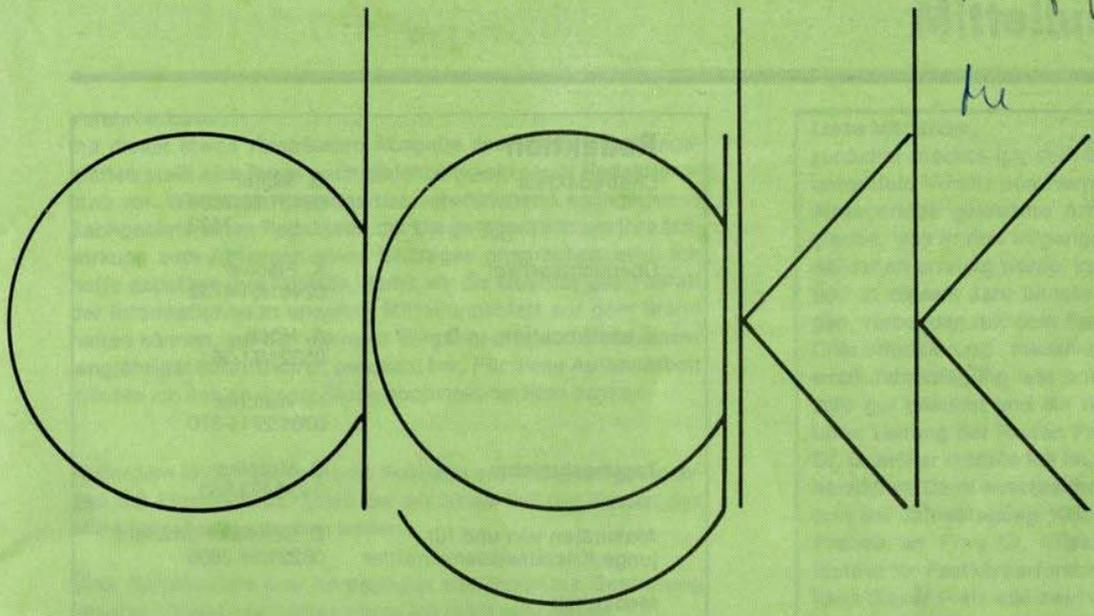


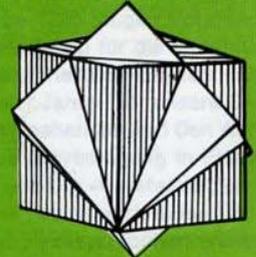
Farb. Gruppe

Lau



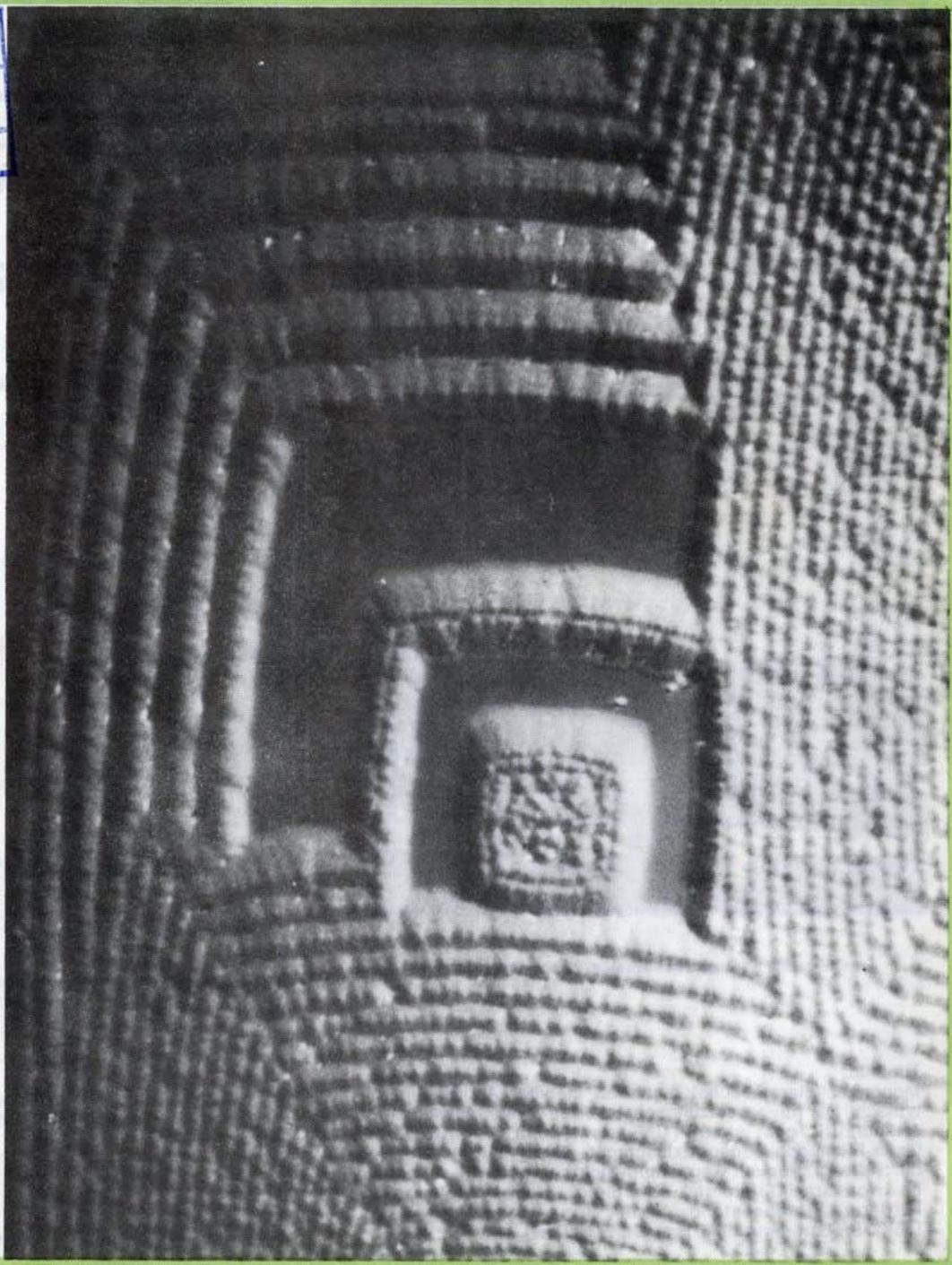
ku

Mitteilungsblatt
Nr. 43 / Juli 86



Deutsche Gesellschaft
für Kristallwachstum und
Kristallzüchtung e. V.

EINGEGANGEN
22. JULI 1986
Lau 1 BR



Inhalt

Mitteilungen der DGKK	3
DGKK - Preis 1986	7
Kristallzüchtung an Schulen	14
Tagungsberichte	15
Schmutzecke	
Neue Bücher	
Stellengesuch	24
Rubinzüchtung	25
Mitteilungen aus anderen Gesellschaften	32
Tagungskalender	33
Personalien	35

Redaktion

Chefredakteur	G. Müller 09131/85-7636 -7633
Übersichtsartikel	K. Fischer 02461/61-4732
Kristallzüchtung in D	A. Höch 05321/71-36 H. Walcher 0761/2714-370
Tagungsberichte	D. Mateika 040/5493-553
Aktivitäten von und für junge Kristallwissenschaftler	C. Sussiek-Fornefeld 06221/56-2806
Mediothek	
Stellenangebote und -gesuche	
Mitteilungen der DGKK	A. Eyer 0761/40164-39
Mitteilungen ausländischer Schwestergesellschaften	J. Schmitz 0761/2714-370
Tagungskalender	
Verschiedenes	R. Köbler 0721/608-3558
Bücherecke	R. Diehl 0761/2714-286 G. Müller
Schmunzelecke	R. Diehl
Anzeigenwerbung (z. Zt. DM 200,-/Seite)	G. Müller - Vogt 0721/608-3470

Titelbild:

Monomolekulare Wachstumsstufen in einer Anordnung, die typisch ist für versetzungsgesteuertes Facettenwachstum. Ausschnitt aus einer (100)-orientierten Facette einer GaAs-Flüssigphasenepitaxieschicht. Die Monostufen sind durch Dekoration mit Germanium sichtbar gemacht. Aufnahme im Normarski-Differential-Interferenz-Kontrast-Mikroskop. Mittlerer Stufenabstand 1 μm . (Aus dem Vortrag der DGKK-Preisträgerin 1986, Frau Dr. E. Bauser).

Verehrter Leser,
mit dieser etwas verspäteten Ausgabe des DGKK-Mitteilungsblattes stellt sich Ihnen auch gleichzeitig ein neuer Redaktionsstab vor. Wir haben für jedes der nebenstehend angegebenen Sachgebiete einen Redakteur, der Sie gelegentlich um Ihre Mitwirkung zum Abfassen eines Beitrages ansprechen wird. Ich hoffe dabei um Ihre Mithilfe, damit wir die Qualität und Vielfalt der Informationen in unserem Mitteilungsblatt auf dem Stand halten können, auf den sie mein Vorgänger Roland Diehl, unser langjähriger Schriftführer, gebracht hat. Für diese Aufbauarbeit möchte ich ihm an dieser Stelle nochmals herzlich danken.

Außerdem finden Sie in dieser Ausgabe erstmalig einige Anzeigen mit Firmenwerbung, mit der wir einen Teil der Kosten des Mitteilungsblattes decken wollen.

Über Kommentare und Anregungen von Ihnen zur Gestaltung unseres Mitteilungsblattes würde ich mich sehr freuen.

Ihr Georg Müller

Vorstand der DGKK

Vorsitzender

Priv. Doz. Dr. Klaus Werner Benz
Kristalllabor der Universität
Pfaffenwaldring 57
7000 Stuttgart 80
Tel. 0711/685-5105(-4697)

Stellvertretender Vorsitzender

Dr. Ulrich Wiese
Wacker-Chemitronic GmbH
Postfach 1140
8263 Burghausen
Tel. 08677/83-4172

Schriftführer

Dr. Achim Eyer
Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme
Oltmannsstr. 22
7800 Freiburg
Tel. 0761/40164-39

Schatzmeister

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

Beisitzer

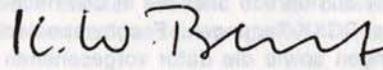
Dr. Roland Diehl
Fraunhofer Institut für Angewandte Festkörperphysik
Eckerstr. 4
7800 Freiburg
Tel. 0761/2714-286

Dr. Georg Müller
Institut für Werkstoffwissenschaften VI
Universität Erlangen-Nürnberg
Martensstr. 7
8520 Erlangen
Tel. 09131/85-7636

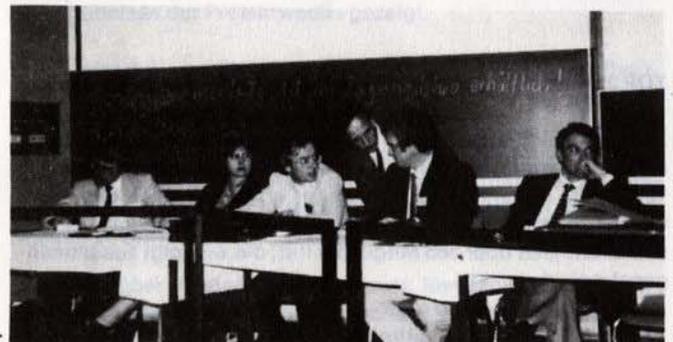
Dipl. Min. Cornelia Sussieck-Fornefeld
Mineralogisch-Petrographisches Institut
der Universität
Im Neuenheimer Feld 236
6900 Heidelberg
Tel. 06221/56-2806

Liebe Mitglieder,
zunächst möchte ich dem bis Ende 1985 tätigen Vorstand unter dem Vorsitz von Herrn Dr. H. Jacob für die in seiner Amtsperiode geleistete Arbeit ganz herzlich danken. Ich glaube, was in den vergangenen vier Jahren für unsere Gesellschaft erreicht wurde, kann sich sehen lassen! Den Auftakt in diesem Jahr bildete unsere Jahrestagung in Erlangen, verbunden mit dem Fachsymposium »Herstellung und Charakterisierung massiver III-V-Halbleiterkristalle«. Sowohl Jahrestagung wie auch das Fachsymposium waren sehr gut besucht und ein voller Erfolg. Den Organisatoren unter Leitung der Herren Professor Dr. K. H. Zschauer und Dr. G. Müller möchte ich im Namen der DGKK dafür meinen herzlichen Dank aussprechen. Eine ganz besondere Attraktion der Jahrestagung 1986 war die Verleihung des DGKK-Preises an Frau Dr. Elisabeth Bauser vom Max-Planck-Institut für Festkörperforschung, Stuttgart. Satzungsgemäß kann dieser Preis alle zwei Jahre verliehen werden, und ich möchte Sie jetzt schon bitten, über geeignete Kandidaten nachzudenken und dem Preiskomitee Vorschläge zu übermitteln. Für die ICCG-8, York, UK (13.-18. Juli 1986) hoffe ich, daß die DGKK durch viele Mitglieder vertreten sein wird. Ich freue mich besonders, daß die diesjährige Mitgliederversammlung dem Vorschlag zugestimmt hat, eine gemeinsame Tagung mit der »Groupe Francais de Croissance Cristalline« (GFCC) 1987 oder 1988 in Freiburg durchzuführen. Ein reger Briefwechsel über Themenkreise und den genauen Zeitpunkt besteht mit dem GFCC-Präsidium unter der Leitung von Professor Collongues, Paris.

Mit freundlichen Grüßen



Ihr K. W. Benz



Der Vorstand während der Jahreshauptversammlung 1986 in Erlangen

PROTOKOLL DER DGKK- JAHRESHAUPTVERSAMMLUNG 1986

Ort: HS9 der Techn. Fakultät der Uni Erlangen

Zeit: 19.03.1986, 18.00 h

Teilnehmer: Die Mitglieder Scheel, Mateika, Wenzl, Krämer, Walcher, Kollwe, Kolbe, Tolksdorf, Fiechter, Jacob, Bauser, Woditsch, Schönherr, Bakardjev, Voigt, Teich, Gusset, Fußstetter, Schwabe, Gotscharek, Hellermann, Brochmeyer, Hesse, Göbbels, Becker, Klapper, Brückner, Deike, Fischer-Suffin, Tomzig, Trah, Schmitz, Geray, Friedrich, Feißt, Ketterer, Post, Hirth, W.Müller, Danilewsky, Körber, Dittrich, Speier, Schilling, Schemmel, Hangleiter, Fischer, H.Schmidt, H.J.Wolf, Höch, Wallrafen, Nagel, Gessert, Klein, Köbler, Y.C. Lu, Nitsche, Lacmann, Stein, Benz, Eyer, Wiese, Müller-Vogt, G.Müller, Sickingen, v. Philipsborn, Chr. Grabmaier, Sussieck-Fornefeld, Diehl und 2 Mitglieder, deren Namen nicht zu entziffern waren, und 4 Gäste.

TOP 1: Begrüßung, Feststellung der Beschlußfähigkeit, Rechenschaftsbericht des Vorsitzenden

Herr Benz begrüßt die Anwesenden und stellt fest, daß mit 72 anwesenden Mitgliedern die Beschlußfähigkeit erreicht ist.

Er informiert die Mitglieder ausführlich über die in den nächsten Jahren anstehenden DGKK-Tagungen, Fachsymposien und Mitgliederversammlungen sowie die dafür vorgesehenen Orte. Es besteht die Absicht, auch in Zukunft mit europäischen Schwestergesellschaften gemeinsame Jahrestagungen abzuhalten, um die Kontakte auf diese Weise zu intensivieren. Unter TOP 5 werden die 1987 und 1988 anstehenden Veranstaltungen diskutiert. Er weist darauf hin, daß die Herausgabe des Mitteilungsblattes künftig nicht mehr in den Händen des Schriftführers, sondern eines ganzen Redaktionsstabes liegt, den Herr Müller unter TOP 9 vorstellen wird.

TOP 2: Bericht des Schriftführers

Herr Eyer gibt einen Bericht über die Entwicklung der Mitgliederzahl. Danach hat sich seit der letzten Versammlung am 19.03.1985 die Mitgliederzahl weiter erfreulich nach oben entwickelt. Es sind 43 Neuzugänge zu verzeichnen, so daß die Gesellschaft jetzt über 365 Mitglieder hat, die wie folgt zusammengesetzt sind:

277 Vollmitglieder

71 Studentische Mitglieder

17 Korporative Mitglieder

Im gleichen Zeitraum sind leider 4 Austritte und 4 Ausschlüsse zu verzeichnen.

Um das Mitgliederverzeichnis stets auf dem neuesten Stand halten zu können, werden alle gebeten, berufliche Veränderungen und Adressenänderungen unverzüglich dem Schriftführer mitzuteilen.

Im Berichtszeitraum wurden, noch von der ehemaligen Redaktion, die Mitgliedsblätter 41 und 42 herausgegeben. Das nächste Blatt wird von einem neugebildeten Redaktionsstab etwa Mitte April 1986 herausgegeben (siehe auch TOP 9).

TOP 3: Bericht des Schatzmeisters und der Rechnungsprüfer

Der Kassenstand am 28.02.86 sieht wie folgt aus:

Postscheckkonto München	DM 1.549.58
Deutsche Bank München	DM 686.59
Sparkasse Karlsruhe	DM 12.256.12
Sparbücher	DM 2.856.54
	<hr/>
Summe	DM 47.348.83

Kontobewegungen im Kalenderjahr 1985:

Einnahmen: Mitgliedsbeiträge	DM 5.641.--
Überschuß ICCG7	DM 6.754.90
Zinsen	DM 1.216.36

Ausgaben:

Laufende Kosten	DM 11.114.36
-----------------	--------------

Kontobewegungen 01.01. — 28.02.1986:

Einnahmen: Mitgliedsbeiträge	DM 5.327.90
Ausgaben: Laufende Kosten	DM 1.004.38

Der Kassenbericht wurde von den Herren Fußstetter und Krämer geprüft und als sachlich und rechnerisch richtig anerkannt.

Herr Müller-Vogt weist darauf hin, daß für die Gesellschaft ein neues Konto (Nr. 10430619) bei der Sparkasse Karlsruhe (BLZ 660 501 01) sowie ein Konto (Nr. 242417-752) beim Postgiroamt Karlsruhe (BLZ 660 100 75) eröffnet wurden, daß die alten Konten in München aber noch eine Weile weiterbestehen werden.

TOP 4: Entlastung des Vorstandes

Die Entlastung erfolgt einstimmig

TOP 5: DGKK-Tagungen und Fachsymposien 1987, 1988, ICCG 8 1986, Sonstige Tagungen, DGKK Jahrestagung 1987

Herr Benz teilt mit, daß die französische Schwestergesellschaft GFCC mit einer gemeinsamen Tagung in Freiburg einverstanden ist. Herr Nitsche erklärt sich bereit, die wissenschaftliche Organisation der Tagung als Chairman zu übernehmen, wenn die restliche Organisation hauptsächlich von den beiden FhG-Instituten IAF und ISE übernommen wird. Herr Benz wird die Zusage der Institutsdirektionen einholen.

Als Termin wird März 1987 vorgeschlagen, ausgenommen werden die Tage 30.03./01.04.87. Überschneidungen mit anderen Tagungen werden berücksichtigt. Als Tagungssprache wird nur Englisch für möglich gehalten. Dieser Punkt soll mit der GFCC ebenso abgesprochen werden wie eine erneute gemeinsame Tagung in Frankreich in ein paar Jahren. Die Mitgliederversammlung stimmt diesem Vorschlag einstimmig zu.

Fachsymposium 1987

Ein Fachsymposium zum Thema »Oxidkristalle« in Osnabrück steht zur Diskussion. Es soll, wie auch in den Vorjahren, eine Kopplung an die Industrie gegeben sein. Infrage kämen Philips Hamburg und/oder ECI (Elektrochemie Ibbenbüren). Herr Hesse von der Uni Osnabrück äußert seine Bereitschaft, das Symposium zu organisieren, desgleichen auch Philips Hamburg, falls die Uni Osnabrück nicht in der Lage wäre. Als Termin wird Jan./Febr. 1987 angestrebt.

Falls eine gemeinsame Tagung der DGKK mit der GFCC nicht zustande kommen sollte, könnte die nationale Tagung gemeinsam mit dem Symposium in Osnabrück abgehalten werden. Auch dazu ist Herr Hesse bereit. Termin wäre dann der März 1987.

Die Mitgliederversammlung ist einstimmig dafür, daß ein Fachsymposium stattfindet, entweder losgelöst von der Tagung oder mit ihr gekoppelt.

DGKK Jahrestagung/Fachsymposium 1988

Es besteht die Idee, eine gemeinsame Tagung mit der italienischen Schwestergesellschaft AICC in Parma oder Genua zu veranstalten. Die Herren Wallrafen und Diehl erklären sich zu einer Kontaktaufnahme bereit. Als Alternative wird eine nationale Tagung in Marburg oder Frankfurt (evtl. außerhalb der Stadt) diskutiert. Für das Fachsymposium wird das Thema Transportvorgänge vorgeschlagen. Ein Interesse der Industrie wird trotzdem für gegeben angesehen, auch wenn das Thema nicht direkt etwas mit industrieller Kristallzüchtung zu tun hat. Die Mitgliederversammlung ist grundsätzlich für eine Weiterführung der Fachsymposienreihe, Ort und Thema für 1988 bleiben jedoch noch offen.

ICCG 8 in New York, UK

Es wird bemängelt, daß bis jetzt kein detailliertes Tagungsprogramm erschienen ist. Neue Informationen sollen im Mitteilungsblatt Nr. 43 (April 86) abgedruckt werden.

Gemeinsame Tagung mit der DDR

Herr Wenzel unterbreitet der Mitgliederversammlung die Idee, mit der DDR als bilaterale Veranstaltung eine Sommerschule im Sept. 1987 in Dresden zum Thema »Epitaxie von Verbindungshalbleitern« zu organisieren, um die Kontakte auf einer neuen Ebene zu intensivieren. Das Publikum sollte vorwiegend aus Studenten bestehen. Laut Herrn Wenzel würde auch das BMFT einen solchen Anstoß begrüßen. Herr Nitsche bekräftigt, daß auch er in Vorgesprächen das Interesse der DDR festgestellt hat. Er betont, daß man Möglichkeiten sieht, den Zwangsumtausch zu umgehen und preiswerte Unterbringungsmöglichkeiten in staatlichen Häusern zu schaffen. Nur so könnte eine solche Veranstaltung für Studenten finanziell interessant gemacht werden.

Ausreisegenehmigungen für DDR-Wissenschaftler und Studenten für die Teilnahme an einer ähnlichen bilateralen Veranstaltung in der BRD sind im Moment sicher unrealistisch. Sie zu fordern als Voraussetzung für unsere Teilnahme an der geplanten Sommerschule in Dresden, wird von den Mitgliedern nicht für gut gehalten.

Im Mitteilungsblatt soll Herr Wenzel als Kontaktperson für die Vorbereitungen einer solchen Veranstaltung genannt werden.

TOP 6: Jahreshauptversammlung 1987

Die Mitgliederversammlung beschließt einstimmig, die Jahreshauptversammlung 1987 im Rahmen der Jahrestagung in Freiburg oder in Osnabrück abzuhalten.

TOP 7: Jahreshauptversammlung 1988

Wie bei Top 6, Ort ist noch offen (siehe Top 5).

TOP 8: Statusbericht Kristallausstellung im Deutschen Museum, München

Herr Jacob berichtet, daß Probleme nur noch bei der Finanzierung bestehen. Exponate sind in genügender Anzahl zugesagt. Bis jetzt sind nur 75.000,- DM fest zugesagt, bei veranschlagten Gesamtkosten von DM 240.000,- also knapp ein Drittel. Erst bei einer gesicherten Finanzierung von 50 % der Gesamtkosten kann ein Auftrag an die ausführende Firma, mit den Arbeiten zu beginnen, verantwortet werden. Ein Teil der Ausstattung müßte zunächst einmal gestrichen und zu einem späteren Zeitpunkt nachgerüstet werden. Eine Eröffnung der Ausstellung Anfang 1987 scheint Herrn Jakob noch realistisch, wenn die fehlenden DM 45.000,- jetzt schnell zugesagt würden. Er bittet die anwesenden Firmenvertreter noch einmal, bei den Vorständen vorstellig zu werden.

Es ist auch an eine Wanderausstellung in den Foyers verschiedener Banken gedacht, um auf diese Weise eventuell auch die Banken zu Spenden anregen zu können.

TOP 9: Verschiedenes

Frau Sussieck-Fornefeld informiert über einige Aktivitäten und Ideen im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit und der Nachwuchsausbildung.

Am Gymnasium Bochum wurde im Rahmen einer Projektwoche der Bereich Kristallzüchtung mit großem Erfolg behandelt. Es werden einige Dias über Anordnung zur Kristallzüchtung und die Ergebnisse der Projektwoche gezeigt.

Der Austausch von Studenten der Fachrichtung Werkstoffwissenschaften zwischen Deutschland und England soll aktiviert werden. Das in manchen Ausbildungsgängen vorgeschriebene Industriepraktikum wäre eine sehr gute Gelegenheit, einen Aufenthalt im Ausland mit dem Kennenlernen industrieller Arbeitsweise zu verbinden. Anlaufpunkte für Interessenten sind Frau Sussieck-Fornefeld und Herr Benz.

Seminare über Kristallzüchtung sowie Berufsbild und Berufsaussichten des Werkstoffwissenschaftlers bzw. Kristallographen wären sinnvoll an Universitäten, die diese Fachrichtung nicht haben.

Im Rahmen der Fortbildungsprogramme der Hochschulen wäre auch eine Lehrerfortbildung in diesem Themenkreis sinnvoll.

