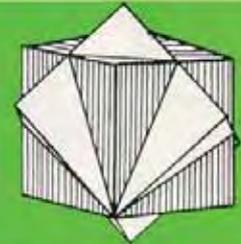


Mitteilungsblatt
Nr. 85/ Juli 2007



Deutsche Gesellschaft
für Kristallwachstum und
Kristallzucht e. V.



Inhalt

Mitteilungen der DGKK

DGKK-Jahreshauptversammlung 4

Wissenschaftsförderung durch die DGKK

Kristall-AG's an Schulen 8

Aus den DGKK-Arbeitskreisen

AK Kinetik - 8. Seminar 12

AK Angewandte Simulation - 5. Workshop 15

Aktuelle Entwicklungen zur Kristallzucht

Schmelzzüchtung von Zinkoxid 17

Der lange Weg zum sicheren Kilogramm 19

Tagungsberichte

Statusseminar zum Projekt KristMAG 22

2. Polnisch-Japanisch-Deutscher Workshop 27

Festkolloquium zu Ehren von Prof. Georg Müller .. 29

Bücherecke 31

Arbeitskreise, Adressen, Termine

Termine der Arbeitskreise 31

Tagungskalender 32

Inserate des Hefts 33

Statistik und Archiv

Bisherige Jahrestagungen der DGKK 34

Bereits erschienene Artikel 35

Heraeus

More than exciting dreams – Precious Metals



*Seamless tubes for extra
stable seed-crystal holders*

Precious Metals are not just a beautiful dream but irreplaceable tools in laboratories and factories. We supply a multitude of products to meet our customers' requirements – seamless tubes in all dimensions, coiled tubes, thermocouple thimbles and tailor-made parts.



**Heraeus: 150 years of
precious metals expertise.**

W. C. Heraeus GmbH & Co. KG

Engineered Materials Division

Business Unit Precious Metals Technology

Heraeusstr. 12 – 14

63450 Hanau, Germany

Phone +49 (0) 61 81 / 35 - 37 40

Fax +49 (0) 61 81 / 35 - 86 20

E-mail: precious-metals-technology@heraeus.com

www.wc-heraeus.com/precious-metals-technology

W. C. Heraeus

Zum Titelbild



Das Titelbild zeigt einen monoisotopischen ^{28}Si -Einkristall unmittelbar nach der Züchtung in der FZ-Anlage des Instituts für Kristallzüchtung in Berlin. Der isopenreine Kristall dient zur Entwicklung neuer Massen-Normale im Rahmen des „Avogadro-Projektes“. (Siehe Bericht im Inneren des Hefts)

Ansprechpartner am Institut für Kristallzüchtung:

Dr. Helge Riemann

Institut für Kristallzüchtung (IKZ)

Max-Born-Str. 2

D-12489 Berlin / GERMANY

Tel.+49-(0)30-6392 3010 Fax +49-(0)30-6392 2803

E-mail: riemann@IKZ-Berlin.de

Editorial

Liebe Leserinnen und Leser,

hoffentlich sind Sie noch nicht alle in die Ferien gefahren und erhalten Ihre Urlaubslektüre noch rechtzeitig. Wieso könnte es sich lohnen, Freizeit mit dem Lesen dieses Heftchens zu verbringen?

Erstens haben hier Berichte über neue Strategien zu erfolgreichem „Doping“ noch keinen unangenehmen Beigeschmack.

Vor allem aber gibt es aber wieder informative Berichte über interessante Projekte zur Kristallzüchtung:

Schon zu meinen Studienzeiten hatte ich in der Festkörpervorlesung von der Idee gehört, das Urkilogramm „irgendwann einmal“ durch einen Si-Einkristall zu ersetzen. Das klang einleuchtend, die Realisierung war aber fern genug, so daß dies Vorhaben über Jahrzehnte in unveränderter Form als „Zukunftsprojekt“ in den Vorlesungsskripten verbleiben konnte.

Herrn Riemann und seinen Kollegen aus dem Berliner Institut für Kristallzüchtung ist es nun dank der dort erreichten Perfektion der Floating Zone - Kristallzüchtung in Zusammenarbeit mit russischen Kollegen gelungen, einen isopenreinen ^{28}Si - Einkristall von derartiger Qualität zu züchten, daß die Präparation dieses neuen Masse-Normals aussichtsreich erscheint (Siehe Titel und Bericht im Heft).

Auch im Beitrag von Herrn Klimm geht es mit ZnO um einen scheinbar „alten Bekannten“. Auf der Grundlage einer eingehenden Analyse der thermischen Stabilität der beteiligten Phasen und der in Berlin beheimateten Erfahrung

mit der Verwendung einer „selbstanpassenden Atmosphäre“ gelingt die Schmelzzüchtung aus dem Iridium-Tiegel. Dies könnte ein wichtiger Schritt sein hin zu einer intensiveren technischen Verwendung dieses derzeit besonders aktuellen Halbleiters.

Den Rückmeldungen zufolge waren die Arbeitskreistreffen wieder gut besucht. Mit Spannung durfte man aber noch auf den Bericht über das öffentliche Statustreffen zum vor zwei Jahren ins Leben gerufenen KristMAG-Projekt warten. Hier geht es um eine neuartige Strategie zur einer effektiven und wirtschaftlichen Kontrolle der Konvektionsströmungen in Halbleiterschmelzen durch wandernde Magnetfelder. Jede verfahrenstechnische Neuerung hat natürlich anfangs starke Konkurrenz in den bestehenden, ausgereiften Verfahren. Der erreichte Entwicklungsstand läßt aber hoffen, daß sich in diesem Falle der für eine solche Entwicklung erforderliche lange Atem für das Projektteam um Herrn Rudolph lohnen wird.

Vor allem längerfristig nicht minder wichtig, als die Erfolge der bereits etablierten Wissenschaftler ist für die DGKK die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses. In diese Aufgabe fließen die finanziellen Mittel und alle Mitglieder haben daran Anteil. Die erfolgreiche Hinführung der ganz jungen Menschen zur Beschäftigung mit unserem Wissenschaftsgebiet findet Ausdruck in diesem Heft in Form von Berichten zweier Schulen über die Arbeiten in Ihren Kristall-AG's.

Leider nicht so toll entwickelt sich die Teilnahme an unserer Jahrestagung und der damit verbundenen Jahreshauptversammlung. Immerhin ist diese das Forum für den Meinungsaustausch innerhalb unserer Gesellschaft und die Beschlüsse über deren Kurs. Im Protokoll zu unserer jüngsten Versammlung in Bremem finden Sie den Stand der Überlegungen, wie man hier zu einer Verbesserung kommen könnte.

Vielleicht haben Sie ja während der Sommerferien noch weitere gute Ideen.

Ihr Franz Ritter

Notizen des Vorsitzenden

Liebe Kollegen und Kolleginnen,

das Wort ENERGIE ist heute in aller Munde. Nach einer kürzlich veröffentlichten Umfrage ist die Energieproblematik weiten Bevölkerungsschichten bekannt. Die Lösung ist aber offen: Wir wissen alle, dass die fossilen Energievorräte – berücksichtigt man alle heute bekannten Kohlevorkommen – maximal 300 Jahre halten und zudem die Umwelt über das CO₂ stark belasten. Es gibt zwar mittlerweile Techniken, bei denen das CO₂ nicht in die Atmosphäre entströmt, der Preis für diese Energie ist aber z. Zt. deutlich höher. Von vielen wird erneut die Kernenergie – Verlängerung der Laufzeit der alten AKW's und Bau neuer Anlagen – befürwortet, das Endlagerungsproblem ist aber nicht gelöst. Interessant ist hier das australische Synroc Verfahren: Einbau des radioaktiven Mülls in wasserunlösliche Kristalle.

Als alternative Energiequelle bleibt die Solarenergie übrig, bei deren Entwicklung wir als Kristallwissenschaftler mitwirken. In 20 Jahren soll diese Energiequelle konkurrenzfähig sein. Aber auch beim Energiesparen sind wir gefragt: Halbleitergeneratoren, LEDs für Beleuchtung können helfen, mit weniger Energie auszukommen. Auf jeden Fall wünsche ich Ihnen, dass Sie im Sommer genügend (Sonnen)Energie tanken, damit Ihre Akkus wieder voll geladen sind. Und wenn die Sonne mal nicht scheint, freuen Sie sich über die Energieeinsparung bei den Klimaanlagen.

Ihr Wolf Aßmus

MITTEILUNGEN DER DGKK

DGKK-Jahreshauptversammlung 2007

Protokoll der Mitgliederversammlung

Von **Christiane Frank-Rotsch**, Schriftführerin der DGKK

Anwesende

DGKK Mitglieder:

N. Abrosimov, M. Ansorg, W. Aßmus, B. Bauer, G. Behr, R. Bertram, A. Cröll, A. Danilewsky, U. Dittrich, S. Eichler, B. Eppelbaum, R. Fornari, Ch. Frank-Rotsch, J. Friedrich, P. Gille, S. Gottlieb, P. Görnert, A. Haghghirad, M. Heuken, B. Kallinger, H. Kasjanow, D. Klimm, I. Knoke, R. Lauck, A. Lüdge, G. Meisterernst, A. Molchanov, M. Mühlberg, A. Müller, A. Nikanorov, Ch. Poetsch, E. Post, U. Rehse, Ch. Reimann, F. Ritter, H.-J. Rost, P. Rudolph, D. Schwabe, A. Seidl, D. Siche, R. Uecker, B. Velicov, W. v. Ammon, B. Weinert, P. Wellmann, J. Wittge, T. Wolf, U. Wunderwald

Gäste :

A. Mitric, K.-D. Luther

Ort : Universität Bremen

Zeit : Donnerstag, 8. März 2007, 18.30 Uhr

TOP1 Begrüßung u. Feststellung der Beschlussfähigkeit

Es sind 48 Mitglieder anwesend, d.h. laut Satzung ist die Versammlung beschlussfähig. Der Vorsitzende der DGKK, W. Aßmus begrüßt die anwesenden Mitglieder und Gäste zur Mitgliederversammlung 2007.

TOP 2 Bericht des Vorsitzenden

Zu Beginn seines Berichts geht Herr Aßmus auf die kürzlich stattgefundenen Wahlen des IOCG-Vorstandes ein und gibt das Ergebnis bekannt:

President: A. Chernov, USA
 Vice President: R. Fornari, Deutschland
 Vice President: T. Ohachi, Japan

Secretary: T. Kuech, USA
 Treasurer: V. Fratello, USA

Exec. com. members: H. Dabkowska, Kanada
 J. Derby, USA
 T. Duffar, Frankreich
 K. Kakimoto, Japan
 S. Krukowski, Polen
 K. Roberts, Großbritannien
 P. Rudolph, Deutschland
 E. Vlieg, Niederlande

Herr Aßmus gratuliert den anwesenden Herren R. Fornari und P. Rudolph zu ihrer Wahl in den Vorstand der IOCG. Auf der ICCG 15 wird der Frank-Preis an Dr. V. Voronkov und der Laudise-Preis an Prof. B. Mullin durch die IOCG verliehen. Die Aktivitäten der DGKK wurden in zwei Vorstandssitzungen, in Köln am 02.11.06 und in Bremen am 07.03.07, koordiniert. In Köln (Nov. 2006) erfolgte ein Vorstandsbeschluss zur zielgerechten Verwendung der Finanzmittel der DGKK. Dieser wurde im letzten Mitteilungsblatt vollständig veröffentlicht.

Er war durch die Androhung des Entzuges der Gemeinnützigkeit durch das Finanzamt begründet und enthielt folgende Schwerpunkte:

- Internetpräsentation der DGKK:
Das IKZ erhält eine einmalige Zahlung von 6 000 € für den Aufbau der englischen Webseiten
- Aufbau eines DGKK-Archivs in Köln:
Einmalige Zahlung von 9 500 € für die technische Ausstattung und Arbeitsleistung
- Vorstandsmitglieder aus dem öffentlichen Dienst
Können einen Reisekostenzuschuss zur jährlichen Vorstandssitzung beantragen
(begründeter Antrag erforderlich)
- Vergabe des DGKK-Nachwuchspreises

In der Vorstandssitzung in Bremen wurde schwerpunktmäßig die mögliche künftige Organisationsform der Jahrestagung diskutiert (siehe TOP 7).

Es wurde dem Arbeitskreis Kinetik ein Zuschuss von 400 € genehmigt. Ein weiterer vorliegender Antrag zur finanziellen Beihilfe eines erweiterten Statusseminars „Magnetfelder in der Kristallzüchtung“ wurde abgelehnt.

Ein Antrag zur Schulförderung des Herder-Gymnasiums in Köln mit einem Betrag von 2 815 € ist genehmigt worden. Ein Bericht hierzu ist für das nächste Mitteilungsblatt angekündigt. Nach den beschlossenen bzw. bereits erfolgten Ausgaben durch die DGKK ist nun zu bedenken, dass die zu erwartenden jährlichen Einnahmen aus Mitgliedsbeiträgen (bei 350 zahlenden Mitgliedern) maximal 7 000 € betragen und die laufenden Kosten für das Mitteilungsblatt, die Unterstützung von Schulprojekten sowie Reisekostenzuschüsse und Rücklagen für den DGKK-Preis und den DGKK-Nachwuchspreis diesen Betrag bereits übersteigen.

In der Bremer Vorstandssitzung ist über mögliche Tagungsorte für die Jahrestagungen 2008 und 2009 (siehe TOP 8) beraten worden.

Herr Aßmus bittet alle Mitglieder noch mal um Beiträge für das Mitteilungsblatt, wie z.B. Tagungsberichte. Herr Ritter kann nicht alles allein verfassen. So wird beispielsweise angeregt, die Abstrakte von Dissertationen aus den Gruppen einzureichen sowie die Berichte aus den Arbeitskreisen fortzusetzen.

Herr Aßmus gibt bekannt, dass der DGKK-Preis 2007 an Herrn K. Peters verliehen wurde. Die Auswahl des Preisträgers erfolgte unabhängig vom DGKK-Vorstand durch das Preiskomitee. Zur Zeit gehören diesem Herr M. Heuken, M. Neubert und P. Görnert an. Vorschläge für den DGKK-Preis 2009 können wieder an das Komitee gesendet werden.

Es erfolgt die Verleihung der DGKK-Nachwuchspreise an Frau Helene Kasjanow vom ETP Hannover (gemeinsamer Vorschlag von A. Seidl und Nacke) und an Herrn Dr. Götz Meisterernst von der MLU München (Vorschlag P. Gille).

Dem Vorstand liegen bereits vier Anträge auf Reisekostenzuschuss zur Teilnahme an der ICCG in Salt Lake City bzw. der ISSCG in Park City (USA) vor. Bevor über diese Anträge entschieden wird, werden alle noch eingehenden Anträge gesammelt. Über die Rahmenbedingungen und die Möglichkeiten der finanziellen Unterstützungen von max. 500 € / Antrag werden die Mitglieder in einer Rundmail informiert.

Willkommen in Ihrer Zukunft, willkommen bei SCHOTT!

Rund um die Welt, in 41 Ländern, engagieren sich über 16.800 Mitarbeiter bei SCHOTT. Mit High-Tech-Werkstoffen, z. B. aus Spezialglas, und innovativen Ideen gestalten sie mit an der Welt von morgen – Menschen, die Eigenverantwortung und kreative Freiräume zu schätzen wissen.

Im strategischen Geschäftsfeld Solar suchen wir am Standort Jena zur Verstärkung unseres Teams der Technologieentwicklung

Entwicklungsingenieure Volumenkristallzüchtung (m/w)

Ihre Aufgaben:

Analyse und Entwicklung von Kristallisationsprozessen

- Sie analysieren die Prozesskette von Kristallisationsprozessen
- Sie entwickeln den Produktionsprozess im Hinblick auf Effizienz und Ausbringung des Gesamtprozesses weiter
- Sie führen numerische Simulation von Kristallisationsprozessen mit bestehenden Software-Tools durch und betreuen externe Simulationsarbeiten

Charakterisierung und Material-Engineering

- Sie erarbeiten ein vertieftes Verständnis der Realstruktur von mc-Solar-Silizium und der lebensdauerlimitierenden Defekte im Material
- Sie arbeiten in der Materialcharakterisierung eng mit internen und externen Forschungseinrichtungen und Instituten zusammen
- Sie entwickeln und optimieren die thermischen Prozesse im Hinblick auf Defekthaushalt und resultierende Zelleffizienz

Ihre Qualifikation:

Für Ihre erfolgreiche Mitarbeit haben Sie einen Hochschulabschluss in Physik oder Werkstoffwissenschaften. Sie besitzen solide Kenntnisse und praktische Erfahrung in Verfahren der Volumenkristallzüchtung, Halbleiter-Materialcharakterisierung und Halbleiterphysik. Berufserfahrung in der Entwicklung oder Produktion der Photovoltaikindustrie sind von Vorteil.

Außerdem verfügen Sie über sehr gute MS Office- sowie verhandlungssichere Englischkenntnisse. Neben der fachlichen Qualifikation erwarten wir eine ausgeprägte Team- und Kommunikationsfähigkeit, Eigeninitiative und sehr gute planerische Fähigkeiten.

**Wollen Sie mit uns erfolgreich sein? Dann freuen wir uns auf Ihre Bewerbung.
Nennen Sie bitte auch ihren Gehaltswunsch und den möglichen Eintrittstermin.**

Personal Service SCHOTT Region Thüringen
Cornelia Fahlteich
Otto-Schott-Str.13
D-07745 Jena
Tel. +49 (0) 3641/681 534
Fax +49 (0) 3641/681 213
E-Mail: birgit.moerer@schott.com
www.schott.com

SCHOTT
glass made of ideas



TOP 3 Bericht Schriftführer

Unsere Mitgliederstatistik ist relativ stabil. Es gab im vergangenen Jahr 11 Eintritte und 13 Austritte.

Die DGKK hat zum 31.12.2006:

350 Mitglieder, davon 329 Vollmitglieder,
9 Studentische Mitglieder und 12 Firmenmitgliedschaften.

TOP 4 Bericht Schatzmeister

R. Bertram und Ch. Reimann haben die Kasse geprüft und die ordnungsgemäße Kassenführung bestätigt.

Der Kassenstand der DGKK beträgt zum 01.03. 2007:

Sparkasse Karlsruhe:	4.643,90 €
Festgeldeinlagen	: 15.809,86 €
Summe	: 20.453,76 €

Herr Mühlberg beantragt, ab 2008 den Bericht des Schatzmeisters für den Zeitraum bis zum 31.12. eines Jahres vornehmen zu können, da dies auch der Berichtszeitraum für das Finanzamt ist.

TOP 5 Entlastung des Vorstandes

A. Seidl beantragt die Entlastung des Vorstandes.

Abstimmung:

Dafür	: 41 Stimmen
Enthaltung	: 7 Stimmen (Vorstand)
Gegenstimmen	: keine

W. Aßmus dankt den aus dem Vorstand ausscheidenden Mitgliedern für die geleistete Arbeit.

TOP 6 Wahl des Vorstands für die Zeit von 01.01.2008-31.12.2009

Herr Aßmus teilt mit, dass Frau A. Lüdge auf eigenen Wunsch nicht mehr kandidiert und er dankt ihr für ihre langjährige Arbeit im Vorstand.

Wahlleiter ist Herr U. Rehse

Wahl des 1. Vorsitzenden

W. Assmus	: 45 Stimmen
A. Seidl	: 1 Stimme
Enthaltung	: 1 Stimme
ungültig	: 1 Stimme

W. Assmus bedankt sich für das Vertrauen und nimmt die Wahl an.

Wahl des Stellvertreters

S. Eichler	: 46 Stimmen
P. Rudolph	: 1 Stimme
P. Gille	: 1 Stimme

S. Eichler bedankt sich für das Vertrauen und nimmt die Wahl an.

Wahl des Schatzmeisters

M. Mühlberg	: 47 Stimmen
-------------	--------------

M. Mühlberg bedankt sich für das Vertrauen und nimmt die Wahl an.

Wahl des Schriftführers

Ch. Frank-Rotsch	: 47 Stimmen
------------------	--------------

Ch. Frank-Rotsch bedankt sich für das Vertrauen und nimmt die Wahl an.

