am Barrenende reichern sich Fe, Si und Cu an. Das RWV nimmt zum Barrenende hin ab.

Über Gewinnung und Raffination von Germanium informierte Herr Reichelt (Preussag AG Seltenmetallanlage). Die Germanium-Jahresproduktion beträgt derzeit weltweit 150 t. Ge hat seine Hauptanwendungen in der Elektronik, IR-Technologie (passiver IR-Werkstoff), Kommunikationstechnik (Glasfasern) und in der organischen Chemie. Es wird als poly- und einkristallines Material eingesetzt.

Ge ist geochemisch so häufig wie As, jedoch sind die Konzentrationen ungleich geringer. Es findet sich in der Flugasche von Braun- und Steinkohlen. Die Aschen sind für die Produktion jedoch nicht von Bedeutung. Wichtigste Ge-Quelle ist das Recycling. Wesentlich sind auch komplexe Zinkerze aus Namibia und anderen Orten in Afrika, die ca. 0.1 % Ge enthalten. Aus diesen Erzen wird ein Ge-Konzentrat erzeugt, das in der Seltenmetall-Anlage der Preussag aufgeschlossen wird.

Bei oxidischen Konzentraten erfolgt der Aufschluß mit trockenem HCl zu GeCl_4 , bei metallhaltigen Konzentraten wird Ge mit FeCl_3 zu GeCl_4 und FeCl_2 umgesetzt. Das unter Normalbedingungen flüssige GeCl_4 ist anfangs hauptsächlich mit As (AsCl_3) und S (S_2Cl_2) verunreinigt. Es wird durch mehrstufige Destillation gereinigt. Das reine Chlorid wird dann mit reinem Wasser zu GeO_2 hydrolysiert. Anschließend reduziert man das Oxid bei 650°C mit H_2 in Quarzschiffchen zu einem Ge-Pulver. Dieses Material hat einen spez. Widerstand von $20 \Omega \text{cm}$. Der nächste Schritt ist die Zonenreinigung in Graphitbooten bei HF-Heizung mit einer Ziehgeschwindigkeit von 4 mm/min . Die Zonenreinigung ist sehr effektiv, da außer für Bor für alle anderen wesentlichen Verunreinigungen die Verteilungskoeffizienten klein sind. Nach diesem Reinigungsschritt liegt der spez. Widerstand bei $50 \Omega \text{cm}$; für intrinsisches Ge beträgt er ca. $60 \Omega \text{cm}$. Ge-Einkristalle bis zu 20 cm Durchmesser werden nach dem Czochralski-Verfahren gezüchtet. Die Züchtung versetzungsfreier Kristalle ist heute möglich. Die Kristalle enthalten üblicherweise 1 - 2 ppm Sauerstoff.

Mit dem großen Bruder des Germaniums befaßte sich J. Dietl (Wacker Heliotronic), der am nächsten Vormittag seinen Einführungsvortrag der Herstellung und analytischen Charakterisierung von höchstreinem Silizium widmete. Die derzeitige Weltjahresproduktion an Silizium beträgt 3.500 t. Es handelt sich vorwiegend um Elektronik-Material mit Verunreinigungen im ppb-Bereich.

Ausgangsmaterial ist das aus Quarz gewonnene Rohsilizium, das mit trockenem HCl zu SiHCl_3 umgesetzt wird, das bei 31°C zu einer Flüssigkeit kondensiert. Das Trichlor-silan wird im geschlossenen System zu hoher Reinheit destilliert. Mit H_2 erfolgt Reduktion zum Si, das sich bei über 1.000°C an heißen Si-Stäben absetzt. In Zeiträumen von Wochen wachsen über 1 m lange Stäbe von ca. 20 cm Durchmesser. Das polykristalline Reinstsilizium wird durch Kristallisation noch weiter verbessert. Hauptverfahren sind Czochralski- und Zonenziehen. Czochralski-Kristalle werden heute mit einigen mm/min und Durchmessern bis 15 cm bei bis zu 40/kg Kristall gezogen. Zonenziehen führt zu größeren Reinheiten. Die Kristalle werden mit Innenlochsägen in Scheiben zerlegt; der Schnittverlust beträgt ca. 50 % vom Gesamtkristall.

Hinsichtlich terrestrischer Solarzellenanwendungen wird für die Zukunft ein Bedarf für große Mengen Silizium (ca. 1 Mio t/a) prognostiziert. Für die Erzeugung von 1 W Solarleistung mit einer $10 \times 10 \text{ cm}^2$ -Scheibe benötigt man 20 g Si. Ziel ist ein Preis von 10,-- DM pro kg Solarsilizium. Für Elektronik-Silizium liegt er beim 10fachen. Bei Solarsilizium werden keine hohen Anforderungen an die Reinheit gestellt. Daher sind zur Herstellung des Materials metallurgische Verfahren einsetzbar. Rohsilizium kann durch Reduktion im Lichtbogenofen (karbothermisch) oder durch aluminothermische Verfahren aus SiO_2 gewonnen werden. In allen Fällen schließt sich eine hydro- oder pyrometallurgische Raffination an. Das hydro-metallurgische Verfahren besteht aus einer Fest-Flüssig-Reaktion, wobei das Rohsilizium einer Säurebehandlung unterworfen wird. Al, Ca und Fe können dabei hauptsächlich entfernt werden. Pyrometallurgische Verfahren umfassen eine Flüssig-Flüssig- oder Flüssig-Gas-Reaktion. Im ersten Fall wird die Rohsiliziumschmelze einer Behandlung mit Ca-Silikatschlacken unterworfen, die sich mit der Si-Schmelze nicht mischen, aber einen Großteil der Verunreinigungen, u.a. auch Bor, aufnehmen. Im zweiten Fall werden reaktive Gase in die Rohsiliziumschmelze eingeblasen, die die Verunreinigungen in flüchtige Verbindungen

überführen. Mit diesem Verfahren wird die Si-Qualität so weit vorangetrieben, daß viele Verunreinigungen bereits unter der Nachweisgrenze des Massenspektrometers liegen. Bei Wacker Heliotronic wird das Si in Blöcke mit quadratischem Querschnitt ($30 \times 30 \text{ cm}$) gegossen, die anschließend in Scheiben von $10 \times 10 \text{ cm}$ zersägt werden. Der Wirkungsgrad liegt derzeit bei 10 - 12 %.

Zur analytischen Charakterisierung der angebotenen Si-Qualitäten werden quantitative Multi-element- und Einzelelementanalysen durchgeführt. Wichtigste Verfahren sind AAS, AES (plasmaunterstützte Atomabsorptionsspektrometrie), Funkenmassenspektrometrie und Neutronenaktivierung. Interessant sind auch SIMS, IR-Absorption und Verbrennung in O_2 . Sehr empfindlich sind auch Widerstandsmessungen. Eine Ladungsträgerkonzentration von $5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ entspricht einem Verunreinigungspegel von 1 ppma.

Über die großtechnische Herstellung von Niob- und Tantaloxiden, die in reiner Form hauptsächlich als binäre Oxidkomponenten von Lithiumniobat bzw. -tantalateinkristallen gefragt sind, berichtete P. Einbock (Hermann C. Starck Berlin). LiNbO_3 und LiTaO_3 sind vorwiegend als Materialien für akustische Oberflächenwellenfilter für den Zwischenfrequenzbereich bei Fernsehen, Telefonie und im Mikrowellen-Nachrichtenwesen in der Anwendung. Beispielsweise besteht für LiTaO_3 derzeit ein Weltjahresbedarf von 30 t. Einkristalle werden mit dem Czochralski-Verfahren gezüchtet. Speziell beim LiNbO_3 werden Durchmesser von 50 - 70 mm und Längen von 100 - 150 mm erreicht. Für die SAW-Filterherstellung werden die Einkristalle in Scheiben zersägt.

Nb und Ta werden aus Erzen oder Ferrolegierungen durch Chlorierung der Rohmaterialien extrahiert. Ferroniob und Ferrotantal werden mit NaCl geschmolzen. Durch anschließenden Cl_2 -Zusatz werden NaFeCl_4 sowie NbCl_5 und TaCl_5 erzeugt. Die flüssigen Pentachloride werden durch Destillation gereinigt. Aus den Chloriden werden durch Wirbelverfahren mit Luft bei 160°C die Oxide hergestellt, die als feines Pulver anfallen. Die reinen Metalle werden durch Elektrolyse der Chloride gewonnen.

Mit dem zweiten Ausgangsmaterial für die Herstellung von LiNbO_3 und LiTaO_3 , dem Li_2CO_3 , und auch mit anderen Lithiumverbindungen beschäftigte sich Herr Luz (Metallgesellschaft Frankfurt, Chemetal). Rohstoffe für die Li-Gewinnung sind ca. 150 Li-Mineralien, wobei Spodumen, Lepidolith und Antigorit die wichtigsten sind. Nennenswerte Li-Vorkommen

finden sich auch in Salzseen. Berechnet auf Li_2CO_3 beträgt der Weltabsatz an Li-Verbindungen derzeit 25.000 t/a, wovon die Hälfte tatsächlich das Karbonat ist. Die beiden großen Produktgruppen Li_2CO_3 und LiOH machen 75 % der Produktion aus.

Hauptabnehmer sind die Aluminium- und Glasindustrie. In der Al-Industrie wird Li_2CO_3 zum Elektrolytschmelzfluß zugesetzt, wo es sich in LiF umsetzt. Dadurch wird die Fluoremission und die Viskosität des Elektrolyten herabgesetzt. In der Glas- und Keramikindustrie dienen Li-Verbindungen hauptsächlich zur Viskositäts- und Schmelzpunktserniedrigung, weiterhin zur Verbesserung von Emailsichten und zur Erhöhung der Temperaturstabilität von Gläsern. In der Medizin besteht Bedarf an 1 g Li_2CO_3 pro Tag und Patient zur Behandlung stoffwechselbedingter Depressivität. Das schwer wasserlösliche LiOH wird in Schmierfetten der Automobilindustrie eingesetzt, ebenso auch in Alkali-Batterien. Die äußerst hygroskopischen Halogenide LiCl und LiBr dienen zur Trocknung von Gasen. Butyllithium ist ein wichtiger Rohstoff für die Kautschukindustrie. Weltweit im Tonnenmaßstab in Anwendung ist das Lithiumalanat LiAlH_4 als starkes Reduktionsmittel.

Erwähnenswert an dieser Stelle ist, daß Chemetall außer für Li auch ein wichtiger Lieferant für hochreine Rubidium- und Caesiumsalze ist.

Sehr anwendungsnahe Probleme behandelte der Beitrag von H.D. Klein (E. Merck, Darmstadt) über die großtechnische Herstellung von Lichtleitfasern und die Anforderungen, die an die Rohstoffe hierfür zu stellen sind. Lichtwellenleiter werden mit einem Faserdurchmesser von 1/10 mm gezogen. Zur Realisierung der Totalreflexion muß der Kern der Faser höher lichtbrechend sein als der Mantel. Gefragt sind hauptsächlich Blei-, Borsilikat- und Na-Ca-Silikatgläser.

Für das Ziehen der Fasern haben sich zwei Verfahren durchgesetzt. Das wichtigere der beiden geht von einem Quarzrohr aus, in dem mittels CVD das Kernmaterial abgeschieden wird. Reaktionsgase sind Halogenid-Sauerstoff-Gemische. Die Beschichtung erfolgt bei 1.400° C unter Knallgaserhitzung. Danach wird das Quarzrohr kollabiert und gezogen. Das zweite Ziehverfahren arbeitet mit einem Doppeltiegel. Der Tiegel mit dem Kernmaterial befindet sich im Zentrum des Tiegels mit dem Mantelmaterial. Beide Materialien werden durch eine gemeinsame Öffnung gezogen. Ziehgeschwindigkeiten liegen bei 1 - 40 km/h.

Anforderungen an die Reinheit der Fasermaterialien richten sich nach dem Anwendungszweck. Generell darf der Gehalt an Schwermetallen nicht über 50 ppb (1 ppb = 10^{-7} Gew.%) liegen. Die Dämpfung des Lichts in der Faser in dB/km muß so gering wie möglich sein. 1 dB bedeutet, daß noch 80 % des eingespeisten Lichts ankommen; bei 20 dB kommt nur noch 1 % an. Verluste entstehen durch Streuung und Absorption. Die Dämpfung wird äußerst stark durch Verunreinigungen beeinflusst, wobei die verschiedenen Elemente sehr unterschiedlich wirken. Bei der Analyse der Fasermaterialien werden daher nicht alle Elemente bestimmt, sondern speziell diejenigen, die dämpfungserhöhend wirken. Eine Angabe von Neunern für die Materialqualität ist nicht sinnvoll.

Wichtigste Analysemethode bei Merck ist die AAS mit Graphitrohrküvette. Für As, Pt und Hg ist sie allerdings wenig empfindlich. Die Herstellung der Ausgangsmaterialien aus höchstreinen Oxidkomponenten und die Faserfertigung erfolgt unter Höchstreinbedingungen. Hierzu ist ein speziell geschultes Personal erforderlich, das mit hohem Verantwortungsgefühl und Überzeugung eine "Philosophie" der Reinheit in die Praxis umsetzt.

Den Abschluß der Vortragsveranstaltung bildete der wichtige Beitrag von Herrn Bierhals (Messer Griesheim, Düsseldorf) über die heute erzielbaren Reinheiten von Reaktions- und Schutzgasen. Messer Griesheim, eine Teilgesellschaft der Hoechst AG, ist neben der Linde AG der größte Anbieter für solche Gase.

In der Kristallzüchtung ist eine ganze Palette von Gasarten im Einsatz. Allgemein von Interesse für den Kristallzüchter sind reaktive Gase, Dotiergase, Trägergase und inerte Gase. Edelgase werden aus einer Luftzerlegungsanlage gewonnen. Das meiste Helium kommt aus Erdgas, vorwiegend aus USA und Polen. Die Abtrennung des Heliums geschieht durch Verflüssigung der anderen Erdgaskonstituenten. H_2 fällt als Nebenprodukt bei der Alkali-elektrolyse an.

Für Reaktionsgase gibt es keine deutschen und europäischen Hersteller; sie werden in den USA gekauft. Silan (SiH_4) wird durch Umsetzen von SiCl_4 mit LiH gewonnen, wobei LiCl mit anfällt. Phosphin (PH_3) entsteht durch Reaktion von gelbem Phosphor mit Natriumhydroxid und Wasserdampf; NaH_2PO_2 tritt als Nebenprodukt auf. Durch Reaktion von Zn_3As_2 mit Schwefel-

säure entsteht Arsin (AsH_3) und Zinksulfat. In allen Fällen sind Luftgase und Feuchtigkeit wichtigste Kontaminationen von Reaktionsgasen.

O_2 wird heute von Messer Griesheim mit einer Reinheit von 99.9997 Vol.% und Ar mit einer 6N-Reinheit geliefert. Problematisch ist die Verpackung der Gase. Sie erfolgt in Stahlflaschen, deren Innenoberfläche behandelt ist. Die Qualität der Gase wird überwiegend durch Gaschromatographie kontrolliert.

Ein Fazit der gelungenen Veranstaltung in Goslar: Der Stand der Entwicklung bei der Herstellung hoch- und höchstreiner Rohstoffe ist beeindruckend, aber auch der hohe Aufwand, der damit verbunden ist. Dem Wunsch der Kristallzüchter nach einer möglichst umfassenden Charakterisierung seiner Ausgangsmaterialien stehen die dadurch entstehenden Mehrkosten gegenüber. Hier gilt es, befriedigende Kompromisse zu finden. In diesem Sinne war der Dialog zwischen den Kristallzüchtern als Anwendern und den Vertretern der beteiligten Firmen als Hersteller hoch- und höchstreiner Rohstoffe sehr nützlich. Weitere Fortschritte in der Materialtechnologie wird es nur geben, wenn Hersteller und Anwender sinnvoll zusammenarbeiten. Es ist zu hoffen, daß das Goslarer Fachsymposium nicht das einzige seiner Art bleiben wird und daß sich auch weiterhin Materialhersteller und -anwender in regelmäßigen Abständen zur Bestandsaufnahme und Identifizierung neuer FuE-Ziele an einen Tisch setzen werden. Die DGKK ist gerne bereit, sich auch in Zukunft hierbei zu engagieren.

Roland Diehl

DGKK-Fachkolloquium 1984 Charakterisierung von Kristallen

in Aachen vom 20. - 21. März
(gemeinsam mit Arbeitskreis Röntgentopographie)

1. Übersicht

Der diesjährigen DGKK-Jahrestagung vorangestellt zog das Fachkolloquium etwa 70 Teilnehmer aus dem In- und Ausland an. Zwei eingeladene Hauptvorträge, 15 Kurzvorträge und ein Ausstellungsbeitrag überstrichen ein weites Spektrum an Methoden und Materialien.

Bei der Charakterisierung der Kristallperfektion kamen die gängigen und weniger gängigen röntgenographischen Verfahren ebenso zum Einsatz, wie lichtoptische Methoden (Polarisationsmikroskopie, Laser-Tomographie), die γ -Diffraktometrie und die Neutronentopographie. Nicht vertreten waren einmal mehr elektronenoptische Verfahren.

Auf der Materialseite durfte man bereits hier (auf der Jahrestagung steigerte sich das noch) in einen veritablen Gemischtwarenladen blicken: Quarz, Diamant, $\text{NiSO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, Ta_2H , Cu, FeSi, Ni(-Legierungen), Granate, BaTiO_3 , LiNbO_3 , CdS und Silizium waren Gegenstand von Untersuchungen wechselnden Schwerpunkts. An Hochschulen und nichtindustriellen Forschungseinrichtungen interessierten naturgemäß mehr die Untersuchungsmethoden an sich, während Teilnehmer aus der Industrie ihren Einsatz bei der Prozessoptimierung oben an stellten.