Herr Tolksdorf teilt mit, daß es in York eine Posterausstellung zum Thema »Kristallzüchtung« geben wird, die als Wanderausstellung nach der Tagung einem breiten Publikum Einblicke in diesen Themenkreis vermitteln soll. Ähnliches könnte auch in Deutschland versucht werden.

Herr Jacob teilt mit, daß er den Verband der Chemischen Industrie für die Herstellung einer Folienmappe zum Thema »Kri-

stallisation« begeistern möchte. Diese Mappe könnte dann für Seminare verschiedenster Art angefordert werden.

Fragen und Antworten zu diesem Themenkomplex bitte an Frau Sussieck-Fornefeld.

Herr Müller stellt den Redaktionsstab vor, der in Zukunft unter seiner Leitung das Mitteilungsblatt erstellen wird. Die Mitglieder und deren Aufgabengebiete sind im Mitteilungsblatt in Kästen »Redaktion« aufgeführt. Anregungen, Fragen und insbesondere Beiträge zum Mitteilungsblatt sollen direkt mit den Verantwortlichen abgesprochen werden. Es wird besonders um eine Nachricht an Herrn Mateika gebeten, wenn ein Mitglied zu einer Tagung fährt und bereit ist, einen Bericht für das Mitteilungsblatt zu schreiben.

Ende der Versammlung: 20.00 Uhr.

Freiburg, 3. 4. 1986

gez. W. Benz
(Vorsitzender)

gez. A. Eyer
(Schriftführer)

Schlußbericht des Vorstands über die Jahre 1982 - 1985

Dem Vorstand gehörten an:

Vorsitzender:

Dr. Herbert Jacob (82-85)

Stellvertretende Vorsitzende:

Dr. German Müller-Vogt (82-83)

Priv. Doz. Dr. Dietrich Schwabe (84-85)

Schriftführer:

Dr. Roland Diehl (82-85)

Schatzmeister:

Dr. Christa Grabmeier (82-85)

Beisitzer:

Prof. Dr. Heiner Müller-Krumbhaar (82-85)

Priv. Doz. Dr. Dietrich Schwabe (82-83)

Dr. Franz Wallrafen (82-83)

Dr. Georg Müller (84-85)

Dipl. Phys. Rolf Laurien (84-85)

Bei einer Umfrage zu Beginn der Amtszeit und bei Mitgliederversammlungen ergaben sich folgende Wünsche der Mitglieder an den Vorstand:

1. Änderung des Namens der Gesellschaft
2. Umgestaltung des Mitteilungsblattes
3. Bildung fachspezifischer Ausschüsse
4. Fortführung der Fachtagungen
5. Organisation von Betriebsbesichtigungen
6. Vermittlung von Forschungsaufenthalten im Ausland
7. Durchführung und Aktualisierung der Satzung
8. Ermäßigung der Gebühren für Mitglieder bei der »ICCG«
9. Neuauflage der Information über »Kristallzüchtung«
10. Verbilligter Bezug des »Journal of Crystal Growth«
11. Ausstellung über Kristallzüchtung im Deutschen Museum

Dieser Aufgabenkatalog bildete die Grundlage für die Arbeit des Vorstandes mit folgenden Ergebnissen:

Zu 1:

In der Mitgliederversammlung vom 12. September 1983 wurde über den Vorschlag abgestimmt, den Namen in »Deutsche Gesellschaft für Kristallwachstum« zu ändern. Die dafür erforderliche Dreiviertelmehrheit wurde knapp verfehlt, damit war das Thema »Namensänderung« erledigt.

Zu 2:

Mit der Ausgabe Nr. 37 im April 1983 erschien das Mitteilungsblatt in neuer Aufmachung und mit erweitertem Umfang. Form und Inhalt haben in der Mitgliedschaft Anklang gefunden, unsere Schwestergesellschaften wurden zur Nachahmung ange-regt.

Zu 3-5:

Die Wünsche wurden mit der Einführung von Fachsymposien, verbunden mit Betriebsbesichtigungen, erfüllt:

Fachkolloquium über Epitaxie, verbunden mit Besichtigung der Wacker-Chemitronic GmbH, am 27./28. 1. 1983.

Fachkolloquium »Ausgangsmaterialien für die Kristallzüchtung«, Betriebsbesichtigung von H. C. Starck Chemmetall und Preussag am 19./20. 1. 1984 in Goslar.

Fachsymposium »Geräte und Materialien für die Kristallzüchtung«, Betriebsbesichtigung Leybold-Heraeus und W. C. Heraeus, am 21./22. 1. 1985 in Hanau.

Fachsymposium »III/V-Kristalle«, Besichtigung Siemens und Universität Erlangen am 17./18. 3. 1986 in Erlangen (Vorbereitung).

Zu 6:

In Gesprächen mit AACG und der BACG wurde die Vermittlung von Auslandsaufenthalten in die Wege geleitet. Ihre Durchführung scheiterte am mangelnden Interesse der Mitglieder.

Zu 7:

Vom Vorstand wurde eine Satzungsänderung erarbeitet, die neben der Aktualisierung der Satzung die Verleihung eines Preises für besondere wissenschaftliche und technische Leistungen auf dem Gebiet des Kristallwachstums und der Kristallzüchtung vorsah. Der wesentliche Teil dieser Satzungsänderung wurde in der Mitgliederversammlung vom 19. 3. 1985 gutgeheißen. Die neue Satzung wurde vom Amtsgericht Köln genehmigt und im DGKK-Mitgliederverzeichnis vom 1. September 1985 veröffentlicht.

Zu 8:

Mitgliedern der in der IOCG zusammengefaßten Kristallzüchtungsorganisationen wird erstmals auf der IOCG-8 eine Ermäßigung der Tagungsgebühren gewährt.

Zu 9:

Im November 1984 wurde ein neues Verzeichnis über Kristallzüchtung in Deutschland herausgegeben.

Zu 10:

Nach langwierigen Verhandlungen unterbreitete der Herausgeber ein Angebot über den Jahresbezug zum Preis von ca. 150 DM. Die Resonanz im Mitgliederkreis war zu gering, um weitere Zugeständnisse zu erreichen. Die IOCG wurde daher gebeten, dieses Ziel weiter zu verfolgen.

Zu 11:

Das Deutsche Museum hat nach langwierigen Verhandlungen einer Ausstellung über Kristallzüchtung zugestimmt und sich bereit erklärt, den notwendigen Raum zur Verfügung zu stellen.

Ein Fachbeirat der DGKK wurde gegründet, der mit den Vorarbeiten begonnen hat. Problematisch ist bisher noch die Finanzierung.

DGKK-Jahrestagungen und Mitgliederversammlungen:

Jahrestagung 1982 vom 17. - 19. 3. in Basel, gemeinsam mit der GVC und der Sektion für Kristallwachstum der Schweizerischen Gesellschaft für Kristallographie.

Jahrestagung 1983 keine, da ICCG-7 vom 12. - 16. 9. in Stuttgart, in deren Rahmen jedoch die Mitgliederversammlung abgehalten wurde.

Jahrestagung 1984 vom 21. - 23. 3. in Aachen.

Jahrestagung 1985 vom 19. - 22. 3. in Köln, gemeinsam mit der AGKr und der KKN.

Als Zeichen der Verbundenheit beider Organisationen lud die British Association for Crystal Growth Mitglieder der DGKK zu deren Jahrestagung an der Sussex-University in Brighton/Süd-England vom 25. - 27. 9. 1985 ein.

Mitgliederstand:

1. Januar 1982: 204
31. Dezember 1985: 342

Kassenstand:

1. Januar 1982: 27112,83 DM
31. Januar 1985: 43025,31 DM

DGKK-Mediothek

Um meinem Versprechen im Oktober-Heft 1985 nachzukommen, gebe ich an dieser Stelle Auskunft über den (Zu-)Stand unserer Mediothek:

1. »Chemie - Grundlage der Mikroelektronik«

Foliensatz (30 Folien) des Fonds der Chemischen Industrie, von Herrn Dr. Jacob.

Zu jeder Folie gehört eine ausführliche Beschreibung. Es wird zunächst ein Überblick über die geschichtliche Entwicklung der Elektronik gegeben, darauf folgen Erläuterungen zur Physik der Halbleiter im allgemeinen und am Beispiel von Silizium im speziellen. Die technische Darstellung von Reinstsilizium wird in allen Schritten beschrieben bis hin zur Herstellung von Einkristallen und deren Dotierung. Ein Kapitel über Bauelement-Herstellung schließt sich an. Polymere, flüssige Kristalle und andere Halbleiter werden abschließend als Anwendung der Chemie in der Elektronik vorgestellt.

Die übersichtlich gestalteten Folien eignen sich für Leistungskurse in der Sekundarstufe II ebenso wie für Grundkurse in der universitären Ausbildung.

2.?....

Der 2. Platz ist noch offen!

Auf der Jahrestagung in Erlangen erhielt ich dankenswerterweise weitere Zusagen für Dias und andere Medien.

Cornelia Sussieck-Fornefeld

Studentenaustausch

Die DGKK und ihre britische Schwestergesellschaft BACG möchten deutschen und englischen Studenten helfen, während ihres Studiums bzw. der Promotion, einen Aufenthalt im jeweiligen anderen Land durchzuführen. So besteht z. B. die Möglichkeit, das in vielen deutschen Universitäten geforderte Industriepraktikum in einem englischen Betrieb zu absolvieren. Ich bitte alle Hochschullehrer, ihre Studenten darauf aufmerksam zu machen, daß die DGKK gerne bereit ist, entsprechende Firmen in England zu vermitteln. Denkbar wäre auch ein kurzfristiger Aufenthalt (einige Wochen), z. B. für Doktoranden, die sich in einem englischen Betrieb mit einem begrenzten Thema im Zusammenhang mit ihrer Arbeit beschäftigen wollen.

Eine Bitte an die Vertreter der Industrie: Geben Sie auch englischen Studenten für die Absolvierung von Praktika oder für kurzfristige Aufenthalte eine Chance. Bitte wenden Sie sich an mich, wenn Sie Vorschläge oder Kommentare zum Studentenaustausch haben. Interessenten gebe ich gerne Auskunft über die Modalitäten.

Cornelia Sussieck-Fornefeld

Verleihung des DGKK-Preises 1986 an Frau Dr. Bauser

In diesem Jahr wurde erstmals der Preis der DGKK verliehen. Die Preisträgerin, Frau Dr. Elisabeth Bauser vom Max-Planck-Institut für Festkörperforschung (Stuttgart), erhielt den Preis vom DGKK-Vorsitzenden Dr. Benz im Rahmen der DGKK-Tagung in Erlangen (19./20. März) überreicht. Die Laudatio - die im Wortlaut unten abgedruckt ist - wurde von Prof. Lacman gehalten, der neben Frau Dr. Grabmeier und Prof. Nitsche dem Preiskomitee angehört.

Im Anschluß an die Preisverleihung hielt Frau Dr. Bauser einen Vortrag zum Thema »Kinetische Striations in Halbleiterkristallen«, dem das Titelbild dieses Mitteilungsblattes entnommen ist und dessen Inhalt wir unten wiedergeben.

Wortlaut der Laudatio:

Sehr verehrte Frau Dr. Bauser, Sie sind im Jahre 1934 in Stuttgart geboren, in Ludwigsburg aufgewachsen, haben in Stuttgart Physik studiert und auch dort im Jahre 1968 promoviert. Schon bei der Diplom- und bei der Doktorarbeit sind Sie mit Silizium-Einkristallen in Berührung gekommen, an denen Sie physikalische Untersuchungen durchgeführt haben.

Es ist Ihnen dann ähnlich ergangen wie Iwan Stranski in den zwanziger Jahren: Er hatte Untersuchungen über die Gleichrichtwirkung von Kristall-Detektoren gemacht, sich dann aber bald für die Kristallgenese interessiert. Wie es sich für eine Naturwissenschaftlerin gehört, waren auch Sie neugierig und wollten wissen, wie solch ein schöner Silizium-Einkristall entsteht. Als ordentliche Schwäbin taten Sie das gründlich, Sie machten sich auf den Weg nach Darmstadt, um bei der Deutschen Bundespost, am Forschungsinstitut des Fernmeldetechnischen Zentralamtes, zunächst die Kunst und das Handwerk der Kristallzüchtung, insbesondere durch Flüssig-Phasen-Epitaxie, zu erlernen. Dies machten Sie insbesondere mit Gallium-Arsenid-Schichten, deren physikalische Eigenschaften Sie natürlich

auch untersuchten. Es zog Sie dann wieder zurück in Ihre Heimat, in die Stadt Stuttgart. Sie traten dort 1971 in das neu gegründete Max-Planck-Institut für Festkörperforschung ein, verschafften sich mit Ihrem originellen und sorgfältigen Arbeiten schnell ein großes Ansehen und leiten heute die Epitaxie-Gruppe. Hier hatten Sie die Möglichkeit mit Ihrem know-how von der Universität und aus Darmstadt sich mehr und mehr den makro- und mikroskopischen Wachstumsvorgängen bis hinab zu molekularen Dimensionen zu widmen. Dabei konnten Sie schon den Einfluß der Orientierung der Unterlage auf die Makro- und Mikromorphologie der aufwachsenden Schicht zeigen. Durch Betrachtungen zur Stufendynamik haben Sie zwischen 4 Wachstumscharakteristiken, nämlich dem Facettenwachstum, dem beinahe Facettenwachstum, dem Terrassenwachstum und dem terrassenfreien Wachstum differenziert.



Die Deutsche Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung e.V. verleiht den

DGKK - Preis 1986

Frau Dipl. Phys. Dr. rer. nat.

Elisabeth Bauser

Max-Planck-Institut für Festkörperforschung, Stuttgart, in Anerkennung ihrer grundlegenden Arbeiten auf dem Gebiet des Kristallwachstums und ihrer Beiträge zur Aufklärung der Wachstumsmechanismen von Halbleiterschichten bei der Flüssigphasen-Epitaxie

Erlangen, den 10. März 1986

Der Vorsitzende

Benz

Nachdem die ersten Vorstellungen über die molekularen Mechanismen des Kristall-Wachstums von Idealkristallen von Max Vollmer, Walter Kossel, Iwan N. Stranski und R. E. Kaischew in Deutschland und Bulgarien entwickelt worden sind, haben Burton Cabrera und Frank in England das Wachstum von Kristallen mit Schraubenversetzungen oder jetzt besser gesagt mit Versetzungen, die eine Burgers-Vektor-Komponente senkrecht zur wachsenden Fläche haben, erfolgreich beschrieben. Diese Theorien wurden dann einige Jahrzehnte lang mit experimentellen Untersuchungen überprüft und sind vielfach bestätigt worden. Ihnen ist es dann vor etwa 5 Jahren zusammen mit H. Strunk mit viel experimentellem Geschick unter Anwendung von modernen Untersuchungsmethoden, wie Hochspannungselektronenmikroskopie, Interferenz-Kontrastmikroskopie, der Dekorationstechnik und einem Dünnungsverfahren gelungen zu zeigen, daß es auch andere Wachstumspyramiden als die, die beim Spiralwachstum beobachtet werden, gibt. Diese sind auf eine Versetzung im Zentrum der Pyramide zurückzuführen, die keine Komponente des Burgers-Vektor senkrecht zur wachsenden Fläche hat.

Mit diesen interessanten Ergebnissen, die natürlich weiterverfolgt worden sind, haben Sie die Entwicklung auf diesem Gebiet entscheidend vorangetrieben. Neben diesen physikalischen Fehlern haben Sie die chemischen Fehler untersucht, die Entstehung von Wachstumsstreifen interpretiert und nach der Entstehungsart differenziert. Die einen sind auf Transportphänomene zurückzuführen und führen zu Konzentrationsinhomogenitäten im Kristall. Die anderen haben mehr kristallphysikalische Ursachen. Sie sind heute in der Lage, Einzel-, Mehrfach- und Vielfachschichten von Halbleitern mit gewünschter Dicke, Perfektion und Dotierung mit molekular gesehen sehr glatten Grenz- und Oberflächen herzustellen. Dazu bedienen Sie sich einer Technik, die die Zentrifugalkraft zum gleichmäßigen Transport der Mutterlösung ausnutzt, wobei die Scheiben berührungsfrei rotieren.

Dies ermöglicht Schichten durch die LPE-Methode herzustellen, die früher - viel zeitaufwendiger und mit schlechterer Qualität - mit Molekularstrahlenmethoden hergestellt werden mußten. Auf diese Weise finden Ihre Erkenntnisse und Erfahrungen auch Anwendung in der »High Technology«. Darüber hinaus verstehen Sie es, durch klare und verständliche Vorträge Ihre Erkenntnisse zu vermitteln. Zahlreiche Veröffentlichungen, es sind über 40, haben zum Informationsfluß und damit zum Fortschritt der Wissenschaft beigetragen. Die zahlreichen ausländischen Vortragseinladungen, die Sie in den letzten Jahren erhielten, zeigen, daß Ihre Arbeiten auch international starke Beachtung gefunden haben. Sie verfügen über fundierte theoretische Kenntnisse, gepaart mit hervorragendem experimentellen Geschick. Diese ideale Kombination, angewandt auf Probleme der Kristallzüchtung und der Wachstumsmechanismen, führten zu Ihrem so erfolgreichen Wirken als »Crystal Grower«. Ich freue mich, daß Ihnen nun der Vorsitzende der Deutschen Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung den ersten DGKK-Preis verleihen wird und wünsche Ihnen weiterhin ein erfolgreiches Schaffen.



Der 1. Vorsitzende der DGKK, Dr. Benz, überreicht die Urkunde an Frau Dr. Bauser



Frau Dr. Bauser nach der Preisverleihung

Kinetische Striations (Wachstumsstreifen) in Halbleiterkristallen

Plenarvortrag von Dr. E. Bauser anlässlich der Verleihung des DGKK-Preises 1986

Gegenwärtig sind große, homogene Einkristalle, die frei sind von strukturellen Defekten, außerordentlich gefragte Objekte. Die Bemühungen der Kristallzüchter konzentrieren sich seit Jahren auf den Elementhalbleiter Silizium und führten zu spektakulären Ergebnissen:

»Wenn sich je ein technisches Produkt der Vollkommenheit genähert hat, dann ist es der Siliziumkristall, bei dem jedes Atom am vorgeschriebenen Platz in symmetrischer Erfüllung des Raumes sitzt« /1/. Von ähnlicher Perfektion, wenn auch nicht Größe, sind Germaniumkristalle, und an der Verbesserung der Verbindungshalbleiter wird an vielen Stellen intensiv gearbeitet. Doch an die Ausgangsmaterialien der Bauelemente und Schaltkreise der modernen Mikro- und Opto-Elektronik werden immer größere Qualitätsanforderungen gestellt: Es gelingt heutzutage, genau und wiederholbar zu strukturieren, lateral bis unterhalb 100 nm, vertikal bis unterhalb 3 nm. Dies bedeutet ein Vordringen mit technologischen Prozessen in atomare Größenordnungen und verlangt, daß der Einkristall bis in Bereiche unterhalb der verwendeten Strukturierungsmaße homogen sei. Vom technischen Produkt Halbleiter werden also zunehmend bessere Näherungen an den perfekten Kristall verlangt. Gelegentlich ist von einem künftigen Bedarf an Super-Material die Rede.

Wie läßt sich die gegenwärtig bereits hohe Homogenität der Halbleiterkristalle weiter verbessern? Dazu ist es naheliegend, genau zu untersuchen, weshalb Inhomogenitäten, also Striations, entstehen. Nur wenn die ursächlichen Zusammenhänge bei der Bildung von Striations genau geklärt sind, lassen sich Bedingungen angeben, unter denen Kristalle mit wesentlich verbesserter Homogenität gewonnen werden können.

Verschiedene Ursachen für Striations

Für eine Bildung von Wachstumsstreifen bei der Züchtung von Kristallen kann man zwei Hauptursachen angeben:

1. Schwankungen in der makroskopischen Wachstumsrate der Kristalle, bedingt z. B. durch Schwankungen der Züchtungsparameter, Ziehgeschwindigkeit oder Temperatur, durch fluktuierende Konvektionsvorgänge aller Art in der fluiden Phase, gelegentlich auch durch absichtlich erzeugte kurze Stromimpulse über die Phasengrenze fest/flüssig zur genauen Markierung der Phasengrenze (Markierungstechnik). Die genannten Ursachen führen zu Striations, die parallel zur Wachstumsfront verlaufen, die sich oftmals ununterbrochen von einem Kristallrand zum anderen erstrecken und die außerdem periodisch sind, d. h. daß ihr Auftreten zeitlich direkt korreliert ist mit den Schwankungen der Parameter, die sie verursachen. Dies sind die Striations im üblichen Sinn. Ihre Entstehung und ihre Erscheinungsformen sind in der Literatur in großer Ausführlichkeit beschrieben /2/ und sollen deshalb hier nicht näher behandelt werden. Wir nennen diese Art der Inhomogenitäten Typ I-Striations /3/. Typ I-Striations lassen sich u. a. dadurch vermindern oder vermeiden, daß die Konvektion verstärkt wird /4/, stark reduziert /5/ oder völlig eliminiert wird /6/.

2. Als zweite Hauptursache für die Bildung von Striations kommen wachstumskinetische Vorgänge in Betracht. Da wachstumskinetische Vorgänge bisher kaum je erwähnt werden, wenn es um Homogenität der Halbleiterkristalle geht, sei ihr Einfluß im folgenden näher beschrieben.

Kinetische Striations

Mikroskopisch gesehen wachsen die Halbleiterkristalle ausnahmslos lateral. Das heißt, daß neu hinzukommende Atome oder Moleküle ausschließlich an Stufen angelagert werden, die an der Wachstumsfront bereits vorhanden sind. Eine beständige Anlagerung neuer Atome an den Stufenkanten bewirkt eine laterale Bewegung der Stufen. Das makroskopische Wachstum der Kristalle, das in der Richtung senkrecht zur Wachstumsfront gemessen wird, ergibt sich aus der Überlagerung aller lateralen Stufenbewegungen. Die Dichte der Wachstumsstufen, die an der Phasengrenze zur Verfügung steht, hängt von der Orientierung der Wachstumsfront ab. In der Tat bestimmt die Orientierung der Wachstumsfront und die Art, wie die benötigten Stufen nachgeliefert werden, den mikroskopischen Wachstumsmechanismus der Kristalle. Zwei der am häufigsten vorkommenden Wachstumsmechanismen, Facettenwachstum und Terrassenwachstum, sind in Abb. 1 beschrieben. Beobachtungen zeigen, daß die Wachstumsmechanismen nicht nur die Morphologie der Wachstumsfläche beeinflussen, sondern in ganz charakteristischer Weise auch die Verteilung von Dotierstoffen und Fremdstoffen in den wachsenden Kristallen. Facetten- und Terrassenwachstum geben hierfür Beispiele.

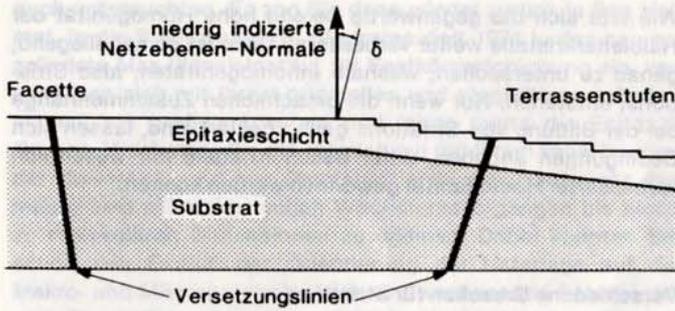


Abb 1. Wachstumsfront eines Kristalls, schematisch, Schnitt parallel zur makroskopischen Wachstumsrichtung. Orientierung der Wachstumsfläche genau parallel zu niedrig indizierter Fläche ($\delta = 0$): Die notwendigen Wachstumsstufen müssen durch 2D Nukleation oder an Versetzungsstufenquellen erzeugt werden. Bei Fehlorientierung $\delta > 0$: Wachstum geschieht über Fehlorientierungsstufen. Für $0,1^\circ \leq \delta \leq 2^\circ$ entwickelt sich Terrassenwachstum.

Terrassenspuren = Typ II-Striations

Terrassenwachstum tritt bei der Herstellung von Halbleiterkristallen am häufigsten auf. Die Höhe der Terrassenstufen kann dabei von wenigen Gitterkonstanten an aufwärts bis zu einigen hundert Gitterkonstanten betragen. Die Terrassenhöhen und gegenseitigen Abstände weisen eine für Terrassenwachstum charakteristische Verteilung auf. Dadurch kommt es zu ungleichmäßigem Einbau von Dotier- und Fremdstoffen, selbst bei sehr niedrigen Terrassen. Diese Ungleichmäßigkeiten vermindern die Qualität des Materials, angefangen von feinsten Mikrostriations bei niedrigen Terrassen bis hin zu zellenartigen Strukturen bei Terrassen größerer Höhe. Die Art und Weise, wie beim Terrassenwachstum zusätzliche Striations in dem Material erzeugt werden, sei anhand eines Modells erläutert.

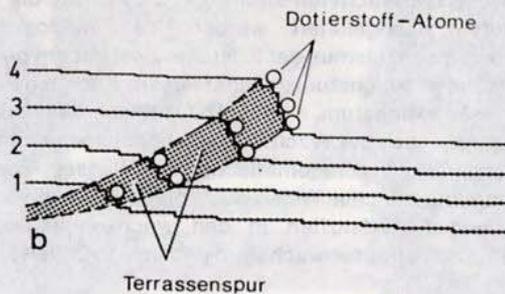
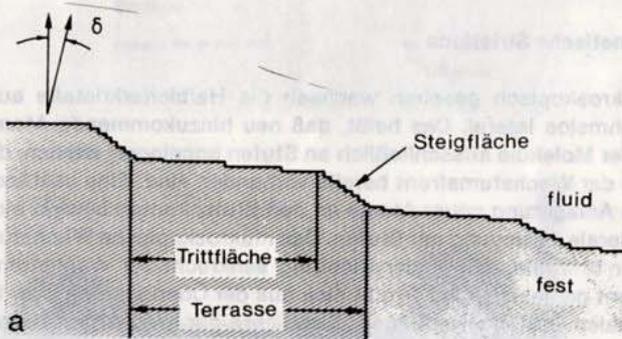


Abb 2 Wachstumsfront mit Terrassen. a) Jede Terrasse besteht aus einer Trittpläche und einer Steigfläche. b) Zeitlich aufeinanderfolgende Positionen der Steigfläche bilden die »Spur« der Steigfläche, die »Terrassenspur«.

