

INHALT

Mitteilungen der DGKK

DGKK-Jahreshauptversammlung 2001	4
Der neugewählte Vorstand der DGKK	8

Berichte aus den DGKK - Arbeitskreisen

Workshop Epitaxie von III/V-Halbleitern	10
Kinetikseminar in Erlangen	11
Workshop Angewandte Simulation	14
Ankündigungen	15

Kristallzüchtung in Deutschland

Kristalle biologischer Makromoleküle	16
Neue Technologie für Zeolith-Synthese	22

Tagungsberichte

Int. Kristallzüchterschule in Triest	24
Französisch Deutsche Kristallzüchtertagung ..	25

Verschiedenes

Laudise-Preis	30
Professor Dr Jan Czocharalski - an inventor	30

Termine und Ankündigungen

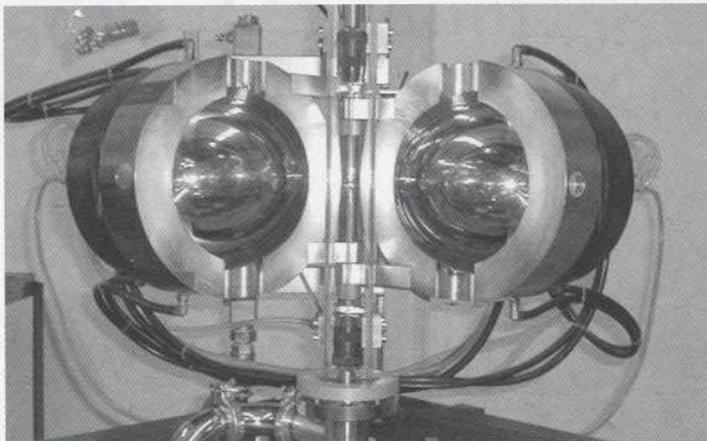
Arbeitskreise	31
Tagungen	32

Die Inserenten des Hefts

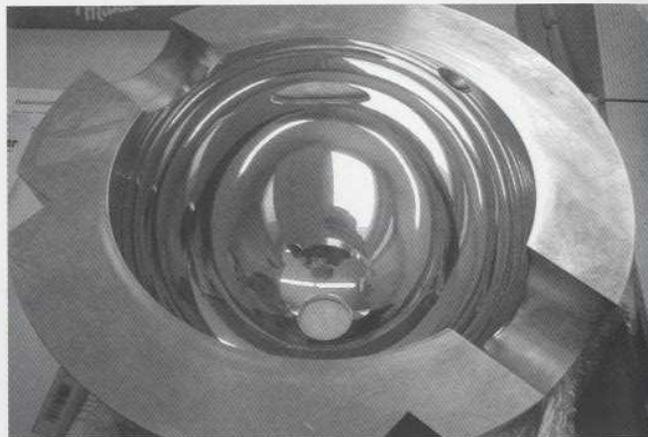
Register

Frühere Artikel	36
-----------------------	----

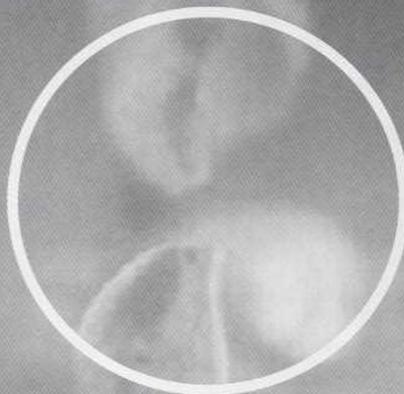
20 Jahre Erfahrung im Ofenbau - Gero Hochtemperaturöfen – Ihr Partner in der Kristallzuchtung



Zonenschmelzen in Spiegelöfen

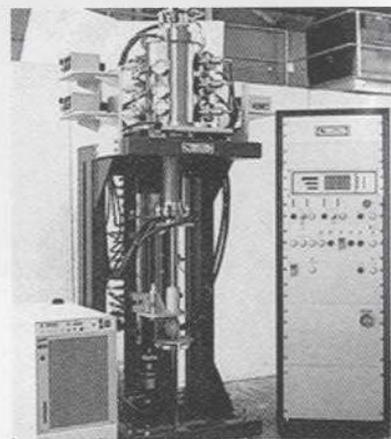


Kristallzuchtung in Sonderanlagen



SYSTEMLÖSUNGEN DURCH KOMPETENZ INNOVATIV UND SICHER – OFENPROGRAMM:

Schutzgasumluftöfen	bis 900°C
Wärmerohröfen, Heat Pipes	bis 1100°C
Retortenöfen und Wärmebehandlungsanlagen	bis 1250°C
MIM/CIM-Öfen	bis 1600°C
Keramikschmelzöfen	bis 1600°C
Vakuum- und Schutzgaslötöfen	bis 1600°C
Mikrowellentrocknungs- und Sinteranlagen	bis 1700°C
Rohröfen	bis 1800°C
Haubenöfen für Vakuum- und Schutzgasbetrieb	bis 2200°C
Czochralski- und Bridgman-Kristallziehanlagen	bis 2200°C
Drucksinteröfen	bis 2200°C
Kalibrieröfen	bis 3000°C
Kammeröfen für Vakuum- und Schutzgasbetrieb	bis 3000°C



Kristallzuchtung -
nach Bridgman oder
Czochralski



GERO Hochtemperaturöfen GmbH
Monbachstr. 5-7, 75242 Neuhausen
Tel.: ++49-(0)7234-95220, Fax.: ++49-(0)7234-5379
Internet: www.gero-gmbh.de

Zum Titelbild



Das Titelbild zeigt die Struktur des Proteins Thermus thermophilus Elongationsfaktor Tu im Komplex mit Aurodox, aufgeklärt am Institut für Molekulare Biotechnologie in Jena. (siehe entspr. Artikel im Inneren des Hefts)

Editorial

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

Hier ist es endlich wieder, unser Mitteilungsblatt.

Wie jedes Frühjahrsheft ist es auch diesmal weitgehend geprägt durch unsere Jahrestagung, diesmal allerdings in mehr indirekter Weise, als sonst:

Die Tagung dieses Jahres hatten wir von Frankfurt aus zu organisieren, wo ja auch dieses Heft entsteht. Mit dem unmittelbaren Tagungsablaufes waren wir so beschäftigt, daß wir das „Eintreiben“ und anfertigen von Tagungsberichten vernachlässigt haben. So erklärt sich, daß Sie in diesem Heft ausgerechnet von unserer „eigenen“ Tagung außer einem „Fotoalbum“ fast keine Berichterstattung finden. Ich denke aber, daß der Zorn der DGKK-Mitglieder dadurch gemildert wird, daß wie schon nach der Erlanger Tagung im vergangenen Jahr auch diesmal wieder die Tagungsabstracts „ins Netz gestellt“ wurden. Sie sind zugänglich über unsere DGKK-homepage www.dgkk.de und die dort angebotene Schaltfläche „Rückblicke“.

Ihre Spuren hinterlassen hat unsere Französisch-Deutsche Gemeinschaftstagung in Form der Fachartikel, die wir – Boeck sei Dank – wieder für dieses Heft bekommen konnten.

Herr Stenzel von der Firma Astrium (den meisten von uns ist der alte Name Dornier sicherlich noch vertrauter) beschreibt eine neuartigen Apparatur zur Untersuchung der Zeolith-Kristallisation. Dieser Beitrag verdeutlicht, daß die „Microgravity-Forschung“ nicht nur durch ihre unmittelbaren wissenschaftlichen Aufgabenstellungen, sondern auch durch die für sie typischen, raffinierten und sehr perfekten Anlagenentwicklungen interessante Beiträge für die Kristallzüchtung liefert.

Der zweite Fachartikel erreichte uns aus dem Institut für Molekulare Biotechnologie in Jena. Hier scheint die Tür weit offen zu stehen für eine Zusammenarbeit zwischen den schon bisher der DGKK angehörenden Kristallwissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern und der „Community“ die sich mit der interessanten und zukunftssträchtigen Kristallisation biologischer Makromoleküle beschäftigt. Wir verdanken diese günstige Situation dem durch die Teilnahme unserer französischen Kolleginnen und Kollegen erweiterten Themenspektrum unserer Konferenz. Es kommt nun darauf an, was wir daraus machen.

Natürlich waren wieder Arbeitskreise aktiv, die dankenswerterweise keine „Geheimtreffen“ abhielten, sondern uns interessante Berichte zukommen ließen. Darüberhinaus gab es auch eine internationale Kristallzüchterschule in Triest mit DGKK-Beteiligung. Allen Berichterstattern einen herzlichen Dank.

Schließlich enthält dieses Heftchen noch eine kurze, aber sehr erfreuliche Mitteilung betreffend den diesjährigen Laudise-Preis. Diese wichtige Auszeichnung der IOCG - wird bei der Internationalen Konferenz in Kyoto Herrn Müller überreicht werden. Streng genommen steht „Stolz“ darauf natürlich denen zu, die an den prämierten Arbeiten eigenen Anteil hatten, darüber freuen dürfen wir uns aber alle.

Ich wünsche Ihnen einen erfolgreichen wissenschaftlichen Reisesommer (Kyoto ist ja nun noch lohnender geworden), und mir wünsche ich, daß Sie sehr mitteilsam sind und das Erlebte später mit anderen teilen.

Ihr Franz Ritter

Notizen des Vorsitzenden

Liebe DGKK-Mitglieder,

als erstes möchte ich nochmals unseren Frankfurter Kolleginnen und Kollegen für Ihre herzliche Gastfreundschaft und den Erfolg bei der Ausrichtung der diesjährigen DGKK-Jahrestagung in Seeheim-Jugendheim danken. Das von Herrn Aßmus und seinen Helfern ausgewählte Tagungszentrum hat sich dafür bestens geeignet. Wir hatten gemeinsam mit unseren französischen Kollegen von der GFCC ein sehr interessantes Vortragsprogramm, konnten unsere Versammlungen abhalten und auch viele persönliche Gespräche führen – ohne „das Haus“ verlassen zu müssen. Ich meine auch, daß sich der Stil der Tagung – gemeinsam mit einem anderen europäischen Partnerland – abermals sehr gut bewährt hat. Die DGKK sollte das künftig möglichst häufig tun.

Bei der Jahreshauptversammlung in Seeheim-Jugendheim wurde ein neuer Vorstand gewählt, der unter dem Vorsitz von Prof. Heuken ab 1.1.2002 amtiert wird. Ihm und den anderen „neuen Gesichtern“ im künftigen Vorstand danke ich für die Bereitschaft, in der DGKK aktiv mitzuarbeiten und Verantwortung zu übernehmen.

Wirklich „neue Gesichter“ sieht man in der DGKK leider in den letzten Jahren eher selten. Wir haben in der Tat sehr wenig Neuzugänge, vor allen Dingen treten kaum jüngere Kristallwissenschaftler der DGKK bei. Während der Tage in Seeheim-Jugendheim wurde über mögliche Ursachen viel diskutiert und es wurden auch gute Vorschläge für eine Werbung neuer, aktiver (!) Mitglieder gemacht. Dazu gehören insbesondere die Integration von „Kristallwachstumsthemen“, die bisher noch nicht so stark in der DGKK vertreten waren wie z.B. die Epitaxie oder biologische Kristalle und deren Züchtung. Die Epitaxie wird sicherlich mithilfe des künftigen Vorsitzenden, Herrn Heuken, noch stärker in die DGKK integriert. Für den Bereich biologische Kristalle konnten wir als neues DGKK-Mitglied – ad hoc – Herrn Prof. Hilgenfeld aus Jena gewinnen. Die DGKK wird ihn bei der Durchführung der „Int. Conf. of Crystallization of Biological Macromolecules“ vom 22. – 28.3.2002 in Jena mit ihren logistischen Möglichkeiten und finanziell unterstützen.

Als weitere aktuelle ad hoc Maßnahme zur Förderung von Nachwuchs-Kristallwissenschaftlern wurden bei der Jahrestagung 5 Freiplätze zur Teilnahme an der diesjährigen Gordon Research Conference on Crystal Growth (1.-6.7.2001 in USA) ausgelobt. Gedacht ist an Studierende, die ihre Arbeiten mit Bezug zu Kristallwissenschaften bei der GRC mit einem Poster vorstellen wollen. Anträge (2 Seiten und ein Empfehlungsschreiben) sind an den DGKK-Vorsitzenden zu richten. Die Deadline ist der 31.5.2001.

Eine besondere Empfehlung wird auch an die Vorsitzenden der DGKK-Arbeitskreise gerichtet, dort für eine aktive DGKK-Mitgliedschaft zu werben. Weiterhin sollten junge Leute, die in

den Arbeitskreisen gute Vorträge halten, ermuntert werden – mit finanzieller Unterstützung der DGKK – bei nationalen und internationalen Fachtagungen teilzunehmen, um dort ihre Arbeiten zu präsentieren.

Als weitere wichtige Entscheidungen, die sich aus den Treffen in Seeheim-Jugendheim ergaben, möchte ich noch nennen, daß die in Grenoble im Jahre 2004 (10. – 15.8.) stattfindende ICCG 14 gemeinsam von der GFCC und DGKK gestaltet werden soll mit den Chairpersons J. Villain (GFCC) und M. Heuken (DGKK) sowie dem lokalen Organisator T. Duffar (GFCC). Die DGKK wurde von der GFCC eingeladen und aufgefordert, die ICCG 14 als europäisch organisierte Tagung aufzufassen und mit zu gestalten. Wir als DGKK sollten dieses Angebot annehmen und uns kollegial beteiligen. Umgekehrt gilt das gleiche für die vom 2.-7.8.2004 in Berlin stattfindende Int. Summer School on Crystal Growth (ISSCG-12) bei deren Leitung mich noch ein französischer Kollege unterstützen wird. Hier liegt die Organisation unter der Leitung von P. Rudolph in den Händen des IKZ (T. Boeck, A. Lüdge und J. Warneke). Sowohl für die ICCG 14 als auch für die ISSCG 12 werden heuer bei der ICCG 13 in Kyoto die Organisationsteams mit kurzen Präsentationen auftreten.

Hinweisen möchte ich auch noch auf das sehr interessante Schulungsprogramm der diesjährigen Int. Summer School on Crystal Growth ISSCG 11 in der Woche vor der ICCG 13 ebenfalls in Kyoto, wo nach Aussagen der Organisatoren noch Plätze frei wären.

Obwohl der Weg nach Kyoto weit – und nicht gerade billig – ist, hoffe ich sehr, daß möglichst viele von Ihnen die Zeit und Reisemittel haben, um dort hinzukommen. Die japanischen Kollegen werden sicherlich – in gewohnter Weise – ein interessantes wissenschaftliches und kulturelles Programm anbieten.

Ihr Georg Müller

MITTEILUNGEN DER DGKK

DGKK-Jahreshauptversammlung 2001

Sitzungsprotokoll

Ort : Seeheim/Jugendheim,
Versammlungsraum
6. März 2001, 19.15 Uhr

Teilnehmer: Mitglieder

Ackermann, L.; v. Aichele, T.; Ammon, W.; Alex, V.; Aßmus, W.; Barz, R.; Behr, G.; Bender, K.; Benz, K.W.; Boeck, T.; Danielewsky, A.; Dittrich, U.; Dold, P.; Dupré, K.; Epelbaum, B.; Fiederle, M.; Fischer, B.; Fischer-Suffin, C.; Frank, Ch.; Friedrich, J.; Görnert, P.; Gross, Ch.; Heuken, M.; Jacobs, K.; Klimm, D.; Lauck, R.; Lommel, B.; Lüdge, A.; Lux, B.; Miller, W.; Mühlberg, M.; Müller, G.; Müller-Vogt, G.; Neumann, W.; Pankrath, R.; Paus, H.; Petermann, K.; Post, E.; Ritter, F.; Rudolph, P.; Schmitz, J.; Scholz, B.; Scholz, F.; Schwabe, D.; Seidl, A.; Sickinger, P.; Siche, D.; Tolksdorf, W.; Uecker, R.; Walcher, H.; Wallrafen, F.; Weinert, B.; Wiedemann, B.; Wilde, P.; Wolf, Th.; Wollweber, J.

Gäste :

Hilgenfeld, R. Stark, W.;

TOP 1 Begrüßung und Feststellung der Beschlussfähigkeit

Herr Müller begrüßt die Mitglieder und Gäste der Versammlung und stellt fest, dass die Mitgliederversammlung mit 56 anwesenden Mitgliedern beschlussfähig ist.

TOP 2 Bericht des Vorsitzenden

Georg Müller berichtet :

Es gibt über die DGKK Positives zu berichten, aber auch einiges, das zum Nachdenken anregt. Zunächst das Positive : Wir erleben hier eine sehr schöne Tagung mit den Franzosen, Dank an Herrn Assmuss und seine Mitarbeiter für die Organisation dieser Tagung gemeinsam mit den französischen Kollegen. Das Programm ist gelungen, neue Themen sind hinzugekommen, zum Beispiel die Biokristallisation von Makromolekülen.

Die Finanzlage der Gesellschaft ist sehr positiv, es gibt ein gutes Finanzpolster.

Zum Nachdenken :

Unsere Mitgliederzahl ist rückläufig. Nachdenklich macht nicht der Ausschluss der säumigen Zahler, sondern die geringe Anzahl an Neueintritten besonders von jüngeren Wissenschaftlern, die aktive Träger unserer Infrastruktur werden könnten.

Was bietet die DGKK :

Es gibt 7 etablierte Arbeitskreise, der neue Arbeitskreis Kinetik ist 2000 gegründet worden, ein weiterer über Simulation und Modellierung in der Kristallzüchtung ist im Entstehen. Diese Arbeitskreise haben minimal 30-50 Mitglieder, der größte davon, Epitaxie von III-V Halbleitern, hat etwa 120 Mitglieder. Diese Arbeitskreise sind eine ausgezeichnete Plattform für Diskussionen.

Weiterhin bietet die DGKK die Organisation von Jahrestagungen und anderen Meetings mit internationaler Beteiligung, und ein gutes Informationsverteilungssystem durch unser Mitteilungsblatt. Dem Redakteur, Herrn Ritter, sei an dieser Stelle gedankt.

Die Homepage der Gesellschaft, www.dgkk.de, ist bereits gut entwickelt, die Datenbank unserer Mitglieder ist vollständig zu finden, so dass hier nach Fachgebieten und Namen gesucht werden kann.

Die Leiter der Arbeitskreise sollen ermuntert werden, neue Kollegen zur Mitgliedschaft und zum Engagement in der Gesellschaft zu werben.

Im Vorstand wurde ein anderes Problem ausführlich diskutiert: Es gibt bundesweit wenig naturwissenschaftlichen Nachwuchs, so dass man sich die Frage stellen muss, wie junge Leute an die Kristallwissenschaft herangeführt werden können und was die DGKK aktiv unternehmen kann, um das Studium dieses Fachgebietes interessant darzustellen.

Das gute Finanzpolster der Gesellschaft könnte dafür beispielsweise in folgender Weise eingesetzt werden:

- Studierende, die Arbeiten mit Bezug zu Kristallwissenschaften betreiben, können mit einem Poster zur Teilnahme an internationalen Konferenzen ausgezeichnet werden, z. B. Teilnahme an der Gordon-Konferenz in der 1. Juli - Woche 2001.

Konkret bedeutet das in diesem Fall:

5 Plätze: Flugticket USA
Bedingung: Posterpräsentation
Antrag an DGKK-Vorstand (2
Seiten+Empfehlungsschreiben)
Deadline: 31.Mai 2001

- Gute Vorträge aus den Arbeitskreisen von jungen Leuten (<30 Jahre) können an Fachtagungen verwiesen werden. Dabei ist ein Antrag an den DGKK Vorstand zu stellen, damit dies unterstützt werden kann.

Eine andere Maßnahme ist die Werbung in den Gymnasien:

- Hier wird bereits durch Vergabe von Praktika durch Industriebetriebe und Institute gute Arbeit geleistet. Wir appellieren an alle, weiter zu werben und den jungen Leuten etwas vorzuführen. Dazu brauchen wir einen Koordinator in der DGKK wie früher Frau Sussiek-Vornefeld

Der neue Arbeitskreis Kinetik hat sich erfolgreich etabliert. Die 2. Veranstaltung hat im Februar stattgefunden. P. Rudolph wird gedankt. Dank auch an A. Seidl, der begonnen hat, einen Arbeitskreis Modellierung aufzubauen.