Etwas willkürlich konnte man die Vorträge folgenden Schwerpunkten zuordnen:

- Anwendungen von Synchrotronstrahlung,
- neuere methodische und apparative Entwicklungen,
- Analyse von wachstums- und umwandlungsinduzierten Defekten
- Industrielle Prozessoptimierung.

2. Anwendungen von Synchrotronstrahlung

Einen Überblick über einige Röntgenexperimente bei CHES (Cornell High Energy Synchrotron Source, Ithaca, N.Y.) gab im einleitenden Hauptvortrag B.W. Batterman (Cornell Univ., z.Z. FHI Berlin).

Durch Stroboskopie mit Röntgenblitzen (~ 0.1 ns) wurden diffraktometrisch Gitterverspannungen in Silizium gemessen, die von 15 ns-Laser-Pulsen herrührten. Form und Verschiebungen im Bragg-Peak zu definierten Zeiten (100 ns, 195 ns) nach dem "Feuern" des Lasers lassen sich mit thermischen Verspannungen erklären. Durch iterative Anpassung eines Spannungsprofils an die gemessenen Reflexivitäten und Umrechnung der Spannungs- in eine Temperaturverteilung werden Temperaturen von 1150°C (bei 100 ns) bzw. 750°C (bei 195 ns) an der Probenoberfläche erhalten. Die vom Laser-Puls getroffene Stelle dürfte demnach tatsächlich aufschmelzen ($T_M = 1410^\circ\text{C}$) - ein Streit unter Theoretikern scheint damit entschieden.

Ein anderes interessantes Experiment: der "Röntgenvergrößerer". Hier wird ausgenutzt, daß die Breite eines Röntgenstrahls in der Reflexionsebene durch asymmetrische Reflexion verändert wird. Dementsprechend konzentriert ein zwischen Röntgenquelle und Probe stehender asymmetrisch reflektierender Kristall das Röntgenlicht (und filtert gleichzeitig). Ein zwischen Probe und Film stehender zweiter asymmetrisch reflektierender Kristall verbreitert das von der Probe reflektierte Strahlenbündel wieder. Während die Höhe dieses Strahlenbündels mit dem Strahlensatz nur wenig zunimmt, wird in der Breite eine "Vergrößerung" bis um den Faktor 20 erzielt.

Probleme bei der Interpretation von Stapelfehlerabbildungen mit Synchrotronstrahlung wurden kurz angerissen. Zur Erklärung aller beobachteten Kontraste bedarf die dynamische Theorie der Röntgenbeugung für ebene Wellenfelder offenbar noch einer Weiterentwicklung. Hinweise auf neuere EXAFS-Messungen an biologischen Molekülen - auf die hier nicht eingegangen werden soll - schlossen den Überblick ab.

Die direkte Abbildung von akustischen Oberflächenwellen auf LiNbO_3 mittels stroboskopischer Synchrotrontopographie gelang H. Cerva und W. Graeff (Wien, Hamburg). Für den Abbildungscontrast werden zwei Komponenten als bestimmend erachtet:

- der "Orientierungskcontrast", der durch die Fokussierung der weißen reflektierenden Röntgenstrahlen in den Wellentälern der Oberflächenwelle bewirkt wird (Periodizität: λ)
- der "Umlenkungskcontrast" als Folge einer Wechselwirkung von Röntgenwellenfeldern und Verzerrungsfeld der Oberflächenwelle im Kristallvolumen (Periodizität: $\lambda/2$).

Der Sektionstopographie schwingender Quarzkristalle widmeten sich W. Graeff und A. Henning (Hamburg). Phasensynchron zur Umlauffrequenz des Speicherrings wurden Schwingquarze elektrisch angeregt und stroboskopisch abgebildet. Die bei unterschiedlicher Phasenlage und Schwingungsamplitude erhaltenen Sektionstopogramme geben noch Rätsel auf: so werden z.B. Pendellösungsstreifen verschoben, verschwinden und erscheinen wieder. Bei Versetzungskontasten werden Versetzungsbewegungen vorgetäuscht. Computersimulationen sollen jetzt helfen, die Änderung der Interferenzerscheinungen zu erklären.

Die röntgentopographische Abbildung der ferroelektrischen Domänenstruktur des BaTiO_3 mittels weißer Synchrotronstrahlung behandelte J.D. Stephenson (Berlin). Aus der Größe der Aufspaltung der Laueflecke ließ sich die Neigung einer $\{110\}$ Domänenwand relativ zur (001) Probeneoberfläche bestimmen.

Kaum anders als mit weißer Synchrotronstrahlung lassen sich Kristalle mit stark fehlorientierten Bereichen röntgentopographisch abbilden. Gerade zu Beginn einer Kristallzüchtung liegen freilich oft noch keine guten Kristalle vor. B. Schmidt und G. Müller-Vogt (Karlsruhe) zeigten an gasphasengezüchtetem CdS wie sie Züchtungsparameter (Inertgasdruck, Ziehgeschwindigkeit, Temperaturgradient) mit Hilfe von Synchrotrontopogrammen, Lang-Topographie und Polarisationsmikroskopie optimierten.

Über den am HASYLAB/DESY bestehenden Röntgentopographie-Meßplatz informierten G. Hildebrandt, G. Jähmig, H. Bradaczek und J.D. Stephenson (Berlin). Die wesentlichen Eigenschaften der Synchrotronstrahlung wurden noch einmal genannt: hohe Intensität, breites Wellenlängenspektrum, geringe Strahldivergenz, Polarisation, Zeitstruktur. Der derzeitige Ausbauzustand des Meßplatzes wurde geschildert. Die Entwicklung einer Realzeit-Einrichtung ist angelaufen. Auch Nachteile der Hamburger Anlage wurden genannt und in der nachfolgenden Diskussion besprochen: parasitäre Nutzung (die Hochenergiephysik hat wieder zunehmendes Interesse an DORIS), die "Härte" der weißen Strahlung (führt zu simultaner Reflexion mehrerer Reflexordnungen), geringer Strahlquerschnitt an der Probe, Strahlenschäden etc. Auch die Rahmenbedingungen für von auswärts anreisende Benutzer waren in Einzelfällen Kritikpunkte.

3. Neuere methodische und apparative Entwicklungen

Im zweiten Hauptvortrag des Fachkolloquiums berichtete J.-M. Welter (Jülich) über γ -Diffraktometrie als Werkzeug bei der Perfektionsanalyse massiver Einkristalle. Nach einer Einführung in die Charakteristika der γ -Strahlung (monochromatische Strahlung, $\lambda \sim 0,03 \text{ \AA}$, geringe Absorption, große Extinktionslänge) wurde das Streuverhalten dicker Einkristalle unterschiedlicher Perfektion diskutiert. Als Folge kleiner Braggwinkel sind Gitteraufweitungen auf die Reflexionskurve ohne Einfluß, dagegen werden Gitterverkippen je nach Kollimation des Primärstrahls (typische Divergenz ca. 12°) recht empfindlich aufgezeichnet.

Beispiele aus der Praxis bildeten den zweiten Teil des Vortrags: Einkristalline Turbinenschaufeln aus einer Ni-Legierung wurden ohne jede weitere Präparation mit γ -Diffraktometrie untersucht. Durch Vergleich mit angeschliffenen Proben ähnlicher Herstellung und Zusammensetzung ließ sich die Breite des Reflexionsprofils mit der Dendritenverteilung an der jeweils durchstrahlten Stelle der Turbinenschaufel korrelieren.

Definierte Orientierungskonstanz und Mosaikbreite wird von Neutronen-Monochromatoren verlangt. Durch γ -Diffraktometrie an bis zu 6 kg schweren Kupfereinkristallen ($\phi 6,5 \text{ cm}$) ließ sich der Züchtungsvorgang (Bridgman) optimieren.

Die geringe Absorption der γ -Strahlen erlaubt es sogar, Messungen während der laufenden Züchtung durch den Ofen hindurch vorzunehmen. Neben der Erstarrungsgeschwindigkeit kann so auch die strukturelle Perfektion insbesondere zu Beginn der Erstarrung erfaßt werden.

Als Bonbon wurde ein γ -Durchstrahlungstopogramm eines 12 mm dicken Ni-Einkristalles präsentiert. Je nachdem ob sich ein Kristallbereich in Reflexionsstellung befindet oder aus dieser Stellung "herausgekippt" ist, wird flächenhafter Kontrast (hell-dunkel) erhalten. Die Auflösung liegt im 1/10-Millimeterbereich.

Über Neutronen-Topographie an FeSi- und Ni-Mosaikkristallen berichtete W. Treimer (Berlin). Speziell interessierte, welchen Einfluß Mosaikbreite, Subkorn Grenzen etc. auf die magnetische Domänenstruktur und die Blochwände haben.

Domänenstruktur und Details der Blochwandanordnung in FeSi sowie Domänenorientierungen in Ni wurden mittels Neutronen-Kleinwinkelstreuung ermittelt. Neutronen-Topogramme sollten nun die Subkorn Grenzen und eventl. Blochwände abbilden. Tatsächlich gelang es, Subkorn Grenzen (durch kinematischen Kontrast) abzubilden, wogegen Blochwände vorerst verborgen blieben. Während bei FeSi kein nennenswerter Einfluß der Mosaikstruktur auf die Anordnung der magnetischen Domänen festgestellt wurde, besteht bei Ni offenbar ein Zusammenhang zwischen Mosaik- und Domänenstruktur.

Mit den "Grenzen der räumlich-zeitlichen Auflösung und Empfindlichkeit von Röntgenbilddetektoren" befaßte sich der Vortrag von R. Germer (Berlin).

Nach einem Überblick über bereits vorhandene Systeme wurde ein Konzept vorgestellt, das hochauflösende Realzeit-Topographie im Röntgenbereich erlauben soll. Dabei wird das Röntgenbild in ein Elektronenbild umgewandelt und so auf einen CCD-Sensor (CCD = charge coupled device) projiziert. Eine Auflösung im Bereich der Kernspuremulsionen (10^{-6} m) wird für möglich gehalten.

Eine Probenkammer für die röntgentopographische Untersuchung von Phasenumwandlungen zwischen -60° und $+300^{\circ}\text{C}$ war während der Tagung im Foyer ausgestellt. Bemerkenswert bei dieser Eigenentwicklung des Inst. f. Kristallographie (Aachen) ist die Möglichkeit, einen definierten Temperaturgradienten auf die Probe wirken zu lassen.

4. Analyse von Kristalldefekten

Ein noch recht junges Verfahren, um die Verteilung submikroskopischer Defekte in makroskopischen Kristallen herauszufinden ist die Laser-Tomographie. Von W.J.P. van Enckevort und M. Seal (Cuijk, Holland) wurde sie jetzt dazu benutzt, die Beziehung zwischen Stickstoffausscheidungen im Diamant ("platelets") und anderen Wachstumsdefekten zu beleuchten. Während eine erhöhte Intensität des unter 90° seitwärts gestreuten Laserlichts bei einigen Kristallen auf eine hohe Versetzungsdichte zurückgeführt wird, wird sie bei anderen auf $\{100\}$ - bzw. $\{111\}$ -platelets zurückgeführt. Ein Zusammenhang zwischen der Orientierung von Wachstumsstreifen, Gleitbändern und $\{111\}$ -platelets besteht offenbar nicht.

Der Polarisationsoptik verschrieben hatten sich E. Willibald und E. Born (München). Im parallelen (polarisierten) Licht eines He-Ne-Lasers wurden Subkorn Grenzen und ferroelektrische Domänenwände in LiNbO_3 durch Doppelbrechungsunterschiede bzw. Interferenz nach Passieren der Domänenwand sichtbar. Geringste Dickenunterschiede zeichnen sich durch dunkle Interferenzstreifen ab. Durch die hohe Intensität des Lasers und in Verbindung mit einem Vidicon ist es nun möglich, die an sich alten mineralogischen Verfahren selbst bei 3-Zoll großen LiNbO_3 -Platten anzuwenden. Die Methode liefert alle für die Serienfertigung interessierenden Informationen schneller und billiger als die Röntgentopographie, allerdings mit teilweise recht mäßiger Auflösung.

Über Untersuchungen zur Polymorphie des Tantalhydrids (Ta_2H) berichteten K. Bickmann, N. Herres, H. Wenzl und T. Schober (Jülich). Die Änderung der Zellmetrik zwischen $+70^{\circ}$ und $+20^{\circ}\text{C}$ wurde mit Röntgendiffraktometrie, die Verkipfung der auftretenden Zwillingsdomänen mit γ -Diffraktometrie untersucht. Anhand von ersten röntgentopographischen Aufnahmen wurde die Entstehung von Domänen beim Abkühlen aus der Hochphase gezeigt. Ein kurzer Farbfilm im Anschluß an den Vortrag führte die Phasenumwandlungen des Ta_2H bei Betrachtung im polarisierten Licht (Reflexion) vor.

Im Rahmen einer Arbeit über Fremdstoffverteilungen in Na-haltigen Zuchtquarzen untersuchten F.B. Siebers und H. Klapper (Bochum/Aachen) die inhomogene Verunreinigungsverteilung innerhalb von Wachstumszellen ("Cobbles"). Der Fremdstoffgehalt nimmt nach den Zellenwänden hin zu und verursacht dadurch inhomogene Deformationen des Kristallgitters - kinematische und dynamische röntgentopographische Kontraste sind die Folge.

Wachstumsdefekte an hochperfekten $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -Kristallen untersuchten H.-D. Jennissen und H. Klapper (Aachen). Die bei Lösungszüchtung üblichen Defekte wurden röntgentopographisch charakterisiert. Daneben werden jedoch planare Wachstumsdefekte beobachtet, die in noch rätselhafter Verbindung zu Wachstumshügeln auf den $\{001\}$ -Flächen des tetragonalen Kristalls stehen.

5. Industrielle Prozessoptimierung

Einen kurzen Überblick über die Röntgentopographie als Werkzeug zur Prozessoptimierung bei der Herstellung integrierter Schaltungen vermittelte G. Seebacher (München). Als zerstörungsfreies Verfahren läßt sich die Röntgentopographie während des gesamten Fertigungsprozesses einsetzen; auch dann, wenn die Si-Scheiben nach einzelnen Prozeßschritten bereits hohe Dotierungen und mehrere Deckschichten aufweisen.

Das Auftreten von Gleitungen und Scheibenverbiegungen infolge nicht optimierter thermischer Prozeßführung (Eindiffusion von Dotierstoffen, Ionenimplantation etc.) sowie Kontamination von Scheibenbereichen werden frühzeitig erkannt.

Auch die Prozeßführung diverser Ausheilverfahren (rapid annealing) läßt sich mittels Röntgentopographie optimieren.

Über Messungen von Gitterkonstanten und Misfits bei Gallium-Granaten und Eisen-Granat-Epitaxieschichten berichteten B. Knörr und W. Tolksdorf (Hamburg). Die Kenntnis der relativen Gitterausdehnung von Substrat und epitaktischer Schicht im Temperaturbereich zwischen 950 ... 1300 K (Herstellungstemperatur) und Raumtemperatur ist für den Wachstumsprozeß und die spätere Schichtstabilität von Interesse.

Ein Doppelkristalldiffraktometer mit nichtparallelem (+-) Strahlengang wurde für die Messungen benutzt und führte bei 1230 K noch zu Reproduzierbarkeiten von $6 \cdot 10^{-5}$ nm bei Misfit-Messungen.

Um die Gitterkonstanten und -ausdehnungen aufeinander abzustimmen, wurden Substitutionen bei Substrat und epitaktischer Schicht vorgenommen. Misfit-Verlauf und Stabilitätsgrenze solcher Substrat/Schicht-Systeme wurden anhand von Röntgentopogrammen diskutiert.

Die "Kompensation der Gitterfehlpassung in hoch Bortdotierten Si-Epitaxieschichten durch Germanium" war Thema eines Vortrags von H.-J. Herzog, L. Csepregi und H. Seidel (Ulm/München).

Den Erwartungen der meisten Zuhörer nach trockener Kost überhaupt nicht entsprechend, hielt H.J. Herzog den wohl amüsantesten Vortrag des Fachkolloquiums. Mit Hilfe der "Röntgenmeßtechnik" bestimmte er zunächst die Gitterdehnung des Si-Gitters jeweils für B und Ge in Abhängigkeit von der Konzentration. Bei simultaner Dotierung mit B und Ge ergab sich allerdings, daß der Kompensationsgrad schwächer war als eine lineare Überlagerung der experimentellen Ergebnisse aus den einzelnen Schichten erwarten ließ.

Bleibt zu sagen: die ersten Röntgentopogramme waren furchtbar. Das Endergebnis: alles kompensiert (Röntgentopogramm weiß) versöhnte wieder.

Abschließend darf festgestellt werden, daß die abendliche Sitzung des Arbeitskreises Röntgentopographie im Wehrhaften Schmied zu Aachen zwischen Bier und Schnitzel in angeregter Atmosphäre verlief. Dem Vernehmen nach wurden bereits wieder neue Kontakte geknüpft (hört das denn nie auf?). Es gilt sich zu beeilen, die nächste Arbeitskreissitzung kommt bestimmt.