Auf fenlerorientierten Flächen, bei Orientierungsabweichungen δ zwischen $0,1^\circ \leq \delta \leq 2^\circ$, stellt sich durch Stufenbündelung meist Terrassenwachstum ein. Es kommt zur Bildung von annähernd periodisch angeordneten Terrassen, deren laterale Geschwindigkeit v gemäß der Beziehung $v \sim h^{-1}$ mit zunehmender Terrassenhöhe abnimmt /7/. Betrachtet man für eine Terrasse während der Stufenbündelung die zeitlich aufeinanderfolgenden Positionen ihrer Steigflächen, so erhält man die Spur dieser Terrasse. In Abb. 2 ist schematisch die Spur einer Terrasse abgebildet. Sind an einer Wachstumsfläche einmal Terrassen vorhanden, so läuft das weitere Wachstum normalerweise so ab: Niedrige Wachstumsstufen gehen von der Unterkante jeder Steigfläche aus und bewegen sich mit hoher Geschwindigkeit über die glatte Trittpläche, bis sie an der oberen Kante der nächstvorderen Steigfläche angekommen sind. Außerdem lagern sich auch an den Steigflächen der Terrassen Atome ab. Über Einzelheiten der Wachstumskinetik an Steigflächen ist nur wenig bekannt. Doch weichen die Wachstumsbedingungen der Steigflächen in mindestens drei Punkten von denen der Trittplächen ab: In der kristallographischen Orientierung, der makroskopischen Wachstumsrate und in der Mikromorphologie der Wachstumsfläche. Mit allen drei Abweichungen können Unterschiede in der Konzentration der eingebauten Dotier- und Fremdstoffe verknüpft sein. Deshalb kann jede Steigfläche im Kristallinneren einen Volumenbereich verursachen, in dem die Dotierungen nach Art und Konzentration vom umgebenden Kristallvolumen abweichen. Man nennt diese Volumenbereiche dann Terrassenspuren. Terrassenspuren dieser Art sind durch Kathodolumineszenz /8/, Photolumineszenz /9/ und durch selektives Photoätzen /10/ in Flüssigphasen-Epitaxieschichten von GaP, GaAs, AlGaAs u. a. nachgewiesen worden. Beispiele von Terrassen und Terrassenspuren in GaAs zeigt Abb. 3.

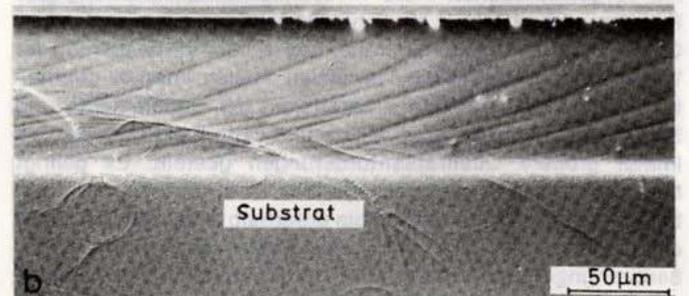
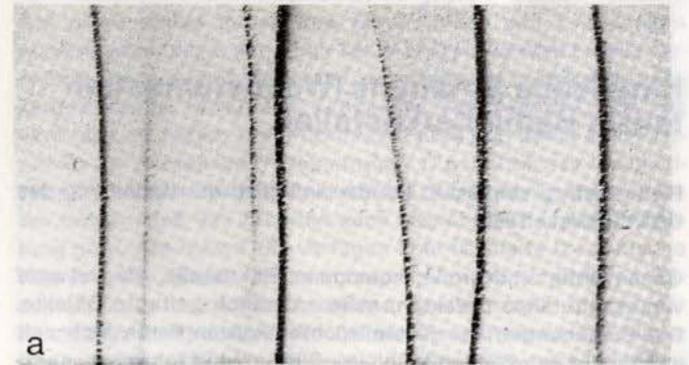


Abb 3 a.) Terrassen an der Oberfläche einer GaAs-Epitaxieschicht, b) Terrassenspuren in der epitaktischen Schicht, auf einer Spaltfläche durch selektives Ätzen sichtbar gemacht.

Sind an einer Wachstumsfläche Terrassen vorhanden, so können diese beim Weiterwachsen entweder ihre Höhe beibehalten, vergrößern oder vermindern. Welche dieser Möglichkeiten verwirklicht wird, hängt von den Wachstumsbedingungen ab.

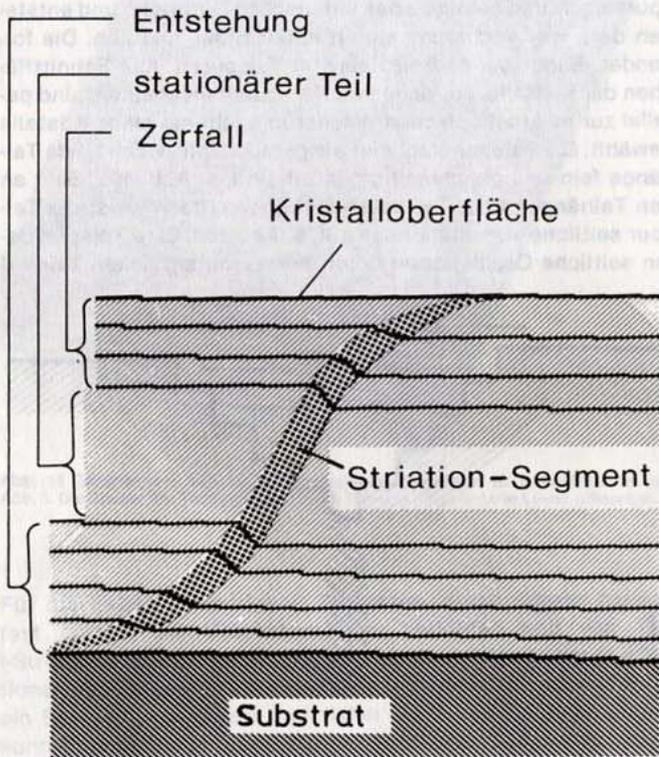


Abb. 4 Entstehung einer Terrasse durch Stufenbündelung, stationäres Verhalten der Terrasse und Zerfall der Terrasse. Die Bilanz derjenigen Stufen, die an der Oberkante der Steigfläche ankommen und an der Unterkante der Steigfläche emittiert werden, ist ausschlaggebend.

Alle drei Fälle sind in Abb. 4 schematisch dargestellt. Ein Beispiel, in dem Terrassen ihre Höhen über längere Wachstumszeiten beibehalten, gibt Abb. 5 wieder. Eine beständige Vergrößerung der Terrassenhöhe kann zur Degeneration der Wachstumsfläche führen. Diese Situation ist im oberen Teil der Abb. 6 zu sehen. Vermindern die Terrassen ihre Höhen, so geschieht dies dadurch, daß die Anzahl der kleinen Stufen, die am unteren

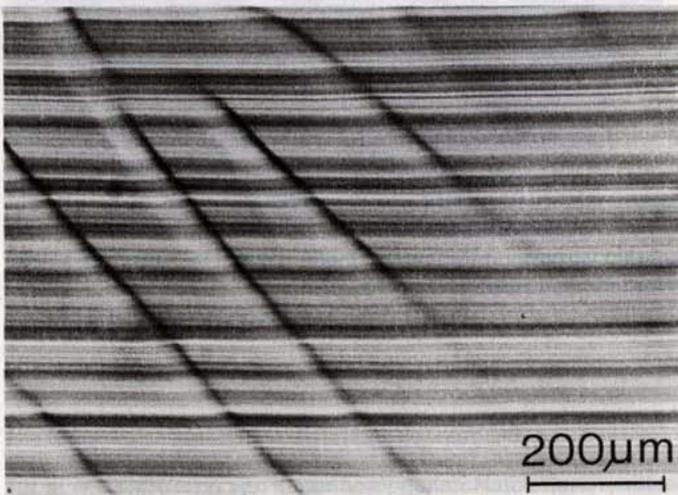


Abb. 5 Terrassen in Czochralski-gezüchtetem Silizium. Links zwei Terrassen mit annähernd stationärem Verhalten. Rechts eine Terrasse, die zerfällt. Schnittfläche parallel zur Richtung des makroskopischen Wachstums, selektiv geätzt.

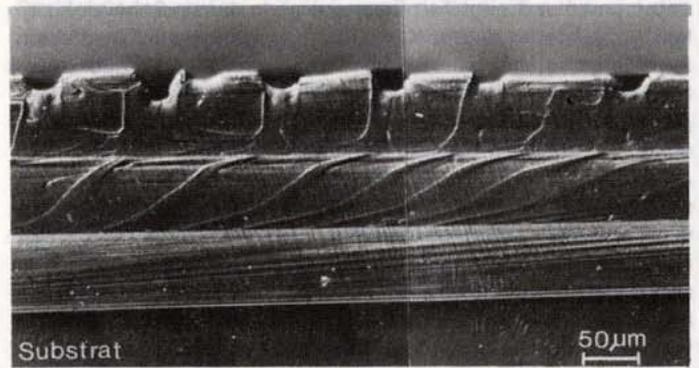


Abb. 6 Beispiele von Terrassenspuren in einer dicken GaAs 3-fach-Schicht aus der Flüssigphasenepitaxie. Substrat-Orientierung (100). Unterste Schicht mit sehr flach verlaufenden Spuren niedriger Terrassen. Mittlere Schicht mit S-förmigen Terrassenspuren. Oberste Schicht mit sehr hohen Terrassen, deren Lateralgeschwindigkeit $\rightarrow 0$ geht, Anfangsstadien des zellulären Wachstums und degenerierender Wachstumsfront. Bruchfläche (110), selektiv geätzt.

Ende der Steigflächen emittiert werden, größer ist als die Anzahl der Stufen, die am oberen Ende der Steigflächen ankommen. Die Spur der einzelnen Stufe nimmt in diesem Fall einen S-förmigen Verlauf an, wie in Abb. 7 schematisch dargestellt ist. Dieser Fall tritt am häufigsten auf, und Beispiele für S-förmige Striations sind in vielen Kristallen zu sehen, z. B. in den GaAs-Epitaxieschichten der Abb. 6. Die Terrassenspuren sind zusätzliche, in den Kristallen auftretende Inhomogenitäten. Wir nennen sie Striations vom Typ II. Daß diese Inhomogenitäten wachstumskinetisch bedingt sind, bestätigen Untersuchungen

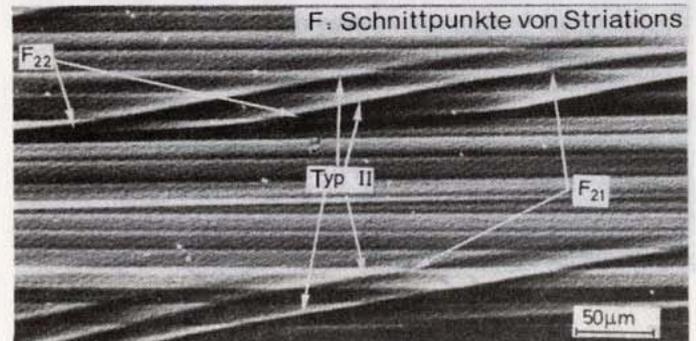


Abb. 7 Spuren sehr niedriger Terrassen in Czochralski-gezüchtetem Si. Schnittfläche wie Abb. 5.

von K. W. Benz und G. Nagel an einem GaSb-Kristall, der in Spacelab I nach dem Travelling-Heater-Verfahren gezüchtet wurde /11/. Abb. 8a ist der unter /11/ zitierten Arbeit der beiden Autoren



entnommen und zeigt Terrassenspuren in dem in Schwerelosigkeit gezüchteten GaSb. Konvektionsvorgänge sind in diesem Experiment sicher auszuschließen, denn die Oberfläche der fluiden Phase war allseitig zugedeckt. In Abb. 8b sind zum Vergleich der Striations-Muster dicke Epitaxieschichten im Querschnitt abgebildet, die aus irdischen Experimenten stammen. Abbildung 9 zeigt schematisch eine Anordnung von Terrassen, die häufig vorkommt und zu den in Abb. 8 auftretenden Mustern von Terrassenspuren führen kann. Terrassenstufen mit großen Höhen, in den obigen Photos dargestellt, sind zwar gut geeignet, um die Entstehung kinetischer Striations zu studieren. Sie müssen und können aber bei der Herstellung hochwertiger Halbleiterkristalle unbedingt vermieden werden. Nicht vermeiden lassen sich aber vorerst die niedrigen Terrassenstufen mit Höhen von einigen Gitterkonstanten an aufwärts. Diese niedrigen Terrassen entstehen an den Wachstumsfronten fortwäh-

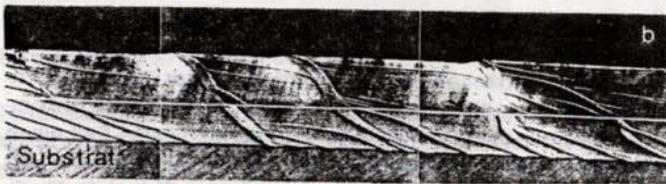


Abb. 8 a) Terrassenspuren in GaSb, Züchtung in Spacelab I nach dem Travelling-Heater-Verfahren, nach K. W. Benz und G. Nagel /11/. b) Terrassenspuren in einer dicken Silizium 2-fach-Schicht aus der Flüssigphasenepitaxie, Schnittflächen selektiv geätzt.

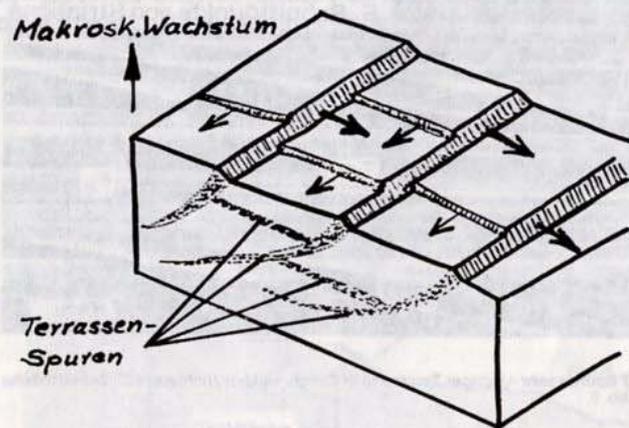


Abb. 9 Wachstumsfläche mit Terrassen in einer häufig vorkommenden Anordnung und zugehörige Muster der Terrassenspuren.

rend durch Stufenbündelung, bewegen sich lateral ein Stück weit und zerfallen dann wieder. Da sie keine größere Höhe annehmen, behalten sie stets eine hohe Lateralgeschwindigkeit. Die Spuren solcher Terrassen lassen sich als Grenzfälle S-förmiger Striations-Linien ansehen, wie in Abb. 7 angedeutet ist. Je nach Zeitdauer der Existenz der Terrassen bilden sie längere oder kürzere Abschnitte von Striations-Linien, die praktisch parallel zur Wachstumsfront verlaufen (discontinuous striations). Da Stufenbündelung und -zerfall nicht unbedingt direkt zeitlich gekoppelt sind mit Schwankungen der makroskopischen Züchtungsparameter, treten diese Striations **aperiodisch** auf. Diskontinuierliche, aperiodische Striations können also durch niedrige Terrassenstufen verursacht sein.

Identifizieren kinetischer Striations - ein Beispiel

Während die Spuren hoher Terrassen ohne Schwierigkeit als kinetische Striations erkennbar sind, lassen sich die Spuren niedriger Terrassen nur schwer von den üblichen Striations unterscheiden. Ein Hilfsmittel zur Identifizierung von Terrassenspuren, die wie Typ I-Striations aussehen, sind Talspuren /12/. Talspuren gehören selbst zu den kinetischen Striations und entstehen dort, wo Wachstumsstufen aufeinander zulaufen. Die folgenden Bilder geben Beispiele von Talspuren. Alle Schnittflächen der Kristalle, auf denen die Talspuren erscheinen, sind parallel zur **makroskopischen** Wachstumsrichtung eines Kristalls gewählt. Die Talspur erscheint als gerade Linie, wenn beide Talhänge fein und gleichmäßig gestuft sind, s. Abb. 10a. Sind an den Talhängen aber Terrassen vorhanden, dann weist die Talspur seitliche »Oszillationen« auf, s. Abb. 10b. Eine Talspur, deren seitliche Oszillationen durch Terrassen am linken Talrand

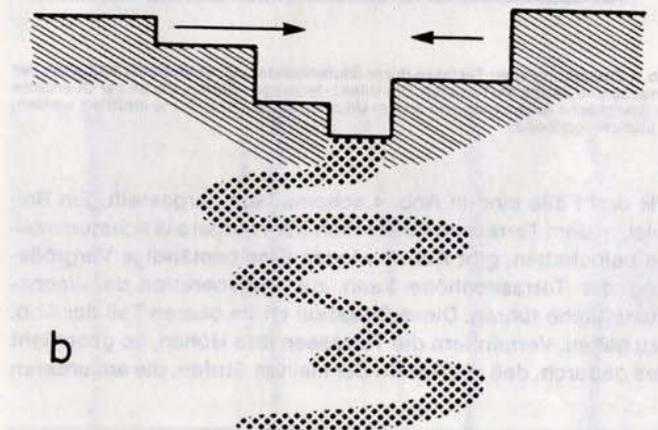
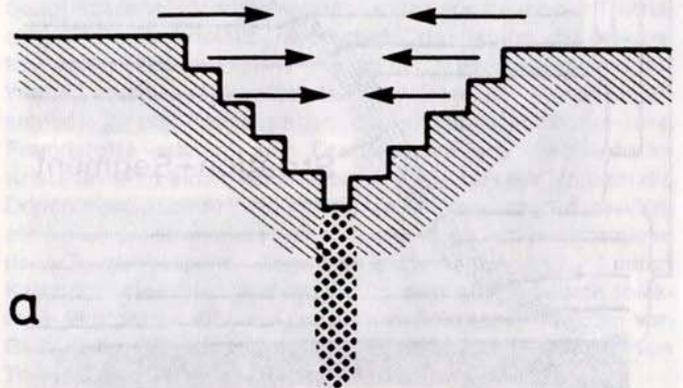


Abb. 10 Talspuren. a) Talhänge regelmäßig und fein gestuft: Talspurgerade. b) Talhänge mit Terrassen: Talspur mit seitlichen Oszillationen.

bedingt sind, zeigt Abb. 11. Das Tal ist sehr flach, aber aufgrund zahlreicher Typ I-Striations noch erkennbar. Die Terrassen am linken Talhang sind noch so hoch, daß sie sich durch ihre schräg verlaufenden Spuren (helle Linien in Abb. 11) selbst deutlich ausweisen.

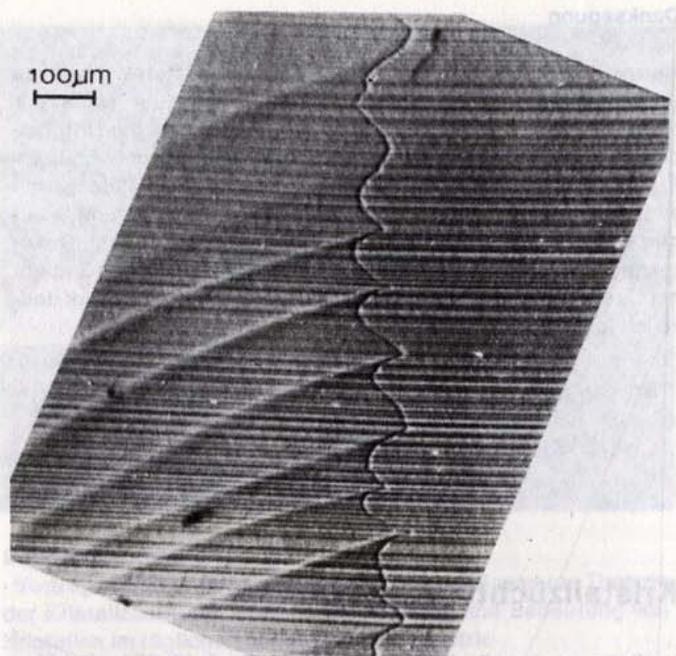


Abb. 11 Oszillierende Talspur in Czochralski-gezüchtetem Si. Schnittflächen wie Abb. 5. Die Spuren der Terrassen am linken Talhang sind als helle Linien erkennbar.

Für die Existenz niedrigerer Terrassen, deren Spuren bereits fast parallel zur Wachstumsfront verlaufen und von Typ I-Striations nicht mehr unterscheidbar sind, können die Oszillationen von Talspuren ein deutliches Indiz sein. Die Abb. 12 zeigt ein Beispiel. Aus dieser und vielen ähnlichen Beobachtungen kann man schließen, daß ein beträchtlicher Teil der üblichen Striations wachstumskinetisch bedingt ist. Diese wachstumskinetisch bedingten Striations können natürlich auch dann auftreten, wenn alle Ursachen für eine Entstehung von Striations im üblichen Sinn sorgfältig ausgeschaltet sind, z. B. bei Weltraumexperimenten.



Abb. 12 Oszillierende Talspur mit Terrassenspuren an beiden Talhängen. Die Terrassenspuren sehen aus wie die üblichen Typ I-Striations und lassen sich nur über die oszillierende Talspur identifizieren.

Wie lassen sich kinetische Striations vermeiden?

Für eine Herstellung von super-homogenen Halbleiterkristallen muß man also in erster Linie dafür Sorge tragen, daß ein Anlaß zu Stufenbündelungen an der Wachstumsfront zu keinem Zeitpunkt während des Züchtungsvorgangs gegeben ist.

Stufenbündelung tritt mit Sicherheit dann nicht auf, wenn das Kristallwachstum über äquidistante, monoatomare bzw. monomolekulare Wachstumsstufen vor sich geht. Stufensysteme dieser Art bewirken das Kristallwachstum beim versetztgesteuerten Facettenwachstum /13/. Die äußerst regelmäßig angeordneten Stufen werden erzeugt an Durchstoßpunkten von Versetzungen, die als permanente Stufenquellen wirken. Je nachdem, welche Orientierung die Burgers-Vektoren der Versetzungen in Bezug auf Wachstumsfläche des Kristalls haben, unterscheidet man Frank- oder Bethge-Stufenquellen /13/. Zur Erklärung des Nukleationsvorganges an Bethge-Stufenquellen entwickelte H. P. Strunk ein Modell, das die elektronenmikroskopischen Befunde für GaAs und Si einbezieht /14/.

Wachstumsflächen bzw. Oberflächen, an denen ausschließlich äquidistante Monostufen vorhanden sind, sehen außergewöhnlich eben und glatt aus. Beispiele für die regelmäßige Anordnung der Monostufen bei versetzungsgesteuertem Facettenwachstum zeigen die Bilder 13 und 14. Stufenbündelung läßt

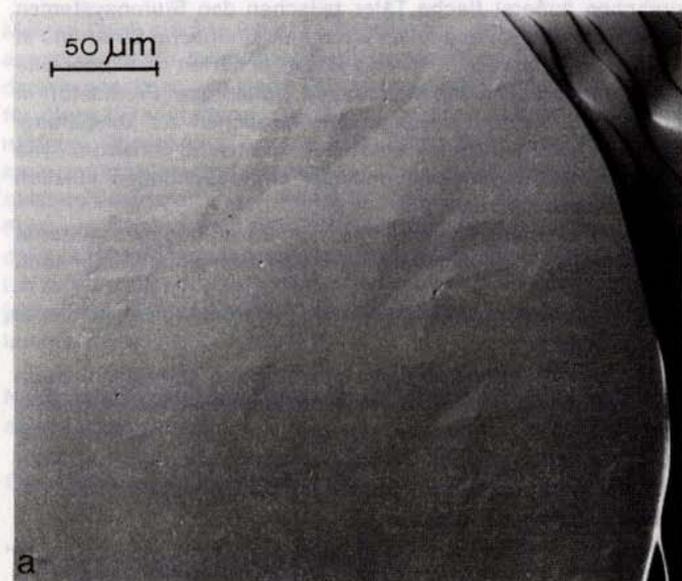


Abb. 13 Facette auf einer GaAs-Flüssigphasenepitaxieschicht, Substrat (100)-orientiert. a) undekoriert, b) mit dekorierten Monostufen

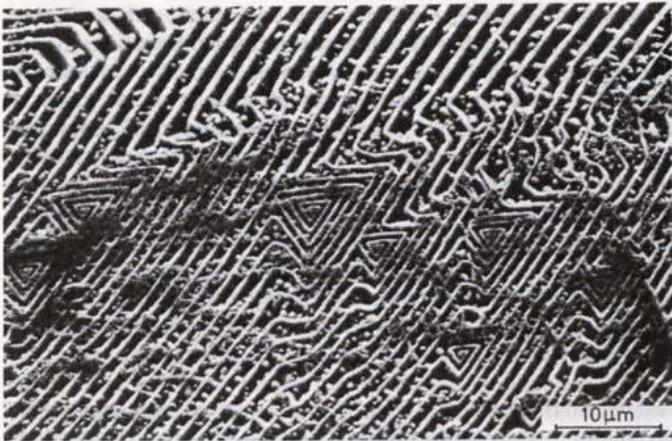


Abb. 14 Facette mit dekorierten Monostufen auf einer GaAs-Flüssigphasenepitaxieschicht. Substrat (111)-orientiert.

sich an derartigen Wachstumsflächen ausschließen. Doch verursachen äußerst flache Täler zwischen den Stufensystemen verschiedener Stufenquellen auch hier kinetische Striations in Form von Talspuren. Ferner wird an scharfen aus- oder einspringenden Ecken von Monostufen Dotier- bzw. Fremdstoff in anderer Konzentration eingebaut, verglichen zur Umgebung. Auch an solchen Stellen entstehen kinetische Striations, wie anhand elektronenmikroskopischer Untersuchungen kürzlich nachgewiesen wurde /15/.