Wahl der Beisitzer

1. Beisitzer

A. Danilewsky	: 39 Stimmen
J. Friedrich	: 3 Stimmen
Möller	: 1 Stimme
R. Uecker	: 1 Stimme
P. Wellmann	: 1 Stimme
ungültig	: 1 Stimme

2. Beisitzer

J. Friedrich	: 41 Stimmen
A. Cröll	: 1 Stimme
A. Danilewsky	: 2 Stimmen
P. Wellmann	: 1 Stimme
P. Gille	: 1 Stimme
Enthaltung	: 1 Stimme

3. Beisitzer

P. Wellmann	: 36 Stimmen
A. Seidl	: 3 Stimmen
A. Danilewsky	: 2 Stimmen
U. Wunderwald	: 1 Stimme
A. Cröll	: 1 Stimme
P. Gille	: 1 Stimme
P. Rudolph	: 1 Stimme
Enthaltung	: 1 Stimme

A. Danilewsky, J. Friedrich und P. Wellmann bedanken sich für das Vertrauen und nehmen die Wahl an.

TOP 7 Diskussion zur zukünftigen Organisationsform der Jahrestagung

S. Eichler gibt einen Überblick über den „Istzustand“ der Jahrestagung und unterbreitet den Vorschlag, diese alle zwei Jahre (in den „Wahljahren“) in Form einer erweiterten Jahrestagung gemeinsam mit den Arbeitskreisen durchzuführen. Derzeit findet die eigentliche Arbeit der DGKK in den Arbeitskreisen statt. Diese werden gut angenommen und besitzen dabei sehr unterschiedliche Teilnehmerzahlen, die z.T. über der Teilnehmerzahl der Jahrestagung liegen. Die Teilnehmerzahl an der Jahrestagung ist dagegen relativ gering und nahe der Mindestteilnehmerzahl für die Beschlussfähigkeit der Mitgliederversammlung. Eine aktive Teilnahme der Mitglieder in den Arbeitskreisen führt oft auch dazu, dass neue Ergebnisse bereits dort vorgetragen werden. Weiterhin kommt hinzu, dass einige Mitglieder gerne mehrere Arbeitskreise besuchen würden, was aus rein zeitlichen Gründen schwer möglich ist. So könnte eine gemeinsame Jahrestagung mit den Arbeitskreisen ein fachübergreifendes Programm für die Teilnehmer ermöglichen.

Der vorgestellte Vorschlag wird dann anschließend sehr ausführlich und kontrovers diskutiert. So spricht sich z.B. M. Heuken strikt gegen die Zusammenlegung der Arbeitskreise mit der Jahrestagung aus. Dies sei nicht korrelierbar mit der Struktur und dem Ablauf der Arbeitskreistreffen. Auch durch P. Rudolph und A. Seidl wird bekräftigt, dass nicht eine gemeinsame Jahrestagung mit den Arbeitskreisen die Lösung sein könne, sondern es müsse die Attraktivität der Jahrestagung erhöht werden. J. Friedrich erinnert daran, dass in den letzten Jahren stets das Problem darin bestünde, dass zu wenige wissenschaftliche Beiträge angemeldet würden.

W. Aßmus und M. Mühlberg äußern, dass eine attraktive Jahrestagung nur durch die aktive Einbeziehung der Arbeitskreisleiter möglich sei. Nach weiteren Diskussionen zu Möglichkeiten der Erhöhung der Attraktivität der Jahrestagung bis zur Frage von S. Eichler „Wozu gibt es die DGKK?“ entschließt sich die Mitgliederversammlung zu folgendem Kompromiss:

Die Vorbereitung der Jahrestagung soll durch ein Programmkomitee erfolgen, in dem Leiter der Arbeitskreise, lokale Organisatoren sowie Mitglieder, deren Arbeit nicht in einem Arbeitskreis repräsentiert wird, zusammenarbeiten.

A. Cröll regt an, dass die Attraktivität der DGKK-Jahresversammlung auch durch eine Umbenennung des Tagungsnamens, aus dem ihr Inhalt erkennbar ist, verbessert werden könne. So wird zum Beispiel die Umbenennung in „Deutsche Kristallzüchtertagung“ vorgeschlagen. Es wird noch keine endgültige Bezeichnung beschlossen, die Idee findet aber allgemeine Zustimmung. Der Vorstand wird die Mitglieder per „Rundbrief“ über diesen Vorschlag informieren und bittet um weitere Anregungen. Diese Umbenennung sollte bereits ab 2008 erfolgen.

Zur Sicherung der Beschlussfähigkeit stellt Herr Heuken den Antrag, eine Satzungsänderung vorzunehmen, wie z.B. die Übertragungsmöglichkeit von Stimmrechten, Wegfall von Mindestzahlen, oder ähnliches. Dieser Antrag ist beim Vorstand eingegangen und wird auf die Tagungsordnung der nächsten Mitgliederversammlung gesetzt, so dass 2008 darüber abgestimmt werden kann.

TOP 8 Diskussion über Tagungen und Symposien

Jahrestagung 2008

Vorschlag: München

Abschließende Diskussion, dann

Abstimmung über München als Tagungsort 2008:

Einstimmig angenommen

Die Tagung in München ist damit beschlossen.

P. Gille verspricht, eine interessante Tagung zu organisieren.

Terminvorschlag: 05.-07.03.2008 – die Vorbereitungen haben bereits begonnen

Jahrestagung 2009

Vorschlag: Dresden (Bereitschaft der lokalen Organisation von G. Behr liegt vor)

TOP 9 Diskussion über die DGKK Arbeitskreise

Es ist bereits unter TOP 7 über die erfolgreiche Arbeit der Arbeitskreise berichtet worden.

Ausführliche Berichte erscheinen im Mitteilungsblatt.

TOP 10 Verschiedenes

R. Fornari informiert, dass im Juni am IKZ in Berlin eine Schule zu Grundlagen der Kristallzüchtung durchgeführt wird. Herr Prof. A. Chernov wird in diesem Jahr der Referent sein. Herr R. Fornari lädt alle Interessenten, insbesondere die jungen Wissenschaftler dazu ein. Weitere Informationen erfolgen noch per Email bzw. auf der Internetseite.

W. Aßmus bedankt sich bei allen Anwesenden und beendet die Mitgliederversammlung.



T B L - Kelpin

Dr. Gerd Lamprecht

former Kristallhandel Kelpin

Single Crystals for Research and Industry



TBL.Lamprecht@t-online.de :

single crystals

metals, alloys, semiconductors (III-V, II-VI),-oxides, halides and all kind of compounds

sputter targets and evaporation sources (elements and compounds)

optical compounds:

windows, lenses, prisms, rods
blanks: CaF_2 , MgF_2 , BaF_2 , LiF ,
 KBr , CsBr , CsI , Ge , Si , KRS-5/6
 LaF_3 , CeF_3 and others

single crystal surface preparation and high precision crystallographic orientation ($<0,1^\circ$)

high purity metals & materials, rare earth metals and compounds, wire, rods, foils, isotopes, superconducting materials

single crystal substrates

Si, Ge, III-V and II-VI compounds
 SrTiO_3 , MgO , Al_2O_3 , ZrO_2 , LaAlO_3 ,
 NdGaO_3 , YAlO_3 , SrLaAlO_3 , MgAl_2O_4 ,
 SiO_2 , LiNbO_3 , SiC , ZnO , NiO , MnO ,
 CoO , Fe_3O_4 , Cr_2O_3 , BaTiO_3 , CaF_2 , MgF_2
and others

TBL - Kelpin, Lehninger Str. 10-12 D 75242 Neuhausen
Tel. 0049 (0)7234 1007 Fax 0049 (0)7234 5716 e-mail: TBL.Lamprecht@t-online.de
www.tbl-kelpin.de

FORSCHUNGSFÖRDERUNG DURCH DIE DGKK

-Arbeitsgemeinschaften an Schulen-

Kristall-AG am Gymnasium Eckental:

„Kristalle züchten und charakterisieren“

Das Gymnasium Eckental wurde beim diesjährigen Regionalwettbewerb „Jugend forscht“ von insgesamt 8 Schülern mit 4 Arbeiten vertreten. Die Präsentation der Arbeiten fand am 15. Februar 2007 in der Landeshalle in Erlangen statt.

Drei der vier Arbeiten entstanden aus der Arbeitsgemeinschaft „Kristalle züchten und charakterisieren“, die an der Schule in Kooperation mit dem Fraunhofer Institut IISB und der Deutschen Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung e.V. eingerichtet wurde. (Siehe Mitteilung im MB 83)

Die Arbeiten beschäftigten sich genauer mit einigen Aspekten von Kristallen, die heute z.B. als Solarzellen, im Computer und in zahllosen technischen Geräten eingesetzt werden.

Jonas Kugelstatter, Moritz Kugelstatter und Pascal Petrich (6. Klasse) untersuchten in ihrer Arbeit „Kristalle züchten“ die optimalen Wachstumsbedingungen für Kristalle aus verschiedenen Salzen.

Feuerzeuge, die durch Druck auf einen Piezokristall einen Funken erzeugen, sind inzwischen allgemein bekannt. Yannik Mack und Dominik Remmele, ebenfalls aus der 6. Klasse, stellten sich die Frage, ob man auf diese Art und Weise nicht auch Akkus aufladen oder eine Fahrradlampe zum Leuchten bringen kann. Leider kamen sie bei ihren Untersuchungen zu dem Ergebnis, dass dies nicht möglich ist.

Einen ganz genauen Blick auf Kristalle richteten Katharina Kleinlein und Martin Friedrich aus der K13. Sie beschäftigten sich mit einem Thema, für das 1986 der Nobelpreis vergeben wurde. Sie bauten ein Rastertunnelmikroskop nach, das einzelne Atome sichtbar machen kann.

Im Fachbereich Informatik nahm Rainer Hartmann (Klasse 13) mit der Arbeit „Sprechabendmanager - ein Onlinereservierungssystem“ teil. Dieses Programm wurde für den letzten Elternabend schon erfolgreich getestet und ermöglicht es auch in Zukunft, über das Internet Gesprächstermine für die Elternabende am Gymnasium Eckental vorher festzulegen. Er gewann mit seiner Arbeit ein Praktikum bei der Firma Areva.

Für alle Teilnehmer war es ein spannender Tag und eine schöne Gelegenheit, die mit viel Mühe und Ausdauer erarbeiteten Ergebnisse öffentlich zu präsentieren.

Ansprechpartner:

Holger Rösler,
Gymnasium Eckental
Tel.: 09126/25690
Roesler.h@gmx.de

Projektbetreuung seitens der DGKK:

Dr. Jochen Friedrich
Fraunhofer IISB
Tel.: 0931/761-269
Jochen.friedrich@iisb.fraunhofer.de



Teilnehmer am Regionalwettbewerb

Hintere Reihe von links nach rechts: Hartmann Rainer, Friedrich Martin, Kleinlein Katharina, Petrich Pascal, Kugelstatter Jonas

Vordere Reihe von links nach rechts: Kugelstatter Moritz, Remmele Dominik, Mack Yannik

Kristall-AG am Irmgardis-Gymnasium, Köln:

„Versteckte kristalline Strukturen in Naturstoffen unserer Umwelt“

Bericht von

Miriam Kredelbach, Schülerin der Stufe 13,
Judith Oppenhäuser, Leiterin des Projektes,
Irmgardis – Gymnasium, Köln

Zielsetzung

Die DGKK hat unserem Gymnasium ein Projekt bewilligt, das mit 12 Schülern der Stufe 10 und 12 gestartet wurde. Unser Ziel war es, aus Naturstoffen Substanzen zu extrahieren und in kristalline Strukturen zu überführen und gegebenenfalls zu züchten.

Vorversuche

Bevor wir uns mit dem eigentlichen Thema beschäftigen konnten, mussten wir uns allgemein mit Methoden zum Kristallwachstum und zur Kristallzüchtung vertraut machen. Dazu fertigten wir in Arbeitsgruppen immer wieder gesättigte Lösungen von Alaun, Fructose, Glucose, Weinsäure, Salz und Ascorbinsäure in erwärmtem Wasser an. Um reine Kristalle zu erhalten, filterten wir die Lösungen durch Filterpapier. Diese stellten wir dann zum Kristallisieren in Bechergläsern oder Petrischalen auf die Fensterbank oder in den Kühlschrank. Dadurch wollten wir herausfinden, welche Wirkung eine unterschiedliche Umgebungstemperatur auf das Kristallwachstum hat.

Nachdem wir die ersten Versuchsergebnisse erzielt hatten, ließ sich Folgendes feststellen: Man konnte erkennen, dass die Umgebungstemperatur insofern Einfluss auf das Kristallwachstum nimmt, als dass bei schnellerem Verdunsten des Wassers viele kleine Kristalle entstehen, beim langsamen Verdunsten jedoch wenige größere.

Außerdem ließ sich erkennen, dass alle Kristalle eine spezifische Morphologie inne hatten, die auch nach weiteren Versuchen immer beobachtet werden konnte. So waren beispielsweise die Kristalle der Weinsäure stäbchenförmig, die des Salzes hingegen isometrisch. Jedoch hatten alle eine glatte Fläche und zwar dort, wo sie auf dem Glas der Petrischale oder des Becherglases auflagen.

Um noch größere Kristalle zu erzielen, haben wir dann einige der gelungensten Kristalle als Impfkristalle verwendet, um sie in gesättigten Lösungen weiter zu züchten. Die Impfkristalle haben wir an Bindfäden in die Lösungen gehängt. Dadurch konnten wir die Ausprägungen der Struktur der Kristalle besser erkennen, da ihr Wachstum nicht durch eine Glaswand verzerrt wurde. Kristalle die freihängend in Lösungen entstehen, sich also unbeeinträchtigt ausbilden können, nennt man, so fanden wir heraus, Einkristalle. Hingegen Kristalle, die durch Grenzflächen geprägt sind, nennt man Kristallite.

Bis auf Fructose, gelang es uns bei allen Stoffen Kristalle zu züchten. Bei Alaun schafften wir es, besonders große Kristalle zu erzielen. Wir konnten die isometrische Wachstumsart bei Alaun und Salz beobachten, Glucose prägte sich plättchenförmig aus, Weinsäure und Ascorbinsäure hingegen stäbchenförmig.

3. Experimente

Nach unserer Vorarbeit wendeten wir uns schließlich dem Thema unserer Arbeitsgemeinschaft zu. Wir suchten nach Stoffen in unserer Umwelt, die wir auf ihre kristallinen Strukturen hin untersuchen konnten. Die Stoffe, die wir auswählten, waren: drei verschiedene Sorten Wein (deutscher Rot- und Weißwein und kroatischer Rotwein), Zitrone, Orange, Wasser entnommen aus dem Rhein und Wasser entnommen aus dem Meer bei Krk, Kroatien.

(siehe auch nachstehende Tabelle)

Die Ideen zu den kroatischen Naturstoffen entstand auf einer Studienfahrt der Stufe 13, die von Frau Oppenhäuser im September 2006 geleitet wurde.

Übersicht über die durchgeführten Versuche:			
Benutzte Naturstoffe	Gesuchte Substanzen	Nachweis gelungen	Nachweis nicht gelungen
Rotwein, deutsch	Weinsäure	Mit Impfkristall, ja	
Weißwein, deutsch	Weinsäure	Mit Impfkristall, ja	
Rotwein, kroatisch	Weinsäure	Mit Impfkristall, ja	
Zitrone	Fructose, Ascorbinsäure	Ascorbinsäure: ja	Fructose: Nur klebrige Masse
Orange	Fructose, Ascorbinsäure		Kaum Kristalle erkennbar
Rheinwasser			Keine Kristallisation erkennbar
Meerwasser Kroatien	Salz	Ja, sehr gut gelungen	

Bei den Versuchen gingen wir zunächst wie gewohnt vor. Beim Wein konnten wir zunächst kein Kristallwachstum erzeugen. Daraufhin verwendeten wir einen Impfkristall der Weinsäure aus den Vorversuchen, um das Kristallwachstum anzuregen: mit Erfolg. Schon bald hatten wir sowohl Rot-, wie auch Weißweinkristalle als Ergebnis. Da wir es jedoch nicht geschafft hatten, Kristalle allein aus dem deutschen Wein zu gewinnen, nahmen wir kroatischen Rotwein als völlig andere Weinsorte, doch auch hier ließen sich Kristalle nur mit Hilfe eines Impfkristalls aus Weinsäure züchten. Die Kristalle, die gewonnen werden konnten, glichen in ihrer Struktur sehr den Kristallen der Weinsäure (Bild 1,2).



Bild 1: Rotwein + Weinsäure



Bild 2: Weißwein + Weinsäure

Natürlich kann mit diesem Ergebnis allein nicht darauf geschlossen werden, dass in Wein Weinsäure enthalten ist, da wir zuvor Weinsäure hinzu gaben. Durch Internetrecherche ließ sich diese Vermutung aber bestätigen. Also nehmen wir an, dass in dem verwendeten Wein die Weinsäure nicht in einem ausreichend gesättigten Verhältnis vorlag, um Kristalle ohne Impfkristall züchten zu können.

Um Kristalle aus Zitrone und Orange zu gewinnen, extrahierten wir deren Saft, filterten ihn durch Filterpapier, erhitzen das Ganze, um Schimmel vorzubeugen und stellten es in den Kühlschrank und auf die Fensterbank. Obwohl Letzteres schneller schimmelte als der Versuchsansatz im Kühlschrank, blieben beide Ansätze erfolglos. Darauf hin begannen wir Verschiedenes auszuprobieren, um das Schimmeln zu verhindern.

Wir verringerten die Menge in den Petrischalen, da eine zu große Menge Zitronen- oder Orangensafts zu schnell zu schimmeln begann. Außerdem versuchten wir durch das Abdecken mit luftdichter Folie, die wir mit einigen kleinen Löchern versahen, den Luftkontakt zu vermindern und trotzdem das Verdampfen zu gewährleisten. Doch auch dies war nicht erfolgreicher.

Immer wieder schimmelten unsere Ansätze, bevor sich Kristalle bilden konnten. Zuletzt verbesserten wir unsere Filtriertechnik, indem wir zunächst mehrmals filterten und letztendlich dazu einen Damenstrumpf aus Nylon verwendeten, der schließlich dazu führte, dass wir Kristalle aus Zitrone (Bild 3) gewinnen konnten.



Bild 3: Zitrone



Bild 4: Meerwasser aus Kroatien

Aus Orange Kristalle zu gewinnen, blieb weiterhin erfolglos. Da unsere Ergebnisse des Letzteren aber ähnlich wie bei Fructose ausfielen, vermuteten wir hier einen Zusammenhang. Bei beidem konnten wir eine zähe, klebrige Masse anstelle von Kristallen beobachten.

Leider konnten wir aus dem Rheinwasser, welches wir bei Köln entnommen hatten, vielleicht aufgrund der starken Verschmutzung, trotz Filtern keine Kristalle gewinnen.

Aus dem kroatischen Meerwasser erzielten wir jedoch eindeutig kubische Kristalle, wie wir sie zuvor aus Salz gewinnen konnten (Bild 4). Also fanden wir heraus, dass Inhaltsstoffe über ihre kristallinen Strukturen zu identifizieren sind. Um die Genauigkeit dieser Methode zu überprüfen, mischten wir die gesättigten Lösungen von Rotwein/Weinsäure mit kroatischem Meerwasser, von Rotwein/Weinsäure mit Glucose und Orange mit kroatischem Meerwasser.