Bedenken, dass zu viele Aktivitäten in den Arbeitskreisen die Jahrestagung ausdünnen, können nicht bestätigt werden. Die Arbeitskreise haben eine andere Atmosphäre. Hier können u.a. auch halbfertige oder negative Ergebnisse diskutiert werden, während die Jahrestagungen eine Übersicht über die Aktivitäten der DGKK und durch eingeladene Vorträge auch Informationen aus neuen Gebieten wie Epitaxie, Nanopartikel und Massenkristallisation bietet. Weiterhin können internationale Verbindungen durch gemeinsame Organisation mit anderen europäischen Schwesterorganisationen geknüpft oder ausgebaut werden. Es soll die Gelegenheit genutzt werden, den Zusammenhalt der Kristallzüchter innerhalb Europas weiter zu festigen.

Die Jahrestagungen der nächsten Jahre sind von den Vorbereitungen der Internationalen Kristallzüchertagung ICCG 14 und der ISSCG 12 in Europa als französisch/deutsche Veranstaltungen in Grenoble und Berlin dominiert. 2003 soll wieder eine gemeinsame Tagung Deutschland/Frankreich in Nancy ausgerichtet werden (Chairman Obry (Nancy), Co-Chairman : W. Assmus), in der auch die Jahreshauptversammlung der DGKK stattfindet.

Für die Ausrichtung Jahrestagung 2002 hat sich Herr Ackermann in Idar Oberstein bereit erklärt, die Festlegung dazu erfolgt im TOP 7.

2003 ist ein gemeinsames Crystal Growth Meeting der DGKK mit der IsACG (Israelische Kristallzüchterorganisation in Jerusalem mit ausgewählten Themenschwerpunkten geplant. Die Organisation übernehmen S. Brandon als Vorsitzender der israelischen Kristallzüchterorganisation und von seiten der DGKK R. Diehl, A. Lüdge aus dem Vorstand und Herr Petermann, der in diesem Jahr im Herbst eine israelisch/deutsche Tagung zum Thema Laserkristalle durchführt.

2004
ISSCG-12 in Berlin 2.-7. August
Chairman : G. Müller / ein Kollege aus Frankreich
Lokales Organisationskomitee : P. Rudolph, T. Boeck, A. Lüdge und J. Warneke aus dem IKZ
ICCG-14 in Grenoble 10.-15. August
Chairman : J. Villain / N.N. DGKK
Lokale Organisation: T. Duffar

Von seiten der französischen Kollegen wird vorgeschlagen, alle Gremien gemeinsam zu besetzen. Die DGKK sollte den Vorschlag annehmen. In Kyoto muss der Vorschlag präsentiert werden.

Vorbereitung der folgenden Vorstandswahl

Am 31.12.2001 gibt es einen fast vollständigen Wechsel in der Vorstandschaft der DGKK.

Es scheiden aus nach 4jähriger Amtszeit der 1. und 2. Vorsitzende, alle Beisitzer und der Schatzmeister nach 16-jähriger Amtszeit. Es verbleibt als Kandidatin die

Schriftführerin und G. Müller-Vogt stellt sich als Beisitzer zur Wahl.

Es gibt in der DGKK die Bestrebung, den Vorsitzenden im Wechsel zwischen Industrie, Großforschungseinrichtungen und Hochschulen zu gewinnen. Daher wäre es gut, zur heutigen Wahl einen Vorsitzenden aus der Industrie vorzuschlagen. Dies ist uns gelungen. Herr Heuken hat sich zur Wahl gestellt. Er ist aus der Firma Aixtron.

Weitere Vorschläge des Vorstandes :

Dr. Klimm als 2. Vorsitzender

Schatzmeister : Prof. Mühlberg

Beisitzer : Mischung aus Kontinuität/neuen Gesichtern

G. Müller-Vogt für Kontinuität

Dr. Boeck

Dr. Dornberger

Prof. P. Rudolph

Dr. Seidl

G. Müller als scheidender Vorsitzender dankt allen, die ihn in den 3 Jahren unterstützt haben und es auch in dem verbleibenden ¼ Jahr tun werden. Es war eine angenehme und interessante Aufgabe. Der Dank gilt den Organisatoren der Arbeitskreise, den Redakteuren des Mitteilungsblatts, für das es weltweites Lob gibt und den Redakteuren der DGKK homepage.

TOP 3 Bericht der Schriftführerin

Es gibt eine negative Mitgliederentwicklung von -38 Mitgliedern.

Es gab 2000 eine gemeinsame Aktion zwischen Schatzmeister und Schriftführerin, um die säumigen Beitragszahler zu erinnern. Alle Mitglieder, die mehr als 3 Jahre im Rückstand waren (und satzungsgemäß vom Vorstand ausgeschlossen werden könnten), wurden angeschrieben und um Begleichung der Beitragsrückstände gebeten. Die Mitglieder, die sich daraufhin nicht gemeldet haben, wurden angerufen - soweit noch die Telefonnummern stimmten. Alle Mitglieder, die nicht mehr auffindbar waren, wurden gestrichen. Hier noch einmal die Bitte an alle Mitglieder, die noch nicht am Einzugsverfahren teilnehmen : bitte entscheiden Sie sich dafür, es ist einfach, man kann es nicht vergessen, und es erleichtert die Arbeit des Schatzmeisters.

Aktuelle Statistik :

Jahr	Vollmitglieder	Studenten	Korporative	Gesamt	Veränderung
2000	366	15	10	391	-38

Es wird ab sofort für alle beitrags säumigen Mitglieder bei der Verschickung der Mitteilungsblätter ein rotes Erinnerungsblatt geben mit dem Hinweis, dass dies das letzte Mitteilungsblatt ist, es sei denn sie begleichen innerhalb kürzester Zeit ihre Schulden.

TOP 4 Bericht des Schatzmeisters

Die DGKK hat ein gutes Finanzpolster. Durch die Tagungen sind erhebliche Überschüsse erwirtschaftet worden. Die Kassenstände sind:

Postbank Karlsruhe: DM 2.785,75
Sparkasse Karlsruhe: DM 20.973,88
Festgeldanlage: DM 91.000,00

=====

Summe: DM 114759,63

Der Bericht der Kassenprüfer wird von D. Schwabe vorgetragen. Alle Eingaben und Ausgaben wurden geprüft. Es konnte festgestellt werden, dass die Kasse korrekt geführt wurde.

TOP 5 Entlastung des Vorstandes

Für den Antrag zur Entlastung des Vorstands gab es: 55 Stimmen dafür, eine Enthaltung, keine Gegenstimme.

Aussprache

P. Rudolph:

Die internationale Kristallzüchterschule findet erstmalig in Berlin statt. Es wird der Antrag auf eine gute Unterstützung dieser Schule durch die DGKK (10 000 DM) gestellt. Dieser Vorschlag wird von mehreren Mitgliedern unterstützt.

R. Hilgenfeld

Er stellt sich als Proteinkristallograph vor. Bisher können nur 1/6 der interessanten Proteine kristallisiert werden. Dies ist der Grund dafür, dass sich die Proteinkristallographen auf die Suche nach kristallographischen Grundlagen und anderen Züchtungsmethoden begeben, die für ihre Substanzen aussichtsreich sind. Der Weg weg von der reinen Empirie führt zu einer Überlappungen der beiden Arbeitsfelder der Kristallzüchter und der Proteinkristallographen. Bei der Insulinkristallisation, z.B., kann das Wissen verwendet werden, was bei den Kristallgraphen bereits vorhanden ist.

In anderen Kristallzüchtungsvereinigungen wie der ACCG und der GFCC sind diese Gebiete bereits fest verankert, in Deutschland bisher weniger. R. Hilgenfeld sucht die Zusammenarbeit mit der DGKK, auch zur Unterstützung der International Conference of Crystallization of Biological Macromolecules, die im nächsten Jahr vom 22-28.3. 2002 in Jena stattfinden wird.

G. Müller antwortet, dass die DGKK darüber nachdenken wird, wie ein neuer Schwerpunkt in der DGKK zur Biokristallisation so betrieben werden kann, dass diese Interessen vertreten werden. Es wird eine Unterstützung der Tagung von seiten der DGKK mit 1000-2000 DM diskutiert.

K.W. Benz ergänzt, wie wichtig es für die DGKK ist, sich mit diesem Arbeitsfeld zu befassen, da, wie bereits angesprochen, dies in den USA viel intensiver betrieben wird. Es ist festgestellt worden, dass diese Kristalle sehr ähnlich wachsen, wie die anorganischen Kristalle. Kollegen, die von der biotechnischen Seite kommen, und sich mit see and look – Experimenten befassen, können von dem Wissen des Kristallwachstums der anorganischen Kristalle profitieren und umgekehrt. Daher noch einmal die Empfehlung, sich hier zu engagieren, da Themen der life sciences zu den ganz großen Themen der Zukunft werden. Der Rektor der Universität Freiburg hat sie zu den Leitwissenschaften der Universität erklärt. Hier geschieht unglaublich viel.

D. Klimm weist auf die Währungsumstellung Anfang 2002 hin. In der nächsten Mitgliederversammlung wird der Antrag auf die Neufestsetzung des DGKK Beitrages auf 20 Euro/ (10 Euro für Studenten) eingebracht und entschieden. Alle Mitglieder werden mit der Einladung zur nächsten Mitgliederversammlung darüber informiert.

TOP 5 Entlastung des Vorstandes

Herr F. Ritter beantragt die Entlastung des Vorstandes. Die Mitgliederversammlung stimmt mit 55 Stimmen bei einer Enthaltung zu.

TOP 6 Wahl des Vorstandes für die Zeit vom 1.1.2001 – 31.12.2002

Wahlleiter : Herr Friedrich

Vorsitzender

Abgegebene Stimmen:	56
M. Heuken	47
W. Assmus	2
L. Ackermann	1
D. Klimm	1
P. Rudolph	1
Enthaltungen	4

Herr Heuken nimmt die Wahl an und freut sich auf eine gute Zusammenarbeit

Stellv. Vorsitzender

Abgegebene Stimmen:	56
D. Klimm	51
T. Boeck	2
M. Mühlberg	1
Enthaltungen	2

Herr Klimm nimmt die Wahl an und dankt für das ausgesprochene Vertrauen

Schatzmeister

Abgegebene Stimmen:	56
M. Mühlberg	53
A. Lüdge	2
Enthaltungen	1

Herr Mühlberg nimmt die Wahl an und wird versuchen in der Nachfolge des langjährigen Schatzmeisters sein Bestes zu geben.

Schriftführerin

Abgegebene Stimmen:	56
A. Lüdge	53
R. Pankrath	2
Enthaltungen	1

Auch die Schriftführerin nimmt die Wahl an und wird Ihre Arbeit für die DGKK in gewohnter Weise fortsetzen.

1. Beisitzer

Abgegebene Stimmen:	55
G. Müller-Vogt	43
T. Boeck	4
Dornberger	2
Dold	1
Fischer-Suffin	1
Jakobs	1
Lauck	1
Neumann	1
Seidl	1

2. Beisitzer

Abgegebene Stimmen:	55
T. Boeck	17
Seidl	12
Dornberger	10
Rudolph	6
Aßmus	3
Dupré	1
Jakobs	1
Lauck	1
Müller	1
Pankrath	1
Scholz	1
Wallrafen	1

3. Beisitzer

Abgegebene Stimmen:	55
A. Seidl	22
Dornberger	15
Rudolph	7
Aßmus	2
Dupré	2
Jakobs	2
Neumann	1
Pankrath	1
Scholz	1
Siche	1
Wallrafen	1

TOP 7 Tagungen :

Die Mitgliederversammlung beschließt die Durchführung der DGKK Jahrestagung 2002 in Idar Oberstein.

TOP Verschiedenes

Herr Tolksdorf kritisiert, dass die Wahl so pauschal durchgeführt wird. Es sind hier aus einem Institut 4 Vorschläge gemacht worden, so dass die räumliche Ausgewogenheit fehlt. Es fehlt auch Zeit für die Aussprache. Herr Wallrafen unterstützt die Kritik.

Herr Boeck vom Institut für Kristallzüchtung, bei dessen Nominierung als Kandidat es zu dieser Kritik kommt, versichert nach seiner Wahl zum Beisitzer, sich besonders um eine ausgewogene Berücksichtigung der Interessen der verschiedenen Kristallzüchtungsstandorte zu bemühen.

D. Siche informiert über die Sommerschule an der BTU Cottbus über SiC und GaN, im Rahmen der Heräus-Stiftung. Der Schulungsinhalt umfasst das Gebiet von der Theorie bis zur Anwendung.

G. Müller gibt eine Information des IKZ-Direktors, W. Schröder, weiter. Eine Sammlung synthetischer Kristalle wird vorbereitet, die im Naturkundemuseum in Berlin aufbewahrt werden soll. Beteiligt sind die Direktoren Schulze und Stöffler.

M. Mühlberg informiert, dass der nächste Arbeitskreis „Nichtlineare Optik“ am 27/28. September in Köln stattfinden wird.

G. Müller-Vogt informiert über die II-VI Konferenz in Bremen vom 9-14. September 2001 Informationen im Internet <http://www.II-VI2001.uni-bremen.de>

T. Boeck bittet um Mitteilung aller positiven Erfahrungen der Werbung von Studenten in den Gymnasien. Diese sollen im DGKK-Mitteilungsblatt veröffentlicht werden.

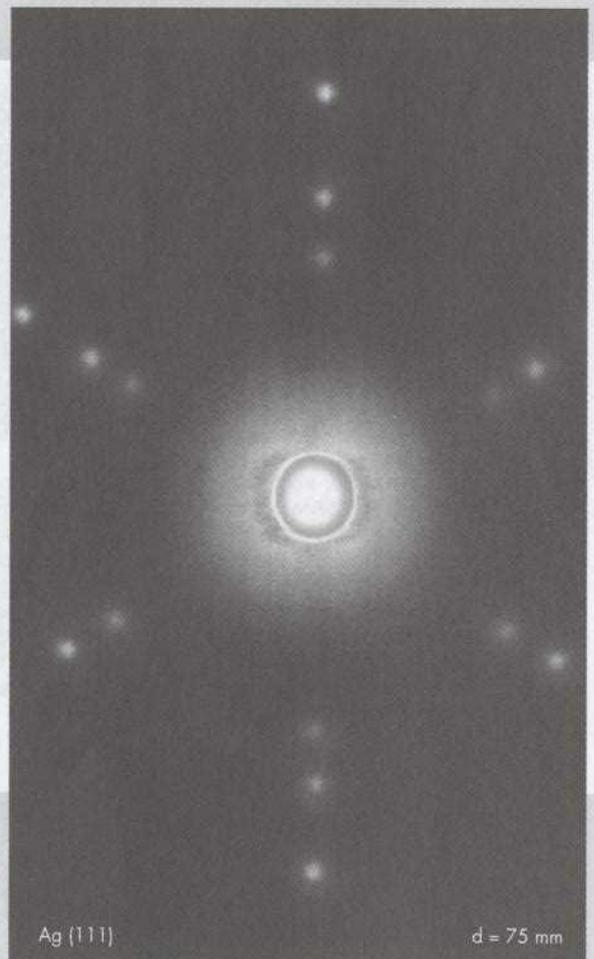
**Besuchen Sie die Internet-Seiten der DGKK!
Dort finden Sie Links auf alle interessantenn
Internet-Angebote unserer Gesellschaft.
Hier die sehr leicht zu merkende Adresse:
<http://www.dgkk.de>**

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

Die neugewählten Vorstandsmitglieder für die Zeit ab 1.1. 2002



1. Vorsitzender

Michael Heuken, 39 Jahre alt; Studium der Elektrotechnik in Duisburg: Epitaxie, MOCVD von GaAs und Al-GaAs für Transistoren. Mit Prof. Heime Stellung an der RWTH Aachen, Institut für Halbleitertechnik. Weiter mit MOCVD beschäftigt und der Epitaxie von II-VI Halbleitern. Danach zur Firma Aixtron, F/E Aktivitäten, die vom BMBF und der Europäischen Gemeinschaft gefördert werden, langjähriges DGKK – Mitglied, Leiter des Arbeitskreises Epitaxie von III-V-Halbleitern



2. Vorsitzender

Detlef Klimm, 42 Jahre alt. Studium der Kristallographie in Leipzig, Promotion (86) und Habilitation (95) zum Thema Untersuchungen zur Realstruktur von Sphalerit-Typ kristallisierenden Substanzen mit Ultraschall. Längerfristige Studienaufenthalte in Moskau, Göttingen und Tübingen. Seit 1996 am IKZ eingestellt: Beschäftigung mit thermischer Analyse und thermodynamischen Gleichgewichtsrechnungen vor allem zu Oxiden und Fluoriden.



Schatzmeister

Manfred Mühlberg, 51 Jahre alt. Studium der Kristallographie an der Humboldt-Universität Berlin. Promotion: Einkristallzüchtung und Charakterisierung von PbTe. Beschäftigung mit IV-VI und II-VI Halbleitern. Seit 1992 Prof. für Kristallographie an der Universität zu Köln: Einkristallzüchtung und kristallphysikalische Charakterisierung oxidischer Materialien (ausgewählte azentrische Borate und Niobate).



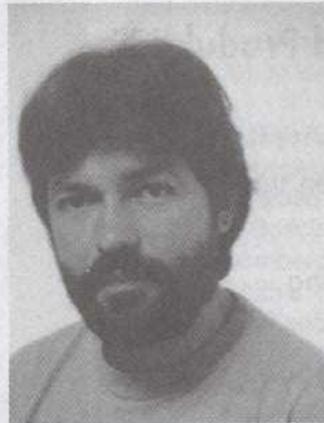
Schriftführerin

Anke Lüdge aus Berlin. Studium der theoretischen Elektrotechnik an der TU Ilmenau. Nach 1975 Beschäftigung mit der Identifikation diffusionbehafteter Systeme in der Elektrochemie am Zentrum für wissenschaftlichen Gerätebau der damaligen Akademie der Wissenschaften in Berlin. Promotion 1987. Arbeitsgebiet seit 1986 (seit 1992 in IKZ-Berlin) ist die Floating Zone (FZ) Siliziumkristallzüchtung mit Schwerpunkten in der Prozessmodellierung und der Charakterisierung des Kristallwachstums.



Beisitzer

German Müller-Vogt, die „personifizierte Kontinuität“ in der DGKK: Mitglied seit 1974, in den letzten 16! Jahren im Vorstand als Schatzmeister tätig. Leiter des Kristall- und Materialentwicklungslabors an der Universität Karlsruhe. Leiter des Arbeitskreises II-VI-Halbleiter der DGKK.



Beisitzer

Torsten Boeck, 43 Jahre alt. Studium der Kristallographie in Berlin, Promotion über Transportphänomene in metallischen Lösungen, seit 1992 am IKZ, seit 1996 Leiter der Arbeitsgruppe kristalline Schichten, selektives Wachstum von Silizium und SiGe auf kristallinen und amorphen Substraten



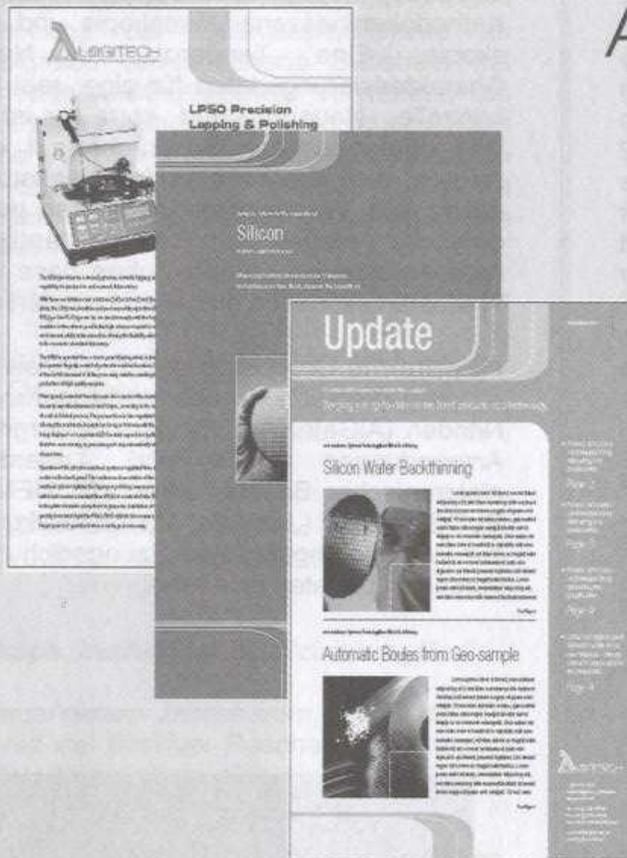
Beisitzer

Albrecht Seidl, 35 Jahre alt. Studium der Werkstoffwissenschaften in Erlangen. Promotion bei Prof. Müller im Bereich Wärme- und Stofftransport in Halbleiterschmelzen; in diesem Zusammenhang Kooperationen insbesondere mit der Wacker Siltronic AG Burghausen und FCM Freiberg. Seit 1997 Tätigkeit bei FCM im Bereich Forschung und Entwicklung, Leitung F&E LEC Züchtung

Accept No Limits

Materialbearbeitung für:

- Kristallografie
- Halbleitertechnologien
- Photonik
- Mikrosystemtechnik
- Geowissenschaften
- Optik
- Optoelektronik
- Wellenleiter und Fasern
- Keramik



Treffen Sie LOGITECH: 15. Mai 2001 LOGITECH Info Tag, Stuttgart
 Juni 2001 LASER 2001, München
 04. September 2001, LOGITECH Geoworkshop, Willich
 April - November 2001, Struers Workshops



Struers GmbH
 LOGITECH Product Group
 Linsellesstr. 142
 47877 Willich
 +49/ (0) 2154/ 818-159

e-mail : verkauf.struers@struers.de
www.logitech.uk.com

BERICHTE UND MITTEILUNGEN AUS DEN DGKK-ARBEITSKREISEN

15. Workshop des DGKK-Arbeitskreises „Epitaxie von III/V-Halbleitern“

am 11. & 12. Dezember 2000
im Dorint Hotel Bad Dürkheim

Bericht von **Henning Fouckhard**, Universität Kaiserslautern

Der DGKK-Workshop „Epitaxie von III/V-Halbleitern“, der im Jahr 2000 zum 15. Mal veranstaltet wurde, hat sich seit seiner ersten Ausrichtung zu einem wichtigen Bestandteil in der Konferenzlandschaft im Umfeld der Materialwissenschaften, der optoelektronischen Halbleiterkristalle und der Halbleiterepitaxie entwickelt. Dies wurde beim 15. Workshop wieder durch die große Teilnehmerzahl von etwa 150 (davon ca. 35 Firmenrepräsentanten), die rege Beteiligung von Firmen mit insgesamt 26 Ausstellungsständen und durch 42 eingereichte Diskussionsbeiträge (davon 2 als eingeladene Vorträge von Herrn Dr. Karl Eberl vom Max-Planck-Institut für Festkörperforschung in Stuttgart und Herrn Dr. Werner Prost vom Zentrum für Halbleitertechnik und Optoelektronik der Universität Duisburg) unterstrichen.