Die Wachstumsbedingungen für extrem homogenes Material müssen diese Möglichkeiten der Striationsentstehung noch ausschließen.

Schlußfolgerung:

Kinetische Striations lassen sich nur dann vermeiden, wenn sich an den Wachstumsflächen ausschließlich äquidistante und gradlinige Monostufen befinden, die eine einheitliche Bewegungsrichtung haben. Jede Abweichung von dieser strikten Forderung verursacht eine Minderung der Homogenität und damit der Qualität der Kristalle.

Literatur

- /1/ H. Queisser, Kristallene Krisen, Piper-Verlag, München 1985, S.7
- /2/ J. R. Carruthers and A. F. Witt, in Crystal Growth and Characterization, R. Ueda and J. B. Mullin, Eds., North Holland Amsterdam Oxford 1985, American Elsevier New York, p. 107
- /3/ E. Bauser and G. A. Rozsgonyi, Appl. Phys. Lett. **37**, 1001 (1980)
- /4/ G. Müller and G. Neumann J. Crystal Growth **59**, 548 (1982)
- /5/ D. T. J. Hurle, in: Proc. Int. Conf. Crystal Growth, Boston 1966, Suppl. to J. Phys. Chem. Sol. (1967), p. 659
- /6/ Results of Spacelab-1, ESA SP-222, Proc. of the 5th European Symposium Material Sciences under Microgravity, Schloss Elmau, FRG, 5-7 Nov. 1984
- /7/ A. A. Chernov, Sov. Phys. Uspekhi **4**, 116 (1961), translated from: Usp. Fiz. Nauk **73**, 277 (1961)
- /8/ B. Fischer, E. Bauser, P. A. Sullivan and D. L. Rode, Appl. Phys. Lett. **33**, 78 (1978)
- /9/ T. Kajimura, K. Aiki and J. Umeda, Appl. Phys. Lett. **33**, 949 (1976)
K. Pak, T. Nishinaga, T. Tanbo, H. Fukuhara, T. Nakamura and Y. Yasuda, Jap. J. Appl. Phys. **24**, 299 (1985)
- /10/ E. Bauser and G. A. Rozsgonyi, J. Electrochem. Soc. **129**, 1782 (1982)
- /11/ K. W. Benz and G. Nagel, Proc. of the 5th European Symposium on Material Sciences under Microgravity, ESA PS-222, p. 157
- /12/ Y. C. Lu and E. Bauser, J. Crystal Growth **71**, 305 (1985)
- /13/ E. Bauser and H. P. Strunk, J. Crystal Growth **69**, 561 (1984)
- /14/ E. Bauser and H. P. Strunk, Thin Solid Films **93**, 185 (1982)
- /15/ H. P. Strunk, A. Kessler and E. Bauser Acta Physica Polonica, to be published

Danksagung

Herrn Professor Queisser danke ich für sein stetes Interesse und interessante Diskussionen. Mein besonderer Dank gilt Herrn Y. C. Lu für seinen erfolgreichen Einsatz bei der Untersuchung von Striations, den Mitarbeitern der Gruppe Epitaxie Frau B. Kunath, Herrn K. S. Löchner und Herrn A. Müller sowie allen früheren Mitarbeitern, besonders Frau Dipl. Min. M. Hauner, den Herren Dr. R. Linnebach, Dr. W. Appel, Dipl. Ing. P. Koroknay und Dipl. Ing. H. Bender, für die ausgezeichnete Zusammenarbeit. Dem BMFT sowie der Stiftung Volkswagenwerk danke ich für Forschungsmittel.

Kristallzüchtung an Schulen

Im Rahmen einer Projektwoche vom 30. 9. - 3. 10. 85 im Schiller-Gymnasium zu Bochum haben Mitglieder der DGKK dazu beigetragen, das Projekt »Kristallzüchtung« zu gestalten.

Frau OStuDir Marianne Esser hatte das Angebot aufgegriffen, das ich ihr einige Zeit vorher gemacht hatte und uns eingeladen. Unser Ziel war es, die Schüler zu informieren über die Bedeutung der Kristallzüchtung in der modernen Gesellschaft sowie Berufschancen und -wege aufzuzeigen. Dabei sollten die Schüler durch selbsttätige Versuchsdurchführungen ein Gefühl für das »Wachsen« von geordneter Materie bekommen.

16 Schülerinnen und Schüler der Stufen 12 und 13 haben sich spontan für das Projekt angemeldet, obwohl attraktive Themen wie u. a. Segelfliegen, Tennis und Theaterspielen ausgeschrieben waren. Auch jüngere Schüler drängten voller Interesse in den Kurs, mußten aber leider wegen der Zielsetzung abgewiesen werden.

Das Programm:

Montag, 30. 9.

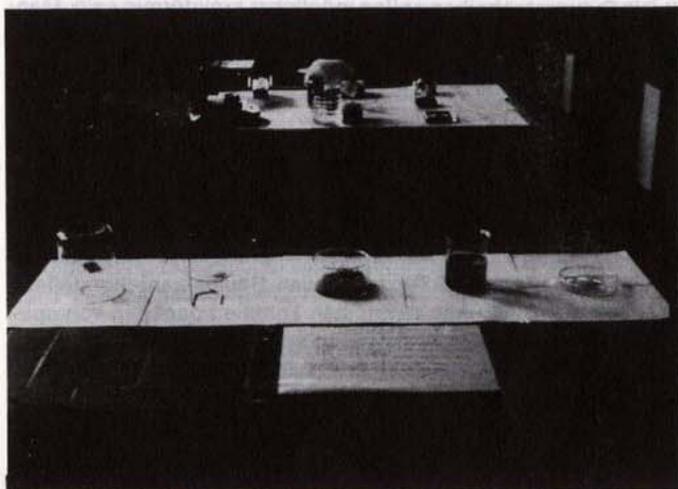
- Einführungsvortrag von Frau Sussieck-Fornefeld über die physikalischen und kristallographischen Hintergründe der Kristallzüchtung
- Verteilen von Arbeitspapieren (Züchtungsrezepte)
- Ansetzen von Lösungen zur Gewinnung von Keimkristallen
- Vorführen des Kristallwachstums an organischen Substanzen (Sadol, Benzophenon) aus der Schmelze durch Herrn Rolf Becker/TH Aachen

Dienstag, 1. 10.

- Bergung von Keimkristallen und Impfen der gesättigten Lösungen
- Ansetzen von Lösungen für die Herstellung von Kristallstufen auf Steinen
- Herstellung von großen organischen Kristallen im Becherglas

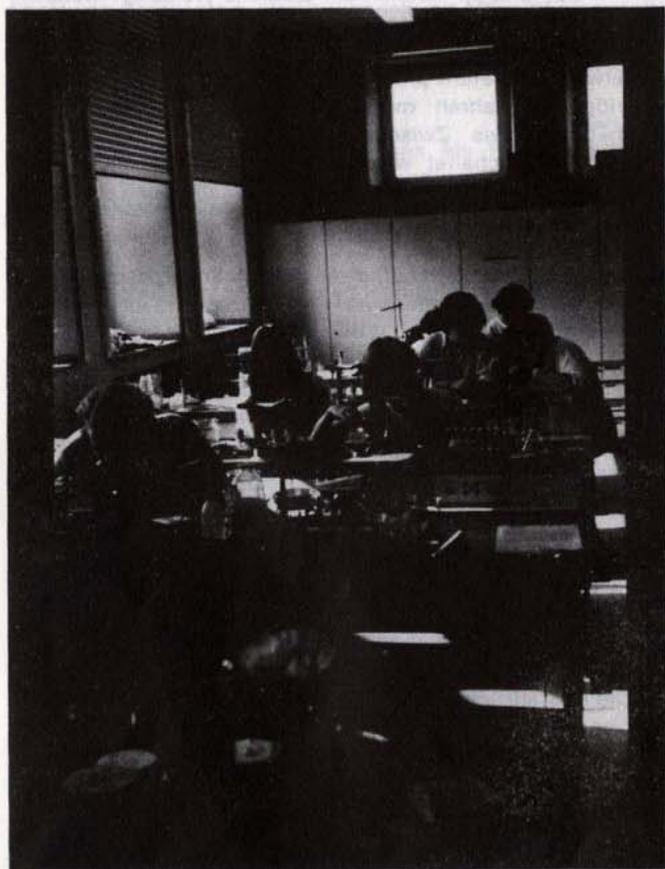
Mittwoch, 2. 10.

- Kontrolle der wachsenden Kristalle, z. T. Impfen neuer Lösungen
- Vortrag von Herrn Peter Droste/Elektrochemie Ibbenbüren über Kristallzüchtung in der Industrie, speziell Saphir nach dem Verneuil-Verfahren, über den möglichen Berufsweg eines Kristallzüchters und seine Aufgaben.
- Anschließend Diskussion
- Fortsetzung der Züchtungsaktivitäten



Donnerstag, 3. 10.

- Vortrag von Frau Sussieck-Fornefeld über allgemeine Themen der Kristallzüchtung, über die Anwendung und Bedeutung von Kristallen im täglichen Leben und der Industrie
- Bergung der gezogenen Kristalle und Besprechung der Ergebnisse, die nach den verschiedenen Verfahren erhalten worden waren
- Vorbereitung und Durchführung einer Ausstellung zur Dokumentation der Arbeit



Was zu Beginn des Projektes kaum möglich erschien, ist gelungen: die Ziele wurden erreicht, obwohl das Programm beängstigend gedrängt war. Jeder Kristallzüchter weiß, wieviel Gefühl und Erfahrung dazugehört, einen Kristall wachsen zu lassen. Sicherlich hat bei den Schülern auch das Anfängerglück mitgespielt, viele gute Ergebnisse zustande zu bringen. Da die Schüler eine sehr selbständige Arbeitsweise gewohnt waren, konnten sich die anwesenden Betreuer intensiv um jede Arbeitsgrup-

pe kümmern und ihr aus ihrem eigenen Erfahrungsschatz hilfreiche Tips geben. Die Freude der Schüler über die Erfolge war für uns ein schöner Lohn für unseren Einsatz.

In den Gesprächen wurde immer wieder deutlich, daß wir den Schülern ein völlig neues Gebiet eröffnet hatten, von dem nur die wenigsten vorher gehört hatten. Selbst Silizium-Solarzellen, die während der Ausstellung einen kleinen Rotor in Bewegung setzten, führten bei vielen Schülern zu hellem Staunen. Überhaupt war eine deutliche Reserviertheit gegenüber einem naturwissenschaftlichen Studium wie Physik, Chemie, Materialwissenschaften oder Mathematik festzustellen. Ich hoffe, daß wir den Schüler etwas Mut zu solchem Studium machen konnten, da eine qualifizierte Ausbildung auf diesem Gebiet auch gute Berufschancen eröffnet.

Mein Aufruf an die Mitglieder:

Fragen Sie doch einmal in Ihrer ehemaligen Schule oder der Ihrer Kinder, ob Interesse an einer Veranstaltung wie der beschriebenen besteht. Ich organisiere ein solches Projekt gerne wieder.

Meinen Dank möchte ich allen Beteiligten an diesem Projekt aussprechen für ihren intensiven persönlichen Einsatz, sowie den Vorgesetzten von Herrn Droste und Herrn Becker, die beide für diese Veranstaltung vom Dienst freigestellt haben. Die benötigten Chemikalien konnte Frau Esser über den Freundeskreis der Schillerschule finanzieren. Bei der Wiederholung einer solchen Veranstaltung würde ich auch gern Sachspenden in Form von Chemikalien von DGKK-Mitgliedern annehmen, denn die Kassen von Schulen werden immer leerer. Frau Esser danke ich sehr herzlich für die großzügige Bewirtung während der Projektwoche, die durch keine öffentliche Kasse finanziert werden konnte.

Nicht zuletzt gilt mein Dank dem Schatzmeister der DGKK für seine Unterstützung.

Cornelia Sussieck-Fornefeld

Tagungsberichte

DGKK

Symposium III-V-Kristalle

Jahrestagung 1986

Universität Erlangen-Nürnberg



17.-20. März 1986

DGKK-Symposium (17. - 18. März 1986) »Herstellung und Charakterisierung von massiven III-V Halbleiterkristallen«

Notizen zu den Vorträgen des ersten Tages:

- R. Staudigl (Wacker-Chemitronic):
Chemische Reaktionen bei der GaAs-Zucht in Quarztiegeln.
C. Gessert (Wacker-Chemitronic):
Synthese und Kristallzucht von Si-GaAs für integrierte Schaltungen.
G. Nagel (Wacker-Chemitronic):
Synthese und Kristallzucht von GaAs für Optoelektronik
E. Tomzig (Wacker-Chemitronic):
Synthese und Kristallzucht von InP und GaP.
N. Stath (Siemens):
Anforderungen an III-V-Substratkristalle für die Massenfertigung von optoelektronischen Bauelementen.
G. Müller (U. Erlangen):
Alternative Verfahren für die Herstellung defektarmer III-V-Kristalle.
J. Völkl (U. Erlangen):
Versetzungsbildung in InP-Kristallen

Die Vorträge werden nicht einzeln behandelt, da sich die Themen stark überschneiden. Vielmehr wird der Versuch gemacht, die Vorschläge und Diskussionen zusammenfassend darzustellen. Kristalle aus den III-V-Verbindungen GaAs, GaP, InP etc. werden als Substrate zur Herstellung optoelektronischer Bauelemente und schneller integrierter Schaltungen benötigt. Die technischen Anforderungen an die Substratkristalle werden bisher nicht befriedigt. Wesentliche Qualitätssteigerungen sind notwendig, damit die prinzipiell günstigen Eigenschaften der III-V-Materialien in elektronischen Bauelementen voll nutzbar werden.

Anforderungen an die Substratkristalle:

- Semiisolierende Eigenschaften sind notwendig, aber intrinsisch nicht erreichbar, da dabei die Fermienergie nicht ausreichend in der Mitte der Energielücke fixiert wird und die Abschirmlänge zu groß ist. Semiisolierende Eigenschaften erreicht man bei GaAs mithilfe der EL2-Defekte (vermutlich Nester von As auf Ga-Plätzen) oder mithilfe von Dotierungselementen mit Energieniveau in der Mitte der Energielücke. Die EL2-Defekte in GaAs sind ein Geschenk der Natur in ähnlicher Weise wie die SiO₂-Schicht auf Si, die Silizium zu einem solch idealen Material für integrierte Schaltungen macht.

- Homogenität der elektronischen Eigenschaften, d. h. Homogenität der intrinsischen Defekte und der Dotierstoffe wird über die ganze Fläche einer Substratkristallscheibe (5 bis 7 cm Durchmesser) gefordert. Der Aufbau integrierter Schaltungen auf Substratkristallen ist nur möglich, wenn z. B. die Schwellenspannungen von Feldeffekttransistoren weniger als 10 % streuen.

- Die elektronischen Eigenschaften zeigen keine eindeutige Korrelation mit Versetzungsdichten. So können die elektronischen Eigenschaften durch thermische Behandlung homogenisiert werden, wobei die Versetzungsdichteverteilung ungeändert bleibt. Vermutlich spielen Segregationen von Fremdatomen an Versetzungen eine große Rolle. Bei Lichtemissionsdioden sind Versetzungsdichten unter 10⁴ Durchstoßpunkte/cm² erwünscht. Die höchsten Anforderungen werden an Lasersubstratkristalle gestellt, bei denen weniger als 500 Durchstoßpunkte/cm² erforderlich sind. Am geringsten sind vermutlich die Anforderungen für die Photovoltaik.

- Die Substratscheiben sollen möglichst kreisförmig sein. Man ist bestrebt, die D-Form der im Boot gezüchteten GaAs-Kristalle zu überwinden und runde Scheiben von GaAs, GaP und InP mit einem Durchmesser von 6 bis 8 cm zu erreichen.

Epitaxie

Die elektronisch aktiven Schichten werden epitaktisch auf den Substratkristallscheiben abgeschieden. Wegen der Vielfalt der Epitaxieverfahren und des stark unterschiedlichen Aufbaus der Bauelemente ist die Epitaxie bei den Bauelementeherstellern konzentriert. Die Substratscheiben kommen dagegen von spezialisierten Kristallzuchtfirmen, die auch die Substratvorbehandlung übernehmen. Noch unklar ist die Frage, wieweit Substratkristallscheiben so nachbehandelt werden können, daß ihre Eigenschaften nicht mehr von der Güte der Kristallzuchtverfahren abhängen.

Synthese und Kristallzucht

Die Baupläne der III-V-Verbindungen, nämlich ihre Phasendiagramme, sind in den entscheidenden Konzentrations-, Temperatur- und Partialdruckbereichen nicht vollständig erforscht. Noch größere Lücken treten auf, wenn man die beim Hantieren notwendigen Tiegelelemente (BN, SiO₂, B₂O₃) und die Dotierelemente (Si, Cr, In etc.) einbezieht.

Am besten hat man die Stöchiometrie und Kristallperfektion von GaAs beim horizontalen Bridgmanverfahren im Griff. Der Arsenpartialdruck wird über eine abgetrennte Arsenquelle eingestellt. GaP und InP können auf ähnliche Weise synthetisiert werden, allerdings nur in Hochdruckanlagen.

Bei Verwendung relativ preiswerter Quarzboote beim horizontalen Bridgmanverfahren muß das »Kleben« von GaAs am Boot durch trickreiches Zwischenschieben nadelförmiger SiO₂-Kristalle ausgeschaltet werden, wenn man Kristalle ausreichender Güte erhalten möchte. Derartige Materialien sind allerdings mit Si dotiert.

GaAs wird auch durch Aufheizen übereinandergeschichteten Galliums und Arsens unter einer B₂O₃-Abdeckung im vertikalen Quarz- oder Bornitridtiegel (pBN = pyrolytisches Bornitrid) synthetisiert. Dabei wird normalerweise die B₂O₃-Abdeckung mit rd. 50 bar Argonschutzgas belastet, um Abdampfen von Arsen zu unterbinden. Die Synthese wird meist in Hochdruck-Czochralskianlagen durchgeführt. Dies erlaubt es, nach der Synthese Kristalle aus der Schmelze unter Boroxidabdeckung zu ziehen. Dabei wird ein Ar-Druck von einigen bar aufrechterhalten, um As-Abdampfung zu unterdrücken (LEC-Verfahren). Auf dem Markt befinden sich entsprechende Anlagen für 1,4 oder 8 kg GaAs-Schmelzen, in denen Kristalle von rd. 5 cm Durchmesser mit Ziehgeschwindigkeiten von rd. 9 mm/h gezüchtet werden. Kostengünstiger sind Niederdruck LEC-Anlagen, die vorsynthetisiertes GaAs als Rohmaterial benötigen. Die Kristallzuchtung kann durch laufende Wägung des Kristalls und durch Bestimmung der Kristallgeometrie überwacht werden. Zum Schutz vor Unfällen ist die Verfügbarkeit von Fernbedienungen während der Hochdrucksynthese und Verwendung von Gasmasken beim Kristallausbau und nachfolgendem Reinigen der Anlage zweckmäßig.

Semiisolierendes undotiertes GaAs erhält man durch Verwendung von pBN-Tiegeln (B und N sind isoelektronisch mit GaAs) und durch ein überstöchiometrisches Angebot von As in der Schmelze. Dadurch steigt die Konzentration der EL2-Defekte auf Werte über 10¹⁹/cm³, wodurch die Fermienergie in der Mitte der Energielücke fixiert wird. Durch Zugabe von Cr (»tiefe« Absorberstörstelle) kann auch in Quarztiegeln semiisolierendes GaAs hergestellt werden (Cr überkompensiert die flache Donatorverunreinigung Si).

Versetzungen

Die elektronische Rolle der Versetzungen ist nicht völlig geklärt. Ähnlich wie Punktdefekte können sie als Donatoren oder Akzeptoren oder elektronische Streuzentren in unerwünschter Weise in die Eigenschaften von Bauelementen eingreifen.

Eine gründliche Analyse der Versetzungsbildung bei der Kristallzüchtung von III-V-Verbindungen ist nur bei InP durchgeführt worden. Niedrigere Versetzungsdichten erreicht man durch Minimalisierung thermischer Spannungen und durch Behinderung der Versetzungsbewegung, z. B. durch Einbau von In in GaAs.

Es besteht eine enge Korrelation zwischen Versetzungsdichte, Lage des Fermi-niveaus und Art der Dotierstoffe. Beim Züchten von GaAs-Kristallen mit dem horizontalen Bridgmanverfahren erhält man z. B. ein Minimum der Versetzungsdichte bei einem Arsenanteil von 0,502. Bei As-Anteilen von 0,495 oder 0,505 liegt die beobachtete Versetzungsdichte um über zwei Größenordnungen höher (n -Dotierung $10^{17}/\text{cm}^3$). Diese Stöchiometrieabweichungen entsprechen einem Temperaturunterschied von rd. 6°C der As-Quellentemperatur (613 bis 619°C). Dies zeigt die Bedeutung einer gezielten Einstellung des As-Dampfdrucks während der Züchtung für die Reduzierung der Versetzungsdichte.

Inhomogenitäten

Die zur Zeit verfügbaren Substratkristalle sind inhomogen auf fast jeder Längenskala. W- oder M-förmige Makroinhomogenitäten der Dotierprofile von Substratkristallscheiben auf der Skala von Zentimetern sind gekoppelt mit Mikroinhomogenitäten, die sich in Streifenform über den Kristallquerschnitt erstrecken und Streifenabstände von einigen Mikrometern in axialer Richtung besitzen.

Derartige Inhomogenitäten entstehen als Folge un stetigen Wärme- und Materietransports während der Züchtung. Sie können teilweise durch Nachbehandlung der Substratkristalle ausgebügelt werden.

Kristalle hoher Qualität wird man jedoch erst dann züchten können, wenn beim Czochralskiverfahren eine völlige Rotations-symmetrie des Wärmefeldes um die Kristallachse und eine Beruhigung der schwankenden Strömungen in den Kristallzüchtungsschmelzen, z. B. durch überlagerte Magnetfelder, erreicht ist.

Einige Kristallzüchter betrachten Orbitallabors als das Allheilmittel für Probleme der GaAs-Zucht, weil hierbei Schmelz-zonenverfahren ohne Auftriebskonvektion verwendet werden könnten. Jedoch sind Anlagen ausreichender Qualität und Umlaufdauer bisher nicht in Sicht. Vielmehr scheint der weitere Ausbau der Magnetfeldtechnik im Erdlabor zukunfts-trächtig zu sein.

Spekulationen

Man hörte viel über die Vorteile des vertikalen Bridgmanverfahrens, bei dem der Kristall von unten her wächst. Von oben her kann die Stöchiometrie der Schmelze gezielt beeinflusst werden. Leider beherrscht man bisher die mit der Volumenausdehnung bei der Kristallisation von III-V-Verbindungen verknüpften Probleme (Verformung von Tiegel und Kristall) nicht. Dies beruht auf der relativ starken Benetzung der verfügbaren Tiegelmateriale durch GaAs.

Kann man die unzureichende Qualität der III-V-Substratkristalle durch Nachbehandlung wesentlich verbessern? Man hörte vage Andeutungen, daß man hierbei an prinzipielle Grenzen stößt. Die Grenzen dieses Verfahrens der Nachbehandlung sind wohl nicht ausgelotet.

Attraktiv erscheint die Möglichkeit, III-V-Schichten epitaktisch auf Si-Substratkristallen abzuschneiden. Die für eine Epitaxie notwendige Anpassung von Wirts- und Gastgitter ist heute auf vielfältige Weise denkbar (z. B. durch graduellen Übergang mit Hilfe von Schichtpaketen). Dagegen ist es bisher nicht gelungen, semiisolierende epitaktische GaAs-Schichten herzustellen. Durch In-Dotierung kann in der Epitaxie die Versetzungsdichte erniedrigt werden. Würde ein Erfolg bei diesem Verfahren eine Verbesserung der III-V-Substratkristalle hin-fällig machen? Erst ein tatsächlicher Vergleich des Aufwandes und der erreichbaren Güte (Ausschußrate) der Bauelemente, die mit den verschiedenen Verfahren hergestellt wurden, wird wohl eine Entscheidung bringen.