Die Ergebnisse zeigten, dass die Kristalle der Lösungen mit Rotwein zwar rot gefärbt waren, sich jedoch entweder die kubische Struktur des Salzes oder die runde Form der Glucose durchsetzte. Auch bei Versuchsansätzen, in denen die Anteile an Rotwein/Weinsäure deutlich größer waren als die des beigemischten Stoffes, blieben die Ergebnisse gleich. Daraus schlossen wir, dass sich manche kristalline Strukturen gegenüber anderen „dominant“ verhalten. Dies wiederum bedeutet, dass beim Kristallisieren eines Substrats letztendlich nur der Stoff identifizieren lässt, dessen kristalline Struktur sich gegenüber den anderen durchsetzt.

Um dies weiter zu bestätigen, fertigten wir eine Mischlösung aus Glucose und kroatischem Meerwasser an, also aus den Stoffen, die sich gegenüber dem Rotwein, bzw. der Weinsäure „dominant“ verhalten hatten.

Hier fanden wir jedoch heraus, dass sich je nach Mischungsverhältnis entweder die eine oder die andere Struktur durchsetzte. Also kommt es nicht nur auf die Dominanz der kristallinen Struktur an, sondern letztendlich auch auf das Verhältnis, indem die Inhaltsstoffe vorliegen.

Um etwas mehr über das Verhalten des Rotweins in Mischlösungen zu erfahren, fertigten wir eine weitere Versuchsreihe mit Rotwein und Zitrone an. Wir mischten Rotwein/Weinsäure mit Zitrone und hatten parallel dazu einige Petrischalen mit reiner Zitrone. Aus Letzterem ergaben sich überraschender Weise nicht nur die Ascorbinsäure ähnlichen Kristalle, sondern ließ sich zusätzlich eine zäh, klebrige Masse beobachten, wie bei der Fructose und der Orange zuvor. Daraus schlossen wir, dass auch in diesen Zitronen Fructose enthalten war.

Da dieses Ergebnis sich allerdings von dem der vorigen Versuche mit Zitrone unterschied, schlossen wir, dass es mit dem Herkunftsort der Zitronen und der Jahreszeit, in der wir die Zitronen gekauft hatten, zusammenhing, dass es also von der jeweiligen Zitronensorte abhing, wie säurehaltig die Früchte waren und es deshalb auf das Verhältnis ankam, in dem Ascorbinsäure und Fructose vorlagen, ob sich eine zäh, klebrige Masse bildete oder nicht.

Der Parallelversuch mit beigemischem Rotwein/Weinsäure brachte kein anderes Ergebnis, als dass die Zitronenkristalle und die zäh, klebrige Masse rot gefärbt waren. Auch nach Ändern der Mischungsverhältnisse konnte weder eine Mischform noch ein Durchsetzen der Weinkristalle erreicht werden.

4. Zusammenfassung

So haben wir in diesem Projekt Stoffe anhand ihrer kristallinen Strukturen identifizieren können und des Weiteren feststellen können, dass dies mit den uns zur Verfügung stehenden Mitteln und Kenntnissen jedoch eine keineswegs sichere Methode ist, etwas über alle Inhaltsstoffe der untersuchten Lösungen zu erfahren.

Allerdings kann man sagen, dass das Projekt allen Beteiligten trotz mancher Rückschläge viel Spaß gemacht hat und auch viele neue Erkenntnisse gebracht hat.

Es zeigten sich nicht nur die Beteiligten interessiert, sondern auch andere Schüler und Kollegen, die unsere Ergebnisse in ihren Unterricht eingebaut haben. Dies gilt einerseits für den Chemieunterricht wie auch für den Kunstunterricht, in welchem die kristallinen Strukturen als Vorlagen gedient haben.

Insofern ist dieses Projekt sicher zu wiederholen oder auszubauen. Leider fehlen uns in Kürze ein Großteil der Schüler, da sie jetzt Abitur machen oder ihre Schullaufbahn im Ausland fortsetzen, so dass die jetzige Arbeitsgruppe aufgestockt werden muss.

5. Danksagung

Wir möchten uns abschließend bei der DGKK ganz herzlich für die Förderung des Projektes bedanken. Hierdurch ist es uns erst möglich gewesen, die Versuche mit geeigneten Mitteln durchzuführen, zu beobachten und zu dokumentieren. Ohne das entsprechende technische Equipment wäre uns dies nicht gelungen. Wir werden auch in Zukunft sicher viele Einsatzmöglichkeiten für die Geräte haben.

Kontaktadresse:

Judith Oppenhäuser
Irmgardis – Gymnasium
Schillerstr. 98-100
50968 Köln
Tel:0221-373282
Fax:0221-341396
e-mail: sekretariat@irmgardis.de

Projektbetreuung seitens der DGKK:

Prof. Dr. Manfred Mühlberg
Institut für Kristallographie der
Universität zu Köln
Zülpicher Strasse 49b
50674 Köln
Tel.: 0221/470 4420
Fax: 0221/470 4963

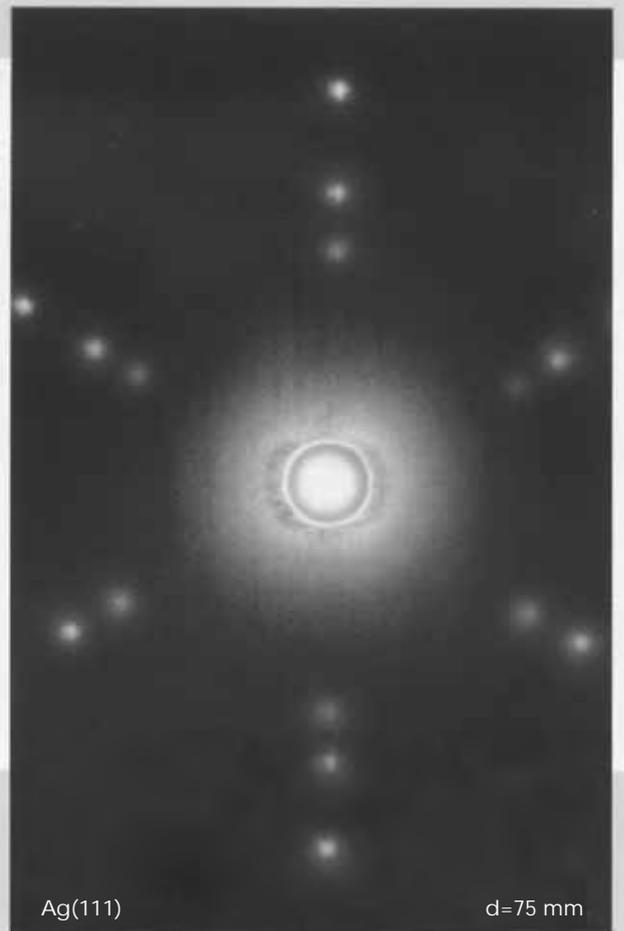
Material-Technologie & Kristalle GmbH

für Forschung, Entwicklung und Produktion

- ▲ **Kristallzüchtungen von Metallen und deren Legierungen**
- ▲ **Kristallpräparation (Formgebung, Polieren und Orientieren)**
- ▲ **Reinstmaterialien (99,9 – 99,99999 %)**
- ▲ **Substrate (SrTiO₃, MgO, YSZ, NdGaO₃, Al₂O₃, etc.)**
- ▲ **Wafer (Si, Ge, ZnTe, GaAs und andere HL)**
- ▲ **Sputtertargets**
- ▲ **Auftragsforschung für Werkstoffe und Kristalle**



Im Langenbroich 20
D-52428 Jülich
Tel.: 02461/9352-0, Fax – 11
e-mail: service@mateck.de
<http://www.mateck.de>
(inkl. Online-Katalog)



Ag(111)

d=75 mm

BERICHTE UND MITTEILUNGEN AUS DEN DGKK-ARBEITSKREISEN

Die Kinetik wird von der Nanokristallisation neu herausgefordert

8. Kinetikseminar der DGKK

vom 22. bis 23. Februar 2007 in Bochum

Bericht von **Peter Rudolph** und **Wolfram Miller**
Institut für Kristallzüchtung, Berlin

Das diesjährige Kinetikseminar der DGKK fand an der Ruhr-Universität in Bochum statt.

Eine junge Stadt, die aus Kohle und Stahl im 19. Jahrhundert hervorgegangen ist. Einst beobachtete hier der Hirtenjunge Jörgen beim Anzünden eines Holzfeuers, dass darunterliegende „Steine“ mit einer weit höheren Wärmeentwicklung brennen. So wurden angeblich die gewaltigen Lager der Ruhrkohle entdeckt.

Heute ist der Staub der Zechen einer modernen Industriemetropole mit einer weltweit beachteten Universität gewichen. Hier befindet sich der Lehrstuhl für Experimentalphysik von Herrn Prof. U. Köhler, der als Veranstalter zum 8. Kinetikseminar eingeladen hatte.

Tagungsort war das Internationale Begegnungszentrum der Ruhr-Universität, das ein ehemaliges Bauerngehöft in Fachwerkachitektur am Südrand der Universität nutzt – eine ideale Beratungstätte für die 39 Teilnehmer aus 15 wissenschaftlichen Einrichtungen Deutschlands und der Niederlande.

Das relikte Ambiente des Tagungsraumes auf dem ehemaligen Heuboden und der darunterliegende Gastraum mit alten Holzpfosten, Streben und Sitzbänken sorgten für eine sehr angenehme und gesprächsintensive Atmosphäre über die insgesamt 19 Vorträge hinaus. Herrn **U. Köhler** sei dafür ausdrücklich Dank gesagt.

Seine einleitenden, instruktiven in situ-Bilder und Sequenzen der Rastertunnelmikroskopie epitaktischer Wachstumsmoden riefen wiederum, wie schon auf dem ersten Kinetikseminar, Bewunderung darüber hervor, wie gut Kossel und Stranski sowie Burton, Cabrera und Frank vor achzig bzw. sechzig Jahren voraus gedacht hatten.



Tagungsort des 8. Kinetikseminars - das Internationale Begegnungszentrum in einem ehemaligen Bauerngehöft am Fuße der Ruhr-Universität

Der erste Tag gehörte überwiegend der Kinetik von Volumenprozessen und hier insbesondere der Keimbildung, Koaleszenz und den Sintervorgängen. Diese antiquiert anmutenden Vorgänge gewinnen für die Nanokristallisation immer mehr an Bedeutung und müssen deshalb „wieder aufgerollt“ werden - natürlich mit einer weit verbesserten Analytik und Computersimulation. Das Ergebnis sind unerwartet neue Beobachtungen, wie z.B. tiefere Unterkühlungen als von Turnbull einst beobachtet und dissipative Strukturierungen, die noch auf exakte Beschreibungen warten.

Zunächst legte **P. Häussler** von der TU Chemnitz seine Überlegungen zu möglichen globalen Effekten der Elektronenverteilung (Blochsches Theorem) in Schmelzen dar, die zu langreichenden Resonanzen führen und damit zur festen Strukturbildung beitragen können. Auch wenn damit der heterogene Charakter einer Keimbildung noch nicht erklärbar ist, wird eine mögliche Deutung für die Formierung der entsprechenden Festkörperstruktur in ihrem Frühstadium, also zwischen einer noch geringen Anzahl von Bausteinen (Atomen, Molekülen), gegeben.

Drei Vorträge des Institutes für Materialphysik im Weltraum der DLR Köln beschäftigten sich mit Keimbildungsprozessen in unterkühlten metallischen Legierungen bzw. in kolloidalen Suspensionen. Letztere dienen als Modellsystem für metallische Legierungen. Untersuchungen an Quarz-Polyesterol-Wasser-Suspensionen mit der Bragg-Mikroskopie an flachen Kristallisationszellen (**P. Wette**) ergaben eine gute Übereinstimmung mit der Wachstumsrate nach Wilson-Frenkel, wonach die Atommobilität bestimmend ist.

Elektromagnetische Levitationsversuche an Ti-Al-Nb-Tröpfchen und Messungen der Kristallisationsraten mit einer Hochgeschwindigkeitskamera (**D. Holland-Moritz**) ergaben eine zunehmend makroskopisch geglättete Phasengrenze mit steigender Unterkühlung bis auf Werte von max. 310 K (die dendritische Struktur wird zunehmend dispers). Deutlich war der Übergang von diffusionskontrolliertem zu thermisch kontrolliertem Wachstum bei $\Delta T \gg 180$ K im $v(\Delta T)$ -Anstieg feststellbar. Dabei auftretende Nichtgleichgewichtsphänomene, wie das „Einfrieren“ von Fremdatomen und Strukturunordnungen wurden von **P. Galenko** behandelt. Numerische Berechnungen konnten die gemessene Temperaturabhängigkeit der Geschwindigkeit der Phasengrenze gut wiedergeben.



Im Tagungsraum des Begegnungszentrums



Diskussionen in der Kaffeepause

D. Stock (Innovent e.V. Jena) erklärte die relativ großen kinetischen Wachstumskoeffizienten der fest-flüssig-Phasengrenzen von CaF₂-Kristallen (22, 25 und 40 cm s⁻¹ K⁻¹ an {111}, {110} und {100} respektive) über die Superfluidität des Anionen-Untergitters, die bis zu 250 K unterhalb des Schmelzpunktes stattfindet.

Kinetische Phänomene des Sinterns von fcc-Nanopartikeln zu größeren Aggregaten wurden von **T. Kraska** (Univ. Köln) und **D.E. Wolf** (Univ. Duisburg-Essen) mit Hilfe von Molecular-Dynamics (MD)-Rechnungen und kinetischen Monte-Carlo-Simulationen untersucht. Zunächst bildet sich beim Sintern von FePt-Clustern eine unstrukturierte Zwischenschicht, die über Strukturvermittlung verzögert abgebaut wird. Nach Wolf finden die Partikel in zufälliger Orientierung zusammen und vollziehen sodann eine Reorientierung zu einer neuen gemeinsamen Ausrichtung, die sich nach Überstrukturprinzipien einstellt. Allerdings bilden 25 % der Fälle Zwillingsgrenzen aus.

2D-Keimbildungsvorgänge bei epitaktischen Prozessen wurden von **P. Kuhn** (Univ. Köln), **V. Kaganer** (PDI Berlin) und **W. Miller** (IKZ Berlin) mittels KMC-Berechnungen analysiert. Nach Kuhn wird eine „raupenförmige“ Elektromigration mit oszillierender Facettenmorphologie (je nach Substratstruktur) und Abschnürung fingerförmiger Inseln (Nanodrähte ?) bei Anwendung eines Stromflusses durch das Substrat erzielt. Wie Kaganer zeigt, ist die Ostwald-Reifung facettierter und runder Inseln unterschiedlich, da bei facettierten Gebilden ganze Atomreihen erodieren und deshalb Oberflächensprünge seltener sind. Miller untersuchte das epitaktische Anfangsstadium und diskontinuierliche Schichtwachstum von NaBiTiO₃ auf SrTiO₃. Durch laterale Auslenkbarkeit der Sauerstoffatome kommt es zur Vakanzenbildung.

Der zweite Tag gehörte den kinetischen Wachstumsmoden bei Epitaxieprozessen. Er wurde aber zunächst mit einem Vortrag von **H. Meekes** von der Radboud University Nijmegen (NL) über Studien zur Ausbildung eines nadelförmigen Kristallhabitus begonnen. Bevor die kinetische Aufrauung bei hohen Übersättigungen einsetzt, sind die Wachstumsraten auf Grund der unterschiedlichen Flächenenergien anisotrop, die zu Nadeln ohne Spiralwachstum führen (Naphthalin).

Mit der Herstellung und Analyse (Low Energy Electron Microscopy) von einkristallinen Ag-Nanodrähten entlang von Stufenkanten beschäftigte sich der Vortrag von **F.-J. Meyer zu Heringsdorf** (Univ. Duisburg-Essen). Dabei wird auf bestimmten Si-Vicinalflächen, wie z.B. (001)^{4°}, (112), eine Anisotropie der Oberflächendiffusion der Ag-Atome beobachtet, die quer zu den Stufen gehemmt ist. Dies wird

jedoch nicht auf (100), (111) und (113) gefunden. Die Erklärung für dieses unterschiedliche Verhalten ist noch offen.

Nach **R. Backofen** (Caesar Bonn) gibt die Simulation des Stufenwachstums mit einem Cellular-Automaten-Verfahren sehr gut die Wachstumsanisotropie und Aufwellung von Stufenkanten wieder.

Ein anderes Verfahren zu Lösung von Problemen bei der Morphologieentwicklung epitaktischer Schichten ist die Phasenfeld-Methode. **A. Voigt** (TU Dresden) stellte die Ergebnisse zu Untersuchungen des Stufenwachstums für Systeme mit anisotroper Stufenenergie vor. Ähnlich einer spinodalen Entmischung werden Facettenvergrößerungen erhalten.

Vier instructive Vorträge zu epitaktischen Wachstumsformen wurden vom II. Physikalischen Institut der Universität Köln gehalten. **M. Ivanov** untersucht die Parameter für das Einsetzen von Stufeninstabilitäten unter Berücksichtigung des Schwoebeeffektes und einer Stufenwechselwirkung. „Bunching“ kann wegen der stattfindenden Sublimation nicht stationär behandelt werden. **T. Michely** zeigt, wie die unterschiedliche Plateauausdehnung von Schwoebelpyramiden („Zipfelmützen“) auf die An- oder Abwesenheit von Spiralwachstum zurückzuführen ist. Schraubenversetzen führen zur scheinbaren Erhöhung der Stufenbarriere. **A. T. N'Diaye** findet einen Einfluss des Gittermoirés zwischen Metallclustern und Kohlenstoffauflagen bei der Ausbildung einer selbstorganisierten Nanostruktur. Schließlich studierte **S. Bleikamp** die Ausbildung von Dekorationsreihen an Zwillingsgrenzen, die durch Stapelfehlbildung beim homoepitaktischen Wachstum von Ir auf Ir entstehen. Diese wuchern sodann wegen der bevorzugten heterogenen Keimbildung aus. Als Ergebnis rauht die Schicht mit zunehmender Dicke auf.

In der gemeinsamen Aussprache wurden mögliche Treffpunkte des 9. Kinetikseminars im Jahr 2008 diskutiert. Allgemein wurde die Durchführung eines thematisch-seminaristischen Treffens mit einigen wenigen Grundvorlesungen zur Kristallisationskinetik von Nanostrukturen begrüßt. Frau Prof. H. Emmerich (RWTH Aachen) hatte ihre prinzipielle Bereitschaft zur Organisation eines solchen Seminars in Aachen zugesagt. Es wurde aber auch die Nutzung der DGKK-Tagung 2008 in München ins Auge gefaßt, um dortige Gruppen stärker zu gewinnen. Auch sollte eine gemeinsame Tagung mit dem Arbeitskreis Simulation erwogen werden.



In fröhlicher Runde nach dem Abendessen

Folgende Vorträge wurden auf dem 8. Kinetikseminar gehalten.