Nikolaus Herres, Inst. für Festkörperforschung, KFA Jülich
5170 Jülich

DGKK - Jahrestagung 1984

in Aachen vom 21. bis 23. März

Wohlthuend familiär und ungezwungen war sie, die 15. Haustagung der DGKK. Über 80 Kristallwissenschaftler hatten den Weg nach Aachen gefunden, davon fast 70 DGKK-Mitglieder. Man war gewissermaßen einmal wieder unter sich. Keine ICCG-7-Nachwehen, sondern viel Neues wurde geboten. Informationen aus erster Hand, was die in Aachen präsent gewesenen Kristallzüchtergruppen im Lande derzeit beschäftigt. Bemerkenswert die große Zahl der jungen Kollegen, die zur wissenschaftlichen Unterhaltung des Auditoriums beitrugen. Gekonnt ihre Vorträge in Inhalt und Form. Die entspannte und angenehme Atmosphäre im Hörsaal F03 des Kärman-Auditoriums der RWTH erwies sich als ausgesprochen lampenfieberfeindlich.

Von der Gelegenheit, wissenschaftliche und private Probleme und Informationen auszutauschen, wurde in den Pausen reichlich Gebrauch gemacht, ebenso vom feinen Gebäck und diversen Getränken, die im Vorraum angeboten wurden. Dort wurde auch für alle Teilnehmer, die in Stuttgart nicht dabei waren, von den Aachener Kollegen wiederum in gelungener Weise demonstriert, wie große organische Einkristalle aus ihren unterkühlten Schmelzen gezüchtet werden.

Lukullisch bereits eingestimmt durch die Aachener Printen, die jedem ankommenden Tagungsteilnehmer zusammen mit den Tagungsunterlagen präsentiert wurden, ließen sich die Gaumenvorfreuden im Restaurant "Zum Wehrhaften Schmied", wo das Gros der Teilnehmer allabendlich zu finden war, bei bester Gastronomie zwanglos realisieren. Dem wehrhaften Schmied, dem man in Form einer Statue und durch das gleichnamige Restaurant ein Denkmal gesetzt hat, haben es die Aachener zu verdanken, daß sie nicht nach Düren eingemeindet wurden. Der Graf von Düren, der ebendieses Ansinnen hegte, wurde von besagtem Schmied mit einem gezielten Schmiedehammerschlag vom Pferd gefegt und nahm daraufhin Abstand von seinem Vorhaben. Obwohl bis heute noch nicht eindeutig geklärt werden konnte, ob der Schmiedehammer ein Eiseneinkristall war, haben sich die Kristallzüchter dennoch in dem seinem Benutzer gewidmeten Gastronomiebetrieb sehr wohl gefühlt.

Pünktlich begann am Mittwochnachmittag das wissenschaftliche Programm der Jahrestagung. Professor Hahn als Hausherr begrüßte die Anwesenden und wünschte der Veranstaltung einen erfolgreichen Verlauf. In seiner Grußansprache brachte Herr Jacob im Namen der DGKK seinen Dank an Herrn Klapper und dessen Mitarbeiter für die Organisation der Tagung zum Ausdruck. Er konnte befriedigt feststellen, daß anfängliche Befürchtungen, die Tagung könnte wegen der zeitlichen Nähe zur Stuttgarter ICCG-7 unter zu schwachem Zuspruch leiden, sich als unbegründet erwiesen. Herr Jacob führte aus, daß neben der Kristallzüchtung heute auch die Kristallcharakterisierung von großer Bedeutung sei. Die DGKK hat diese Bedeutung durch das der Tagung vorangestellte Fachkolloquium "Charakterisierung von Kristallen" betont. Der DGKK-Vorsitzende wünschte allen Anwesenden einen angenehmen und erfolgreichen Aufenthalt in Aachen. Herr Klapper schloß sich diesem Wunsch an und eröffnete die Tagung, indem er die Sitzungsleitung an Herrn Haussühl übergab.

Insgesamt wurden 29 Vorträge gehalten, davon 4 eingeladene Hauptvorträge. Die übrigen lassen sich zweckmäßigerweise in drei Gruppen einteilen:

- III-V-Verbindungshalbleiter
- Züchtung aus der Schmelze
- Züchtung aus der Lösung

1. Hauptvorträge

Den ersten Hauptvortrag hielt N. Karl über Herstellung, Eigenschaften und Anwendungen von organischen Kristallen. Es handelt sich hierbei in erster Linie um die Materialklasse der Kohlenwasserstoffverbindungen. Zu Charakterisierungs- und Anwendungszwecken müssen hochreine Einkristalle gezüchtet werden. Erforderlich ist ein ppm- oder gar sub-ppm-Pegel, da einmal Verunreinigungen an Bau-

fehlern, zum anderen Elektronen, Löcher, Exzitonen, etc. an Störstellen eingefangen werden. Spezielle Techniken müssen für die Kristallbearbeitung entwickelt werden, da aufgrund der van der Waals-Bindung unter den Baugruppen Gleitvorgänge leicht ausgelöst werden können.

Für die chemische Reinigung des Ausgangsmaterials ist das Zonenschmelzverfahren in Glasampullen in der Regel das effektivste und meistangewandte Verfahren. Bei kongruenten Schmelzpunkten im Bereich 150 - 250°C ist die Bridgman-Methode für die Einkristallzüchtung am weitesten verbreitet, aber auch die Sublimation über kurze Wege kommt zum Einsatz. Für die Untersuchung der Kristallperfektion ist die Röntgentopographie die Methode der Wahl. Aufgrund der geringen Absorption kann die Kristallorientierung sehr elegant durch ein Laue-Life-System mit Bildverstärkung in Durchstrahlung vorgenommen werden. Ohne ein solches System kann sich die Orientierung wegen der niedrigen Kristallsymmetrie sehr langwierig gestalten.

An hochreinen organischen Einkristallen konnte eine Reihe interessanter physikalischer Effekte beobachtet und gemessen werden, darunter die Erzeugung von Elektronen-Loch-Paaren, metallische Leitfähigkeit, Supraleitung und Laseremission. Von darauf beruhenden Anwendungsmöglichkeiten wird sicherlich in naher Zukunft Gebrauch gemacht werden.

Der nächste Hauptvortrag war als öffentlicher Abendvortrag angekündigt worden. K.W. Benz berichtete in einem überfüllten Hörsaal über Möglichkeiten einer Kristallzüchtung im Weltraum, die unlängst durch die Spacelab I-Mission Realität geworden sind. Aus erster Hand erfuhren die meist jungen Zuhörer, welche Experimente aus welchen Gründen geplant und vorbereitet wurden und wie die Kristallzüchtungsversuche vor Ort unter Mikrogravitationsbedingungen im einzelnen tatsächlich abliefen. Die fachlichen Ausführungen wurden umrahmt von einem Stimmungsbericht über die Vorbereitungen der Mission, den Start der Raumfähre Columbia und die Hektik im NASA-Kontrollzentrum in Houston. Um Wiederholungen zu vermeiden, sei es dem Berichterstatter erlaubt, hier abzubrechen, denn ein umfassender, von den DGKK-Mitgliedern K.W. Benz und A. Eyer verfaßter Bericht über die Spacelab I-Mission findet sich an anderer Stelle dieses Mitteilungsblatts.

Zumindest mittelbar hatte auch ein weiterer Hauptvortrag mit der Kristallzüchtung im Weltraumlaboratorium zu tun. H.J. Sattler sprach über die Ergebnisse seiner Berechnung von Temperaturfeldern und ihre Beeinflussung bei der Kristallzüchtung in einer Monoellipsoid-Spiegelheizanlage. Eine solche Anlage soll aufgrund ihres geringen Leistungs- und Platzbedarfs sowie der erzielbaren hohen Temperaturen in einer der nächsten Spacelab-Missionen zum Einsatz kommen.

Die besonderen Eigenschaften der Spiegelheizanlage wurden durch umfangreiche Modell- und Simulationsrechnungen studiert. Ausgangspunkt der Rechnungen war zunächst die Ermittlung des Einstrahlungsprofils, das sich durch frontal direkte, frontal indirekte und radiale Einstrahlung auf eine zylindrische Probe ergibt. Daraus läßt sich die stationäre Temperaturverteilung in der Probe ableiten.

Wie der Vortragende zeigte, kann man diese Temperaturverteilung durch Variation von Probenlage und/oder Defokussierung der Lampe gezielt beeinflussen und damit für gegebene Anwendungsfälle optimieren. Speziell die Lampenverschiebung ist von großem Einfluß auf den Leistungsanfall auf der Probe. Eine Defokussierung oberhalb des Brennpunktes schafft die Möglichkeit der Erzeugung einer steilen Temperaturspitze, die gerade für die Lösungszonenzüchtung erwünscht ist. Zur Aufrechterhaltung eines konstanten Lösungszonenvolumens muß die Lampenleistung jedoch exakt nachgeführt werden.

Zur Simulation von Experimenten zur Lösungszonenzüchtung von PbSnTe und HgCdTe wurde der Einfluß von Lampenposition und Probenlage auf die Temperaturverteilung innerhalb der Probe sowie auf die Form von Lösungs- und Kristallisationsfront berechnet. Durch geeignete Parameterwahl lassen sich größere Zieh-längen (bis 50 mm) bei geringerem Leistungsbedarf und sehr ebene Kristallisationsfronten erzielen. Durch Modifizierung der Ellipsoidform kann man eine ringförmige Fokussierung der einfallenden Strahlung und damit eine weitere Verbesserung der Temperaturverteilung in der Probe erreichen.

Einen sehr interessanten Hauptvortrag steuerte W. Ulsamer von den Ringsdorf-Werken bei, der über die außergewöhnlichen Eigenschaften des Hochtemperaturwerkstoffs Graphits viel Hörenswertes zu berichten wußte. Mit diesem Beitrag wurde ein Werkstoff vorgestellt, der in der Kristallzüchtung eine bedeutende Rolle spielt. Graphit besitzt elektrische Leitfähigkeit und erreicht mit seiner Wärmeleitfähigkeit (80 - 250 W/mK) Werte, wie sie von Metallen bekannt sind. Die Wärmeausdehnung ist gering, und die Temperaturwechselbeständigkeit ist höher als bei anderen Werkstoffen der Hochtemperaturkeramik. Weiterhin zeichnet sich Graphit durch gute Bearbeitbarkeit und chemische Beständigkeit aus. Empfindlich ist er gegenüber Oxidationsmitteln, Karbid- und Interkalatbildnern. Die Eigenschaften des Graphits lassen sich in weiten Grenzen variieren. In seinen physikalischen Eigenschaften völlig isotropes Material kann hergestellt werden.

Die für die Kristallzüchtung wohl wichtigste Eigenschaft ist die hohe Reinheit, die durch den Restaschegehalt ausgedrückt wird. Hauptverunreinigungen in Normal-

graphit sind Al, B, Ca, Fe, Si, Ti und V. Reinst-graphit hat einen Restaschegehalt von ≤ 150 ppm, Höchstreingraphit von ≤ 10 ppm. Reinheiten bis ≤ 0.1 ppm sind schon erreicht worden.

Rohstoff für die Graphitherstellung ist aschearmer Petrolkoks, der mit Bindemitteln (Pech, Harz) gemischt, geknetet, gepreßt und gebrannt wird. Durch Beschichten mit Pyrographit oder SiC (Schichtdicken bis $50 \mu\text{m}$), die durch CVD-Verfahren abgeschieden werden, lassen sich Reaktivität und Permeabilität des Graphits vermindern. Besonders der Reaktivität des Graphits mit Silizium widmet man sich in jüngster Zeit mit besonderer Aufmerksamkeit. Ziel ist die Entwicklung eines "Si-beständigen" Graphits.

Dieser mehr werkstoffkundliche Beitrag war eine willkommene Bereicherung des Tagungsprogramms, und es ist zu hoffen, daß auch auf zukünftigen DGKK-Tagungen Werkstofffragen und -problemen die Beachtung zuteil wird, die sie verdienen.

2. III-V- Verbindungshalbleiter

Beiträge zu diesem Themenbereich kamen aus dem Kristalllabor der Universität Stuttgart und aus dem Institut für Werkstoffwissenschaften VI der Universität Erlangen. Sie umfaßten Lösungszonenzüchtung und Flüssigphasenepitaxie von III-V-Mischkristallen, die Gasphasenepitaxie von InGaAs und InP sowie die Eigenschaften von LEC-gezogenen InP-Kristallen.

H.J. Sell machte sich Gedanken über den Stofftransport bei der Lösungszonenzüchtung von $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{As}$ -Mischkristallen. Motivation dieser Überlegungen ist die Züchtung homogener Mischkristalle, um bei der Wahl von Substraten für optoelektronische Bauelemente größere Flexibilität zu gewinnen.

Wie man bereits von der Lösungszonenzüchtung binärer III-V- Verbindungen weiß, erfolgt der Materialtransport in der Lösungszone im wesentlichen durch Diffusion. Für die Züchtung homogener Mischkristalle ist ein günstiges Zusammenspiel von Phasendiagramm und Diffusionskoeffizienten wesentlich. Prinzipiell verringert sich die Wachstumsgeschwindigkeit, wenn man unter gleichen Bedingungen vom binären Kristall zum Mischkristall übergeht. So wächst beispielsweise $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{As}$ nur halb so schnell wie etwa InAs. Da die Lösungszonenzüchtung a priori ein sehr langsamer Prozeß ist, würden sich für Mischkristalle sehr ungünstige Züchtungszeiten ergeben. Durch Züchtung unter erhöhter Beschleunigung in einer Zentrifuge könnte dieser Nachteil ausgeglichen werden.

G. Nagel beobachtete strukturierte Dotierungsstreifen in Te-dotierten GaSb-Einkristallen, die nach THM durch Lösungszonenzüchtung hergestellt wurden. Im Vergleich zu Einkristallen, die aus der Schmelze gezogen wurden,

zeigen die erhaltenen Kristalle verbesserte elektrische Eigenschaften und geringere Verzetzungsdichten. Damit steht ein hochwertiges Substratmaterial für die Herstellung optoelektronischer Bauelemente zur Verfügung. Die Te-Dotierung führt zum Auftreten periodischer und aperiodischer Striations, deren Strukturierung nur teilweise geklärt ist. Das Verständnis der beobachteten Strukturen erfordert ein sorgfältiges Studium der Einflüsse von Rotation, Marangoni- und Schwerekonvektion, Facettenwachstum und apparativen Ursachen sowie deren Wechselwirkungen.

Die Reihe der Beiträge über Flüssigphasenepitaxie von III-V-Materialien wurde von W. Körber eröffnet, der über LPE von $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{P}$ berichtete. InP ist ein direkter, GaP ein indirekter Halbleiter. Die ternäre Phase ist als Ausgangsmaterial für LEDs von technischem und wegen des Übergangs von direkter zu indirekter Bandstruktur (bei $x \approx 0.75$) von physikalischem Interesse. Da sich mit x eine große Variation der Gitterkonstanten der festen Lösung ergibt, mußten unterschiedliche Substratmaterialien eingesetzt werden: Für $x > 0.8$ GaP(111)B, für $x \approx 0.5$ GaAs(111)B und für $x \leq 0.07$ InP(100). Generell ergaben sich mit GaP-Substraten selbst bei großer Gitterfehlpassung die besten Ergebnisse. Durch Variation von x bei Mehrfachschichtwachstum konnten Schichten guter Qualität mit x um 0.7 auf GaP abgeschieden werden. Wegen der beim Epitaxie-Prozeß auftretenden starken Phosphorabdampfung muß die Wachstumstemperatur unter 850°C liegen. Die erhaltenen Schicht wurden durch Fotolumineszenzmessungen charakterisiert.

T. Voigt befaßte sich mit den Besonderheiten des Mischkristalls $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{Sb}$, der für die Herstellung von rauscharmen Fotolawinendioden von Interesse ist. AlSb ist ein indirekter, GaSb ein direkter Halbleiter. Der Übergang direkt \leftrightarrow indirekt liegt bei $x = 0.22$. Wegen der geringen Gitterfehlpassung ist die Erzeugung von Heterostrukturen aus den beiden Materialien leicht möglich.

Mittels LPE konnten Schichten mit $0.5 \leq x_{\text{Al}} \leq 0.15$ bei Wachstumstemperaturen zwischen 400 und 500°C und Wachstumsraten von $50 - 70 \mu\text{m/h}$ auf GaSb(100)-Substraten abgeschieden werden. Als Substratmaterial dienten Scheiben von Czochralski-, Bridgman- und THM-Kristallen.

Die für die Realisierung von Fotodioden erforderlichen pn-Übergänge wurde epitaktisch hergestellt, wobei n-Leitung durch Te-Dotierung und p-Leitung über den Antisite Ga_{Sb} eingestellt wurden. Die Schichten wurden bezüglich Hall-Effekt, Al-Konzentration (REM, Mikrosonde), Leitungsbandverlauf, Lage des pn-Übergangs (EBIC) und Verschiebung der Fotolumineszenzbande charakterisiert. Wegen der hohen Leitfähigkeit der

Substrate ist die Hall-Messung problematisch. Die Art des Substratmaterials ist von deutlichem Einfluß auf die Eigenschaften der Epitaxieschichten.

H. Eisele stellte eine rechnergesteuerte LPE für $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}$ auf $\text{InP}(100)$ -Substraten vor. Das Material ist interessant als optischer Detektor im Bereich 2 - 4 μm und für FETs. Für Temperaturen über 600° C ergeben sich hohe Wachstumsraten, und die reproduzierbare Einstellung geringer Schichtdicken ($\sim 1 \mu\text{m}$) ist schwierig. Die Wachstumsrate nimmt mit fallender Temperatur deutlich ab, was die Schichtdickenkontrolle wesentlich erleichtert. Mit einer Schrittmotorsteuerung bei einer Zeitkonstanten von 50 msec ließ sich eine sehr gute Reproduzierbarkeit der Schichtdicke erreichen. Es ergab sich kein Hinweis auf eine Mischungslücke im untersuchten System. Die erhaltenen Schichten wurden durch Hall-Messungen charakterisiert. Ladungsträgerkonzentrationen um 10^{15}cm^{-3} und Beweglichkeiten um $10^4 \text{cm}^2/\text{Vs}$ (300 K) wurden erreicht.