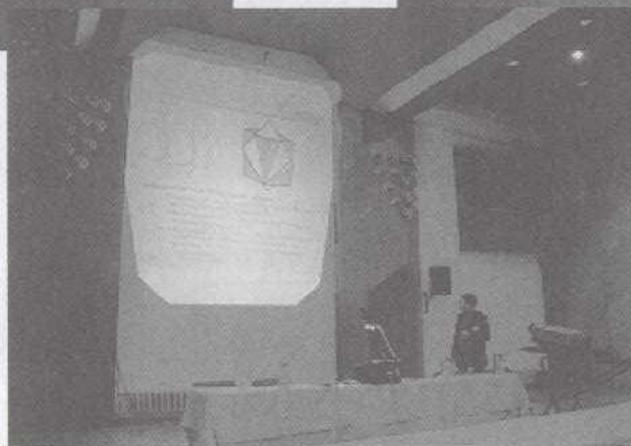
Die Tagung wurde durch zum Teil sehr großzügige Firmenspenden und Teilnahmegebühren finanziert. Die Sponsoren waren:

Accent Semiconductor Technologies, AIXTRON, Akzo Nobel, AXT-Sofrasil, CrysTec, CS Clean Systems, Emcore Corporation, EMF, Epichem, Epi Europe, Eurotherm Regler, LayTec, Millipore, Mochem, Parcom, Ribber, Rohm and Haas Company, SAES Getters, Scutum Analysetechnik, Sentech, Staib Instrumente, Varian Deutschland, VTS – CreaTec, Wafer Technology, Winder Technologies, Zellweger Analytics.

Der Workshop wurde von Prof. Dr. Henning Fouckhard und seiner Arbeitsgruppe (Lehrstuhl) für Integrierte Optoelektronik und Mikrooptik im Fachbereich Physik der Universität Kaiserslautern organisiert.

Die zum Teil sehr interessanten wissenschaftlichen/technischen/ technologischen Fortschritte, über die beim Workshop berichtet wurden, lassen sich kurz wie folgt zusammenfassen:

- Bei Forschungsanlagen zur Epitaxie ist – zur Ermöglichung immer komplizierterer oder technologisch anspruchsvollerer Strukturen – eine deutliche Tendenz zu mehr und verbesserter In-situ-Wachstumskontrolle zu verzeichnen: RHEED („reflective high energy electron diffraction“), RAS („reflection anisotropy spectroscopy“), Ellipsometrie, Raster-Kathodolumineszenz-Mikroskopie und Mikro-Raman-Spektroskopie. Eine Tendenz zur Nutzung der In-situ-Charakterisierungsdaten für eine „real time on line“ Prozesskontrolle, -steuerung und -korrektur ist deutlich festzustellen. Wie demgegenüber Gespräche auf der Firmenausstellung zeigten, wird das epitaktische Wachstum mit Standard-Materialien und -Wachstumsverfahren so gut verstanden, dass industrielle Anlagen zum Teil vollständig auf Knopfdruck und rechnergesteuert arbeiten, ohne dass überhaupt eine In-situ-Wachstumskontrolle eingesetzt werden muss.
- Zahlreiche Gruppen arbeiten intensiv mit sehr gutem Erfolg an der Untersuchung und Verbesserung des Wachstums von Nitriden (AlGaInNAs) vor dem Hintergrund optoelektronischer Anwendungen (LED und Laserdioden), aber auch elektronischer Bauelemente (z.B. HEMT). U.a. hat sich der ELOG-Ansatz („epitaxial lateral overgrowth“) als praktikabel zur Reduzierung der Versetzungsdichte in GaN-Filmen auf diversen Substraten erwiesen.



- Die unterschiedlichsten III/V-Halbleiternaterialien für diverse Bauelemente und Anwendungen in Elektronik, Optoelektronik, Magnetooptik und Spinelektronik können mit MOCVD („metal organic chemical vapor deposition“) unter unterschiedlichen Wachstumsbedingungen gewachsen werden. Zahlreiche Anstrengungen existieren in Richtung auf die Entwicklung und Verwendung neuer (in mehrerer Hinsicht) verbesserter MOCVD-Quellmaterialien.

- Das große Workshop-Thema unter der Überschrift „Nanostrukturen und Bauelemente“ waren selbstorganisierte Quantenpunkte und Quantenpunkt-Laser. Nicht nur haben verschiedene Gruppen bereits Quantenpunkt-Laser, sondern es laufen sogar schon zahlreiche Bemühungen, Quantenpunkt-Laser in unterschiedlichen Materialsystemen mit verschiedenen Wellenlängenbereichen zu realisieren. Um den Füllfaktor durch Erhöhung der Quantenpunktdichte zu erhöhen, werden erfolgreich vorstrukturierte Substrate mit elektronenstrahlgeschriebenen Streifenreliefs verwendet, die dazu führen, dass zumindest in einer Dimension (quer zu den Streifen) die statistische Verteilung der Quantenpunkte durch eine deterministische dichte Anordnung abgelöst wird. Ein Übergang auf 2-dimensionale Reliefs bei den vorstrukturierten Substraten ist abzusehen.

Der 16. Workshop „Epitaxie von III/V-Halbleitern“ wird vom Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik Berlin (Dr. Norbert Grote, Dr. Harald Künzel) ausgerichtet und voraussichtlich am 6. & 7. Dezember 2001 in Berlin im Ludwig-Erhard-Haus stattfinden.

2. Kinetikseminar der DGKK

am 22. und 23. Februar 2001 an der Universität Erlangen-Nürnberg

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

Nachdem im März vergangenen Jahres vom IKZ Berlin ein erstes Kinetikseminar mit viel positiver Resonanz veranstaltet wurde und sich alle Teilnehmer für eine Fortführung aussprachen, fand dieses Jahr das zweite Seminar in Erlangen statt.



Kin.-Sem.-Bild 1: Pausendiskussion der Teilnehmer des Kinetikseminars 2001: (v.l.n.r.) U. Köhler (Univ. Bochum), H. Strunk (Univ. Erlangen), F. Gutheim, H. Müller-Krumbhaar (beide IFF Jülich), Th. Klupsch (IMB Jena), W. Miller (IKZ Berlin), A. Muiznieks (Univ. Hannover)



Kin.-Sem.-Bild 2: (v.l.n.r.): R. Lauck (MPI Stuttgart), R. Ehlich (MBI Berlin), H. Emmerich (MPI Dresden), E. Vlieg (Univ. Nijmegen), H. Strunk (Univ. Erlangen), Y. Tomm HMI Berlin)

Inzwischen hatte die DGKK-Mitgliederversammlung die Gründung eines Arbeitskreises „Kinetik“ beschlossen. Es wurde empfohlen, den recht breiten Interessentenkreis (nicht nur in Deutschland) jährlich einmal unter Obhut der DGKK in seminaristischer Form zusammenzuführen.

Seither besitzt dieser Arbeitskreis eine eigene Homepage im Internet unter www.dgkk.de (dort „Aktuelles“ bzw. „Arbeitskreise“ „anklicken“), wo Berichte über vergangene Treffen und geplante Zusammenkünfte abgerufen werden können.

Auch in diesem Jahr zeichnete sich bereits im Vorfeld ein erneut hohes Interesse ab. Es gingen zahlreiche Anmeldungen aus nahezu allen modernen Bereichen der Kristallzüchtung, Physik und Materialforschung ein. So konnte wiederum ein auserlesenes Programm aus 17 Vorträgen zusammengestellt werden. In einem ersten Abschnitt wurden theoretische und praktische Analysen von Grundlagenphänomenen abgehandelt. Es folgten Beiträge zur Untersuchung und Interpretation von Wachstumsmoden bei der Epitaxie. Anschließend wurde die Wachstumskinetik hochaktueller neuer Materialien wie Kohlenstoff-Nanoröhrchen, texturierte Metallsulfidschichten für die Photovoltaik und biologische Makromoleküle diskutiert.



Kin.-Sem.-Bild 3: Beim fränkischen Abendessen: (v.l.n.r.) G. Müller, H. Strunk (beide Univ. Erlangen), R. Ehlich (MBI Berlin), E. Vlieg (Univ. Nijmegen), W. Miller (IKZ Berlin), C.F. Woensdregt (Univ. Utrecht)



Kin.-Sem.-Bild 4: Wieder einmal ist es die „verdammte“ Struktur der Schmelze und für die Formeln muß die Tischdecke erhalten: H. Müller-Krumbhaar (IFF Jülich) bei der Abenddiskussion

Nachdem die Wichtigkeit der Beherrschung der atomistischen Kinetik auch für die bulk-Züchtung (von SiC-Kristallen) demonstriert wurde, schloß das Meeting mit industrierelevanten Fragestellungen, darunter zur Einbeziehung der Gaskinetik in 3D-Modellierungen von MOCVD-Reaktoren ab. Insgesamt hatten sich 40 Teilnehmer eingefunden. Besonders erfreulich war die erneute Teilnahme von Fachkollegen aus der niederländischen „Kinetik-Schule“. Herr E. Vlieg (Univ. Nijmegen) stellte Ergebnisse zur in-situ-Untersuchung von fest-flüssig Phasengrenzen vor. Herr C.F. Woensdregt (Univ. Utrecht) verglich die berechneten Gleichgewichtspolyeder mit dem Habitus gewachsener Kristallite. Die als Gastwissenschaftler tätigen russischen Teilnehmer (V.M. Kaganer/ PDI Berlin, B. Epelbaum/Univ. Erlangen, Y.N. Makarov/Univ. Erlangen) demonstrierten mit ihren Beiträgen einmal mehr die „hohe Schule“ theoretischer Beschreibungen kinetischer Vorgänge im Gas, an Epitaxieoberflächen und im bulk-Material. Die von deutscher Seite ebenfalls durchweg auf sehr hohem Niveau gehaltenen Vorträge (s. angefügtes Programm) können hier nicht alle detailliert besprochen werden. Es seien nur einige Eckpunkte genannt. So gab der Eröffnungsvortrag von Herrn H. Müller-Krumbhaar (IFF der KFA Jülich) einen faszinierenden Überblick über den bisherigen theoretischen Erkenntnisstand zur Strukturbildung unter diffusionskontrollierten Bedingungen. Noch offen ist zum Beispiel die Frage, wie es zum strengen Paarverhalten paralleler Wachstumszweige, sogenannter „Doublons“, kommt. Frau H. Emmerich (MPI Dresden) stellte interessante theoretische Ansätze zur Beschreibung

charakteristischer Wellungen entlang der Stufen vizinaler Flächen (Cu) vor.

Herr J. Neugebauer (FHI Berlin) errechnete eine forcierte Diffusion von Stickstoffatomen unter der Oberfläche polarer Ga-angereicherter GaN-Schichten. Von Herrn F. Gutheim (IFF der KFA Jülich) wurde die elastische Wechselwirkung der Teilchen in den epitaktischen Keimbildungsvorgang einbezogen. Herr H. Wawra (IKZ Berlin) zeigte das überraschende Ergebnis, daß beim zweiten Kontakt einer geordneten Si-Ge-Inselstruktur mit einer Schmelzlösung die Zwischenräume mit neuen Keimen aufgefüllt werden und kaum die bereits vorhandenen Pyramiden weiterwachsen. Herr J. Griesche (Inst. f. Solartechnologien Frankfurt a. d. Oder) demonstrierte eindrucksvoll die Möglichkeiten der Interpretation und kontrollierten Nutzung von RHEED-Oszillationen zur Erhöhung der Schärfe von Superlattice-Übergängen. Beeindruckend waren wieder die in-situ rastertunnelmikroskopischen Sequenzen von Herrn U. Köhler (Univ. Bochum), die u.a. zeigten, daß Monolagen des Si-Substrates zur Nahrung von Eisensilizidkeimen aufgebraucht werden. Äußerst dünnwandige C-Nanoröhrchen die zu einer noch nicht erklärbaren Y-Verzweigung neigen zeigte Herr R. Ehlich (MBI Berlin). Frau Y. Tomm (HMI Berlin) fragte nach den kinetischen Hintergründen einer Parallelausrichtung der Texturplättchen in W- und Ni-Sulfid-Schichten. Herr Klupsch (IMB Jena) referierte in-situ-Untersuchungen mit der „Laser Scanning Microscopy“ beim Wachstum von Insulin-Kristallen und findet auch hier das Phänomen des „step bunching“ vor. Herr D. Schulz (IKZ Berlin) zeigte den Einfluß der Stöchiometrieabweichung auf den Stufenfluß bei der SiC-Züchtung aus der Dampfphase. Herr Wagner (Univ. Stuttgart) untersuchte die Wachstumsbedingungen für eine minimale Defektdichte bei der Niedertemperaturepitaxie von Si.

Insgesamt kann eingeschätzt werden, daß dieses Seminar wiederum zur engeren Zusammenführung von Theoretikern und Praktikern, von Kristallzüchtern und Physikern beitrug und erneut demonstrierte, daß es auch in Deutschland ein hohes Niveau der Forschungen auf dem Gebiet der Wachstumskinetik gibt. Nun haben wir es für die DGKK „wiedererschlossen“.

Allen Vortragenden und Teilnehmern sowie den örtlichen Organisatoren um Herrn H. Strunk vom Lehrstuhl für Mikrocharakterisierung der Universität Erlangen-Nürnberg sei herzlich für ihre Mühen um das Gelingen dieser Veranstaltung gedankt.

Das nächste Treffen findet voraussichtlich am 14. – 15. Februar 2002 in Dresden statt. Für die Organisation vor Ort hat sich Frau H. Emmerich bereit erklärt.

Gehaltene Vorträge:

H. Müller-Krumbhaar (Inst. f. Festkörperforschung, Theorie 3, KFA Jülich)

Diffusionsbedingte Strukturbildung

E. Vlieg (Dept. Solid State Chemistry, University of Nijmegen, NL)

The solid-liquid interface structure of growing crystals

C.F. Woensdregt (Fac. of Earth Sciences, Utrecht Univ., NL)
Attachment energies, surface topology and crystal morphology

H. Emmerich (Max-Planck-Inst. für Physik komplexer Systeme, Dresden)

Morphologieübergänge an Kupferoberflächen

J. Neugebauer (Fritz-Haber-Inst. der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin)

Wachstumssimulationen von Gruppe-III-Nitridhalbleitern auf mikroskopischer und mesoskopischer Skala

V.M. Kaganer, K.H. Ploog (Paul-Drude-Inst. für Festkörperelektronik, Berlin)

Strained islands as step bunches: shape and growth kinetics

F. Gutheim (Inst. f. Festkörperforschung, Theorie 3, KFA Jülich)

Epitaktisches Wachstum unter elastischer Wechselwirkung: Inselbildung im Submonolagenbereich

H. Wawra (Inst. f. Kristallzüchtung, Berlin)

Spannungsinduziertes Wachstum bei der Flüssigphasen-Heteroepitaxie am System

$\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$

J. Griesche (Inst. f. Solartechnologien, Frankfurt/Oder)

Untersuchungen zum Wachstumsmechanismus von breitlückigen II-VI-Verbindungshalbleitern mit Hilfe der Phase-lock-Epitaxie

U. Köhler (Universität Bochum, Experimentalphysik)

Keimbildungsvorgänge bei der Eisensilizidbildung auf Si(111) und hochinduzierten Siliziumflächen (mit Videovorführung)

R. Ehlich (Max-Born-Inst., Berlin)

Zur Kinetik des Wachstums von C-Nanoröhrchen - Y-Verzweigung

Y. Tomm, S. Fiechter (Hahn-Meitner-Inst. Berlin)

Wachstum hochtexturierter Wolframsulfid-Schichten aus Nickelsulfid-Schmelzen

Th. Klupsch (Inst. f. Molekulare Biotechnologie, Jena)

Keimbildung und Frühstadien des Kristallwachstums biologischer Makromoleküle

D. Schulz (Inst. f. Kristallzüchtung, Berlin)

Untersuchungen zur Atomistik des Wachstums von SiC-Kristallen aus der Dampfphase

D. Hofmann, B. Epelbaum (Dpt. Mat. Science VI, Univ. of Erlangen-Nürnberg)

Kinetische Aspekte bei der Bildung und Eliminierung von Mikroröhren und Makrodefekten während des SiC-Kristallwachstums

Th. Wagner, R. Bergmann (Institut f. Physikalische Elektronik, Universität Stuttgart)

Hochraten-Niedertemperaturepitaxie von Si: Wachstumsmechanismen und Anwendungen

Y.N. Makarov (Univ. Erlangen), S.Y. Karpov (Soft-Impact Ltd. Petersburg), T. Bergunde (Ferdinand-Braun-Inst. f. Hochfrequenztechnik Berlin)

Detailed 3D modeling of transport and reaction kinetics of MOVPE of III-V ternary compounds in production scale planetary reactor

Cyberstar

SCIENTIFIC & INDUSTRIAL INSTRUMENTS

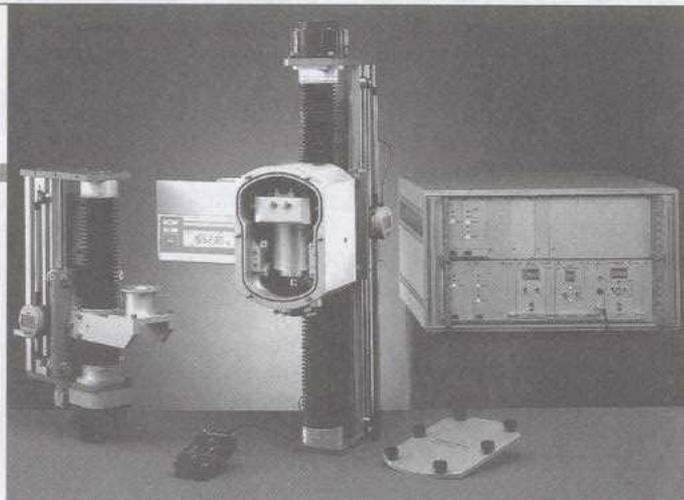
The outstanding elements which make the worldwide reputation of Cyberstar are available to equip your new puller frame or retrofit your old machine.

■ MAIN FEATURES ARE:

- **DIRECT DRIVE CRYSTAL TRANSLATION AND ROTATION UNITS**
 - Direct drive, vibration free units.
 - Torque mode motors and electronics.
- **WEIGHING DEVICE FOR DIAMETER CONTROL**
 - High sensitivity and resolution.
 - High thermal stability.
- **CONTROL CONSOLE INCLUDING:**
 - Electronics.
 - Computer and Software (Windows version).
- **READY TO BE CONNECTED TO YOUR RF GENERATOR OR FURNACE POWER STAGE**

■ CRYSTAL GROWTH EQUIPMENTS OF ANY SIZE

- Czochralski oxides pullers.
- Czochralski II - VI and III - V crystals.
- Bridgman - Stockbarger furnaces.
- Image furnaces (Xenon, halogen, laser heatings).