U. Köhler
(Ruhr-Universität Bochum):
Rastertunnelmikroskopie von kinetischen Vorgängen beim Dünnschichtwachstum

P. Häussler, M. Stiehler, J. Rauchhaupt
(TU Chemnitz, Institut für Physik):
Über die Prekursoren der Kristalle - Wie Atome zur Ordnung gerufen werden

D. Stock, P. Gönert
(INNOVENT e.V., Jena):
Ordering in the melt during the crystallization of fluorite-type superionic conductors: A molecular dynamics study

P. Wette, H.J. Schöpe, Th. Palberg, D. Herlach
(DLR, Köln):
Nukleation in kolloidalen Modellsuspensionen

D. Holland-Moritz, P. Galenko, O. Shuleshova
(DLR, Köln):
Growth kinetics in undercooled Ti-Al-Nb melts

P. Galenko
(Inst. Materialphysik im Weltraum, Köln):
Non-equilibrium Effects in Fast Solidification of Metallic Alloys

N. Lümmen, T. Kraska
(Inst. Physikalische Chemie, Univ. Köln):
Sintering and solidification of FePt clusters investigated by MD simulation

D. E. Wolf, M. Fendrich, R. Zinetullin, F. Westerhoff
(Universität Duisburg-Essen):
Sintering kinetics of small particles

J. Krug, Ph. Kuhn, F. Hausser (Inst. Theor. Physik, Univ. Köln),
A. Voigt (Caesar, Bonn):
Electromigration-driven shape evolution of two-dimensional islands

V. Kaganer, W. Braun (Paul-Drude-Inst., Berlin),
K. Sabelfeld (WIAS Berlin):
Coarsening kinetics of faceted 2D islands: theory and Monte Carlo simulations

P. Petrov, H. Guhl, W. Müller (IKZ Berlin):
First studies on growth kinetics of oxide layer growth by kinetic Monte-Carlo method

H. Meekes, M. A. Deij, E. Vlieg (Radboud University Nijmegen, The Netherlands):

The step energy as a habit controlling factor

F.-J. Meyer zu Heringdorf, K.L. Roos, I. Lohmar, J. Krug, M. Horn-von Hoegen, K.R. Roos
(Universität Duisburg-Essen):

A Mesoscopic View of Surface Diffusion

R. Backofen, A. Voigt
(Caesar, Bonn):

Modelling Step Dynamics in Epitaxial Growth with a Cellular Automaton

M. Ivanov, V. Popkov, J. Krug
(Inst. für Theoretische Physik, Univ. Köln):

Dynamics of steps on vicinal surfaces: Step-step interactions, sublimation and the Schwoebel effect

T. Michely, O. Ricken, A. Redinger, J. Krug, (Univ. Köln),
A. Rätz, A. Voigt (Caesar, Bonn):

Growth spirals in the presence of step edge barriers

A.T. N'Diaye, T. Plasa, J. Mysliveček, Th. Michely
(RWTH Aachen):

Moiré of graphene with Ir(111) and its usage as a nanocluster growth template.

L. Balikov, F. Haußer, A. Voigt (Stiftung Caesar, Bonn):

Kinetic model for surface evolution in thin film growth

S. Bleikamp, A. Thoma, C. Polop, G. Pirug, U. Linke, T. Michely (RWTH Aachen):

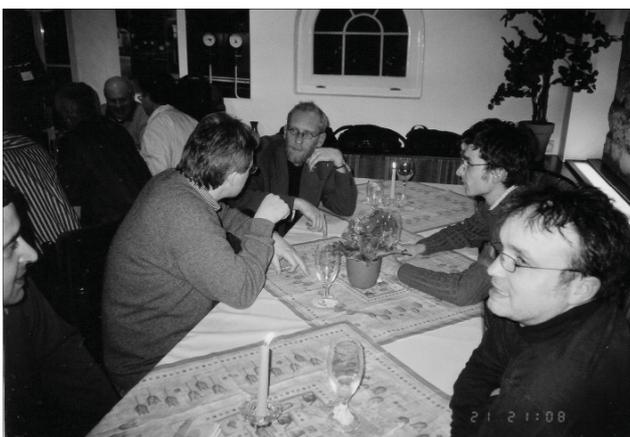
A new growth mode through decorated twin boundaries

Dankenswerterweise sind auch diesmal wieder fast alle Vortragenden der Aufforderung gefolgt, ihre Folien unter der DGKK-Website ins Netz zu stellen, wo sie für ein Jahr eingesehen werden können.



Das Organisationsteam (v.l.n.r.):

W. Müller (IKZ Berlin), D. Holland-Moritz (DLR Köln),
U. Köhler (Ruhr-Universität Bochum), P. Rudolph (IKZ Berlin)



Da deutet sich ein neues Projekt mit der Uni Nijmegen an

AK „Angewandte Simulation in der Kristallzucht“



5. Workshop
24. – 26. April 2007
 in Iphofen

Bericht von

Stefan Eichler (FCM GmbH, Freiberg)

Wolfram Müller (IKZ Berlin)

Albrecht Seidl (SCHOTT Solar GmbH, Alzenau)

Zum 5. Workshop des Arbeitskreises trafen sich im Weinort Iphofen ca. 50 Teilnehmer aus Instituten und Unternehmen. Das ausgeschriebene Schwerpunktthema „Kinetik an der Phasengrenze“ fand mit 2 gemeldeten neben 2 gesetzten Beiträgen leider nur begrenzte Resonanz; dagegen konnten gleich 2 Sessions mit der Thematik „Konvektion“ (8 Beiträge) abgehalten werden. Eine weitere Session „Epitaxie, Strahlung, Ausscheidungen“ versammelte 3 Beiträge aus diesen Bereichen, und die Abschluss-Session „Induktionsheizung“ nochmal 2.

Die einzelnen Vorträge (die Präsentationen) sind, soweit es die Vortragenden mitbringen, in Kürze wieder auf der DGKK-Homepage einsehbar. Im folgenden ein kurzer Überblick.

Kinetik an der Phasengrenze

Zwei Vortragende wurden zu diesem Schwerpunktthema eingeladen. Zunächst gab M. Jurisch (FCM, Freiberg) in seinem Vortrag „Facettierte Wachstum bei der Kristallzucht aus der Schmelze“ einen Überblick über die Grundlagen der Wachstumskinetik (raue und facettierte Flächen, ...) bis hin zu aktuellen Fragestellungen. In einem zweiten Vortrag („Dynamics of faceted melt/crystal interfaces“) führte dann O. Weinstein (IKZ, Berlin) aus, wie auf makroskopischer Skala die Wachstumskinetik von Facetten eingeführt werden kann. Damit ist es möglich, das Stufenflusswachstum von Facetten auf einem Kristall realer Größe (z.B. beim VGF-Verfahren) zu berechnen. Bei der VGF-Zucht ist der Dreiphasenpunkt (fest/flüssig/Tiegelwand) ein kritischer Punkt, da es hier leicht zu Facettenbildung kommt. W. Dreyer (WIAS, Berlin) präsentierte Ansätze, um die thermischen Verhältnisse lokal in der Nähe dieses Punktes in thermodynamischer korrekter Weise zu behandeln („Eine Studie zur Wärmeleitung in der Nähe von Phasengrenzen“).



Der 5. Workshop fand in dem idyllischen Städtchen Iphofen statt. Iphofen ist bereits 741 erstmals erwähnt und liegt eingebettet von erstklassigen Weinlagen. Die Teilnehmer des Workshops wurden von Bürgermeister Wendt begrüßt und in die Historie der Stadt eingeführt.

Im letzten Vortrag zum Schwerpunktthema („Phasengrenzen-Methoden für die Berechnung von Wachstumskinetik“) gab W. Müller (IKZ, Berlin) eine Übersicht der Anwendungen von Phasengrenzen-Modellen zur Simulation von Erstarrung.

Konvektion

Die Optimierung der Phasengrenzform bei der FZ-Si-Zucht mit Hilfe der Simulation hat bei steigenden Durchmessern (8 inch FZ wird gemacht, und größer ist durchaus möglich) eine immer größere Bedeutung. A. Muiznieks (Universität Riga) zeigte in seinem Beitrag „Numerical modeling of the influence of melt motion on the shape of phase boundaries in the FZ silicon crystal growth“, wie man über das Induktordesign die Schmelze und Schmelzströmung und somit die Phasengrenze beeinflusst. Die Dynamik der und an der Phasengrenze wiederum beeinflusst die Segregation, wie K. Lacis (Universität Riga) in seinem dazu passenden Beitrag „Segregation phenomena in FZ process due to fluctuations of melt motion“ zeigte. Auch die Beiträge „Validierung der LES einer rotierenden Strömung mit Auftrieb und Oberflächenspannung anhand einer DNS“ (A. Raufeisen, FH Nürnberg) und „3D unsteady analysis of melt flow and segregation during EFG Si crystal growth“ (O. Smirnova, STR) demonstrierten eindrücklich, dass auf allen industriell relevanten Feldern der Silicium-Kristallzucht das Verständnis von 3D-Strömungsphänomenen gefragt ist und die Simulation auf hohem Niveau aktiv für die Prozessoptimierung genutzt wird.

Die Beeinflussung der Strömung insbesondere in großen Schmelzen durch Wandermagnetfelder hat das Potenzial für Anwendung in allen Bereichen der CZ-, LEC- und VGF-Verfahren. Hierzu sei auch ausdrücklich auf die Aktivitäten im Rahmen des Projekts „KRISTMAG“ (kristmag.ikz-berlin.de) verwiesen. Beispiele kamen in den Beiträgen „Simulationen zur VGF-Zucht im Wandermagnetfeld“ und „Simulationen zum Einsatz eines Wandermagnetfelds in der III-V-Czochralski-Zucht“ (von IKZ und WIAS) zur Sprache.

Mit der „Kopplung verschiedener Software-Programme für die 3D-Simulation mit Hilfe von Orcan“ (T. Jung, IISB Erlangen) wurde ein zwischenzeitlich in der Versenkung verschwundenes Arbeitsprogramm wiederbelebt. Es muss sich zeigen, ob das Konzept des Frameworks ORCAN für 3D-Simulationen auf breiter Basis sinnvoll ist und angenommen wird. Wie die ausführliche Diskussion am Ende des ersten Tages zeigte, gibt es bei der 3D-Strömungssimulation noch keine einheitliche Linie. Verschiedene Open-source und kommerzielle Software-Pakete werden z.Z. getestet bzw. verwendet.



Bereits kurz nach der Ankunft wurden die neuesten Entwicklungen und Ergebnisse ausgetauscht.



Bei dem schönen Wetter konnte die Registrierung im Freien stattfinden.

Da eine realistische 3D-Strömungssimulationen ein Rechnen auf verteilten Prozessoren erfordert, stellt sich bei kommerzieller Software die Frage der Lizenzpolitik für parallele Jobs.

Nicht bei allen Czochralski-Züchtungssystemen ist die Strömung im Tiegel im komplex oszillatorischen Zustand. Hier kann es für die Züchtung entscheidend sein, den nächsten Bifurkationspunkt zu kennen, um z.B. die Rotationsrate des Kristalls entsprechend wählen zu können.

„N. Crnogorac (IKZ, Berlin) stellte die mathematischen Werkzeuge in seinem Beitrag über „Bifurkation und Pfadverfolgung in der Kristallzüchtung“ vor und erläuterte den Hintergrund für die Untersuchung anhand der Oxidkristallzüchtung.

Epitaxie, Strahlung, Ausscheidungen

Der einzige Beitrag zur Simulation von Epitaxie-Prozessen kam von Aixtron (Aachen). Herr Brien sprach über die „die Kontrolle der Homogenität von MOVPE multinären Nitidschichten in großen Produktionsreaktoren“.

Die Wärmestrahlung durch semi-transparente Kristalle ist aktuelles Thema und von großer Wichtigkeit für die hochschmelzenden Oxide. Elegant sind Methoden, die für Medien unterschiedlicher optischer Dicke gleichermaßen gültig sind. Verbesserte Algorithmen und erhöhte Rechenleistung der Computer ermöglichen den Einsatz von Ray-Tracing-Methoden. Über die „Entwicklung eines Ray-Tracing-Modells und Anwendung auf die Züchtung von optischen Kristallen“ berichtete J. Fainberg vom IISB in Erlangen.

Zum Schluss referierte F. Duderstadt (WIAS, Berlin) über die neuesten Ergebnisse zur „Simulation der Präzipitat-Entwicklung durch Arsen-Diffusion in GaAs unter As-Gasdruck“

Induktionsheizung

Die Beiträge „3D-Simulation eines optimierten EFG-Folienziehverfahrens mittels einer justierbaren Induktionsheizung“ (H. Kasjanow, Universität Hannover) und „Optimierung der Wandstärkenverteilung bei EFG-Folienziehen mittels einer justierbaren Induktionsheizung“ (F. Mosel, SCHOTT Solar) demonstrierten das ideale Übergreifen von der Erarbeitung eines realitätsnahen Simulationsmodells hin zur produktionsnahen Anwendung für die Prozessoptimierung.



Die Atmosphäre in Iphofen trug dazu bei, dass viele Fachgespräche bei einem Glas Wein oder Bier geführt wurden.

Bedeutsam hier ist die Tatsache, dass man bei der Modellierung nicht bei einer Temperaturverteilung stehen geblieben ist, sondern dass über die Modellierung der Stabilität von Meniskus und Phasengrenze die lokale Variation der Wandstärke einer wachsenden Siliciumfolie berechnet werden konnte, somit eine produktions- und qualitätsrelevante, leicht messbare Größe.

Für den 6. Workshop des Arbeitskreises ist angedacht, ihn eventuell gemeinsam mit dem AK Kinetik abzuhalten – es gibt doch viele Schnittstellen, und aus Sicht der Anwender ist man immer mehr mit Fragen konfrontiert, welche eine Verknüpfung von mikro-, meso- und makroskopischen Skalen erfordern.

Termin und Ort werden rechtzeitig bekanntgegeben.

AKTUELLE ENTWICKLUNGEN ZUR KRISTALLZÜCHTUNG

Schmelzzüchtung von Zinkoxid

Beitrag von **Detlef Klimm**
Institut für Kristallzüchtung, Berlin

Einleitung

Zinkoxid (ZnO) ist ein tetraedrisch koordinierter Halbleiter mit großer Bandlücke ($E_g = 3.3$ eV, direkter Übergang) der in der Wurtzit-Struktur kristallisiert. Die Forschung an ZnO und seine Nutzung für die verschiedensten Anwendungen haben eine lange Geschichte: Jährlich werden tausende Tonnen ZnO-Pulver für die Produktion von Gummi, Farben, Strukturkeramiken und Glasuren, Funktionskeramiken (Varistoren bestehen zu >90% aus ZnO), Pharmazeutika und Kosmetika, und sogar als Beimischung für Viehfutter verwendet. Die Untersuchung und Verbesserung des Materials für diese Anwendungen war Basis eines fortwährenden wissenschaftlichen Interesses, das in einer konstanten Publikationsrate von etwa 150 Artikeln pro Jahr führte.

In den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts wurden die Aktivitäten zum ZnO deutlich intensiviert, dies führte zu einer seitdem fast exponentiell wachsenden Publikationsrate (Bild 1). Die zunehmende Aufmerksamkeit wird nicht zuletzt dadurch hervorgerufen, dass verbesserte Züchtungstechnologien heute sowohl die Herstellung einkristalliner Wafer bis 2 Zoll Durchmesser und andererseits einkristalliner Schichten und Nanostrukturen gestatten.

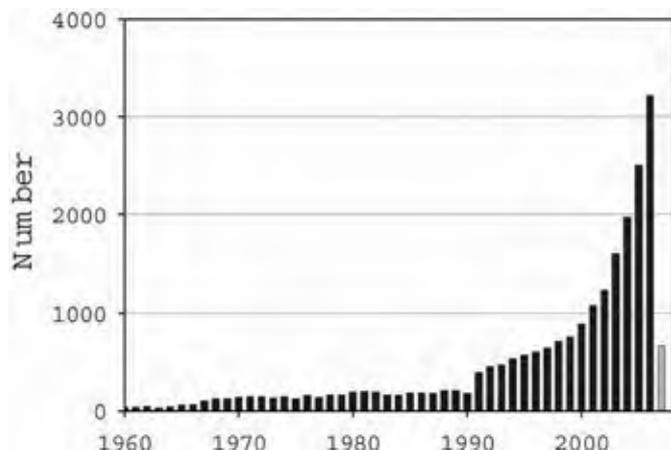


Bild 1: Publikationen (1960 – 2007) zum Thema ZnO.
Quelle: Web of Science, 25. April 2007

Aus der Bandlücke des ZnO ergibt sich als kleinste Wellenlänge optischer Emission $\lambda_{\min} = hc/E_g \approx 380$ nm und somit die Möglichkeit, Licht über den gesamten sichtbaren Spektralbereich zu erzeugen. Die Bandlücke von ZnO (3.3 eV) ist ähnlich der von GaN (3.4 eV). Allerdings sind Elektron-Loch-Paare in ZnO wesentlich stabiler als in GaN und versprechen effizientere Emission bei Zimmertemperatur, weil die Bindungsenergie von Excitonen in ZnO mit 60 eV etwa doppelt so hoch ist wie im Nitrid. Trotzdem werden auf Nitriden basierende optoelektronische Emittoren bereits in erheblichem Maße praktisch eingesetzt, während sich ZnO für solche Anwendungen noch im Stadium akademischer Forschung befindet. Hierfür gibt es verschiedene Ursachen; einer der Hauptgründe liegt aber darin, dass -Dotierung von ZnO bisher noch nicht hinreichend beherrscht wird.

Dieses Problem wird kontrovers diskutiert und sowohl intrinsische Eigenschaften von ZnO selbst als auch unzureichende Kristallqualität und Verunreinigungen wie H oder Alkalien werden als verantwortlich dafür erachtet, dass durch bewusste Dotierung eingebrachte Ladungsträger (z.B. O durch Elemente der V. Hauptgruppe wie N oder P ersetzt) kompensiert werden.

ZnO-Bulkkristalle

Der Tripelpunkt von ZnO liegt bei 1975°C und 1.06 bar, folglich kann die Substanz nicht unter Atmosphärendruck geschmolzen werden. Drei Prinzipien zur Züchtung von Bulk kristallen haben sich bisher etabliert:

1. Auf Sublimation oder chemischem Transport beruhende Methoden benutzen die Gasphase, um ZnO-Ausgangsmaterial zu einem kälteren ZnO-Keim zu transportieren, wo das Kristallwachstum stattfindet. Derartige Prozesse gestatten die Herstellung qualitativ hochwertiger Kristalle im Labormaßstab; die durch Eagle Picher (USA) betriebene Übertragung in die Produktion wurde inzwischen aber aufgegeben.
2. ZnO ist amphoter und kann in heißen alkalischen wässrigen Lösungen als Zinkat aufgelöst werden: $\text{ZnO} + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{OH}^- \leftrightarrow [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$. Die Reaktion ist reversibel und erlaubt so den Transport von ZnO-Ausgangsmaterial zu einkristallinen Keimen, wenn in hydrothermalen Reaktoren geeignete Temperaturgradienten von einigen 10 K zwischen Auflösungs- und Kristallisationsort eingestellt werden. Die größten bisher verfügbaren ZnO-Kristalle (Durchmesser einige Zoll) mit guter Kristallqualität (Rocking-Kurven-Halbwertbreite 10 Winkelsekunden) werden auf diese Weise hergestellt (z.B. durch Tokyo Denpa, Japan). Leider haben hydrothermale Züchtungsverfahren den Nachteil, dass Lösungsmittelsuren stets in den Kristall eingebaut werden. Es wird angenommen, dass diese Verunreinigungen (besonders Wasserstoff) eine entscheidende Ursache für die oben genannten Probleme bei der Erzeugung von -Dotierung darstellen.
3. Falls irgend möglich, werden Einkristalle für technische Anwendungen (z.B. Si, GaAs, YAG = $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$) aus Schmelzen gezüchtet: Nur so kann reines Ausgangsmaterial ohne störende Beimengungen wie Lösungsmittel eingesetzt und gleichzeitig eine hohe Wachstumsrate erreicht werden. Da der Zersetzungsdruck am Schmelzpunkt nur wenig über Atmosphärendruck liegt, erscheint die Anwendung konventioneller Verfahren zur Schmelzzüchtung (Bridgman oder Czochralski) aussichtsreich, wenn diese unter moderatem Überdruck stattfinden. Die chemischen Eigenschaften des ZnO verursachen jedoch schwerwiegende Probleme: Aufgrund der hohen Fugazität des Zinkoxids führt $2 \text{ZnO} \leftrightarrow 2 \text{Zn} + \text{O}_2$ zu einem Gleichgewichts-Partialdruck des Sauerstoffs von immerhin $p_{\text{O}_2} \approx 0.35$ bar. Dieser muss aufrecht erhalten werden, um ZnO zu stabilisieren und die Bildung von metallischem Zink zu verhindern. Es gibt kaum Materialien, die 0.35 bar Sauerstoff nahe 2000°C widerstehen und die nicht mit ZnO reagieren. Eine Möglichkeit besteht in der Verwendung einer Kruste aus festem ZnO selbst (kalter Tiegel). Dies wird von CERMET (USA) praktiziert. Eine Alternative besteht darin, Iridium zu verwenden, welches häufig als Tiegelmaterial für die Züchtung hochschmelzender Oxide verwendet wird. Dieses Verfahren wurde in unserem Institut entwickelt und soll im folgenden Abschnitt vorgestellt werden.