Der Beitrag von F. Scholz befaßte sich mit der Gasphasenepitaxie von $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}$ auf InP -Substraten mittels metallorganischer Addukte. Vorteile der Adduktepitaxie sind einfache Automatisierung, das Ausbleiben von Quellenreaktionen, es sind reproduzierbare Prozesse bei niedrigen Wachstumstemperaturen zu erwarten, die Quellenmaterialien lassen sich in einfacher Weise umschalten, es treten keine mechanischen Bewegungen auf, es lassen sich dünne Schichten, abrupte Übergänge, Heterostrukturen und graded layers realisieren. Ferner sind von Vorteil die sichere Handhabbarkeit der Addukte gegenüber anderen Metallalkylen, die Vielfalt der Reinigungsmöglichkeiten und die Verhinderung von Polymerreaktionen.

Als Materialquellen dienten die Addukte $(\text{CH}_3)_3\text{In}-\text{As}(\text{CH}_3)_3$ und $(\text{CH}_3)_3\text{Ga}-\text{As}(\text{CH}_3)_3$ (Lewis Base - Lewis Säure) sowie $\text{As}(\text{CH}_3)_3$. Der Epitaxieprozeß wird durch eine einminütige Ätzphase des Substrats mit PCl_3 eingeleitet. Die Reagenzien werden dann mit H_2 als Trägergas (500 cm^3/min) in den Reaktor eingeleitet. Dabei müssen die Zuleitungen zum Reaktor geheizt werden. Bei 620° C wurden Wachstumsraten um 1 $\mu\text{m}/\text{h}$ und Schichtdicken bis 6 μm erzielt.

Zwischen dem InAs/GaAs -Adduktverhältnis und dem In/As -Verhältnis in der Schicht konnte ein linearer Zusammenhang beobachtet werden. Dadurch ist die Zusammensetzung der wachsenden Schicht leicht steuerbar. Für eine Schicht der Zusammensetzung $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}$ benötigt man 33 Mol% In aus dem $\text{In}-\text{As}$ -Addukt, 8.5 Mol% Ga aus dem $\text{Ga}-\text{As}$ -Addukt, 17 Mol% As aus $\text{As}(\text{CH}_3)_3$ und 41.5 Mol% As aus den beiden Addukten. Charakterisierungsmessungen der erhaltenen Schichten ergaben Ladungsträgerkonzentrationen von einigen 10^{16}cm^{-3} und Beweglichkeiten von knapp $10^4 \text{cm}^2/\text{Vs}$ (300 K).

Möglichkeiten einer in situ p- und n-Dotierung von InP wurden von H. Haspeklo untersucht. Das InP wurde durch Gasphasenepitaxie nach dem Effer-Verfahren ($\text{PCl}_3-\text{In}-\text{H}_2$) abgeschieden. Interessant für die p-Dotierung erwies sich Magnesium. Hierzu wurde die In -Quelle mit Mg legiert. Es hat sich gezeigt, daß bei Mg -Anteilen von über 2 Mol% das MgCl_2 auf dem Substrat ausfällt und das InP in Form von Mg -dotierten Inseln aufwächst. Liegt der Mg -Anteil unter 1.5 Mol%, so wächst eine homogene Mg -dotierte InP -Schicht.

Für n-Dotierung ist Schwefel gut geeignet, das in Form von H_2S in den Reaktor gebracht wurde. Durch Variation des H_2S -Molenbruchs konnte die Sättigungskonzentration für elektrisch aktiven Schwefel zu $N_D - N_A = 4.5 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ bestimmt werden. Die Charakterisierung der Mg - und S -dotierten InP -Schichten erfolgte durch Fotolumineszenz-, Hall- und CV-Messungen. Aus n-dotierten Schichtfolgen unterschiedlicher Konzentration wurden Gunn-Oszillatoren realisiert.

Die Züchtung versetzungsarmer InP -Kristalle nach dem LEC-Verfahren setzt voraus, daß man sich um ein Verständnis der Entstehung von Versetzungen in diesem Material bemüht. J. Völk1 hat entsprechende Untersuchungen durchgeführt. Durch zu starke radiale und axiale Temperaturgradienten bei der Züchtung entstehen mechanischen Spannungen in den Einkristallen. Die daraus resultierenden plastischen Deformationen relaxieren in Versetzungen. Die überwiegende Zahl der Versetzungen in InP wird durch Gleitung erzeugt. Dabei sind $\{111\}$ Gleitebenen und $\langle 101 \rangle$ Gleitrichtungen. Aufgrund der Symmetrie des entstehenden Versetzungsmusters ist die Versetzungsverteilung inhomogen. Mittels elastischer Spannungsanalyse und Berechnung der Schubspannungen in den Gleitsystemen ließen sich die auf theoretischer Grundlage ermittelten Versetzungsstrukturen sehr gut mit der Realität in Einklang bringen. Damit sind die Ursachen für die Versetzungsentstehung geklärt. Zukünftige Arbeiten zur Reduzierung der Versetzungsdichte in InP -Kristallen zielen darauf ab, die materialtypischen kritischen Spannungswerte während des Kristallzüchtungsprozesses nicht zu überschreiten.

Die Versetzungsbildung in InP beschäftigte auch R. Rupp in seinem Vortrag über mechanische und elektrische Eigenschaften von dotierten InP -Kristallen. Beim LEC-Ziehen werden vorwiegend Zn für die p- und S für die n-Dotierung eingesetzt. Um den Einfluß dieser Dotierstoffe auf die Versetzungsbildung in InP zu studieren, wurden an $4 \times 4 \times 8 \text{mm}^3$ -Proben bei erhöhter Temperatur (600 bis 795° C) Druckversuche in Richtung $[3\bar{2}1]$ durchgeführt. Als Ergebnis fielen Kurven an, die die Abgleitung als Maß für den Verformungsgrad in Abhängigkeit von der Schubspannung darstellen. Aus den erhaltenen Ergebnissen kann geschlossen werden, daß die Dotierung zu

einer deutlichen Festigkeitserhöhung im InP führt, die beim InP:Zn stark temperaturabhängig ist. Bei höheren Temperaturen nimmt Zn im InP möglicherweise Zwischengitterplätze ein. Die Versetzungsentstehung tritt bei der Kristallzüchtung wahrscheinlich erst im Temperaturbereich 800 bis 900° C ein. Als Mechanismen für die Versetzungsverminderung durch Dotierstoffatome werden diskutiert: Das Eindringen von Oberflächenversetzungen wird erschwert; Leerstellenbewegung und -kondensation werden behindert; Leerstellenringe werden an einer Ausweitung gehindert.

Bei der Charakterisierung der elektrischen Eigenschaften von InP:Zn wurden p-Ladungsträgerkonzentrationen $N_A - N_D$ (300 K) von $10^{13} - 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ und die bisher höchste Löcherbeweglichkeit in InP von $1390 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ bei 82 K gemessen.

3. Züchtung aus der Schmelze

Läßt man die bisher abgehandelten III-V-Materialien außer acht, so befaßten sich drei Vorträge mit Einkristallzüchtungen mittels Czochralski-Verfahren. T. Scheffen-Lauenroth konnte zeigen, daß sich mit diesem Verfahren organische Einkristalle wie z.B. Benzophenon und Salol züchten lassen. Die entsprechende Schmelze wird 1.5 bis 3 K über die Schmelztemperatur aufgeheizt und thermostatisiert. Die Kühlung des Kristalle erfolgt durch thermostatisierte Umgebungsluft in der die Ziehapparaturen enthaltenden Kammer. Diese Art der Kühlung führt stets zur Ausbildung einer gegen die Schmelze konkaven Wachstumsfront. Die Züchtungsversuche wurden mit verschiedenen Ziehrichtungen und Wachstumsbedingungen optimiert. Einkristalle bis 25 mm Durchmesser und 20 cm Länge konnten gezüchtet werden.

Die erhaltenen Kristalle wurden optisch und röntgentopographisch charakterisiert. Wegen der konkaven Phasengrenze werden Versetzungen in der Regel in den Kristall fokussiert. Im Vergleich zu Kristallen, die aus unterkühlten Schmelzen gezüchtet werden, zeigen die Czochralski-Kristalle eine deutlich geringere Kristallperfektion.

Das Czochralski-Verfahren wandte auch E. Schultheiß an, um Einkristalle von bei 495° C inkongruent schmelzendem LiBiF_4 zu züchten. Bezüglich der Kristallstruktur ist das Material ein inverser Scheelit mit Bi auf Ca-Platz. Einkristalle sind mit Seltenen Erden dotierbar und zeigen Laserwirkung. Aus Schmelzen mit 50 - 54 Mol% LiF und 46 - 50 Mol% BiF_3 wurden Kristalle bis 8 mm Durchmesser und 50 mm Länge bei einer Ziehgeschwindigkeit von 3 mm/h und 7 - 10 U/min erhalten. Tiegelmateriale ist Iridium. Gezogen wird unter HF (1.8 bar)/Ar (2.5 bar). Ar dient als Ballastgas für die Induktionsheizung. Problematisch ist die Bildung von Schollen aus Oxyfluorid auf der Schmelzoberfläche, wenn Sauer-

stoff nicht sorgfältig ausgeschlossen wird. Als Keimmaterial dient YLiF_4 , optimale Ziehrichtung ist $[001]$. Die BiLiF_4 -Kristalle haben eine Dichte von 6.1 gcm^{-3} , eine Vickers-Härte von 210 ± 15 und einen Transparenzbereich von 240 bis 8000 nm. In situ-Dotierung mit Seltenen Erden ergab, daß Pr bis 1 Mol% eingebaut werden kann. Bei Dotierung mit Er ist das Kristallwachstum bereits bei 0.5 Mol% polykristallin.

Einkristalle mit 1 cm Durchmesser und 2 cm Länge von Yb_2SrF_8 wurden von P. Selgert nach dem Czochralski-Verfahren gezüchtet. Gearbeitet wurde unter fluorhaltiger Atmosphäre (HF oder Ar/5 % F_2) mit Platintiegel in einer Monelanlage. Mischkristalle aus Seltenerdfluoriden und Erdalkalifluoriden haben bei hohen Temperaturen eine Tysonit (LaF_3)-Struktur mit Anionenlücken. Die hohe Anionenbeweglichkeit ermöglicht Ionenleitfähigkeit. Im System SrF_2 - YbF_3 liegt das Maximum der Schmelztemperatur (1035° C) bei 32 Mol% SrF_2 . Dies entspricht ziemlich genau der Zusammensetzung Yb_2SrF_8 . Unterhalb von ca. 800° C ist die Tysonitstruktur thermodynamisch nicht stabil, kann jedoch auf Raumtemperatur abgeschreckt werden. Beim Tempern entmischt sich $\text{Yb}_{2/3}\text{Sr}_{1/3}\text{F}_{8/3}$ ($P\bar{3}c1$, $Z = 6$) in $\text{Yb}_{0.41}\text{Sr}_{0.59}\text{F}_{2.05}$ ($R\bar{3}$, $Z = 3$) und YbF_3 ($Pnma$, $Z = 1$).

An die Einkristallzüchtung der sehr hoch schmelzenden (1800 - 2600° C) SE-Chalkogenide durch gerichtetes Erstarren in verschweißten W- oder Mo-Ampullen hat sich K. Fischer herangewagt. Bei den hohen Temperaturen sind die Ampullen keine abgeschlossenen Systeme. Um 2300° C lassen z.B. 2 mm starke W-Wände bei ca. 10^{-4} Torr noch einige $10^{-4} \text{ g O}_2 \text{ cm}^{-2}\text{h}^{-1}$ durch. Will man also verhindern, daß sich SE-Oxychalkogenide bilden, so muß der Sauerstoffpartialdruck in der Ampullenumgebung so gering wie möglich gehalten werden. Im Vakuumsystem ist das Kühlwasser der HF-Heizung eine unvermeidliche Sauerstoffquelle. Die erfolgreiche Kristallzüchtung erfordert daher die Präsenz eines Sauerstoff-Getters in Ampullennähe. Als hierfür geeignet haben sich Metalle wie z.B. Ti oder Ta im Gleichgewicht mit ihren Oxiden erwiesen.

Es konnten Einkristalle bis 40 mm Länge gezüchtet werden. SE-Chalkogenidkristalle sind z.B. interessant als magnetische Halbleiter. Ein Übergang vom halbleitenden in den leitenden Zustand ist zu beobachten, wenn man Se in den SE-Chalkogeniden teilweise durch Te ersetzt.

G. Müller untersuchte die thermisch angeregte Auftriebskonvektion in zylinderförmigen Behältern und deren Einfluß auf das Kristallwachstum durch gerichtetes Erstarren in Anordnungen mit Temperaturgradienten parallel zur Schwerkraft. Für zwei Modellschmelzen (Ga, Wasser) mit jeweils gegebener Prandtlzahl Pr (= kinemat. Viskosität/Temperaturleitfähigkeit) wurde das Strömungsverhalten als Funktion des Geometrieverhältnisses h/d

(Höhe/Durchmesser) und der Rayleighzahl Ra (Auftriebs-term) berechnet. Anhand der mit einem Lichtschnittverfahren sichtbar gemachten Konvektionsströmungen in Wasser konnte festgestellt werden, daß die Strömungsbilder in Theorie und Experiment gute qualitative Übereinstimmung zeigen. Auch das Auftreten von Dotierstreifen in Te-dotierten GaSb-Einkristallen, die nach "top-seeding" mit dem vertikalen Bridgman-Verfahren gezüchtet wurden, ließ sich anhand der Modellrechnungen voraussagen.

Mit den Auswirkungen von Konvektionsvorgängen in dotierten Germaniumschmelzen auf die Dotierhomogenität von Ge-Einkristallen beschäftigte sich auch H. Walter in seinem Bericht über Experimente zum gerichteten Erstarren von Germaniumschmelzen während der verschiedenen Beschleunigungsphasen in einer Versuchsrakete (Programm TEXUS = Technische Experimente Unter Schwerelosigkeit). In einer Bridgman-Anordnung befindet sich mit $10^{17} - 5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ Gallium-dotiertes Germanium im BN-Tiegel mit Tantal-Gehäuse. Heizquelle ist ein Gradientenofen mit axialem Temperaturfluß. Während des Versuchs wird die Phasengrenzfläche alle 4 sec durch Stromimpulse (50 A/cm^2) markiert. Die Erstarrungsrate liegt bei $30 \mu\text{m/sec}$. Während des freien Falls der Rakete herrscht 6 min lang eine Gravitation von 10^{-4} g . Die Versuchsauswertung hat gezeigt, daß unter solchen Mikrogravitationsbedingungen eine striationsfreie Erstarrung der hochdotierten Schmelze erfolgt und daß Änderungen der Beschleunigung Dotierinhomogenitäten erzeugen. Die erhaltenen Kristalle wurden auf einem γ -Diffraktometer mittels Rockingkurven charakterisiert.

Ebenfalls mit dem Bridgman-Verfahren züchtete H. Czichy p-leitende CdTe-Kristalle aus Tellur-reichen Schmelzen. Von besonderem Interesse war die Untersuchung des Einflusses der Abkühlrate (= Produkt aus Absenkgeschwindigkeit und Temperaturgradient) auf die Homogenität der Kristalle. Die Züchtung erfolgte in einem Dreizonenofen im Temperaturintervall $900 - 700^\circ \text{ C}$ mit einem Gradienten von 58 K/cm . Bei ebener bis leicht konvexer Wachstumsfront konnten bleistiftdicke Einkristalle bis 30 mm Länge gezüchtet werden. Die CdTe-Kristalle wurden durch Strukturätzen und Röntgentopographie charakterisiert. Dabei zeigte sich, daß sie eine mosaikartige Struktur mit Kleinwinkelkorngrenzen um 0.1° besitzen. Am besten war die Kristallqualität bei einer Abkühlrate von 0.4 K/h . Elektrische Charakterisierungsmessungen ergaben eine leichte Abnahme des spez. Widerstandes von der Ampullenspitze bis zum Ende des Kristalls sowie Inhomogenitäten in der Ladungsträgerbeweglichkeit. Die Meßwerte wurden ebenfalls von der Abkühlrate beeinflusst.

E. Naumann berichtete über die Züchtung von Mischkristallen zwischen Rb_2CrCl_4 und Rb_2MnCl_4 , die bei Temperaturen um 50 K ferro- und antiferromagnetisches Verhalten zeigen. Die Mn-Verbindung ist hellorange und schmilzt bei 462° C inkongruent, die Cr-Verbindung ist dunkelbraun und hat einen kongruenten Schmelzpunkt bei 551° C . Zwischen beiden Substanzen besteht lückenlose Mischkristallbildung.

Die Züchtung der Mischkristalle erfolgte vornehmlich nach dem Bridgman-Stockbager-Verfahren. Präparation und Kristallzüchtung müssen unter sorgfältig gereinigtem Schutzgas durchgeführt werden, da die Substanzen sauerstoff- und feuchtigkeitsempfindlich sind. Das antiferromagnetische Rb_2MnCl_4 kristallisiert im K_2NiF_4 -Typ (I4/mmm), die ferromagnetische Cr-Verbindung in einer damit eng verwandten Überstruktur (Bbcm). Tragende Baueinheit der Kristallstruktur sind eckenverknüpfte MeCl_6 -Oktaeder, deren leichte Verzerrung beim Rb_2CrCl_4 für die Überstruktur verantwortlich ist. Bei den Mischkristallen $\text{Rb}_2\text{Mn}_{1-x}\text{Cr}_x\text{Cl}_4$ erfolgt der Strukturwechsel bei $x = 0.41$.