■ CATALOG OF PARTS FOR CRYSTAL GROWTH EQUIPMENTS

- Vacuum tight.
- Water cooled chambers.
- Water cooled pulling rod.
- Seed orientation device.
- Magnetic rotating seal.
- Glass to metal coaxial feedthrough.

■ MAIN CUSTOMERS OVER THE WORLD

USA, Europe, Asia.

Cyberstar

Call for more information

Parc Sud Galaxie - BP 344 - 38435 Echirolles cedex - France

Tel. 33 4 76 40 35 91 - Fax 33 4 76 40 39 26

E-mail: cyberstar@dial.oleane.com - Website: www.cyberstar.fr

Workshop**"Angewandte Simulation in der Kristallzüchtung"**

14. und 15. Februar 2001 in Aufseß

Bericht von **S. Eichler und A. Seidl**,
Freiberger Compound Materials (FCM)

Der Workshop sollte Kristallzüchter zu einem Erfahrungsaustausch zusammenbringen, welche die Ergebnisse numerischer Simulation zu nutzen versuchen. Weiter sollten Anbieter bzw. Entwickler von Modellierungssoftware mit den realen Anwenderproblemen bzw. -wünschen konfrontiert werden. Angesprochen war die in Deutschland besonders stark vertretene Massivkristallzüchtung in ihrer ganzen Breite, also von den Halbleitern bis zu den Oxiden, von der Schmelz- bis hin zur Gasphasenzüchtung.

Der Workshop hatte somit primär das Ziel, die Diskussion zwischen Anwendern und Herstellern von Modellierungssoftware bzw. zwischen den Anwendern untereinander über die Möglichkeiten des praktischen Einsatzes, über Anforderungen der Nutzer und Möglichkeiten der Mathematik/ Numerik zu initiieren.

Als Tagungsort wurde Aufseß inmitten der Fränkischen Schweiz gewählt, aufgrund der zentralen Lage bezüglich aller Teilnehmer. Der Brauereigasthof Sonnenhof bot eine angenehme Atmosphäre inklusive einer Exkursion durch die eigene Brauerei mit anschließender Bierprobe. Mit 42 Teilnehmern von 17 Firmen oder Instituten übertraf die Teilnehmerzahl die ursprünglichen Erwartungen, wobei allerdings nur etwa ein Drittel der Teilnehmer dem Lager der "Anwender" zuzurechnen war.

Teilnehmer:

J. Virbulis, D. Zemke (Wacker Siltronic AG, Burghausen); T. Büniger, S. Eichler, M. Jurisch, A. Seidl, J. Stenzenberger (Freiberger Compound Materials GmbH); M. Rasp (SiCrystal AG, Erlangen); M. Bruder, H. Figgemeier (AEG Infrarot-Module GmbH, Heilbronn); K. Dupré (FEE GmbH, Idar-Oberstein); K. Böttcher, C. Frank, W. Miller, M. Neubert, U. Rehse, P. Reiche, H. Wilke (IKZ, Berlin); R. Löffler, S. Martens (Fluent Deutschland GmbH, Darmstadt); M. S. Ramm (Soft-Impact Ltd., St. Petersburg, Russland); Y. Makarov (CompuSoft International Ltd., Savonlinna, Finnland); B. Fischer, J. Friedrich, M. Haince, T. Jung (FhG IIS-B, Erlangen); V. Galindo, G. Gerbeth, I. Grants (FZ Rossendorf, Dresden); E. Bänsch, W. Dreyer, P. Philip, J. Sprekels (WIAS, Berlin); A. Voigt (Stiftung caesar, Bonn); G. Ardelean, M. Krause, D. Vizman (WW6, Uni Erlangen); S. Enger, L. Kadinski, M. Selder (LSTM, Uni Erlangen); H. Krause (IWTT, TU Freiberg); A. Muiznieks (Inst. f. Elektrowärme, Uni Hannover).

Das Programm gliederte sich in zwei Abschnitte, in denen einerseits Anwender über ihre Modellierungserfahrungen und andererseits Softwareentwickler und Numeriker zu den aktuellen Möglichkeiten und Entwicklungen der Modellierung vortrugen. Zwischen den Vortragsblöcken sowie Abends war viel Zeit für Diskussionen, Kennenlernen sowie den Besuch der mit eigenen Ständen präsenten Firmen bzw. Institutionen vorgesehen.

Im ersten Teil wurde deutlich, daß die Modellierung von Kristallzüchtungsprozessen ein wichtiger Faktor bei der Unterstützung von Technologieentwicklung und Produktionsbetreuung geworden ist, obwohl längst noch nicht alle Fragestellungen der sehr komplexen Problematik gelöst werden können. Bei den Beiträgen der Softwareproduzenten bzw. Modellierungsgruppen im universitären Bereich wurde ein guter Überblick in Bezug auf den Spagat von

anwenderfreundlicher "ingenieur-kompatibler" Software und aktueller Spitzenforschung gegeben. Die state-of-the-art Software ist in der Lage, eine "globale" 2D-Modellierung unter Einbeziehung der mehr oder weniger komplizierten Wärmetransportmechanismen zu liefern. Für spezielle Probleme der 3D-Schmelzkonvektion (FZ-Si, Si), des Stofftransports (Si-Schmelze, SiC-Gasphase) sowie der Modellierung des Defekthaushaltes (Cz-Si) gibt es Lösungen bzw. Lösungsansätze. Zunehmende Bedeutung gewinnen Optimierungsalgorithmen, die sich der "inversen" Modellierung bedienen. Auch Entwicklungen auf mathematisch/numerischem Gebiet wurden vorgestellt, die Grundlagenentwicklung effizienter Verfahren wird im Zuge weiter wachsender Anforderungen an die Rechenperformance immer wichtiger.

Die Diskussionen zeigten, daß es sehr differenzierte Anforderungen an die Modellierungssoftware gibt. Zum einen wurde eine sehr einfach zu bedienende, zur Begleitung der Produktionsprozesse geeignete Software gefordert. Andererseits sollen auch sehr anspruchsvolle Modelle (z.B. 3D-Schmelzkonvektion, ...) in Anwendersoftware implementiert sein. Die Nutzung der Modellierung bei der Technologieentwicklung scheint jedoch noch sehr stark von der Kraft und Größe eines Unternehmens abhängig zu sein. Größere Unternehmen oder Institute "leisten" sich eigene Modellierungsgruppen, die verschiedene Probleme mit verschiedenen anzupassenden Tools lösen können. Mittlere bis große Firmen nutzen die Modellierung "in-house", um die Kooperation mit den Experimentatoren so eng wie möglich gestalten zu können. Kleinere Firmen arbeiten mit externen Institutionen zusammen oder betreiben keine Modellierung, weil es gewisser Startinvestitionen an Rechentechnik und "man power" bedarf.

Die Voraussetzungen für die Entwicklung bzw. Nutzung von Modellierungssoftware können zunächst in den folgenden Punkten kategorisiert werden:

- physikalisches, chemisches Modell (Grundlagen)
- Modellparameter (Material, Prozeß)
- numerische Algorithmen und Implementierung (Software)
- Rechenleistung (Hardware)
- Überprüfung des Modells (Messungen, Experimente)

Auf allen Feldern ist die Entwicklung voranzutreiben, um die Modellierung effektiver und realitätsnäher zu machen. Der größte Entwicklungsbedarf und die meisten Gemeinsamkeiten der Anwenderforderungen stellte sich bei den folgenden Punkten heraus:

- 3D-Modellierung der Schmelzkonvektion (Einfluß von Magnetfeldern, Phasengrenze, Stofftransport)
- Stofftransport and chemische Kinetik (mehrere Spezies)
- Bestimmung von Materialkonstanten (T-, und p-abhängig)
- Modellierung des Defekthaushaltes (Punktdefekte, Punktdefekt-Cluster, Versetzungen)
- Entwicklung effizienter Algorithmen (z.B. Mehrgitterverfahren)

So wurde beispielsweise bezüglich der Bestimmung von Materialkonstanten von allen präsenten Halbleiter-Kristallzüchtern besonders großes Interesse an den Hochtemperatur-Eigenschaften der graphitischen Ofenbaumaterialien festgestellt. Hier wären gemeinsame Aktivitäten der betroffenen Firmen und Institute denkbar.

Auch bei der Förderung von Software-Entwicklung (z. B. 3D-Modellierung der Schmelze, Stofftransport-Kinetik) sollte aufgrund des vielfach doch ähnlichen Bedarfs der

Kristallzüchter an mehr Kooperation untereinander gedacht werden.

Als weitere wichtige Fragestellung erwies sich die Wachstumskinetik auf makro-, meso- und mikroskopischer Skala sowie alle Vorgänge, die das Wachstum an der Phasengrenze bestimmen (z. B. meniskussteuertes Wachstum bei Czochralski-ähnlichen Verfahren). Diese Dinge sind insbesondere bei der Oxidkristallzüchtung von herausragender Bedeutung und seitens der Modellierung noch kaum thematisiert.

Die Anforderungen an Software, die im Produktionsbetrieb von Technologen bedient werden können muß, konzentrieren sich hauptsächlich auf die Robustheit in Bedienung und Rechnung sowie auf Voreinstellung und automatischer Einbeziehung des physikalischen wie numerischen Apparates. Es wurde jedoch darauf hingewiesen, daß eine solche Software kaum die anspruchsvollsten Modelle enthalten kann, d.h. es wird nur eine begrenzte, aber durchaus stabile Aussagekraft und Realitätsnähe zu erreichen sein.

Ankündigungen

Arbeitskreis Intermetallische Systeme

Einladung zum 5. Treffen des Arbeitskreises "Intermetallische Verbindungen" der DGKK

Sehr geehrte Damen und Herren,
die nächste Zusammenkunft des Arbeitskreises "Intermetallische Verbindungen" der DGKK findet vom 27.-28.09.2001 in Dresden statt. Für den 27.09. ab ca. 13 Uhr sind Vorträge vorgesehen, zu denen wir Ihre Vorschläge erwarten. Sie sollen wieder in Form von Arbeits- und Problemlösungen gestaltet sein.

Für den 28.09. sind Laborbesichtigungen im Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden (<http://www.ifw-dresden.de>) und im MPI für Chemische Physik fester Stoffe in Dresden (<http://www.cfps.mpg.de>) geplant.

Für die Planung bitten wir Sie, um Ihre Anmeldung. Adressen von Unterkünften vermitteln wir Ihnen gern, eine Anmeldung dort sollte jeder selbst übernehmen.

Mit freundlichen Grüßen

Dr. Günter Behr

Tel.: 0351-4659 404

Fax.: 480

e-mail: G.Behr@ifw-dresden.de

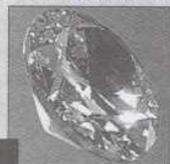
Generatoren für die Induktionserwärmung

Mit verschiedenen Baureihen von MF- und HF-Generatoren bietet **HÜTTINGER** das ganze Anwendungsspektrum der Induktionserwärmung.



Anwendungsbeispiele:

Kristallziehen



Glühen



Schmieden

Qualität hat einen Namen:

Hüttinger Elektronik GmbH + Co. KG
Elsässer Str. 8, D-79110 Freiburg, Germany
Tel.: +49-761-89 71-0, Fax: +49-761-89 71-150
email: info-ec@huettinger.com
Internet: <http://www.huettinger.com>



TRUMPF-Gruppe

Arbeitskreis Laserkristalle

Arbeitskreis Kristalle für Laser und Nichtlineare Optik

Die nächste Arbeitskreistagung ist für den 27. und 28. September 2001 turnusgemäß in **Köln** geplant. Alle Interessenten sind herzlich eingeladen. Vorträge und Diskussionsbeiträge sind erwünscht und können ab sofort, möglichst jedoch bis zum 10.09.01, angemeldet werden. Bis zu diesem Zeitpunkt sollte auch Ihre verbindliche Anmeldung vorliegen (möglichst per E-Mail).

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Manfred Mühlberg
Universität zu Köln
Institut für Kristallographie
Zülpicher Str. 49b
50674 Köln
Tel.: 0221/470-4420
FAX: 0221/470-4963
E-Mail: manfred.muehlberg@uni-koeln.de

Hotelreservierung: www.koeln.de.

Nähere Informationen sind ab Anfang Mai unter www.uni-koeln.de/math-nat-fak/kristall/ak_oxid01.html bzw. auf der Homepage der DGKK zu erhalten.

Prof. Dr. M. Mühlberg

KRISTALLZÜCHTUNG IN DEUTSCHLAND

Kristallwachstum Biologischer Makromoleküle

R. Hilgenfeld, Th. Klupsch, P. Mühlig und J.R. Mesters
Institut für Molekulare Biotechnologie, Jena

Die Kenntnis der dreidimensionalen Strukturen biologischer Makromoleküle (Proteine, Nucleinsäuren) ist der Schlüssel zum Verständnis ihrer Funktion. Die Methode der Wahl zur experimentellen Strukturaufklärung ist die Röntgenstrukturanalyse: Mehr als 80 % aller Proteinstrukturen werden auf diesem Wege bestimmt. Im Gegensatz zur NMR-Spektroskopie kennt die Röntgenstrukturanalyse keine Limitierung im Molekulargewicht der untersuchten Makromoleküle (NMR: ca. 25-30 kD); da die Forschung sich immer mehr hochmolekularen Proteinen und deren Komplexen sowie ganzen Organellen (Bsp.: Ribosom) zuwendet, wird die relative Bedeutung der Kristallstrukturanalyse weiter zunehmen. In Abbildung 1 ist die Struktur des Proteins Thermus Thermophilus Elongationsfaktor Tu im Komplex mit Aurodox dargestellt, die kürzlich in unserer Abteilung aufgeklärt wurde [1]. Allerdings ist die Grundvoraussetzung für eine solche Strukturaufklärung, dass wohlgeordnete Einkristalle des zu untersuchenden Makromoleküls mit Kantenlängen in der Größenordnung von >100 µm gewonnen werden können. Dieser Schritt ist in der Tat oft limitierend und eine wesentliche Ursache dafür, daß wir heute erst von etwa 1 % der menschlichen Proteine die dreidimensionale Struktur kennen.

Der Hauptgrund dafür ist, daß die physikochemischen Grundlagen der Proteinkristallisation sehr komplex sind; bei den Kristallisationsexperimenten wird fast ausschließlich nach Versuch und Irrtum vorgegangen. Infolgedessen sind für jedes zu kristallisierende Protein Hunderte bis Tausende von Bedingungen experimentell zu erproben, und der Erfolg oder Misserfolg der Versuche ist nicht vorherzusagen.



Makromol.-Bild 1: Struktur des Proteins Thermus Thermophilus Elongationsfaktor Tu im Komplex mit Aurodox

Diese Situation ist desto unbefriedigender, als dass der Bedarf an dreidimensionaler Strukturinformation derzeit infolge der Genomprojekte dramatisch ansteigt: Nach dem bevorstehenden Abschluss der Sequenzierungsphasen in den Genomprojekten wird klar werden, dass ein Großteil der Investitionen in die Genomforschung sich nur dann gelohnt haben wird, wenn man anschließend entsprechende Erkenntnisse über die Struktur und Funktion der Genprodukte gewinnen kann. Außerdem nimmt die Bedeutung der Proteinkristallstrukturanalyse für das strukturbasierte Wirkstoffdesign in der pharmazeutischen und biotechnologischen Industrie ständig zu.

In dieser Situation werden derzeit weltweit Anstrengungen unternommen, die physiko-chemischen Grundlagen der Kristallisation von Biopolymeren systematischer zu erforschen, insbesondere die Erfolgsrate der Kristallisationsexperimente deutlich zu erhöhen, die Vorhersagbarkeit von Erfolg oder Misserfolg zu verbessern und neue Methoden zur Gewinnung und Handhabung von Proteinkristallen zu entwickeln. So wird auf dem Gebiet des Kristallwachstums von Biopolymeren gegenwärtig eine Entwicklungsphase nachgeholt, die sich in den klassischen Disziplinen des Kristallwachstums der anorganischen Materialien bereits vor mehreren Jahrzehnten vollzogen hat. Dabei kann die neue Disziplin "Kristallogenie biologischer Makromoleküle" aber auf der nunmehr gesicherten Erkenntnis aufbauen, dass die altbekannten und grundlegenden Effekte und Mechanismen des Kristallwachstums prinzipiell auch beim Kristallwachstum von Biopolymeren existent sind [2,3]. Überdies findet das Kristallwachstum von Biopolymeren fast ausschließlich aus der wässrigen Lösung bei Atmosphärendruck und in der Umgebung der Zimmertemperatur statt (siehe z.B. [4,5]), also unter Bedingungen, die experimentell leicht zugänglich sind und den Einsatz von in-situ-Beobachtungsmethoden, wie etwa AFM [6] oder die konfokale Laser- Scanning- Mikroskopie [7] gestatten.

1851 – 2001

**Seit 150 Jahren Ihr Partner
rund um das Edelmetall**



Die industrielle Anwendung von Edelmetallen und Edelmetall-Legierungen bildet die Kernkompetenz der Produktlinie Precious Metals Technology. Durch die gute chemische Beständigkeit, gerade bei hohen Temperaturen, sind insbesondere Platin und Platinlegierungen zu unverzichtbaren Werkstoffen für Laborgeräte geworden.

Unser Produktprogramm umfasst:

Tiegel für die Kristallzucht

- aus Platin, Iridium, Gold oder Rhenium
- nahtlos gezogen
- geschweißte Ausführung
 - mit gezogenem Boden
 - mit flach eingeschweißtem Boden

Spezielle Produkte nach

Kundenwünschen

Nachheizer, Deckel, Halterungen, etc.

Tiegel, Schalen und Elektroden für das analytische Labor aus unserem Standardprogramm

Spezielle Tiegel- und Abgießschalen

für die Herstellung von Schmelztabletten in der Röntgenfluoreszenz-Analyse (RFA)

Halbzeuge aus Edelmetallen und Edelmetall-Legierungen

Bleche, Folien, Rohre, Kapillare, Drähte

Nutzen Sie unsere langjährige Erfahrung auf dem Edelmetallsektor! Rufen Sie uns an und lassen Sie sich von unseren qualifizierten Mitarbeitern beraten.

Heraeus

W. C. Heraeus GmbH & Co. KG
Engineered Materials Division
Product Line

Precious Metals Technology

Heraeusstr. 12 – 14
63450 Hanau, DEUTSCHLAND

Telefon (0 61 81) 35-45 50

Telefax (0 61 81) 35-86 20

E-Mail:

precious-metals-technology@heraeus.com

{ HYPERLINK <http://www.wc-heraeus.com/> }

precious-metals-technology

In Jena haben wir vor etwa zwei Jahren eine Initiative gestartet, die die vor Ort vorhandene Expertise in der Kristallographie biologischer Makromoleküle einerseits mit dem Erfahrungsschatz von theoretischen Physikern und Mikroskopiespezialisten andererseits verbindet. Einen ersten Erfolg dieser Vorgehensweise stellt der erstmalige Einsatz der konfokalen Laser-Scanning-Mikroskopie zur nicht-invasiven Untersuchung der Kristallisationskinetik von Proteinen dar [7]. Das Institut für Molekulare Biotechnologie und das Institut für Physikalische Hochtechnologie haben jetzt gemeinsam das "Jena BioCrystallogeneses Centre (JBCC)" gegründet, welches von der Thüringer Landesregierung gefördert werden wird. Getreu dem Motto unseres Campus "Physics meets Life Sciences" wird hier versucht, zu einem besseren Verständnis der physikochemischen Grundlagen der Kristallisation biologischer Makromoleküle beizutragen. Unsere Aktivitäten sind dabei integriert in ein großes europäisches Projekt, die "European Bio-Crystallogeneses Initiative", die wir von Jena aus koordinieren. Vorläufiger Höhepunkt unserer Aktivitäten wird die "9th International Conference on the Crystallization of Biological Macromolecules (ICCBM9)" sein, die wir vom 23.-28. März 2002 in Jena veranstalten (www.conventus.de/iccbm9). Alle DGKK-Mitglieder sind herzlich eingeladen, an dieser Tagung teilzunehmen und zum dringend notwendigen Dialog zwischen Kristallzüchtern aus der anorganisch-niedermolekularen und der biologisch-makromolekularen Welt beizutragen!