Schmelzzüchtung von ZnO aus Ir-Tiegeln

Es ist bekannt, dass Iridium-Tiegel nicht in stark oxidierender Atmosphäre geheizt werden können. Wenn die O_2 -Konzentration wesentlich größer als 1-2% ist, verbrennt Ir zu IrO_2 . Folglich wurde angenommen, dass der zum Stabilisieren des ZnO am Schmelzpunkt nötige hohe O_2 ein unüberwindbares Hindernis für die Verwendung von Ir-Tiegeln mit ZnO-Schmelzen darstellt. Durch Berechnung thermodynamischer Gleichgewichte im System Ir – Zn – O_2 konnte gezeigt werden, dass diese Befürchtung unbegründet ist (Bild 2):

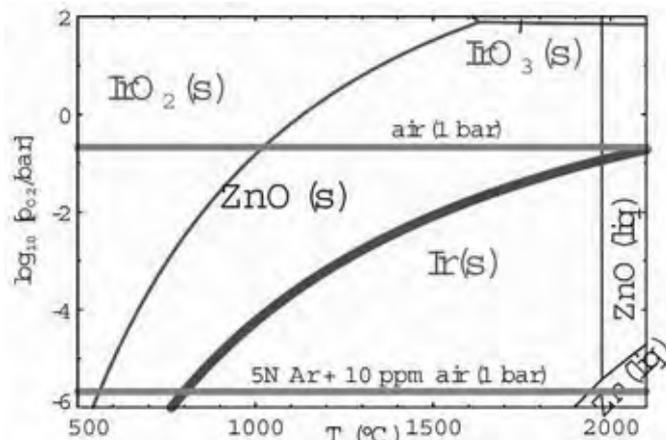


Bild 2: Gleichgewichtsphasen im System Ir – Zn – O_2 ; die untere gebogene Linie entspricht der "selbstanpassenden Atmosphäre"

Das Diagramm zeigt Stabilitätsbereiche von Phasen die Ir oder Zn enthalten, in den Koordinaten $-\log_{10}[O_2]$. Metallisches Zn ist nur für kleine $O_2 \leq 10^{-5}$ bar und hohe $\geq 1900^\circ C$ stabil; sonst ist ZnO einzige stabile Verbindung. Der Schmelzpunkt des ZnO wird durch die vertikale Linie bei $1975^\circ C$ markiert. Ir besitzt bei hohen O_2 ein breites Existenzfeld. Bei $\geq 1600^\circ C$ kann das Metall nur zu IrO_3 oxidiert werden, wenn O_2 etwa 100 bar beträgt. Bei kleineren O_2 hingegen sind schon signifikant geringere O_2 ausreichend, um Oxidation zu IrO_2 hervorgerufen. Das Diagramm zeigt, dass für $-5.4 \leq \log_{10}[O_2/\text{bar}] \leq +1.85$ am Schmelzpunkt des ZnO flüssiges und festes Zinkoxid im Gleichgewicht mit Ir existieren. Die in der Literatur beschriebenen Probleme mit Ir-Tiegeln treten nur bei deutlich geringeren Temperaturen auf. Es ist unmöglich, einen beliebigen $O_2 = \text{const.}$ zu finden, bei den ZnO und Ir über einen großen O_2 -Bereich stabil sind. Dies wird durch die beiden grauen horizontalen Balken angedeutet, die dem konstanten O_2 von Luft (oben) und Argon mit 99.999% Reinheit entsprechen, wenn Luft als Restverunreinigung im Argon angenommen wird.

Eine reaktive *el t n en e tm h e*, dargestellt durch die grüne Kurve, löst das Problem. Wenn z.B. Kohlendioxid als reaktive Komponente der Züchtungsatmosphäre zugesetzt wird, liefert das Gleichgewicht $2 CO_2 \leftrightarrow 2 CO + O_2$ einen mit steigenden Sauerstoff-Partialdruck, weil die thermische Zersetzung von CO_2 mit O_2 zunimmt.

Die Idee einer *el t n en e tm h e* wurde schon mehrmals in unserem Institut für die Züchtung verschiedener Kristalle eingesetzt, wie z.B. $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$, $(Mg,Fe)_2\text{SiO}_4$ (Olivin), FeO und $Ti:Al_2O_3$. Die Anwendung des Konzeptes für eine neue Züchtungstechnologie von Bulk-ZnO wird seit Ende 2003 betrieben. Erste Experimente in kleinem Maßstab konnten aus dem Institutshaushalt finanziert werden und der experimentelle Fortschritt ist in den Jahresberichten seit 2003/04 dokumentiert. Diese können unter <http://www.ikz-berlin.de/> eingesehen werden.

Inzwischen erfolgen die Arbeiten im Rahmen einer Themengruppe ZnO. Aktuell laufen 2 extern finanzierte Projekte, eine neue optimierte Züchtungsanlage wird noch 2007 aufgebaut werden. Erste einkristalline Wafer der Größe $10 \times 10 \text{ mm}^2$ konnten Projektpartnern 2006 übergeben werden.

IHR EIGENER CHEF,

EINE ALTERNATIVE ?

**Verkaufe altershalber kleine, ausbaufähige
Firma
im Bereich**

**Handel mit Einkristallen und
Forschungsmaterialien,
kleine Produktion und Präparation.**

**Wenn Sie Interesse, Eigeninitiative,
fachliche Kenntnisse
und etwas Eigenkapital haben, nehmen Sie bitte
Kontakt auf.**

Chiffre Nr. 4MB85-8

Antwort an:

**F. Ritter
-MB-Redaktion-
Uni-Frankfurt,
Max v. Laue Str. 1,
60438 Frankfurt am Main**

**Oder über:
F.Ritter@physik.uni-frankfurt.de
Betreff: Chiffre-Nr.**

Der lange Weg zum sicheren Kilogramm

Die Maßeinheit der Masse, das Kilogramm (kg), wird als letzte der Basiseinheiten bis heute noch durch ein künstlich geschaffenes Normal, das „Urkilogramm“, definiert. Dieses befindet sich in einem Tresor nahe Paris und besteht aus einem Zylinder von 39mm Durchmesser und 39mm Höhe, der im Jahre 1889 aus einer entsprechend eingestellten Legierung der Edelmetalle Platin und Iridium gefertigt wurde. Das kg leitet sich somit also nicht aus der Natur ab und sein Masseinhalt hängt vom jeweiligen „Zustand“ des Metallzylinders ab, der sich mit der Zeit ändern kann bis hin zu seiner Vernichtung. Weltweit existieren Kopien in den nationalen Eichämtern, die bei ihrer Herstellung mit den genauesten Waagen auf weniger als 10^{-9} entsprechend $1\mu\text{g}$ dem Urkilogramm angeglichen wurden. Jahrzehnte nach deren Herstellungen wurden die Kopien erneut mit dem Urstandard verglichen. Dabei stellte sich überraschenderweise heraus, dass die Massen der Kopien nicht wie erwartet gleichmäßig um den Standard streuten, sondern im Mittel um einen relativ großen Betrag von ca. $70\mu\text{g}$ zu schwer waren. Die wahrscheinlichste Interpretation ist, dass das Urkilogramm abgenommen hat!

Dieser für Metrologen unakzeptable Fakt löste Forschungsaktivitäten zur Suche nach natürlichen, per Definition unveränderlichen Masse- Standards aus. Letztlich mündeten diese in zwei konkurrierende, internationale Projekte, zum einen der sog. Watt-Waage, die das kg mittelbar über das bereits sehr sicher und natürlich definierte Ampere definiert und zum anderen dem Avogadro- Projekt, das das kg durch die Masse einer definierten Anzahl von Atomen festlegen will, was im Prinzip einer beträchtlich genaueren Bestimmung der bekannten Avogadro- Zahl als bisher entspricht, da ein neuer natürlicher Maßstandard zusätzlich auch genauer sein muss als der künstliche Vorgänger.

Das internationale Avogadro Projekt läuft schon seit vielen Jahren unter der Führung der deutschen PTB. Die Analyse der Aufgabenstellung ergab, dass ein versetzungsfreier FZ-Siliziumkristall wegen seiner Strukturperfektion, Reinheit und Stabilität am besten geeignet sein müsste, um die Anzahl der in ihm enthaltenen Atome auf einige 10^8 genau zu bestimmen.

Der einzige Nachteil des Siliziums hierbei ist, dass es aus den drei stabilen Isotopen der Massezahl 28, 29 und 30 besteht, und die Bestimmung deren Anteile nach dem heutigen Stand der Massenspektrometrie um 2-3 Größenordnungen zu unsicher ist. Dieses Problem kann umgangen werden, wenn auf wenigsten 99,99% angereichertes monoisotopisches ^{28}Si verwendet würde, jedoch war bisher eine solche Anreicherung nicht erreicht worden.

Es war eine glückliche Fügung, dass als Folge der Abrüstung in Russland große Isotopen- Trennkapazitäten frei wurden und obendrein die internationale Organisation ISCT (International Scientific- Technical Cooperation), die die zivile Arbeit von Experten aus der Rüstungsbranche fördert, einen entsprechenden Projektantrag akzeptierte, in dessen Folge im Institut Centrotech, St. Petersburg ein neuartiges Anreicherungsverfahren für ^{28}Si - Tetrafluorid entwickelt wurde. Im Institut für Reinststoffe (ICHPS) in Nizhni Nowgorod wurde die Technologie zur Umwandlung in Halbleiterreines elementares Si entwickelt. Für das Avogadro- Projekt wurden anschließend 5964g ^{28}Si mit einer Anreicherung von 99,994% hergestellt.

Das IKZ übernahm im Auftrag der PTB Braunschweig die Aufgabe, dieses Material zunächst unter Erhaltung der Isotopenreinheit auf unter $4 \cdot 10^{15}$ Fremdatome pro cm^3 physikalisch zu reinigen und am Ende einen isotonenreinen, versetzungsfreien Formkristalls zu züchten (Bild 1e).

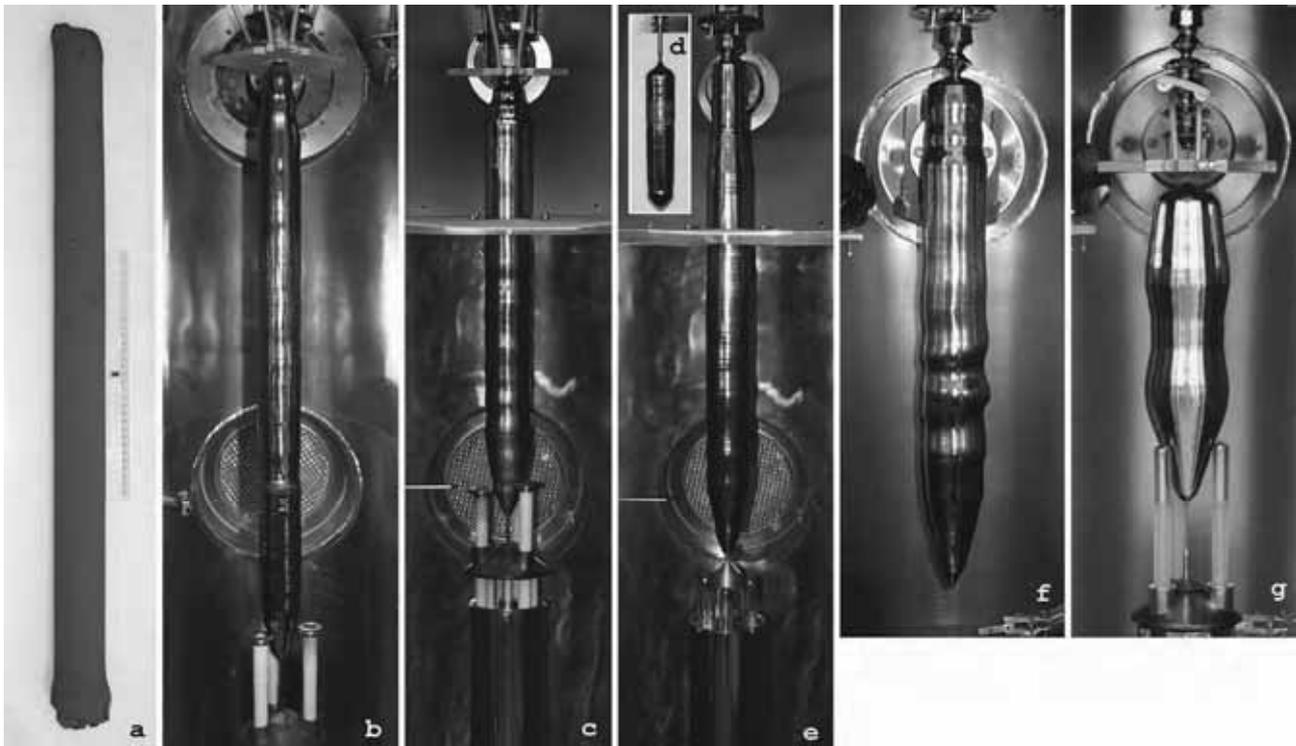


Bild 1: Entwicklung des ^{28}Si Avogadro - Kristalls:

^{28}Si Rohstab(a) (ICHPS N. Nowgorod, aus $5\text{N-}^{28}\text{SiF}_4$ angereichert von Centrotech/ St. Petersburg); nach unterbrochenem erstem FZ-Durchgang wieder mit FZ zusammengefügt (b); nach Bruch des Fassungsstückes : aus den ^{28}Si -Bruchstücken wurde ein CZ- Kristall (d) gezogen, der im 4. FZ Durchgang wieder angesetzt wurde(e). 7. Durchgang : von 60mm Durchmesser auf 85 mm „gestaucht“(f), um die Züchtung des finalen Formkristalls im 9. FZ Durchgang (g) zu ermöglichen.

Seit Ende 2006 wurde der fast 6kg schwere, polykristalline ^{28}Si -Stab mit einer Isotopenanreicherung von 99,994% einer Serie von insgesamt 9 FZ-Durchgängen unterzogen (Bild 1), von denen einige im Vakuum stattfanden, um flüchtige Verunreinigungen wie Sauerstoff abdampfen zu lassen.

Durch Segregation wurde der Kohlenstoffgehalt im vorderen Stabteil von zunächst ca. $5 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ auf unter $3 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ entsprechend den Projektzielen abgesenkt.

Bei den FZ-Durchgängen traten einige unerwartete Komplikationen auf, für deren Beherrschung teils neue Techniken entwickelt und mit Testversuchen an natürlichem Si abgesichert werden mussten. So musste der FZ- Prozess wegen der Bildung nicht schmelzbarer Si-Nadeln unterbrochen werden. Die getrennten Stabteile wurden später wieder praktisch verlustfrei durch die Erzeugung einer Schmelzzone bei vollem Durchmesser vereint.

Die automatische Regelung des FZ- Kristalldurchmessers, die von der Adlershofer Firma LPCon entwickelt und implementiert wurde, ermöglicht die Züchtung mit programmierter Durchmesseränderung. Die so erzeugte Kristallform erlaubt es den für diesen Präparationsschritt verantwortlichen Spezialisten aus Australien, aus der zunächst für eine 1kg-Kugel vorgesehenen ^{28}Si -Menge nun zwei derartiger Kugeln mit $< 30 \text{ nm}$ Formabweichung anzufertigen (Bild 2), sowie eine Vielzahl von Hilfsproben zur Messung von Gitterkonstante, Dichte, Restverunreinigungen und verbliebener Fremdisotope.

Aus noch vorhandenen Materialresten wurden und werden kleine, z.T. dotierte ^{28}Si Kristalle für Forschungszwecke gezogen. So erlaubte der fehlende Isotopie- Effekt die erstmalige Messung bestimmter Spektrallinien, was bereits zu stark beachteten gemeinsamen Veröffentlichungen mit internationalen Partnern führte. Das neue Material könnte z.B. auch für die Forschung und Entwicklung zu Quantencomputern und Silizium- basierten Lasern interessant werden.

Ideen und Anregungen hierzu sind willkommen.

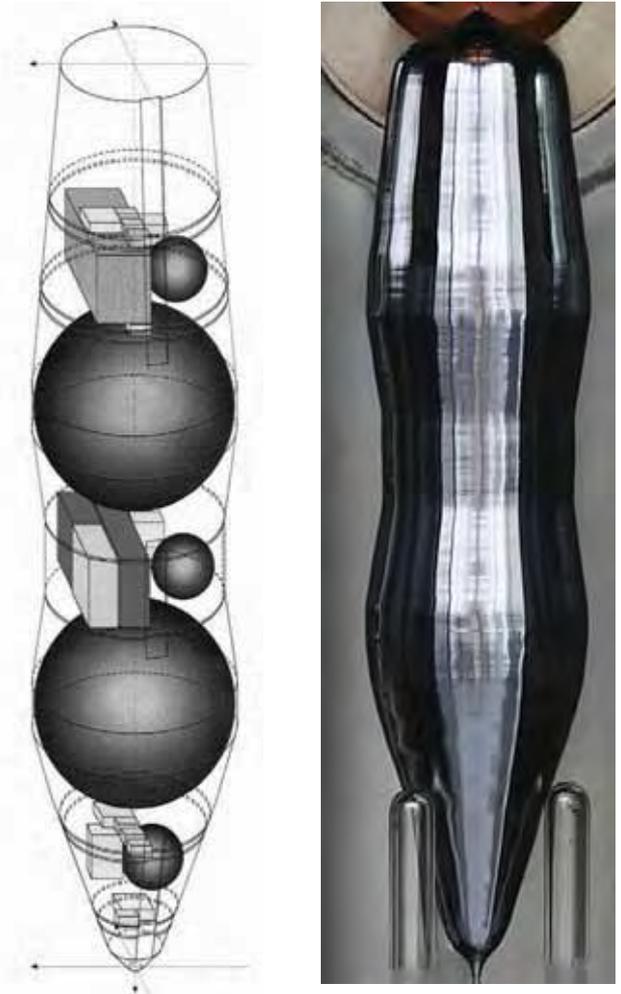


Bild 2: Präparationsschema für den Avogadro-Kristall: Die beiden großen 1kg-Kugeln werden z.Zt. in Australien gefertigt, die kleineren dienen der Dichtemessung

Wir schaffen Verbindungen



Anorganika · Organika · Boronsäuren
Fluorchemikalien · Reine und reinste
Elemente · Metalle und Legierungen
in definierten Formen und Reinheiten
Seltenerdmetalle, Oxide, Fluoride für
die Kristallzucht · Laborgeräte aus Platin
und Platinlegierungen



Produkte höchster Qualität.
Kürzeste Lieferzeiten.
Exzellenter Service.
Zuverlässige und
effiziente Zusammenarbeit.