4. Züchtung aus der Lösung

Abgesehen von den III-V-Materialien, die in diesem Bericht bereits abgehandelt wurden, hatten 8 Beiträge die Lösungszüchtung von Einkristallen sehr unterschiedlicher Substanzen zum Gegenstand.

F.B. Siebers berichtete über die Hydrothermalzüchtung dotierter Quarze und beobachtete unterschiedliche Konzentration der Dotierelemente in kristallographisch äquivalenten Wachstumssektoren. Die Züchtungsversuche wurden im Temperaturbereich $300 - 450^\circ \text{ C}$ und im Druckbereich $200 - 1500 \text{ bar}$ unter Verwendung von K_2CO_3 , KOH oder NH_4F als Löslichkeitserhöhende Mineralisatoren in mit Silber ausgekleideten Stahlautoklaven durchgeführt. Hauptsächlich wurde der Einbau von Al^{3+} und Fe^{3+} untersucht.

Für beispielsweise Fe^{3+} gibt es die folgenden Unterschiede beim Einbau in das Quarzgitter:

- alkalikompensiertes Fe^{3+} auf Si^{4+} -Gitterplatz
- wasserstoffkompensiertes Fe^{3+} auf Si^{4+} -Gitterplatz
- Fe^{3+} auf Zwischengitterplatz mit verzerrt tetraedrischer Koordination

Im $\langle c \rangle$ -Wachstumssektor (Fläche (0001)) ergibt sich für a) und c) eine Gleichverteilung der Verunreinigung. Für die $\langle r \rangle$ -Wachstumssektoren (Flächen $\{10\bar{1}1\}$) ist der Einbau gemäß a), b) und c) sehr unterschiedlich auf äquivalenten Plätzen. Gleiches gilt für die $\langle z \rangle$ -Wachstumssektoren (Flächen $\{01\bar{1}1\}$). Ursache dafür ist eine unterschiedliche kinetische Bedienung der Plätze. Die Anisotropie des Dotierstoffeinsbaus ist nach Bestrahlung der gezüchteten Quarze gut an der unterschiedlichen Farbtiefe zu erkennen. Man stellt zudem Pleochroismus und optische Zweiachsigkeit in den betroffenen Wachstumssektoren fest. Tempern bei ca. 600° C läßt die Anisotropieeffekte verschwinden.

Vier Beiträge aus dem Gebiet der Kristallzüchtung aus wässrigen Lösungen kamen vom Kölner Institut für Kristallographie. S. Haussühl und L. Bohatý präsentierten ihre eindrucksvollen Ergebnisse, die sie bei der Züchtung großer Einkristalle mit nicht-zentrosymmetrischen Kristallstrukturen erzielen konnten. Die Kristalle wurden hinsichtlich ihrer elastischen, elektrostriktiven und elektrooptischen Eigenschaften durch Bestimmung der entsprechenden Tensoren charakterisiert.

Durch Lösungsmittelverdunstung bei 35 - 40° C wurden große Kristalle von Glukose-Natriumhalogenid-Hydraten ($C_6H_{12}O_6 \cdot NaX \cdot H_2O$, X = Cl, Br, J) gezüchtet. Die Verbindungen kristallisieren in der Raumgruppe $P3_1, 2, 12$, sind optisch aktiv, optisch positiv, zeigen relativ große elektrostriktive und kleine elektrooptische Effekte.

Guanidiniumjodid $(NH_2)_3CJ$ ($P6_3mc$) wurde durch langsames Eindunsten der Lösung bei 35° C gezüchtet. Die durch Zersetzung auftretende Jodabscheidung kann durch Zusatz von 0.5 % H_3PO_2 als Stabilisator stark vermindert werden. Bei der Charakterisierung der Kristalle ergaben sich ein sehr starker longitudinaler piezoelektrischer und ein starker pyroelektrischer Effekt.

Einkristalle von Zinkdiguanidiniumsulfat $Zn C(NH_2)_3 2(SO_4)_2$ ($I\bar{4}2d$) wurden aus reinen wässrigen Lösungen durch Abkühlen von 45 auf 35° C oder langsames Eindunsten bei 40° C erhalten. Durch Einsetzen unverzwilligter Keimkristalle kann die sonst üblicherweise auftretende Zwillingsbildung unterdrückt werden.

Ebenfalls durch Eindunsten des Lösungsmittels bei Temperaturen um 30° C wurden große Einkristalle von $Na_2S \cdot 9H_2O$ ($P4_3, 1, 22$) und $NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$ ($P2_1, 2, 1$) gezüchtet. Beide Kristallarten dehydratisieren an trockener Luft, das Sulfid ist hygroskopisch. Die Kristalle zeigen nur schwache elektrostriktive und elektrooptische Effekte, eine Folge des elektrooptisch quasi-inaktiven Kristallwassers.

Die Palette der charakterisierten Lithium-Verbindungen konnte durch das Lithiumhydrogenphosphit LiH_2PO_3 und das Lithiumhydrogenphosphat LiH_2PO_4 (Kristallklasse jeweils $mm2$) erweitert werden. Einkristalle des Phosphits wurden aus reiner wässriger Lösung durch Eindunsten bei ca. 45° C erhalten. Probleme bereitet die gewöhnlich auftretende Zwillingsbildung, die jedoch durch sorgfältig ausgewähltes Keimmateriale verhindert werden kann. Das Phosphat hat einen negativen Löslichkeitskoeffizienten. Zur Züchtung von Einkristallen ist in der wässrigen Lösung ein 35%iger Überschuß an H_3PO_4 erforderlich.

Beide Kristallarten sind in trockener Atmosphäre stabil, stark anisotrop, von beachtlicher Härte und zeigen jeweils einen großen pyroelektrischen Effekt, der demjenigen des Turmalins vergleichbar ist.

L. Wiehl hat derzeit die sicher nicht einfache Aufgabe, Einkristalle von Eisenpicolyaminchlorid zu züchten, einer sog. Spinübergangsverbindung, von denen etwa 50 bekannt aber noch unzureichend charakterisiert sind. Die Struktur der Eisenverbindung enthält Wasserstoffbrücken; die Raumgruppe ist $P2_1/c$. Das Fe^{2+} -Ion mit seiner $3d^6$ -Elektronenkonfiguration hat einen High Spin-Zustand auf dem Energieniveau 5T_2 und einen Low Spin-Zustand auf dem Niveau 1A_1 . Zwischen beiden Niveaus ist wegen ihrer engen Nachbarschaft ein thermischer Übergang möglich.

Einkristalle der Spinübergangsverbindung sowie ihres Zn-Analogons wurden aus der Lösung mit absolutem Äthanol durch Eindunsten des Lösungsmittels bei 40° C gezüchtet. Die Züchtung muß unter striktem Luftabschluß unter Schutzgas (N_2) erfolgen. Die Verdunstungsrate und damit die Wachstumsgeschwindigkeit werden über den Schutzgasstrom gesteuert. Es gelang bisher, Einkristalle bis $7 \times 2 \times 2 \text{ mm}^3$ Größe zu züchten.

Einen Beitrag zur Kristallzüchtung aus Schmelzlösungen lieferte M. Behruzi, dem es gelang, bis zu 10 mm große Kristalle von $LiFeSi_2O_6$ ($C2/c$), $LiCrSi_2O_6$ ($C2/c$) und $LiFeGe_2O_6$ ($P2_1/c$) aus einem Lithiummolybdat/Vanadiumoxid-Flux zu züchten. Die Silikate sind mit dem Pyroxen Spodumen ($LiAlSi_2O_6$) isotyp. Bei Mischkristallen der LiFe-Verbindungen ergibt sich bei 30 Mol% des Germanats eine Änderung der Kristallsymmetrie. Größere Einkristalle der genannten Verbindungen werden für Neutronenbeugung und magnetische Messungen benötigt.

Die Züchtung erfolgt in einem Pt-Tiegel, der sich in einer Sillimanit-Hülle befindet. Der dreh- und kippbare Pt-Tiegel besteht aus zwei zusammengesetzten Halbkugeln, die durch ein Pt-Sieb getrennt sind. Die Lösung wird in der einen Kugelhälfte durch beschleunigte Tiegeldrehung gesättigt, die gesättigte Lösung dann durch Kippen des Tiegels in die zweite Kugelhälfte dekantiert, wobei das Ungelöste im Pt-Sieb hängenbleibt. Auf diese Weise kann man sich langwierige Löslichkeitsuntersuchungen sparen. Keimbildung in der gesättigten Lösung wird mittels eines luftdurchströmten Kühlfingers initiiert. Durch langsames Abkühlen der Lösung von 1200 auf 800° C wurden die genannten Einkristalle erhalten.

Die Möglichkeiten einer Züchtung größerer $InPS_4$ -Einkristalle aus der gasförmigen Lösung zeigte R. Diehl anhand einer thermochemischen Studie des Vierkomponentensystems In-P-S-J auf.

Das strukturell von der Zinkblende abgeleitete InPS_4 ist aufgrund seiner nichtzentrosymmetrischen Kristallstruktur ($I\bar{4}$), seines großen Transparenzbereichs ($0.3 - 8 \mu\text{m}$) und seiner Lichtbrechungseigenschaften ein sehr interessantes nichtlinearoptisches Material. Für die Züchtung von InPS_4 -Einkristallen erscheint der chemische Transport mit Jod im Temperaturbereich $550 - 600^\circ \text{C}$ als geeignetes Verfahren. Schwierigkeiten bereitet jedoch das unerwünschte Auftreten einer zweiten In-P-S-Phase, die das Kristallwachstum des InPS_4 stört.

Unter Berücksichtigung aller bisher im studierten System bekannten Verbindungen wurde das Existenzgebiet des InPS_4 , in welchem es im Gleichgewicht mit seiner Gasphase ist, als Funktion von ausgewählten unabhängigen Systemvariablen berechnet. Durch geeignete Wahl von experimentell mit diesen Variablen korrelierten Parameterwerten lassen sich optimale Züchtungsbedingungen für InPS_4 voraussagen, die bis zum Entwurf einer geeigneten Züchtungsapparatur und Versuchsführung gehen.

Im Rahmen der Jahrestagung wurde am Nachmittag des letzten Tages Gelegenheit geboten, einige den Kristallzüchter interessierende Einrichtungen des Instituts für Festkörperforschung der KFA Jülich zu besichtigen. Hierfür sei an dieser Stelle Herrn Wenzl und seinen Mitarbeitern herzlich gedankt. Rund 30 Tagungsteilnehmer machten von dem Angebot Gebrauch. Nach Stärkung in der KFA-Kantine konnten u.a. die sehr elegante und effektive, auf der Auswertung von Fernsehbildsignalen beruhende Durchmesserregelung bei der Czochralski-Züchtung, die Einrichtungen zur Präparation und Kristallzüchtung von Seltenerd-Chalkogeniden und das imposante γ -Diffraktometer in Augenschein genommen werden. Der Besuch in der KFA Jülich war ein würdiger Abschluß einer nicht nur nach Ansicht des Berichterstatters gewinnbringenden Woche.

Roland Diehl



Si-Ziehen mit Magnetfeld

Stuttgart (ag). Im Rahmen eines staatlichen Auftrages, der mit 1,2 Mio. Dollar dotiert ist, beginnt Westinghouse Electric Corp. mit der Entwicklung eines neuen Czochralski-Ziehverfahrens für Silizium-Kristalle. Im Gegensatz zu den herkömmlichen Verfahren wird das geschmolzene Silizium einem starken Magnetfeld ausgesetzt. Damit wird die Viskosität des Si erhöht, thermische Konvektionsströmungen werden unterdrückt und die Temperatur an der Oberfläche des Materials kann konstanter gehalten werden. Ohne das angelegte Magnetfeld mußten bisher Dotierungs- und Sauerstoff-Verunreinigungen in Kauf genommen werden. Der spezifische Widerstand (gemessen über Mikrometerstrecken) konnte bisher in einem Bereich von 25 bis 40 Prozent variieren. Mit der neuen Methode soll der Wert auf rund 5 Prozent gesenkt werden können.

aus der Zeitschrift eee (Konradin-Verlag)

+++++

SCHMUNZELECKE

Nahwestliche (Gegensatz: fernöstliche) Weisheiten

- Der Mensch steht im Mittelpunkt - und somit allen im Wege
- Auch Dogmen befreien - von der Last der Fakten
- Lorbeeren, auf denen man sich ausruht, werden zu Disteln
- Die unbequemste Art der Fortbewegung ist das In-Sich-Gehen
- Das Schlimmste an den Menschen ist nicht ihre Unwissenheit, sondern daß sie so Vieles wissen, was gar nicht stimmt
- Originalität ist die Kunst, sich zu merken, was man gehört hat, und zu vergessen, von wem man es gehört hat
- Propaganda ist die Kunst, anderen Menschen zu beweisen, daß sie unserer Meinung sind
- Spezialisten sind Menschen, die immer perfekter einseitig werden
- Nichts kann so befriedigend heiter stimmen wie die Mitwisserschaft des Lächerlichen in einer angestrengt auf Würde bedachten Runde

+++++

EINE ÜBERSICHT ÜBER

Kristallzüchtung im Weltraum: Experimente und Versuchsabläufe in Spacelab 1

Als die Weltraumfähre Columbia vom Kennedy Space Center, Florida, mit Spacelab 1 an Bord pünktlich um 11.00 h Ortszeit abhob, begann für die europäischen Nationen zum erstenmal die Möglichkeit, über einen längeren Zeitraum wissenschaftliche Experimente unter reduzierten Schwerkraftbedingungen durchzuführen. Es wurden über 70 Einzelexperimente zu folgenden Forschungsbereichen durchgeführt: Medizin, Biologie, Materialwissenschaften, Sonnenbeobachtung, Erdbeobachtung, Atmosphärenphysik, Astronomie und Plasmaphysik. Im Rahmen der Materialwissenschaften wurde in folgenden Bereichen experimentiert:

Metallurgie, Physik der Flüssigkeiten und Kristallzüchtung. Im folgenden Beitrag wollen wir auf die Durchführung der Kristallzüchtungsexperimente sowie auf Ergebnisse, soweit diese bereits zur Verfügung stehen, eingehen. Folgende Experimente wurden von Institutionen aus der Bundesrepublik Deutschland betreut:

Spiegelofen - Experimente

- Zonenziehen von Si ES 321
Kristallographisches Institut der Universität Freiburg;
A. Eyer und R. Nitsche
- Kristallisation eines Si-Tropfens ES 324
Wacker Chemie, München; H. Kölker
- Lösungs-Zonenziehen von CdTe ES 322
Kristallographisches Institut der Universität Freiburg;
R. Dian, R. Schönholz und R. Nitsche

- Lösungs-Zonenziehen von GaSb ES 323
Physikalisches Institut, Kristalllabor, Universität Stuttgart;
G. Nagel und K.W. Benz
Mit-Vorbereitung: G. Müller, Universität Erlangen-Nürnberg

Gradientenofen-Experiment

- Gerichtete Erstarrung des Eutektikums InSb-NiSb ES 319
Institut für Werkstoffwissenschaften VI, Kristall-Labor
Universität Erlangen-Nürnberg
P. Kyr und G. Müller

Einzelexperiment mit besonderer Experimentiereinrichtung

- Kristallzüchtung von Proteinen ES 334
Chemisches Laboratorium der Universität Freiburg
W. Littke

Die Vorbereitungen der Züchtungsexperimente wurden durch das Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) unter der Projekträgerschaft der Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DFVLR) durchgeführt. Eine besondere Züchtungsapparatur stellt der vom Kristallographischen Institut der Universität Freiburg entwickelte Doppel-ellipsoid-Spiegelofen dar. Die Flugeinheit wurde von der Firma Dornier, Friedrichshafen, gebaut. Der prinzipielle Aufbau der Laborversion ist in Abb. 1

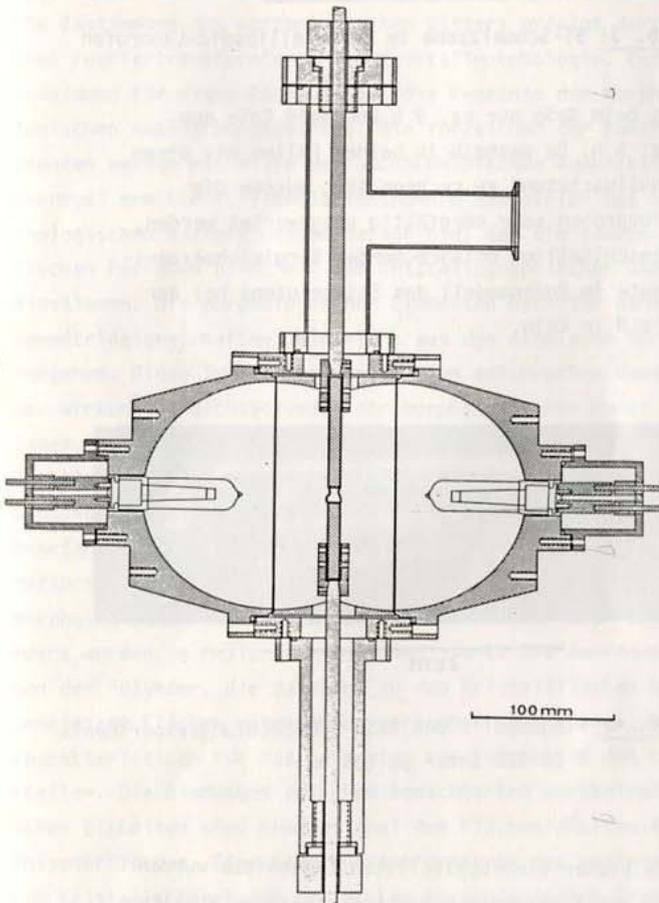


Abb. 1: Prinzipskizze des Doppelellipsoid-Spiegelofens für den Einsatz in Space-Lab-Missionen

dargestellt. Die Probe sitzt im gemeinsamen Brennpunkt der Ellipsoide. Das Aufheizen der Probe geschieht durch zwei in den außenliegenden Brennpunkten des Doppelellipsoids befindliche Halogenlampen. Die Züchtung erfolgt durch Bewegung des Ofens bei feststehender Probe. Zum Ausgleich von Temperatursymmetrien kann die Probe gedreht werden.