Im Folgenden sollen einige Aspekte des Kristallwachstums von Biopolymeren etwas genauer diskutiert werden. Man kann sich – als Ausgangspunkt für die weiteren Überlegungen – zunächst modellmäßig denken, dass die in der wässrigen Lösung (genauer: wässrige Elektrolytlösungen mit definiertem pH-Wert als Lösungsmittel) vorhandenen biologischen Makromoleküle, z. B. globuläre Proteine (vorstellbar als Kugeln oder Ellipsoide) über einen „physikalischen“ Wachstumsmechanismus, d.h. in unveränderlicher Form, in den Kristallverband eingebaut werden [2,3]. Auf Grund ihrer im Vergleich zu den Wassermolekülen gewaltigen räumlichen Abmessung (Moleküldurchmesser bis über 10 nm bei Molekulargewichten von 100.000 Da und mehr) kann aber das Wasser mehr oder weniger ungehindert in die aus Gründen der Raumerfüllung verbleibenden Zwischenräume im Kristall eindringen. Das übliche Bild eines kompakten Kristalles ist also nicht korrekt; ein Protein-Einkristall kann bis zu 80 % aus Wasser bestehen, das z.T. an die Oberfläche der Proteinmoleküle gebunden ist. Derartige Einkristalle können eigentlich nur im ständigen Kontakt mit der Lösung existieren; sie sind mechanisch und gegen ionisierende Strahlung sehr empfindlich. Um die Strahlenschädigung bei der Diffraktionsdatensammlung mit Röntgenstrahlung zu vermeiden, sind spezielle Kryotechniken erforderlich, an deren Weiterentwicklung auch in Jena gearbeitet wird [8].

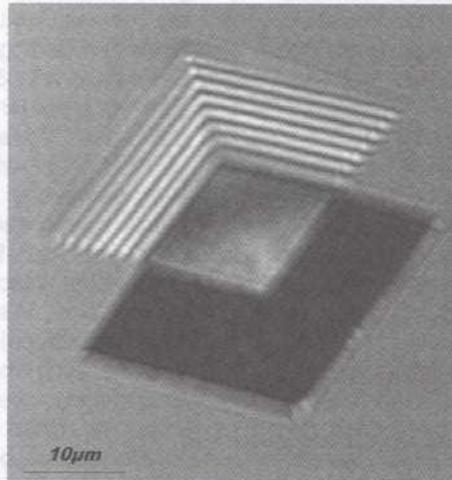
Die Beherrschung des Kristallwachstums erfordert auch bei Biopolymeren die Kenntnis der Phasendiagramme. Trotz der scheinbar sehr einfachen Ausgangs-Modellvorstellung sind die Phasendiagramme kompliziert. Ein wesentlicher Grund liegt in der großen Variabilität der Proteinmoleküle, die polyionisches Verhalten in wässrigen Elektrolytlösungen zeigen, d.h., mit ihren an der Moleküloberfläche lokalisierten positiv und negativ geladenen Aminosäureresten mit den Elektrolyten in der Lösung in Wechselwirkung stehen, so dass sie eine Nettoladung aufweisen und die resultierende Coulomb-Repulsion zwischen den Proteinmolekülen von der Zusammensetzung des Elektrolyten abhängt. Diese langreichweitigen elektrostatischen Wechselwirkungen werden von kurzreichweitigen attraktiven Wechselwirkungen vom van der Waals-Typ überlagert [2,3]. Überraschenderweise wurde vor einigen Jahren auch gefunden, dass die Lösung selbst

mehrphasig sein kann. Auf Grund ihrer Größe verhalten sich nämlich die Makromoleküle in der Lösung selbst wie ein van der Waals-Gas, das unter Umständen eine zweite, dichte („flüssige“) Phase ausbilden kann [9]. Die experimentelle Bestimmung des Phasendiagrammes bedeutet also, ein umfangreiches Parameterfeld insbesondere bezüglich der Zusammensetzung der Lösung zu untersuchen. Ein solches Vorhaben wird dadurch erschwert, dass zum einen die Kristallwachstumskinetik um etwa zwei Größenordnungen langsamer ist als bei anorganischen Materialien [2,3], und dass zum anderen die fraglichen Proteine häufig nur in kleinen Mengen (wenige mg) vorliegen. Es ist abzusehen, dass sich bei Untersuchungen zu den Phasendiagrammen immer stärker optische Beobachtungstechniken, insbesondere die direkte Bestimmung und Extrapolation der Wachstumskinetik an kleinen Kristalliten mit Längendimensionen im 10µm-Bereich mit dem Messmikroskop durchsetzen (siehe auch Abb.2) Da eine ganze Reihe interessanter Systeme das Phänomen der Polymorphie zeigt, ist eine derartige Vorgehensweise ohnehin unverzichtbar.

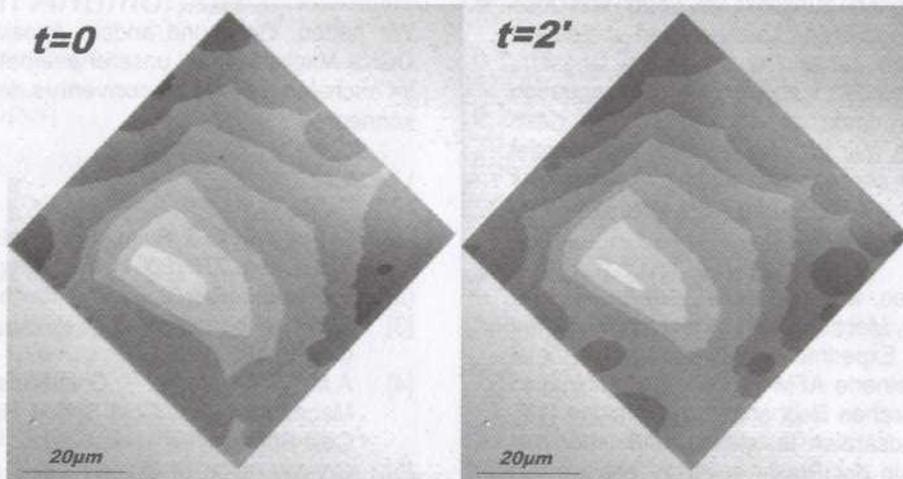
Die umfangreichen Untersuchungen zu den Phasendiagrammen werden durch weitere Methoden unterstützt, mit deren Hilfe direkte Informationen über die Wechselwirkung der Proteinmoleküle in der Lösung gewonnen werden können und die ggf. Aussagen gestatten, in welchen Parameterbereichen eine bevorzugte Kristallisation stattfindet. Hier ist zunächst die Röntgen-Kleinwinkelstreuung zu nennen, mit deren Hilfe sowohl die Molekülform als auch das Wechselwirkungspotential der Proteinmoleküle quantifiziert werden kann. Weniger aufwendig, aber sehr effektiv ist die inzwischen weitgehend etablierte Methode der statischen Lichtstreuung, mit der an verdünnten Proteinlösungen der zweite Koeffizient der sog. statistischen Virialentwicklung des osmotischen Druckes nach der Dichte gemessen werden kann. Dieser stellt ein kumulatives Maß für die zwischenmolekularen Wechselwirkungen (dominierend attraktiv oder repulsiv) dar. Der Parameterbereich, in dem Kristallisationsversuche an Proteinen besonders erfolgversprechend verlaufen, liegt in der Nähe des sog. isoelektrischen Punktes, also dort, wo ein Umschlagen von der vorwiegend attraktiven zur repulsiv dominierten Wechselwirkung erfolgt und die Löslichkeitskurve ein Minimum erreicht [10]. Dieser experimentelle Befund wurde inzwischen auch theoretisch erklärt [11].

Die derzeit weitaus am häufigsten eingesetzten Kristallisationsverfahren von Biopolymeren sind die Methoden des hängenden bzw. stehenden Tropfens [4,5]. Die zu kristallisierende Proteinlösung wird mit einem Fällungsmittel wie etwa Ammoniumsulfat oder Polyethylenglykol in Konzentrationen versetzt, die unterhalb der Fällungsgrenze liegen. Ein Tropfen aus 2 bis 5 µl dieser Lösung wird, an einem Deckglas hängend oder auf einem speziellen Träger sitzend, über einem kleinen Containergefäß positioniert, in welchem außerdem eine Reserviorlösung einer höheren Konzentration desselben Fällungsmittels am Containerboden enthalten ist. Durch die langsame, kontrollierte Verdunstung des Lösungsmittels erfolgt eine allmähliche Erhöhung der Konzentration des Proteins im Tropfen, bis die Löslichkeitskurve und schließlich auch die sog. Übersättigungskurve (beschreibt den beobachtbaren Einsatz der spontanen Keimbildung) überschritten werden und sich Kristallisationskeime (oder aber amorphe Präzipitate) bilden.

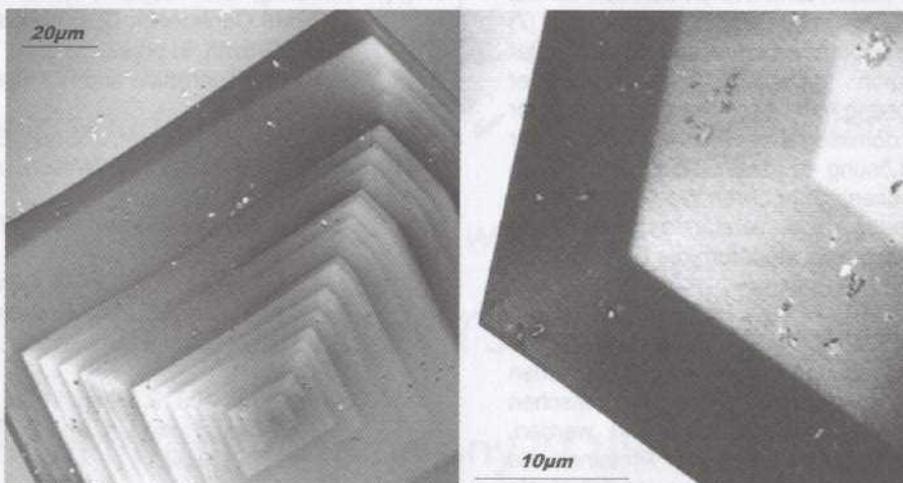
Bei den Abbildungen dieser Seite handelt es sich um Reflexionsbilder monokliner Insulinkristalle im Wachstumsfrühstadium, aufgenommen am IMB mit dem konfokalen Laser-Scanning-Mikroskop TCS (LEICA)



Makromol.-Bild 2: Volumendarstellung eines monoklinen Kristalles durch Interferenzmuster zwischen am Deckglas adsorbierter Oberseite (dunkle Fläche) und der zur gesättigten Lösung angrenzenden Unterseite (dunkle Fläche) des Kristalls. Auf diese Weise können Fehlstellen der Kristalle erkannt werden.



Makromol.-Bild 3a,b: Molekulares Stufenwachstum an der Adsorptionsfläche Kristall/Glas. Die sonst nur mit AFM sichtbaren Stufen können im ungestörten Wachstumsprozess durch Kontrastunterschiede in der Nähe der Totalreflexionsbedingung sichtbar gemacht werden. Die Zeitdifferenz zwischen 3a und 3b beträgt 2 Minuten. Man erkennt deutlich, daß das Wachstum an der Peripherie des Kristalles beginnt (dunkle Flächen).



Makromol.-Bild 4a,b: Auftretende Wachstumsstreifen bei hohen Wachstumsraten. Abb. 4a zeigt unregelmäßige Streifenabstände eines großen Kristalles; Abb. 4b zeigt die hochaufgelöste regelmäßige Streifenstruktur eines kleinen Kristalles

Ein sehr interessantes neuartiges Verfahren stellt die sog. Gegendiffusionsmethode dar [12], bei der sich die Proteinlösung als Gel in einer Quarzglas Kapillare befindet, durch deren eine Öffnung die elektrolytischen Zusätze langsam eindiffundieren können und Kristallisation an der Stelle in der Kapillare beobachtet wird, wo optimale Bedingungen vorliegen.

Bei allen diesen Verfahren muss zunächst eine spontane Keimbildung stattfinden, und der Erfolg eines jeden Verfahrens hängt maßgeblich davon ab, ob in vertretbaren Zeiten möglichst wenige Keime wachsen. Zuverlässige Daten zur freien Oberflächenenergie von Proteinkristallen sind kaum bekannt, und die Untersuchungen zur Keimbildungskinetik an Biopolymeren befinden sich erst am Anfang. Es zeichnet sich aber ab, dass in vielen Fällen die Keimbildung um Größenordnungen langsamer abläuft als der Induktionszeit entsprechend zu erwarten wäre, wenn man diese nach der klassischen Keimbildungstheorie abschätzt. Eine Ursache hierfür wird in einem gegenüber der klassischen Modellvorstellung wesentlich komplexeren „Reaktionsweg“ vermutet, bei dem sich in der Lösung zuerst ein Keim der hochkonzentrierten Phase bildet und sich die Makromoleküle bei höheren Konzentrationen zunächst in Form von lose gebundenen Clustern assoziieren. Letztere sind metastabil gegenüber dem kristallinen Zustand und zerfallen langsam; ihre Anwesenheit vermindert aber die Konzentration derjenigen Spezies, die direkt in den kristallinen Keim eingebaut werden können. Wir konnten kürzlich am Beispiel des Insulins zeigen, dass offensichtlich auch ein kleiner Teil dieser Cluster selbst als kristalliner Keim aktiv werden und zu einem Kristallit weiterwachsen kann [7].

Bei einigen Modellproteinen, wie etwa dem Lysozym, sind wir recht gut über die Mechanismen der molekularen Einbaukinetik unterrichtet. Experimentelle Grundlage hierfür ist eine außerordentlich verfeinerte AFM-Technik in Kombination mit optisch- interferometrischen Beobachtungsmethoden [13]. Man kann zunächst grundsätzlich feststellen, daß unter den Bedingungen, bei denen in der Praxis qualitativ hochwertige Einkristalle erhalten werden, eine sogenannte atomar glatte Phasengrenze vorliegt und der Einbau von den bekannten Mechanismen des Stufenwachstums, der zweidimensionalen Keimbildung oder des Spiralwachstums beherrscht wird [2,3]. Das Stufenwachstum von Insulin-Einkristallen konnten wir mit der konfokalen Laser-Scanning-Mikroskopie nachweisen [7] (siehe Abb. 3a,b). Bemerkenswerterweise versagt der naheliegende Weg, durch gezielte Veränderung der Zusammensetzung der Lösung, d.h., durch Übergang von der repulsiv zur attraktiv dominierten Wechselwirkung der Proteinmoleküle in der Lösung in das Gebiet der rauen Phasengrenze mit einer wesentlich höheren Wachstumskinetik vorzustoßen, da gleichzeitig eine verstärkte Präzipitation amorpher Aggregate einsetzt, was wiederum die Bildung einer kristallinen Phase behindert.

Schließlich sind in letzter Zeit umfangreiche experimentelle und theoretische Untersuchungen zur morphologischen Stabilität und zur Wechselbeziehung zwischen Wachstumskinetik und Kristallqualität durchgeführt worden. Generell gilt auch beim Kristallwachstum von Proteinen die allgemeine Erkenntnis, dass der gewachsene Kristall desto perfekter ist, je langsamer das Kristallwachstum erfolgt, d.h., je näher die Wachstumsbedingungen an die thermodynamischen Gleichgewichtsbedingungen herankommen. Die von anorganischen Kristallen her bekannten Kristallbaufehler kommen auch bei Protein-Einkristallen vor [2,3]. Für die Röntgenstrukturanalyse sind vor allem Kristallbaufehler von Bedeutung, die sich in Form lokaler Bereiche mit leicht

fehlorientierten Molekülen im ansonsten wohlgeordneten Kristallverband auswirken und durch dem Begriff der „Mosaizität“ charakterisiert werden. Von besonderer Brisanz ist die derzeit kontrovers diskutierte Fragestellung, inwieweit unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit wirklich Proteinkristalle mit höherer Qualität erhalten werden können [14]. Es konnte bei terrestrischen Untersuchungen gezeigt werden, daß das Proteinkristallwachstum besonders empfindlich gegenüber einem Typ von Störungen ist, der auf einer Wechselwirkung zwischen den sich bewegenden Stufen und dem begleitenden Diffusionsfeld herrührt und als Instabilität gegenüber der Bildung von Makrostufen bekannt ist [15]. Diese über Wachstumsflächen durchlaufenden Makrostufen stellen eine Ursache für streifenförmige Muster (optische Inhomogenitäten) der gewachsenen Kristalle (sog. „Striations“) dar, die auch von uns an Insulin-Einkristallen mittels Laser-Scanningmikroskopie nachgewiesen worden sind [7] (siehe Abb. 4). Über die Natur der Kristalldefekte, die diese Streifenmuster bei Proteinkristallen verursachen, ist bisher nichts bekannt, wie generell festzustellen ist, dass noch viel Forschungsarbeit zu leisten ist, um beim Kristallwachstum makromolekularer Systeme alle Zusammenhänge zwischen Wachstumsbedingungen und Kristallqualität aufzuklären.

Wir hoffen, diese und andere Aspekte mit möglichst vielen DGKK-Mitgliedern bei unserer internationalen Tagung in Jena im nächsten Jahr (www.conventus.de/iccbm9) diskutieren zu können!

Literatur

- [1] L. Vogeley, G.J. Palm, J.R. Mesters, and R. Hilgenfeld, *J. Biol. Chem.* 276 (2001), in press
- [2] F. Rosenberger, *J. Cryst. Growth* 166 (1996) 40.
- [3] F. Rosenberger, P.G. Vekilov, M. Muschol, *J. Cryst. Growth* 168 (1996) 1.
- [4] A. Mc Pherson, *Crystallization of Biological Macromolecules*, Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring, New York, 1999.
- [5] *Crystallization of Nucleic Acids and Proteins*, 2nd Ed., Ed. A. Ducruix and R. Giege, Oxford University Press, 1999.
- [6] A.J. Malkin, Yu.G. Kuznetsov, and A. McPherson, *J. Cryst. Growth* 196 (1999) 471.
- [7] P. Mühlig, Th. Klupsch, U. Schell, and R. Hilgenfeld, *ICCBM8 Conference (2000) Abstract Book*, p. 76, and *J. Cryst. Growth*, in press.
- [8] A. Riboldi-Tunnicliffe and R. Hilgenfeld, *J. Appl. Cryst.* 32 (1999), 1003.
- [9] C. Haas and J. Drenth, *J. Cryst. Growth* 196 (1999) 388
- [10] A. George and W.W. Wilson, *Acta Cryst.* D50 (1994) 361.
- [11] C. Haas, J. Drenth, and W.W. Wilson, *J. Phys. Chem. B* 103 (1999) 2808.
- [12] J.M. Garcia- Ruiz, *ICCBM8 Conference (2000) Abstract Book*, p. 73, and *J. Cryst. Growth*, in press.
- [13] P.G. Vekilov and J.I. Alexander, *Chem. Rev.* 100 (2000) 2061.
- [14] *Nature*, Vol. 403, 9. März 2000.
- [15] P.G. Vekilov, Hong Lin, and F. Rosenberger, *Phys. Rev. E* 55 (1997) 3202.



The Wafer Technology Product Range

✓ Gallium Arsenide

Semi-insulating : Undoped

n-type : Si or Te doped

p-type : Zn doped

Polycrystalline ingots, slices or granules

✓ Indium Antimonide

n-type : Te or undoped

p-type : Ge doped

Polycrystalline ingots, slices or granules

✓ Indium Arsenide

n-type : S or undoped

p-type : Zn doped

Polycrystalline ingots, slices or granules

✓ Zinc Germanium Diphosphide

Polycrystalline ingots for non-linear optical applications

✓ High purity indium metal

✓ Indium Phosphide

Semi-insulating : Fe doped

n-type : S, Sn or undoped

p-type: Zn doped

Polycrystalline ingots, slices or granules

✓ Gallium Antimonide

n-type : Te doped

p-type : Zn or undoped

Polycrystalline ingots, slices or granules

✓ Gallium Phosphide

Polycrystalline ingots, slices or granules

✓ High purity MBE source material

✓ High purity gallium metal

✓ SiC wafers

"The Universal Choice"

For more information on any of the products visit the Wafer Technology web site at <http://www.wafertech.co.uk>.