TAGUNGSBERICHTE

Öffentliches Statusseminar des KRISTMAG-Projektes:

Kristallzüchtung im wandernden Magnetfeld – Entwicklung eines Industrieverfahrens zur Produktion verbesserter Halbleitermaterialien für IuK- und Sensortechniken

Bericht von **Peter Rudolph**,
Institut für Kristallzüchtung, Berlin

Vom 18. bis 20. Juni 2007 fand im Dämeritz-Seehotel in Berlin-Köpenick das zweite öffentliche Statusseminar dieses von EFRE-Mitteln und den Länderhaushalten Berlins und Brandenburgs geförderten Projektes statt. Koordinator ist das IKZ, das auch die organisatorische Vorbereitung und Durchführung des Seminars übernommen hatte. Wegen seiner Aktualität und Industrienähe, verbesserte Halbleiterkristalle nach optimierten und kostengünstigen Technologien zu züchten, war die Veranstaltung von außerordentlich hoher Resonanz. 70 Teilnehmer aus Hochschulen, Instituten und Industrieunternehmen sowie Fördereinrichtungen nicht nur Berlins sondern ganz Deutschlands waren nach Berlin gekommen. Einen Einladungsvortrag über die Modellierung hydrodynamischer Effekte in Schmelzen hielt Herr Prof. A. Muiznieks von der Lettischen Universität Riga. So wurde die Veranstaltung zu einem beachtenswerten Treffen führender Kristallzüchter. Das Ambiente des schönen Hotels am Ufer des Dämeritzsee und eine gemeinsame Abendbootsfahrt durch Berliner Gewässer sorgten für lebhafte Diskussionen, die nicht nur den Projektpartnern viele weitere Anregungen vermittelten, sondern auch zur Knüpfung zahlreicher neuer fachlicher Kontakte zwischen den Teilnehmern führten. Dankenderweise hatte sich zahlreiche Industriepartner an einer Finanzierung des Seminars beteiligt.

Alle Gastbeiträge und Diskussionen ergänzten sehr hilfreich das Statusseminar des Projektes und verdeutlichten das hohe Interesse an seinen Ergebnissen. Das Seminar begann mit einer Bilanzierung des Projekt-Arbeitsstandes.

Zunächst wurden die bisherigen KRISTMAG -Resultate in drei Übersichtsvorträgen des Projektleiters, des Koordinators für numerische Modellierung und der Industriepartner dargestellt. Wissenschaftlich-technische Details wurden durch vier weitere Fachbeiträge von Projektmitarbeitern ergänzt. Ein wichtiges Ergebnis ist die gelungene Demonstration der prinzipiellen Machbarkeit der technologischen Innovation, die an Prototypen industriemäßiger Kristallzüchtungsapparaturen im IKZ Berlin nachgewiesen wird. Dabei konnte das Entwicklungsrisiko durch sorgfältige begleitende numerische Modellierungen minimiert werden. Die Übereinstimmung zwischen Simulation und Experiment war bei mehreren Detailprozessen beeindruckend. Herzstück der Forschungsarbeiten ist die Entwicklung eines neuen Heizmoduls, der den zur Züchtung erforderlichen Wärmeeintrag mit einer Erzeugung wandernder Magnetfelder kombiniert. Eine solche Idee wurde bisher noch nicht im Industriemaßstab erprobt. Bei einem Erfolg dürften Durchsatzerhöhung, Kostenreduzierung und Qualitätsverbesserungen bei der Produktion von Kristallen möglich werden, da man einen zusätzlichen Einflussparameter auf die Konvektion der Schmelze besitzt und sie damit gezielter kontrollieren kann. Es zeigte sich auf diesem Seminar, dass mittlerweile das Interesse über das der Produzenten von Kristallzüchtungsanlagen, wie z.B. die Crystal Growing Systems GmbH in Asslar und Halbleiterkristallen für die Mikro- und Optoelektronik, wie die Freiburger Compound Materials GmbH und Burghausener Siltronic AG, hinausgeht. So hatten sich auch führende Produzenten von Siliciumkristallen für die Solarbranche, wie die Deutsche Solar AG, Schott Solar AG und Berlin Solar AG, eingefunden.

Zur gemeinsamen Projektbearbeitung haben sich seit dem 1. Juli 2005 Berliner und ein Brandenburger Partner, wie das Institut für Kristallzüchtung (IKZ), Weierstraß-Institut für Angewandte Analysis und Stochastik (WIAS), beide im Forschungsverbund Berlin e.V. (Leibniz-Gemeinschaft), Steremat Elektrowärme GmbH Berlin und Auteam Industrie-Elektronik GmbH Fredersdorf b. Berlin zu einem Projektkonsortium zusammengeschlossen, um die Entwicklung der Magnetheizermodule mit Steuer- und Leistungseinheit für den Einsatz in industriellen Kristallzüchtungsanlagen durchzuführen und eine Vermarktungsstrategie zu erarbeiten.



Teilnehmer des Statusseminars des KRISTMAG-Projektes

Das Projektconsortium wird von weiteren Kooperationspartnern, wie den beiden Unterauftragsnehmern „Institut für Elektrothermische Prozesstechnik“ der Universität Hannover und „Kristall-Labor des Fraunhofer-Instituts IISB“ in Erlangen, sowie den Konsultationspartnern Crystal Growing Systems (CGS) GmbH, Freiburger Compound Materials (FCM) GmbH, CrysTec GmbH Berlin, Forschungszentrums Dresden-Rossendorf und dem Kristallzüchtungslabor der TU Bergakademie Freiberg hilfreich begleitet. Es ist hier gelungen, ein funktionierendes breites Netzwerk unter Vorsitz des IKZ Berlin aufzubauen, das Industrie und Forschung eng miteinander verbindet.

Die anwesenden Vertreter der Fördereinrichtungen, wie der Technologiestiftung des Innovationszentrum Berlin (TSB), des F&E Vorhabens von KMU des Landes Brandenburg, der Investitionsbanken Berlins und Brandenburgs sowie des Beraterunternehmens TimeKontor GmbH Berlin äußerten sich sehr positiv über den bisherigen Projektverlauf. Das Seminar bestätigte das große Potential, das in der eingeschlagenen Technologieentwicklung liegt. Es gab den Projektverantwortlichen den Rückhalt, die Forschung auf diesem Gebiet über das Projektende hinaus anzustreben und erweckte die berechnete Hoffnung auf ein neues Projekt ab Sommer 2008 mit Ausrichtung auf Technologieausreifung sowie den Einsatz der Innovation in der Solarsiliciumindustrie. Sollte sich ein umfangreicher Industrietransfer ergeben, wird sogar an eine Ausgründung einer AG gedacht.

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Peter Rudolph, Institut für Kristallzüchtung, Berlin
-Leiter des KRISTM -Projektes-
Telefon: +49 - 30-6392-3034
rudolph@ikz-berlin.de

Das Tagungsprogramm:

1. Projektstand

P. Rudolph (IKZ Berlin, KRISTM -Projekt):
**KRISTMAG - Motivation, Vorhaben,
Projektstand und zukünftige Aufgaben**

U. Rehse (IKZ Berlin, KRISTM -Projekt):
Numerischen Modellierung im Projekt KRISTMAG

G. Bethin (Auteam GmbH, Fredersdorf), V. Trautmann
(Steremat GmbH, Berlin, beide KRISTM -Projekt):
Magnetsteuerung und Vermarktung

2. Industrieforderungen

A. Molchanov (CGS GmbH, Asslar):
Anlagenbau in der Kristallzüchtung

St. Eichler, FCM GmbH, Freiberg)
III-V-Züchtung

M. Dietrich (Deutsche Solar AG, Freiberg):
**Herausforderungen bei der Kristallisation
von multikristallinem Solar-Si**



Start zur Bootsfahrt ab dem Dämeritz-Seehotel (im Hintergrund)

3. Modellierung

A. Muiznieks (Lettische Universität, Riga):
**Convective phenomena in crystal growth
with magnetic fields**

J. Fainberg (IISB der FhG, Erlangen):
CrysMas – eine 3D-Modellierung

G. Gerbeth (FZ Dresden-Rossendorf):
**Physikalische Modellierung von Strömungen
für Kristallzüchtungen**

H. Kasjanow (ETP der Univ. Hannover, KRISTM -Projekt):
**Numerische 3D Untersuchungen der asymmetrischen
Effekte in einem Wanderfeldheizer-Modul für
VGF-Züchtung**

Ch. Lechner (WIAS Berlin, KRISTM -Projekt):
**Numerische Simulation von Czochralski-Züchtung unter
dem Einfluss eines Wandermagnetfeldes**

4. Züchtungsverfahren

W. Assmus (Univ. Frankfurt am Main):
Skull melting of zirconia

D. Jockel (IKZ Berlin, KRISTM -Projekt):
Inbetriebnahme und Umrüstung der VGF-Anlage

R. Lantzsich (TU der BA Freiberg):
VGF-Kristallzüchtung mit externen Magnetfeldern

F. Kießling (IKZ Berlin, KRISTM -Projekt):
**Boroxidfreie VCz-Züchtung von GaAs mit und ohne
wandernden Magnetfeldern**

A. Cröll (Univ. Freiburg):
**FZ-Züchtung von Si in statischen und
rotierenden Magnetfeldern**

G. Behr (IFW Dresden):
MFZ intermetallischer Verbindungen

5. übergreifende Forschungen

A. Thess (Univ. Ilmenau):
Electromagnetic flow measurement

G. Bärwolff (Univ. Berlin):
MHD-Aktivitäten an der TU-Berlin

Statusseminar des KRISTMAG – Projektes vom 18. – 20. 06 07 im Seehotel am Dämeritzsee in Berlin-Köpenick



Im Tagungsraum



**Prof. A. Muiznieks
von der lettischen
Universität Riga beim
Einladungsvortrag**



**„Magnetisierende“ Diskussionen unter
abendlichem Himmel am Ufer des Dämeritzsee**



Bekannte Kristallzüchter beim Abendessen im Hotelgarten



Abendliche Bootsfahrt durch die Berliner Gewässer

Willkommen in Ihrer Zukunft, willkommen bei SCHOTT!

Rund um die Welt, in 41 Ländern, engagieren sich rund 16.800 Mitarbeiter bei SCHOTT. Mit High-Tech-Werkstoffen, z. B. aus Spezialglas, und innovativen Ideen gestalten sie mit an der Welt von morgen – Menschen, die Eigenverantwortung und kreative Freiräume zu schätzen wissen.

Für die **SCHOTT AG, Zweigstelle SCHOTT Lithotec AG**, suchen wir am **Standort Jena** zur Verstärkung unseres Teams im Bereich **Forschung und Entwicklung Materialien** zum nächstmöglichen Zeitpunkt eine/n

Entwicklungsingenieur/-in Kristallzüchtung

Ihre Aufgaben:

Ihre Hauptaufgaben beinhalten Entwickeln, Analysieren und Optimieren von Materialeigenschaften über die gesamte Prozesskette der Herstellung von Kristallmaterialien für die Optik und Mikrolithographie. Dabei analysieren und optimieren Sie die Kristallisations- und Herstellprozesse von verschiedenen Kristallmaterialien und die einzelnen Prozessschritte. Weiterhin untersuchen Sie die Realstruktur sowie den Defekthaushalt von Kristallen. Sie arbeiten an der Modellbildung und Simulation von Defekthaushalt und Materialeigenschaften. Ein wichtiger Aspekt ist die Ermittlung der Wirkzusammenhänge zwischen Prozess, Materialeigenschaften und optischen/elektrischen Parametern. Dabei arbeiten Sie bei der Materialoptimierung eng mit der Charakterisierung und der Prozessentwicklung zusammen. Darüber hinaus betreuen Sie interne und externe Forschungseinrichtungen und Institute im In- und Ausland.

Ihre Qualifikation:

Für Ihre erfolgreiche Mitarbeit besitzen Sie einen Hochschulabschluss in Chemie, Kristallographie oder Materialwissenschaften. Mehrjährige Berufserfahrung in der Entwicklung von Kristallzüchtungsverfahren in der Industrie oder an Universitätsinstituten sind von Vorteil. Sie besitzen fundierte kristallographische und messtechnische Kenntnisse und verfügen über sehr gute MS Office- sowie verhandlungs-sichere Englischkenntnisse. Neben der fachlichen Qualifikation erwarten wir eine ausgeprägte Team- und Kommunikationsfähigkeit, Eigeninitiative und sehr gute planerische Fähigkeiten.

**Wollen Sie mit uns erfolgreich sein? Dann freuen wir uns auf Ihre Bewerbung.
Nennen Sie bitte auch Ihren Gehaltswunsch und den möglichen Eintrittstermin.**

Personal Service SCHOTT Region Thüringen
Frau Annelie Herrlich
Otto-Schott-Str.13
D-07745 Jena
Tel. +49 (0) 3641/681 531
E-Mail: birgit.moerer@schott.com
www.schott.com

SCHOTT
glass made of ideas



2. Polnisch - Japanisch - Deutscher Kristallzüchtungsworkshop

Kurzbericht von **Jochen Friedrich** und **Stephan Hussy**,
Fraunhofer IISB

Vom 24. bis 25. Mai 2007 fand in Zakopane, Polen im Anschluss an ICSSC-5 & PCCG-8 der 2. Polnisch - Japanisch - Deutsche Kristallzüchtungsworkshop statt. Im Fokus dieses Workshops standen die Herstellung von Halbleitern mit großer Bandlücke, speziell die Nitridhalbleiter, Siliciumcarbid und Zinkoxid.

Den rund 60 Teilnehmern (20 aus Japan, 10 aus Deutschland, 30 aus Polen) wurde in 16 eingeladenen, gut vorbereiteten Vorträgen ein sehr guter Überblick über den Stand der Herstellung von Substraten aus Halbleitern mit großer Bandlücke gegeben. Das Programm sowie die Zusammenfassungen der Beiträge sind zu finden unter:

http://www.fraunhofer-iisb.de/veranstaltungen/

Organisiert wurde der Workshop von Vertretern der nationalen Kristallzüchtungsvereinigungen: Stanislaw Krukowski (für Polen), Tsuguo Fukuda (für Japan) und Jochen Friedrich (für die DGKK).

Ein Schwerpunkt der Vorträge war die Lösungszüchtung von Galliumnitrid. Während bei der Hochdruckzüchtung, die von der Unipress in Warschau betrieben wird, die Entwicklung zu stagnieren scheint, gibt es bei der Ammonothermalzüchtung im überkritischen Ammoniak deutliche Fortschritte. So wurde von den japanischen Kollegen die Herstellung von Galliumnitridsubstraten mit 2" Durchmesser und Dicken von 500µm demonstriert. Die zur Zeit noch hohe Kontamination mit Eisen und Sauerstoff will man durch Pt-Einbauten und verbessertes Handling reduzieren. Die Wachstumsraten liegen um 0.75µm/Tag. Die polnische Firma Ammono hat in Zusammenarbeit mit Nichia Ammonothermal gezüchtete Galliumnitridsubstrate mit 10x10x0.5mm³ und extrem guten strukturellen Eigenschaften (EPD ~ 10³cm⁻², sehr schmale Rockingkurven) vorgestellt. Während Ammono basische Mineralisatoren (z.B. KNH₂) einsetzt, die eine in Abhängigkeit von der Temperatur retrograde Löslichkeit besitzen, arbeitet Mitsubishi Chemical mit saueren Mineralisatoren (z.B. NH₄Cl), bei denen eine mit steigender Temperatur zunehmende Löslichkeit festgestellt wurde und damit einen vergleichbaren technologischen Aufbau und Prozess wie bei der Hydrothermalzüchtung von Quarz oder ZnO erlaubt. Sowohl bei Mitsubishi Chemical als auch bei Ammono befinden sich Autoklaven für die Züchtung von 3" Durchmesser in Entwicklung.

Für die Züchtung aus Gallium-haltigen Lösungen unter Zugabe von Natrium und Lithium in Stickstoffatmosphäre können durch Kontrolle des konvektiven Transports in der Lösung und durch Vermeidung der homogenen Keimbildung Wachstumsraten von bis zu 30µm/h erzielt werden. Allerdings zeigen die demonstrierten LPE-Schichten mit einer Dicke von 3mm eine bräunlich transparente Färbung. Die angegebenen EPD Werte liegen im Bereich von 10³cm⁻². Wie bei der Niederdrucklösungszüchtung (LPSG) von GaN in Ammoniak-haltiger Atmosphäre, die vom Fraunhofer IISB betrieben wird, findet auch bei der Züchtung aus der Gallium - Natrium Lösung direkt an der Grenzfläche zum GaN-Keim eine starke Reduktion der Versetzungsdichte statt: Aufgrund des Inselwachstums knicken die Versetzungen zu deren Facetten hin ab und reagieren miteinander in den Koaleszenzbereichen der Inseln. Bei der LPSG-Züchtung von GaN-Schichten konnte durch angepasste Prozessparameter (u.A. Kontrolle der Keimbildung) die strukturellen Eigenschaften sowie die as-grown Morphologie der LPSG-Schichten deutlich verbessert werden. Darüber hinaus wurde LPSG-GaN auf Saphir mit MOCVD Keimschicht mit 3" Durchmesser demonstriert.



Die Umgebung des Veranstaltungsortes. Die Veranstaltung fand in Zakopane statt. Leider ließ das Programm keine Zeit, die schöne Gegend näher kennenzulernen.

Dies verbunden mit der technologischen Ähnlichkeit zur Flüssigphasenepitaxie von GaP sollte im Prinzip eine kostengünstige Produktion von LPSG GaN in Mehrscheibenreaktoren erlauben.

Sumitomo Electrics zeigte eine weiterentwickelte Variante ihres DEEP Verfahrens zur Reduktion der Versetzungsdichte. Durch zusätzliche Maskierungsschichten zu Prozessbeginn ist es jetzt möglich, HVPE Schichten mit lokaler EPD von 10 000cm⁻² zu erzeugen. Dieser versetzungsarme Bereich erlaubt Bauelementgrößen von 400x600µm², erfordert aber ein angepasstes Layout und Ausrichtung der Bauelemente auf dem Wafer. Die Produktion von Sumitomo liegt derzeit bei etwa 1000 Wafer/Monat.

Darüber hinaus berichteten sowohl Unipress als auch Osaka und Tokio Universität von Fortschritten bei der Herstellung von nicht polaren (m- und a-plane) GaN. Die Gruppe von der Tokio Universität hat außerdem gezeigt, dass mittels Pulsed Laser Deposition die Abscheidung von dünnen Nitridschichten auf Fremdsubstraten bei Raumtemperatur ohne starke Bildung von Gitterfehlpassungsversetzungen möglich ist. Die Tohoku Universität hat ferner gezeigt, dass eine Keimschichtfolge aus ZnO und GaN auf Saphir es erlaubt, selbst ablösende Keimschichten für dicke GaN-HVPE-Schichten herzustellen.

In einem Beitrag ebenfalls von der Tohoku Universität wurden die Erkenntnisse zum Materialsystem InN zusammengefasst. Demnach liegt der Bandabstand des direkten Halbleiters InN bei 0.6-0.7eV und nicht bei 1-1.1eV wie früher berichtet, was das Material als Alternative zu InP für die optische Datenübertragung interessant macht.

Die Universität Erlangen hat eine eindrucksvolle Übersicht über die Sublimationszüchtung von AlN präsentiert. Nach Lösung der Ankeimproblematik und schrittweiser

Vergroößerung des Keimdurchmessers können heute AlN-Volumeneinkristalle mit 1.5" Durchmesser bei Wachstumsraten zwischen 0.1-1.0mm/h hergestellt werden. Die EPD liegen bei 10^4 - 10^5 cm⁻². Probleme bereitet noch die Scheibenerstellung aufgrund von Rissbildung während der Vereinzelung.

Die Herstellung und Charakterisierung von SiC-Substraten war mit drei Beiträgen vertreten. Im Beitrag von Sixon wurden die verschiedenen Kristalldefekte in SiC zusammenfassend dargestellt. Dabei wurde gezeigt, dass durch wiederholtes Wachstum auf [03-38] Keimen defektarme Volumen Kristalle herstellbar sind, die dann als Keime für das anschließende Wachstum in [0001] Richtung verwendet werden. SiCrystal zeigte die Fortschritte ihres Sublimationsverfahrens zur Herstellung von 4H SiC mit 3" Durchmesser. Durch Optimierung der Prozessbedingungen können heute Substrate mit Mikroröhrendichten von < 0.1 cm⁻², ohne Kleinwinkelkorn Grenzen und mit Versetzungsdichten von $< 10^4$ cm⁻² hergestellt werden. Im Beitrag aus Polen wurden Ergebnisse der Charakterisierung von SiC mittels Synchrotron vorgestellt.