H. Wenzl

Die Vormittagssitzung des 18. März war der Materialcharakterisierung gewidmet. Sie begann mit dem Vortrag von W. Frank (MPI Stuttgart) über »Die EL2-Familie in GaAs und ihre Beziehung zu atomaren Fehlstellen«. Es wurde versucht, auf der Grundlage der vorliegenden Daten (ESR und ENDOR, Bildungs- und Ausheilkinetik) eine Systematik in die komplizierten Familienverhältnisse zu bringen. Danach handelt es sich bei den optisch in »as grown«-Material nachgewiesenen Spinresonanzen um solche des isolierten Antisite $\text{As}_{\text{Ga}}^{4+}$. Das ESR-Signal des Antisite, wie es nach Neutronenbestrahlung und Ausübung von Druck auftritt, wird dem »Dimer« (As_{Ga}^2) zugeschrieben. Der üblicherweise als EL2 bezeichnete Defekt in semiisolierenden GaAs charakterisiert durch sein »Photoquenching«-Verhalten und seine Rolle als Doppeldonor wäre zu beschreiben als die Familie von Clustern (As_{Ga}^m) mit $m \geq 3$. Die Entscheidung, mit der ein System in die verwirrende Fülle von Daten betreffs »Antisite und EL2« zu bringen versucht wurde, erregte lebhafte Diskussionen, die sich durch die gesamte Vormittagssitzung hindurchgezogen und um die Frage drehten: Inwieweit können derartige, auf die mikroskopische Struktur der Zentren zielende Schlüsse aus den vorliegenden Daten bereits gezogen werden? G. Packeiser, Siemens AG, Zentrale Forschung und Entwicklung München, sprach über »Charakterisierung von s.i. GaAs.« Durch Aufbringen von Teststrukturen auf GaAs-Scheiben wurde systematisch die Verteilung der Einsatzspannung von FETs und deren Schwankungsbreite über das Substrat hinweg gemessen. Es wurden dann - ein zukunftsweisender Schritt für das weitere Vorgehen bei der Züchtung des GaAs-Korrelations hergestellt zwischen den elektrischen Daten und spektroskopischen Daten des Wafers. So spiegelten sich die im Absorptionsbild im nahen IR beobachteten »Wabenstrukturen« unmittelbar wieder im Gang der Einsatzspannung über den Wafer hinweg.

U. Kaufmann (IAF Freiburg) sprach über die Charakterisierung von Punktdefekten in GaAs mit ESR und optischen Methoden. Die Kombination von ESR und optischer Anregung enthüllte zwei neue umladbare d.h. elektrisch aktive tiefe Störstellen im s.i. GaAs, Freiburg 1 und Freiburg 2 geheißen. Struktur und Rolle des FR1 und FR2 wird zu klären sein. Ferner wurde auf die Möglichkeiten des elektronischen Ramaneffektes als Nachweismethode für flache Akzeptoren hingewiesen. Die Empfindlichkeit des Nachweises von Kohlenstoff liege bei »deutlich unter 10^{15}cm^{-3} .«

B.K. Meyer, Universität Paderborn, sprach über die Methode der optisch nachgewiesenen ESR und ENDOR in ihrer vollen Paderborner Raffinesse. Neue Daten zur Ga-Leerstelle wurden vorgestellt. ENDOR-Messungen am Antisite in GaAs zeigen eine Vielzahl von Varianten in der Nachbarschaft jenseits der ersten Konfigurationsschale. Hervorzuheben auch ein kleiner Hinweis aus der Diskussion: In epitaktischen Schichten von GaP wurde der Antisite $\text{P}_{\text{Ga}}^{4+}$ registriert.

Der Vortrag von **B. Sartorius** (HHI Berlin) war ein glühendes - und überzeugendes - Plädoyer für die Nützlichkeit des guten alten Lichtmikroskopes in seinen vielfältigen Varianten (Spannungsoptik, Photolumineszenz-Mikroskopie...). In einer Multimedien-Show inklusive Video wurde eine Vielzahl von Defekten bis herunter zur einzelnen (?) Versetzung sichtbar gemacht. Eine lebhaftes Sitzung mit schönen Vorträgen über ein Festkörperphysiker und Anwender gleichermaßen ansprechendes Gebiet.

Albrecht Winnacker

Beiträge zu DGKK-Jahrestagung

Sitzung Epitaxie: Einen besonders schönen Übersichtsvortrag zu den historischen Grundlagen der Epitaxie hielt **J. Wilkes, Mulard, Southampton**. Dieser eingeladene Vortrag soll im nächsten Mitteilungsblatt abgedruckt werden. Die folgenden 3 Vorträge wurden von Mitarbeitern der Fa. SEL, Stuttgart ausgerichtet. Im Vortrag von **P. Speler et al** wurde über selektive InP-Epitaxie auf strukturierte InP-Oberflächen berichtet. Solche Studien sind für integrierte optoelektronische Bauelementstrukturen wichtig. Im Rahmen eines ähnlichen Themenkreises wurde die Abscheidung aus der Flüssigphase mit den Abscheidungen aus der Gasphase (MOCVD) zum InGaAs verglichen. (**G. Schemmel et al**). Beide Verfahren lassen sich durch entsprechende Prozessführung für das selektive Wachstum ausnützen. Über Eigenschaften Mn-dotierter, p-leitender InGaAs-Schichten im Bereich von $p = 2 \times 10^{17} - 5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ zur Anwendung für Heterobipolartransistoren berichtete **M. Schilling et al**. Mn zeichnet sich als p-Dotierstoff durch eine geringe Sauerstoff-Affinität, seinen kleinen Diffusionskoeffizienten und seinen niedrigen Dampfdruck aus.

K.W. Benz

Die **Vortragsreihe am Mittwochnachmittag** wurde mit dem Beitrag von **W. Körber, J. Weber, A. Hangleiter** und **K.W. Benz** mit dem Thema »Seltene Erden in LPE-III-V-Halbleitern« eingeleitet. Es wurde auf die Besonderheiten bei der Flüssigphasenepitaxie von InP-Yb eingegangen, wie z. B. die geringe Löslichkeit und hohe Affinität der Seltenen Erden zu Sauerstoff. Dabei wurde gezeigt, wie trotzdem mit einem modifizierten Verfahren hohe Einbaukonzentrationen von Yb in InP erreicht werden können. Bedeutung können derart dotierte Substanzen bei der Herstellung neuer optoelektronischer Bauelemente erlangen. Den gleichen Anwendungsbereich hat das Materialsystem InGaAsP/InP. Im nächsten Beitrag von **B. Sartorius, D. Franke** und **M. Schlak** wurde über den Einsatz von IR-Mikroskopie zur Untersuchung von Versetzungswachstum und Degradationseffekten an LPE-Schichten aus diesem Material berichtet. Durch Aufnahme von Transmissions-, Polarisations- und Lumineszenzbildern eines Probenausschnittes wurden Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Kristallbaufehlern aufgezeigt. Im dritten Vortrag von **R. Köbler, G. Müller-Vogt** und **W. Wendl** ging es um die Messung des chemischen Diffusionskoeffizienten von Halbleiterschmelzen nach dem Scherzellenverfahren. Diese Methode erlaubt in eleganter Weise die Einhaltung der für die Lösung des Diffusionsproblems erforderlichen Randbedingungen. Der für Kristallzüchtungsexperimente wichtige Diffusionskoeffizient konnte erstmals in verschiedenen Temperaturbereichen und Konzentrationsintervallen im System Ga-Sb bestimmt werden. Durch Aufnahme von Konzentrationsprofilen bei verschiedenen Diffusionszeiten, vor allem auch bei sehr kurzen, konnten nicht diffusive Transportanteile erkannt und eliminiert werden.

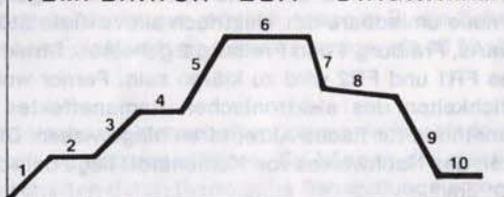
PROGRAMMABLE POWER

Das neue Multiprogramm-Reglersystem **MICROTRONIC** bietet Ihnen folgende Vorteile:

- 10 Programmabschnitte.
- 4stellige Istwertanzeige.
- extrem schnelle und extrem langsame Heiz- und Kühlraten.
- Hohe Präzision und Flexibilität.
- Autom. Schutz gegen Netzausfall und Thermoelementbruch.
- Preisgünstiges Komplettgerät.



TEMPERATUR-ZEIT DIAGRAMM



Typische Anwendungen:

- Diff. Thermoanalyse.
- Laboröfen.
- Glasschmelzen.
- Materialprüfung.
- Keramiköfen.
- Sinteröfen.
- Kristallzüchtung.
- Vakuumöfen.

NOVOCONTROL GmbH Postfach 2110 · D-5431 Hundsangen
 Telefon (0 64 35) 60 06/60 07
 Telex 4 821 918 ino

Über die Flüssigphasenepitaxie von Granat wurde im Vortrag von **W. Tolksdorf, H. Damman, E. Proß** und **B. Strocka** berichtet. Durch erzwungene Strömungen in der Schmelzlösung wird die Transportkinetik beeinflusst, und es gelingt, unterschiedlich substituierte Ytterium-Eisen-Granat-Schichten auf ein Substrat aufzuwachsen zu lassen, die geeignet sind für die Herstellung von optischen Wellenleitern.

Im fünften Vortrag des Nachmittags von **H.P. Strunk, A. Kessler** und **E. Bauer** ging es um die elektronenmikroskopische Analyse planarer Einlagerungen in lösungsgezüchtetem Silizium. An dreiseitigen Wachstumspyramiden, die jeweils durch eine Versetzung verursacht werden, wurde gezeigt, daß jede Versetzung das Zentrum dreier nach außen laufender planarer Fehler bildet. Die Ursache dafür liegt in einer Gitteraufweitung durch Einbau einer atomar dicken Schicht aus Gallium.

R. Köbler

Donnerstag (20.03.):

K. Baraclough (RSRE, Great Malvern, GB) berichtete über Untersuchungen zur Kontrolle des O-Einbaues in Si-Einkristalle. Dabei wurde untersucht, wie unter anderem die O-Konzentration der Schmelze und die Umdrehungsgeschwindigkeit des Kristalles die O-Konzentration im Kristall festlegen. In einem vergleichenden Experiment bei dem Quarzstäbe in undotierte und Sb-dotierte Siliziumschmelze eingetaucht wurden, wurde der in die dotierte Schmelze eingetauchte Stab an der Kontaktstelle Stab-Schmelz-Gasphase angegriffen. Durch Aktivierungsanalyse wurde festgestellt, daß Sb-dotierte Kristalle ($Sb : 10^{18} \text{cm}^{-3}$) nur 50% der O-Konzentration undotierter Kristalle aufweisen, wobei der Verlust von Sb aus der Schmelze vernachlässigbar klein gegenüber dem Rückgang der O-Konzentration im Kristall war.

N. Karl war Vortragender einer gemeinsamen Arbeit mit **K. Heizmann, M. Gerdon** (Phys. Inst., Kristalllabor, Uni Stuttgart) über Czochralski-Züchtung von organischen Molekülkristallen aus über den Schmelzpunkt erhitzter als auch unterkühlter Schmelze. Es wurde eine völlig geschlossene HV-Züchtungsvorrichtung vorgestellt mit magnetisch übertragbarer Drehbewegung für den Kristall, einer Federbalgabsenkung für die Schmelze und mit einer vakuumisolierten Heizung. Von der vergleichsweise hochschmelzenden, photoleitenden Substanz Pyren (Smp. 156°C , $C_{16}H_{10}$) wurden Einkristalle hergestellt.

E. Gusset von der Alcan Electronic, Rorschach, berichtete unter dem Titel »Alcan Gallium Strategie« über die Aktivitäten seiner Firma bei der Gewinnung von 6N bis 8N Gallium für die GaAs Produktion. Bei zurückgehender Al-Gewinnung aus Bauxit kommt der Wiederaufbereitung von Ga große Bedeutung zu. Im Jahre 1985 wurden 3 t Ga für Bauelemente verbraucht und man schätzt, daß es 1994 80 t für diesen Zweck sein könnten.

J. Bakardjiev vom Kaliforschungsinstitut der Kali und Salz AG berichtete über »Neue gravimetrische Verfahren zur Untersuchung der Kristallisationsvorgänge in Lösungen«. Bei der Kristallisation von K_2SO_4 aus wäßrigen Lösungen werden Dimensionsänderungen von 1 bis 50 nm h^{-1} an Einzelkristallen und Körnern sowie unter Massenkristallisationsbedingungen verfolgt. Die Wechselwirkung Korn-Lösung kann durch Impulsströmungen von 2, 6 und 8 sec Pausenintervall untersucht werden. Die durch Korn-Korn-Stöße erzeugten Abriebflächen und ihr Wachstum wurden genauer untersucht.

E. Schönherr vom Max-Planck-Institut für Festkörperforschung in Stuttgart berichtete über eine gemeinsame Arbeit mit **E. Winckler** unter dem Titel »Bildung von gekrümmten Wachstumsflächen an Kristallen während der Sublimation«. Es werden die Form und Wachstumsgeschwindigkeit der makroskopischen Phasengrenze Kristall-Gasphase untersucht. Modellschubstanzen sind Jod und GeS₂, die in einem Quarzkonus kondensieren. Durch Verrücken der Ampulle (um -2.5°C z.B. bei Jod von 60°C) geht die gekrümmte Gleichgewichtsfläche über. Die Gleichgewichtsfläche kann durch ein Rotationsellipsoid beschrieben werden, wenn die Wärmeleitkoeffizienten von Konuswand und Gleichgewichtsfläche ungefähr gleich sind. Angemerkt wurde, daß Wärmestahlungsverluste auch bei 60°C nicht vernachlässigt werden dürfen.

K. Fischer

Den Abschluß der Tagung bildete ein Beitrag von **G. Neumann** und **G. Müller** über Untersuchungen der thermischen Auftriebskonvektion in Modellsystemen zur Kristallzüchtung. Dabei wurden vor allem Ergebnisse zur dreidimensionalen Berechnung der Auftriebskonvektion (stationär und instationär) gezeigt. Bei den Experimenten wurde weitgehend auf die Besichtigungsmöglichkeit am gleichen Nachmittag verwiesen.

Posterausstellung

Während der Jahrestagung der DGKK bestand im Foyer des Hörsaalgebäudes die Möglichkeit, Arbeiten in Form von Postern vorzustellen.

Sechs Poster waren angemeldet worden, ein weiteres wurde sehr kurzfristig zugesagt.

Terrassenspuren und Talspuren in Halbleiterkristallen

Y.C. Lu, E. Bauser
Max Planck Institut Stuttgart

Wachstumskinetisch bedingte Striations treten nicht nur in Kristallen auf, die auf der Erde gezüchtet werden, sondern können sich auch beim Wachstum in der Schwerelosigkeit bilden. Dies zeigte ein Vergleich von Terrassenspuren in »irdischen« Kristallen und im GaSb, das in der Schwerelosigkeit im Spacelab 1 im Rahmen eines von K.W. Benz und G. Nagel geplanten THM-Experiments gewachsen ist.

Präparation von Yb₃Pt₅- und YbPt₃-Einkristallen

H. Schmidt
Universität Köln

Von den Verbindungen Yb₃Pt₅ und YbPt₃ wurden Einkristalle mit Hilfe der Lösungszüchtung aus einer Bleischmelze gezüchtet. Die Phase Yb₃Pt₅ ist neu im System Yb-Pt. Yb₃Pt₅ ist monoklin, die Kristalle wachsen in Nadeln bis 2cm Länge und in Prismen (Größe 2x2x3 mm³). YbPt ist kubisch, der Habitus der Kristalle ist würfelig (Kantenlänge ca. 3mm).

Züchtung und Perfektion organischer Molekülkristalle aus gas-freien unterkühlten Schmelzen

M. Göbbels, R.A. Becker und H. Klapper
Institut für Kristallographie der Rhein.-Westf. Techn. Hochschule Aachen

Organische Molekülkristalle lassen sich in guter optischer Qualität in offenen Zuchtapparaturen (d.h. unter Atmosphäre) aus unterkühlter Schmelze züchten. Das Wachstum sehr perfekter Kristalle muß jedoch sehr langsam erfolgen, da die in der Schmelze gelösten Gase bei höheren Wachstumsgeschwindigkeiten zu Gaseinschlüssen führen. Es wird eine evakuierbare Zuchtapparatur aus Glas vorgestellt, bei der dieser Nachteil vermieden wird. Durch Entgasen der Schmelze wird die Wachstumsgeschwindigkeit optisch homogener (blasenfreier) Kristalle (Durchmesser 5-6 cm) um den Faktor 2-3 erhöht.

Röntgenteropographische Untersuchungen bestätigen die hohe Perfektion dieser Kristalle (Benzil, Benzophenon, Salol). Große Kristallbereiche (ca. 60 cm²) sind frei von Versetzungen. Die einzigen in diesen Bereichen röntgenteropographisch noch nachweisbaren Störungen sind Wachstumssektoren, die durch den Einbau chemischer Verunreinigungen aus den ungereinigten Schmelzen hervorgerufen werden.

Marangoni-Konvektion unter Mikrogravitation

D. Schwabe, R. Lamprecht und A. Scharmann
I. Phys. Inst. der Justus-Liebig-Universität Gießen

Es wurde über die ersten Ergebnisse des Experiments MKB-00, berichtet, die unter reduzierter Schwere während der D1-Spacelabmission im November 1985 gewonnen wurden. Marangoni-Konvektion (thermokapillare Konvektion) wurde durch einen Temperaturgradienten entlang der freien Oberfläche erzeugt. Starke thermokapillare Konvektion wurde in den Fällen mit freier und sauberer Oberfläche beobachtet. Bei einer Temperaturdifferenz zwischen den beiden Heizblöcken von 60 K wurde unter Mikrogravitations-Bedingungen eine maximale Strömungsgeschwindigkeit von 2 cm x S⁻¹ gemessen.

Besichtigung des Siemens Forschungslabors

Am Dienstagnachmittag konnten Teilnehmer des Symposiums einige der Aktivitäten des Siemens-Forschungslabors besichtigen. Trotz (oder wegen?) einer frühzeitig gefüllten Ansturmliste gab es mehrere Realisationen von Transfer und Programm. So müssen viele der aktiven Helfer des Hauses Siemens hier leider namentlich ungenannt bleiben, ihnen sowie den Verantwortlichen sei daher summarisch für die interessante Präsentation gedankt. Nach einem einführenden Vortrag über Umfang der Forschungsvorhaben und den erstaunlichen Anteil neuer Produkte an der Palette des Hauses stellte Herr H.-J. Wolf die Hochdruck-Kristallziehanlage für GaAs vor (MSR 6). Hiermit zieht er Substratkristalle für die hauseigene Bauteilentwicklung, nach seinen Angaben von bemerkenswerter Qualität.

Anschließend erläuterte Herr S. Leibenzeder in ausgesprochen »farbiger« Vortragsweise die unterschiedliche Herstellung grüner (GaP-Substrat, Plattenboot ohne bewegliche Teile) und IR-(auf GaAs, Schiebebootverfahren) LED's. Auch hier konnten die entsprechenden Anlagen in Augenschein genommen werden.

Herr Dr. Küsebauch stellte einen Vakuumofen zur Pyrographit-Abscheidung vor; dieses für den Kristallzüchter äußerst interessante Material wird hier allerdings zu Gittern für Senderöhren weiterverarbeitet.

Abschließend führte Herr J. Lorek durch das Labor für »Zerstörungsfreie Prüfung« der Tochter KWU. Verschiedene Baufor-

men für Ultraschall-Prüfköpfe wurden erläutert, je nach Anwendungsfall, die Vermessung eines Kopfes wurde vorgeführt, und schließlich wurden mehrere Verfahren zur Aufzeichnung (wie Akustische Holographie) vorgestellt.

A. Höch

Bericht über die Führung am Institut für Werkstoffwissenschaften VI

(Werkstoffe der Elektrotechnik Prof. Zschauer) der Universität Erlangen - Nürnberg.

Im Rahmen der DGKK-Tagung 1986 konnte das obige Institut besucht werden, wobei einige Schwerpunktthemen und laufende Projekte vorgestellt wurden:

K. Jäger berichtete über die auf der Basis von Si entwickelte Inversionschicht-Solarzelle, die statt eines diffundierten p - n Überganges einen durch Feldeffekt induzierten benutzt. Es wurden Wirkungsgrade von ca. 10 - 14% erzielt. F. Mosel konnte interessante Ergebnisse spannungsoptischer Untersuchungen an nach Czochralski gezüchteten InP - Einkristallen vorstellen. Die zu deren Züchtung verwendete Hochdruckkristallziehanlage (Fa. Siemens) wurde ebenfalls gezeigt und H.J. Vökl berichtete über den geplanten Einsatz eines Magneten bei der Kristallzüchtung. (Die Anlage ist zur Zeit im Umbau). Versuche zur Züchtung ternärer III-V - Verbindungen nach einer modifizierten »Travelling Heater«-Methode (Non steady THM) stellte H.J. Sell mit ersten vielversprechenden Ergebnissen vor. G. Müller zeigte eine Versuchsanordnung zur Sichtbarmachung von Konvektionsströmungen sowie Ergebnisse über das Verhalten der Konvektion in Abhängigkeit von verschiedenen Versuchsparametern. Auch konnte eine Zentrifuge, die eine Beschleunigung bis etwa 100g zuläßt, besichtigt werden. Damit wurde der Einfluß dieses Parameters auf die Kristallzüchtung untersucht. Es konnten neue und interessante Effekte bei höheren Beschleunigungen beobachtet werden. Von F. Schmidt wurde eine Versuchsanordnung mit Bildverarbeitung vorgestellt, die es ermöglicht, die Bewegung magnetischer Domänen sichtbar zu machen. Damit können z.B. magnetische Vorzugsrichtungen ermittelt werden.

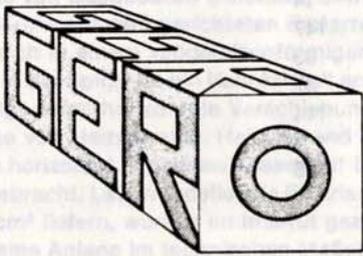
H.J. Wolf

Bericht über All-Unionskonferenz Kristallzüchtung Agweran/Armenien vom 29.09. bis 01.10.1985

1. Allgemeines

Der Verfasser besuchte (auf Einladung des Organisationskomitees) die obige All-Unionskonferenz über Kristallzüchtung. Zweck dieser ca. alle 3 - 4 Jahre stattfindenden Veranstaltung ist es, den Teilnehmern einen Statusbericht über den Stand der Kristallzüchtung in der Sowjetunion und Gelegenheit zu persönlichen Kontakten zu geben. Diese Tagungen haben rein nationalen Charakter, meist werden jedoch auch einige ausländische Wissenschaftler eingeladen. Der Berichterstatter war der einzige Teilnehmer aus dem westlichen Ausland. Prof. B. Wanklyn aus Oxford war nicht gekommen.

Ursprünglich sollte die Tagung in Tzachkadzor, ca. 50 km nördlich der armenischen Hauptstadt Eriwan stattfinden. Dort wurde, zur Vorbereitung auf die Olympiade in Mexiko 1968, ein Höhentrainingszentrum errichtet, das Vortrags- und Unterkunftsmöglichkeiten geboten hätte für die Tagung mit 3 Parallelsitzungen, Posterständen und ca. 500 Teilnehmern.



GERO Hochttemperaturöfen GmbH

- Hochttemperaturöfen
- Anlagen zur thermischen Materialbehandlung und Kristallzüchtung
- Kristallzüchtungszubehör

GERO-Hochttemperaturöfen GmbH

Schulstraße 2
 D-7531 Neuhausen
 Tel. 0 72 34/84 98
 Telex 7 83 309 gero d

Lieferprogramm:

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

1. Züchtung großer Korund- (Saphir-) Kristalle

Diese von Bagdasarow (Krist.Inst.d.AKDW) entwickelte Methode beruht auf dem gerichteten Erstarren einer Al_2O_3 -Schmelze, die sich in einem »bügeleisenförmigen« Molybdänschiff befindet. In der Spitze ist ein Keimkristall angebracht, die Erstarrung erfolgt durch horizontale Verschiebung des Schiffs durch eine Reihe von Heizspiralen. Heizung und Ziehmechanik sind in einem horizontal liegenden Kessel mit Beobachtungsfenster untergebracht. Labormodelle, die Einkristallplatten von ca. $20 \times 10 \times 3 \text{ cm}^3$ liefern, wurden im Institut gezeigt; Vortragsbilder zeigten eine Anlage im technischen Maßstab mit einem mehrere m langen Kessel, die Kristalle von 30 - 40 kg liefern soll.

2. Züchtung von Beryllaten

Die Gruppe um G.V. Bukin (Geol. und Geophys.Inst.d.AKDM, Nowosibirsk) züchtete Alexandrit und Smaragd für Laserkristalle und Schmucksteine. Es wurden Drusen von Alexandrit mit bis zu 4 cm \varnothing großen Einkristallen Bi_2O_3 - MoO_3 -Flux) und Alexandritlaserstäbe (nach Czochralski) bis zu 9 cm Länge gezeigt.

Prismatische Smaragdkristalle guter Qualität (1 bis 25 mm; 0 bis 20 mm) wurden durch Ziehen aus einer Schmelzlösung erhalten.

Formgebung von Kristallen, Profilizien

Mehrere Beiträge waren der (in der UdSSR nach ihrem Erfinder genannten) Stepanov-Methode gewidmet. Von Borodin et al. (Inst.f.Festkörperphysik der AKDW) wurden zahlreiche einkristalline, durchsichtige Al_2O_3 -Werkstücke (Lampenkolben, Chemische Geräte usw.) gezeigt. Ferner wurden Röhren aus gerichtet erstarrten Oxideutektika hergestellt, z.B. Al_2O_3 - ZrO_2 .

4. Große KDP- und deuterierte KDP-Kristalle

Im Allunionsinst. f. Einkristalle, Charkow, wurden aus der Lösung Kristalle von $250 \times 250 \times 450 \text{ mm}^3$ und hoher optischer Qualität hergestellt.

Die Absorption bei $\lambda = 1.06 \mu\text{m}$ betrug 0.02 cm^{-1} für KDP und 0.002 cm^{-1} für DKDP. Bei $\lambda = 0.63 \mu\text{m}$ betrug die Resttransmission zwischen gekreuzten Polarisatoren noch $0.2 \text{ \%}/\text{cm}$. Die Versetzungsdichte auf (001) war $\approx 10^2/\text{cm}^2$.