Wafer Technology's quality system is approved to BS EN ISO9002:1994

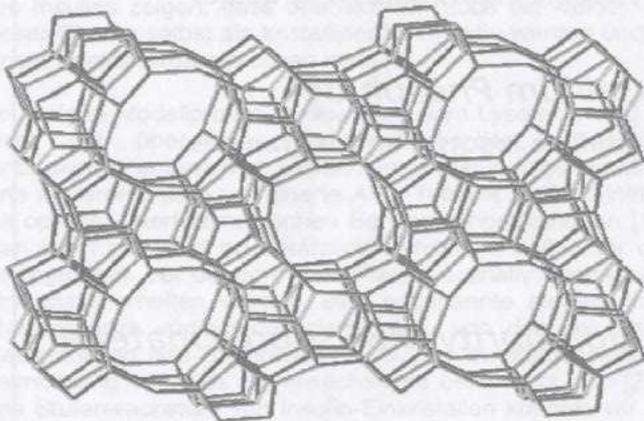
Application of microwave heating and ultrasound diagnostics for zeolite synthesis

Ch. Stenzel, Astrium GmbH

Diese Arbeit wurde im Rahmen einer Studie der Europäischen Raumfahrtagentur (ESTEC) von einem interdisziplinären Team mit dem Namen ZESAM (ZEolite Synthesis and Analysis under Microwave Heating) durchgeführt. In diesem Team arbeiten Chemiker, Physiker und Elektroingenieure der Universitäten in Erlangen, Leipzig und Karlsruhe sowie aus den Firmen Astrium GmbH (vormals Dornier) und Tricat GmbH seit 1998 zusammen, um das Heizen mit Mikrowellen sowie eine Ultraschall-Methode für die Diagnostik des Prozesses der Kristallbildung in die hydrothermale Synthese von Zeolith-Kristallen einzubringen. Die bisher erzielten, vielversprechenden Ergebnisse sind im Folgenden dargestellt.

1. Introduction

Zeolites are inorganic crystals with an open microporous crystal structure. This structure enables numerous industrial applications of zeolites as catalysts, adsorbents, and ion exchangers with a big commercial market behind. An improvement in the crystal quality would thereby directly result in an upgraded performance of the zeolites in their respective application: a more effective ion exchanger in a detergent could reduce the environmental loads on the waste water or an upgraded catalyst in the process of rude oil cracking would mean a step forward towards a "green fuel".



Zeolites-Fig. 1: Microporous structure of a zeolite crystal.

Zeolites are normally grown via a hydrothermal synthesis, i. e., the basic components are put together in an aqueous solution which is heated up to the crystallization temperature (80-180°C) and left there for a certain time (10 min – 40 h) to form crystals. During heat-up the basic units are formed and nucleation takes place whereas in the second phase these nuclei grow further to the final products.

The knowledge about the chemical processes during the zeolite crystallization, however, is still rather limited. Hence, the application of microwave heating can be regarded as a quite helpful tool since it provides a fast heating and allows for tailoring the energy input to a certain degree.

To elucidate further basic mechanisms of hydrothermal zeolite synthesis it is necessary to employ a technique which could monitor key parameters of the crystallization in-situ. Up today all the diagnostic techniques which are applied in hydrothermal zeolite syntheses are operating ex-situ, meaning that the crystallization process has to be stopped and the solution has to be transferred to the diagnostic system outside the autoclave.

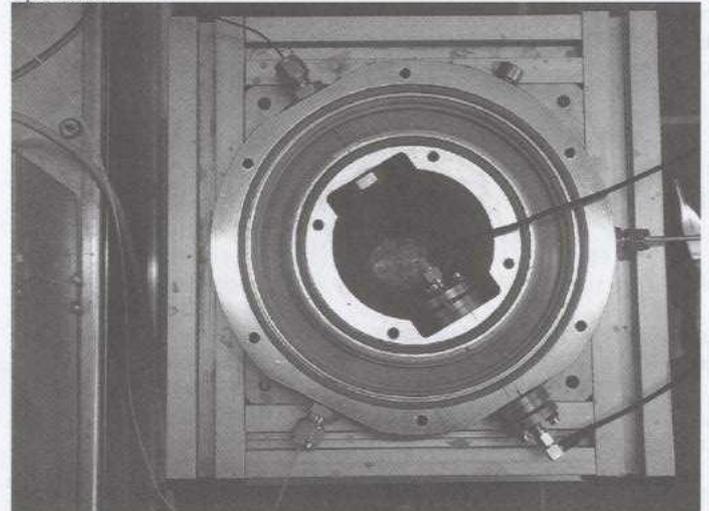
It was hence the objective of this part of the work,

- to develop a microwave heating system which provides a fast heating of the zeolite solution and allows for tailoring the local energy distribution.
- to develop an in-situ diagnostic technique which could monitor the crystallization process without disturbing it.

2. Microwave heating facility

In order to study the influence of well-defined temperature distributions on the zeolite synthesis a novel microwave heating system has been developed and tested. The design has been optimized by numerical simulations. Due to the measured low penetration depths of microwave radiation in zeolite solutions the autoclaves which contain the solution must be designed to have a large surface to volume ratio.

By minor modifications in the setup the resulting temperature profile in the solution could be changed from a homogeneous to a gradient profile while keeping the same geometry for the autoclaves. The respective distribution has been verified by temperature measurements. The design allows furthermore the implementation of the ultrasound diagnostics without direct contact to the solution. The developed system has exhibited a high efficiency and was very reliable in its operation.

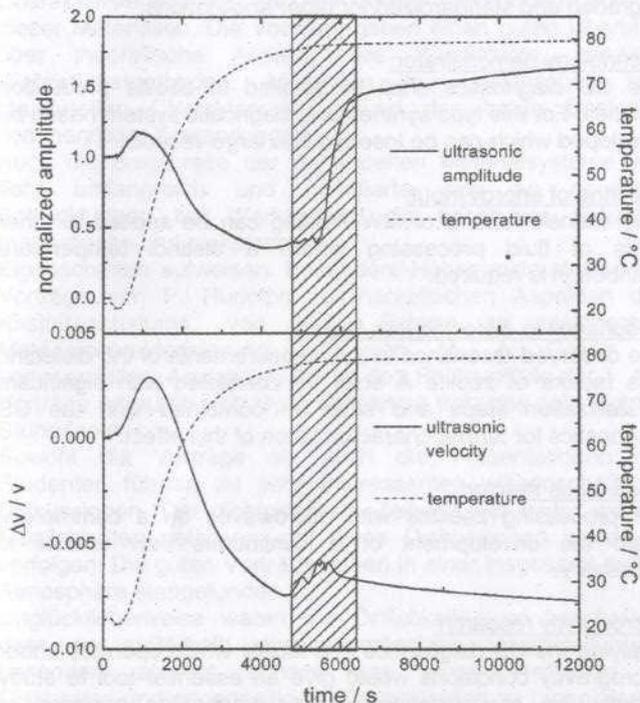


Zeolites-Fig. 2: : Photograph of the open experiment cell showing the PEEK autoclave (dark-grey), the inner and outer conductor, the ultrasound transducers (small brass plates mounted at inner and outer conductor), the implemented thermosensors (left side), and the pressure inlet (right side)

3. Diagnostic system

The developed diagnostic system relies on the application of ultrasound and follows the so-called pulse-transit method: Thereby a travelling ultrasound wave senses significant changes in its amplitude and phase which are not generated by temperature effects. The ultrasound transducers are attached to the walls of the reaction vessel which is filled with zeolite solution. The solution is heated and the transmitted ultrasound amplitude and phase is recorded versus time. This method leaves the chemical reaction unperturbed, the imposed ultrasonic power is in the range of a few mW.

In reference experiments two characteristic signal changes have been recorded as can be seen from Fig. 3: a first one after about 1000 s, and a second, more pronounced one after around 6000 s.



Zeolites-Fig. 3: Measured amplitude of the transmitted ultrasound and variation of the ultrasonic velocity ($\Delta v / v$) during the synthesis of zeolite A. The hatched area indicates the time span of the onset of of zeolite crystal growth. During this period a significant variation of the transport properties of ultrasound is observed.

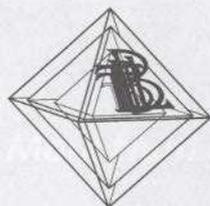
These changes correspond to sudden alterations in the velocity of sound and the density of the solution and directly reflect different steps in the zeolite synthesis process. This can be concluded from the good correlation between the observed ultrasound changes and XRD spectra which have been taken before and shortly after the significant ultrasound signal has appeared. It could be shown that the effect marked in the shaded area is clearly correlated to the onset of crystallization in the zeolite solution, whereas the first peak around 1000 s corresponds to the gel formation of the suspension.

4. Results

To study the influence of different heating regimes on the synthesis of selected zeolites a series of crystallization experiments has been conducted in the newly developed facility and the results have been compared with these from runs in conventional ovens. It could be shown that:

Zeolite A could be produced with a good crystal quality. It could be unambiguously proven that the reduced synthesis time as detected in conventional MW systems is only due to overheating effects. Therefore, MW heating represents a distinct way for the energy input into the solution and exhibits a large variety compared to conventional heating which relies on heat transport. The formation of zeolite A in the homogeneous cell has yielded no improvement in the crystal quality compared to conventional syntheses.

The formation of VPI-5 has been overlaid by the production of a second phase with large, crystalline plates which was obviously induced by the large surface of the autoclave. It could be shown that homogeneous heating leads to an outstanding morphology of the grown crystals for the ZSM-5 zeolite as illustrated in Fig. 4.



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)

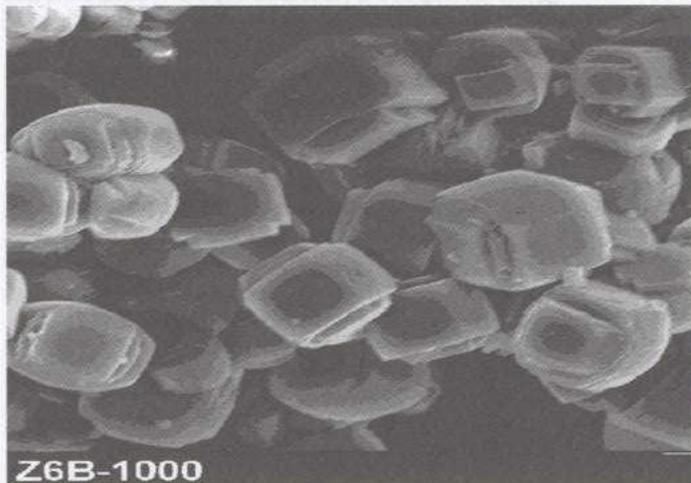
optical compounds:
windows, lenses, prisms, rods
blanks: CaF₂, MgF₂, BaF₂, LiF, KBr, CsBr, CsI, Ge, Si, KRS-5/6 LaF₃, CeF₃ and others

single crystal surface preparation and high precision crystallographic orientation (<0,1°)

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
SrTiO₃, MgO, Al₂O₃, ZrO₂, LaAlO₃, NdGaO₃, YAlO₃, SrLaAlO₃, MgAl₂O₄, SiO₂, LiNbO₃, SiC, ZnO, NiO, MnO, CoO, Fe₃O₄, Cr₂O₃, BaTiO₃, CaF₂, MgF₂ 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



Zeolites-Fig. 4: REM image of a ZSM-5 sample from homogeneous MW heating with very good crystallinity and an excellent crystal morphology

5. Conclusions

It could be successfully verified that microwave heating enables a dedicated tailoring of the energy input in solutions with high MW absorption within certain system boundaries. This feature could open a wide range of applications, also in other fields like food processing or treatment of fluid systems with microwaves.

The possibility of directly monitoring critical steps in the synthesis via the US pulse-transit method is seen as one of the major successes of this study. For the first time a non-invasive, in-situ diagnostic technique has been applied to zeolite crystallization experiments, even under the harsh conditions of MW heating. The developed system can be easily adapted to monitor the ongoing of the synthesis process in production lines or in scientific laboratory systems, and could be a helpful tool to observe the - eventually modified - crystallization under microgravity conditions.

Tailoring of the energy input has yielded further insights into the crystallization process. Having the complete data set from experiments under different heating regimes the picture of the crystallization process in dependence on the temperature distribution in the solution and on the applied heating rate could be further completed.

The obtained outstanding morphology for the ZSM-5 crystals which have been grown under a homogenous temperature regime offers a great potential for improving the crystal quality and also elucidates directly the influence of the thermal profile on the crystallization process.

Furthermore, the detection of the surface crystallization effects is remarkable and could be a starting point for further investigations to form layered-like crystal films. This represents a feature which is unique to MW heating.

6. Outlook

From the richness of the achieved results the subsequently listed topics are identified to be worth to be pursued further:

US diagnostic:

The developed technique of an in-situ US diagnostics for monitoring the crystallization process reveals a great potential for scientific and commercial applications. It shall be further analyzed with respect to the frequency dependence and the

coupling of the transducers to the autoclave walls shall be upgraded and standardized for other applications.

Technology demonstrator:

The US diagnostics shall be applied to zeolite production facilities. For this type syntheses a diagnostic system has to be developed which can be inserted into large vessels.

Tailoring of energy input:

This intrinsic feature of MW heating can be applied to other fields of fluid processing where a distinct temperature distribution is required.

Resonance in dielectric loss factors:

The observed resonance in the measurements of the dielectric loss factors of zeolite A shall be correlated with significant crystallization steps and shall be combined with the US diagnostics for further characterization of this effect.

Continuous reactor:

For processing zeolites with microwaves on a commercial scale the development of a continuous flow reactor is necessary.

Microgravity research:

Applying the US diagnostics in a facility which operates under microgravity conditions would give an essential tool to study directly the crystallization process under the absence of sedimentation and convection.

The ZESAM collaboration:

Astrium GmbH:

Study management, development of experiment cells
Ch. Stenzel, J. Müller, M. Brinkmann

University of Erlangen:

Chemical processing and analysis
W. Schwieger, R. Herrmann, O. Scharf

University of Leipzig:

Development of ultrasound diagnostic system
W. Grill, M. Schmachtl

University of Karlsruhe:

Development of microwave heating facility
R. Schertlen, Y. Venot

Study period: December 1997 - November 2000

This study has been funded by ESA and DLR.

TAGUNGSBERICHTE

Kristallzüchterschule in Triest

International school on crystal growth of materials for energy production and energy-saving applications
in Trieste, März 2001

Kurzbericht von **Cristina Grazzi** und **Melanie Nerdling**

Universität Erlangen-Nürnberg, Institut für Werkstoffwissenschaften, Lehrstuhl für Mikrocharakterisierung

Vom 5.-10. März 2001 haben sich in dem „Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics“ (ICTP) in Trieste, Italien, „post graduate students“ und Vortragende aus 5 Kontinenten getroffen, um über verschiedene Aspekte der Herstellung und Anwendung von Materialien zur Energiegewinnung und Senkung des Energieverbrauchs zu diskutieren. Diese Veranstaltung wurde von der „Commission on Crystal Growth and Characterisation of Materials of the International Union of Crystallography“ veranstaltet.

Das Themenspektrum reichte von Wachstum, über Charakterisierung bis zu konkreten Anwendungsgebieten dieser Materialien. Die Vorträge gaben einen guten Überblick über theoretische Aspekte des Wachstums, spezielle Wachstumsmethoden, Methoden zur elektrischen und strukturellen Charakterisierung und das breite Spektrum kommerzieller Anwendungen.

Auch die Bandbreite der behandelten Materialsysteme war sehr umfangreich und orientierte sich an neuesten Entwicklungen bei Werkstoffen, die besondere optische, magnetische und elektrische

Eigenschaften aufweisen. Besondere Höhepunkte stellten die Vorträge von P. Rudolph zu theoretischen Aspekten des Kristallwachstums, von D.W. Palmer zu elektrischen Materialcharakterisierung und von M. A. Green zu kommerziellen Anwendungen in der Photovoltaik dar. Alle Vorträge erfreuten sich reger Teilnahme trotz des sehr dichten Stundenplans.

Sowohl die Vorträge als auch die Präsentationen der Studenten führten zu sehr interessanten wissenschaftliche Diskussionen. Der dichtgepackte Zeitplan hat leider wenige Möglichkeiten gelassen, um diese Diskussionen weiter zu verfolgen. Die guten Vorträge haben in einer insgesamt netten Atmosphäre stattgefunden.

Unglücklicherweise waren die Örtlichkeiten so beschaffen, dass es außerhalb der planmässigen Veranstaltungen, besonders abends, schwer war, einen Treffpunkt zu Diskussion und gegenseitigem Kennenlernen zu organisieren. Das schlechte Wetter hat diesen Mangel noch verstärkt, da auch Trieste mit öffentlichen Verkehrsmitteln sehr schwierig gemeinschaftlich zu erreichen war.

Insgesamt war die Schule sehr erfolgreich, sowohl wissenschaftlich, als auch zwischenmenschlich.

Französisch-Deutsche Kristallzüchtertagung FGCGM2001

Unsere diesjährige Jahrestagung fand als Gemeinschaftsveranstaltung der DGKK und unserer französischen Schwestergesellschaft GFCC statt und trug den Namen "French-German Crystal Growth Meeting (FGCGM) 2001".

Veranstaltungsort war das Lufthansa-Ausbildungszentrum bei Seeheim-Jugenheim in der Nähe des Frankfurter Rhein-Main-Flughafens. Das Tagungsgebäude bot neben den benötigten Veranstaltungssälen auch genügend Hotelkapazität zur Unterbringung aller Konferenzteilnehmer aus Frankreich und Deutschland, so daß während der Tagung keine Zeit mit An- und Abfahrt „verschwendet“ wurde und die zur Verfügung stehenden knapp zwei Tage voll für die Konferenz genutzt werden konnten. Das war auch notwendig, da es wegen der Teilnahme unserer französischen Kollegen ein merklich breiteres Themenspektrum gab, als sonst bei unseren rein nationalen Jahrestagungen.

Vor zwei Jahren in Zeist wurde als vor allem durch unsere niederländischen Kollegen die Wachstumskinetik wieder nachhaltig ins Blickfeld unserer Kristallzüchtergesellschaft gerückt und es kam zu der so erfolgreichen Gründung eines entsprechenden neuen Arbeitskreises.

Wie das Beispiel der Biokristallisation vermuten läßt, scheinen von dem diesjährigen Treffen mit unseren französischen Fachkollegen in vergleichbarer Weise wichtige Impulse zur Beschäftigung mit neuen und zukunftssträchtigen Themenfeldern auszugehen. (siehe auch den Artikel in diesem Heft).

Die Abstracts zur Tagung FGCGM2001 können über die WEB-site der DGKK eingesehen werden.

F. Ritter

More than just optics



- fibre optics
- optical systems
- optoelectronics



- laser optics
- precision optics
- laser ceramics



- the international optical network

Laser ceramics®

► FRANK OPTIC PRODUCTS
POB 1869
D-89008 Ulm
Phone +49 (0)30/63 92-62 47
Fax +49 (0)30/63 92-62 46
E-Mail frank@GMS.Teleport-Berlin.de

► Lieferanschrift:
Rudower Chaussee 29
D-12489 Berlin
Phone +49 (0)30/63 92-62 32
Fax +49 (0)30/63 92-62 45
www.keramik.de/frank-optic-products

Laserkristalle

BaTiO₃

FRANK OPTIC PRODUCTS®

Quarz

ZnSe

Al₂O₃-Keramik

Calcite

Saphir

KTP

CaF₂

BBO

KDP

Materialien · Komponenten · Baugruppen · Systeme



Wir stellen aus:
Halle 5.1/2
Stand C 038
27.-30.06.2000
Messe Gelände
Frankfurt/Main

Das Vortragsprogramm der Tagung FGCGM2001

Bulk crystal growth

Invited talks:

Bulk growth of oxoborates single crystals for optical applications

Gérard Aka

Laboratoire de Chimie Appliquée de l'Etat solide – ENSCP,
Paris, France

Growth of photorefractive crystals

R. Pankrath and H. Hesse

Fachbereich Physik, Universität Osnabrück

Short talks:

Crystal growth of 75mm high resistivity CdTe

M. Fiederle, A. Fauler, T. Feltgen, K.W. Benz

Kristallographisches Institut, Freiburg

Growth methods for high-melting sesquioxides

K. Petermann, V. Peters, A. Bolz

Solid-State Lasers, Inst. of Laser-Physics, Universität Hamburg

Nucleation and nanocrystals

Invited talks:

Fabrication and collective properties of nanocrystals self organized in 2D and 3D superlattices

M.P. Pileni

Université P et M Curie, Laboratoire SRSI, Paris, France

Synthesis of nanoparticulate materials and structural characterisation by transmission electron microscopy

Herbert Hofmeister

Max Planck Institute of Microstructure Physics, Halle, Germany

Short talks:

Liquid-liquid phase transition and nucleation of pharmaceutical compounds

S. Veessler, C. Hoff and L. Lafferrere

CRMC2 - CNRS, Campus de Luminy, Marseille, France

Atomic force microscopy and electron microscopy investigations of surface submicrostructures

P.-M. Wilde, A.-K. Gerlitzke¹, P. Schramm, H. Wawra, and T. Boeck

Institut für Kristallzüchtung, Berlin

¹ Humboldt-Universität, Berlin

Simulation and kinetics

Short talks:

Experimental analysis of the coupling between hydrodynamics, heat transfer and phase diagram during the growth of concentrated alloys

N. Duhanian¹, T. Duffar², J.P. Garandet¹, P. Dantan³, G. Guiffant³, E. Dieguez⁴

¹CEA/CEREM/DEM, Grenoble, France

²EPM/MADYLAM, ENSHMG, Grenoble, France

³LBHP, Univ. Paris-VII, 2, place Jussieu, Paris, France

⁴Depto. de Física de Materiales, Facultad de Ciencias, Univ.