Von Züchtungsexperimenten im Weltraum erhoffen wir uns Aussagen zu folgenden Punkten und Problemstellungen:

- Durch den Wegfall schwerkraftgetriebener Konvektion in der Schmelze bzw. Lösung sollte eine Verminderung von Dotierstoffstreifungen und Baufehlern, die durch Temperatur- und Konzentrationsschwankungen an der wachsenden Phasengrenzfläche entstehen, möglich sein. Somit sollten sich unter reduzierten Schwerkraftbedingungen homogen dotierte Kristalle mit einer geringen Defektdichte herstellen lassen.
- Kenntnisse über den Einfluß der oberflächen-spannungsgetriebenen Konvektion (Marangoni-Effekt) auf das Kristallwachstum. Schwere- und Marangonikonvektion lassen sich auf der Erde kaum trennen.
- Bei Züchtung aus Lösungen sollte ein weitgehend diffusionskontrollierter Materialtransport möglich sein. Damit sollte eine Zunahme der Kristallperfektion erwartet werden.

Die Vorbereitung der Space-Züchtungsexperimente mußte teilweise unter "härteren" Bedingungen gegenüber dem Labor erfolgen. So mußten für die Ampullenexperimente (GaSb und CdTe) verschiedene Testläufe stattfinden, z.B. Schüttel- und Hochtemperaturtests, um den besonderen Bedingungen des Raumflugs zu genügen.

Während des Raumflugs von Spacelab 1 waren A. Eyer und K.W. Benz im Kontrollzentrum der NASA in Houston, um die deutschen Kristallzüchtungsexperimente wissenschaftlich zu begleiten. Zusammen mit den Kollegen in Oberpfaffenhofen (Deutsches Kontrollzentrum) wurden die Versuchsabläufe den ständig wechselnden Bedingungen des Raumflugs angepaßt. Es waren für alle Beteiligten 12 aufregende Tage.

Bisherige Ergebnisse:

Alle Züchtungsexperimente konnten vom technischen Ablauf her als Erfolg bezeichnet werden. Eindrucksvoll war insbesondere die Mitgestaltung der Si-Züchtung während des Experimentes durch A. Eyer. Bei diesem Experiment (ES 321) wurde ein auf der Erde vorgefertigter Si-Einkristall (Abb. 2, Ausgangskristall) nach dem Floating-Zone-Verfahren rekristallisiert. Ein farbiges

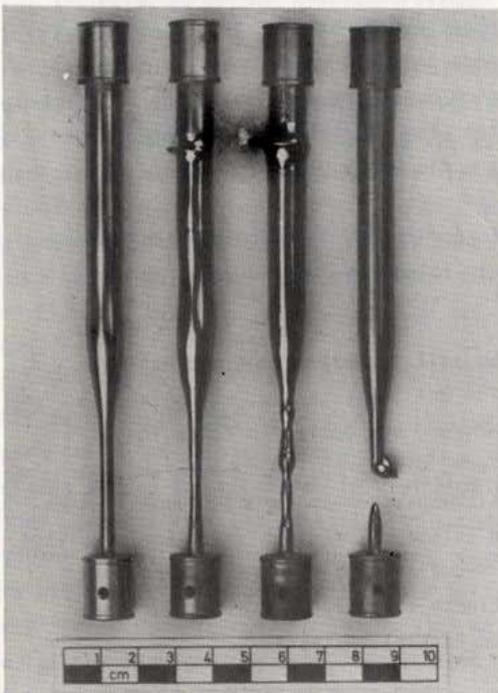


Abb. 2: Siliziumkristalle. Von links nach rechts:

- Ausgangskristall
- 1g-Referenzkristall
- μg -Kristall (erfolgreich)
- μg -Kristall (fehlgeschlagen)

Bild der flüssigen Si-Zone wurde live auf die Erde übertragen (Abb. 3 zeigt eine Si-Schmelzzone im Laborofen). Gleichzeitig hatte A. Eyer Sprechkontakt mit den Wissenschaftsastronauten B. Lichtenberg und U. Merbold, um Ratschläge für die Einstellung der Lampenleistung zu geben. Bei zu hoher Lampenleistung wird die flüssige Zone zu lang und kann abschnüren, bei zu kleiner Lampenleistung können die beiden Teile des Si-Stabes im Innern der Zone zusammenwachsen.

Der erste Versuch konnte durch diese Unterstützung des Experimentators trotz sehr kritischer und damit für den Experimentator nervenaufreibender Schmelzonenformen bei Versuchsbeginn erfolgreich durchgeführt werden (Abb. 2, erfolgreicher μg -Kristall). Beim zweiten Versuch konnte ein Abschnüren der Zone nicht verhindert werden (Abb. 2, fehlgeschlagener μg -Kristall). Da beide Versuche identische Zielsetzung hatten, konnte der Fehlschlag trotz großer Enttäuschung verkraftet werden.

Der Kristall des gelungenen Versuchs wurde mittlerweile untersucht. Es wurden deutlich weniger Dotierstoffstreifen gefunden, aber er ist keineswegs streifenfrei. Dieser Befund läßt auf eine dominante Rolle der Marangoni-Konvektion schließen. Bestätigt ist diese Erkenntnis auch durch ein Züchtungsexperiment in einer Höhenforschungsrakete aus dem Jahre 1983.

Die Ampullenexperimente GaSb (Abb. 4) und CdTe wurden durch technische Pannen leider vorzeitig abgeschaltet und konnten trotz dem Einsatz aller Beteiligten nicht wiederholt werden. Anstatt 24 h Züchtungszeit waren

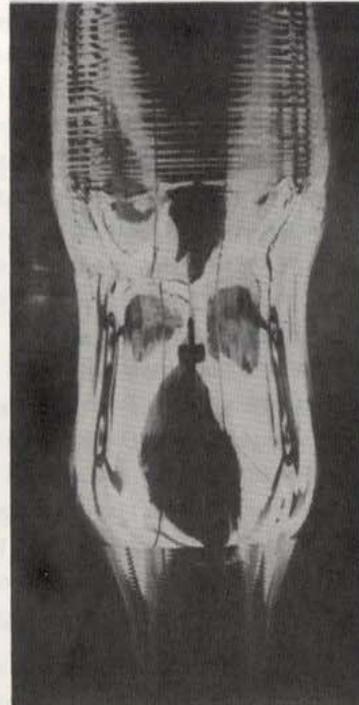


Abb. 3: Si-Schmelzzone im Doppellellipsoid-Laborofen

es beim GaSb nur ca. 9 h und beim CdTe nur ca. 5 h. Da deshalb in beiden Fällen mit einem "Nullwachstum" zu rechnen ist, müssen die Flugproben sehr sorgfältig ausgewertet werden, einschließlich entsprechender Vergleichsexperimente im Bodenmodell des Spiegelofens bei der DFVLR in Köln.

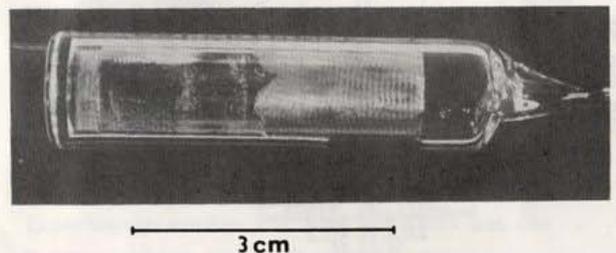


Abb. 4: Flugampulle des GaSb-THM-Züchtungsexperiments 1 ES 323 unter μg (GN 93)

Die bisher eindrucksvollsten Ergebnisse wurden bei der Züchtung von Proteinkristallen erhalten. Im Falle der β -Galactosidase wurden Kristalle mit 0,6 mm Kantenlänge (Erdlabor: 0,2 mm, damit Volumenvergrößerung um den Faktor 27) erhalten.

Beim Lisozym wuchsen Kristalle mit ca. 2 mm Durchmesser (Volumenvergrößerung um den Faktor 1.000). Damit sollte bei diesen Materialien eine verbesserte Röntgenstrukturanalyse möglich sein.

Klaus-Werner Benz, Kristalllabor der Universität Stuttgart

Achim Eyer, Kristallogr. Institut der Universität Freiburg

KRISTALLFORSCHUNG IN D

Institut für Mineralogie und Mineralische Rohstoffe der TU Clausthal

Korrespondenz zwischen Kristallstruktur und Morphologie

Pseudosymmetrien beeinflussen das Kristallwachstum. Ähnlich wie Schraubenachsen und Gleitspiegelebenen erzeugen auch pseudo-spezielle Anordnungen der Moleküle und Atomgruppen in den Strukturen Teilungen bestimmter Netzebenenabstände. Das morphologische Gitter besitzt daher in der Regel eine höhere Symmetrie als das strukturelle Gitter. Die Bestimmung des morphologischen Gitters erfolgt durch eine Fouriertransformierte der Kristallmorphologie. Entscheidend für diese Rechnung ist die Kenntnis der morphologischen Auslöschungsgesetze. Die Vorzeichen der Koeffizienten werden mit Hilfe der GOLDSCHMIDT'schen Komplikationsregel ermittelt. Translationshöhere Symmetrien des morphologischen Gitters weisen darauf hin, daß die energetischen Perioden nicht mit den kristallographischen übereinstimmen. Die morphologischen Einheiten besitzen daher Symmetrieeigenschaften, die nicht aus den Atomlagen hervorgehen. Diese Symmetrieeigenschaften entsprechen denen der Wirkungsbereichspolyeder der morphologischen Punktgruppen. Ein Wirkungsbereichspolyeder einer morphologischen Punktgruppe P_0 wird von den Mittelnormalebenen auf den Verbindungslinien von P_0 zu den zu P_0 symmetrieäquivalenten Punkten begrenzt. Das Wirkungsbereichspolyeder wird als reziproker Kristall und der strukturelle Inhalt als morphologische Einheit bezeichnet. Die Flächen des Polyeders werden im reziproken Raum indiziert. Die Anordnungen der Polyeder, die parallel zu den Kristallflächen über gemeinsame Flächen miteinander verknüpft sein können, sind charakteristisch für das Auftreten von Flächen an den Kristallen. Die Bindungen zwischen benachbarten morphologischen Einheiten sind proportional den Flächeninhalten der Polyederflächen. Eine Fouriertransformierte des reziproken Kristalls führt zum reziproken morphologischen Translationsgitter (Vorzeichen und Fourierkoeffizienten sind hier nicht bekannt). Diesem Gitter werden die Zentralabstände für den theoretisch zu berechnenden Kristall entnommen.

Nach LACMANN wird die spezifisch-freie Oberflächenenergie für einfache Translationsgitter nach der Gleichung

$$\sigma = \frac{1}{2} \cdot \frac{N}{V} \cdot \sum_i \frac{|w_i \cdot w_{hkl}|}{|w_{hkl}|} \cdot \phi_i \quad (1)$$

berechnet (N Anzahl der Gitterpunkte in der Elementarzelle, V Volumen der Elementarzelle, w_i Bindungsvektor, w_{hkl} (hkl)-Vektor im reziproken Raum, ϕ_i Bindungsstärke). Setzt man die w_i den Vektoren zwischen benachbarten morphologischen Punkten und die ϕ_i -Werte den Flächeninhalten der Polyederflächen des reziproken Kristalls gleich, so ist die spezifisch freie Oberflächenenergie proportional der Polyederoberfläche parallel zur Kristallfläche, dividiert durch den Inhalt der Netzebenenmasche. Die Verschiebungsgeschwindigkeiten der Kristallflächen erhält man durch Modifizierung der Gleichung (1).

$$\sigma' = \frac{1}{2} \cdot \frac{N}{V} \cdot \frac{n}{N} \cdot \sum_i \frac{|w_i \cdot w_{hkl}|}{|w_i| \cdot |w_{hkl}|} \cdot \phi_i \quad (2)$$

$$= \frac{n}{2V} \cdot s(hkl) \quad (3)$$

$$= \frac{1}{2} \cdot d^* (nh, nk, nl) \quad (4)$$

Die Summe in Gleichung (2) (hier sind alle Oberflächenvektoren w_i zu berücksichtigen) ist die Projektion der Polyederflächen auf die (hkl)-Netzebenenmasche (3). n hängt von der Zahl der morphologischen Einheiten pro Wachstumsschicht und von der Translationsymmetrie des reziproken Translationsgitters ab. Die σ' -Werte sind die Zentralabstände eines Wirkungsbereichs des reziproken morphologischen Gitters mit dem Umsprung als Zentralpunkt (4). Die Methode der Fouriertransformierten der Kristallmorphologie stellt eine Erweiterung des KOSSEL-STRANSKI-Verfahrens auf kompliziertere Strukturen dar. Ein Beispiel

Faces	$d^* (hkl)$	$d^*_{rel.}$	E_{att} (kcal mol ⁻¹)
(004)	(002)	11.694	11.799
(111)	(1/2 1/2 1/2)	9.290	7.801
(113)	(1/2 1/2 3/2)	12.437	9.797
			11.793
(400)	(200)	27.363	27.702
(040)	(020)	22.256	22.702
(202)	(101)	14.877	15.018
(022)	(011)	12.570	12.518

Tab. 1:

Relative Verschiebungsgeschwindigkeiten der Flächen von α -Schwefel (Spalte 2) berechnet mit Gleichung (2). Spalte 4 enthält die von HARTMANN berechneten Anlagerungsenergien. In Spalte 3 sind die an Spalte 4 angeglichenen d^* -Werte aufgeführt. Von der Fläche (111) existieren zwei verschiedene Oberflächen.

für den KOSSEL-Kristall ist das NaCl. Das morphologische Gitter von NaCl ist ein P-Gitter mit $a/2$. Der reziproke Kristall (Baueinheit) ist ein Würfel, dessen Ecken antenierend mit Natrium- und Chlorionen besetzt sind. Dieses Modell entspricht dem des NaCl-Octupols, der von LACMANN

zur Berechnung von spezifisch freien Oberflächenenergien eingeführt wurde. Das reziproke morphologische Gitter ist ein P-Gitter. Daraus folgt, daß der Würfel die dominierende Flächenform ist. Da bei dieser Rechnung nur die erste Nachbarschaft berücksichtigt wird, verhalten sich die spezifisch-freien Oberflächenenergien von (100), (110) und (111) wie $1 : \sqrt{2} : \sqrt{3}$.

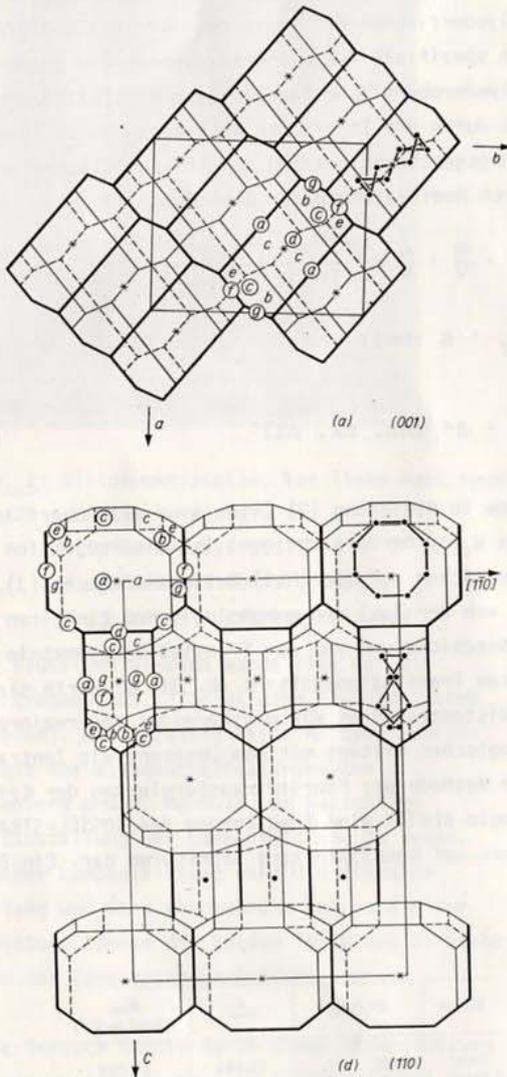


Abb. 1:

Das morphologische Gitter von α -Schwefel (Fddd) hat die Koordinaten $1/8, 1/8, 0$. Die Abbildungen (H. FOLLNER; Cryst. Res. and Technol. 18, 873 (1983)) zeigen die Oberflächen der Wirkungsbereichspolyeder der Punktconfiguration von $1/8, 1/8, 0$ (Fddd) parallel zu den Kristallflächen a (001) und d (110) (a $\{110\}^*$, b $\{201\}^*$, c $\{111\}^*$, d $\{111\}^*$, e $\{001\}^*$, f $\{021\}^*$, g $\{110\}^*$, h $\{310\}^*$). Senkrecht zur Zeichenebene stehende Flächen sind stärker gezeichnet. Buchstaben in einem Kreis kennzeichnen Polyederoberflächen oberhalb und einfache Buchstaben Flächen unterhalb der Zeichenebene. Parallel (001) sind die Polyeder zweidimensional verknüpft. Die Oberfläche von (110) enthält Bänder aus drei miteinander verknüpften Ketten. (001) ist eine F- und (110) eine S-Fläche.