5. Mischkristalle von Si/Ge unter verminderter Gravitation

Auf Soyuz unter μg durch chemischen Transport aus der Gasphase hergestellte Kriställchen wurden auf die Homogenität der Verteilung untersucht. Sie zeigten größere lokale Schwankungen in der Konzentration, die mit während der Züchtung aufgetretenen Restbeschleunigung korreliert wurden.

6. Mischkristalle von ZnCdSe ($\ell = 25 \text{ mm}$, 0 bis 12 cm^2)

wurden von Pekar et al (Halbleiterinst.Kiew) nach der »wandfreien« Sublimationsmethode von Markow (1971) gezüchtet. Versetzungsdichten ca. $1000/\text{cm}^2$.

7. Hochohmige CdTe-Kristalle aus der Gasphase

(Klinova, I. Festkörperph. AKDW)

Durch Sublimation bei $1060 \rightarrow 1035 \text{ }^\circ\text{C}$ und unter kollidiertem Cd-Druck gezüchtete Kristalle hatten spez. Widerstände von $5 \times 10^8 \text{ ohm} \times \text{cm}$; Dotierung mit Chlor erhöhte den Widerstand auf $10^8 - 10^9 \text{ ohm} \times \text{cm}$. Versetzungsdichte $10^3 - 10^4/\text{cm}^2$.

8. Gasphasentransport von Beryll

Rodionov (Nowosibirsk) gelang es, aus der Dampfphase über eine »fluorhaltige Schmelzlösung« von Beryll Kristalle dieses Minerals durch chemischen Transport abzuschneiden. Als transportierende Gasspezies werden Oxidfluoride der Metalle vermutet.

3. Kristallzüchtung in der Sowjetunion

Die Kristallographie hat in der Sowjetunion (z.B. Entdeckung der Raumgruppen durch Feodorow, der Farbgruppen durch Shubnikov) eine lange Tradition, die frühzeitig zur Gründung eines Kristallographischen Instituts der Akademie der Wissenschaften (AKDW) in Moskau führte. Heute umfaßt dieses Institut, verteilt auf drei Gebäude, über 1400 Mitarbeiter (davon allein 400 Techniker und Ingenieure für Konstruktion und Bau von Experimentieranlagen).

Ein beträchtlicher Teil seiner Arbeit ist der Kristallzüchtung und den zugehörigen Randfragen (Wachstumstheorie, Defektstrukturen, Kristallcharakterisierung usw.) gewidmet. Das Institut trägt auch entscheidend dazu bei, an anderen Forschungseinrichtungen Kristallzüchtungsgruppen zu etablieren und zu beraten. Entsprechend der Größe des Landes gibt es heute eine Unzahl von großen und kleinen, über das ganze Land verstreute Institutionen, in denen Kristallzüchtung betrieben wird. Man kann sie grob wie folgt einteilen:

A. Institute der AKDW der UdSSR

Neben dem erwähnten (zentralen) Institut für Kristallographie sind besondere Schwerpunkte:

- die Physikalischen Institute der AKDW in Moskau;
- die Institute des Forschungskomplexes in Tschernogolovka (bei Moskau);
- das Institut »Ioffe« in Leningrad und
- die Institute der Sibirischen Abteilung der AKDW in Nowosibirsk.

B. Institute der Akademien der einzelnen Sowjetrepubliken

C. Die Allunionsinstitute

Dies sind zentrale Einrichtungen, die speziellen Fragestellungen gewidmet sind.

D. Universitäten und Polytechnika

E. Regionale Forschungs- und Industrieministerien

Die Bedeutung, die der Kristallzüchtung für die technologische Entwicklung beigemessen wird, spiegelt sich wieder in der Zahl der involvierten Institutionen und der Zahl der beteiligten Mitarbeiter. Am Tagungsprogramm beteiligten sich 100 Institutionen, aus denen 367 Tagungsbeiträge stammten. Bei einer durchschnittlichen Autorenzahl von 3/Beitrag ergibt dies ca. 1100 Personen, die an den Beiträgen zu dieser Tagung mitgearbeitet haben. Nimmt man die gleiche Zahl von Nichtbeteiligten an, so kommt man auf mindestens 2000 Wissenschaftler und Ingenieure, die sich mit Kristallzüchtung befassen. Hinzuzurechnen ist noch das (in der Sowjetunion reichlich vorhandene) Hilfspersonal. Natürlich sagen diese Zahlen nichts über die Qualität der Arbeiten aus; sie sind jedoch beeindruckend.

Rudolf Nitsche

Schmunzelecke

Erlanger Splitter vom III/V-Fachsposium

Die Ausbeute

Es fragte ein Mann nach Ausbeute,
was den Vortragenden gar nicht erreute.
Er tat sich recht winden,
ja keine Antwort zu finden:
weil niedrig, mutmaßten die Leute.

Fremde Daten

Es zeigte ein Mann schöne Daten,
die andere gemessen hat(t)en;
an sich zwar nicht schlecht,
war es trotzdem nicht recht.
Er hat nicht die Quelle verraten.

About GaAs

GaAs people aren't happy
with nothing to ignore,
this is one reason what silicon
is created for.
Another reason is to have
a dopant for GaAs

(Von einem unbekanntem Autor)

Der Autor eines neulich erschienen Buches hat angedroht, daß er beim Scheitern des GaAs-Verbundprogramms vorschlagen will, die DGKK in »Deutsche Gesellschaft für kristallene Krisen« umzubenennen.

Stellengesuch

Aydin Alizade
Beruf: Chemotechnischer Assistent
Interessen und Erfahrungen: Kristallzüchtung von Germaniumkristallen bis 3" und Bleimolybdat, Halbleiterätzpolitur von Wafern
Adresse:
Freischützstraße 88
8000 München 81
Tel. 089/954027

Neue Bücher

THERMODYNAMICS OF POINT AND THEIR CONNECTION TO BULK PROPERTIES
P. A. Varotsos, K. D. Alexopoulos 459 S., North Holland Dfl 260,-

Überfüll-sicherung

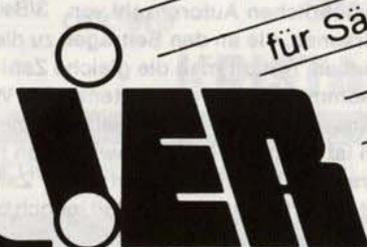
für wasser-gefährdende Flüssigkeiten

nach WHG § 19



für Säuren

und Laugen
aus VA, Hastelloy,
Monel, Tantal,
PVC, PPH, PVDF



IER Mess- und Regeltechnik
Eberhard Henkel GmbH
Fischerstraße 32
6800 Mannheim 24
0621/853037 Telex 463282

Kristallzüchtung

Rubinherstellung

»Knischka-Rubine der nullten bis dritten Generation mit steigender Zahl präserter Kristallflächen als Funktion von Wachstumsparametern«

P. O. Knischka und E. J. Zirkl (Einführung R. Diehl)

Einführung

Rubine sind von alters her hochgeschätzte und vielbegehrte Edelsteine. Es hat daher zu keiner Zeit an Versuchen gefehlt, diese kostbaren Naturprodukte nachzuahmen. Zunächst dienten weniger wertvolle, gleichfarbige Edelsteine als Imitation, z.B. roter Spinell oder Granat. Granate aus Südafrika wurden sogar eine Zeitlang als »Kaprubine« gehandelt. Später wurde rotes Glas als Rubinersatz verwendet. Das beste Rubinimitat ist jedoch sein von Menschenhand gezüchtetes Pendant, erstmals zum ausgehenden Jahrhundert von Auguste Verneuil der Weltöffentlichkeit vorgestellt.

Synthetische und echte Rubine wurden lange Zeit über dieselben Vertriebskanäle gehandelt und gingen völlig gleichberechtigt über den Ladentisch der Juweliere. Diskriminiert wurde erst, nachdem infolge einer Überproduktion ein Preisverfall drohte. Von da ab lagen Welten zwischen den Karatpreisen von echten und synthetischen Rubinen. Heute ist es mit Hilfe des Edelsteinmikroskops bei einiger Übung recht einfach, Verneuil-Synthesen von echten Rubinen zu unterscheiden.

Schwierig wurde es jedoch, als es gelungen war, Rubine auf andere Weise als mit dem Flammenschmelzverfahren zu synthetisieren. Die aus schmelzflüssiger Lösung kristallisierten Produkte wiesen auf den ersten Blick ins Mikroskop innere Merkmale auf, die denen der echten Steine zum Verwechseln ähnelten. Dies ist nicht verwunderlich, wenn man bedenkt, daß sich die Natur bei der Herstellung von Rubineinkristallen ebenfalls der Lösungszüchtung bedient. Ein sorgfältiges und systematisches Studium der inneren Merkmale lösungsgezüchteter synthetischer Rubine hat schließlich zu Kriterien geführt, die in den meisten Fällen eine zweifelsfreie Unterscheidung echter Steine von Synthesen ermöglichen. Es darf aber nicht verschwiegen werden, daß eine sichere Aussage anhand des Einschlüßbildes in einigen Fällen nicht möglich ist. Dann müssen komplizierte Nachweisverfahren wie etwa die Spurenanalyse eingesetzt werden.

Für gut gelungene Zuchtrubine gibt es durchaus einen Markt, der den Erwerb von Rubinschmuck erschwinglich macht. Die Belieferung dieses Marktes ist nichts Ehrenrühriges, da die Ware stets eindeutig als gezüchtetes Material gekennzeichnet ist. Für die gelegentlich gemachten Beobachtungen, daß auf den verschlungenen Pfaden des Edelsteinhandels gezüchtete Rubine plötzlich echt werden, ist der Hersteller der Zuchtprodukte nicht verantwortlich zu machen.

Die Lösungszüchtung hochwertiger und großer Rubineinkristalle ist schwierig und mit hohen Kosten verbunden. Wer sie beherrscht, muß sein know-how schützen, um kommerziell erfolgreich zu sein. Einen Namen in der Branche hat sich die Knischka-Rubine-Gesellschaft gemacht, die inzwischen ihr Herstellungsverfahren so weit entwickelt hat, daß eine gewisse Produktion an gut gefärbten und einschlußarmen Rubinkristallen aufgebaut werden konnte. Dies wurde durch hartnäckige systematische Forschung und Arbeit erreicht. Besonders erwähnenswert ist das Auftreten von sehr flächenreichen Kristallformen, über die im folgenden berichtet wird.

1. Einleitung

Nachdem sich der erstgenannte Autor schon seit rund 20 Jahren mit der Züchtung wasserunlöslicher Kristalle beschäftigt, wobei er anfänglich mit hydrothermalen Verfahren Krokoite, Quarze, Zinite und Rubine, dann aber später die Rubine mittels »Flux Growth« züchtete, scheint es an der Zeit, die bei den verschiedenen Etappen (Generationen) des letztgenannten Verfahrens beobachteten signifikanten Flächenformen aufzuzeigen und sie bestimmten Generationen zuzuordnen. Solche Flächenformen entstehen als Funktion von Wachstumsparametern wie Temperatur (T), Temperaturgradient (ΔT), Chemismus (Ch) und Druck (p) und können in sehr großer Zahl auftreten. Aus Gründen des know-how kann das Wechselspiel der Wachstumsparameter nur verschlüsselt wiedergegeben werden. Dennoch kann gezeigt werden, daß ein bestimmter Habitus eines vorgegebenen Kristallsystems (Korund: $D^{*3}R3c$) nicht nur von diesem System selbst, sondern darüber hinaus noch von sehr vielen Wachstumsparametern, insbesondere von Mineralisatoren mit ihren Effekten der selektiven Absorption abhängt (Tabelle 3, Lit. 13-27). Der Ko-Autor E. Zirkl hat bei diversen Generationen synthetischer Knischka-Rubine viele goniometrische Messungen durchgeführt. Die dabei gemachten Erkenntnisse werden in den Tabellen 1 und 2 festgehalten und beziehen sich auf die Abbildungen 1 und 2 bzw. die Figuren 1 bis 4.

Alle in der Folge beschriebenen Züchtungsprodukte von synthetischen Knischka-Rubinen, die noch vor Gründung der Knischka-Rubine-G.m.b.H. entstanden sind, gehören der nullten, ersten, zweiten oder dritten Generation an. Hierbei war der Autor und Züchter bemüht, außer gewissen Farbvarianten, die durch Einbau bestimmter Chromophore entstanden, stetig steigende Zahlen der Flächenformen zu erhalten und eine immer weitere Näherung an das Kristallflächen-Populationsfeld der natürlichen Burma-Rubine zu erreichen. Weiterhin wurde darauf geachtet, daß auch die mineralogisch-gemmologischen Kennwerte (Knischka, Gübelin 1980) immer mehr natürlichen Vorbildern entsprachen.

2. Generation der gezüchteten Knischka-Rubine

2.1. Nullte Generation

Hier wurde ein alternatives Auftreten dreier Flächenformen, nämlich r, n und c laufend beobachtet. Ihre theoretische Präsenz kann durch eine Permutation ermittelt werden, die sieben Möglichkeiten umfaßt: r, n, c, rn, rc, nc und rnc. Das Pinakoid (c) tritt in Kombination mit Rhomboeder (r) und den Pyramidenflächen (n) auf.

Somit verbleiben bei der nullten Generation $7 \cdot 1 = 6$ Formenkombinationen der Kristallflächen:

Formen	:	r	n	r+n	r+c	n+c	r+n+c
Flächenzahlen	:	6	12	18	8	14	20

Präsente Flächenformen:

Flächner	Chemismus	Temp.	Temp.Gradient	Druck	Präsenz
6	A	T ₁	-	p	r
8	A+B	T ₁	-	p	r+c
12	A	T ₂	-	p	n
14	A+B	T ₂	-	p	n+c
18	A	T _{1, T₂}	T _{1-T₂}	p	r+n
20	A+B	T _{1, T₂}	t _{1-T₂}	p	r+n+c

2.2 Erste Generation

Diese Generation der von Knischka gezüchteten Rubine ist durch ein alternatives Auftreten von vier Flächenformen, nämlich r, n, c und d (d = neg. Rhomboeder) gekennzeichnet. Da hier bei bereits eine Präsenz von 15 Möglichkeiten entsteht, ergibt sich unter Streichung einer nichtexistenten Körperbildung mit c allein die Zahl der Möglichkeiten zu $15 - 1 = 14$ Formenkombinationen der Kristallflächen:

Formen : r, d, n, r+c, r+d, r+n, c+d, c+n, d+n, r+c+d, c+d+n, d+n+r, n+r+c, r+d+d+n
 Flächenz.: 6, 6, 8, 8, 12, 12, 14, 14, 18, 18, 20, 20, 24, 26

Zu den Flächenformen r, n, c, und d können durch Änderung im Chemismus der Schmelzlösung noch die Flächenformen ● (pos. Rhomboeder) und g (neg. Rhomboeder) hinzutreten. Damit wird die Zahl der Varianten einer hypothetischen Präsenz von Flächenformen bereits sehr hoch. Nachfolgend sind exemplarisch einige der beobachteten Formenkombinationen zusammengestellt (38-Flächner auf Fig. 1).

Flächner	Chemismus	Temperatur	Temp.Gradient	Druck	Präsenz
20	A+B+C	T ₁ , T ₂	T ₁ -T ₂	p	d+n+c
24	A+C	T ₁ , T ₂	T ₁ -T ₂	p	d+n+r
26	A+B+C	T ₂ , T ₃	T ₂ -T ₃	p	d+n+c+r
32	A+B+C+D	T ₂ , T ₁	T ₂ -T ₁	p	d+n+c+r+●
38	A+B+C+D +E	T ₁ , T ₂	T ₁ -T ₂	p	d+n+c+r+●+g

1. Generation

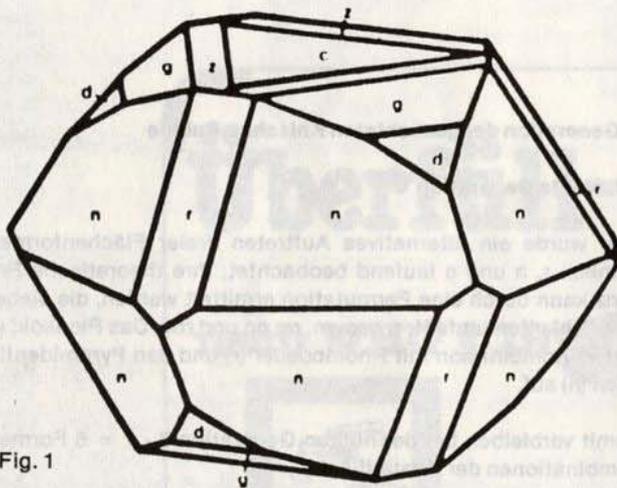


Fig. 1

2.3 Zweite Generation

Diese ist dadurch gekennzeichnet, daß neben allen bisher aufgetretenen Flächenformen nunmehr auch die Prismenflächen (a) hinzukommen können. In Fortführung eines 38-Flächners der ersten Generation ergibt dies einen 44-Flächner mit (r,n,c,d,●,g und a)

Flächner	Chemismus	Temperatur	Temp.Gradient	Druck	Präsenz
44	A+R+C+D+E +F+G+H	T ₁ , T ₂	T ₁ -T ₂	p	d+n+c+r+●+g+a

Dabei läßt sich je nach Wahl der chemischen Komponenten F, G, H bezüglich Konzentration und Konzentrationsverhältnis die Prismenformen beeinflussen: Es lassen sich kurzprismatische (Fig. 2, Abb. 1), langprismatische (Fig. 3, Abb. 2) und kalottenförmige Kristalle herstellen.

2. Generation, kurzprismatisch

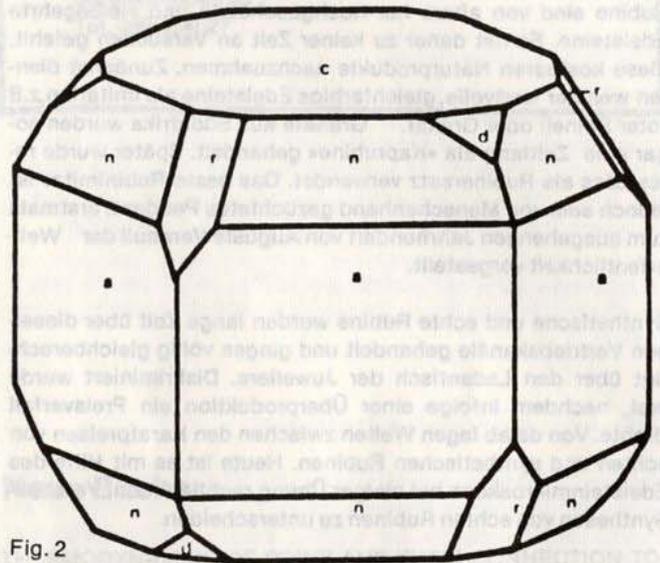


Fig. 2

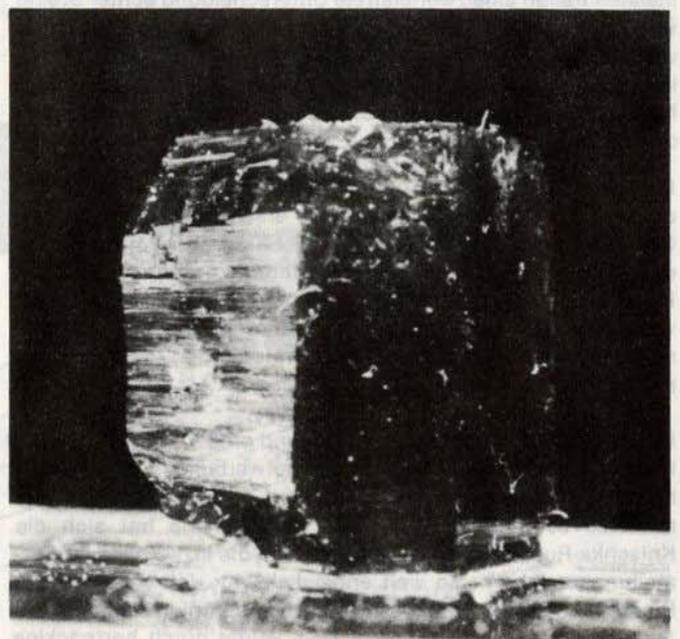


Abb. 1

2. Generation, langprismatisch

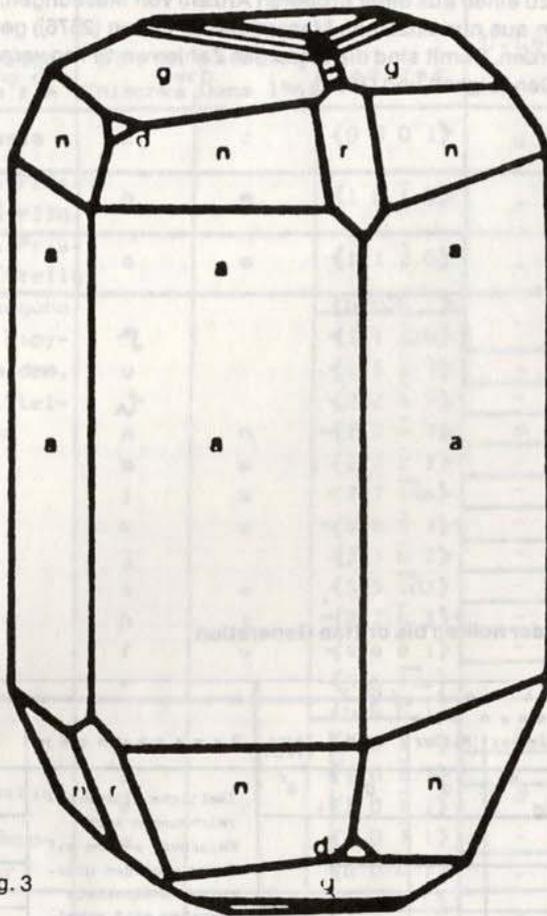


Fig. 3

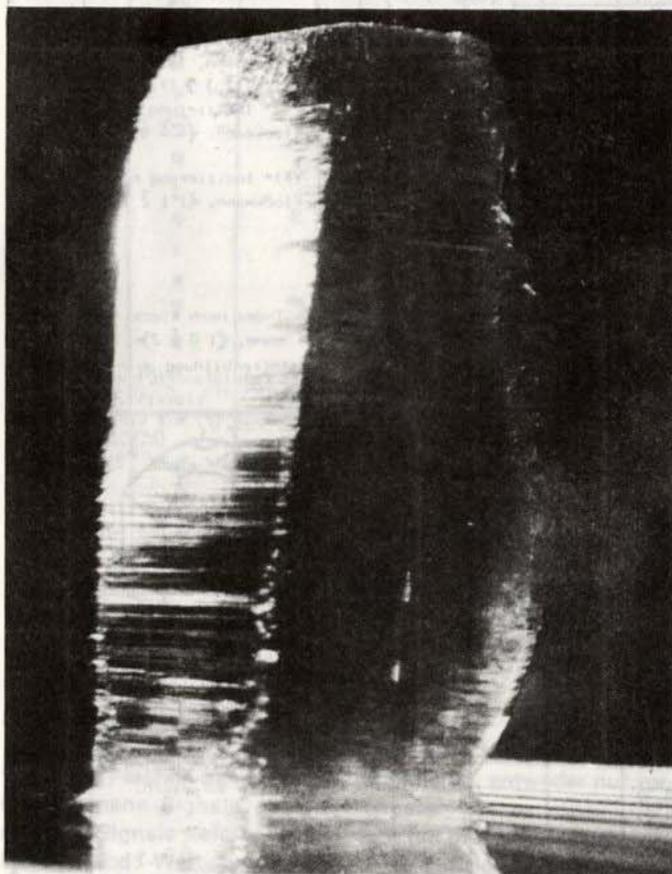


Abb. 2

2. 4 Dritte Generation

Bei dieser Generation ist die Präsenz der Flächenformen sehr hoch: das Flächenwachstum kann dabei für den Fall, daß Polidistanz (δ) einen Wert von 3° unterschreitet, in ein kalottenförmiges Wachstum übergehen. Dieses Wachstum ist dadurch gekennzeichnet, daß sämtliche in der Kalotte involvierten Flächen bei gewissen Parametern von Temperatur, Gradient, Chemismus und Druck gleich schnelles, bzw. gleich langsames Wachstum aufweisen. Außerdem sind sowohl Skalenoeder als auch Prismen I. Stellung vertreten (Fig. 4). Es wäre aufwendig und umfangreich, wollte man für jede einzelne dieser Flächenkombinationen die Wachstumsparameter auflisten. Die Züchtungsergebnisse zusammenfassend läßt sich sagen, daß für jedwede Vielfalt der beobachteten Kristallflächen vielfältige Mineralisatoren oder deren Kombinationen zuständig sind. Für die in dieser Generation präsenten Vielflächner ist der Chemismus, die Temperatur, der Gradient als auch der Druck in der Tabelle 3 ersichtlich.