Autonoma, Madrid Spain

Numerical Simulation of Point-Defect Transport in Floating-Zone Silicon Single Crystal Growth

T. L. Larsen, A. Ludge, H. Riemann, H. Lemke and L. Jensen

Topsil Semiconductor Materials AS Frederikssund, Denmark

Epitaxy and MBE

Invited talks:

MOVPE of (GaIn)(NAs)/GaAs for long wavelength VCSEL applications

W. Stolz

Materials Science Center, Philipps-University, Marburg, Germany

Elastic Relaxation During Pseudomorphic MBE Growth Of Metals

Stéphane Andrieu¹, Pascal Turban¹, Pierre Muller², Laurent Lapena²

¹Laboratoire de Physique des Matériaux, CNRS-Université H. Poincaré, Vandoeuvre, France

²CRMC2- CNRS, Marseille, France

Selective area growth of GaN on sapphire and silicon carbide substrates

by hydride vapor phase epitaxy

M. Illegems and V. Wagner

Institute of Micro and Optoelectronics, Department of Physics, Swiss Federal Institute of Technology Lausanne, CH

Short talks:

Recent Progress in MOCVD Production Technology

M. Heuken, B. Schineller, T. Schmitt, A. Alam

AIXTRON AG, Aachen, Germany

MBE Growth of InAs/(GaIn)Sb/(GaAl)(AsSb) based Infrared Lasers and Detectors

J. Schmitz, F. Fuchs, N. Herres, C. Mermelstein, M. Walther

Fraunhofer-Inst. f. Angew. Festkörperphysik, Freiburg, Germany

Microgravity

Invited Talk:

Composition variations induced by g-jitters in microgravity
Bridgman growth
Jean-Paul Garandet
CEA/CEREM/DEM, Grenoble, France

Short talks:

Buoyant-Thermocapillary and Pure Thermocapillary Convective Instabilities in Czochralski Systems

Dietrich Schwabe
1. Physics Institute, Universität Giessen

Containerless Growth of Mixed Semiconductor Crystals: Influence of Solutocapillary and Thermocapillary Convection

P. Dold^a, M. Schweizer^{a,b}, F.R. Szofran^b, A. Croell^c,
T. Campbell^{a,d}, S. Boschert^a, K.W. Benz^a
^a Kristallographisches Institut, Universität Freiburg, Freiburg
^b SD47, NASA Marshall Space Flight Center, Huntsville, Al, USA
^c Institut für NE-Metallurgie und Reinstoffe, Universität Freiburg,
^d present address: Bicon, 6801 Cochran Road, Solon, OH, USA

Skull melting of ZrO₂ under microgravity – a first feasibility assessment

Ch. Stenzel, O. Schulz, Astrium GmbH
Ch. Gross, W. Aßmus, University of Frankfurt
A. Muiznieks, A. Mühlbauer, University of Hannover

Crystal growth of biological macromolecules

Invited talks:

Redesigning the packing of protein crystals

Rolf Hilgenfeld
Institute of Molecular Biotechnology, Jena, Germany

Short talks:

Liquid-liquid phase transition and nucleation of proteins

F. Bonneté¹, J.P. Astier² and S. Veessler²
¹LMCP-CNRS, Université Paris 6, France
²CRMC2 - CNRS, Campus de Luminy, Marseille France

Understanding the crystallization of an acidic protein by dilution in the ternary NaCl-MPD-H₂O system.

Lionel Costenaro, Giuseppe Zaccai and Christine Ebel.
Institut de Biologie Structurale, CEA - CNRS, Grenoble, France.

The crystallization of BPTI at acidic pH: a decamer story

Hamiaux, C., Pérez, J., Prangé, T.^a, Veessler, S.^b,
Riès-Kautt, M.^a and Vachette, P.
LURE, Centre Universitaire Paris-Sud, France
^aLaboratoire de Cristallographie et RMN Biologiques, Faculté de
Pharmacie, Paris, France.
^b(CRMC2) CNRS, Campus de Luminy, Marseille, France

Surfaces and interfaces

Invited talks:

Processes on Growing Surfaces

Ulrich Köhler
Oberflächenphysik, Ruhr-Universität Bochum

Application of wafer bonding to the lateral self-organization of Si dots by a periodic subsurface dislocation array

J. Eymery, N. Magnea, K. Rousseau, J.L. Rouvière,
D. Buttard, F. Rieutord, F. Leroy, P. Gentile
CEA Grenoble/DRFMC
H. Moriceau, F. Fournel, B. Aspard, P. Mur, M. N. Semeria
CEA Grenoble/LETI
Th. Baron
INSA/Lyon

Short talks:

Optical in-situ Observation of the Interface During Czochralski Growth of Oxide Crystals

R. Uecker, J. Weißenburg, J. Donecker, K. Trompa, P. Reiche
and M. Naumann
Institute of Crystal Growth, Max-Born-Str.2, D-12489 Berlin

Sessile Drop Measurements of Contact Angles and Surface Tension of Germanium-Silicon Melts

Cröll^a, N. Kaiser^b, S. Cobb^c, F.R. Szofran^c, and M. Volz^c
^a Institut für NE-Metallurgie und Reinstoffe, Uni. Freiburg,
^b Kristallographisches Institut, Uni Freiburg,
^c SD47, NASA Marshall Space Flight Center, Huntsville, Al, USA

Homogeneity of single crystal fibers grown by micro pulling-down method

B.M. Epelbaum, D. Hofmann and A. Winnacker
University of Erlangen-Nürnberg, Dept of Materials Science 6

Industrial crystallization

Invited talks:

Dissolution and phase transition of pharmaceutical compounds

E. Garcia^a, C. Hoff^a and S. Veessler^b
^aSanofi Synthelabo, Aramon, France
^bCRMC2 - CNRS, Campus de Luminy, Marseille, France

Study of the crystallization of β -cyclodextrin in water

G. Fevotte, J.P. Klein, D. Mangin, M. Kohl
Université Lyon1, LAGEP UMR CNRS 5007, Villeurbanne. FRANCE

Dissolution and Polymorphism of pharmaceutical compounds

Prof. Dr.-Ing. habil. Joachim Ulrich
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Die Französisch-Deutsche Kristallzüchtungstagung FGCGM2001 im Lufthansa-Bildungszentrum bei Seeheim-Jugenheim.



Wegen der großen thematischen Bandbreite und der begrenzten Dauer der Tagung wurden viele Beiträge über Poster präsentiert. Entsprechend lohnend und gut besucht waren die Postersitzungen. In unmittelbarer Nähe zu den Posterständen und zum Auditorium gab es aber auch "Rückzugsmöglichkeiten" für Diskussionen.



Wir hatten Regenwetter und das breite Vordach des Eingangs bot den einzigen trockenen Platz für das Gruppenfoto.

Calcarb C.B.C.F. Hartgraphitfilz

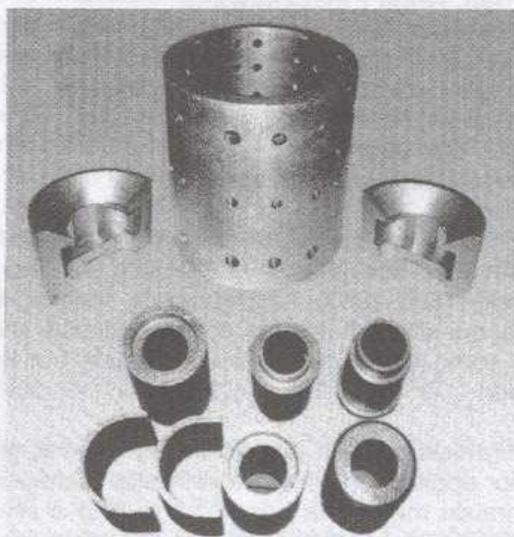
Hochtemperatur - Wärmeisolationswerkstoff für höchste Ansprüche
in Kristallziehanlagen

Silicium - Einkristalle

Silicium - Polykristalle

GaAs - Einkristalle

optische Gläser



Produkteigenschaften:

sehr homogener Werkstoff

beste thermische Isolationswerte

sehr geringe Feuchtigkeitsaufnahme

hohe Reinheit

vielseitige Beschichtungsmöglichkeiten

sehr gut bearbeitbar

Vorteile im Einsatz:

gleichmäßige Temperatur-
verteilung im Prozeßraum

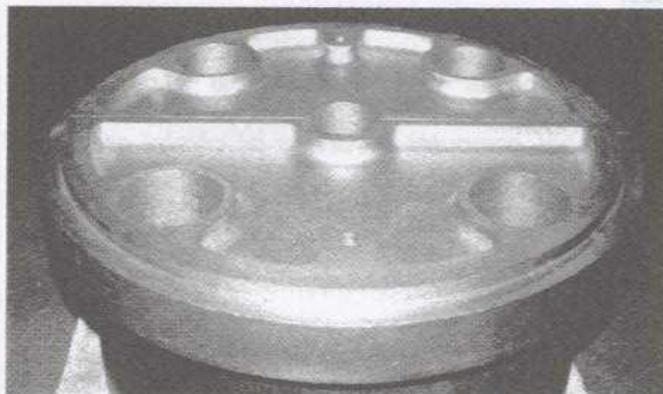
komplexe Geometrien möglich

geringere Wandstärken

erhöhte Lebensdauer

einfacher Einbau

Kostenersparnis



Informationen und technische Beratung:

Sintec Keramik GmbH & Co. KG

Abt. Vertrieb, H.-G. Küster

Romantische Straße 18

D - 87642 Halblech

Tel.: 0049 - (0) 8368 - 910125

Fax: 0049 - (0) 8368 - 910130

VERSCHIEDENES

Laudise-Preis an Prof. Georg Müller

Anfang April erreichte mich über Frau Lüdge und Herrn Walcher die sehr erfreuliche Nachricht, daß unserem Vorsitzenden, Herrn Georg Müller aus Erlangen der diesjährige Laudise-Preis der IOCG zuerkannt wurde. Herr Müller wird diesen Preis bei der Internationalen Kristallzüchtungskonferenz ICCG-13 in Kyoto) erhalten.

Bei dem **Laudise-Preis** handelt es sich um einen der beiden großen Preise, die von der IOCG alle drei Jahre für herausragende Beiträge zur Kristallzüchtung im Rahmen der jeweiligen internationalen Kristallzüchtungskonferenz vergeben werden. Mit dem Laudise-Preis werden in erster Linie Fortschritte gewürdigt, die im technologischen Bereich der Kristallzüchtung erzielt wurden.

Der andere der beiden Preise ist der **Frank-Preis**, mit dem hauptsächlich Fortschritte im theoretischen Verständnis der Vorgänge um das Kristallwachstum prämiert werden. Diesen Preis erhalten in diesem Jahr gemeinsam Herr Prof. Hurle und Herr Dr. Coriell.

Nachstehend ein Auszug aus der Nachricht, mit der die verschiedenen nationalen Kristallzüchtungsgesellschaften vom Vorsitzenden der Preisverleihungs-Kommission, Herrn Prof. T. Nishinaga über die Entscheidung zur Preisvergabe unterrichtet wurden.

„...The winners of IOCG Prizes, 2001 to be awarded at ICCG-13, Kyoto are as follows:

1) Frank Prize:

Prof. Don T.J.Hurle and Dr. Sam Coriell for their great contribution on the fundamental aspects of crystal growth especially on cooperative research leading to the quantitative understanding of the role of convective flows and electric fields in crystal growth and morphological stability.

2) Laudise Prize:

Prof. G. Mueller for his outstanding contributions to the development of methodical and technological aspects of crystal growth and for his leading contribution to the development of global computer modeling of crystal growth processes. ...“

T. Nishinaga

Hier ein Auszug aus der teilweise über E-Mail versandten Stellungnahme von Herrn Müller nach Bekanntwerden der Preisentscheidung:

„... Ich meine, daß mit dieser Preisvergabe vor allem auch die Kristallzüchtung in Deutschland ihre Wertschätzung erfahren hat, womit auch der internationale Rang der DGKK weiter gestärkt wird.

Ich möchte auf diesem Wege allen Kolleginnen und Kollegen in der DGKK danken, die mich bei den prämierten Arbeiten unterstützt haben“.

Prof. Dr. G. Müller

Ich denke, man kann Herrn Müller über dieses MB im Namen von uns allen herzlich gratulieren.

Diejenigen von uns, die zur Konferenz nach Kyoto fahren werden, können sich schon auf einen sicherlich sehr schönen Plenarvortrag freuen, den dort Herr Müller als einer der Preisträger halten wird. (Möglicherweise wird ja auch ein schöner Übersichtsartikel für dieses Blatt daraus...)

F. Ritter

Professor Dr. Jan Czochralski - an inventor

Prof. Dr hab. Anna Pajaczowska

Member, German Society for Crystal Growth
President-elect, Polish Society for Crystal Growth
Institute of Electronic Materials Technology
01-919 Warsaw, Poland
fax: +48-22/ 834 9003
e-mail: itme3@atos.warman.com.pl

The origin of the Czochralski method of crystal growth has been associated from the very beginning with the name of Jan Czochralski (1885-1953). Unfortunately, recently his discovery has been questioned. In this communication I would like to point out some facts which allow to update our knowledge on the subject.

The Czochralski method (CZ) is widely used in growing single crystals for applications in the electronics technology. The idea of Czochralski method is based on pulling a crystal from the melt but it is certainly different from the other known methods like Bridgman and Verneuil methods [1]. The method was discovered in 1916 by accident and the paper reporting the results was published in 1918 [2]. This paper reports the description of a lifter and its junction with wire. At that time Czochralski investigated the growth of metals and their velocities of growth, and obtained single crystals of a few mm in diameter and length up to 150 mm. It should be remembered that Professor Jan Czochralski was a metallurgist and he investigated various processes of metal solidifications and crystallization. However, he was also interested in several other fields [3]. Anyone curious to know the number of papers Czochralski published in the field of growth and characterization of metals and their alloys may easily find them in Chemical Abstracts. He is also an author of several patents but it is not my aim here to compile a list of his achievements in the form of papers and other activities because they are easily accessible cite them all here [3,4].

The CZ method has been improved and cited from its very beginning. For example, in 1918 Wartenberg [5] used seeds (zinc wire) to grow the crystals of zinc. Later, in 1922 Gomperz [6] called for the first time this method by Czochralski's name. Later works dealing with the method are by Mark et al. in 1923 [7], Sachs in 1925 [8] and others. It is worth noting that up to the Second World War scientists were mainly interested in the properties of metals and their alloys. However, after the war scientists became interested in the growth of various materials applied in electronics technology, thanks mainly to the discovery of transistors. Initially, germanium and silicon were grown, but later semiconductors, oxides, fluorides and other binary and multicomponents compounds were also obtained as crystals. Gordon K. Teal, a scientist at Bell Laboratory in Murray Hill, USA, used the Czochralski method for the growth

of germanium single crystals. He presented his results at the Oak Ridge Meeting of the American Physical Society in 1950 and the results on crystal growth were reported in Phys. Rev. [9,10]. One of the sentences there states: "germanium single crystals of a variety of shapes, sizes and electrical properties have been produced by means of a pulling technique distinguished from that of Czochralski and others in improvements" [10]. It should be noted that crystal growth technology of CZ method is continuously being improved and developed even today. It is just sufficient to turn over the pages of Journal of Crystal Growth to ascertain this fact.

Last year, H.J. Scheel [11] published in a review paper in the Journal Crystal Growth. It was an invited lecture given at the 11th American Conference on Crystal Growth and Epitaxy, ACCGE-11, held in August 1999 in Tucson. He questions the role of Jan Czochralski in the discovery of the method that is named after him and tries hard to dump (weaken) his contributions to materials science. In my humble opinion, from the perspective of today everything with which we deal in our day-to-day life (including the spiral growth theory of Burton, Cabrera and Frank; the contribution of Volmer to nucleation and of Stranski and Kossel to growth processes; or the Hartman-Perdok theory of growth morphology; and the life and deeds of Christ) can be questioned. The question naturally is: what for? However, the fact is that Professor Jan Czochralski was really a great stature in the 20th century, and it is no wonder that even the tunneling microscopy was his idea [12].

References:

- [1] K.-T. Wilke and J. Bohm, Kristallzüchtung, (VEB, Berlin, 1988).
- [2] J. Czochralski, "Ein neues Verfahren zur Messung der Kristallisationsgeschwindigkeit der Metalle", Z. phys. Chemie 92 (1918) 219-221
- [3] P. E. Tomaszewski "Professor Jan Czochralski (1885-1953) and his contribution to the art. and science of crystal growth", AACG (J. Am. Assoc. Crystal Growth) 27 (1998) 12.
- [4] P. E. Tomaszewski, "Professor Jan Czochralski (1885-1953) i jego wkład do krystalografii", Wiadomosci Chemiczne 41 (1987) 597.
- [5] H. von Wartenberg, "Über elastische Nachwirkung bei Metallen", Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gessellschaft 20 (1918) 113.
- [6] E. v. Gomperz "Untersuchungen an Einkristalldrähten", Z. Phys. 8 (1922) 184.
- [7] Mark, M. Polanyi and E. Schmidt, "Vorgänge bei der Dehnung von Zinkkristallen. I, Z. Phys. 12 (1923) 58.
- [8] G. Sachs, "Die Herstellung von Metallkristallen" Z. Met. 17 (1925) 238
- [9] W. L. Bond, W. P. Mason, H. J. McSkimin, K. M. Olsen and G. K. Teal, "The elastic constants of germanium single crystals", Phys. Rev. 78 (1950)
- [10] G. Teal and J. B. Little "Growth of germanium single crystals", Phys. Rev. 78 (1950) 647.
- [11] H. J. Scheel, "Historical aspects of crystal growth technology", J. Cryst. Growth 211 (2000) 1.
- [12] Czochralski, "Radiotechnik im Dienste der Metallkunde", Z. anorg. Allg. Chem. 144 (1925) 263.

TERMINE UND ANKÜNDIGUNGEN

Arbeitskreise, Adressen und Termine

Arbeitskreis

„Herstellung und Charakterisierung von massiven GaAs-, InP- und SiC-Kristallen“

Kontakt über
 Prof. Dr. G. Müller
 Kristall-Labor
 Institut für Werkstoffwissenschaften VI
 Universität Erlangen-Nürnberg
 Martensstr. 7
 91058 Erlangen
 Tel.: 09131- 852 7636
 Fax: 8495
 E-mail: georgmueller@ww.uni-erlangen.de

Arbeitskreis

„Intermetallische Verbindungen“

Nächstes Treffen am 27. und 28. September.2001 in Dresden

Kontakt über
 Dr. Günter Behr
 IFW Dresden
 Tel.: 0351/4659 404
 Fax.: 480
 E-Mail: behr@ifw-dresden.de

Arbeitskreis

„Kristalle für Laser und Nichtlineare Optik“

Nächstes Treffen am 27. und 28. September 2001 in Köln

Kontakt über
 Prof. Dr. Manfred Mühlberg
 Institut für Kristallographie
 der Universität zu Köln
 Zülpicher Str. 49b
 D-50674 Köln
 Tel.: 0221/470- 4420;
 FAX: 4963
 E-mail: M.Muehlberg@kri.uni-koeln.de

Arbeitskreis

„II-VI – Halbleiter“

Termin für nächstes Treffen bei Redaktionsschluß nicht bekannt

Kontakt über
 Dr. German Müller-Vogt
 Kristall- und Materiallabor der
 Fakultät für Physik
 Kaiserstr. 12
 76131 Karlsruhe
 Tel.: 0721/608- 3470
 Fax.: 7031
 Email:German.Mueller-Vogt@phys.uni-karlsruhe.de

Arbeitskreis

„Epitaxie von III-V-Halbleitern“

Nächstes Treffen voraussichtlich am 6. & 7. Dezember 2001 im Ludwig-Erhard-Haus, Berlin. Ausrichter: Heinrich Hertz-Institut

Kontakt über

Dr. Norbert Grote oder Dr. Harald Künzel
Heinrich-Hertz-Institut
für Nachrichtentechnik Berlin GmbH
Einsteinufer 37
10587 Berlin
E-Mail: grote@hhi.de bzw kuenzel@hhi.de

Arbeitskreis

„Kinetik“

Nächstes Treffen am 14. und 15. Februar 2002 in Dresden

Kontakt über

Frau Dr. Heike Emmerich
Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme
Nöthnitzer Str. 38
01187 Dresden, Germany
Tel.: 0351/871-1208
Fax.: 0351/871-1999
E-Mail: emmerich@mpipks-dresden.mpg.de

Workshop

„Angewandte Simulation in der Kristallzüchtung“

Nächstes Treffen bei Redaktionsschluß noch nicht bekannt.