Neben den Nitriden und SiC gibt es auch bei der Herstellung von ZnO – Kristallen und Schichten Fortschritte. Tokyo Denpa Co. produziert heute ZnO – Kristalle mit dem von Prof. Fukuda entwickelten Hydrothermalzüchtungsverfahren. In dem Beitrag von Tohoku Universität wurde berichtet, dass bei der MBE von p-leitenden ZnO Schichten Wasserstoff den Einbau von Stickstoff fördert.

Das Institut für Kristallzüchtung zeigte in einem sehr schönen Beitrag, dass durch Kontrolle des CO₂ Gehalts in der Züchtungsatmosphäre die Schmelzzüchtung von ZnO in Ir-Tiegeln möglich ist. Ohne Keimvorgabe konnten polykristalline ZnO Kristalle mit Durchmesser von > 30 mm gezüchtet werden. Die Körner erreichen Größen von einigen mm. Die nächsten Entwicklungsschritte beinhalten unter anderem das Ankeimen sowie die Präparation von Substraten aus den einkristallinen Bereichen.

Der Workshop kann vom Programm und den Beiträgen her, aber auch wegen der vielen Möglichkeiten für bilaterale Diskussion während der Pausen und der Abendveranstaltung als sehr gelungen betrachtet werden. Der 3. Polnisch - Japanisch – Deutsche Kristallzüchtungsworkshop ist für Mai 2009 in Tokio geplant. Hervorzuheben bleibt noch die Verleihung der Czochralski Medaille an Prof. Tsuguo Fukuda für seine herausragenden Beiträge auf dem Gebiet der Züchtung von Halbleiter und optischen Kristallen nach dem Czochralski Verfahren.

Ansprechpartner:

Dr. Jochen Friedrich, Fraunhofer IISB
Telefon: +49 - 9131-761-269
Jochen.friedrich@iisb.fraunhofer.de

Stephan Hussy, Fraunhofer IISB
Telefon: +49 - 9131-761-251
Stephan.Hussy@iisb.fraunhofer.de



Zur Eröffnung des 2. Polnisch-Japanisch-Deutschen Kristallzüchtungsworkshop wurde Prof. Fukuda (rechts) die Czochralski Medaille verliehen.

Festkolloquium zu Ehren von Professor Georg Müller

Prof. Dr. Dr. h.c. Georg Müller, Leiter des Kristalllabors am Institut für Werkstoffwissenschaften (Lehrstuhl Werkstoffe der Elektrotechnik) der Universität Erlangen-Nürnberg, ist nach drei Jahrzehnten erfolgreichen Wirkens in Forschung und Lehre am 31. März offiziell aus dem Universitätsdienst ausgeschieden. Anlässlich seiner offiziellen Verabschiedung fand am 4. Mai 2007 ein Festkolloquium über „Kristallzucht von Halbleitern und optischen Kristallen“ statt.

Den rund 150 Teilnehmern der Festveranstaltung wurden von hochkarätigen Wissenschaftlern und Industrievertretern interessante Vorträge zur Geschichte und ausgewählten Themenfeldern der Kristallzucht präsentiert, wie etwa der Einsatz von Magnetfeldern, Simulation oder Kristallzucht unter Weltraumbedingungen. Grußworte sprachen Vertreter der Universität Erlangen-Nürnberg, des BMBF und der Industrie, der Deutschen Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzucht sowie der Fraunhofer-Gesellschaft.

Georg Müller, geboren 1941 in Fürth, studierte Physik an der Universität Erlangen-Nürnberg und promovierte hier 1974 über die Zucht von ZnO. 1986 erfolgte die Habilitation, 1988 die Ernennung zum Professor am Erlanger Institut für Werkstoffwissenschaften (Werkstoffe der Elektrotechnik).

Georg Müller hat in den letzten drei Jahrzehnten die Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Massivkristallzucht maßgeblich mitgeprägt. Zu nennen sind hier beispielsweise seine Beiträge zum Verständnis der Konvektionsvorgänge bei der Schmelzzucht und die Entwicklung der VGF-Technologie (Vertical Gradient Freeze). Bereits 1979 wurde von ihm am Lehrstuhl für Werkstoffe der Elektrotechnik der Universität Erlangen-Nürnberg das Erlanger Kristalllabor ins Leben gerufen. Ab Mitte der 1990er Jahre hat er die Kristallzuchtaktivitäten am Fraunhofer IISB aufgebaut und schließlich die 1999 gegründete Abteilung Kristallzucht am IISB bis 2003 geleitet.

Als Mitglied und Präsident der Deutschen Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzucht (DGKK) hat Professor Müller die Kristallzucht in Deutschland und international aktiv mitgestaltet. Beispielsweise hat er seit mehr als 15 Jahren den DGKK-Arbeitskreis „Verbindungshalbleiter“ geleitet. An wissenschaftlichen Auszeichnungen erhielt er unter anderem den Wissenschaftspreis des Deutschen Stifterverbandes sowie den Laudise-Preis, die international höchste Auszeichnung für angewandte Kristallzucht. 2004 wurde ihm die Ehrendoktorwürde der West Universität Timisoara, Rumänien, verliehen.

Bei seinen Funktionen als (Mit-)Organisator von zahlreichen nationalen und internationalen Konferenzen, als Gutachter, als Autor und Mitherausgeber des Journal of Crystal Growth hat er sich immer vom Anspruch auf wissenschaftliche Spitzenleistungen leiten lassen und dieses Motto an andere weitergegeben.

Auch als Hochschullehrer war Prof. Müller über die Maßen engagiert. Bei der Bewertung der Lehrveranstaltungen durch die Studierenden landete er mehrmals auf den ersten Plätzen. Mehr als 200 Studentinnen und Studenten wurden während ihrer Studien-, Diplom- und Doktorarbeiten von ihm betreut. Als Studiendekan, Senatsmitglied, Vorstandmitglied des Instituts für Werkstoffwissenschaften und Vorsitzender der Studienkommission Werkstoffwissenschaften hat er diesen und auch andere Studiengänge an der Universität Erlangen-Nürnberg aktiv mitgestaltet.

Zu nennen ist hier die Durchführung der Studienreform mit Einführung der Bachelor- und Master-Studiengänge in den Werkstoffwissenschaften sowie die Einrichtung des Elitestudiengangs „Advanced Processes and Materials“, als dessen erster Sprecher er fungierte.

Mit dem offiziellen Ausscheiden aus dem Universitätsdienst wird Prof. Müller zwar etwas kürzer treten, jedoch auch weiterhin der Kristallzucht erhalten bleiben. Wir wünschen ihm und seiner Familie Alles Gute und Viel Gesundheit.

Ansprechpartner:

Dr. Jochen Friedrich
Telefon 0 91 31 /761-269
Jochen.friedrich@iisb.fraunhofer.de



Eindrücke vom Festkolloquium



GERO

30-3000°C



- Rohröfen bis 1800°C
- Aufklappbare Rohröfen bis 1700°C
- Vielzonenrohröfen bis 1800°C
- Kammeröfen bis 3000°C
- Bottom Loader bis 2500°C
- Laboröfen bis 3000°C
- Retortenöfen
- Pyrolyseöfen
- Silizieröfen
- Öfen für MIM-Verfahren
- Sonderanlagen
- Reichhaltiges Zubehör

mehr auf www.gero-gmbh.com

KZV Kristallziehanlage mit Leistungsregelung für Fluoride nach dem Stockbarger- oder Bridgman-Verfahren bis 1800°C

GERO Hochtemperaturöfen GmbH & Co. KG
 Hesselbachstr. 15
 D-75242 Neuhausen
 Telefon: 07234/9522-0 Fax: 07234/9522-99
 E-Mail: info@gero-gmbh.com

BÜCHERECKE

Joachim Bohm

Akronyme und Abbreviata

Abkürzungen aus Naturwissenschaft und Technik

Deutsch-Englisch / Englisch-Deutsch

E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung,

Stuttgart, 357 Seiten, 15 €

Kaum hat jemand in der Naturwissenschaft ein Arbeitsverfahren entwickelt, ein Material entdeckt ein Berechnungsverfahren gefunden usw., so steht er vor der Aufgabe eine attraktive Abkürzung dafür zu finden. Üblicherweise werden irgendwelche Buchstaben aus der ausgeschriebenen Bezeichnung des Begriffs in wohlklingender Weise großgeschrieben aneinandergereiht. Die Folge sind wissenschaftliche Veröffentlichungen oder Redebeiträge auf Tagungen, die zu einem Gutteil unverständlich sind. Dies fällt aber nicht auf, da man sich schließlich nicht durch eine Frage nach der Bedeutung einer solchen Abkürzung als Laie outen will. Außerdem kreiert man nur allzugern selbst ein neues Akronym, hat man nur irgendetwas halbwegs neues entwickelt.

Vor dem Hintergrund dieser Situation hat Herr Bohm sein Verzeichnis der Abkürzungen zusammengestellt, erstmals erschienen vor etwa 15 Jahren, seit kurzem gibt es die dritte Auflage.

Mehr als 10000 (hier vertraue ich auf die Angabe des Herausgebers, gezählt habe ich nicht) Akronyme und Abkürzungen sind gesammelt. Bei jedem Eintrag ist dessen Bedeutung in englischer und deutscher Sprache erklärt, bezogen auf die verwendeten Begriffe fungiert das Werk also auch als Wörterbuch. Die Auflistung erfaßt Akronyme und Abkürzungen aus acht verschiedenen Themengebieten, das Themengebiet ist bei jedem Eintrag mit angegeben.

Nach Durchsicht dieser neuesten Ausgabe sind meine Ansichten darüber etwas zwiespältig:

Braucht man so ein Büchlein? Wozu und wie würde man es einsetzen?

Zur ersten Frage: Die Notwendigkeit einer Nachschlagequelle für Akronyme und Abkürzungen steht sicherlich außer Frage, besteht aber bei einigermaßen glücklichem Privatleben wohl fast nur am Arbeitsplatz, oder auf Tagungsreisen.

Am Arbeitsplatz steht allerdings in der Regel ein Computer mit Netzzugang zur Verfügung und zur Begriffs-Suche braucht man nicht unbedingt ein Buch. Die Erlebnisse bei der Begriffs-Suche in dem hier zu besprechenden Buch und mittels eines Computers gleichen sich weitgehend hinsichtlich der Geschwindigkeit und der Tatsache, daß man nach der Suche außer der gesuchten Bedeutung noch vieles weiß, wonach man nicht gesucht hatte: Das gleiche Akronym wird oftmals von einer Vielzahl verschiedener Gesellschaften verwendet und mit völlig unterschiedlichen Bedeutungen verknüpft.

Daß an einem modernen Arbeitsplatz die absolute Notwendigkeit für ein solches Nachschlagewerk eigentlich nicht mehr besteht, räumt auch der Herausgeber ein. Hier war die Situation vor 15 Jahren für Auflage 1 sicher anders.

Herr Bohm sieht die Vorteile eines handlichen, gedruckten Verzeichnisses in erster Linie im Gebrauch auf Reisen. Dem würde ich voll zustimmen. Im vorliegenden Fall ist allerdings die Handlichkeit weitgehend auf der Strecke geblieben. Aus dem Büchlein ist ein Buch geworden, welches in keine Hemd- oder Gesäßtasche mehr paßt, zumindest nicht bei einem Gesäß, wie man es bei überwiegender Nutzung des Rades besitzt. Das Buch bliebe meist im Hotelzimmer liegen.

Weniger wär hier mehr und liebe sich auch realisieren: Heutzutage hat der anvisierte Nutzerkreis meist keine ersten Schwierigkeiten mit der englischen Sprache. Die Zweisprachigkeit bei jeder Erläuterung könnte entfallen. Eine thematische Straffung bzw. Spezialisierung wäre wohl auch möglich: Auf einer kristallwissenschaftlichen Tagung könnte man ohne weiteres dem Akronym *LPD* im Sinne von *Liquid Phase Deposition* begegnen, daß dort damit aber ein *Load*

Point Displacement gemeint sein könnte, ist eher unwahrscheinlich.

Zusammengefaßt sehe ich für dieses Buch einen recht kleinen Markt: Ein Exemplar pro Arbeitsgruppe wäre oftmals von Vorteil, mehr muß es aber wohl nicht sein.

Immerhin hat der Blick in diese Auflistung der Akronyme und Abkürzungen mit ihren vielfältigen Mehrfachbedeutungen die nützliche Begleiterscheinung, daß man deren Sinnleere empfindet und selbst mit dem Gebrauch solcher Kürzel sparsamer wird, geschweige denn noch neue erfindet.

Franz Ritter

ARBEITSKREISE, ADRESSEN, TERMINE

Arbeitskreis

„Herstellung und Charakterisierung von Massiven Verbindungshalbleitern“

Nächstes Treffen voraussichtlich im Frühjahr 2008.

Ort u. Termin werden rechtzeitig bekanntgegeben.

Kontakt über

Prof. Dr. G. Müller

Kristall-Labor

Institut für Werkstoffwissenschaften VI

Universität Erlangen-Nürnberg

Martensstr. 7

91058 Erlangen

Tel.: +49 (0)9131/852 7636

Fax: 8495

E-mail: georgmueller@ww.uni-erlangen.de

Arbeitskreis

„Intermetallische und oxidische Systeme mit Spin- und Ladungskorrelationen“

Nächstes Treffen am 27. u. 28. September in Dresden,

Kontakt über:

Dr. Günter Behr

IFW Dresden

Tel.: +49 (0)351/4659 404

Fax.: 480

E-Mail: behr@ifw-dresden.de

„Kristalle für Laser und Nichtlineare Optik“

Nächstes Treffen am 27. u. 28. September am

Institut für Kristallzüchtung, Berlin

Kontakt:

Dr. Reinhard Uecker

Institut für Kristallzüchtung

Max-Born-Str. 2

D-12489 Berlin

Tel: +49 (0)30/6392 3020

Fax: 3003

Email: uecker@ikz-berlin.de

Arbeitskreis

„II-VI – Halbleiter“

Dieser Arbeitskreis ist im AK „Massive Verbindungshalbleiter“ aufgegangen. (Bericht in MB81)

Arbeitskreis

„Epitaxie von III-V-Halbleitern“

Nächstes Treffen voraussichtlich im kommenden Dezember an der Universität Marburg.

Kontakt über:

Dr. Wolfgang Stolz

Wissenschaftl. Zentrum für Materialwissenschaften

Philipps-Universität Marburg

Hans-Meerwein-Strasse

35032 Marburg

Tel: +49 (0)6421 2825696

Fax: 28-28935

Email: wolfgang.stolz@physik.uni-marburg.de

Arbeitskreis

„Kinetik“

Nächstes Treffen voraussichtlich im Frühjahr 2008.

Ort und Termin stehen noch nicht fest.

(Siehe Bericht zum Kinetik AK weiter vorne in diesem Heft)

Kontakt über:

Prof. Dr. Peter Rudolph

Institut für Kristallzüchtung

Max Born - Straße 2

12489 Berlin

Tel.: 030/6392 -3034

Fax.: -3003

E-Mail: rudolph@ikz-berlin.de

Arbeitskreis

„Angewandte Simulation in der Kristallzüchtung“

Ort und Termin für den AK-Workshop 2008 stehen

noch nicht fest.

(Siehe Bericht zum AK-Treffen weiter vorne im Heft)

Kontakt über:

Dr. Albrecht Seidl

RWE Schott Solar GmbH

Industriestr. 13

63755 Alzenau, Germany

Tel: 49 (0)6023 91-1406

Fax: 49 (0)6023 91-1700

E-mail: albrecht.seidl@rweschottsolar.com

TAGUNGSKALENDER**05 - 11 August 2007**13th Int. Summer School on Crystal Growth (ISSCG-13)

Park City, Utah, USA

Contact: D. Bliss, Ch. Wang

<http://www.crystalgrowth.org/conferences/isscg13/>**12 - 17 August 2007**15th Int. Conference on Crystal Growth (ICCG-15)

in conjunction with the 13th Conference on Vapor Growth and Epitaxy

in: Salt Lake City, USA

<http://www.crystalgrowth.org/conferences.php>**03 - 05 September 2007**

Materials Today Asia

in: Beijing, China

www.materialstodayasia.elsevier.com**09 - 12 September 2007**12th Int. Conf. on Defect-Recognition, Imaging & Physics in Semiconductors (DRIP XII Berlin)

in: Berlin, Germany

<http://www.drip12.de>**09 - 14 September 2007**

Diamond 2007-03-30 in: Berlin, Germany

www.diamond-conference.elsevier.com**Stellenausschreibung**

Projektbezeichnung:	Single crystal growth of quantum spin systems
Stellenbezeichnung:	Wissenschaftliche/r Mitarbeiter/in (Promotionsstelle)
Bezahlung:	¾ BAT IIa
Zeitraum:	1.10.2007-1.10.2010
Stellenbeschreibung:	
Diese Stelle ist Teil eines DFG-geförderten Projektes im Rahmen des Transregio 49 „Kondensierte Materie mit variablen Vielteilchenwechselwirkungen“	
Wir suchen eine/n Mitarbeiter/in mit dem Abschluß Diplom-Physiker(in) für das Kristall- und Materialentwicklungslabor des Physikalischen Instituts an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main. Erwünscht sind gute Kenntnisse aus der Festkörperphysik und möglichst bereits Erfahrungen auf dem Gebiet der Materialpräparation und -Charakterisierung.	
Es handelt sich um ein Einkristallzüchtungsprojekt. Es kommen sowohl Schmelz- als auch Lösungszüchtungsverfahren zur Anwendung. In der Anfangsphase des Projektes wird die Mitarbeit beim Aufbau einer Laser-Zonenschmelzanlage erwartet.	
Bewerber/innen mit Kindern sind willkommen. Wir ermutigen qualifizierte Akademikerinnen nachdrücklich, sich zu bewerben. Schwerbehinderte werden bei entsprechender Eignung bevorzugt eingestellt.	
Bewerbungen an:	Prof. Dr. Wolf Aßmus / Dr. Franz Ritter AG Kristall - Labor
E-mail:	Assmus@physik.uni-frankfurt.de, oder an F. Ritter@physik.uni-frankfurt.de
Post :	Johann Wolfgang Goethe - Universität Physikalisches Institut Max von Laue Straße 1 60438 Frankfurt am Main
Rückfragen an:	Dr. Franz Ritter, 069-798-47259 oder via e-mail (siehe oben)

11 – 21 September 2007

SPIE Europe, Optics/Photonics in Security and Defence
i.e. IR Systems, Optical Materials and Technologies
in: Florence, Pal. Delgi Affari, Italy
spie.org/events/esdcall

17 – 20 September 2007

Int. Conf. "Crystal Materials '2007" (ICCM'2007)
in: Kharkov, Ukraine
http://www.isc.kharkov.com/ICCM-2007

08 – 13 October 2007

Int. Conf. on Advanced Materials (IUMRS-ICAM 2007)
in: Bangalore, India
www.icam2007.com

14 - 19 October 2007

Gettering and Defect Engineering in Semiconductor Technology (GADEST 2007)
In: Erice, Sicily, Italy

14 - 19 October 2007

Interdisciplinary Transport Phenomena V
In : Bansko, Bulgaria
www.knowledgefoundation.com

14 – 19 October 2007

Int. Conf. On Silicon Carbide and Related Mat. (ICSCRM2007)
in: Otsu, Japan
www.icscrm2007.org