3. Generation, tonnen- bzw. kalottenförmig

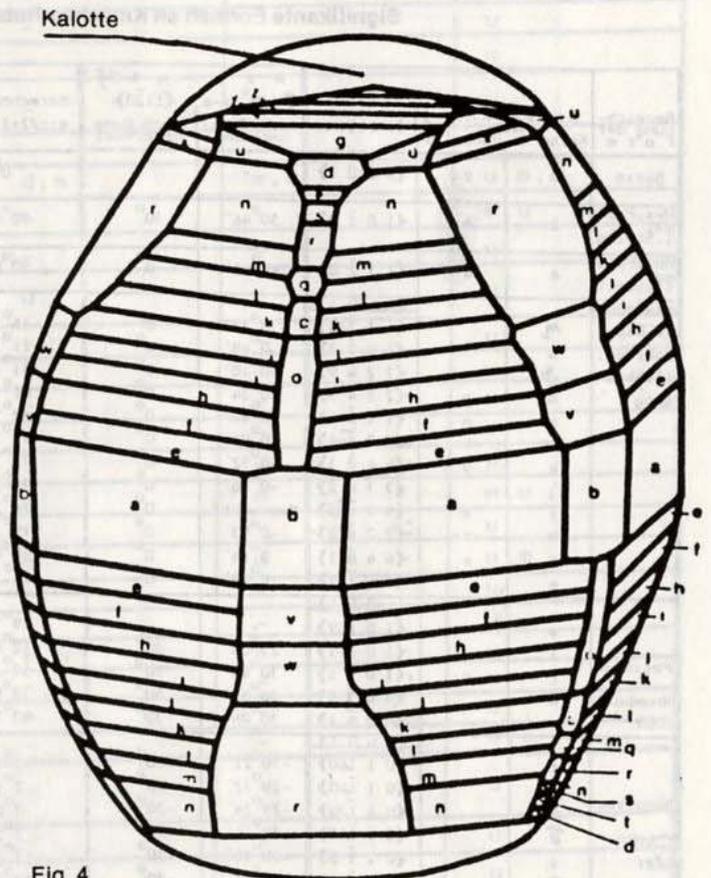


Fig. 4

3. Goniometrische Vermessung

3.1 Die Qualität der Winkelwerte

In der Tabelle wurden die Ergebnisse von reflexgoniometrischen Messungen an insgesamt acht Rubinkristallen verwertet. Die Kristalle stammen aus verschiedenen Herstellungsperioden der Rubinzüchtung von P. O. Knischka.

Die gemessenen Kristalle sind verschieden groß (von nur 0.17 ct bis fast 3,37 ct) und kristallographisch verschieden gut ausgebildet. Die Häufigkeit der einzelnen Formen und die Qualität der Reflexe der Flächen schwankt in weiten Grenzen.

Alle in der Tabelle angeführten gemessenen Winkel von Azimut ψ und Poldistanz φ sind Mittelwerte, die gemäß der Flächenhäufigkeit zu einen aus einer größeren Anzahl von Messungen, zum anderen aus nur einzelnen Messungen (z. B. von [2576]) gewonnen wurden. Somit sind die einzelnen Zahlenwerte von verschiedener Genauigkeit und Güte.

Signifikante Formen an Knischka-Rubinvierflächen der nullten bis dritten Generation

Bezeichnung der Form	Bezeichnung nach Knischka / Dana 1961		Indizes	Azimut (ψ)		Poldistanz (φ)						Bemerkungen	1/h		
				$\varphi = 0^\circ = -a_3 = \{11\bar{2}\}$ nach Zirkel gemessen	nach Dana berechnet	berechnet aus $a:c/2=1:1,366$	Zirkel	Zenker	Miller	ASTM	Zachariasen				
Basis	c	c	{0 0 0 1}	-	-	0°	0°-0°45'	0°	0°	0°	0°	Sämtliche Flächenbezeichnungen nach Knischka, welche mit Buchstaben des griechischen Alphabets versehen sind scheinen in den Kristallabbildungen nicht auf.	∞		
Hex. Prism. I. Stellung	b	m	{1 0 $\bar{1}$ 0}	30°46'	30°	90°00'	90°08'						0		
Hex. Prism. II. Stellung	a	a	{1 1 $\bar{2}$ 0}	-0°41'	0°	90°00'	90°18'						0		
Hexagonale Dipyramiden, II. Stellung	η u ρ n m l k j h f e	n w k v x z v	{1 1 $\bar{2}$ 1}	0°32'	0°	15°15'	16°00'						10,00		
			{1 1 $\bar{2}$ 7}	0°48'	0°	21°17'	21°33'						7,00		
			{2 2 $\bar{4}$ 9}	-0°10'	0°	31°13'	31°43'						4,50		
			{2 2 $\bar{4}$ 3}	0°24'	0°	61°11'	61°14'	61°09'	61°11'	61°13'	61°14'		*Indizierung nach Klockmann, 1978, {1 1 $\bar{2}$ 3}''	1,50	
			{1 1 $\bar{2}$ 1}	0°22'	0°	69°51'	69°51'	* Daraus berechnet a:c/2 = 1 : 1,3661					1,00		
			{7 7 $\bar{14}$ 6}	0°01'	0°	72°33'	72°10'						{4 4 $\bar{8}$ 3}'	0,857	
			{4 4 $\bar{8}$ 3}	-0°52'	0°	73°39'	73°50'						{4 4 $\bar{8}$ 3}'	0,75	
			{3 3 $\bar{6}$ 2}	-0°28'	0°	76°15'	76°52'						{4 4 $\bar{8}$ 3}'	0,666	
			{5 5 $\bar{10}$ 3}	Messwert?	0°	76°21'	76°52'						Messwert?		0,60
			{2 2 $\bar{4}$ 1}	-0°53'	0°	79°36'	79°03'						{1 1 $\bar{2}$ 1}'	0,50	
{4 4 $\bar{8}$ 1}	0°14'	0°	84°45'	84°30'							0,25				
{6 6 $\bar{12}$ 1}	0°48'	0°	86°30'	86°30'							0,166				
Positive Rhomboeder	r w v	r	{1 0 $\bar{1}$ 1}	-	-	9°55'	-						9,00		
			{1 0 $\bar{1}$ 7}	27°00'	30°	12°40'	12°22'						7,00		
			{1 0 $\bar{1}$ 1}	30°46'	30°	57°34'	57°33'	57°32'	57°34'	57°37'	57°39'		+ Index nach Klockmann, {1 0 $\bar{1}$ 2}	1,00	
			{3 0 $\bar{3}$ 1}	30°55'	30°	78°03'	77°26'	* Daraus berechnet a:c/2 = 1 : 1,3620					0,333		
			{6 0 $\bar{6}$ 1}	30°06'	30°	83°57'	83°00'						Kalottenbildung ab einer Poldistanz (φ) von kleiner als $10^\circ-15^\circ$.	0,166	
Negative Rhomboeder	z λ μ ν y G g T d t s F q p o	R	{0 1 $\bar{1}$ 0}	-30°21'	-30°	1°30'	1°19'						60,00		
			{0 1 $\bar{1}$ 0}	-28°32'	-30°	2°15'	2°28'						Pinnkoid (ρ) mit kreisförmiger Kalotte	40,00	
			{0 1 $\bar{1}$ 0}	-29°26'	-30°	3°00'	3°03'							30,00	
			{0 1 $\bar{1}$ 2}	-30°24'	-30°	7°28'	7°36'							12,00	
			{0 1 $\bar{1}$ 8}	-30°30'	-30°	11°08'	11°03'							8,00	
			{0 1 $\bar{1}$ 7}	-29°34'	-30°	12°40'	12°52'							7,00	
			{0 1 $\bar{1}$ 5}	-30°10'	-30°	17°28'	17°25'							5,00	
			{0 2 $\bar{2}$ 9}	-30°14'	-30°	19°17'	19°14'							4,50	
			{0 1 $\bar{1}$ 2}	-30°26'	-30°	38°12'	38°28'	38°10'						2,00	
			{0 3 $\bar{3}$ 4}	-30°18'	-30°	49°44'	49°37'							1,333	
			{0 4 $\bar{4}$ 5}	-30°07'	-30°	51°33'	50°18'							1,25	
			{0 1 $\bar{1}$ 1}	-29°02'	-30°	57°34'	57°13'							1,00	
			{0 5 $\bar{5}$ 3}	-30°17'	-30°	69°08'	69°33'							0,60	
			{0 2 $\bar{2}$ 1}	-30°25'	-30°	72°23'	72°46'							0,50	
{0 5 $\bar{5}$ 2}	-30°37'	-30°	75°44'	75°25'							0,40				
Ditrigonales Skalenoeder	a b c		{2 5 $\bar{7}$ 6}	-16°00'	-16°06'	58°52'	58°30'						1/1		
			{2 4 $\bar{6}$ 5}	-10°51'	-10°54'	59°12'	59°03'						0,833		
			{4 6 $\bar{10}$ 7}	-6°50'	-6°53'	64°43'	63°22'						0,700		
			{1 2 $\bar{3}$ 2}	-10°49'	-10°54'	65°12'	64°12'						0,666		

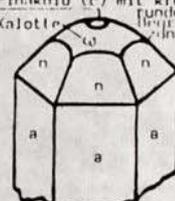


Tabelle 1

Beobachtete Flächen bei Knischka-Rubinen in Abhängigkeit der Generationen

Bezeichnung der Form	Bezeichnung nach Knischka, Dana 1961		Indizes	0.Generation	1.Generation	2.Generation	3.Generation
Basis	c	c	{0 0 0 1}	u	m	d, m	m, d
Hex.Prism. 1. Stellung	b	m	{1 0 1 0}	-	-	-	u
Hex.Prism. 2. Stellung	a	a	{1 1 2 0}	-	-	d, m, u	d, m, u
Hexagonale Dipyramiden, 11. Stellung	η u ζ n m l k j i h r e	 n w k v x z v	{1 1 2 1}	-	-	-	u
			{1 1 2 0}	-	-	-	u
			{1 1 2 7}	-	-	-	u
			{2 2 4 9}	-	-	-	u
			{2 2 4 3}	d	d	m, u	m, u
			{1 1 2 1}	-	-	u	u
			{7 7 14 6}	-	-	-	u
			{4 4 8 3}	-	-	-	u
			{3 3 6 2}	-	-	-	u
			{5 5 10 3}	-	-	-	u
			{2 2 4 1}	-	-	-	u
Positive Rhomboeder	 e x r w v	 r	{0 0 1 1}	-	-	u	u
			{1 0 1 9}	-	-	-	u
			{1 0 1 7}	-	-	-	u
			{1 0 1 1}	m, d	d, m	m, u	u, m, d
			{3 0 3 1}	-	-	-	m, u
Negative Rhomboeder	 z λ μ π y G g T d t s r q p u	 R	{0 1 1 1}	-	u	u	u
			{0 1 1 60}	-	-	-	u
			{0 1 1 40}	-	-	-	u
			{0 1 1 30}	-	-	-	u
			{0 1 1 12}	-	-	-	u
			{0 1 1 8}	-	-	-	u
			{0 1 1 7}	-	-	-	u
			{0 1 1 5}	u	m	m	m, u
			{0 2 2 9}	-	-	-	u
			{0 1 1 2}	u	m	u	u, m
			{0 3 3 4}	-	-	-	u
			{0 4 4 5}	-	-	-	u
			{0 1 1 1}	u	m, d	m	u
{0 5 5 3}	-	-	-	u			
{0 2 2 1}	-	-	-	m, u			
Ditrigonales Skalenoeder	 α β γ ϵ	 A	{h k i 1}	-	-	-	u
			{2 5 7 6}	-	-	-	u
			{2 4 6 5}	-	-	-	u
			{4 6 10 7}	-	-	-	u
			{1 2 3 2}	-	-	-	u

Tabelle 2

d=dominant ; m=mittel effizient ;
u=untergeordnet vertreten ; - = nicht vertreten

3.2 Unsichere Formen

Da einige Flächen sehr schlecht reflektieren, entweder nur verschwommene Signale oder auf engstem Raum konzentriert mehrere Signale liefern, so daß man um mehr als 1° schwankende ψ - und δ -Werte erhält, ist auch die Indizierung solcher Flächen mit der entsprechenden Unsicherheit verbunden (z. B. [6061]; [1.1.2.10]; [0445] u. a.).

3.3 Vizinalflächen

An das Basispinakoid schließen sich sehr wenig geneigte, zum Teil deutlich abgesetzte, zum Teil in eine Kalotte übergehende Flächen. Sie haben Poldistanz zwischen 1° und über mehr als 3°. Man könnte ihnen fast alle Indizes von 20 bis 60 zuteilen. Weitere Messungen werden zeigen, welche Formen tatsächlich auftreten.

Literaturhinweise :

1. Laudise, R., A., Caporoso A., J. and Ballman A. A., D.P.A.Nr.: 1089741, Prior.v.14.6.57
2. Remeika, J., P., United State Patent Office Nr.: 3.075.831
3. Neuhaus, A. & Heide, H., Min. Petr. Inst. d. Univ. Bonn 1965, Jahrg. 42., H. 5, S. 167
4. Neuhaus A. & Brenner, P., Min. Petr. Inst. d. Univ. Bonn 1962, S. 476
5. Linares, R., C., J. Phys. Chem. Solids Pergam. Press 1965, Vol. 26., S. 1817-1820
6. White, E., A., D. and Brightwell, J., W., Chemistry and Industry 25.9.1965, S. 1662
7. Chase, A., B., Journ. of Amer. Cer. Society, 21.5.1966, Vol. 49, Nr.: 5, S. 230 - 236
8. Yanovskii, V., K., Voronkova, V., I. and Koptsik, V., A., Sov. Phys. Cryst. 1970, Nr.: 2, S. 302
9. Garton, G., Smith S., H. and Wanklyn B., M., Journ. of Cryst. growth, 1972, S. 588
10. Lillicrap, B., J. and E. A. D. White, Jour. of Cryst. growth, 1976, 32, S. 250
11. Siesmayer, B., Heimann, R. and Franke, W., Journ. of Crystal growth, 1975, 28, S. 157
12. Watanabe, K. and Sumiyoshi, Y., Journ. of Crystal growth, 1976, 32, S. 316
13. Batchelder, F., W. and Vaughan, W., h., Proc. 1966, S. 405-411
14. Honigmann, B., Z. Elektrochemie, 1952, 56, S. 342-345
15. Neuhaus, A.: Z. Kristallogr. 1928, 68, S. 15-81
16. Sclar, C., B. and Schwartz, C., M., in Proc. 1966, S. 399-403
17. Zemlicka, J., Kristall u. Technik, 1968, K31 - K34
18. Hille, M. und Jentsch, Ch., Z. Kristallogr. 1963, 118, S. 283-290
19. Kleber, W., H. et. al. Naturwissenschaft 1963, 50, S. 222
20. Kleber, W., H. und Schiemann, S.: Kristall u. Technik 1966, 1, S. 553 - 562
21. Ploss, R., S.: Science 1964, 144, S. 169 - 170
22. Seifert, H.: Z. Elektrochem. 1952, 56, S. 331 - 338
23. Speidel, R., Neues Jb. Mineral., Mh. 1961, S. 81 - 93
24. Ijutjunnikova, T., V., Kristallografija 1966, 11, S. 338 - 341
25. Yuan-Lung, C., Z. phys. Chem., 1959, 212, S. 167 - 174
26. Turchányi, Gy. and Horváth, T. Nature (London) 1960, 185, S. 601
27. Turchányi, Gy., Kristallografija 4, 1959, 261
28. Knischka, P. O. u. Gübelin, E. Z. Dt. Gemmol. Ges. 29, 1980, 155
29. Palache, Ch., Berman, H., Frondel, C., 1961: The System of Mineralogy.... Vol. 1 - Wiley and sons, Inc. N.Y.
30. Goldschmidt, V., 1897: Krystallographische Winkeltabellen.-Verl. J. Springer, Berlin 1897
31. Ramdohr, P. und Strunz, H., 1978: Klockmann's Lehrbuch d. Mineralogie.-F. Encke Verlag Stuttgart 1978
32. Knischka, P. O., United State Patent Nr.: 4,525,171
33. Bosshart, G., Z. Dt. Gemmol. Ges. 30, 1981, 157

Autor:

Prof. i. R. Studienrat Ing. Paul Otto Knischka
 Konsulent für Wissenschaft,
 Steilzhamerstraße 46, A-4400 Steyr

Ko-Autor:

Universitäts-Prof. i. R. Dr. Erich Johann Zirkl
 Friedrich-Mohr-Weg 3 A-8071 Dörflla bei Graz

AGKR

Heft 6 vom Oktober 1985 beginnt mit einem Bericht über das europäische Kristallographentreffen (ECM-9) vom 2. bis 6. September in Turin. Daran schließt sich ein Beitrag über die British Crystallographic Association an. Es folgt eine Zusammenfassung der Mitgliederversammlung der DGKK in Köln. Die beiden nächsten Beiträge geben den Stand der Planung der europäischen Synchrotron-Strahlungsquelle bzw. der »Nichtplanung« nach der Ablehnung einer Spallations-Neutronenquelle wieder. Es folgt eine Buchbesprechung, sowie Hinweise auf Tagungen und Workshops und ein ausführlicher Tagungskalender. Unter Personalien findet P. P. Ewald eine kurze Würdigung. Prof. Ewald starb im letzten August im Alter von 97 Jahren in Ithaca, New York.

Weiterhin findet sich in den Nachrichten ein Fachartikel von P. Kramer über Nichtperiodische Quasikristalle mit Ikosaedersymmetrie. Beiträge aus der Reihe Kristallographische Institute in der Bundesrepublik Deutschland schließen sich an. Es werden die Institute in Kiel, Saarbrücken, an der FU Berlin und in Erlangen vorgestellt. Den Abschluß des Heftes bilden 3 Stellenanzeigen.

Das 7. Heft der Kristallographie-Nachrichten beginnt mit einem Beitrag von H. Fueß, dem neuen Leiter der AGKR, über die Stellung der Kristallographie zwischen Mineralogie, Chemie und Physik. Daran schließen sich zwei Diskussionsbeiträge von H. Saalfeld und H. Burzlaff an, die von unterschiedlichen Standpunkten Vorteile und Nachteile einer eigenständigen Deutschen Kristallographischen Gesellschaft beleuchten.

In einem ausführlichen Beitrag werden die Arbeiten der beiden Röntgenkristallographen H. Hauptmann und J. Karle gewürdigt, für die sie 1985 den Nobelpreis für Chemie erhielten.

Nach einem Tagungskalender und ausführlichen Tagungsankündigungen folgt ein Bericht über die 63. Jahrestagung der DMG 1985 in Aachen. Bevor das Heft mit Stellenangeboten und je einem Beitrag über die Kristallographischen Institute der Universitäten Münster und Bochum schließt, werden noch zwei Preise angekündigt. Der Hanawalt Powder Diffraction Preis soll alle drei Jahre für einen wichtigen Beitrag zur Pulverdiffraktometrie verliehen werden, der Ewald Preis der IUCr alle drei Jahre für hervorragende Leistungen in der Kristallographie.

GFCC

Das Oktoberheft 1985 der Groupe Francais de Croissance Cristalline beginnt mit dem Programm der Jahreskonferenz der GFCC 1986 in Marseille. Es folgt ein Bericht über das deutsch-französische Seminar über Probleme der Feldemission vom 11. bis 13. September auf Schloß Ringberg in Bayern sowie ein Beitrag über die International Conference on the Formation of Semiconductor Interfaces (I.C.F.S.I.) vom 10. bis 14. Juni in Marseille. Anschließend ist ein Auszug aus dem Abschlußvortrag von Prof. Lindau auf dieser Konferenz wiedergegeben. Nach zwei weiteren Konferenzberichten (dänisch-französisches Seminar vom 24. bis 26. April in Aarhus über Kristallwachstum und -charakterisierung sowie 1st International Conference on Protein Crystal Growth in Stanford von 14. bis 16. August) schließt sich das Heft mit Tagungsankündigungen und einem Tagungskalender.

Wie das Oktoberheft 85 beginnt das Januarheft 86 mit dem Programm der Jahrestagung. Es folgt ein Bericht über den 4. französisch-italienisch-schweizerischen FICH Workshop vom 30. Sept. bis 1. Okt. 85 in Zürich. Das Seminar behandelte »Chemistry, Physics and Technology of Amorphous, Nano und Microcrystalline Minerals.« Nach einem Beitrag über das Jahrestreffen der Groupe Francaise des Luminophores am 21. 10. 85 in Paris schließt das Heft mit einem Tagungskalender.

AACG

Im November 85 Newsletter der American Association for Crystal Growth beschreibt H. J. Scheel in der Reihe Milestones in Crystal Growth die Entwicklung der Accelerated Crucible Rotation Technique. In einem weiteren historischen Beitrag erinnert sich Michael M. Schieber an die Umstände, die zur 1st International Conference on Crystal Growth ICCG - 1 in Boston 1966 und zur Gründung des Journal of Crystal Growth führten, (Wir werden diesen Beitrag in der nächsten Nummer unseres Mitteilungsblattes abdrucken). Es folgt ein Überblick über die Aktivitäten der regionalen Gruppen. Daran schließen sich Konferenzberichte an über die 1st International Conference on Protein Crystal Growth, Gordon Conference on Crystal Growth und die 5. europäische Konferenz über Chemical Vapor Deposition in Uppsala. Den Abschluß des Heftes bilden Personalien, Tagungskalender, eine Übersicht über neue Bücher und Stellenangebote.

AACG Crystal Growth Awards (International)

Call for Nominations

The American Association of Crystal Growth sponsors two triennial awards that will be presented next at the National Meeting, ACCG-7, to be held in Monterey, California, July 12-17, 1987. The awards may be shared by more than one person, and the recipient(s) of these awards will be invited, at that time, to deliver a lecture on the subject for which they are cited.

AACG International Crystal Growth Award

This award is presented for outstanding contributions to the field of crystal growth through technical achievements, publications, and presentations, and through their impact, worldwide, on science and technology. The award consists of a framed citation, a commemorative medal, and an honorarium of \$ 3,000. Nominees may hold any nationality. Previous recipients of this award were Sir Charles Frank (University of Bristol, UK), Dr. Robert A. Laudise (AT&T Bell Laboratories, USA), and Professor Bruce Chalmers (Harvard University, USA).

AACG Young Author Award

This award is presented for significant contributions to the field of crystal growth through publications in accredited journals, with emphasis on contributions following formal training. The nominee shall not be more than 35 years old at the deadline for nominations. The award consists a framed citation and an honorarium of \$ 1,000. Nominees may hold any nationality, but only research performed in the United States can be cited.

Nominations for these award, together with supporting documentation, should be sent before Oktober 1, 1986 to the AACG Awards Committee Chairman: Dr. R. Ghez, IBM Watson Research Center, Yorktown Heights, NY 10598.

SGK

Die Dezember-Nachrichten der Schweizerischen Gesellschaft für Kristallographie enthalten einen Beitrag zur Situation der Kristallographie in der Schweiz, einen Bericht über die Jahreshauptversammlung der SGK sowie Statuten der Gesellschaft. Es folgen ein Abdruck der Newsletter vom September 1985 der IUCr Commission on Small Molecules, Buchbesprechungen sowie ein Tagungskalender.

Aus DGKK-Sicht erwähnenswert ist ein Kurzbeitrag über den 3. FICH Workshop vom 16. bis 18. April 85 in Aostatal. Der Workshop stand unter dem Thema: »Crystal Growth and Magnetism: Science and Technology of Magnetic Materials.« Das März 86-Heft enthält Buchbesprechungen, Personalien, Tagungsankündigungen und einen Tagungskalender.

Tagungskalender

1986

18. - 21. Mai Japan
Fourth International Conference on Semi-Insulating III/V Materials

Prof. T. Katoda, Inst. Interdisciplinary Research, Faculty of Engineering, Univ. of Tokyo; 6-1 Komaba 4-chome, Meguro-Ko, Tokyo 153, Japan

4. - 9. Mai Boston (MA)/U.S.A.
The Electrochemical Society, including the 5th International Symposium on Silicon Materials Science and Technology

The Electrochemical Society, 10 South Main Street, Pennington, New Jersey 08543, U.S.A.

4. - 9. Mai Boston/U.S.A.
The Electronical Society

The Electronical Society, Inc.
10 South Main Street, Pennington, NJ 08543-2896

29. - 31. Mai Regensburg/D
3rd European Conference on Solid State Chemistry

GdCh-Geschäftsstelle, Postfach 900 440
6000 Frankfurt 90

10. - 19. Juni Erice/I
Synchrotron Radiation for X-ray Crystallography

Prof. Dr. Riva de Sanseverino, Piazza Porta Donato 1, I-Bologna

13. - 17. Juni Darmstadt/D
Symmetrie Symposium

Prof. Dr. R. Wille, Fachbereich Mathematik
Technische Hochschule
D-6100 Darmstadt

17. - 20. Juni Straßburg/F
European Materials Society Meeting

mit 4 Symposien:
A: Advanced materials for telecommunications
B: Laser processing and diagnostics
C: State of the art computer simulation of casting and solidification process
D: Dielectric layers in semiconductor novel technologies and devices

Centre de Reserche Nucleaires, Laboratoire Phase
F-67037 Strassbourg Cedex
Att.: P. Siffert (Tel. 8828 6543)

23. - 27. Juni Mailand/I
World Congress on High Tech Ceramics

Dr. P. Vincenzini, Chairman WCHTC,
P. O. Box 174, I-48018 Faenza

25. - 27. Juni Amherst (MA) U.S.A.
28th Electronic Materials Conference (EMC)

B. W. Wessels, 2145 Sheridan Road, Technological Institute Northwestern University, Evanston IL 60201, U.S.A.

30. Juni - 4. Juli Grenoble/F
Dynamics of Molecular Crystals, 41st International Meeting of Physical Chemistry

Dr. C. Troyanowsky, SFC Division de Chimie Physique,
41st International Meeting, 10 me Vanquelin, F-7500 Paris

30. Juni - 11. Juli Castelvecchio Pascoli/I
Microelectronic Materials and Processes

R. A. Levy
AT&T Bell Laboratories
Murray Hill, N.Y. 07974 U.S.A.

5. - 12. Juli Edinburgh/U.K.
6th International Summer School for Crystal Growth (ISSCG-6)

P. M. Dryburgh, School of Engineering,
King Buildings, University of Edinburgh,
Edinburgh EH9 3JL, U.K.

13. - 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, U.K.