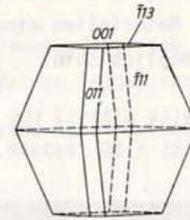


Abb. 2:

Wulff-plot von α -Schwefel mit den in Spalte 2 der Tabelle 1 aufgeführten Zentraldistanzen (Gleichung (4)). (113) verläuft nahezu durch die von (001) und (111) gebildete Kante.

Literatur: Zwischen 1978 und 1983 sind 12 Artikel in den Zeitschriften Kristall und Technik (Crystal Res. and Technol.), Z. Krist., J. Cryst. Growth, N.Jb. Miner. Mh. und Bull. Soc. Franc. Minéral. Cristallogr. erschienen.

Heinz Follner

Institut für Mineralogie und Mineralische Rohstoffe der TU Clausthal

An diesem Institut sind fünf Professoren tätig, die die Fachgebiete Lagerstättenkunde, Geochemie, Petrographie und Kristallographie in Forschung und Lehre vertreten. Zur Zeit sind 109 Mineralogiestudenten in Clausthal immatrikuliert. Die Mineralogie ist stark in die Lehrpläne der technischen Fachrichtungen an der Hochschule einbezogen. Mehr als die Hälfte des Lehrangebotes sind Dienstleistungen.

NEUE BÜCHER

PHYSICAL METALLURGY (2 Bände)
ed. R.W. Cahn und P. Haasen, 2nd ed.,
North Holland 1983; 2050; 500 Dfl.

PASSIVITY OF METALS AND SEMICONDUCTORS
Proceedings of the Fifth International
Symposium on Passivity,
Bombannes/Frankreich
Ed. M. Froment
Elsevier 1983, 766 S., 325 Dfl.

INTERGRANULAR CORROSION OF STEELS AND ALLOYS
von V. Cihal
Elsevier 1984, 428 S., 250 Dfl.

SURFACES AND INTERFACES: PHYSICS AND ELECTRONICS
Proceedings of the 2nd Trieste IUPAP Semiconductor
Symposium, 1982
Ed. R.S. Bauer; North Holland 1983, 650 S., 295 Dfl.

INTERFACES AND CONTACTS
Proceedings of a symposium, Boston, November 1982;
ed. R. Ludeke und K. Rose;
North Holland 1983; 440 S., 240 Dfl.

THE VAPOUR PRESSURE OF PURE SUBSTANCES
von T. Boublik, V. Fried und E. Hala
2nd ed., Elsevier 1984, 972 S., 450 Dfl.

OPTICAL PROPERTIES OF GLASS
von I. Fanderlik; Elsevier 1983; 320 S., 190 Dfl.

LIQUID CRYSTAL POLYMERS I, 1805 S., DM 98,-
LIQUID CRYSTAL POLYMERS II/III, 250 S., DM 138,-
ed. M. Gordon und N.A. Platé, Springer 1984

LANDOLT-BÖRNSTEIN: SEMICONDUCTORS
Group III, Vol. 17 a-i;
ed. O. Madelung, M. Schulz und H. Weiss,
Springer 1983/84

Contents of Volume 17

Subvolume a

Physics of Group IV Elements and III-V Compounds

Introduction

General remarks, semiconductor properties: their definition and methods to their determination

Physical data of semiconductors I: elements of the IVth group and IV-IV compounds, III-V compounds

1982. 1316 figures. XI, 642 pages

Cloth DM 1080,-; approx. US \$418.60

ISBN 3-540-10610-3

Subvolume b

Physics of II-VI and I-VII Compounds, Semimagnetic Semiconductors

Introduction

Physical data of semiconductors II: II-VI compounds, I-VII compounds, semimagnetic semiconductors

1982. 891 figures. XI, 543 pages

Cloth DM 850,-; approx. US \$329.50

ISBN 3-540-11308-8

Subvolume c

Technology of Ge, Si and SiC

Introduction

Technology of Si and Ge, technology of SiC

1984. 738 figures. XIII, 651 pages

Cloth DM 1100,-; approx. US \$426.40

ISBN 3-540-11474-2

Subvolume d

Technology of III-V, II-VI and Non-tetrahedrally Bonded Compounds

Introduction

Technology of III-V compounds, technology of II-VI compounds, technology of HgI₂, technology of Se

Scheduled publication date 1984

Approx. 500 figures. 500 pages

ISBN 3-540-11779-2

Subvolume e

Physics of Non-tetrahedrally Bonded Elements and Binary Compounds I

Introduction

Physical data of semiconductors III: Non-tetrahedrally bonded elements, IA-IB compounds, I,V, compounds, I,VI, compounds, II,IV, compounds, II,V, compounds, II,VII, compounds

1983. 1020 figures. XIII, 533 pages

Cloth DM 890,-; approx. US \$345.00

ISBN 3-540-11780-6

Subvolume f

Physics of Non-tetrahedrally Bonded Binary Compounds II

Introduction

Physical data of semiconductors IV: III,VI, compounds, III,VII, compounds, IV,V, compounds, IV,VI, compounds, IV,VII, compounds, V,VI, compounds, V,VII, compounds

1983. 1061 figures. XII, 562 pages

Cloth DM 950,-; approx. US \$368.20

ISBN 3-540-12160-9

Subvolume g

Physics of Non-tetrahedrally Bonded Binary Compounds III

Introduction

Physical data of semiconductors V: boron compounds, binary transition metal compounds, binary rare earth compounds

Scheduled publication date 1984

Approx. 1050 figures. 500 pages

ISBN 3-540-12744-5

Subvolume h

Physics of Ternary Compounds

Introduction

Physical data of semiconductors VI: tetrahedrally bonded ternary and quasi-binary compounds, ternary transition metal compounds, ternary rare earth compounds

Scheduled publication date 1984

Approx. 600 figures. 300 pages

Subvolume i

Special Systems and Topics

Introduction

Amorphous semiconductors, semiconducting chalcogenide glasses, liquid semiconductors, organic semiconductors

Electronic structure of semiconductor surfaces, semiconductor surfaces and interfaces, hot electrons, electron-hole liquids

Scheduled publication date 1984

Approx. 1000 figures. 500 pages

nen. Voraussetzung ist, daß die Institution, bei welcher das Mitglied beschäftigt ist, bereits ein reguläres Abonnement (US \$ 235/a) unterhält.

Die DGKK-Mitglieder werden weiterhin eingeladen, Review-Artikel, vorzugsweise über elektronische Materialien, anzuregen oder selbst zu verfassen. Ein Honorar wird gezahlt.

Information von: Miss Jill Price, Pergamon Press,
Headington Hill Hall, Oxford OX3 0BW, U.K.

STELLENANGEBOT

University of Bristol - H.H. Wills Physics Laboratory
Post-Doctoral Research Assistant to work on
Synchrotron X-Ray Diffraction Studies of Crystal
Imperfections

The position involves collaboration among Professor A.R. Lang (University of Bristol), Dr. M. Moore (Royal Holloway College, University of London) and the SERC Daresbury Laboratory. The research embraces a range of studies in diffraction physics and applications of X-ray topographic techniques. An interest in diffraction theory and computer simulation of images is desirable. The post is available from April 1st 1984 for a period up to 3 years. Salary on 1A scale according to age and experience.

Applications including CV and names of two referees should be sent to: Professor A.R. Lang, F.R.S., H.H. Wills Physics Laboratory, Royal Fort, Tyndall Avenue, Bristol, BS8 1TL.

STELLENGESUCHE

Dipl.-Mineraloge (27) mit Fachrichtung Kristallographie, Diplom 1983 an der RWTH Aachen, sucht neues Tätigkeitsfeld, evtl. mit Promotionsmöglichkeit. Bisheriges Arbeitsgebiet war die Kristallzüchtung sowie die Kristallcharakterisierung vornehmlich durch Röntgentopographie, DTA und Strukturanalyse. Die Diplomarbeit (Prof. Dr. H. Klapper) hatte die Czochralski-Züchtung und Charakterisierung der Perfektion (Röntgentopographie) organischer Kristalle zum Gegenstand. Langjährige Erfahrungen in der Computeranwendung und Grundkenntnisse in Elektronik vorhanden. Gute Kenntnisse in Technischer Mineralogie. Englisch in Wort und Schrift, Kenntnisse in Französisch.

Angebote erbeten an Thomas Scheffen-Lauenroth,
Institut für Kristallographie der RWTH, Jägerstr. 17-19,
5100 Aachen

PROGRESS IN CRYSTAL GROWTH AND CHARACTERIZATION

Dr. Brian Pamplin als Editor in Chief dieses Journals macht darauf aufmerksam, daß DGKK-Mitglieder künftig für 40 US \$ ein Jahresabonnement dieser Review-Zeitschrift erhalten können.

Materialwissenschaftler aus Polen (40, Eng., M. Sc.), seit Dezember 1981 in der Bundesrepublik ansässig, sucht neue Tätigkeit auf dem Gebiet der Einkristallzüchtung und -technologie. Ausbildung in der Bundesrepublik, Japan, England und der UdSSR. Abschluß an der Technischen Universität Warschau, Schwergewicht bei Electronic Materials Technology. 14 Jahre Tätigkeit beim "Electronic Materials Research and Production Center", davon 12 Jahre als Leiter des sehr erfolgreichen "Laboratory for Synthesis and Crystal Growth". Reiche Erfahrung bei Forschung, Entwicklung und Produktion von Halbleiterverbindungen und deren Einkristallen für elektronische Anwendungen. Polnisch, Russisch, Englisch und Deutsch in Wort und Schrift. Angebote erbeten an Wiesław Krzywiec, bei Fam. Schumacher, Auf der Bergecke 8, 5330 Königswinter 41

Dipl. Mineralogin (32)

mit Staatsexamen in Chemie, im Schuldienst an einer Realschule (Fächer Chemie, Physik, Geographie) sucht Promotionsmöglichkeit über ein Thema aus dem Gebiet der Kristallzüchtung und -charakterisierung. Beurlaubung vom Schuldienst für max. 5 Jahre möglich.

Dipl. 1976, Diplomarbeit über Phasenbeziehungen im System MgO - SiO₂ - H₂O. Erfahrung in der Czochralski-Züchtung von Alkalihalogeniden. Englisch in Wort und Schrift.

Angebote erbeten an Cornelia Sussieck-Fornefeld, Velsstr. 2a 4630 Bochum 1

TAGUNGSKALENDER

1 9 8 4

15. Juni Mainz/D

GVC-Diskussionstagung
"Ähnlichkeitstheoretische Methoden und ihr verstärkter Einsatz in der Praxis"
GVC VDI-Gesellschaft für Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen,
Postfach 1139, 4000 Düsseldorf 1

18. - 20. Juni Princeton (NJ)/U.S.A.

44th Annual Conf. on Physical Electronics
S.L. Bernasek, Dept. of Chemistry
Princeton University, Princeton, NJ 08544, U.S.A.

20. - 22. Juni Santa Barbara/U.S.A.

Electronic Materials Conference
Univ. of California
The Metallurgical Society of AIME,
420 Commonwealth Drive,
Warrendale, PA 15086, U.S.A.

25. Juni - 07. Juli Graz/A

25th Plenary Meeting of the Committee on Space Research (COSPAR)
02. - 04. Juli Symposium "Recent Scientific Results and Developments of Materials Science in Space"
Ives Malméjac, C.E.A.-Centre de Recherches Nucléaires, D.M.G./S.E.M.-85X,
F-38041 Grenoble Cedex

03. - 06. Juli Marseille/F

International Conference on Crystal Growth and Characterization of Polytype Structures
Dr. A. Baronnet, CRMCC-CNRS, Campus Luminy, Case 913, F-13288 Marseille Cedex 9

09. - 13. Juli Bordeaux/F

5e Symposium International sur les Surfactants en Solution
P. Lalaune, Centre de Recherche Paul Pascal, Domaine Universitaire, F-33405 Talence Cedex

15. - 20. Juli Atlantic City/U.S.A.

ACCG-6/ICVGE-6
Dr. W. Bonner, Bell Laboratories
Murray Hill, N.J. 07974

Invited Papers

- A. Jordan, AT&T Bell Laboratories
"Theory and Practice of Reducing the Dislocation Density in GaAs and InP"
- T. Fukuda, Optoelectronics Joint Research Laboratory, Japan
"LEC Growth of Large-Diameter GaAs Single Crystals"
- A.W. Neumann, University of Toronto
"Solid-Liquid Free Energies"
- K. Benson, AT&T Bell Laboratories
"The Role of Oxygen in VLSI Czochralski Silicon-Review"
- B. Wanklyn, University of Oxford
"Flux Growth of Oxides"
- G.M. Loiacono, Philips Labs
"Solution Growth of Electro-Optic Crystals"
- F.A. Kuznetsov, Inst. of Org. Chem., USSR
"Solution Growth of Laser Crystals"
- E. Bauser, Max-Planck-Institut für Festkörperforschung
"Microscopic Growth Mechanisms of Semiconductors: Experiments and Models"
- W.E. Langlois, IBM
"Computer Simulation of Czochralski Melt Convection in a Magnetic Field"
- W.A. Tiller, Stanford University
"Some Unresolved Theoretical Problems in Crystal Growth"
- A.K. Chin, AT&T Bell Laboratories
"Effect of Crystal Growth Defects on Device Performance and Reliability"
- R. Sinclair, Stanford University
"Lattice Imaging"
- G. Rozgonyi, Microelectronics Center of North Carolina
"Characterization of Shallow Semiconductor Interfaces"
- R. Reynolds, DARPA
"Strategic Materials and Crystals Growth"
- K. Bachmann, North Carolina State University
"Interfacing Si Microelectronic Substrates with Bimolecular Systems"
- J.C. Fan, MIT
"Crystal Growth of Photovoltaic Materials"
- J. Narayan, Oak Ridge National Lab
"Interfacial Instabilities During Rapid Crystallization of Semiconductors"
- L. Jastrzebski, RCA Laboratories
"Silicon on Insulators and Graphoepitaxy"
- R.F. Pinizzotto, Texas Instruments, Inc.
"Silicon-on-Insulators: Today or Tomorrow?"
- W.D. Johnston, Jr., AT&T Bell Laboratories
"Laser Fluorescence Spectroscopy of III-V Compound VPE and MOCVD"
- H. Watanabe, NEC Corporation
"Multi-Barrel VPE Growth"
- A. Springthorpe, Bell Northern Research
"Phase Boundaries in III-V Compounds Studied by Close Tube Powder Annealing and Iodine Assisted Vapor Transport"
- M.J. Cardwell, Plessey Research (Caswell) Ltd., United Kingdom
"VPE of High-Purity III-V Compounds"
- J. Bean, AT&T Bell Laboratories
"MBE of Si"
- G. Osbourne, Sandia National Laboratories
"Structure and Electrical Properties of Strained-Layer Superlattices"
- L.J. Giling, Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen, Netherlands
"Hydrodynamics in Si CVD"
- G.R. Srinivasan, IBM
"Recent Advances in CVD Silicon Epitaxy and its Application to High Performance Integrated Circuits"
- F. Rosenberger, University of Utah
"Boundary Layer Flow in CVD"
- J.G. Wilkes, Mullard Ltd.
"Low Pressure Processes in the Chemical Vapour Deposition of Silicon Oxides"
- M.M. Faktor, Queen Mary College, England
"Basis of Selection of Reactants (Precursors) for OMVPE"
- G. Stringfellow, University of Utah
"Thermodynamics Aspects of OMVPE"
- J.P. Duchemin, Thompson CSF, France
"Recent Advances in OMVPE of InGaAsP Alloys"
- D. Botez, RCA Laboratories
"Liquid Phase Epitaxial Growth over Nonplanar Substrates"
- K. Nassau, AT&T Bell Laboratories
"Origin of Color in Crystals"
- J. Hallais, Lab d'Electrotechnique et de Physique Appliquee
"Very Narrow Interface Superlattices"