26 – 30 November 2007

MRS Fall Meeting
In: Boston, USA
www.mrs.org

2008

05 – 07 March 2008

Deutsche Kristallzüchtertagung der DGKK
in: München
www.dgkk.de

24 – 28 March 2008

MRS Spring Meeting
In: San Francisco, CA, USA
www.mrs.org

18 - 25 May 2008

4-th Int. Workshop on Crystal Growth Technology (IWCGT-3)
In Beatenberg, Switzerland
Infos: hans.scheel@bluewin.ch

09 – 14 June 2008

Int. Conf. on Quasicrystals (ICQ10)
in: Zurich, Switzerland
Infos: aurelio@mat.ethz.ch

28 July – 01 August 2008

Int. Conf. on Electronic Mat. (ICEM-08)
in: Sydney, Australia
www.aumrs.com.au/ICEM-08

14 – 17 September 2008

International Symposium on Industrial Crystallisation (ISIC 17)
in: The Netherlands
http://wpc.felber.tk/html/isic_16.html

DIE INSERATE DIESES HEFTS

Heraeus	2
Edelmetalle für Labor und Industrie	
Schott	5
	und 26
TBL-Kelpin	7
Der Nachfolger des Kristallhandel-Kelpin, mehr als 25 Jahre Erfahrung in Kristall-Handel und Technologie	
MaTeck	11
Die Material-Technologie und Kristalle GmbH Kompetenz in Kristallherstellung und –Präparation	
Firmenverkauf.....	18
ChemPur	21
Gero	30
20 Jahre Erfahrung im Ofenbau-Ihr Partner in der Kristallzüchtung	
Uni-Frankfurt	32
Hüttinger-Elektronik GmbH	39
Der Spezialist für Induktionserwärmung und Plasmatechnologie	
Linn High Therm GmbH	4. Umschlagseite 40

Liebe Inserenten:

Bitte hi en Sie ne en he nn n e u h einen leinen
in i ei eile n ie e ti n mit em i h e n eige
hie in ie em e ei hni n n igen nnen
e e hie itte
M n ue St
38 n ut m M in
M il itte h i uni n ut e

Bisherige Jahrestagungen der DGKK

zusammengetragen von L. Bohaty und M. Mühlberg (Universität zu Köln)

0.	München	14.-16.10.1970	DFG-Kolloquium über Kristallzüchtung
1.	Bonn	04.-05.10.1971	
2.	Freiburg/Br.	21.-23.09.1972	gemeinsam mit SKW (Sektion Kristallwachstum der Schweizerischen Gesellschaft für Kristallographie)
3.	Hamburg	19.-21.09.1973	
4.	Noordwijkerhout/NL	25.-27.09.1974	Drei-Länder-Jahrestagung DGKK gemeinsam mit SKW (Sektion für Kristallwachstum der Schweizerischen Gesellschaft für Kristallographie) und KKN (Kontaktgroep Kristalgroei Nederland)
5.	Jülich	17.-19.09.1975	Drei-Länder-Jahrestagung DGKK gemeinsam mit SKW und KKN
6.	Zürich	12.-18.09.1976	im Rahmen der 1 st European Conference on Crystal Growth (ECCG-1)
7.	Stuttgart	28.-30.09.1977	
8.	Freudenstadt	07.-09.03.1978	im Rahmen der Frühjahrstagung des Fachausschusses Halbleiterphysik der DPG zusammen mit AGKr
9.	Lancaster/GB	10.-15.09.1979	im Rahmen der ECCG-2
10.	Karlsruhe	19.-21.03.1980	
11.	Noordwijkerhout/NL	06.-08.05.1981	Drei-Länder-Jahrestagung DGKK gemeinsame mit KKN und British Association for Crystal Growth (BACG)
12.	Basel	17.-19.03.1982	Gemeinsam mit VDI-Gesellschaft für Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (GVC), Sektion für Kristallwachstum der Schweizerischen Gesellschaft für Kristallographie (SKW)
13.	Stuttgart	12.-16.09.1983	im Rahmen der ECCG-VII
14.	Aachen	21.-23.03.1984	
15.	Köln	19.-22.03.1985	gemeinsam mit AGKr und KKN
16.	Erlangen	19.-20.03.1986	
17.	Osnabrück	19.-20.03.1987	
18.	Karlsruhe	23.-25.03.1988	
19.	Parma/I	02.-05.04.1989	gemeinsam mit Associazione Italiana per la Crescita dei Cristalli (AICC)
20.	Frankfurt	07.-09.03.1990	
21.	Gießen	06.-08.03.1991	
22.	Dresden	11.-13.03.1992	
23.	Gosen	24.-26.03.1993	
24.	Stuttgart	02.-04.03.1994	
25.	Den Haag/NL	18.-23.06.1995	im Rahmen der ECCG-XI
26.	Köln	06.-08.03.1996	
27.	Freiburg/Br.	05.-07.03.1997	gemeinsam mit AICC
28.	Karlsruhe	04.-06.03.1998	gemeinsam mit DGK
29.	Zeist/NL	14.-17.03.1999	BriDGe-1999 „British-Dutch-German“-Meeting
30.	Erlangen	20.-22.03.2000	
31.	Seeheim-Jugenheim	05.-08.03.2001	1 st French-German Crystal Growth Meeting (GFCC)
32.	Idar-Oberstein	20.-22.03.2002	
33.	Nancy/F	10.-13.03.2003	2 nd French-German Crystal Growth Meeting (GFCC)
34.	Jena	15.-19.03.2004	gemeinsam mit DGK
35.	Köln	28.02.-04.03.05	gemeinsam mit DGK
36.	Berlin	06.03.-08.03.06	DGKK-PTWK Meeting (gemeinsam mit Polen)
37.	Bremen	05.03.-09.03.07	gemeinsam mit DGK

Register bereits erschienener Artikel

	MB-Nr.
Berlin, Kristallzüchtung am Hahn-Meitner-Institut	55
Berlin, Institut für Kristallzüchtung (IKZ)	56
Braunschweig, Forschung zum Kristallwachstum seitens der ansässigen Institute	42
Dresden, Kristallzüchtung und Kristallwachstum am ZFW (bis 1990)	54
Dresden Einkristallzüchtung am IFW (Situation im Jahr 1999)	71
Erlangen-Nürnberg, Kristalllabor am Lehrstuhl f. Werkstoffe der Elektrotechnik der Univ.	60
Frankfurt am Main, Kristall- und Mat.-Labor am Physikalischen Institut der Universität	50
Freiburg, Forschungsschwerp. "Kristallz. unter Red. Schwerkraftbedingungen" (KURS)	53
Freiburg, Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme	47
Freiburger Materialforschungszentrum (FMF)	61
Gießen, Kristallzüchtung am I. Physikalischen Institut der Universität	52
Idar-Oberstein, Firmenportrait des FEE	68
Karlsruhe, Kristall- und Materiallabor der Fakultät für Physik an der Universität	46
Kiel, Korth Kristalle GmbH - 50 Jahre Kristalle und Kristalloptik	69
Kristallzüchtung in Polen (engl.)	64
Kristallzüchtung in Süd-Korea	66
Schulen, Projekt zur Kristallzüchtung in Berlin	51
Schulen, Projekt zur Kristallzüchtung in Bochum	47
Schulen, Projekt zur Kristallzüchtung in Hannover	46

Züchtungsverfahren, Züchtungsprojekte

Flüssigphasenelektroepitaxie	55
Liquid Encapsulated Cz.-Grown Semi-Insulating GaAs, Quality Status	54
Vertical Bridgman and Gradient Freeze Growth of III-V-Compound Semiconductors	53
Ga-Segregation in VGF-Germanium	77
Gasphasenzüchtung von SiC, industrieller Maßstab	78
Lithium-Niobat, Herstellung großer Einkristalle	42
Die tetragonale Bronze Calcium-Barium-Niobat	77
Die tetragonale Bronze Kalium-Lithium-Niobat	78
Optical Heating for Zone Methods	65
Kristallzüchtung für die Photovoltaik	59
Gedanken zu Gegenwart und Zukunft der Photovoltaik	68
Siliziumgranulat für das EFG-Verfahren	72
Kristallzüchtung unter reduzierten Schwerkraftbedingungen	49
Kristallzüchtung mit der Skull-Schmelz-Technik	67
Kristallzüchtung von SrPrGaO ₄	70
Kristallwachstum Biologischer Makromoleküle	73
Zn-Mg- -Quasikristalle - Ergebnisbericht	76
RAF - Durchbruch bei SiC-Züchtung?	82
Lateral overgrowth of semicond. Structures by LPE	83

Charakterisierung, mikroskopische Untersuchungen, Grundlagen

Characterization of Crystal Defects	56
ESRF (European Synchrotron Radiation Facility), X-Ray Diffraction Topography	60
ESRF (Kurzinformation)	62
Kristalldefekte und ihre Rolle in elektronischen Bauelementen	46
Lichtmikroskopie für die Kristallzüchtung -Kontrastverfahren und Spannungsoptik-	63
Marangoni-Effekte	37
Rasterkraftmikroskopische in-situ Kristallisationsuntersuchungen an der TU-Braunsch.	65
Spektroskopische in-situ-Methoden	72
Sparc source mass spectroscopy	75

Technisches

Edelmetalle als Tiegelmateriale	49
Thyristorsteller zum Betreiben von Kristallzüchtungsöfen, Probleme bei induktiver Last	52

Historisches

Einkristallzüchtung vor 35 Jahren: Herstellung von GaAs mit dem Gremmelmeier-Verf.	57
Kristallzüchtung in der DDR	51
Kristallzüchtung unter Obhut der Arbeitsgruppe "Kristallisation" der VfK (DDR)	63
Iwan N. Stranski	66
The Various Institutions of Crystal Growth (How did they all start?)	44
Walter Schottky, Anmerkungen zum 100. Geburtstag	44
50 Jahre III/V - Blick in die Originalliteratur	75
Geschichte der III/V - Halbleiter - Ergänzungen	76
Watsons Doppelhelix -Pflichtlektüre	77

Forschungsorganisation, Politik

DFG-Schwerpunktprogramm "Kristallkeimbildung und -wachstum ..." (1988-93)	62
Fächerübergreifende Arbeitsgemeinschaft Halbleiterforschung Leipzig	64
Tätigkeit der "IUCr Commission on Crystal Growth and Characterization of Materials"	70

Redaktion

Chefredakteur

F. Ritter
Physikalisches Institut der
Uni Frankfurt am Main
Max von Laue Str. 1
60438 Frankfurt/Main
Tel.: 069/798 47259
Fax.: 47270
E-Mail: F.Ritter@Physik.uni-frankfurt.de

Übersichtsartikel,
Kristallzüchtung
in Deutschland

T. Boeck
IKZ Berlin
Tel.: 030/6392 3051
Fax.: 3003
E-Mail: boeck@ikz-berlin.de

Tagungsberichte

J. Friedrich
Fraunhofer Institut IIS-B, Erlangen
Tel.: 09131/761-269
Fax.: -280
E-Mail: jochen.friedrich@iisb.fraunhofer.de

Mitteilungen der DGKK,
Stellenangebote,
Stellengesuche

Ch. Frank-Rotsch
Institut für Kristallzüchtung
Tel.: 030/6392 3031
Fax: 030/6392 3003
E-Mail: frank@ikz-berlin.de

Mitteilungen von
Schwestergesellschaften

F. Ritter
Anschrift siehe oben

Tagungskalender

P. Rudolph
IKZ-Berlin
Tel.: 030/6392 3034
Fax.: 3003
E-Mail: rudolph@ikz-berlin.de

Schmunzelecke

R. Diehl
IAF Freiburg
Tel.: 0761/5159 416
Fax.: 400

Anzeigenwerbung

M. Mühlberg,
Anschrift siehe rechte Spalte

Internet-Redaktion

Redaktionsleitung

A. Lüdge
Institut für Kristallzüchtung
Tel.: 030/6392 3076
Fax: 3003
E-Mail: luedge@ikz-berlin.de sowie

Gestaltung der WEB-
site

S. Bergmann
IKZ-Berlin
Tel.: 030/6392 3093
Fax.: 3003
E-Mail: bergma@ikz-berlin.de
WWW: <http://www.ikz-berlin.de>

Hinweise für Beiträge

Redaktionsschluß MB 86:

15. Oktober 2007

Bitte senden Sie Ihre Beiträge per E-Mail als angehängte Dateien oder auf anderem Datenträger. (CD, Diskette)
Willkommen sind jederzeit interessante Bilder für den Titel.

Besten Dank
Die Redaktion

Vorstand der DGKK

Vorsitzender

Prof. Dr. Wolf Aßmus
Physikalisches Institut der Johann Wolfgang
Goethe – Universität
Max von Laue Strasse 1
60438 Frankfurt am Main
Tel.: 069/798 47258
Fax: 069/798 47271
E-Mail: assmus@physik.uni-frankfurt.de

Stellvertretender Vorsitzender

Dr. Stefan Eichler
Freiberger Compound Materials GmbH
Am Junge Löwe Schacht 5
D - 09599 Freiberg
Tel.: 03731/280 384
E-Mail: eichler@fcm-germany.com

Schriftführerin

Dr. Christiane Frank-Rotsch
Institut für Kristallzüchtung
Max Born - Str.2
12489 Berlin
Tel.: 030/6392 3031
Fax: 030/6392 3003
E-Mail: frank@ikz-berlin.de

Schatzmeister

Prof. Dr. Manfred Mühlberg
Institut für Kristallographie der
Universität zu Köln
Zülpicher Strasse 49b
50674 Köln
Tel.: 0221/470 4420
Fax: 0221/470 4963

Beisitzer

Dr. Andreas Danilewski
Kristallographisches Institut
Albert-Ludwigs-Universität
Hermann-Herder-Straße 5
79104 Freiburg
Tel.: 0761/203 6450
Fax: 0761/203 6434
E-Mail: a.danilewsky@krist.uni-freiburg.de

Dr. Jochen Friedrich
Crystal Growth Laboratory
Fraunhofer IISB
Schottkystrasse 10
91058 Erlangen
Tel.: 09131/761-269
Fax: 09131/761-280
E-Mail: jochen.friedrich@iisb.fraunhofer.de

Dr. Anke Lüdge
Institut für Kristallzüchtung
Max Born - Str.2
12489 Berlin
Tel.: 030/6392 3076
Fax: 030/6392 3003
E-Mail: luedge@ikz-berlin.de

Bankverbindung:

Sparkasse Karlsruhe
Kto.-Nr.: 104 306 19
BLZ: 660 501 01
IBAN DE84 6605 0101 0100 1043 0619 SWIFT-BIC:KARSD66

DGKK – STICHWORTLISTE

KRISTALLHERSTELLUNG ZÜCHTUNGSMETHODEN

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

MATERIALZUSAMMENSETZUNG

- 210 Elemente
 - 211 Graphit
 - 212 Diamant, diamantartiger K.
 - 213 Silizium
 - 214 Germanium
 - 215 Metalle
 - 219 andere Elemente
- 220 Verbindungen
 - 221 binäre Verbindungen
 - 222 ternäre Verbindungen
 - 223 multinäre Verbindungen
 - 231 IV-IV
 - 232 111-V
 - 233 11-VI
 - 234 Oxide, Ferroelektrika
 - 235 metallische Legierungen
 - 236 Supraleiter
 - 237 Halogenide
 - 238 organische Materialien
 - 239 andere Verbindungen

WACHSTUMSFORMEN

- 311 Massivkristalle
- 312 dünne Schichten, Membranen
- 313 Fasern
- 314 Massenkristallinat
- 321 Einkristalle
- 322 Polykristalle
- 323 amorphe Materialien, Gläser
- 324 Multischicht - Strukturen
- 325 Keramik, Verbundwerkstoffe
- 326 Biokristallinat
- 327 Flüssigkristalle
- 328 Polymere
- 329 andere Materialtypen

KRISTALLBEARBEITUNG

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

KRISTALLCHARAKTERISIERUNG KRISTALLEIGENSCHAFTEN

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

MESSMETHODEN

- 610 chemische Analytik
 - 611 chemischer Aufschluß
 - 612 Ätzmethoden
 - 613 AAS, MS
 - 614 thermische Analyse
- 620 Mikroskopie
 - 621 lichtoptische Mikroskopie
 - 622 Elektronenmikroskopie
 - 623 Rastertunnel-Mikroskopie
 - 624 Lumineszenz-Topographie
- 630 Beugungsmethoden
 - 631 Röntgendiffraktometrie
 - 632 Röntgentopographie
 - 633 Gammadiffraktometrie
 - 634 Elektronenbeugung
 - 635 Neutronenbeugung
- 640 Spektroskopie, Spektrometrie
 - 641 UV-, VIS-, IR-, Fourier-
 - 642 Raman-, Brillouin-
 - 643 Kurzzeit-Spektroskopie
 - 644 NMR, ESR, ODMR
 - 645 RBS, Channeling
 - 646 SIMS, SNMS
- 650 Oberflächenanalyse
 - 651 LEED, AUGER
 - 652 UPS, XPS
- 660 Elektrische Charakterisierung
- 670 Andere Meßmethoden

MATHEMATISCHE BEHANDLUNG

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

ENTWICKLUNG / VERTRIEB / SERVICE

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

Die Schriftführerin bittet darum, bei Antrag auf Mitgliedschaft nur diese Code-Nr. zu verwenden.



Leistung für Kristallzuchtung

Kristallzuchtung ist ein komplexer Prozess, bei dem jede Komponente zählt. Als ein führender Hersteller von Induktionsgeneratoren für die Kristallzuchtung wissen wir genau worauf es ankommt. Deshalb fertigen wir unsere Generatoren mit höchster Sorgfalt. So erfüllen sie stets die hohen Anforderungen, die an sie gestellt werden. Tag für Tag. Jahr für Jahr.

Höchst zuverlässig erzeugen HÜTTINGER Induktionsgeneratoren die zur Kristallzuchtung benötigte Leistung. Ihre Langzeitstabilität erlaubt es unseren Kunden beste Ergebnisse zu erzielen. Ein breite Palette an Datenschnittstellen macht HÜTTINGER Induktionsgeneratoren äußerst bedienerfreundlich. Das sagen unser Kunden. Immer wieder. Auf der ganzen Welt.

www.huettinger.com



TRUMPF



TRUMPF Gruppe

HÜTTINGER Elektronik
generating confidence

TECHNOLOGY LEADERSHIP



Crystal growth system

for production of low defect SiC single crystals for High-Performance, high-temperature electronics and optoelectronics.

It executes precisely defined process-conditions (temperature, atmosphere) to grow up to 3" 4H and 6H SiC single crystals in a gas phase. The system is composed of an induction heated reactor, a high-stability current supply (medium frequency 10 kHz/20 kW), process controller and a PC interface for monitoring and programming. Tmax 2300 °C.



Medium frequency inverter / generators

MF-Output power up to 250 kW.

Operating frequency 2,0 - 100 kHz.

High frequency solid state generators

HF-Output power 1,5 - 50 kW.

Operating frequency up to 200 - 1500 kHz.



Micro-Crystal growth system

for pulling of single crystalline fibers from the melt under inert gas or air. Fiber dimensions: $\varnothing = 0,2 - 2,0 \text{ mm}$, $l_{\text{max}} = 250 \text{ mm}$. Up to 5000 mg of starting material is melted in a platinum crucible (for high-melting compounds also Ir-, W-, Mo- crucibles) and a fiber crystal is pulled down through a capillary nozzle with a secondary heater around the nozzle. Power supply: Primary heater 80 W (max. 500 W), secondary heater 30 W (max. 200 W).



Tube furnace

for horizontal crystal growing processes. Bridgman-process and zone-melting under protective gas / vacuum. Adjustable 1 - 200 mm/h. Single or multi zone. Tmax 1750 °C.

Special systems
according to customer
specifications!

linn
High Therm



ISO 9001:2000

Linn High Therm GmbH
Heinrich-Hertz-Platz 1
D-92275 Eschenfelden
Tel: +49 (0) 9665 9140-0
Fax: +49 (0) 9665 1720
E-Mail: info@linn.de
Internet: www.linn.de