The Conference is scheduled to have a single main session running throughout the week in parallel with a different symposium on each day. The five symposia and their invited speakers as follows:

1. Melt Growth Technology (sponsored by ICI Wafer Technology Ltd.)
Dr. K. Hoshikawa, Japan und Dr. P. I. Antonov, USSR.
2. Heat and Mass Transport in Earth- and Micro-gravity (sponsored by ESA)
Dr. J.J.Favier, France and Professor F. Bedarida, Italy.
3. Casting and Rapid Solidification (sponsored by the Institute of Metals)
Dr. E. Sirtl and Dr. D. Helmreich FRG, and Dr. J. M. Poate, USA.
4. Epitaxy for Low-dimensional Structures (sponsored by GEC Research Ltd.)
Dr. K. Ploog, FRG and Dr. H. M. Cox, USA.
5. Optical Materials (sponsored by Plessey Research (Caswell) Limited)
Dr. J. Zyss, France and Professor R. S. Feigelson, USA.

In addition the following invited plenary will be given:-

Professor B. L. H. Wilson, OBE, Plessey Research (Caswell) Ltd. will give the opening lecture on »Crystal Growth for the Electronics Industry.«

Dr. Jiang Minhua Shandong University, People's Republic of China, »Crystal Growth Research in China«.

Dr. H. E. Huppert, University of Cambridge, U.K., »Double-diffusive Convection and Geological Crystallisation«.

Professor W. E. Spicer, Stanford University, USA., »Determining the Nature of the Growth of Foreign Materials on or in Semiconductor Crystals.«

Professor J. F. Greene, University of Illinois, USA., on a topic concerned with energy-assisted growth processes.

22. - 25. Juli Budapest/H
4th Hungarian Conference on Crystal Growth (HCCG-4) 1st International Symposium on Shaped Crystal Growth (ISSCG-1)

Dr. Edmond Lendvai, Research Int. for Technical Physics,
H-1325 Budapest, Ujpest 1 Pf. 76 Ungarn

5. - 9. August Wroclaw/Breslau/P
10th European Crystallographic Meeting

Prof. K. Lukaszewicz, Institute for Low Temperature and Structure Research,
Plac Katedralny 1, 50 - 950 Wroclaw, Polen

11. - 15. August Stockholm/S
18th International Conference on the Physics of Semiconductors (ICPS 1986)

Karl Fredrik Berggren, Linköping University, Dep. of Physics and Measurement Technology, S-58183, Linköping, Sweden

18. - 22. August New Hampshire/U.S.A.
Gordon Conference, Orientation Disorder in Crystals

Dr. J. Mike Rowe, National Bureau of Standards,
U.S. Dept. of Commerce, Gaithersburg MD 20899, U.S.A.

10. - 12. August Lodz/P
Crystal Growth and Liquid Crystals

Prof. Z. Zmija, Institute of Technical Physics
Military Academy of Technology, P 00-908 Warszawa-Bemowo

11. - 20. August Leipzig/DDR
Summer School on Crystallography Computing

Prof. P. Paufler, Karl-Marx-Universität,
Sektion Chemie, WB Kristallographie,
Feldstraße 35, DDR-7010 Leipzig

7. - 10. September York/U.K.
4th International Conference on Molecular
Beam Epitaxy (MBE IV)

Dr. G. J. Davies, British Telecom Research Laboratories,
Morthesham Heath, Ipswich IPS 7RE, U.K.

8. - 11. September Cambridge/U.K.
16th European Solid State Device Research Conference
(ESSDERC '86)

The Meetings Officer, The Institute of Physics,
47 Belgrave Square, London SW 1x 80X, U.K.

10. - 12. September Snowmass(CO)/U.S.A.
7th International Conference on Ternary and
Multinary Compounds (ICTMC-7)

Kate Blattenbauer, SERI, 1617 Cole Blvd., Golden,
CO 80401 - 3393, U.S.A.

17. - 19. September Straßburg/F
Jahrestreffen der Verfahreningenieure

GVC. VDI - Gesellschaft Verfahrenstechnik und
Chemieingenieurwesen, Graf-Recke-Straße 84,
Postfach 1139, D-4000 Düsseldorf

28. Sept. - 1. Oktober Hilton Head (SC)/U.S.A.
13th International Symposium on Gallium Arsenide
and Related Compounds

C. M. Wolfe, Washington University,
Box 1127, St. Louis, MO 63130, U.S.A.

9. - 10. Oktober Wien/A
Satzung des Arbeitskreises Röntgenoptographie

Prof. Dr. H. Klapper, Institut für Kristallographie
der RWTH, Templergraben 55, 5100 Aachen

22. - 24. Oktober Atlantic City (NJ)/U.S.A.
AACG/East 1st Conference on Crystal Growth

G. M. Loiacono, Philips Laboratories, 345 Scarborough Road
Briarcliff Manor, NY 10510, U.S.A.

19. - 24. Oktober San Diego (CA)/U.S.A.
Fall Meeting of the Electrochemical Society

The Electrochemical Society, Inc.,
10 South Main Street, Pennington,
NJ 08543-2896, U.S.A.

20. - 23. Oktober Bordeaux/F
7th European Symposium on Materials
Sciences in Space

Dr. J. C. Launay, Laboratoire de Chimie du Solide
du SNRS, Université de Bordeaux I
F-33405 Talence Cedex

17. - 20. November Baltimore (MD)/U.S.A.
31st Conference on Magnetism and Magnetic Materials

Edward Della Torre, Dept. of EE & CS,
The George Washington Univ.,
Washington, DC 20052, U.S.A.

1. - 5. Dezember Boston(MA)/U.S.A.
Materials Research Society Fall Meeting

J. B. Balance, Materials Research Society 89 McKnight Road,
Suite 327, Pittsburgh, PA 15237 U.S.A.

1987

30. März - 1. April Berlin/D
26. Diskussionstagung der AGK

Prof. Dr. W. Saenger, Institut für Kristallographie der Freien
Universität Berlin
Takustr. 6, 1000 Berlin 33

6. - 9. April Edinburgh/U.K.
British Crystallographic Association Spring Meeting
Dr. J. C. Halfpenny, Dept. of Chemistry, Napier College,
Colinton Road, Edinburgh EH 10 5 DT

17. - 22. Mai Philadelphia (PA)/U.S.A.
Electrochemical Society Spring Meeting

The Electrochemical Society, Inc.,
10 South Main Street, Pennington,
NJ 08543-2896, U.S.A.

6. - 10. Juli Lyon/F
8th International Conference on the Chemistry of the Organic
Solid State (ICCOSS VIII)

Dr. Roger Lamartine, Laboratoire de Chimie Industrielle,
Groupe de Recherches Sur les Phenols, Université Claude
Bernard,
43 Boulevard du 11 Novembre 1918,
69622 Villeurbanne, Cedex, France

12. - 17. Juli Monterey (CA)/U.S.A.
Joint Conference: 7th American Conference on Crystal Growth
and 3rd International Conference on II-VI Compounds
(AACG-7/II-VI 87)

Larry Rothrock, Union Carbide Electronics,
1300 Esther Street, Vancouver, WA 98660, U.S.A.

12. - 20. August Perth/Australien
14th Congress of the International Union of Crystallography

Prof. T. Hahn, Institut für Kristallographie der RWTH,
Jägerstr. 17 - 19, 5100 Aachen

27. August - 7. September Erice/I
Crystal Growth in Science and Technology

H. Arend, Laboratorium für Festkörperphysik der ETH,
Hönggerberg, CH-8039 Zürich

18. - 22. Oktober Honolulu(HI)/U.S.A.
Fall Meeting of the Electrochemical Society, Inc.
10 South Main Street, Pennington,
NJ 08543-2896, U.S.A.

9. - 12. November Chicago (Ill.)/U.S.A.
32rd Conference on Magnetism and Magnetic Materials

Edward Della Torre, Dept. of EE & CS,
The George Washington Univ., Washington,
DC 20052, U.S.A.

Herbstschule über Kristallzüchtung in der DDR (1987)

In Diskussionen mit KristallzuchtKollegen aus der DDR entstand der Plan, in losen Abständen gemeinsame Fortbildungskurse durchzuführen. Ziel dieser Kurse ist es, vor allem jüngere Kristallzüchter im deutschsprachigen Bereich in Kontakt zu bringen und einen Austausch von Erfahrungen und eine Fortbildung auf möglichst hohem Niveau zu ermöglichen.

Es gibt bereits einen Vorschlag für eine erste Veranstaltung dieser Art, die wegen der bekannten Reiseschwierigkeiten in der DDR stattfinden soll.

Thema: Epitaxie von Verbindungshalbleitern
Ort: Ein »Schlößchen« bei Dresden
Zeit: Eine Woche Anfang September 1987
Teilnehmer: 30 aus Deutsche Demokratische Republik
20 aus Bundesrepublik Deutschland
10 aus Schweiz, Österreich
Kosten: Relativ niedrig. Reisekosten in die DDR sind jedoch von jedem Teilnehmer selbst zu beschaffen.

Vorlesungsthemen und Dozenten (Vorschläge)

»Epitaxie von Verbindungshalbleitern - aktueller Stand und Entwicklungsrichtungen«: Doz. Dr. L. Ickert, HU Berlin

»Flüssigphasenepitaxie - Möglichkeiten und Grenzen«: Dr. E. Bauser, MPI Stuttgart

»Molekularstrahlepitaxie - aktuelle Entwicklungsrichtungen«: Dr. K. Ploog, MPI Stuttgart

»MOCVD - Vergleich mit anderen Gasphasenepitaxieverfahren«: Prof. K. Jacobs, HU Berlin

»Chemische Gasphasenepitaxie von III-V-Halbleitern im Halogenid - System - neue Erkenntnisse zum Reaktionsmechanismus«: Doz. Dr. W. Seifert, KMU Leipzig

»Atomic Layer Epitaxy - Vergleich mit anderen Gasphasenepitaxieverfahren«: Dr. M. A. Herman, IFPAN Warschau

»In-situ-Untersuchungen von Stoff- und Wärmetransportprozessen in CVD-Reaktoren«: Dr. L. J. Gijling, Universität Nijmegen

»Optische Stimulierung und Plasmastimulierung von CVD-Prozessen«: Prof. P. Balk, RWTH Aachen

»Phasendiagramm und Mischkristallzusammensetzung unter Berücksichtigung der Wirkung eines Substrates«: Dr. E. Kuphal, FI/FTZ Darmstadt

»Elektronenmikroskopische Untersuchung und Abbildung von Quantum - well - Strukturen«: Prof. J. Heydenreich, IFE Halle.

Gesucht: Je ein passender Vortragender aus Österreich (z. B. Dr. G. Bauer, Leoben) und Schweiz.

Wer hat Vorschläge?

Wer hat Interesse teilzunehmen?

Ich bitte um eine kurze Notiz an
Prof. H. Wenzl
IFF, KFA
5170 Jülich
Tel. 02461-616664

Partner in der DDR:

Prof. M. Schenk
Bereich 11: Kristallographie
Sektion Physik
Humboldt-Universität
Invalidenstraße 110
104 Berlin
Tel. 289 75 52
2803 361
461

Personalien

Veränderungen

Herr H. von Campe hat sich von der Uni Frankfurt zur Fa. NUKEM, Rodenbacher Chaussee 6, 6450 Hanau verändert und beschäftigt sich dort mit der Kristallzüchtung und dünnen Schichten.

Herr H. Dittlich hat nach seinem Diplom am Kristalllabor, Uni Stuttgart, ins Institut für Physikalische Elektronik der Uni Stuttgart gewechselt. Sein Arbeitsgebiet: I-III-V₂-Verbindungen, Photovoltaik, Dünnschichttechnologie.

Herr E. Gusset ist jetzt Mitarbeiter der Fa. Alcan Electronic Materials AG, Industriestr. 35, CH 9400 Rohrschach, die die Fa. Alusuisse übernommen hat.

Herr H. Heyen hat von der RWTH Aachen als Leiter der Abteilung Forschung und Entwicklung zur Fa. AIXTRON, Jülicher Str. 336, Aachen gewechselt.

Herr H. Hirth hat nach seiner Promotion am FHG-Institut für Solare Energiesysteme in Freiburg eine Stelle bei ANT Nachrichtentechnik, Gerberstr. 33, 7150 Backnang angetreten und beschäftigt sich mit III-V-Epitaxie und Optoelektronik.

Herr W. Hofherr hat sein Diplom in Mineralogie abgelegt und beschäftigt sich im Rahmen einer Doktorarbeit am Kristallographischen Institut der Uni Freiburg mit Kristallzüchtung von II-VI-Verbindungen.

Die Firma **Johnson Matthey Chemicals Ltd.** Niederlassung Deutschland, Boltensternstr. 157, 5000 Köln 60 hat die Produktgruppe »Materialien zur Kristallzucht« von der Universal Matthey Products übernommen und damit auch deren Mitgliedschaft in der DGKK.

Herr R. Linnebach hat von SEL Stuttgart zu Telefunken Electronic Heilbronn gewechselt. Sein neues Aufgabengebiet sind Epitaxieverfahren von III-V-Verbindungen und Silizium.

Herr U. Morlock hat nach seinem Diplom im Kristalllabor der Uni Stuttgart eine Promotionsstelle am Institut für Geophysik der Uni Stuttgart angenommen.

Herr G. Nagel hat nach seiner Promotion im Kristalllabor, Uni Stuttgart, zur Fa. Wacker-Chemitronic gewechselt und beschäftigt sich dort mit der Züchtung von III-V-Halbleitern.

Frau U. Probst hat ihr Diplom am Kristallographischen Institut der Uni Freiburg abgelegt und beschäftigt sich jetzt dort im Rahmen einer Doktorarbeit mit II-VI-Verbindungen.

Herr B. Schmidt hat nach seiner Promotion im Kristalllabor der Uni Karlsruhe eine Stelle bei Telefunken Electronic, Heilbronn angetreten.

Herr J. Schmitz hat nach seiner Promotion am Kristallographischen Institut der Uni Freiburg ins FHG-Institut für Angewandte Festkörperphysik in Freiburg gewechselt und beschäftigt sich dort mit der Herstellung von HgCdTe-Kristallen.

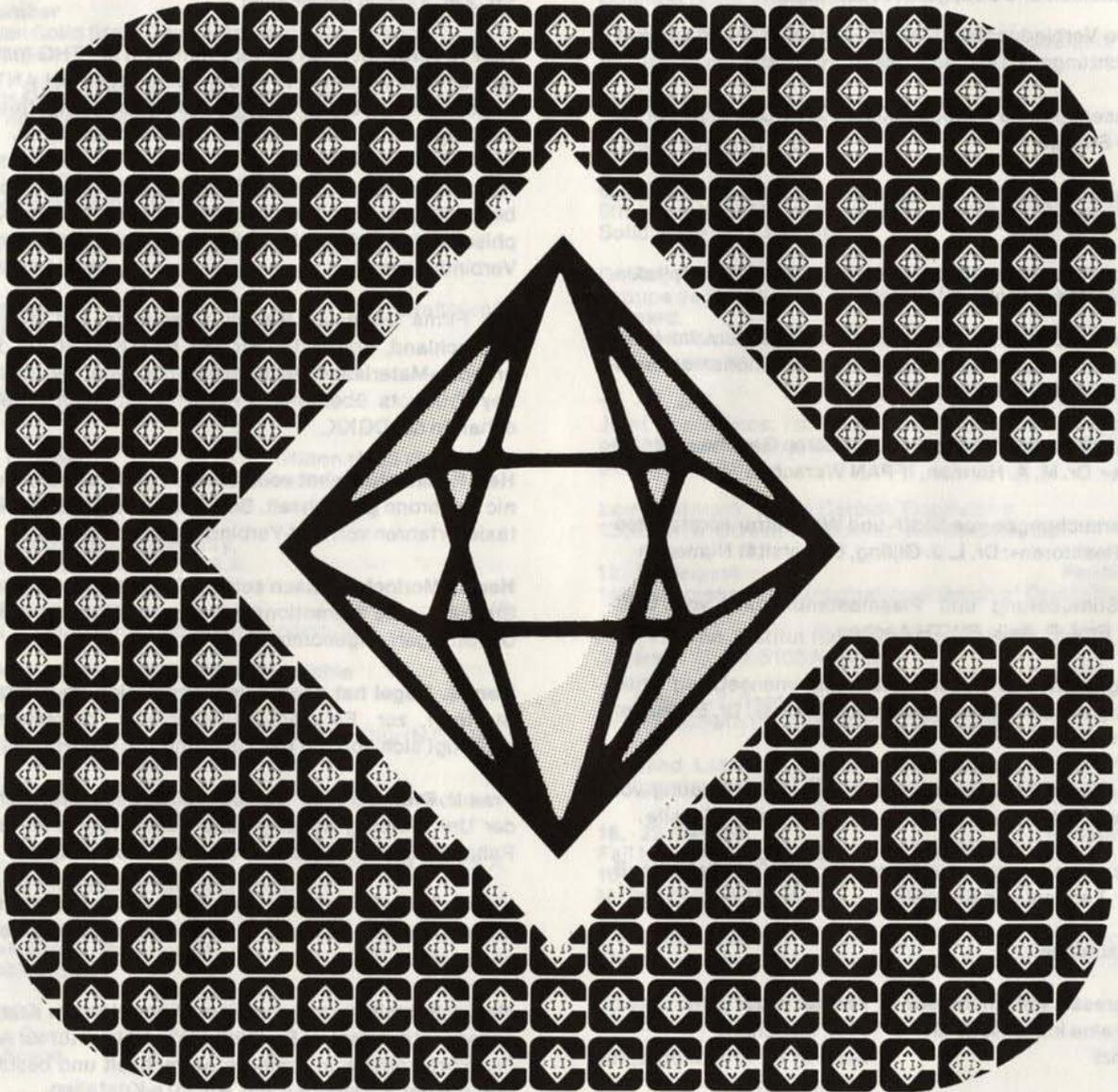
Herr R. Stein hat nach seiner Promotion an der Uni Erlangen zur Fa. Siemens Erlangen, Abt. ZFE AMF 34, gewechselt und beschäftigt sich mit Gasphasenepitaxie von III-V-Halbleitern und Sensorik.

Herr H. P. Trah hat nach seinem Diplom am Kristallographischen Institut der Uni Freiburg eine Promotionsstelle am MPIF in Stuttgart angenommen. Thema: LPE von Element- und Verbindungshalbleitern.

Herr Th. Volgt hat nach seiner Promotion im Kristalllabor, Uni Stuttgart, eine Stelle bei Siemens Erlangen, Abt. ZFE AMF 34, angetreten.

Wir wünschen allen viel Erfolg in ihrem neuen Tätigkeitsbereich.

Integrated solutions
to your growing equipment
problems.



CRYSTALOX

a force to be reckoned with

CRYSTALOX LTD. 1 LIMBOROUGH ROAD, WANTAGE, OX12 9AJ, ENGLAND
Telephone: WANTAGE (02357) 68787 Telex: 838851 CRYSTL G Fax: (02357) 69884

Welcomes you to ICCG8 at York England
13th–18th July 1986 on Stand 1B Main Foyer

Neue Mitglieder

Die Mitgliederzahl hat sich seit Oktober 1985 weiter erfreulich nach oben entwickelt. Sie beträgt derzeit 365. Einem Austritt stehen 25 Neuzugänge gegenüber. Wir begrüßen als neue Mitglieder:

Jakobi, Ralf, Dipl. Chemiker
Institut für Anorg. und Analyt. Chemie der Universität
Saarstr. 21, 6500 Mainz
06131/39 - 3250

Kristallzüchtung und Charakterisierung von Spincrossover
- Verbindungen

Glasow, Peter, Dipl. Physiker
Siemens AG, ZT ZFE AMF 3
Paul-Gossen-Straße 100, 8520 Erlangen
09131/731225

Hochreines Germanium, III-V Kristallzüchtung,
Charakterisierung

Lenk, Kurt, DR. rer. nat.
Chemie und Werkstofftechnik
Richard-Kunger-Str. 13, 6270 Idstein
06126/6006

Gefäßwerkstoffe f. Kristallzuchtanlagen

Köhler, Axel, Dipl. Ing. (FH)
Technisches Büro Dr. Lamprecht
Lehninger Str. 10-12, 7531 Neuhausen
07234/1007

Schmelzzüchtung nach Czochralski, Konstruktion von
Kristallziehanlagen

Brockmeyer, Andreas, Dipl. Phys.
Universität Osnabrück, Angewandte Physik/Kristallzucht
Barbarast. 7, 4500 Osnabrück
0541/608-

LPE, Granate, Filmcharakterisierung

Sickinger, Peter, Dipl.-Min.
Kristallographisches Institut
Hebelstr. 25, 7800 Freiburg
0761/203-4288

Kristallzüchtung von II-VI-Verbindungen (ZnTe, CdTe),
THM, Sublimation, Bridgman

Heubeck, Klaus, Dipl. Ing.
Fa. Diehl GmbH & Co. Werk 41, Abtlg. M-ETW
Fischbachstr. 16, 8505 Röthenbach/Peg.
0911/448683

Formgebendes Wachstum nach Bridgman, Float-Zoning

Maier, Andreas, Dipl. Ing. (FH)

Stegwiesen 2, 7959 Schwendi-Hörenhausen
07347/610

Kristallzucht, vorallem für Laseranwendung, Züchten und
Verarbeiten

Körper, Christoph, Dr. rer. nat. Physiker
Heimholtz-Institut für Biomedizinische Technik
Pauwelsstr., 5100 Aachen
0241/8088620

Erstarrungsvorgänge in wäßrigen Systemen, Gefrierkon-
servierung biologischer Zellen

Schüler, Ludwig, Dr. Physiker
PreuBag AG Metall
Herzog Julius Hütte, 3394 Langelsheim
05321/713680

Zucht und Charakterisierung von Verbindungshalbleitern

den Dulk, Gerard, Ing. (grad.)
Novocontrol GmbH
Oberbacherstr. 9, 5431 Hundsangen
06435/6006-7

Teichmann, Heinrich-Otto,
Institut für angew. Physik
Jungensstr. 2, 2000 Hamburg 36
040/4123-5241

Czochralski Zucht von oxydischen Kristallen für Laser-
anwendung

Lange, Hans-Peter, Dr. rer. nat.
Siemens AG, Abt. E 68 SW
Dynamostr. 4, Postfach 2024, 6800 Mannheim 1
0621/4562440

Röntgenanalysetechnik

Meier, Jörg, Student

Institut für Physikalische und Theoretische Chemie
Hans-Sommer-Str. 10, 3300 Braunschweig
0531/3915331

Fremdstoffbeeinflussung von Kristallisationsvorgängen,
Kristallisation und Wachstumsmechanismen von Stearin-
säure

Paus, Hans J., Priv. Doz. Dr.

2. Physik. Institut
Pfaffenwaldring 57, 7000 Stuttgart 80

Gutmann, Roland, Stud.-Krist.

Kristallogr. Institut
Hebelstr. 25, 7800 Freiburg
0761/2034278

Züchtung von ternären Verbindungen der Gruppe AB₂X₄

A: Zn, Cd, Hg; In; X: S, Se, Te.

Trauth, Jürgen,

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

Hochtemperaturlösungszüchtung

Danilewski, Andreas, Dipl. Min.

Physik. Inst. Kristalllabor
Pfaffenwaldring 57, 7000 Stuttgart 80

Köbler, Robert, Assessor des Lehramtes(AdL)

Kristall- und Materiallabor der Fak. Physik
Kaiserstr. 12, 7500 Karlsruhe
0721/608-3558

Winnacker, Prof.-Dr. Physiker

Siemens AG, ZFE AMF 3
Paul Gossenstr. 100, 8520 Erlangen
09131/22151

Halbleiterdefekte, insbesondere III-V-Halbleiter

Matz, Horst, Student

Institut für Werkstoffwissenschaften 6
Martensstr. 7, 8520 Erlangen
09131/857683

Flüssigphasenepitaxie, Mischkristalle, Konvektion

Strohmeier, Frauke, Dipl. Geologe

Chemetal GmbH
Reuterweg 14, 6000 Frankfurt
055 159-3072

GaAs-Kristallzucht

Deike, Rüdiger, Dipl.-Ing.

Institut für Allgemeine Metallurgie
Robert-Koch-Str. 42, 3392 Clausthal-Zellerfeld
05323/722385

Raffination von Silizium, Polycrystallines Silizium

Brückner, Franz-Udo, Dipl.-Ing.

Institut für Allgemeine Metallurgie
Robert-Koch-Str. 42, 3392 Clausthal-Zellerfeld
05323/40942

Züchtung von Si-Einkristallen nach dem Czochralski-Ver-
fahren, autom. Durchmesserkontrolle, Dotierelementver-
teilung

Kelsall, Johanna, Sales Co-Ordinator

Crystalox Ltd.
1 Limborough Road, Wantage, Oxfordshire, OX 129A1,
235768787 Engl.

Sales and Marketing Activities in Kristallzüchtung
generell

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 300 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 Beziehung 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-Schriftführer

Dr. Achim Eyer

Fraunhofer Institut für solare Energiesysteme

Oltmannsstr. 22

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.

SELISCH

W. SELISCH-MIKROFILMSERVICE
DRUCK & VERLAG

Fliederweg 4-6, D-8521 Langensendelbach
☎ 09133/3338 o. 4054, Telex '629817 wase d

**Farbkopien
Farboverheadfolien
Vortrags-u. Seminarfolien
auf Cibachrome und
offsetgedruckt**

- **Offsetdruck**
in SW und Farbe
- **Mikrografie**
Beratung - Verkauf
Dienstleistung

**Individuelle
Farbabzüge
vom Dia**
Bildausschnitt
Farbkorrektur
Geradestellen
des Horizonts
10x15 13x18 18x24

**COMPUTERGESCHNITTENE
SCHRIFTZÜGE und SIGNETS
aus farbiger Selbstklebefolie
für Werbung + Information
für Innen + Außen
(Wir digitalisieren auch IHR Firmenzeichen)**

Anwendungsbereiche

- Autobeschriftungen
- Firmenschilder
- Schaufensterwerbung
- Messewerbung
- Wegweiser
- Hinweisschilder

- **Fotosatz**
- **Reinzeichnung**
- **Beratung**
in allen Teilbereichen