30. Juli - 03. Aug. Palo Alto/U.S.A.
The Physics of VLSI
J. Meindl, Center for Integrated Systems,
Stanford
W. Spencer, Integrated Circuits Lab. Xerox PARK
31. Juli - 03. August Santa Cruz/U.S.A.
Int. Conf. on Heavy Doping and the Metal-Insulator
Transition in Semiconductors
R.W. Keyes, IBM Thomas J. Watson Res. Center,
P.O. Box 218, Yorktown Heights, NY 10598, U.S.A.
01. - 04. August Snowbird (Utah) U.S.A.
Topical Conference on Optical Effects in Amorphous
Semiconductors - University of Utah
P. Craig Taylor, Physics Dept., N. Physics Bldg.,
Univ. of Utah, Salt Lake City, UT 84112
02. - 03. August Berkeley/U.S.A.
Spectroscopy of Shallow Centers in Semiconductors
A.K. Ramdas, Purdue University, West Lafayette,
Indiana 47907
06. - 07. August: Zürich/CH
Paul Niggli-Symposium über geometrische
Kristallographie und ihre morphologisch-
stereochemischen Anwendungen
Prof. W. Nowacki, Miner.-Petrolog. Inst.
der Univ., Balzerstr. 1, CH-3012 Bern
06. - 10. August San Francisco/U.S.A.
17th ICPS International Conference on the Physics
of Semiconductors
R.Z. Bachrach, Xerox Palo Alto Research Center
3333 Cayate Hills Rd., Palo Alto CA 94304
09. - 18. August Hamburg/D
13th Congress and General Assembly of the
International Union of Crystallography (IUCr)
Gesellschaft Deutscher Chemiker, Abtl. Tagungen,
Postfach 900490, 6000 Frankfurt/M. 90
13. - 16. August Urbana (Illinois)/U.S.A.
International Conference on Superlattices,
Microstructures and Microdevices
J.D. Dow, Physics Dept., 1110 W. Green St.
Univ. of Illinois, Urbana, Illinois 61801
13. - 17. August Stockholm/Schweden
ICTF-6. 6th Int. Conf. on Thin Films
Stockholm Convention Bureau, Jakobs Torg 3,
S-11152 Stockholm
13. - 17. August Coronado (California)/U.S.A.
13th International Conference on Defects in
Semiconductors, Hotel del Coronado
L.C. Kimerling, Bell Labs,
Murray Hill, New Jersey 07974
15. - 17. August Caracas/Venezuela
6th International Conference on Ternary and
Multinary Compounds
Dr. A.B. Vincent, Apartado 76, Merida, Venezuela
26. Aug.- 01. Sept. Tokyo/Japan
9th International Conference on Raman
Spectroscopy
Dept. of Chemistry, Faculty of Science,
Univ. of Tokyo, Bunkyo-Ku, Tokyo 113, Japan
27. - 31. August Tokyo/Japan
Yamada Conference on Dislocations in Solids
Prof. K. Sumino, The Research Institute
for Iron, Steel and other Metals,
Tohoku University, Sendai 980, Japan
27. - 31. August Sydney/Australien
3rd Int. Conf. on Solid Films and Surfaces
Prof. Dr. Hanemann, School of Physics,
University of N.S.W., P.O. Box 1
Kensington N.S.W. 2033, Australien
03. - 08. Sept. Freiburg/D
62. Jahrestagung der Deutschen Minera-
logischen Gesellschaft
Prof. Dr. W. Wimmenauer, Miner. Inst.
der Univ., Albertstr. 23b, 7800 Freiburg
17. - 21. Sept.: Noordwijkerhout/NL
7th Intern. Conf. on Textures of
Materials (ICOTOM7)
Netherlands Society for Materials Science,
P.O. Box 390, NL-3330 AJ Zwijndrecht
17. - 22. Sept. Warschau/Polen
2nd Int. Conf. on Physics of Magnetic Materials
D. Zymierska, Inst. of Physics, Pol. Acad. Sci.,
al. Lotnikow 32/43, P-02-668 Warszawa
19. - 21. Sept. Lancaster/U.K.
BACC Annual Meeting
British Association for Crystal Growth
Dr. I.J. Saunders, Dept. of Physics,
Univ. of Lancaster, Lancaster LA1 4AB, U.K.
- September Brasilien
IEEE Laser Conference
25. - 28. Sept. Den Haag/NL
9th Symposium on Industrial Crystallization
Kivi, P.O. Box 30424, NL-2500 GK Den Haag
07. - 12. Oktober New Orleans/U.S.A.
Electrochemical Society Meeting
The Electrochemical Society Inc.,
10 South Main Street,
Pennington, NJ 08534-2896, U.S.A.
29. - 31. Oktober Atlanta/U.S.A.
Advances in Materials Technology
Dale Miller, NACG Headquarters,
P.O. Box 218340, Houston Texas 77218, U.S.A.
31. Okt. - 02. Nov. San Francisco/USA
4th International Conference on Ferrites
Dr. Bhaskar B. Ghate, Bell Laboratories,
Room 2A-009, 555 Union Blvd.,
Allentown, PA 18103
14. - 17. November Boston/U.S.A.
Annual Meeting of the Materials Research Society
MRS-Secretariat, 110 Materials Research Laboratory,
University Park, Pennsylvania 16802

1 9 8 5

04. - 08. März Aussois/F
2nd Int. Conf. on II-VI-Compounds
Ives Marfaing, Laboratoire de Physique
des Solides, CNRS 1, Place Aristide Briand,
F-92190 Meudon

25. - 28. März Köln/D
Jahrestagung der DGKK
Prof. Dr. S. Haussühl, Institut für
Kristallographie der Univ.,
Zülpicher Str. 49, 5000 Köln 1

25. - 28. März Oxford/U.K.
Microscopy of Semiconductors
Royal Microscopical Society

12. - 17. Mai Toronto/Canada

Electrochemical Society Meeting
The Electrochemical Society Inc.,
10 South Main Street, Pennington,
NJ 08534-2896, U.S.A.

11. - 15. Juni Philadelphia (PA)/U.S.A.
3rd Int. Conf. on Solid State Transducers
W.H. Ko, Electronics Design Center
Case Western Reserve University,
Cleveland, Ohio 44106, U.S.A.

15. - 19. Juli (vorl.) Plymouth (New Hamp.)/U.S.A.
Gordon Research Conf. on Crystal Growth
Plymouth State College
F. Rosenberger, Crystal Growth Lab.,
Dept. of Physics, Univ. of Utah,
Salt Lake City, Utah 84112, U.S.A.

18. - 24. August Northstar-at-Tahoe (CA)/U.S.A.
5th Int. Conf. on Solid State Ionics
R.A. Huggins, Dept. of Mater.
Science and Engineering,
Stanford University, Stanford, CA 94305, U.S.A.

25. - 30 August Amsterdam/NL
International Congress of Biochemistry
Dr. P.C. van der Vliet, Biochemical Laboratory,
P.O. Box 7161, NL-1007 MC Amsterdam

02. - 06. September Turin/Italien
9th European Crystallographic Meeting (ECM-9)
Prof. E. Ferraris, Istituto di Mineralogia,
Cristallografia e Geochimica,
Universita di Torino
Via San Massimo 22, I-10123 Torino

13. - 18. September Las Vegas (Nev.)/U.S.A.
Electrochemical Society Meeting
The Electrochemical Society Inc.,
10 South Main Street Pennington, N.J. 08543-2896

15. - 19. Oktober München/D
CERAMITEC '85, 3. Internationale Messe für
Maschinen, Ausrüstung, Anlagen und Rohstoffe
für die Keramische Industrie
Münchner Messe- und Ausstellungsgesellschaft mbH.
Messegeleände, Postfach 121009, D-8000 München 12

18. - 20. Dez. Reading /U.K.
Annual Solid State Physics Conference
Institute of Physics

1 9 8 6

14. - 18. Juli York/U.K.
8th International Conference on Crystal Growth
ICCG-8
Dr. Frank W. Ainger, Allen Clark Res. Centre,
Plessey Research (Caswell) Ltd.
Caswell, Towcester, Northants NN12 8EQ

07. - 10. Sept. York/U.K.
International Conference on Molecular
Beam Epitaxy
British Association for Crystal Growth

Kristalle für die moderne Technik
- Herstellung, Eigenschaften, Anwendungen -

Unter der Leitung von Prof. Kurt Recker (Univ.
Bonn) findet am 9. Mai 1984 im Essener Haus der
Technik (Hollestr. 1, 4300 Essen 1, Tel. 0201/1803-1)

die in der Überschrift genannte Veranstaltung statt.
Die Fachvorträge werden ausschließlich von DGKK-
Mitgliedern gehalten. Die Veranstaltung ist geplant
für Chemie-, Physik- und Verfahreningenieure,
Festkörperchemiker und -physiker, Mineralogen,
Kristallographen, Metallographen in der
chemischen, optischen und Elektronik-Industrie
wie auch an Hochschulen.

Programmfolge

- 9.00 Fehler in Kristallen und Auswirkungen auf
die technische Anwendung, Demonstration von Züch-
tungen aus Schmelzen
Prof. Dr. H. Klapper,
Institut für Kristallographie der Technischen Hoch-
schule Aachen
- 9.45 Flußmittelzüchtung magnetischer Materialien
und Anwendung
Prof. Dr. W. Tolksdorf,
Philips GmbH, Forschungslaboratorium, Hamburg
- 11.15 Pause
- 11.30 Czochralskizüchtung von Substratmaterialien
für magnetische Anwendung
Dr. D. Mateika,
Philips GmbH, Forschungslaboratorium, Hamburg
- 12.15 Siliziumkristalle - Herstellung und Anwendung
auf Bauelemente und Solarzellen
Dr. J. Grabmaier,
Siemens AG, Forschungslaboratorium, München
- 13.00 Mittagspause
- 14.30 Herstellung (spezielle Methoden) von
speziellen Halbleitern und Anwendung
Dr. G. Müller-Vogt,
Kristall- und Materiallabor der Fakultät für
Physik der Universität Karlsruhe
- 15.15 Herstellung von Halbleitern aus Gasphasen
und Anwendungen
Dr. E. Schön herr,
Max-Planck-Institut für Festkörperforschung,
Stuttgart
- 16.00 Pause
- 16.15 Synthesen von Edelsteinen, Lasern und
Hartmaterialien (o. ä.)
Prof. Dr. K. Recker
- 17.00 Züchtung von Einkristallen unter reduzierten
Schwerkraftbedingungen
Dr. K.-W. Benz,
Kristalllabor der Universität Stuttgart
- 17.45 Abschlußdiskussion

The Continuing Education Institute-Europe
führt 1984 folgende Lehrgänge durch:

- Adhesion and Adhesive Joints
18.-22. Juni, Söderköping/Schweden
- High Temperature Materials and Coatings:
Design, Applications and Processing
24.-29. Juni, Silja Linie (Schiff) von
Stockholm (Schweden) nach Borgå/Finnland
- Semiconductor Materials and Process Technology
19.-24. August, Silja-Linie (Schiff) von
Stockholm/Schweden nach Turku/Finnland
- Nitride and Carbide Coatings:
Deposition Processes and Applications
20.-24. August, Söderköping/Schweden

Auskunft durch:
CEI-Europe
Rörstorpvägen 5-61200 Finspång/Schweden
Tel. 0046/122/17570

TAGUNGSBERICHT

Bericht über den WORKSHOP
"Solidification and Fluid Dynamics
in the Earth and Space Laboratory"

Die Veranstaltung, an der ca. 50 Wissenschaftler aus dem
In- und Ausland teilnahmen, wurde am Gießerei Institut
der RWTH in Aachen vom 8. bis 9. März 1984 durchgeführt.

Das Programm, das aus 10 einstündigen Beiträgen bestand, drehte sich um zwei Hauptthemen: Konvektionsvorgänge in der flüssigen Phase und morphologische Stabilität bzw. Instabilität der Phasengrenze:

D. Langbein (Battelle, Frankfurt)

"Numerical Modelling Heat and Mass Transfer Effects at Solid-Liquid Interfaces".

Langbein zeigt, für welche (einfachen) Randbedingungen bei Wärmeübertragungsproblemen es möglich ist, analytische Lösungen durch geeignete Ansätze mit Funktionensätzen (z.B. Kugel-, Bessel-, Legendre-) zu finden. Als Anwendungsbeispiel wird ein Isothermenfeld für die Lösungszonenzüchtung (THM) in einem Spiegelofen (ELLI) vorgeführt (vgl. seinen diesjährigen DGKK-Beitrag).

J.J. Favier (CEN-Grenoble)

"Segregation Effects in Solidification"

Favier zeigte, wie man unter Verwendung von dimensionslosen Kennzahlen größenordnungsmäßig den Einfluß der Konvektion auf die Segregation bei Bridgman-Experimenten abschätzen kann.

D.T.J. Hurle (RSRE-Malvern)

"Transition to Turbulence in Convective Flows"

Hurle gibt eine Übersicht und Einführung in die derzeit diskutierten Modellvorstellungen zur Entstehung turbulenter Konvektion. Dabei ist vor allem die Existenz von Verzweigungslösungen (bifurcation) für Zustände von nichtstationärer Konvektion zu beachten, d.h., daß z.B. für eine Rayleighzahl unterschiedliche Zustände als Lösungen vorkommen, je nachdem wie die Anfangsbedingungen gewählt waren.

(Näheres s. Kap.3 seines ICCG7-Beitrages.)

S.R. Coriell (NBS Washington)

"Interface Stability"

Coriell zeigte und erläuterte numerische Ergebnisse zur morphologischen Stabilität für verschiedene Fälle des Transports in der fluiden Nährphase: rein diffusiver Transport, konvektiver Transport mit einem destabilisierenden Gradienten, und bei "thermosolutal convection" mit einem destabilisierenden und einem stabilisierenden Gradienten.

R.A. Brown (MIT-Boston)

"Convection, Segregation and Interface Morphology"

Brown berichtet über Ergebnisse seiner Berechnungen zum vertikalen Bridgman-Verfahren mit radialen und axialen Gradienten. Er vergleicht diese Ergebnisse mit denen von Kristallzüchtungsexperimenten an Ge:Si und Ge:Ga, die unterschiedliche Dichteprofile und damit verschiedene Konvektionserscheinungen zeigen. Die von Brown gezeigten

Strömungskonfigurationen haben alle Axialsymmetrie, was nach seiner Meinung durch die radialen Temperaturgradienten erzwungen wird.

H. Müller-Krumbhaar (KFA-Jülich)

"Theory of Dendrite Growth"

Müller-Krumbhaar gab in seinem Beitrag einen Einblick in die Theorie des Dendritenwachstums bei Betrachtung des einzelnen Dendritenarmes mit den Variablen Radius der Spitze und deren Wachstumsgeschwindigkeit. Er deutete danach die Schwierigkeiten der Theorie an, wenn man den gesamten Dendriten zu erfassen versucht. Erwähnt werden sollte noch, daß in diesem Beitrag ein sehr schwieriges Thema so gut dargestellt wurde, daß ein Kristallzüchter - wie der Autor dieses Berichts - das Gefühl hatte, die Problematik zu verstehen.

M. Glicksman (Rensselaer Polytech., Troy N.Y.)

"Experimental Verification of Dendrite Growth Theory"

Glicksman konnte in seinem Beitrag eine sehr schöne Übereinstimmung eigener experimenteller Ergebnisse zum Dendritenwachstum in durchsichtigen Modellsystemen mit bestehenden Theorien zeigen. Eine wesentliche Rolle spielte dabei, daß er eine sehr genaue Methode zur Messung der Oberflächenspannung anwenden konnte, bei der der Verlauf der gewachsenen Oberfläche an einer Korngrenze ausgewertet wird.

U. Lappe (KFA-Jülich) und A. Ecker (RWTH Aachen)

berichteten beide über experimentelle Ergebnisse an durchsichtigen Systemen.

Ecker zeigte in einem Film den Einfluß der Konvektion auf die Dendritenfront im Stoffsystem Succinonitril-Äthanol.

Zum Schluß berichtete A. Helawell über Beobachtungen von Inhomogenitäten in Phasengrenzen, die als Keime für Dendriten in Frage kommen.

Von dem Workshop wird ein Sammelband der Vorträge herausgegeben, der gegen Unkostengebühr beim Veranstalter angefordert werden kann.

G. Müller

Sekretariat: Christel Diehl, Hella Preuninger
Druck: Rauscher Nachf., Freiburg

Überweisungsauftrag an

Empfänger (genaue Anschrift) Deutsche Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung e.V.		Bankleitzahl 700 700 10
Konto-Nr. des Empfängers 16/10419	bei (Bank usw.) - oder ein anderes Konto des Empfängers *) Deutsche Bank München	
Verwendungszweck (nur für Empfänger) Jahresbeitrag 19 ..		DM
Konto-Nr. des Auftraggebers — Auftraggeber		

*) Soll die Überweisung auf ein anderes Konto ausgeschlossen sein, so sind die Worte „oder ein anderes Konto des Empfängers“ zu streichen.

Datum

Unterschrift

Gutschrift

Empfänger (genaue Anschrift) Deutsche Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung e.V.		Bankleitzahl 700 700 10
Konto-Nr. des Empfängers 16/10419	bei (Bank usw.) - oder ein anderes Konto des Empfängers *) Deutsche Bank München	
Verwendungszweck (nur für Empfänger) Jahresbeitrag 19 ..		DM
Konto-Nr. des Auftraggebers — Auftraggeber		

Einzahlungsbeleg

DM für

Deutsche Gesellschaft für Kristallwachstum und
Kristallzüchtung

Deutsche Bank München

16/10419

Bescheinigung zur Geltendmachung von Werbungskosten:

Wir bestätigen hiermit, daß uns der oben genannte Betrag als Beitrag und Spende zugewendet wurde, daß wir gem. Bescheinigung des Finanzamts Köln (StNr.: 214/321/Ahl 59 - Ap St 6) ausschließlich und unmittelbar gemeinnützigen Zwecken dienen und daß wir den uns zugewendeten Betrag ausschließlich zu den satzungsmäßigen und unmittelbar gemeinnützigen Zwecken verwenden.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR KRISTALLWACHSTUM
UND KRISTALLZÜCHTUNG E.V.

Wenn Sie auf dem Gebiet des Kristallwachstums, der Kristallzüchtung, -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 200 Fachkollegen, die einer Gesellschaft angehören, deren

Zweck es 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 Beziehungen zu anderen wissenschaftlichen Gesellschaften zu fördern, sowie
- die Interessen ihrer Mitglieder auf nationaler und internationaler Ebene im Sinne der Gemeinnützigkeit zu fördern.

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 20,-, für Studenten DM 10,-)

DGKK-Schriftföhrer
Dr. Roland Diehl
Fraunhofer-Institut für
Angewandte Festkörperphysik
Eckerstraße 4
D-7800 Freiburg

Antrag auf Mitgliedschaft

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) (Titel, Beruf)

*) (Firma, Institut, etc.)

. (Straße, Haus-Nr.)

. (Plz., Ort) (Tel.)

Privatanschrift: (Straße, Haus-Nr.)

*) (Plz., Ort) (Tel.)

Meine (Unsere) wissenschaftlichen Interessen- und Erfahrungsgebiete sind:
.
.
.

., den (Unterschrift)

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