Kontakt über

Dr. Albrecht Seidl
R&D Crystal Growth
Freiberger Compound Materials GmbH
Am Junger Löwe Schacht 5
09599 Freiberg, Germany
Tel: (+49) 3731 280-211
Fax: (+49) 3731 280 106
E-mail: seidl@fcm-germany.com

Gebrauchte Apparatur gesucht:**DC/AC Magnetron-Sputter-Einheit**

gesucht für Laborexperimente (Halbleitermaterialien), vorzugsweise UHV.

Vielleicht haben Sie ein Gerät, das nicht mehr benötigt wird, uns aber für eine Entwicklung dienlich sein könnte.

Kontakt:

Horst P. Strunk
Institut für Werkstoffwissenschaften
Lehrstuhl für Mikrocharakterisierung
Universität Erlangen
Cauerstr. 6
91058 Erlangen
Tel: 09131-85-28601
Fax: 09131-85-28602
e-mail: horst.strunk@ww.uni-erlangen.de

Tagungen**Ankündigungen****9th International Conference on the Crystallization of Biological Macromolecules (ICCBM9)**

March 23- 28 , 2002

Jena, Germany

Weitere Informationen über

www.conventus.de/iccbm9
e-mail: iccbm9@conventus.de
Telefon: Deutschland +49-3641-358858
Fax: Deutschland: +49-3641-358854

Conference chairman:

Rolf Hilgenfeld, Institut für Molekulare Biotechnologie, Jena
e-mail hilgenfd@imb-jena.de

Topics:

Nucleation
Crystal growth kinetics and mechanisms
Crystal quality assessment
Scanning microscopy
Protein expression and purification for crystallization
Cell-free protein synthesis
Protein engineering for phasing
Biophysical characterization of protein solutions
New concepts in crystallogensis
Design of crystallization protocols
Automation of crystallization
High-throughput crystallization and structural genomics
Cryocooling and annealing of crystals
Crystallization of membrane proteins
Crystallization of nucleic acids
Physical properties of protein crystals
Crystal engineering
Microgravity/The International Space Station
Protein crystallization in industrial production processes

Ein **praktischer Kristallisationskurs** wird vor der Konferenz durchgeführt.

Schon vormerken!

Die nächste Jahrestagung der DGKK wird vom Mittwoch, 20.03.2002 bis Freitag, 22.03.2002 in Idar-Oberstein stattfinden.

Organisator ist Herr Dr. Ackermann
Informationen werden auf Internet-Seiten bereitgestellt, die über die DGKK-Homepage www.dgkk.de gefunden werden können.

SiC und GaN – Materialien für Leistungs- und Optoelektronik
WE-HERAEUS-FERIENKURS FÜR PHYSIK
vom 03. - 14. September 2001
an der BTU Cottbus, gemeinsam mit
dem Institut für Kristallzüchtung und dem Ferdinand Braun Institut, Berlin

Programm**Materialeigenschaften / Modellierung**

Pensl	Uni Erlangen	Physikalische Eigenschaften von SiC
Tränkle	FBH Berlin	Physikalische Eigenschaften von GaN
Sigmund	BTU Cottbus	Transport in Quantenstrukturen
Philip	WIAS	Stationäre und Instationäre Simulationen

Einkristallzüchtung

Siche	IKZ Berlin	Thermodynamik der Gasphasen-Einkristallzüchtung
Eckstein	SiCrystal Erlangen	SiC – Einkristallzüchtung im industriellen Maßstab
Hofmann	Uni Erlangen	Einkristallzüchtung von SiC mit alternativen Methoden
Schröder	BTU / IKZ Berlin	SiC - Dotierung, Kristallbearbeitung und Wafering

Epitaxie

Schröder	BTU / IKZ Berlin	SiC – Homoepitaxie mit der hot-wall-CVD
Syvjäarvi	Uni Linköping	SiC – VPE, Nahabstandsmethoden
Weyers	FBH Berlin	GaN – Epitaxie mit MBE

Defektanalytik

Riechert	Infineon	Optische und spannungsoptische Methoden
Neumann	HU Berlin	Elektronenoptische Methoden REM, TEM
Schröder	BTU / IKZ Berlin	Röntgenmethoden z.B. Topographie, BESSY
Tränkle	FBH Berlin	Elektrische Methoden z.B. IU, CV, Hall, DLTS
Hoffmann	TU Berlin	Photolumineszenz an GaN
Richter	Uni Jena	Polytypie in SiC und Polytypheteroübergänge mit MBE
Grillenberger	Uni Jena	Defektzentren in SiC

Isolatoren / Kontakte / Technologie

Tränkle	FBH Berlin	Isolatormaterialien, GaN – Technologie
Ley	Uni Erlangen	SiC Oberflächen und Grenzflächen
Obermeyer	TU Berlin	Charakterisierung von 3C-SiC-Schichten

Anwendungen / Bauelementecharakteristik

Tränkle	FBH Berlin	Schaltungsentwurf: Grundlagen und Anforderung für SiC/GaN
Vökl	OSRAM	GaN auf SiC für die Optoelektronik
Mitlehner	SiCED Erlangen	SiC für die Leistungselektronik
Riechert	Infineon	si-SiC für Radaranwendungen
Schmeißer	BTU Cottbus	Hochtemperatur- FET als chemische Sensoren

Rahmenprogramm

- wissenschaftliche Exkursion nach Berlin – Adlershof an das Institut für Kristallzüchtung und das Ferdinand-Braun-Institut
- Besichtigung des Branitzer Parkes und Schloß
- Besuch des Staatstheater (Jugendstil) in Cottbus
- Am Wochenende Kahnfahrten im Spreewald
- Besichtigung der Braunkohle Tagebau- Anlagen

Tagungskalender

20 – 22 Juni 2001

52. Berg- und Hüttenmännischer tag
in Freiberg/Sachsen, TU Bergakademie
Kolloquium 2 „Kristallisation und Technik“
Prof. W. Voigt
e-mail: voigt@orion.hrz.tu-freiberg.de

01 - 06 July 2001

Int. Conference on Materials for Advanced
Technologies (ICMAT 2001)
Symp. D: Crystallization and Interfacial
Processes
Symp. N: Materials for Opto-Electronics and
High Frequency Electronics Applications
Singapore
icmat2001@pacific.net.sg
www.mrs.org.sg/icmat2001

01 - 06 July 2001

Gordon Research Conferences
Thin Films and Crystal Growth Mechanisms
Williams College, New England, USA
contact: E. D. Williams
www.grc.uri.edu

16 - 20 July 2001

4th Int. Conf. on Nitride Semiconductors
Denver, CO, USA
www.mrs.org

16 – 20 July

Int. Conference on Defects in Semiconductors
In Giessen, Germany
<http://www.uni-giessen.de/icds21/icds.htm>

23 - 28 July 2001

Int. School on Crystal Growth of IOCG (ISSCG-11)
in Japan, Doshisha Biwako Retreat Center
<http://iccg.doshisha.ac.jp>

30 July - 04 August 2001

Int. Conference on Crystal Growth-13
ICCG-13/ICVGE-11
Doshisha Univ. Campus, Kyoto, Japan
abstracts deadline: 15 January 2001
proceedings manuscripts: 30 April 2001
<http://iccg.doshisha.ac.jp>

06 - 15 August 2001

XIX Congress and General Assembly of the
Int. Union of Crystallography (IUCr)
Jerusalem, Israel
www.iucr.org

12 – 16 August 2001

The Thirteenth American Conference on
Crystal Growth and Epitaxy (ACCGE-13)
in Burlington, Vermont, USA
www.crystalgrowth.org/conferences/accge13

26 - 31 August 2001

13th European Conf. on Chemical Vapour
Deposition (EUROCVD13)
Athens, Greece
www.imel.demokritos.gr/EUROCVD

27 - 31 August 2001

Conf. on Recrystallization and Grain Growth
Aachen, Germany
ReX&GG@imm.rth-aachen.de

09 – 14 September 2001

Int. Conference on II-VI Compounds
in Bremen, Germany
<http://www.ii-vi2001.uni-bremen.de>

24 – 28 September 2001

Fourth International Conference on
Single Crystal Growth and Heat and
Mass Transfer (ICSC-01)
Obninsk, Russia
<http://www.icsc.narod.ru>

24 – 28 September 2001

GaAs 2001 European Microwave
Conference, European Conference on
Wireless Technology
in London, UK
<http://www.eumw.com>

24 – 28 September 2001

9th Int. Conference on Defects-Recognition,
Imaging and Physics in Semiconductors
(DRIP IX)
in Rimini, Italy
<http://www.maspec.bo.cnr.it/ut/d11200/NEWS/drip9/drip9.html>

28 October – 02 November 2001

Int. Conference on Silicon Carbide
and Related Materials
in Tsukuba, Japan
<http://www.icscrm2001.gr.jp>

26 – 30 November 2001

MRS Fall Meeting
In Boston, USA
<http://www.mrs.org/meetings>

20 – 22 März 2002

Jahrestagung der DGKK
in Idar-Oberstein
Informationen über www.dgkk.de

05 – 08 Juni 2002

Conference "Free Boundary Problems" (FBP2002)
in Trento (Italy),
Registration within June 2001
Contact:
Prof. Pierluigi Colli
Dipartimento di Matematica "F. Casorati"
Universita' di Pavia
Phone: + 39 0382 50 5617
Fax: + 39 0382 50 5602
E-mail: pier@dimat.unipv.it

DIE INSERENTEN DIESES HEFTS

Gero Hochtemperaturöfen GmbH.....2
 20 Jahre Erfahrung im Ofenbau-Ihr Partner in der Kristallzüchtung

MaTeck.....7
 Die Material-Technologie und Kristalle GmbH
 Kompetenz in Kristallherstellung und -Präparation

Struers.....9
 Der Spezialist für die Probenpräparation

Cyberstar.....13
 Seit langem bekannt als Hersteller hochentwickelter Kristallzüchtungsanlagen

Hüttinger-Elektronik GmbH.....15
 Der Spezialist für Induktionserwärmung und Plasmatechnologie

Heraeus.....17
 Edelmetalle für Labor und Industrie

Wafer Technology.....21

TBL-Kelpin.....23
 Der Nachfolger des Kristallhandel-Kelpin, mehr als 25 Jahre Erfahrung in Kristall-Handel und Technologie

Frank Optic Products.....25
 Weltweit tätiger OEM-Zulieferer hochwertiger optischer Komponenten,

Sintec.....29

Linn High Therm GmbH.....4.Umschlagseite, S.40
 Ein Highlight des Herstellers von Öfen für das Labor: Überdruckofen für 100 bar bei 1800°C und Sauerstoff.

Liebe Inserenten:
 Bitte schicken Sie neben Ihrer Annonce auch einen kleinen Ein- bis Zweizeiler an die Redaktion, mit dem wir Ihre Anzeige hier in diesem Verzeichnis ankündigen können.
 Adresse hierfür: Dr. F. Ritter,
 Robert Mayer-Str. 2-4
 60054 Frankfurt am Main
 E-Mail: F.Ritter@physik.uni-frankfurt.de

Liebe Leser:
 Bitte beachten Sie die Seiten der inserierenden Firmen, die unsere Arbeit meist schon seit Jahren unterstützen.

REGISTER BEREITS ERSCHIENENER ARTIKEL**Beschreibung von Kristallzuchtungsstandorten**

	MB-Nr.
Berlin, Kristallzuchtung am Hahn-Meitner-Institut	55
Berlin, Institut für Kristallzuchtung (IKZ)	56
Braunschweig, Forschung zum Kristallwachstum seitens der ansässigen Institute	42
Dresden, Kristallzuchtung und Kristallwachstum am ZFW (bis 1990)	54
Dresden Einkristallzuchtung 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, Kristallzuchtung am I. Physikalischen Institut der Universität	52
Karlsruhe, Kristall- und Materiallabor der Fakultät für Physik an der Universität	46
Kristallzuchtung in Polen (engl.)	64
Kristallzuchtung in Süd-Korea	66
Schulen, Projekt zur Kristallzuchtung in Berlin	51
Schulen, Projekt zur Kristallzuchtung in Bochum	47
Schulen, Projekt zur Kristallzuchtung 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
Lithium-Niobat, Herstellung großer Einkristalle	42
Optical Heating for Zone Methods	65
Kristallzuchtung für die Photovoltaik	59
Gedanken zu Gegenwart und Zukunft der Photovoltaik	68
Siliziumgranulat für das EFG-Verfahren	72
Kristallzuchtung unter reduzierten Schwerkraftbedingungen	49
Kristallzuchtung mit der Skull-Schmelz-Technik	67
Kristallzuchtung von SrPrGaO ₄	70

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 Kristallzuchtung -Kontrastverfahren und Spannungsoptik-	63
Marangoni-Effekte	37
Rasterkraftmikroskopische in-situ Kristallisationsuntersuchungen an der TU-Braunsch.	65
Spektroskopische in-situ-Methoden	72

Technisches

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

Historisches

Einkristallzuchtung vor 35 Jahren: Herstellung von GaAs mit dem Gremmelmeier-Verf.	57
Kristallzuchtung in der DDR	51
Kristallzuchtung 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

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 Robert Mayer Str. 2-4 60054 Frankfurt am Main Tel.: 069/798 - -28053 Fax: -28520 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	W. Aßmus Uni-Frankfurt am Main Tel.: 069/798 -23144 Fax: -28520 E-Mail: assmus@physik.uni-frankfurt.de
Mitteilungen der DGKK Stellenangebote Stellengesuche	A. Lüdge IKZ-Berlin Tel.: 030/6392 -3076 Fax: -3003 E-Mail: luedge@ikz-berlin.de
Mitteilungen von Schwestergesellschaften	F. Ritter Anschrift siehe oben
Tagungskalender	P. Rudolph IKZ-Berlin Tel.: 030/6392 -3034 Fax: -3003 E-Mail: pr@ikz-berlin.de
Bücherecke, Schmunzelecke	R. Diehl IAF Freiburg Tel.: 0761/5159 -416 Fax: -400
Anzeigenwerbung	G. Müller-Vogt Uni-Karlsruhe Tel.: 0721/608 -3470 Fax: -7031 E-Mail: kml@phys.uni-karlsruhe.de
Internet-Redaktion	
Redaktionsleitung	H. Walcher (Anschrift s. rechte Spalte)
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 74:
15. Oktober 2001**

Bitte senden Sie Ihre Beiträge möglichst per E-Mail als angehängte Dateien oder auf Diskette (Format sekundär). Willkommen sind jederzeit interessante Bilder für den Titel.

Besten Dank
Die Redaktion

SATZ, DRUCK & WEITERVERARBEITUNG

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

Vorstand der DGKK**Vorsitzender**

Dr. G. Müller
Institut für Werkstoffwissenschaften VI
Universität Erlangen
Martensstraße 7
91058 Erlangen
Tel.: 09131/852 -7636
Fax.: -8495
E-Mail: georgmueller@ww.uni-erlangen.de

Stellvertretender Vorsitzender

Dr. L. Ackermann
Forschungsinstitut für mineralische und metallische
Werkstoffe
Struthstraße 2
55743 Idar-Oberstein
Tel.: 06781 21191
Fax.: 70353
E-Mail: FEE-IO@t-online.de

Schriftführerin

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

Schatzmeister

Dr. German Müller-Vogt
Kristall- und Materiallabor der
Fakultät für Physik
Kaiserstr. 12
76131 Karlsruhe
Tel.: 0721/608 -3470
Fax.: 0721/608 -7031
Email: German.Mueller-Vogt@phys.uni-karlsruhe.de

Beisitzer

Dr. H. Walcher
Fraunhofer-Institut für
Angewandte Festkörperphysik
Tullastr. 72
79108 Freiburg
Tel.: 0761/5159-347 oder 597
Fax.: 0761/5159-219
E-Mail: Walcher @ iaf. fhg. de

Dr. W. v. Ammon
Wacker Siltronic AG
Wacker Straße
84489 Burghausen
Tel.: 08677/83 -2008

Dr. B. Weinert
Freiberger Compound Materials GmbH
Am Junger Loewe Schacht 5
09599 Freiberg / Sachsen
Tel.: 03731/280 -200
Fax.: -106

BANKVERBINDUNGEN

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

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

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, MOMBÉ
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 u-g - Züchtung
142 Hochdrucksynthese
143 Explosionsverfahren
144 Elektrokristallisation
145 Rekristallisation / Sintern
149 andere Verfahren
- 150 Reinstoffherstellung

MATERIALZUSAMMENSETZUNG

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

WACHSTUMSFORMEN

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

KRISTALLBEARBEITUNG

- 411 Tempern
412 Sägen, Bohren, Erodieren
413 Schleifen, Läppen, Polieren
414 Laserstrahl - Bearbeitung
421 Lithographie
422 Ionenimplantation
423 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 Fehlorderungen
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 Atzmethode
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 Gammadiff raktometrie
634 Elektronenbeugung
635 Neutronenbeugung
- 640 Spektroskopie, Spektrometrie
641 UV-, VIS-, IR-, Fourier-
642 Raman-, Brillouin-
643 Kurzzeit-Spektroskopie
644 NMR, ESR, ODMR
645 RBS, Channeling
646 SIMS, SNMS
- 650 Oberflächenanalyse
651 LEED, AUGER
652 UPS, XPS
- 660 Elektrische Charakterisierung
- 670 Andere Meßmethoden

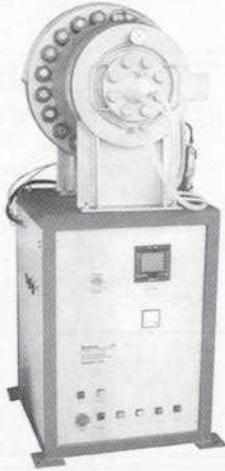
MATHEMATISCHE BEHANDLUNG

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

ENTWICKLUNG / VERTRIEB / SERVICE

- 810 Anlagen / Komponenten
811 Zuchtungsapparaturen
812 Prozess-Steuerungen
813 Sägen, Poliereinrichtungen
814 Ofen, 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)

VORSPRUNG DURCH TECHNOLOGIE



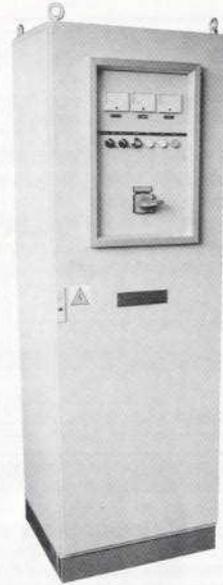
Hochdruckofen

Rubistar 100
FKH-70/80/120/1820-100
Für Edelsteinwärmbehandlung,
High Tech Keramiken, Pulvermetallurgie...
Für Betrieb an Luft, Vakuum 10^{-2} mbar.
Bis 100 bar Überdruck.
Max. Temperatur 2100 °C.
Betrieb an Argon und Stickstoff mit
reduzierter Temperatur.
Wasserstoff bis 5 % möglich.



Rohrofen

FRH, verfahrbar, bis 1750 °C.
Bridgeman-Verfahren und
Zonenschmelzen unter
Schutzgas / Hochvakuum.



Induktionserwärmung Mittelfrequenz-Generatoren

MFG bis 100 kW. 1 - 20 kHz.



Hochdruckofen

für Kristallzüchtung und Sonderkeramiken.
Nutzraumdurchmesser: 100 mm
Nutzraumhöhe: 120 mm
T: 2300 °C
P: 200 bar



Kaltwandofen

KKV-140/270/2000 zum Tempern, Sintern, Schmelzen.
Kristallzucht, Pulvermetallurgie, Keramik-, Nuklear-
industrie und Forschung, Entwicklung. Bis 2100 °C.
Schirmblechaufbau aus Wolfram und Molybdän mit
Wolfram-Mesh-Heizer. Ar, N₂, H₂ und Vakuum bis
 10^{-5} mbar. Nutzraum: Ø = 140 mm, h= 270 mm, 4,0 l.
Heizleistung: max 35 kVA.
Für Schutzgasatmosphären auch mit Wasserstoff:
Begasungseinheit, Sicherheitspaket,
Abfackelvorrichtung mit Flammüberwachung.
Temperaturregelung wahlweise über Thermoelemente
Wolfram / Renium oder optisches Pyrometer.
Umfangreiches Optionsangebot.

**Sonderanlagen
nach
Kundenspezifikation!**

linn
High Therm



ISO 9001

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